



Міністерство освіти та науки України
Державний Біотехнологічний Університет

Пузік Л.М., Гавриш Т.В.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для самостійної роботи

з дисципліни

«Біополімери зерна та їх перетворення під час переробки»

для студентів освітнього рівня підготовки магістр
(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальності 181 Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)

за освітньою програмою Технологія зернопродуктів та зернові ресурси

УДК 637.1(079)

Методичні рекомендації для самостійної роботи з дисципліни «Біополімери зерна та їх перетворення під час переробки» зі студентами освітнього рівня підготовки магістр, спеціальності 181 Харчові технології, освітньої програми Технологія зернопродуктів та зернові ресурси
/ укл. доктор с.-г. наук, професор Пузик Л.М, канд..т.н. доцент Гавриш Т.В. –
Харків: ДБТУ, 2024. – 34 с.

У методичних рекомендаціях для самостійної роботи розглянуті питання про властивості основних складових зернової сировини які забезпечують задані властивості різних продуктів переробки

Укладачі:

Пузик Людмила Михайлівна, доктор с.-г. наук, професор, канд..т.н. доцент
Гавриш Тетяна. Володимирівна.

Рецензент: Гопцій Т.І. доктор с.-г. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Технології хлібопродуктів і кондитерських виробів», протокол № 8 від 22.01.2024 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету переробних і харчових виробництв

Протокол від «19» березня 2024 р. № 5

Призначено для студентів напряму підготовки 181 Харчові технології, за освітнім рівнем «магістр» денної та заочної форми навчання.

© ДБТУ, 2024

Загальні методичні рекомендації

Метою викладання навчальної дисципліни “Біополімери зерна та їх перетворення під час переробки” є: цілісне уявлення про властивості основних складових зернової сировини які забезпечують задані властивості різних продуктів переробки, сформуванню у студентів науковий підхід до питань удосконалення технологічних процесів.

Завдання вивчення дисципліни “ Біополімери зерна та їх перетворення під час переробки ” є:

- формування необхідних знань з позицій хімічної логіки про чинники, що забезпечують якість сировини та готової продукції;

- здобуття та удосконалення студентами нових знань з хімічного складу зерна, продуктів його переробки та хімічних перетворень, які протікають в них при зберіганні та ознайомлення з сучасними методами дослідження;

- формування у студентів відповідальності за виробництво якісних харчових продуктів від яких залежить здоров'я людини.

- формування навичок спрямованого регулювання процесів, які забезпечують якісні характеристики харчових систем;

- набуття необхідних вмінь та навичок для майбутньої дослідницької, викладацької та виробничої діяльності у ресторанно-готельній справі.

Вивчення курсу передбачає знати:

- 1) особливості хімічного складу рослинної сировини в порівняльному аспекті;

- 2) чинники, які обумовлюють якість харчової сировини та готової продукції.

вміти:

використовувати знання про хімічний склад сировини та способи його переробки для прогнозування якості готового продукту.

Самостійна робота передбачає такі форми:

- ◆ опрацювання лекційного матеріалу;
- ◆ підготовка для практичних занять;

- ◆ виконання індивідуального самостійного завдання;
- ◆ підготовка до тестування.

Методичні рекомендації розроблені згідно з Програмою навчальної дисципліни Біополімери зерна та їх перетворення під час переробки

Змістовий модуль 1. Характеристика зерна як об'єкта переробки

Тема 1. Характеристика зерна як об'єкта переробки.

При вивченні цієї теми слід ознайомитись з хімічним складом зерна та його частин. Слід знати, що складу зерна входять різні речовини: білки, вуглеводи, ліпіди, пігменти, вітаміни, ферменти і різні мінеральні речовини. Розподіл компонентів хімічного складу у анатомічних частинах зернини.

За хімічним складом зерно і насіння поділяють на три групи багате на крохмаль; багате на білки; багате на жири.

Необхідно пам'ятати, що кількісне співвідношення хімічних речовин зерна має дуже важливе значення для використання його у продовольчих і харчових цілях.

Далі уважно вивчити характеристику компонентів хімічного складу зерна, а саме вода в зерні, структура та властивості води. Слід звернути увагу на сорбційні властивості зерна, поняття рівноважної та критична вологості зерна, їх роль під час зберігання зерна, вплив води на процеси життєдіяльності зерна. Роль води у розвитку мікроорганізмів і стабільності зерна і зерно продуктів.

Тема 2. Мінеральні речовини зерна. При вивченні цієї теми слід ознайомитись з мінеральними елементами зерна. Слід пам'ятати, що до складу сухого зерна входять елементи двох груп, мінеральні елементи другої групи поділяються на три групи: мікроелементи, мікроелементи, ультра-мікроелементи. Необхідно звернути увагу на те що співвідношення між елементами у складі золи в зерні і насінні різних культур неоднакове. Наприклад, у зерні проса і вівса кремнію в 20 разів більше, ніж у пшениці,

проте основну масу всюди становлять фосфор, калій і магній. Мінеральні речовини в зерні розподілені нерівномірно. Зольність ендосперму кукурудзи менша від зольності ендосперму пшениці і жита приблизно на одну третину. Найбільша різниця відмічається в зольності зародка і плівки.

Тести

до змістового модулю 1. Характеристика зерна, як об'єкта переробки

1. Харчову цінність борошна і хліба можна підвищити шляхом:

1. збільшення виходу борошна; 2. спеціальна обробка висівок;
3. збагачення борошна вітамінами і мінеральними речовинами,
4. всі відповіді вірні.

Правильна відповідь 4.

2. За хімічним складом зерно і насіння поділяють на:

1. багате на крохмаль; 2. багате на білки; 3. багате на жири.
4. на три групи.

Правильна відповідь 4.

1. Калорійністю даного харчового продукту називається:

1. здатність певної кількості цього харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в калоріях; 2. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в калоріях; 3. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в %; 4. здатність певної кількості цього харчового продукту, утворювати при окисненні певну кількість тепла, виражену в калоріях;

Правильна відповідь 2.

4. Харчова цінність зерна борошна і хліба залежить від чинників:

1. від калорійності даного харчового продукту, від вмісту додаткових чинників живлення, від зовнішнього вигляду, смаку і аромату харчового продукту. 2. від калорійності даного харчового продукту; 3. від вмісту додаткових чинників живлення; 4. від зовнішнього вигляду, смаку і аромату

харчового продукту.

Правильна відповідь 1.

2. Брутто-калорійність це:

1. здатність певної кількості цього харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в калоріях; 2. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в калоріях; 3. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в %; 4. здатність певної кількості цього харчового продукту, утворювати при окисленні певну кількість тепла, виражену в калоріях

Правильна відповідь 1.

6. Нетто-, або фізіологічна, калорійність це:

1. фактична калорійність, розрахована з урахуванням засвоюваності даного харчового продукту; 2. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в калоріях; 3. здатність 100г. харчового продукту, утворювати при спалюванні в калориметричній бомбі певну кількість тепла, виражену в %; 4. здатність певної кількості цього харчового продукту, утворювати при окисленні певну кількість тепла, виражену в калоріях

Правильна відповідь 1.

7. За хімічним складом зерно і насіння поділяють на:

1. три групи; 2. багате на крохмаль та багате на білки, багате на жири.
3. багате на жири та багате на крохмаль; 4. багате на крохмаль та багате на білки;

Правильна відповідь 1,2

8. Найвища концентрація вітамінів у:

1. зародку і в алейроновому шарі, 2. зародку;
3. ендоспермі; 4. оболонці.

Правильна відповідь 1.

9. Найбільша концентрація білка в:

1. зародку; 2. ендоспермі; 3. алейроновому шарі, 4. оболонці.

Правильна відповідь 1.

10. Вода, що видаляється із зерна під час його досить, інтенсивного висушування в цілому або розмеленому вигляді (при 105° до постійної маси або при вищих температурах, наприклад 130°, протягом певного строку), дістала назву:

1. гігроскопічної; 2. вільної; 3. сорбованої; 4. капілярної.

Правильна відповідь 1.

11. Зольність алейронового шару і оболонок складає біля:

1. 10 %; 2. 12 %; 3. 25 %; 4. 20%.

Правильна відповідь 1.

12. Контроль технологічного процесу помелу найбільш правильно вести за вмістом в борошні:

1. клітковини і геміцелюлоз; 2. білка; 3. крохмалю; 4. Білка та крохмалю.

Правильна відповідь 1.

13. Білка особливо багато у:

1. зародку; 2. ендоспермі; 3. алейроновому шарі, 4. оболонці.

Правильна відповідь 1.

14. Зволоження змінює фізичні властивості зерна:

1. зменшує опір роздавлюванню, збільшує еластичність оболонок;

2. зменшує опір роздавлюванню; 3. збільшує еластичність оболонок;

4. збільшує сипкість.

Правильна відповідь 1.

15. Здатність зерна до сорбції зумовлена його:

1. капілярно-пористою колоїдною структурою і шпаруватістю маси;

2. хімічним складом; 3. шпаруватістю маси; 4. натурною масою.

Правильна відповідь 1.

16. Явище передача вологи від зерна до повітря називається:

1. десорбція; 2. сорбція; 3. випаровування; 4. конденсація.

Правильна відповідь 1.

17. Зволоження зерна внаслідок поглинання вологи з навколишнього повітря називається:

1. десорбція; 2. сорбція; 3. випаровування; 4. конденсація.

Правильна відповідь 2.

18. Вологообмін між повітрям і зерном припиняється, якщо:

1. парціальний тиск водяних парів у повітрі і над зерном однаковий;
2. парціальний тиск водяних парів у повітрі більший ніж над зерном;
3. парціальний тиск водяних парів у повітрі менший ніж над зерном;
4. Низька відносна вологість повітря.

Правильна відповідь 1.

19. Певна частина води може вступати в хімічний зв'язок із сорбуючою речовиною – це:

1. хімічно зв'язана; 2. осмотичноувібрана; 3. капілярна; 4. вільна.

Правильна відповідь 1.

20. Вода, яка міститься в мікро- і макрокапілярах зерна – це:

1. Капілярнозв'язана вода; 2. хімічно зв'язана; 3. осмотичноувібрана;
4. вільна.

Правильна відповідь 1.

Змістовий модуль 2. Характеристика органічних речовин зерна і зерно продуктів

Тема 1. Білкові речовини. При вивченні цієї теми слід ознайомитись з основними термінами визначенням білків: **білки** являють собою високомолекулярні сполуки, побудовані з решток амінокислот, об'єднаних у ланцюг за допомогою пептидних зв'язків в складну структурну організацію **амінокислоти** – це органічні карбонові кислоти, у яких як мінімум один з атомів водню вуглеводневого ланцюга заміщений на аміногрупу. Залежно від розміщення групи – NH₂ розрізняють α, β, γ і т.д. L – амінокислоти

Необхідно пам'ятати, що основними структурними елементами білків а саме з амінокислотами: **глікокол, аланін, норвалін, валін, лейцин, ізолейцин,**

лізин, аргінін, аспарагова кислота, треонін, серин, цистин, цистейн, метіонін, фенілаланін, тирозин, пролін, гістидин, триптофан. Слід знати, що до характерних ознак білків належать: постійна доля азоту (у середньому 16% сухої маси); наявність постійних структурних ланок – амінокислот; пептидні зв'язки між амінокислотами, за допомогою яких вони об'єднуються у поліпептидні ланцюги; велика молекулярна маса (від 4 – 5 тисяч до декількох мільйонів дальтонів), складна структурна організація поліпептидного ланцюга, обумовлює фізико-хімічні і біологічні властивості білків.

Структурні ланки або мономерні білків можна визначити після кислотного гідролізу. Цей прийом найчастіше застосовують для вивчення складу білків.

Тема 2. Зміна властивостей білків під час технологічної обробки.

При вивченні цієї теми слід ознайомитись з ***функціональними властивостями білків.*** Білки мають специфічні функціональними властивості, які забезпечують структуру, впливають на технологію виробництва продукту. Слід знати, що ***функціонально-технологічні властивості білків*** – фізико-хімічні характеристики білків, обумовлюють їх стан при переробці в продукти переробки та забезпечують відповідну структуру, технологічні та споживчі властивості.

Слід звернути увагу на зміни білків при переробці зернової сировини в готові продукти, а також при зберіганні.

Уважно вивчити основні властивості білків і амінокислот (гідратація, денатурація, меланоїдіноутворення) та їх роль в технології перероблення зерна.

Слід звернути увагу на визначення: ***Денатурація білків.*** Порушення нативної структури, яка супроводжується втратою біологічної активності.

З фізичної точки зору денатурацію розглядають як розупорядкування конформації поліпептидного ланцюга без зміни первинної структур.

Оборотна денатурація – це зміна конформації молекули білка під дією різних факторів, після завершення дії яких, біологічні властивості білка ще можна поновити (*ренатурувати*).

Прикладом може бути осад білків в процесі *висалювання*.

Необоротна денатурація – це зміна структури білка, яке призводить до остаточної втрати їм біологічних властивостей і після зупинки дії денатуруючого фактора який не поновлюється

Необоротна денатурація білків настає під дією сильних кислот, солей цинку, вольфрам и т. ін.

Тема 3 Ферменти

При вивченні цієї теми необхідно пам'ятати про те що визначальний вплив на якість продукції має активність гідролітичних і окислювальних ферментів. Біохімічні процеси в зерні й продуктах його переробки під час досягання, зберігання, переробки, випікання хліба відбуваються за участю ферментів, тобто майже усі процеси в зерні ферментативні. Значну роль ферменти відіграють у виробничих процесах багатьох галузей промисловості, насамперед харчової.

Необхідно звернути увагу що на всіх етапах переробки зерна в борошно, макаронні вироби в тій чи іншій ступені проявляється активність гідролітичних, окислювальних ферментів, які впливають на якість продукції.

У тканинах зародку, алейронового шару, ендоспермі вміщуються усі ферменти, які характерні для живих рослинних клітин, обумовлюючих специфічні функції в процесах обміну речовин. Зерно, яке знаходиться у стані спокою, має найбільшу концентрацію ферментів у зародку.

Далі уважно вивчити класифікацію і номенклатуру ферментів. За рекомендаціями Міжнародного біохімічного союзу ферменти розподіляють на шість класів: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, ліази, ізомерази, лігази.

Тема 4. Вуглеводи в сировині та зерно продуктах.

При вивченні цієї теми необхідно відмітити, що всі вуглеводи вміщують 3 компоненти – вуглець, воду, кисень. У хімічному відношенні вони складаються з вуглецю, водню і кисню із загальною формулою $C_m(H_2O)_n$. Вуглевод за по хімічною будовою **поліоксиальдеїди, поліоксикетони**, їх полімери та похідні. Близько 52–66% вуглеводів поступає с зерновими продуктами, 14–26% з цукром та цукропродуктами. Серед вуглеводів є представники, які не засвоюються організмом, але виконують важливу фізіологічну функцію, це – харчові **волокна**.

Вуглеводи – біохімічні з'єднання, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу. Слід звернути увагу що **вуглеводи** – основні енергетичні ресурси, сконцентровані в клітинах ендосперму зерна. За вмістом легкозасвоюваних вуглеводів борошно і крупа посідають перше місце серед інших продуктів харчування людини. Значення вуглеводів у технологічному процесі переробки зерна також дуже суттєве. Істотну роль у процесі замісу тіста і випіканні хліба відіграє крохмаль.

Необхідно уважно вивчити класифікацію вуглеводів. Окрему увагу приділити характеристиці: моносахаридів, або простих цукрів; олігосахаридів, які складаються з декількох простих цукрів (від 2 до 10); полісахаридів, що утворюють ланцюги з великої кількості моносахаридних одиниць.

Слід знати функціонально-технологічні властивості вуглеводів та перетворення моно-і олігосахаридів в технологічному потоці

Розуміти, що таке гідроліз. В технологічних процесах розрізняють ферментативний і кислотний гідроліз дисахаридів. Ферментативний гідроліз.

У сухому зерні вуглеводи можуть зберігатися тривалий період без змін. Але, якщо зерно намочити, то відразу починаються складні біохімічні процеси. Наприклад розщеплення оліго- і полісахаридів, яке відбувається шляхом гідролізу і фосфоролізу.

Необхідно звернути увагу на найбільш поширену запасну речовину – крохмаль, у рослинних тканинах його розпад до моносахаридів відбувається з участю кількох ферментів. Більшість з них належить до класу *гідролаз*.

Окрему увагу приділити кислотному гідролізу, реакції утворення коричневих продуктів. Меланоїдиноутворення. (Реакція Майяра).

Тема 5. Ліпіди та вітаміни зерна і зерно продуктів.

Необхідно звернути увагу, що ліпіди (від гр. *lipos* – жири) дуже різноманітні за структурою природні сполуки, жири, віск, фосфатиди, терпеноїди, ефірні олії. Загально біологічна роль ліпідів обумовлена тим, що вони є обов'язковим компонентом клітинних мембран, являють собою найбільш концентроване із усіх харчових речовин джерело енергії і виконують захисні функції. За сумарним вмістом зв'язаних форм ліпідів основні зернові культури поділяються на дві групи. До першої відносяться культури з відносно більшим вмістом зв'язаних форм ліпідів: жито (34 %), гречка (32,8 %), пшениця (31 %), до другої – з їх відносно невеликою кількістю: рис (17 %), просо (11,6 %), кукурудза (11,3 %) і овес (10,2 %).

Слід знати, що усі групи ліпідів як у вільній, так і у зв'язаній формі в зародку містяться в значно більшій кількості, ніж в інших частинах зернівки. У всіх клітин, і особливо у нервових, у великій кількості містяться складні ліпіди, які беруть активну участь у формуванні структур, зокрема мембранних і створюють поверхневий розділ середовищ. Функції ліпідів різноманітні і важливі. Вони разом з білками є структурними елементами мембран клітин і клітинних органел, від них залежить транспортування речовин у клітини та інші процеси, пов'язані з функціонуванням мембран. У вигляді ліпідів відкладається про запас метаболічне паливо. Жири містять багато вуглець-водневих зв'язків, при окислюванні яких вивільняється набагато більше енергії, ніж при окисненні інших органічних сполук: жири дають 39 кДж/г, вуглеводи 16 кДж/г. У 75 % видів вищих рослин у насінні про запас відкладаються жири.

Далі уважно вивчити ооно- і дигліцериди, які зустрічаються головним чином як важливі проміжні продукти обміну речовин. У жирі (триацилгліцеролі) всі залишки жирних кислот можуть бути однаковими або змішаними, якщо два або більше з цих залишків різні. Природні жири і олія складаються головним чином із змішаних *триацилгліцеролів*. У рослинному світі існує понад 200 різних жирних кислот, але більшість з них мало поширені, трапляються тільки у деяких видів рослин.

Жирні кислоти, у яких кожен атом вуглецю з'єднаний з гранично можливим числом атомів водню, є *насиненими*. Це лауринова, міристинова, пальмітинова, стеаринова кислоти.

Ненасиченими є ті кислоти, які мають вуглецеві атоми, з'єднані подвійним зв'язком – олеїнова, лінолева, ліноленова кислоти.

Найчастіше трапляються кислоти з 16–18 атомами вуглецю. Ненасичені жирні кислоти більше зустрічаються у рослин, ніж у тварин. Жири *із значним вмістом ненасичених жирних кислот є рідкими*. Це пов'язано з тим, що чим більше ненасичена жирна кислота, тим нижча температура її плавлення. Цікаво, що у рослин, які ростуть у південних країнах, переважають жири з вищою точкою плавлення і тому вони тверді, наприклад, кокосова олія і олія какао. В рослинній олії 60 % жирних кислот припадає на олеїнову і лінолеву кислоти.

Олія деяких культур містить специфічні жирні кислоти. Так, олія рицини містить 95 % кислот, що є ненасиченими, з них 85 % загальної кількості становить рицинолева кислота. В олії ріпаку, гірчиці багато ненасиченої ерукової кислоти (50–60 % загальної кількості кислот). Властивості жирів визначаються константами, або жировими числами. Слід звернути увагу на основні перетворення ліпідів під час зберігання і переробки зерна, а саме на поліморфізм жирів, гідроліз триацилгліцеринів, приєднання водню (гідрування ацилгліцеринів), окислення ацилгліцеринів, ферментативне окислення. Ліпіди в насінні різних культур. Супутні речовини жирів – тстероїди, пігменти зерна. Полі ненасичені, ненасичені жирні кислоти.

Тема 5. Перероблення зерна в борошно

Борошно – харчовий продукт, який одержують подрібненням зерна злаків і інших культур з тієї чи іншої домішкою частин оболонки (висівки). Сутність перероблення зерна в борошно на борошномельному заводі при сортовому помелі зводиться до того, щоби за допомогою механічних впливів видалити плодове, насіннєві оболонки, алейроновий шар і зародок, а частину, що залишилася, ендоспермі, роздрібнити на частинки заданої крупності.

У зв'язку із нерівномірністю розподілу хімічних речовин у зернівці хімічний склад зерна у продуктах помелу змінюється по різному.

Хімічний склад зерна при підготовці його до і під час розмелювання змінюється не тільки в результаті видалення його покривних тканин і подрібнення, одночасно в зерні і проміжних продуктах розмелу відбуваються дуже суттєві біохімічні зміни.

Необхідно звернути увагу, що під час перероблення зерна в борошно і крупу, необхідно контролювати хімічні і біохімічні зміни, які відбуваються під час підготовки зерна до помелу та інших видах обробки; у продуктах розмелу зерна на окремих технологічних етапах його дроблення; в результаті застосування тих чи інших речовин або технологічних прийомів, направлених на підвищення виходу і якості готової продукції і виправлення неповноцінності зерна.

Зміна хімічного складу зерна під час його підготовки до помелу і перероблення у крупу. У зерноочисному відділенні борошномельного заводу з зернової маси видаляють домішки (органічні і неорганічні за допомогою сепараторів, аспіратор, куколевідбірних, камневідбірних машин і магнітних апаратах). Очищають поверхню зерна від пилу і бруду, а також частково видаляють борідку, оболонки і зародок, використовуючи для цього оббивальні машини з абразивним і стальним циліндрами, а також щіткові мийні машини.

Хімічні зміни зерна (в результаті обробки в зерноочисному відділенні) в основному зводяться до зниження його зольності через вилучення пилу і

бруду, а також частково покривних шарів і зародка, що мають підвищену зольність. Загальне зниження зольності після обробки зерна в зерноочисному відділенні становить 0,10 – 0,15%.

Після зерноочисного відділення в зерні зменшується цукроутворююча здатність, пов'язана з видаленням зародку. Встановлено зменшення цукроутворюючої здатності (в умовних одиницях) в одному випадку від 150 до 125 і в іншому – від 162 до Вміст зерен з пошкодженим зародком різко зростає, досягаючи 50 % і вище, схожість в результаті цього знижується в 1,5–2 рази. Кількість битих зерен значно збільшується. Зерно жита після обробки в зерноочисному відділенні пошкоджується більше, ніж зерно пшениці, його схожість майже повністю втрачається.

Хімічний склад проміжних і кінцевих продуктів розмелювання зерна пшениці

На борошномельних заводах виробляють борошно першого, другого і третього гатунків, а також обойне. Хімічний склад обойного борошна мало відрізняється від складу зерна. Із зерна видалені частина плодових оболонок і зародка, в результаті чого зольність обойного борошна на 0,07 – 0,10% і вміст клітковини на 0,15–0,20 % менше, ніж в зерні, частинки борошно порівняно великі, неоднорідні за розміром. Найбільший розмір частин 600 мкм, а найменший – 30 – 40 мкм. Обойне борошно має високу вологоємність і цукроутворюючу здатність. Вихід сирої клейковини з неї від 20 % і більше (залежно від якості зерна).

Сортовий помел (з отриманням одночасно декількох сортів борошна) ведуть за принципом багаторазового вибіркового (поетапного) подрібнення. На кожному з послідовних етапах подрібнення отримують частинки, що відрізняються одна від одної за фізичними властивостями. Їх сепарують на фракції, кожна з яких складається з частинок, однорідних за складом. На кожному з етапах отримують характерні проміжні продукти розмелювання і невелику кількість борошна, яке направляється на формування борошна того чи іншого сорту.

Вибіркове подрібнення пшениці і жита засноване на структурно-механічних властивостях ендосперму і оболонки цих культур, які ще більш змінюються після гідротермічної обробки.

Основне завдання багаторазового вибіркового подрібнення – звести до мінімуму дроблення оболонки зерна і витягти з нього максимальну кількість ендосперму. У зв'язку з неоднорідністю хімічного складу зерна, проміжні продукти розмелу (крупки великі, середні, дрібні і дунсти – проміжні фракції між крупкою і борошном) значно відрізняються за хімічним складом і біохімічними властивостями.

На першому етапі подрібнення (його називають процесом драння) зерно грубо подрібнюють на вальцових верстатах і потім в розсівах відокремлюють ендосперм у вигляді крупок і дунстів. Суміш крупок і дунстів збагачують за допомогою сітових машин, отримуючи крихти і дунсти першого якості (частинки з чистого ендосперму) і другого якості (ендосперм з оболонками, оболонки з незначним вмістом ендосперму).

Необхідно пам'ятати, що хімічний склад проміжних продуктів розмелювання залежить від складових частин зерна. При помелі зерна озимої пшениці IV типу групи склоподібної середня крупка, отримана з IV драною системи, і велика крупка з перших трьох драних систем мали наступний хімічний склад (перша цифра – середня крупка, друга – велика крупка), %: ендосперм 61,76; 87,20, висівки (оболонки і алейроновим шаром) 35,46; 11,79, зародок 2,78; 1,01, зольність 2,95; 1,24, клітковина 3,87; 1,52, білок 17,20; 15,39, клейковина 33,2; 33,9.

При подрібненні крупок в борошно відбувається пошкодження зерен крохмалю на їх поверхні і всередині. Непошкоджені зерна крохмалю мають кристалічну структуру, вони оптично анізотропні і показують характерне подвійне переломлення світла. Пошкоджені зерна крохмалю втрачають ці властивості.

Внутрішні пошкодження крохмальних зерен (тріщинуватість) спостерігаються в основному у крупних частинок борошна і при подрібненні

крупок і дунстів з склоподібної пшениці. При одержанні борошна з м'якої пшениці зерна крохмалю всередині частинок майже не ушкоджуються, а зовнішня їх поверхня незначно пошкоджується.

Мікротріщини на поверхні крохмальних зерен, розміщених всередині маси частинок борошна з'являються при подрібненні крупок підвищеної міцності. Такі крупки отримують при подрібненні пшениці зі склоподібним ендоспермом. Крупки і дунсти при подрібненні розділяються там де найменший опір: в склоподібному ендоспермі – по зернам крохмалю, в борошністому – між ними. Це пояснюється більш високою цукроутворюючою здатністю борошна з склоподібної пшениці порівняно з борошном з борошністої пшениці.

Вплив пошкодження крохмалю на якість пшеничного борошна проявляється за підвищеною вологопоглинальною здатністю (сорбції води) і активністю амілолітичних ферментів. Механічне пошкодження крохмальних зерен борошна зазвичай позитивно впливає на її хлібопекарські властивості. При цьому збільшується вологопоглинальна і цукроутворююча здатність, скорочується тривалість формування тіста, колір шкірки хліба поліпшується, хліб повільніше черствіє.

Однак збільшення ступеня пошкодження крохмальних зерен і пов'язане з цим є поліпшення хлібопекарських властивостей борошна має свої межі. Висока сорбція води не завжди обумовлює сили борошна, з якого отримують хліб високої якості з високим виходом. Збільшене поглинання води може дати і слабке борошно з високим рівнем ушкодження крохмальних зерен, що веде до погіршення якості хліба.

Окремі потоки борошна, яке одержують на різних етапах розмелу, в багатьох випадках суттєво різняться за хімічним складом, якістю, технологічними (хлібопекарськими) властивостями і харчовою цінністю. Це пов'язано з особливостями роздільного подрібнення зерна при сортовому помелі, призводить до того, що одержання борошна відбувається послідовно з відповідних ділянок ендосперму.

Необхідно відмітити, що важливий показник сортового борошна – його зольність, за якою судять про вміст у борошні периферійних частин зерна, які не засвоюються людським організмом.

Зольність борошна, яке одержують на різних етапах розмелу, коливається від 0,55 до 1,40 % і вище, з окремих систем – до 3 %. Найменшу зольність має борошно, отримана при розмелі крупок і дунстів (0,55 %), найбільшу – при вимелюванні сходів різних систем.

Введення норм зольності на борошно відіграло прогресивну роль, тому що дозволило відмовитися від суб'єктивної органолептичної оцінки якості проміжних продуктів помелу і готової продукції. Однак при сучасних способах багатосортового помелу і в зв'язку з непостійністю зольності складових частин зерна цей показник не забезпечує стабільності харчових властивостей борошна і подальшого вдосконалення процесу розмелювання.

Встановлено, що при рівних умовах (вміст і якість білка, активність ферментів і т. ін..) хлібопекарські властивості борошна залежить від вмісту в ньому висівок, їхньої крупності і пігментації, а також від ступеня подрібнення ендосперму і його пігментації. Всі ці ознаки впливають на ступінь білизни борошна.

Після вибіркового подрібнення при сортовому помелі пшениці за хлібопекарськими властивостями, засвоюваності і вмісту висівок борошно можна об'єднати в три групи (за ступенем зниження якості борошна) одержувану на системах розмелу крупок 1-ї якості яка вміщує в основному центральній частині ендосперму (крохмального ядра) з мінімальним вмістом оболонки; із внутрішніх частин крохмального ядра ендосперму (спинка і бокові частинки зерна, які одержують на системах утворення крупок і розмелу крупок 2-ої якості; з периферичних частин крохмалістого ядра ендосперму (розміщеному у борозенки і прилягаючого до алейронового шару клітинам), яке одержують на системах розмелу сходових продуктів і містить максимальну кількість висівок.

Розподіл розмелених ділянок ендосперму (крохмалистого ядра) за потоками борошна залежить від склоподібності зерна; чим вища склоподібність зерна, тим більше їх переходить в борошно першої групи з центральної частини зерна (при склоподібності вище 70 %–40 %, при склоподібності нижче 40 % – не більш 20 %) і тим менше з останніх частин.

Баланс дослідного помелу свідчить, що в борошно (загальний вихід 75 %) перейшов майже весь крохмаль зерна (91,2%), загального білка – 72,2%. Частина сухої клейковини (9,2 %) увійшла до складу висівок.

Сортове борошно разом з тим не повністю звільнена від частинок периферійних оболонок і алейронового шару. В нього також перейшло (%): 17 висівок, 6,6 клітковини і 19,5 пентозанів. У висівках залишилася основна частина не засвоюваних людиною речовин (клітковини 93,4% і пентозанів 80,5%), а також фітіновий фосфор (81,3%).

У висівки перейшло більше половини зародка (51,1%), а разом з ним і мінеральні речовини (74,2%), ліпіди (62,3%), помітна частина загального білка (27,8%).

З мінеральних речовин важливі кальцій, магній та фітіновий фосфор. Уміст кальцію в продуктах переробки зерна значно нижче ніж потребує його людина. Чим вище співвідношення між вмістом кальцію і магнію, тим менша кількість кальцію виводиться з організму.

Високі сорти борошна, у яких немає периферичних шарів зерна, збіднені багатьма вітамінами. Тому на деяких заводах виробляють вітамінізоване борошно, вводячи в нього синтетичні вітаміни.

Завершальний етап технологічного процесу розмелювання зерна – формування сортів борошна. При формуванні окремих сортів борошна враховують хімічний склад і біохімічні особливості потоків борошна

Виробництво пшеничних висівок харчового призначення. Сучасні вимоги встановлюють необхідність збагачувати добовий раціон харчування пшеничними висівками, які вміщують харчові волокна – целюлозу, геміцелюлозу, протопектин, лігнін. Харчові волокна нормалізують діяльність

шлунково-кишкового тракту, вони ефективні у лікуванні та профілактиці проктологічних захворювань.

Технологію виготовлення харчових висівок розробляли з урахуванням вимоги, щодо змісту в них великої кількості харчових волокон при максимально можливому збереженні біологічно активних речовин, а також з розмірами частин більше 800 мкм (для профілактики захворювань) і 500–800 мкм (хворі легше переносять) за умови зниження мікробного обсіменіння до норм санітарно-гігієнічного стану.

Встановлено, що для харчових цілей необхідно відбирати висівки, які одержують при переробці доброякісного зерна пшениці, що відповідає вимогам борошномельних кондицій з знебарвленістю не більше I ступеня, що зберігається за оптимальних умов, що виключає псування зерна.

У схему отримання харчових пшеничних висівок входять наступні виробничі операції: відбір виділених висівок – верхній схід з IV драної системи сортового помелу або висівок після вимелених бичевих машин, видалення дрібної фракції на розсвіві або радіально-бичевій машині; відділення металомагнітних домішок; термообробка висівок і їх охолодження; фасування й упакування.

Термообробка для зниження мікробіологічної обсіменіння висівок до рівня, встановленого Міністерством охорони здоров'я, з метою забезпечення зберігання без зниження їхньої якості проводиться в псевдозрідженому шарі за температури висівок і гарячого повітря 120 °С протягом 5 хв. На харчові пшеничні висівки розроблені ТУ.

Отримання пластівців із зародків пшениці. Зародки зерна пшениці, частка яких становить до 3,2 %, багаті повноцінними білками, ліпідами, вітамінами, мінеральними речовинами. У зародку пшениці у середньому міститься білка 37,6 % при 12,9% в ендоспермі. Зародок володіє високою біологічною і харчовою цінністю. Однак при сортовому помелі зародки направляють в висівки, які використовують на кормові цілі. Останнім часом встановлено практична доцільність застосування зародків для збагачення

хлібних виробів. Зародки виділяють при сортовому помелі пшениці I сходом з 4-й розмельних системи. Вони вміщують 65–90 % пшеничного зародку і 10–35% висівкових частинок. Розроблено технологію, складання рецептури та технологічного режиму приготування нових сортів хліба, для лікувального і профілактичного харчування при порушенні обміну речовин в організмі. Так, в булочку «вітамінна» зародкові пластівці (5 %) вносять замість борошна I сорту. У булочках збільшений вміст білка (%): на 8 – 12, лізину – на 24 – 29, інших незамінних амінокислот – на 5 – 9, вітамінів (%): В₁ – на 9 – 18, В₂ – на 40 – 60, РР – на 10 – 18.

Зберігання зародку утруднено у зв'язку з високим вмістом жиру – лабільної речовини, що приводить до їхнього швидкого псування. Для зменшення мікробіологічної обсіменіння і зниження вологості пшеничні зародкові пластівці сушать в «киплячому» шарі за температури 130 і 140 ° С. У результаті термообробки вологість зародкових пластівців зменшується до 5% (за температури 130 ° С) і до 3% (за температури 140 ° С). Пластівці при цьому нагрівають до 65...70 °С зі збереженням харчової цінності. Залежно від вихідного числа жиру зародкові пластівці у водонепроникливій упаковці зберігають без помітної зміни упродовж 3 – 6 міс.

Перероблення зерна жита на борошно. З жита виробляють борошно сіяне з виходом 63 % (при односортному помелі), обдирне з виходом 87 % (при односортному помелі) і обойне з виходом 95 %. При сортовому сіяному помелі одержують: борошенце кормове – 15%, висівки – 2–18, відходи кормові – 2–3, відходи непридатні і механічні втрати – 0,7, усушку – 0,3 %.

Найбільш часто жито перероблюють в обойне борошно з виходом 95 %. При очищенні видаляють пил, бруд з поверхні зерен, частково відділяють плодів оболонки, багаті клітковиною. Вміст оболонок знижується на 2,5–3 %, що покращує якість і поживність борошна. Зольність житнього обойного борошна за стандартом повинна бути на 0,07% нижче зольності зерна перед очищенням, але не більше 2%. Борошно обдирне отримують при односортному помелі з виходом 87% або при двухсортному з виходом 65%.

Обдирне борошно краще звільнено від плодових оболонок і частково від насінневих і зародка. Гранична зольність обдирного борошна за стандартом встановлена нижче, ніж для обойного, і становить 1,45%.

При двухсортному помелі отримують обдирне борошно більш тонке, з більшою автолітичною активністю і з великим вмістом водорозчинних речовин, ніж у борошна, яке одержують при односортному помелі. Хімічний склад житній обойного борошна близький до складу жита. Зольність його трохи менше, трохи знижений вміст клітковини, пентозанів, ліпідів, цукрів.

Хімічний склад обдирного борошна змінюється більше, ніж у обойного. У зв'язку з меншим виходом периферійних частин при розмелі зерна видаляються в більшій кількості. У обдирного борошна, порівняно з обойним значно нижча зольність, менший вміст клітковини, пентозанів, білків, ліпідів, цукрів, кількість крохмалю більше. Відмінності ще більш виражені при порівнянні хімічного складу зерна жита і обдирного борошна.

Обойне борошно багатше вітамінами і мінеральніми речовинами, ніж обдирне. Те й інше в середньому містять (перша цифра – для обойного борошна, друга – для обдирного), мг / кг: рибофлавіну 2,0; 1,2; ніацину 16; 13 і відповідно мінеральних речовин (%): P_2O_5 0,66; 0,46; CaO 0,08; 0,06; Fe_2O_3 0,009; 0,006.

При переробленні жита в сіяне борошно його хімічний склад зазнає глибокі зміни. Хімічний склад проміжного і кінцевого продукту при 72 %-му помелі жита сорту В'ятка з вмістом ендосперму 78 % на лабораторному млині «Нагема» такий: білка в продуктах з драних і розмельних систем зі збільшенням числа пропусків через них поступово зростає. Зміст пентозанів, клітковини, мінеральних речовин, жиру, тіаміну і рибофлавіну також збільшується. Вміст крохмалю поступово зменшується.

ГЛОСАРІЙ

ДЕЯКИХ ТЕРМІНІВ

Абсолютна специфічність дії ферменту – фермент діє тільки на один субстрат.

Альбуміни – білки, розчинні у воді й сольових розчинах в інтервалі рН 4...8,5. Не мають особливостей у вмісті окремих амінокислот.

Амінокислоти – це органічні карбонові кислоти, у яких як мінімум один з атомів водню вуглеводневого ланцюга заміщений на аміногрупу.

Білки – це високомолекулярні сполуки, які складаються із залишків α -амінокислот, з'єднаних *пептидним зв'язком*.

Волога змочування – вода, що поглинається продуктом при безпосередньому контакті.

Відносна специфічність дії ферменту - фермент діє на групу субстратів, у яких однаковий тип зв'язку.

Вітаміни - природні, біологічно активні низькомолекулярні органічні сполуки, різні за будовою і фізико-хімічними властивостями, але абсолютно необхідні для нормальної життєдіяльності людини, тварин, птахів, рослин, мікроорганізмів.

Вітамін А (*ретинол, аксерофтол*). Вітамін А впливає на зростання людини, покращує стан шкіри, сприяє опору організму інфекції, забезпечує зростання і розвиток епітеліальних клітин, входить до складу зорового пігменту паличок сітківки ока родопсину і зорового пігменту колб - йодопсіна.

Вітаміни групи D (*кальциферол*). Вітамін забезпечує всмоктування кальцію і фосфору в тонкій кишці, реабсорбцію фосфору в ниркових каналцях і транспорт кальцію з крові в кісткову тканину, допомагає в боротьбі проти рахіту.

Вітамін Е (*токоферол*). Токоферол за хімічною структурою відноситься до групи спиртів. Токоферол - вітамін розмноження, благотворно

впливає на роботу статевих і деяких інших залоз, відновлює дітородні функції, сприяє розвитку плоду під час вагітності та новонародженої дитини.

Вітамін К (*філлохинон, пренілменахінон*). Вітамін К – це група декількох речовин. Розрізняють вітамін К1 (філлохинон) і вітамін К2 (пренілменахінон). Біологічна роль вітаміну К обумовлена участю у згортанні крові.

Вітамін С (*аскорбінова кислота*) підвищує захисні сили організму, обмежує можливість захворювань дихальних шляхів, покращує еластичність судин (нормалізує проникність капілярів).

Вітамін РР (*ніацін, нікотинова кислота*). Ніацін входить до складу ферментів, які беруть участь у клітинному диханні і обміні білків, що регулюють вищу нервову діяльність і функції органів травлення.

Висолювання – це додавання до розчину білка нейтральних солей. Механізм висолювання полягає у взаємодії аніонів і катіонів солей із зарядами білка (групи NH_4^+ і COO^-). У результаті заряд білка зникає, і відповідно, зникає взаємовідштовкування молекул білків.

Водневий зв'язок проявляється між атомами водню з атомами найбільш електровід'ємних елементів (О, N, Fe тощо).

Гідратація – це зв'язування води сухими речовинами або структурою продукту.

Гідроліз триацилгліцеролів – утворення ди-, моноацилгліцеролів і в остаточному підсумку - жирних кислот і гліцерину у результаті гідролізу триацилгліцеролів під впливом лугів, кислот, ферменту ліпази, спеціальних сумішей.

Гідрування ацилгліцеролів. – гідрування масел і жирів молекулярним воднем у промисловості проводять при температурі 180-2400 С у присутності нікелевих і мідно-нікелевих каталізаторів при тиску, близькому до атмосферного.

Гістони – білки, розчинні в сольових розчинах та кислотах.

Глікопротеїни – складні білки, в які входять вуглеводи або їх похідні. Типові глікопротеїни – це білки слини.

Глобуліни – білки, слабозрозчинні у воді, але добре розчинні в сольових розчинах. Не мають особливостей у вмісті окремих амінокислот;

Глобулярні білки – розчинні речовини з компактною третинною структурою. За формою вони наближаються до кулі або еліпсоїда обертання.

Глутеліни – білки, розчинні в розведених лугах та кислотах та нерозчинні в нейтральних розчинах, містять у своєму складі до 45% глютамінової кислоти.

Декстринізація - це руйнування структури крохмального зерна при сухому нагріванні його понад 120°C з утворенням розчинних у воді декстринів та незначної кількості продуктів глибокого розпаду вуглеводів (вуглекислого газу, окису вуглецю й ін.)

Денатурація білків (від лат. *de-* приставка, що означає відділення, лат. *nature* — природа) — термін, що означає втрату білками їхніх природних властивостей (розчинності, гідрофільності й ін.) внаслідок порушення просторової структури їхніх молекул - руйнування четвертинної (якщо вона була), третинної, а іноді й вторинної структури білкової молекули.

Деструкція (від лат. *Destructio*- руйнування) – руйнування структури будь-чого.

Деструкція білків – це процес, який протікає з розривом хімічних зв'язків (у тому числі й ковалентних) в макромолекулах білків, який призводить до зменшення ступеня полімеризації або молекулярної маси полімеру.

Диацилгліцерол в гліцерині етерифіковані дві гідроксильних груп.

Дипептид об'єднує дві амінокислоти,

Дисульфідний зв'язок (–S–S–) утворюється за рахунок двох сульфогідрильних груп (–SH) решток цистеїну.

Залізо - кровотворний елемент, входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, деяких ферментів. За нестачі заліза спостерігається розвиток

анемії. При цьому знижується стійкість організму, з'являється швидка стомлюваність, нудота, зменшується апетит, з'являється головний біль, серцебиття. Добова потреба 15мг.

Замінні амінокислоти синтезуються в організмі у достатній кількості .

Іонна адсорбція – вода орієнтується навколо центрів білкової молекули утворюючи гідратну оболонку.

Іонний зв'язок (сольовий), характерний для солей і обумовлений притяганням між протилежно зарядженими іонами.

Йод - виникнення та поширення ендемічного зобу, пов'язані як з дефіцитом йоду в навколишньому середовищі,

Йодне число – це маса йоду (г), що зв'язується 100 г жиру. Йодне число характеризує ступінь ненасиченості, тому що приєднання йоду відбувається по місцю розриву кратних зв'язків у залишку жирної кислоти. Чим більше йодне число, тим вище ненасиченість жиру.

Кальцій - необхідний для побудови кісткової тканини. Кальцій - хімічний конкурент стронцію, що важливо знати при харчуванні у місцевостях з підвищеним вмістом радіостронцію в навколишньому середовищі.

Калій - внутрішньоклітинний елемент, регулює кислотно-основну рівновагу крові, активізує роботу деяких ферментів, бере участь у багатьох процесах обміну речовин, у передачі нервових імпульсів. Калій нормалізує тиск крові. Добова потреба в калії 2500 - 5000 мг.

Капілярнозв'язана вода. Це вода, яка міститься в мікро- і макрокапілярах зерна. Капілярно зв'язана вода являє собою сорбційнозв'язаний лімолекулярний шар води біля стінок капіляра.

Клатрат – це комплексна сполука, у якій частки однієї речовини («молекули-гості») входять у кристалічну структуру «молекул-хазяїв».

Кислотне число – маса КОН (мг), необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г жиру.

Конкурентне інгібування - це явище, коли спостерігається структурна подібність між субстратом та інгібітором, вони конкурують за зв'язок з АЦ ферменту.

Ліпіди - це група сполук рослинного, тваринного або мікробного походження, практично не розчинних у воді й добре розчинних у неполярних органічних розчинниках.

Ліпопротеїди – група складних білків, до складу яких входять різні ліпіди (фосфатиди, холестерин, жири та ін.). Вони – обов'язковий компонент різних видів мембран.

Магній - бере участь в обміні вуглеводів, входить до складу кісток, забезпечує нормальну діяльність м'язів серця і його кровопостачання, регулює діяльність нервової системи.

Молекулярна адсорбція – орієнтація диполів води у результаті виникнення заряду у зв'язаних групах – пептидних групах поліпептидних ланцюгів, гідроксильних та сульфгідрильних групах – з внаслідок зміщення спільної пари електронів до одного з атомів та виникнення різниці потенціалів.

Моноацилгліцерол в гліцерині естерифікована одна гідроксильна група,

Напівзамінні амінокислоти утворюються в організмі, але у недостатній кількості, тому частково повинні надходити з їжею. Для організму людини такими амінокислотами є: аргінін, тирозин, гістидин.

Неконкурентне інгібування - це явище, коли між субстратом та інгібітором немає структурного подібності.

Незамінні амінокислоти мають суттєве значення. Організм людини не може синтезувати ці амінокислоти і повинні одержувати їх у готовому вигляді з продуктами харчування.

Нуклеопроетїни – складні білки, які містять простий білок і нуклеїнові кислоти. Білковий компонент звичайно складається з **гістонів і протамінів**. Нуклеїнові кислоти є двох типів: рибонуклеїнові (РНК) і дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК)

Осмотичноувібрана вода з'являється, коли дотикаються два розчини різної концентрації, відокремлені напівпроникненою перетинкою, що перешкоджає проходженню частинок розчиненої речовини і яка пропускає молекули розчинника (води).

Пептидним зв'язком ($-CO-NH-$) з'єднуються між собою рештки амінокислот.

Первинна структура – лінійна послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюгу і порядок їх чергування.

Поліморфізм – здатність речовини при незмінному хімічному складі утворювати різні кристалічні форми, які мають різні фізико-хімічні властивості.

Проламіни – білки, розчинні в 60...80%-вому етанолі, але нерозчинні у воді й в абсолютному етанолі. Багаті аргініном.

Стереохімічна специфічність дії ферменту - це здатність ферменту діяти лише на один з можливих субстратів

Специфічність дії ферменту - це здатність ферменту прискорювати тільки певну реакцію.

Триацилгліцерол в гліцерині етерифікована три гідроксильних груп.

Число омилення – це маса КОН (мг), необхідна для гідролізу нейтральних ліпідів (омилення) і нейтралізації всіх жирних кислот (у тому числі й вільних), що містяться в 1 г жиру. Чим вище число омилення, тим більше низькомолекулярних кислот входить до складу жиру.

Ферменти є біологічними каталізаторами білкової природи.

Ферментативне гіркнення– починається з гідролізу жиру під дією ферменту ліпази. Ненасичені жирні кислоти, що утворюються в результаті гідролізу окисляються при участі ферменту ліпоксігенази. Утворення вторинних продуктів при окисленні жирів є причинного псування харчової сировини й багатьох жиромісних продуктів.

Фібрилярні білки мають ниткоподібну форму. Вони, як правило, нерозчинні, виконують захисні функції.

Фосфоліпіди це складні ліпіди, складні ефіри багатоатомних спиртів і вищих жирних кислот.

Фосфор - входить до складу білків, кісткової тканини. Виконує важливу роль в обміні речовин, функції нервової тканини, м'язів, печінки, нирок. Добова потреба 1- 1,5 г.

Фосфопротеїни містять ортофосфорну кислоту. Вони беруть активну участь у живленні молодих організмів – це *казеїн* молока, *вітелін* яєць тощо. Деякі фосфопротеїни мають ферментативну активність (пепсин, фосфорилаза та ін.).

Фтор - необхідний для розвитку зубів. Бере участь в утворенні кісткових тканин, нормалізує фосфорно-кальцієвий обмін. Добова потреба 0,5-1 мг.

Хімічноз'язана вода має найвищу енергією зв'язку з матеріалом. Ця вода зв'язана у вигляді гідроксильних груп іонним зв'язком внаслідок хімічної реакції (гідратації).

Хромопротеїни – складні білки, у яких небілковою частиною є забарвлені сполуки зрізних класів органічних речовин – порфіринові структури (гемоглобін, гемінові ферменти – каталаза, пероксидаза та ін.).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Дайте визначення білків.
2. Охарактеризуйте елементний склад білків.
3. Що таке пептидний зв'язок?
4. Які функціональні групи входять до складу амінокислот? Що таке амфотерність амінокислот?
5. На основі яких принципів класифікують амінокислоти?
6. Що таке «ідеальний білок»?
7. Як визначається амінокислотне число (скор)?
8. Якими білками представлені білки пшениці?
9. З яких білків складається клейковина пшеничного борошна?
10. Якими білками представлені білки вівса та жита?
11. Яким чином можна виділити гліадін пшеничного борошна?
12. Які білки містяться в зерні рису та гречки?
13. Білки якої культури є найбільш повноцінними за хімічним складом?
14. Які білки містяться у складі бобових культур?
15. Яким чином гідромодуль впливає на екстрактивність білкових речовин?
16. Як класифікуються білки за здатністю до розчинення у різних розчинниках?
17. Як класифікують білки за просторовою структурою?
18. Охарактеризуйте первинну і вторинну структури білка.
19. Охарактеризуйте третинну і четвертинну структури білка.
20. Як класифікують білки за фізико-хімічними властивостями?
21. Охарактеризуйте складні білки.
22. Що таке функціональні властивості білків?
21. Поясніть суть набухання білків і їх розчинності?
22. Перерахуйте фактори, що впливають на процес набухання білків?
23. Що таке денатурація білків? Фактори що їх викликають?

24. Охарактеризуйте теплову денатурацію білків.
25. Вплив температури під час сушіння і зберігання зерна на якість клейковини..
26. Яку роль відіграє клейковина при хлібопеченні?
26. Як відбувається ферментативний і кислотний гідроліз білків?
27. Які методи кількісного визначення білків Вам відомі?
28. Що таке «деструкція» білкових речовин?
29. Які фактори приводять до деструкції білків?
30. Які види деструкції Ви знаєте?
31. Які зв'язки руйнуються у процесі деструкції білків?
32. Що є продуктами реакції під час деструкції білкових речовин?
33. За яких температурних режимів відбувається термічна деструкція білкових речовин?
34. Наведіть класифікацію ферментів.
35. Розкрийте поняття «специфічність дії ферментів».
36. Які фактори впливають на активність дії ферментів.
37. Розкрийте поняття «проферменти» та дайте характеристику.
38. Дайте визначення поняттю “крохмаль”.
39. З яких структурних одиниць складається крохмаль?
40. Що уявляє собою амілоза?
41. Назвіть стадії клейстеризації крохмалю?
42. Які фактори впливають на кислотний гідроліз крохмалю?
43. Назвіть основні продукти ферментативного гідролізу крохмалю.
44. Чому йод дає синє фарбування з крохмалем?
45. У чому суть кислотного гідролізу крохмалю?
46. Які фактори впливають на в'язкість крохмального клейстеру
47. Наведіть класифікацію вуглеводів.
48. Які моноцукри мають найбільше значення в харчових технологіях?
49. Назвіть полісахариди першого порядку.
50. Яка будова полісахаридів другого порядку?

51. Назвіть найбільш важливі функціональні властивості вуглеводів.
52. Яке значення має гігроскопічність цукрів?
53. Від чого залежить драглеутворювальна здатність пектинів?
54. Поясніть механізм кислотного та ферментативного гідролізу крохмалю.
55. Особливості зброджування різних вуглеводів.
56. Що таке карамелізація цукрів?
57. Перерахуйте та розкрийте функціональні властивості вуглеводів.
58. Розкрийте властивості крохмалів.
59. Розкрийте властивості пектинів.
60. Розкрийте властивості целюлози.
61. Яку роль виконують вуглеводи в організмі людини?
62. Які хімічні перетворення відбуваються з ліпідами під час технологічного процесу та під час зберігання?
63. Які функції виконують фосфоліпіди?
64. Як змінюється смак харчових продуктів внаслідок окислення ліпідів?
65. Які фактори сприяють окисленню ліпідів?
66. Як можна оцінити якість харчових жирів та олій?
67. У чому сутність ферментативного гіркнення жирів?
68. Які речовини називаються ліпідами?
69. Назвіть основні принципи класифікації ліпідів за їхніми - фізико хімічними та біологічними властивостями.
70. Дайте коротку характеристику гліцеридам.
71. Яка залежність між жирокислотним складом і властивостями тригліцеридів?
72. Напишіть схему утворення жирів з гліцерину і жирних кислот.
73. Гідроліз жирів: суть, умови, продукти гідролізу.
74. Переетифікація жирів: суть, умови, продукти переетерифікації.
75. Гідрогенізація жирів: суть, умови, продукти гідрогенізації.
76. Окислення: суть, умови, продукти окислення.

77. Як впливає висока термообробка на якість жирів?
78. Яку роль відіграють ліпіди в організмі людини?
79. Яке значення мають фосфоліпіди?
80. Яка потреба людини в жирах?
81. Які хімічні елементи відносяться до макроелементів?
82. Яка роль мінеральних речовин в організмі?
83. Яка роль кальцію, фосфору в організмі людини?
84. Які хімічні елементи відносять до мікроелементів і які їх функції в організмі людини?
85. Які види технологічної обробки зернової сировини призводять до втрат мінеральних речовин?
86. Які методи визначення макро-імікроелементів Вам відомі?
87. Що таке вітаміни?
88. Приведіть класифікацію вітамінів.
89. Яку фізіологічну роль виконують вітаміни в організмі людини?
90. Що таке гіповітаміноз, авітаміноз, гіпервітаміноз?
91. Охарактеризуйте групу водорозчинних вітамінів зерна.
92. Охарактеризуйте групу жиророзчинних вітамінів зерна.
93. На які класи поділяються ферменти?
94. Які особливості мають ферменти як каталізатори?
95. Дайте характеристику ферментативних трансформацій крохмалю під впливом α - і β -амілаз.
96. Під впливом яких ферментів змінюються білки у харчових технологіях? Наведіть приклади.
97. Як діє фермент ліпаза? Яке значення для харчових технологій мають ці перетворення?
98. Під впливом яких ферментів здійснюється гідроліз некрохмальних полісахаридів? Які продукти утворюються в результаті цих процесів?
99. Охарактеризуйте роль ферменту ліпоксигенази у процесі зберігання олії.

100. Які ферментні препарати застосовуються для розрідження та гідролізу крохмалю при виробництві патоки?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Євлаш Л.В. Харчова хімія (2019) Видавництво: Світ книг. 504 с.
2. Дуленко Л.В.(2021) Харчова хімія. Видавництво: Кондор, 248 с.
3. Зернова промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід Науково-допоміжний бібліографічний покажчик наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 209 с.
4. Плахотін В.Я. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навчальний посібник. /В.Я. Плахотин, І.С. Тюрікова, Г.П. Хомич. – Київ: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
5. Пузін Л.М. Технологія переробки продукції рослинництва /Л.М. Пузін, В.К. Пузін, А.О. Рожков – Харків, Майдан, 2015 – 410с.
6. Пузін Л.М. Технологія зберігання та переробки зерна /Л.М. Пузін, В.К. Пузін. – Харків. Точка, 2013 – 311 с.
7. Скоробогатий Я.П. (2021). Харчова хімія. Видавництво: Новий світ, 2000. 516 с.
8. Jan Velisek, Richard Koplik, Karel Sejpek (2020) The Chemistry of Food. Видавництво: WILEY, 1000 p.