

Хлібопекарські властивості пшеничного борошна.

План лекції

1. Поняття хлібопекарських властивостей борошна.
2. Сила борошна.
3. Значення клейковини у формуванні сили борошна.
4. Вплив вуглеводної фракції на силу борошна.
5. Методи оцінки сили борошна.
6. Газоутворювальна здатність борошна.
7. Фактори, що впливають на газоутворювальну здатність пшеничного борошна.
8. Колір борошна та здатність його до потемніння.
9. Крупність борошна як складова хлібопекарських властивостей.
10. Автолітична активність борошна.
11. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна із зерна зниженої якості.

Для прогнозування якості хлібобулочних виробів недостатньо знати показники якості борошна, вказані у нормативній документації на нього. Важливе значення мають показники, що характеризують його хлібопекарські властивості.

Хлібопекарські властивості борошна характеризуються комплексом показників, які обумовлені його біохімічним складом, а також дисперсністю частинок.

Хлібопекарські властивості визначають поведінку борошна у технологічному процесі, саме вони формують якість хліба і залежать від стану вуглеводно-амілазного, білково-протеїназного, ліпідно-ліполітичного комплексів, а також вмісту сполук, які обумовлюють потемніння борошна в процесі приготування хліба. Серед останніх найважливіше значення мають амінокислоти тирозин і фенілаланін та фермент поліфенолоксидаза.

Хлібопекарські властивості борошна обумовлені сукупністю таких показників:

- здатністю утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями і певним ступенем їх зміни під час бродіння - силою борошна;
- газоутворювальною здатністю, тобто здатністю за певний час бродіння тіста забезпечувати виділення тієї чи іншої кількості диоксиду вуглецю;
- кольором борошна і здатністю його темнішати у процесі виробництва хліба;
- автолітичною здатністю, тобто здатністю до розщеплення високомолекулярних складових під дією власних ферментів борошна і накопичення водорозчинних речовин;
- крупністю частинок борошна;
- водопоглинальною здатністю.

Розглянемо ці властивості.

Сила борошна є основним фактором, що визначає його хлібопекарські властивості. Під терміном "сила борошна" розуміють його здатність утворювати тісто, яке має певні структурно-механічні властивості (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість) під час дозрівання, вистоювання, у процесі випікання і, залежно від цього, здатне забезпечити виготовлення з нього хліба певної якості.

Сильне борошно містить багато білків, має високу водопоглинальну здатність, утворює велику кількість клейковини. Тісто із сильного борошна повільно набуває своїх оптимальних реологічних властивостей, добре їх зберігає під час дозрівання та вистоювання, воно має високу газо- і формоутримувальну здатність, сухе на дотик, пружне, гарно піддається механічному обробленню під час округлення та закачування.

Сформовані з нього тістові заготовки добре зберігають форму під час вистоювання і випікання, не розпливаються, достатньо збільшуються в об'ємі. Хліб з такого борошна має великий об'єм, правильну форму, гарно розпушену м'якушку.

Слід додати, що при використанні дуже сильного борошна тісто набуває надмірної пружності, має недостатню пластичність. Хліб з такого борошна має малий об'єм, недостатню пористість.

Слабке борошно при виготовленні з нього тіста поглинає мало води, утворює нееластичну, надмірно розтяжну або крихку клейковину, вихід клейковини низький. У такому тісті інтенсивно протікає протеоліз, тісто швидко розріджується, має низьку пружність, липке на дотик. Сформовані тістові заготовки під час вистоювання розпливаються, газоутримувальна здатність їх понижена, вони мало збільшуються в об'ємі. Хліб з такого борошна має понижений об'єм, подові види хліба надто розпливчасті.

Середнє за силою борошно займає проміжне місце між борошном сильним і слабким. Таке борошно здатне утворювати достатньо пружні тісто і клейковину. Хліб має високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Сила борошна обумовлена станом його білково-протеїназного комплексу: кількістю і станом білків, активністю протеолітичних ферментів, наявністю активаторів та інгібіторів протеолізу. Поряд з цим на структурно-механічні властивості тіста впливають стан крохмалю, вміст у борошні пентозанів, ліпідів, ліполітичних ферментів.

Роль клейковини у формуванні сили борошна. Головним показником сили борошна є кількість і фізичні властивості клейковини. Кількість клейковини, що відмивається з борошна, називають виходом сирієї клейковини. Вміст клейковини нормується нормативною документацією за сортами борошна.

Клейковина не є однорідною речовиною. Середній склад клейковини зерна пшениці: масова частка білків становить 83,5 %, у тому числі таких, що утворюють клейковину - 79,5, із них гліадину: - 43,5, глютеніну - 36,0 %, решта - альбуміни і глобуліни (4 %). Співвідношення між глютеніном і гліадином становить 1:1,21. Масова частка ліпідів становить 7 (вільних -1, зв'язаних - 6 %). Загальний вміст вуглеводів 8,6 %: крохмалю - 6, цукрів - 1,3,

клітковини - 1,3 %. Зольність клейковини - 0,9 %. Крохмаль і клітковина у клейковині є механічними домішками, що важко відмиваються.

Кількість сирієї клейковини залежить від ступеню набухання білків борошна.

Відмита з тіста клейковина - це сильно гідратовані білки. Вміст води у сирій клейковині (гідратаційна здатність) становить від 150 до 280 % на сухі речовини. Чим більша гідратаційна здатність клейковини, тим вона менше пружна, більше розтяжна. Набухлі клейковинні білки у тісті створюють каркас у вигляді сітки.

У створенні білками каркасу в тісті певну роль відіграють сполуки білків з цукрами, ліпідами.

Утворений білками у тісті каркас має розтяжність і еластичність, утримує в ньому диоксид вуглецю, а в період випікання закріплює форму і стінки пор у тістовій заготовці. Міцність цього каркасу обумовлюється силою клейковини, її фізичними властивостями.

Реологічні властивості клейковини тіста обумовлені гліадиноюю і глютеніноюю фракціями білків. Ці фракції відрізняються за своїми структурно--механічними властивостями. Гідратований глютенін - це гумоподібна короткорозтяжна, пружна маса. Гідратований гліадин має в'язко-текучу консистенцію, сильно розтяжний, липкий. Це в деякій мірі пояснюється структурою молекул цих білків.

Гліадин має структуру, у якій окремі поліпептидні ланцюги скомпоновані у молекули внутрішньомолекулярними дисульфідними містками. У глютеніні окремі поліпептидні ланцюги, що скомпоновані у молекули внутрішньомолекулярними дисульфідними містками, зв'язані такими ж містками між собою.

Фракція глютеніну складається з багатьох білкових компонентів, різних за молекулярною масою - від 50000 до 3000000. Ця фракція містить менше, ніж фракція гліадину, залишків глютамінової кислоти і проліну, вона зв'язує біля 80 % ліпідів, що містяться у клейковині.

Різниця у первинній структурі молекул гліадину і глютеніну обумовлює рихлість гліадинової та пружність глютенінової фракцій білків клейковини.

Ферменти і сила борошна. У гідратованій масі, якою є клейковина і тісто, активізується дія протеїназ. Внаслідок ферментативного гідролізу порушується третинна і четвертинна структура білків, клейковина і тісто розслаблюються. Оскільки в борошні міститься достатня кількість протеїназ, цей процес в основному залежить від податливості білків протеолізу. На швидкість і глибину протеолізу білків тіста впливають сполуки, що містять сульфгідрильні групи, —SH , а також різного роду окисники.

Вважається, що оскільки в структурі білкових молекул протеїнази є групи —SH , то під дією окисників вони перетворюються у дисульфідні містки —S—S— , і фермент інактивується.

На процес окислення впливає вміст у борошні ненасичених жирних кислот. Продукти їх окислення - гідропероксиди значно зміцнюють клейковину. Їх дія помітно проявляється під час зберігання борошна.

Підвищений вміст протеолітичних ферментів спостерігається в борошні із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою. Слина цього шкідника містить активний протеолітичний фермент. У процесі приготування тіста з такого борошна цей фермент руйнує білки, внаслідок чого тісто швидко втрачає пружність і надмірно розпливається.

ВПЛИВ ВУГЛЕВОДНОЇ ТА ЛІПІДНОЇ ФРАКЦІЙ БОРОШНА НА ЙОГО СИЛУ.

Поряд з білково-протеїназним комплексом на фізичні властивості тіста, а значить - силу борошна, впливають також вміст у ньому крохмалю, розміри крохмальних зерен, ступінь їх ушкодженості. Відомо, що нативні крохмальні зерна поглинають приблизно 0,3 г води на 1 г крохмалю. У борошні масова частка крохмалю становить близько 70 %, тому значна частка води у тісті (приблизно 46 %) зв'язується саме крохмалем, впливаючи на консистенцію тіста. У борошні зерна крохмалю різні за розміром. Порівняно з крупними, дрібні зерна мають більшу сумарну питому поверхню, на якій адсорбується

вода, що збільшує кількість зв'язаної води у тісті. Ще більшу водопоглинальну здатність мають зерна крохмалю, пошкоджені при помелі (2...4 г/1 г). Тому фактор поглинання води крохмалем у значній мірі впливає на консистенцію тіста, а, значить, на його структурно-механічні властивості, які й визначають силу борошна.

Конкурентом білкам при поглинанні води є також пентозани. У пшеничному борошні міститься 2,1-6,5 % пентозанів, у тому числі 20-24 % - водорозчинних. Водорозчинні пентозани утворюють в'язкий розчин, а нерозчинні набухають і разом з розчинними зв'язують біля 1/3 води у тісті.

Значний вплив на силу борошна мають ліпіди, що містяться в ньому. Складні ліпіди - фосфоліпіди, гліколіпіди та ліпопротеїди беруть участь у структурі складових частин борошна і певним чином впливають на їх властивості. Так, наприклад, ліпопротеїди, як хімічні сполуки складу ліпід — білок є прошарком між молекулами білків клейковини, вони поліпшують її еластичність.

Гліколіпіди входять до комплексу гліадин — гліколіпід — глютенін, який також є структурним елементом клейковини й обумовлює газоутримувальну здатність тіста.

До структурних елементів клейковини відносять також фосфоліпіди.

Таким чином, як вуглеводна, так і ліпідна фракції борошна беруть участь у формуванні структурно-механічних властивостей клейковини і тіста, а отже впливають на силу борошна.

Технологічне значення сили борошна. Сила борошна забезпечує утворення тіста з певними структурно-механічними властивостями та характер їх зміни у процесі визрівання тіста і вистоювання тістових заготовок. Сила борошна обумовлює кількість води, що поглинається складовими борошна при утворенні тіста нормальної консистенції. Сила борошна забезпечує газоутримувальну здатність тіста, збільшення об'єму тістових заготовок під час вистоювання. Вона визначає об'єм хліба і формоутримувальну здатність подових виробів. Тобто сила борошна є

основним фактором, що визначає хлібопекарські достоїнства пшеничного борошна. Залежно від сили борошна встановлюють параметри технологічного процесу виготовлення тих чи інших виробів: температуру і тривалість бродіння напівфабрикатів, тривалість вистоювання тістових заготовок та ін.

Методи оцінки сили борошна*. Силу борошна оцінюють за кількістю і якістю клейковини, водопоглинальною здатністю, структурно-механічними властивостями тіста.

Кількість клейковини визначають відмиванням її з тіста. На цей час в Україні встановлені такі норми вмісту клейковини, %, не менше: для борошна вищого сорту - 24, першого - 25, другого - 20, обойного - 18. Чим вищий вміст у борошні клейковини при однаковій її якості, тим більший об'єм хліба.

Якість клейковини оцінюють за її кольором, розтяжністю, еластичністю, пружністю, розпливанням кульки у часі. Важливим показником якості є гідратаційна здатність, тобто здатність поглинати воду.

При оцінці сили борошна за структурно-механічними властивостями тіста визначають його пружність, пластичність, в'язкість і еластичність.

* Методи оцінки сили борошна описані в лабораторних практикумах.

Для визначення структурно-механічних властивостей тіста застосовують такі прилади, як фаринограф, валориграф, пенетрометри, пластометр, реотест, екстенсометр тощо. Найпростішим способом визначення в'язкості, від якої залежить формостійкість виробів, є визначення розпливання кульки тіста.

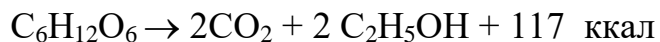
За допомогою фаринографа чи валориграфа можна дослідити зміни структурно-механічних властивостей тіста у процесі бродіння.

ГАЗОУТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ БОРОШНА

Газоутворювальна здатність характеризує спроможність борошна забезпечити цукрами процеси бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок

і забарвлення скоринки хліба. Вона обумовлена станом його вуглеводно-амілазного комплексу.

У дріжджовому тісті внаслідок зброджування дріжджами цукрів борошна утворюються етиловий спирт і диоксид вуглецю:



Диоксид вуглецю розпушує тісто, обумовлює пористість м'якушки хліба. Спирт частково звітряється, решта бере участь у формуванні смаку хліба. Інтенсивність бродіння, а значить, і кількість виділеного газу залежать від вмісту в тісті власних цукрів борошна і таких, що утворюються при гідролітичному розщепленні крохмалю амілолітичними ферментами.

Показником газоутворювальної здатності прийнято вважати кількість кубічних сантиметрів диоксиду вуглецю, що виділився за 5 год бродіння тіста із 100 г борошна вологістю 14 %, 60 мл води і 10 г дріжджів при температурі 30° С. Борошно вищого і першого сорту нормальної якості має газоутворюючу здатність 1300-1600 см³ CO₂.

Газоутворювальна здатність пшеничного борошна другого сорту і обойного вища, ніж вищого і першого сортів внаслідок значно більшого вмісту в цих сортах власних цукрів, що вносяться з оболонками, алейроновим шаром і зародком зерна при їх формуванні.

На весь цикл приготування хліба необхідно 5,5-6,5 % цукрів від маси сухих речовин борошна. Частина цих цукрів зброджується під час визрівання тіста і вистоювання тістових заготовок, а частина (2-3 % від маси СР борошна) залишається. Вільні незброджені цукри під час випікання вступають у взаємодію з білками і продуктами їх розкладу, в першу чергу з амінокислотами, відбувається реакція меланоїдиноутворення. Внаслідок цієї реакції утворюються меланоїдини, які забарвлюють скоринку хліба.

При низькому вмісті незброджених цукрів у тісті хліб має слабо забарвлену скоринку. Тому ще здавна пекарі борошно з низькою газоутворювальною здатністю називали "міцним на жар".

Фактори, що формують газоутворювальну здатність борошна.

Газоутворююча здатність борошна залежить від вмісту в ньому власних цукрів і цукроутворювальної здатності, яка обумовлюється активністю амілолітичних ферментів, податливістю крохмалю амілолізу тощо. Вміст власних цукрів у борошні залежить від його виходу. Чим більший вихід борошна, тим більше в ньому міститься власних цукрів.

У борошні вміст власних цукрів незначний - 0,7-1,8 % на сухі речовини. Це в основному глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, рафіноза. Цієї кількості цукрів вистачає лише на початку бродіння. Подальше бродіння забезпечується цукрами, що утворюються в тісті із крохмалю під дією ферменту β -амілази, тобто від цукроутворювальної здатності борошна.

Під *цукроутворювальною здатністю* борошна розуміють здатність приготовленої з цього борошна водно-борошняної суміші утворювати при встановленій температурі за певний час ту чи іншу кількість мальтози. За показник цукроутворювальної здатності (за методом Рамзей-ВНДІЗ) вважають кількість міліграмів мальтози, що утворилася у водно-борошняній суспензії з 10 г борошна і 50 мл води за 1 год настоювання при 27° С.

Пшеничне борошно вищого і першого сортів нормальної якості має цукроутворювальну здатність 275-300 мг мальтози на 10 г борошна. Цукроутворювальна здатність, менша за 180-200 мг мальтози на 10 г борошна, вважається низькою.

Цукроутворювальна здатність залежить від активності амілолітичних ферментів, крупності борошна, характеру і стану крохмальних зерен, тобто від стану вуглеводно-амілазного комплексу борошна.

У пшеничному борошні нормальної якості у достатній кількості міститься β -амілаза. Оскільки в результаті гідролітичного розкладу крохмалю борошна під дією β -амілази в тісті накопичується мальтоза і високомолекулярні декстрини, β -амілазу називають ще цукроутворювальним ферментом. Мальтоза, що утворилася в тісті з крохмалю борошна, і є основним цукром, що забезпечує процес бродіння і виділення диоксиду вуглецю.

Зважаючи на те, що в пшеничному борошні β -амілаза міститься в достатній кількості, можна зробити висновок, що його цукроутворювальна здатність залежить в основному від податливості крохмалю амілолізу.

Податливість крохмалю амілолізу залежить від крупності борошна, стану крохмальних зерен, ступеню їх ушкодження, теплової денатурації (клейстеризації).

При наявності в тісті β -амілази і α -амілази (борошно з пророслого зерна) цукроутворювальна здатність борошна значно зростає. Це пояснюється тим, що під дією α -амілази з крохмалю поряд з мальтозою утворюються низькомолекулярні декстрини, які β -амілаза легко розщеплює до мальтози. Тому борошно з пророслого зерна має надмірно високу цукро- і газоутворювальну здатність. Утворення надмірної кількості цукрів у тісті небажане. Це може призвести до відшарування скоринки хліба, надмірного її забарвлення навіть при температурі, що не забезпечує пропеченість хліба.

Таким чином, газоутворювальна здатність пшеничного борошна залежить від вмісту власних цукрів, але в більшій мірі обумовлена його цукроутворювальною здатністю. Саме накопичення цукрів під час бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок, випікання обумовлює достатнє газоутворення на всіх стадіях приготування тіста і в перший період випікання, а також реакцію меланоїдиноутворення, що забезпечує необхідне забарвлення скоринки хліба.

Роль газоутворювальної здатності у технологічному процесі. Газоутворювальна здатність борошна має велике значення при виготовленні хлібних виробів, до рецептури яких не входить цукор. Величина показника газоутворювальної здатності дає можливість передбачити інтенсивність бродіння тіста, збільшення його об'єму, хід вистоювання, об'єм хліба, розпушеність м'якушки (пористість), а також забарвлення скоринки.

Виходячи з цього, можна встановити оптимальні параметри технологічного процесу виготовлення виробів: температуру і термін бродіння

тіста, термін вистоювання тістових заготовок, температуру і термін випікання хліба.

Колір борошна і здатність його до потемніння у технологічному процесі. Колір борошна обумовлює колір м'якушки хліба, тобто впливає на його споживацьку якість. Тому він є одним із показників хлібопекарських достоїнств борошна.

Колір борошна визначається кольором ендосперму зерна, вмістом периферійних частинок зерна, що містять пігментний шар. На нього впливають крупність борошна, його вологість. Крупне борошно, а також борошно з більш високою вологістю має дещо темніший колір.

На колір борошна впливає вміст каротиноїдів ендосперму, саме вони надають борошну приємного кремового забарвлення. Будучи за хімічною природою сильно ненасиченими сполуками, каротиноїди легко окислюються та знебарвлюються.

Іноді з окремих партій борошна, що має світлий колір, одержують хліб з затемненою м'якушкою.

Потемніння борошна у процесі приготування виробів відбувається внаслідок утворення темнозабарвлених сполук - меланінів (продуктів окиснення киснем повітря амінокислот тирозину і фенілаланіну під дією ферменту поліфенолоксидази (тирозинази). Саме меланіни, що утворилися, забарвлюють як тісто, так і м'якушку хліба в сірий колір. У протіканні цієї реакції основна роль належить вмісту вільного тирозину. Фермент поліфенолоксидаза у борошні завжди присутній у достатній кількості.

Крупність борошна як складова його хлібопекарських властивостей. Для кожного сорту борошна характерна певна крупність його частинок. Установлені нормативи крупності за сортами борошна. Крупність контролюється за залишком і проходом борошна через одне або два сита певного розміру: наважку масою 50-100 г просіюють через певні сита протягом 10 хв.

Ступінь подрібнення в межах одного сорту борошна залежить від виду зерна. Борошно одного сорту, вироблене з твердої, м'якої та скловидної пшениці, має різний фракційний склад частинок. Це пов'язано з тим, що на крупність борошна впливає консистенція ендосперму, технологія помелу, характер подрібнювальних машин. Від цих факторів у значній мірі залежить вміст пошкоджених крохмальних зерен.

Крупність борошна, а значить величина його питомої поверхні, впливає на швидкість біохімічних і фізико-хімічних процесів. Саме з крупністю борошна пов'язане поглинання борошном кисню при зберіганні, швидкість набухання частинок, водопоглинальна здатність, атакуємість ферментами, цукро- і газоутворююча здатності, швидкість формування тіста.

Ушкоджені гранули крохмалю набухають уже після 0,5 с контакту з водою і поглинають значно більше води, ніж неушкоджені. Є дані, що при збільшенні в борошні кількості ушкоджених зерен крохмалю з 2,1 до 4,6 % водопоглинальна здатність борошна збільшується на 3,7 %. Але поряд зі зростанням водопоглинальної здатності борошна зі збільшенням вмісту ушкоджених крохмальних зерен погіршуються структурно-механічні властивості тіста, воно більше розріджується.

Крупне борошно має нижчу швидкість набухання, меншу водопоглинальну і гіршу газоутворюювальну здатності. Хліб з такого борошна має грубу м'якушку з товстостінними порами.

Дуже подрібнене борошно має надмірну водопоглинальну здатність, підвищену цукроутворювальну здатність. Це пояснюється великим вмістом у такому борошні пошкоджених крохмальних зерен, які легко піддаються дії ферментів. Тісто з такого борошна швидко розріджується, розпливається. Хліб має малий об'єм, погано розпушену м'якушку.

Деякі дослідники вважають, що кращі хлібопекарські властивості має борошно, що складається з частинок розміром 60-100 мкм. Бажано, щоб в одному сорті борошна частинки були однорідними за розміром.

Автолітична активність борошна. При замішуванні та бродінні тіста, під час випікання тістових заготовок частина сухих речовин борошна переходить у водорозчинний стан. Цей процес відбувається у результаті дії ферментів на високомолекулярні сполуки борошна, внаслідок цього в тісті та хлібі накопичуються продукти їх деполімеризації, які впливають на якість виробів, особливо на стан м'якушки.

Здатність борошна утворювати при прогріванні водно-борошняної суспензії певну кількість водорозчинних речовин характеризують терміном "автолітична активність" ("авто" – само, "лізис" – розчинність). Основну роль у накопиченні водорозчинних речовин відіграє α -амілаза. Під її дією в процесі випікання тістових заготовок накопичуються низькомолекулярні декстрини, які надають липкості м'якушці хліба, особливо з житнього борошна. Тому для житнього борошна автолітична активність є основним показником, що характеризує його хлібопекарські властивості.

Згідно нормативної документації на борошно, пшеничне число падіння має бути: для сортового пшеничного борошна не менше 160 с, обойного – 105 с.

Оцінка якості пшеничного борошна за пробною випічкою. Комплексну характеристику хлібопекарських властивостей борошна одержують шляхом проведення пробної випічки. Згідно зі стандартом на проведення пробної випічки тісто готують безопарним способом. Якість випеченого хліба визначають через 4 год після випікання. Оцінюють правильність форми хліба, формостійкість (відношення висоти до діаметру), колір скоринки (бліда, золотисто-жовта, світло-коричнева, коричнева, темно-коричнева), стан поверхні скоринки: гладенька, нерівна (із здуттями, бугриста, з тріщинами або підривами). Тріщинами вважають розриви, що проходять через всю верхню скоринку в одному або кількох напрямках.

Оцінюють колір м'якушки (білий, світло-сірий, темний). Звертають увагу на рівномірність забарвлення м'якушки. Оцінюють пористість м'якушки, рівномірність або нерівномірність пор, їх крупність (дрібні, середні, крупні),

товщину стінок пор (товсто- або тонкостінні). Визначають еластичність м'якушки, натискаючи на неї пальцями, характеризують її як хорошу, середню або погану. Звертають увагу на липкість м'якушки. Оцінюють також смак, аромат, наявність хрусту.

Із борошна з хорошими хлібопекарськими властивостями одержують хліб хорошого об'єму, з м'якою, тонкостінною і рівномірною пористістю, еластичною м'якушкою. Зведені показники хлібопекарських властивостей сортового пшеничного борошна нормальної якості показані в табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1

Показники хлібопекарських властивостей пшеничного борошна

Показник	Норми для сорту борошна		
	вищого	першого	другого
1	2		
Водопоглинальна здатність, %	50	52	56
Газоутворююча здатність, см ³ CO ₂ /100 г борошна			-
низька, менше	1300		-
нормальна	1300-1600		-
висока, більше	1600		-
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози /10 г борошна			-
нормальна	275-300		-
знижена, менше	180-200		-
“Сила борошна” за розпливанням кульки з тіста за 3 год вилежування, мм			-
сильне, не більше	83		-
середнє	83-97		
слабке, більше	97		
Автолітична активність на СР, %, не більше:			30
при нормальному вмісті клейковини хорошої або задовільної якості	29	30	25

при зниженому вмісті та задовільній якості клейковини	20	20	30
Колір борошна і здатність темнішати за 6 год автолізу, % до початкової білості, не більше	10	20	
<u>Якість хліба за результатами пробної випічки</u>			350
Об'ємний вихід хліба з 100 г борошна, см ³ , не менше	400	400	0,35
Формостійкість (відношення висоти до діаметру подового хліба), не менше	0,40	0,40	

Хлібопекарські властивості пшеничного борошна із зерна зниженої якості. *Борошно із пророслого зерна* містить активні амілолітичні та протеолітичні ферменти. Внаслідок цього воно має високу газо- і цукроутворювальну здатність, надмірно високу автолітичну активність, низьку газоутримувальну здатність. Таке борошно слабке за силою.

У тісті накопичуються продукти гідролізу крохмалю і білків - декстрини, цукри, поліпептиди, які є водорозчинними речовинами і розріджують тісто. Хліб з такого борошна має низький об'єм, липку з нерівномірною пористістю м'якушку. Скоринка його дуже темно забарвлена, іноді має здуття.

Борошно із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, має високу активність протеолітичних ферментів, які руйнують клейковину, високу автолітичну активність. Клейковина з такого борошна слабка, нееластична, липка, при вилежуванні різко погіршується її якість. Тісто має низьку формоутримувальну здатність. Хліб з такого борошна має розпливчату форму, низький об'єм і пористість, нееластичну м'якушку.

Борошно з морозобойного зерна має такі ж хлібопекарські властивості, як і борошно з пророслого зерна. У ньому не закінчились процеси формування зерна, тому активність ферментів висока. Таке борошно слабке за силою. З

нього відмивається мало клейковини, за якістю вона короткорвана або крихка. Хліб з цього борошна має малий об'єм, липку м'якушку темного кольору.

Борошно із зерна, підданого самозігріванню, або такого, що висушували при високих температурах, має низьку активність ферментів, білки в ньому набули передденатураційних змін, тому клейковини відмивається мало, вона короткорвана. Газоутворююча здатність такого борошна достатня, але скоринка хліба бліда через обмаль продуктів гідролізу білків, необхідних для реакції меланоїдиноутворення. Об'єм хліба малий, форма кулеподібна, пористість товстостінна, малорозвинена.

При виробництві хліба з борошна, виготовленого із зерна зниженої якості, застосовують спеціальні технологічні заходи, спрямовані на поліпшення його хлібопекарських властивостей, а також використовують різні харчові добавки. Вибір добавок залежить від характеру зниження якості борошна.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що означає поняття "хлібопекарські властивості борошна"?
2. Термін "сила борошна" - що означає?
3. Характеристика сильного, слабкого і середнього борошна.
4. Клейковина, її роль у формуванні сили борошна.
5. Склад клейковини, її значення в утворенні структури тіста.
6. Реологічні властивості клейковини. Значення гліадинової та глютенінової фракції.
7. Вплив ферментів на силу борошна.
8. Участь вуглеводів і ліпідів у формуванні сили борошна.
9. Технологічне значення сили борошна.
10. Методи оцінки сили борошна.
11. Що характеризує газоутворювальну здатність борошна?
12. Від чого залежить газоутворювальна здатність борошна?
13. Роль газоутворювальної здатності в технологічному процесі.

14. Від чого залежить колір борошна і здатність його до потемніння?
15. Як впливає крупність борошна на його хлібопекарські властивості?
16. Що таке автолітична активність борошна? Методи її визначення.
17. Мета проведення пробного випікання.
18. Хлібопекарські властивості борошна із зерна зниженої якості.

Література

1. В.І. Дробот. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, 2002. - С. 59-66.
2. В.І. Дробот. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. - К.: Руслана, 1998. - С. 71-72.