

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

“ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ПОЛІСАХАРИДІВ”

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології.
Освітня програма «Харчові технології та інженерія»

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
харчових технологій
Протокол № 5 від 13.01.2022

Технологія цукрового виробництва та полісахаридів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології. Освітня програма «Харчові технології та інженерія» / Укл.: В.М. Челябієва. – Чернігів: ЧНТУ, 2022 – 38 с.

Укладачі: ЧЕЛЯБІЄВА ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук,
доцент

Відповідальний за випуск: ХРЕБТАНЬ ОЕНА БОРИСІВНА,
завідувач кафедри харчових технологій
кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: БУЯЛЬСЬКА НАТАЛІЯ ПАВЛІВНА, кандидат технічних наук, доцент
кафедри харчових технологій Чернігівського національного
технологічного університету

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота № 1 Технологія виробництва крохмалю.....	5
Лабораторна робота № 2 .Вплив технологічних факторів на клейстеризацію крохмалю	13
Лабораторна робота № 3 Патока і інвертний цукровий сироп.....	20
Лабораторна робота № 4 Технологія виробництва цукру.....	24
Лабораторна робота № 5 Застосування сучасних структуроутворювачів у виробництві фруктових десертів.....	27
Рекомендована література	38

Вступ

Зі складу різних рослин виділяють цінні полісахариди, які мають протиотрутні, ранозагоюючі, імуностимулюючі, загальнозміцнюючі, протимікробні, а також протипухлинні властивості. Науковці різних країн невпинно працюють в даному напрямку, розкриваючи цінні властивості полісахаридів, що спонукає до широкого їх використання у тому числі у харчових технологіях.

Лабораторні роботи, які пропонуються, дозволяють вивчити способи отримання полісахаридів із рослинної сировини, вплив технологічних факторів на властивості полісахаридів, порівняти технологічні властивості полісахаридів, оцінити переваги та недоліки використання різних полісахаридів у харчових технологіях. Лабораторні роботи здебільшого мають характер дослідницького пошуку, аналізу та підтвердження теоретичних положень з курсу «Технологія цукрового виробництва та полісахаридів». Лабораторні завдання спрямовані на розвиток у майбутніх фахівців нахилів до творчого розв'язання виробничих завдань на підприємствах галузі, а також формування умінь і навичок застосування методів аналізу сировини та готової продукції у різноманітній науковій тематиці.

Лабораторна робота № 1

Технологія виробництва крохмалю

1.1 Мета: Виробити крохмаль з різних сортів картоплі та з сортового пшеничного борошна, визначити вихід і якість сирого крохмалю за основними показниками. Виробити пектин з вичавків смородини.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:
знати технологічні стадії виробництва крохмалю та пектину;
вміти визначати вихід і оцінювати якість сирого крохмалю.

1.2 Короткі теоретичні відомості

З картоплі отримують крохмаль, який використовується у кондитерській, текстильній, харчовій промисловості тощо. За своїми споживчими властивостями сорти картоплі бувають *столові, технічні та універсальні*.

Столові сорти мають правильну форму картоплини, м'якоть не темнішає після варіння, мають гарний смак.

Технічні сорти містять високий відсоток крохмалю (не менше 18%).

Універсальні сорти поєднують властивості технічних і столових сортів.

Крохмаль – складний вуглевод, що утворюється в рослинах і відкладається ними в якості запасної живильної. Хімічна формула $(C_6H_{10}O_5)_n$. Він добре перетравлюється і засвоюється організмом людини. Завдяки різноманітності своїх властивостей, здатності до їх змін крохмаль застосовують в різних харчових виробництвах (кондитерському, хлібопекарському, ковбасному і ін.), в кулінарії, для вироблення крохмалепродуктів, в нехарчових галузях (парфумерній, текстильній, паперовій, фармацевтичній та ін.).

До крохмалепродуктів відносяться саго, модифіковані крохмалі, патока, глюкоза.

Саго – це крупа у вигляді висушених округлих грудочок оклейстеризованого крохмалю. Його застосовують для приготування супів, запіканок, начинок, каш.

Модифіковані крохмалі призначені для певних виробництв. Модифікація дозволяє отримувати крохмалі, що набухають, екструзійні та ін. Наприклад, крохмалі, що набухають, при контакті з водою поглинають її значно більше, ніж звичайний. Застосовують їх у виробництві пудингів, сухих сумішей кексів, виробництві збивних кондитерських виробів, м'ясних напівфабрикатів (як сполучні речовини і стабілізатори вологості).

Патока продукт неповного кислотного або ферментативного гідролізу крохмалю. Це густа, в'язка, безбарвна або з жовтуватим відтінком рідина солодкуватого смаку. Використовується тільки для промислової переробки як антикристалізатор сахарози, підвищує в'язкість сиропів, затримує черствіння і висихання хліба і пряників, зменшує солодкість. Патоку також використовують при приготуванні карамелі, халви, варення, лікерів.

Крохмаль можна виготовити, використовуючи різну рослинну сировину. При цьому технологія виробництва буде різною. Нижче розглянута технологія виробництва картопляного крохмалю.

Технологія виробництва крохмалю з картоплі

В Україні картопля – основна сировина для отримання крохмалю. Використовуються технічні сорти, невелика відбракована картопля, відходи при очищенні картоплі в системі громадського харчування.

Мийка. Зі складу картоплю подають на переробку за допомогою гідравлічного транспортера. Від бруду та інших сторонніх включень картопля відмивають на картоплемийці (на 1 т картоплі необхідно 4-5 м³ води). Від бруду і сторонніх включень картоплю відмивають, потім подають на подрібнення. Чим сильніше вона буде подрібненою, тим повніше буде вихід крохмалю з клітин, але при цьому важливо не пошкодити самі зерна крохмалю.

Подрібнення (руйнуються оболонки клітин). Картоплю дворазово подрібнюють на швидкісних картопляних терках. Принцип дії всіх картоплетерок полягає в стиранні бульб між робочими поверхнями, утвореними закріпленими на барабані, що обертається пилками з дрібними зубами. Якість подрібнення також залежить від стану картоплі (свіжа картопля подрібнюється краще, ніж морожена або м'яка).

Після подрібнення бульб, що забезпечує розкриття більшої частини клітин, отримують суміш, що складається з крохмалю, майже повністю зруйнованих клітинних оболонок, деякої кількості незруйнованих клітин і картопляного соку. Цю суміш називають *картопляною кашкою*.

Далі її збирають в окремі збірники, насосом подають на сито і промивають струменем холодної води.

Кашку вдруге подрібнюють і пропускають крізь сито з меншим отвором промиваючи водою.

Вода з крохмалем називається *крохмальним молочком*. Крохмаль, що залишився в клітинах, які не розірвались, втрачається з побічним продуктом виробництва – *картопляною мезгою*. Цей крохмаль прийнято називати

зв'язаним, а виділений з бульб картоплі – вільним. Ступінь подрібнення картоплі оцінюють коефіцієнтом подрібнення, який характеризує повноту руйнування клітин і кількість вилучення крохмалю. Його визначають відношенням вільного крохмалю в кашці до загального вмісту крохмалю в картоплі. При нормальній роботі він не повинен бути менше 90%.

Способи відділення крохмалю:

- Відстоювання в спокійному стані в чанах;
- Відстоювання в потоці;
- Центрифугування.

Крохмальне молочко зливають в баки висотою приблизно 1,5 м і залишають на 7-8 годин, крохмаль осідає, а на поверхні накопичується біла піна. Цю піну видаляють, знімають рідину, крохмаль, що залишився розбавляють ще раз водою, перемішують і дають осісти. Після другої промивки не всі домішки видаляються і верхній шар крохмалю має сірий відтінок. Його збирають і промивають кілька разів, а білий крохмаль з вологістю 50% йде на сушку. Висушують в барабанних сушарках при температурі не більше 55 °С до вологості 20%. Під час сушіння крохмаль комкується, його подрібнюють, просівають і упаковують в тару.

Для підвищення якості крохмалю, його білизни та попередження розвитку мікроорганізмів в картопляну кашку додають діоксид сірки або сірчисту кислоту.

Сік відокремлюють від картопляної кашки відразу ж після подрібнення. Для виділення піску з крохмальної суспензії, розділення кашки використовують батарею гідроциклонів високої продуктивності. При роботі гідроциклону вихідна суспензія під тиском надходить по дотичній в циліндричну частину камери, де вона набуває обертального руху, який створює відцентрову силу, в результаті картопляна суспензія розділяється на суміш мезги, картопляного соку і готову крохмальну суспензію з одночасним промиванням крохмалю.

Густий крохмальний сход з передостанньої ступені гідроциклонів направляють в збірник, куди через фільтр подають свіжу воду, призначену для промивання крохмалю.

Для контрольної очистки крохмалю від мезги суспензію зі збірки насосом направляють на рафінувальне сито. Мезгу (надситовий продукт) повертають у виробництво на друге подрібнення, а суспензію збирають у збірнику. З останнього насосом суспензію через пісковий гідроциклон подають на останній

ступінь гідроциклонної установки. Вихідна суспензія надходить по дотичній в циліндричну частину апарату. Залишки піску притискаються до стінок циклону і по спіральній траєкторії переміщуються до нижньої насадки камери.

Крохмальна суспензія, вільна від піску, виходить з гідроциклону через верхню насадку і подається на останній щабель гідроциклонної установки. В результаті обробки отримують **суспензію крохмалю концентрацією 37 ... 40%**. Отриману крохмальну суспензію називають сирым картопляним крохмалем.

Для **висушування** крохмалю найбільш часто використовують безперервно діючі пневматичні сушарки. В основу роботи пневматичних сушарок покладено принцип сушки ретельно розпушеного крохмалю в рухомому потоці гарячого повітря (150 ... 230 °С).

Вихід готового крохмалю залежить від вмісту його в картоплі, яка переробляється, і від втрат крохмалю з побічними продуктами і стічними водами. Коефіцієнт вилучення при виробництві крохмалю за вказаною схемою може становити 88%.

При виробництві крохмалю передбачено його випуск у двох формах: сухий і сирий картопляний крохмаль. Розрізняють сирий крохмаль марки А і марки В з вологістю 38 і 50% відповідно. Залежно від якості (кольору, наявності вкраплень, стороннього запаху) сирий крохмаль поділяють на три сорти (перший, другий і третій).

Сирий крохмаль – продукт, який швидко псується, і тривалому зберіганню не підлягає, для консервації можна використовувати діоксид сірки 0,05%-ої концентрації.

Сухий крохмаль фасують в мішки і дрібну упаковку. Якість крохмалю відповідно до вимог стандарту ДСТУ 4286:2004 Крохмаль картопляний. Технічні умови, поділяють на такі сорти: «Екстра», вищий, перший і другий.

Вологість крохмалю всіх сортів повинна бути 17 ... 20%, масова частка загальної золи у перерахунку на суху речовину не більше ніж 0,3% для сорту «Екстра», 0,35% для вищого, 0,5% для першого і 1,0% для другого сорту.

Кислотність (витрата розчину гідроксиду натрію молярною концентрацією 0,1 моль/дм³ на нейтралізацію 100 г сухої речовини, см³, не більше ніж) не більше ніж 7,5 для сорту «Екстра», 10 для вищого, 14 для першого і 20 для другого сорту.

Вміст сірчастого ангідриду не більше 0,005% для всіх сортів.

Кількість вкраплень на 1 дм² рівної поверхні картопляного крохмалю під час розглядання неозброєним оком, шт. Це важливий показник, що характеризує чистоту і білизну крохмалю. Кількість вкраплень допускається не більше ніж:

для сорту «Екстра» – 60, для вищого – 280, для першого – 700, для другого не нормується, тому що крохмаль другого сорту призначений тільки для технічних цілей і промислової переробки.

Гарантований термін зберігання крохмалю 2 роки з дня вироблення при відносній вологості повітря не більше 75%. На виробництво крохмалю надходить партіями. Партією вважається така кількість крохмалю, яку виготовлено підприємством в одну зміну, має один сорт, одне найменування, фасується в однакову упаковку, становить не більше одного залізничного вагона. Кожна партія повинна супроводжуватися документом, що засвідчує її якість. Перевірці стану упаковки і правильності маркування піддають кожну десятку одиницю транспортної тари. Одним з показників якості крохмалю є колір, запах і хрускіт при кулінарній обробці. Колір крохмалю залежить головним чином від ступеня його очищення при виробництві та забрудненості при транспортуванні і зберіганні. Картопляний крохмаль вищих сортів повинен мати кристалічний блиск (люстр), ступінь вираженості якого залежить від розміру крохмальних зерен і їх цілісності. Зерна лопнуті, дрібні, погано промиті і вологі мають матову поверхню. Чим більше зерна картопляного крохмалю, тим більше виражений блиск. Сушка при високій температурі може викликати розтріскування крохмальних зерен і, як наслідок, – зменшення блиску. Погане очищення крохмалю, тривале зіткнення з клітинним соком при виробництві, забруднення при транспортуванні і зберіганні викликають потемніння крохмалю. Крохмальні зерна різного біологічного походження характеризуються різною формою, будовою, розмірами. Ці відмінності відбиваються на деяких властивостях крохмалю і обумовлюють придатність крохмалю для тих чи інших цілей. Розглянути крохмальні зерна можна за допомогою мікроскопа (при збільшенні в 140-160 разів). Знайомство з особливостями будови основних видів крохмалю шляхом розгляду їх препаратів під мікроскопом дозволить на практиці визначити, чи не міститься в досліджуваному зразку крохмалю домішка інших видів.

У крохмалі з підвищеною вологістю в результаті життєдіяльності мікроорганізмів різко зростає кислотність, з'являється затхлий запах, і продукт стає непридатним для використання в їжу. Вологість визначають висушуванням і виражають у відсотках. Навіть найчистіший крохмаль має кислу реакцію, тому що містить у своєму складі фосфорну кислоту. Низькі сорти крохмалю мають більш високу кислотність за рахунок адсорбованих амінокислот і інших кислих з'єднань. При зберіганні кислотність може підвищуватися в результаті

життєдіяльності мікроорганізмів. Тому кислотність крохмалю з пониженням сорту і зі збільшенням термінів зберігання, як правило, збільшується.

1.3 Експериментальна частина

Матеріали для дослідження: 2-3 сорти картоплі, пшеничне борошно вищого гатунку.

Обладнання та лабораторний посуд: дрібні терки, сита з малим діаметром отворів, мірні колби 4 шт. на 250 см³, фільтрувальний папір, терези, миски, відро, холодна вода, вичавки смородини або шкірки апельсинів, 0,5% розчин амоній оксалату, 90% спирт етиловий 100 см³.

1.3.1 Виробити крохмалю з бульб картоплі в лабораторних умовах

По 500 г (зважити на терезах) чисто вимитих бульб картоплі у двох кратній повторності кожного сорту подрібнюють на ручних кухонних терках. Подрібнену масу поміщають в миску, доливають холодну воду і ретельно перемішують у мисці мезгу. Потім вміст миски виливають га дрібне сито, промивають його холодною водою, збираючи промивні води в посуд більшої ємності: каструлю, відро або миску. Мезгу, що залишилася на ситі, віджимають. На ситі залишається мезга тканин картоплі, а в промивних водах – крохмальні зерна. Ємність з промивними водами залишають для осадження крохмалю на 30 хвилин. За цей час майже весь крохмаль осідає на дно ємності-збірника. Після відстоювання каламутну воду зливають, додають нову порцію холодної води, крохмаль скаламучують і знову дають осісти протягом 30 хвилин. Внаслідок чого він стає майже білим. Усю воду обережно зливають, а крохмаль розкладають на фільтрувальний папір, складений у кілька шарів. Після такої обробки отримують сирий крохмаль з вологістю біля 50%.

1.3.2 Виробити крохмаль з сортового пшеничного борошна

100г пшеничного сортового борошна, яке містить не менше 25% сирої клейковини, спочатку просіюють, а потім змішують з водою температурою 20±2⁰С в співвідношенні борошна і води відповідно: 1 : 0,6 або 1 : 0,7. Для більш рівномірного розподілу вологи тісто направляють на відлежування, після чого відмивають крохмаль. Для відмивання крохмалю тісто поміщають в миску, доливають холодну воду і ретельно попромивають тісто у мисці, збираючи промивні води в посуд більшої ємності: каструлю, відро або миску. Ємність з промивними водами залишають для осадження крохмалю на 30

хвилин. За цей час майже весь крохмаль осідає на дно ємності-збірника. Після відстоювання каламутну воду зливають, додають нову порцію холодної води, крохмаль скаламучують і знову дають осісти протягом 30 хвилин. Внаслідок чого він стає майже білим. Усю воду обережно зливають, а крохмаль розкладають на фільтрувальний папір, складений у кілька шарів.

1.3.3 Визначити вихід сирого крохмалю

Визначити вихід сирого крохмалю у відсотках до ваги бульб картоплі або маси борошна, взятих на переробку.

$$\eta = (a \times 100\%) / A, \quad (1.1)$$

де а – маса отриманого сирого крохмалю, г;

А – маса бульб картоплі, г.

Отримані результати занести до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вміст крохмалю у різних сортах картоплі

Сорт картоплі	Маса картоплі, г	Маса крохмалю	
		г	%

1.3.4 Визначення вологості сирого крохмалю

Сирий крохмаль високої вологості не може довго зберігатися і закисає. Для виробництва різних видів продукції (сухі кисеті, пудинги) кількість крохмалю повинна бути точно визначена, враховуючи вологість. Однак крохмаль у процесі визначення вологості шляхом висушування при високій температурі може розкладатися. Тому для визначення його вологості застосовують спеціальну методику (табл. 1.2), яка описана нижче.

Беруть 100 г досліджуваного крохмалю, змішують його з невеликою кількістю холодної дистильованої води (17,5 °С) і переносять у попередньо зважену мірну колбу на 250 см³. Колбу до мітки доливають дистильованою водою і зважують. За різницею ваги зваженої колби і сухою знаходять масу вмісту колби і за таблицею 1.2 визначають вологість крохмалю.

1.3.5 Мікроскопіювання

Розглянути під мікроскопом зерна отриманого картопляного та пшеничного крохмалю. Зробити малюнок або фото, описати відмінності.

Таблиця 1.2 – Визначення вологості сирого крохмалю

Вага вмісту колби, г	Вологість крохмалю, %	Вага вмісту колби, г	Вологість крохмалю, %	Вага вмісту колби, г	Вологість крохмалю, %
283,50	15	277,80	30	271,65	45
283,10	16	277,20	31	271,25	46
282,70	17	276,80	32	270,90	47
282,30	18	276,30	33	270,50	48
281,90	19	276,00	34	270,10	49
281,50	20	275,60	35	267,70	50
281,10	21	275,20	36	269,30	51
280,75	22	274,80	37	268,90	52
280,35	23	274,40	38	268,50	53
279,95	24	274,05	39	268,10	54
279,55	25	273,65	40	267,75	55
279,15	26	273,25	41	267,35	56
278,75	27	272,85	42	266,95	57
278,35	28	272,45	43	266,55	58
277,95	29	272,05	44	266,15	59
				265,75	60

1.3.6 Отримати пектин з вичавків смородини

Вичавки смородини або шкірки апельсину 50 г залити при гідромодулі суміші і розчину 0,5% амоній оксалату 1:3 та екстрагувати в один етап протягом 14 годин при температурі 35÷37. Екстракт злити у відстійник. Зібраний екстракт випарити до вмісту в ньому сухих речовин 5,5%. Осадження пектину провести 90% етиловим спиртом.

Контрольні питання

1. Що таке крохмаль?
2. Що таке партія товару?
3. Що є сировиною для виробництва крохмалю?
4. Способи отримання крохмалю?
5. Яку форму мають зерна крохмалю і чому?

6. Технологія виробництва картопляного крохмалю (технологічна схема, опис всіх операцій, режими, обладнання).
7. Використання крохмалю в харчовій промисловості.
8. Від чого залежить біологічна цінність крохмалю?
9. На які групи діляться сорти картоплі по споживчому призначенню?
10. Як визначити вологість сирого крохмалю?
11. На чому ґрунтується виділення крохмалю?

Лабораторна робота № 2

Вплив технологічних факторів на клейстеризацію крохмалю

2.1 Мета: спостереження за зовнішнім виглядом крохмальних зерен при різних температурних умовах та впливу цукру, кухонної солі, органічних кислот на процес клейстеризації крохмалю.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:
знати будову крохмального зерна, сутність процесів деструкції та клейстеризації крохмалю;
вміти оцінювати консистенцію клейстерів.

2.2 Короткі теоретичні відомості

Крохмаль є важливим компонентом харчових продуктів. Зовнішній вигляд зерен сирого крохмалю мають форму круглу чи овальну (для бульбових) і багатокутників (для зернових).

Немодифіковані і модифіковані крохмалі **використовуються в харчовій промисловості** з однією або декількома з наступних цілей:

- безпосередньо як клейстеризований крохмаль, кисіль і тому подібне;
- як загусник, завдяки в'язким властивостям (у супах, дитячому харчуванні, соусах і так далі);
- як наповнювач, що входить до складу твердого вмісту супів, пирогів;
- для зв'язування, закріплення маси і запобігання висиханню в процесі приготування ковбаси й м'ясних продуктів;
- як стабілізатори, завдяки високій здатності крохмалю утримувати вологу.

Крохмаль використовується в печиві, збільшуючи об'єм і додаючи хруст. У виробництві карамелей, кондитерської маси і інших видів солодоців крохмаль може застосовуватись як інгредієнт або для посипання, щоб запобігти злипанню.

У виробництві продуктів харчування крохмаль використовується також для надання продуктам відповідної текстури, вигляду (стану), збереження вологи, покращення консистенції і стійкості під час зберігання.

Під час технологічної обробки крохмалевмісної сировини й продуктів крохмаль здатний до адсорбції вологи, набухання і клейстеризації. Інтенсивність цих змін залежить від походження та властивостей крохмалів; значно впливають на них технологічні фактори: температура, тривалість нагріву, співвідношення крохмалю й води, присутність деяких харчових компонентів (цукру, солі, кислоти, жирів, ферментів тощо).

Клейстеризація крохмальних зерен при нагріванні з водою відбувається у декілька стадій. На початковій стадії відбувається обмежене і зворотне поглинання води зернами крохмалю. При видаленні води обережним висушуванням за невисоких температур властивості крохмалю не змінюються.

Підвищення температури понад 55°C призводить до незворотного і сильного набухання крохмальних зерен, що супроводжується збільшенням об'єму, втратою шаруватості, переходом у розчин низькомолекулярної фракції амілози. Нативна структура крохмальних зерен руйнується. Цей процес має назву деструкція. Внаслідок деструкції утворюється дисперсна система з набряклих крохмальних зерен і розчинах у воді полісахаридів. Ця дисперсна система має назву крохмальний клейстер, а процес її утворення – клейстеризація. Однією з ознак клейстеризації є значне підвищення в'язкості крохмальної суспензії.

Зерна картопляного крохмалю є менш стійкі до нагрівання, ніж пшеничного та кукурудзяного: вони скоріше набухають і розпадаються. У виготовленні кулінарної продукції клейстеризація крохмалю відбувається у присутності різних речовин (білків, жирів, цукрів, кухонної солі, органічних кислот), які впливають на ступінь набухання та розчинність.

Нагрівання сухого крохмалю відбувається при пасеруванні борошна, що супроводжується розщепленням полісахаридних ланцюгів. У процесі сухого нагрівання змінюються і фізичні властивості крохмалю. Білий колір переходить у кремовий, а потім – у коричневий, збільшується кількість летких речовин, які обумовлюють наявність запаху, не властивого нативному крохмалю. По мірі нагрівання руйнується структура крохмального зерна, розщеплюються полісахариди, що супроводжується зменшенням в'язкості крохмальних клейстерів.

Деструкція крохмалю під час сухого нагрівання (при температурі понад 100°C) має назву декстринізація. Внаслідок декстринізації крохмальні зерна

набувають здатності розчинятися у воді завдяки утворенню водорозчинних компонентів – декстринів.

На підставі цих змін розроблялися технології виробництва харчової продукції, наприклад: продукції з картоплі, випечених або відварених борошняних виробів, приготування киселів, соусів, каш та інше. Процес декстринізації крохмалів при різній температурі (120...150°C) покладено в основу виробництва пасеровок для соусів і супів.

Різде зниження температури (охолодження або тимчасове зберігання готової крохмалевмісної продукції при низьких температурах) спричиняє руйнування (старіння) крохмальних клейстерів, яке пов'язане з поверненням крохмалю у нерозчинну форму шляхом сполучення молекулярних ланцюгів у агрегати й випадінням їх (у першу чергу амілози) в осад. Процес має назву ретроградація крохмалю. Результатом негативного впливу цього процесу на якість готової продукції є черствіння хліба й інших випечених борошняних виробів, злипання й утворення грудок у картопляному пюре, кашах, загущення консистенції киселів, соусів, супів-пюре та інших.

2.3 Експериментальна частина

Матеріали для дослідження: картопляний, пшеничний, кукурудзяний чи інший крохмаль-сирець і прогрітий при різних температурах (120°C, 160°C) протягом 2 або 4 год; 0,004 н. розчин йоду в йодистому калії, 20% розчин сахарози, 1% розчин кухонної солі, 0,4% розчин лимонної або оцтової кислоти.

Обладнання та лабораторний посуд: мікроскоп, віскозиметр, предметні скельця, ваги, колби на 100 мл, термометри, циліндр на 50 мл, палички скляні, стакани мірні, водяна баня.

2.3.1 Оцінка органолептичних показників. Для дослідження беруть зразки нативного крохмалю та крохмалю, прогрітого при різних температурах (120°C чи 160°C). Студенти отримують зразки крохмалю за завданням викладача. У цих зразках визначають органолептичні показники крохмалю.

Органолептичні показники. **Колір** зразків прогрітого крохмалю порівнюють із кольором нативного крохмалю. Для цього на скляну пластину насипають 3-5 г досліджуваних зразків. Розрівнюють, утворюючи шар у 5 мм. Крохмаль накривають скляною пластиною і дещо спресовують. Після зняття пластини порівнюють колір зразків.

Для **визначення запаху** 10-15 г крохмалю залити такою ж кількістю води, нагрітої до 50°C, через 30 с воду злити і визначити запах досліджуваних зразків.

Для **визначення зовнішнього вигляду** підготувати препарати з крохмалю і розглянути під мікроскопом при збільшенні 7x40 і намалювати зерна крохмалю. Для приготування препаратів кінцем скляної палички, змоченої водою, взяти трошки крохмалю з різних зразків і нанести його на предметне скельце. Змочити крохмаль краплею води і накрити накривним скельцем. Звернути увагу на форму, величину зерен і наявність шаруватості.

Намалювати, або сфотографувати результати спостережень.

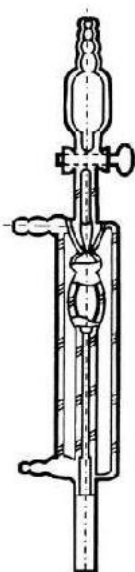
Результати занести до таблиці 2.1.

2.3.2 Клейстеризація крохмалю

Визначення в'язкості.

Підготувати дві водяні бані з температурою води 70°C і 90°C. Приготувати 1% суспензії крохмалю, для чого відважити у хімічні стакани три наважки по 1 г крохмалю, додати 100 мл води, перемішати. Суспензії помістити у водяні бані: із температурою 70°C та 90°C, витримати протягом 5 хвилин при цій температурі. Один із приготовлених клейстерів прокип'ятити на бані протягом 1 хвилини. Відносну в'язкість розчинів визначити на капілярному віскозиметрі. У капілярних віскозиметрах в'язкість визначають за об'ємом рідини, що витікає за певний проміжок часу через капілярну трубку.

Правила роботи на віскозиметрах марки ВПЖ-3. Під час вимірювання в'язкості на віскозиметрі ВПЖ-3, зовнішній вигляд якого наведено на рис. 2.1, рідина протікає через капіляр під впливом власної ваги. Вище і нижче розширення у віскозиметрі розташовані мітки. Віскозиметр закріплюють вертикально в штатив. Рідину, в'язкість якої вимірюють, наливають в хімічний стакан. Нижню трубку віскозиметра опускають в рідину на глибину 2...3 см.



Далі за допомогою груші рідину втягують по капіляру у верхнє розширення віскозиметру: кран при цьому повинен бути відкритим. Затягнувши рідину вище верхньої мітки кран перекривають, щоб запобігти нефіксованому витіканню рідини. Підготувавшись до вимірювання відкривають кран і за допомогою секундоміру фіксують час, необхідний для зниження рівня рідини від верхньої до нижньої мітки. Потім рідину знову зтягують угору по капіляру і повторюють вимірювання. Дослід необхідно повторювати декілька разів, доки не буде одержано 3-5 приблизно однакових значень часу витікання рідини.

Рисунок 2.1 – Віскозиметр ВПЖ-3

Для даного віскозиметра під час протікання одного й того ж об'єму V рідини величина $\frac{\pi g h r^4}{8 \nu l} = C$, $\text{мм}^2/\text{с}^2$ є сталою і вказана на приладі. З урахуванням цього маємо:

$$\nu = C\tau, \quad (2.1)$$

де τ – час протікання рідини через капіляр, с.

З формули (2.1) бачимо, що час витікання рідини прямо пропорційний кінематичній в'язкості ν , $\text{см}^2/\text{с}$. Вираз (2.1) є робочою формулою для визначення кінематичної в'язкості за допомогою капілярного віскозиметра.

Кінематична в'язкість, ν , знайшла широке розповсюдження при різних розрахунках, а також під час контролю якості харчових продуктів. Динамічну в'язкість визначають в основному в науково-дослідних роботах. В'язкість розбавлених розчинів полісахаридів звичайно вимірюють капілярними віскозиметрами.

Для характеристики реологічних властивостей розчинів полісахаридів застосовують такі фізико-хімічними величини.

Відносна в'язкість – безрозмірна величина, що визначається як відношення в'язкості розчину до в'язкості розчинника:

$$\eta_{\text{від.}} = \eta/\eta_0 = \tau/\tau_0, \quad (2.2)$$

де η – в'язкість розчину; η_0 – в'язкість розчинника; τ – час витікання розчину з капілярного віскозиметру; τ_0 – час витікання з віскозиметру розчинника.

Питома в'язкість – безрозмірна величина, що показує зростання в'язкості розчину полімеру по відношенню до в'язкості чистого розчинника:

$$\eta_{\text{пит.}} = (\eta - \eta_0)/\eta_0 = \eta_{\text{від.}} - 1, \quad (2.3)$$

Приведена в'язкість – це питома в'язкість, віднесена до одиниці концентрації розчину:

$$\eta_{\text{пр.}} = \eta_{\text{пит.}}/C, \quad (2.4)$$

де C – концентрація розчинів полісахаридів у 100 мл розчину, г.

До 1 г наважок додати відповідно 50 мл 20%-ного розчину сахарози, 1%-ного розчину кухонної солі, 0,4%-ного розчину лимонної або оцтової кислоти. Витримати 5 хвилин на водяній бані при температурі 90°C . Визначити відносну в'язкість.

Результати занести до таблиць 2.2 та 2.3.

Вплив температури та середовища на крохмальні зерна.

Приготувати 1% суспензії крохмалю, для чого відважити у хімічні стакани три наважки по 1 г крохмалю, додати 100 мл води, перемішати.

Суспензії помістити у водяні бані: із температурою 70°C та 90°C, витримати протягом 5 хвилин при цій температурі. Один із приготовлених клейстерів прокип'ятити на бані протягом 1 хвилини та спостерігати руйнування крохмальних зерен при кип'ятінні крохмального клейстеру під мікроскопом. Для цього з усіх отриманих суспензій приготувати препарати, незабарвлені та забарвлені йодом: на предметні скельця нанести по дві краплі клейстеру, отриманих при різних умовах; на кожному предметному скельці одну краплю забарвити йодом і покрити препарати накривними скельцями. Надлишок рідини, яка виступить з-під накривних скелець, видалити фільтрувальним папером.

До 1 г наважок крохмалю додати відповідно 100 мл 20%-ного розчину сахарози, 1%-ного розчину кухонної солі, 0,4%-ного розчину лимонної або оцтової кислоти. Витримати 5 хвилин на водяній бані при температурі 90°C.

Спостерігати за змінами виду зерен в умовах різного середовища під мікроскопом, як описано вище.

Розглянуті препарати намалювати, відмітити зміни виду крохмальних зерен внаслідок клейстеризації при різних температурах (наявність прозорості, зміни форми й розміщення зерен, наявність або відсутність шаруватості).

Відзначити наявність зруйнованих зерен.

Результати досліджень занести в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика залежно від технологічного впливу

Зразок крохмалю	Консистенція	Запах
<i>Нативний</i>		
Оклейстеризований при 70°C		
Оклейстеризований при 90°C		
У клейстері після кип'ятіння		
Оклейстеризованого в 20%-ому розчині сахарози		
Оклейстеризованого в 1%-ому розчині кухонної солі		
Оклейстеризованого в 0,4%-ому розчині лимонної кислоти		
<i>Прогрітий до 120°C</i>		
Оклейстеризований		
<i>Прогрітий до 160°C</i>		
Оклейстеризований		

Таблиця 2.2 – Результати вимірів часу протікання рідин через капіляр віскозиметра

Зразок крохмалю	Час протікання рідини через капіляр, с
<i>Нативний</i>	
Оклейстеризований при 70°C	
Оклейстеризований при 90°C	
У клейстері після кип'ятіння	
Оклейстеризованого в 20%-ому розчині сахарози	
Оклейстеризованого в 1%-ому розчині кухонної солі	
Оклейстеризованого в 0,4%-ому розчині лимонної кислоти	
<i>Прогрітий до 120°C</i>	
Оклейстеризований	
<i>Прогрітий до 160°C</i>	
Оклейстеризований	

Таблиця 2.3 – Реологічні показники

Зразок крохмалю	В'язкість			
	$\nu_k, \text{см}^2/\text{с}$	$\eta_{\text{від.}}$	$\eta_{\text{пит}}$	$\eta_{\text{пр}}$
<i>Нативний</i>				
Оклейстеризований при 70°C				
Оклейстеризований при 90°C				
У клейстері після кип'ятіння				
Оклейстеризованого в 20%-ому розчині сахарози				
Оклейстеризованого в 1%-ому розчині кухонної солі				
Оклейстеризованого в 0,4%-ому розчині лимонної кислоти				
<i>Прогрітий до 120°C</i>				
Оклейстеризований				
<i>Прогрітий до 160°C</i>				
Оклейстеризований				

2.4 Висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив температури, кислот, кухонної солі на клейстеризацію та деструкцію крохмалю. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

Контрольні питання

1. Класифікація крохмалів, їхні фізико-хімічні властивості.
2. Модифікація крохмалів, їхнє практичне застосування у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
3. Будова крохмального зерна та полісахаридів, що входять до складу крохмалів. Характеристика відмінностей у будові різних видів крохмалів.
4. Клейстеризація крохмалю, використання у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
5. Технологічні відмінності процесів набухання, розчинності і клейстеризації, їхнє практичне застосування.
6. В'язкість крохмальних клейстерів, її роль у конструюванні продукції харчування.
7. Ретроградація крохмалю, вплив її на якість продукції.

Лабораторна робота № 3

Патока і інвертний цукровий сироп

3.1 Мета: Виробити глюкозно-фруктозний сироп з цукру, скласти технологічну схему виробництва.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:
знати технологічні стадії виробництва патоки та інвертного сиропу;
вміти виробити інвертний сироп.

3.2 Короткі теоретичні відомості

Патока – це продукт неповного гідролізу крохмалю розбавленими кислотами або амілолітичними ферментами, який являє собою сиропоподібну густу, в'язку, безбарвну або трохи жовтувату, прозору рідину солодкуватого смаку. Завдяки антикристалізаційним і гігроскопічним властивостям її широко використовують для виготовлення карамелі, халви, варення, багатьох видів цукерок, пряників, лікерів, деяких видів хлібобулочних виробів тощо. Декстрини патоки підвищують в'язкість цукрового сиропу і сповільнюють кристалізацію сахарози, а редукуючі цукри завдяки своїм гігроскопічним властивостям сприяють відповідному збереженню вологості.

Промисловість виробляє декілька видів патоки.

Карамельна патока буває низькоцукреною, вищого і 1-го сортів. Вони відрізняються вмістом редукуючих речовин, а також температурою карамельної проби, масовою часткою золи і кислотністю.

Патока глюкозна високоцукрена містить 44-60% редукуючих цукрів у перерахунку на суху речовину і використовується для виготовлення варення, джемів, пастили, хлібобулочних виробів.

Декстрин – мальтозна патока – є складовою частиною рідких і сухих молочних сумішей для дітей раннього віку. Патока мальтозна містить не менше як 65% редукуючих цукрів (у перерахунку на мальтозу) і має коричневий колір, солодкий солодовий присмак, її використовують для приготування солодких страв, дитячих сумішей, пряників, деяких видів хлібобулочних виробів і в дієтичному харчуванні.

Залежно від сировини патока буває різна за кольором: вона може бути прозорою, жовтуватою, як мед і чорною (меляса). Світла патока готується з крохмалю.

Що стосується темної або чорної патоки (її ще називають меляса) її роблять з цукрової тростини або буряку. Відмінність тільки в тому, що патоку з цукрової тростини використовують як сироп, а бурякову виключно, як кормову добавку.

Меляса корисна для нашого організму, але якщо знати міру. До її складу входять такі мікроелементи, як: Фосфор, Кальцій, Калій, Магній, Натрій, Ферум і вітаміни групи В. Все це необхідно нашому організму для підтримки енергетичного тону. Якщо у є алергічна реакція на мед, то мед можна замінити мелясою. Але патока – це все ж таки сироп, нею не рекомендується зловживати людям з підвищеним вмістом цукру в крові.

Мелясу можна використовувати по-різному. Наприклад, в США і Канаді це просто сироп, який додається до панкейків або оладок. А виробництво чорного рому неможливо без чорної патоки. Зараз патоку широко використовують в кулінарії. При тому не тільки в кондитерських виробках. Вона додасть пікантну ноту м'ясу, соусам, першим і другим стравам. Патока підсилює смак будь-якої страви. Також її можна пити просто розбавивши в теплій воді, як енергетичний напій.

Цукровий сироп є одним з основних напівфабрикатів для виробництва горілок та горілок особливих; лікоро-горілчаних напоїв (кремів, лікерів, наливок, пуншів, настоянок, десертних та слабоалкогольних напоїв). При виробництві лікерогорілчаної продукції (особливо лікоро-горілчаних напоїв) цукровий сироп надає специфічну м'якість горілкам, формує приємну смакову

солодкість, сприяє асиміляції ароматичних речовин, надає лікерам та кремам в'язкості. Таким чином, навіть незначний сторонній запах меляси та присмак, підвищена кольоровість, не відповідність мікробіологічних або фізико-хімічних показників цукрового сиропу можуть призвести до смакоароматичних змін та зменшення стійкості лікєро-горілочаної продукції.

Згідно ДСТУ 3297 для приготування лікєро-горілочаних напоїв застосовують цукровий сироп – напівфабрикат, який готують змішуванням цукру з водою гарячим способом до масової частки сахарози 65,8% або 73,2%. – цукровий сироп інвертований – цукровий сироп, виготовлений гарячим способом з проведенням інверсії сахарози лимонною або молочною кислотою.

Інвертований цукровий сироп менше піддається кристалізації при змішуванні з водноспиртовими розчинами, має значно більшу солодкість, загальна маса його на 5,26% більше маси сахарози, з якої він утворюється, що дає змогу в напоях зменшити витрату цукру без погіршення їх якості. При кислотному гідролізі в молекулі сахарози проходить розрив кисневого мостика, приєднується вода і утворюється одна молекула глюкози і одна молекула фруктози з одночасним ростом сухого залишку (за рахунок приєднання води і збільшення сумарної молекулярної маси). За рахунок приєднання води по місцю розриву молекули сахарози збільшується вміст сухих речовин в сиропі. Теоретично при 100%-вій інверсії з 100 г сахарози утворюється 105,26 г інвертованого цукру.

З кислот використовують лимонну, молочну і соляну. При інверсії лимонною кислотою її вводять в сироп за температури від 95 °С до 100 °С – з розрахунку 0,08% до маси цукру. Молочну кислоту додають з розрахунку 4 кг 45%-вої хімічно чистої кислоти на 1 т цукру за температури сиропу 80°C; тривалість інверсії за цієї температури – 50 хв.

У кондитерському виробництві інвертний цукор використовують як антикристалізатор при приготуванні помадок, для покращення смаку і для уповільнення процесу черствіння кондитерських виробів. Інвертний цукор застосовують при виготовленні м'яких цукерок, помад, зефірів, жувальних гумок.

3.3 Експериментальна частина

Матеріали для дослідження: цукор білий 100-200 г, кислота лимонна, сода харчова.

Обладнання та лабораторний посуд: ваги, 2 водянні бані, посуд для приготування сиропу.

3.3.1 Виробництво інвертного цукрового сиропу.

Потрібно 70 г цукру, 35 г води, 0,4 г лимонної кислоти, 0,3 г соди. У посуд для приготування налити воду, висипати цукор і нагріти до кипіння. Коли цукровий сироп закипів і посвітлів, вогонь зменшити до мінімуму і висипати у сироп лимонну кислоту. Розмішати, коли кислота розчиниться, накрити посуд кришкою і варити 30 хв. на слабкому вогні (при 102-104 °С) під щільно закритою кришкою. Через 30 хв. зняти сироп з вогню і охолодити до 50°С. Соду розвести кип'яченою водою, води взяти мінімум, але її повинно бути достатньо для повного розчинення соди (~1 чайна ложка води). Розчин додати в остиглий сироп. Вміст посудини обережно (не енергійно) перемішати. Залишити посудину із сиропом і зачекати 15 хвилин, після цього інвертний сироп готовий.

Провести розрахунок виходу сиропу. За допомогою рефрактометра визначити масову частку сухих речовин у сиропі у %.

Зробити органолептичну оцінку отриманого продукту. Дані занести до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники

Зовнішній вигляд	Колір	Прозорість	Запах

Масова частка сухих речовин – , %

Вихід сиропу – , %

Скласти технологічну схему отримання інвертного цукрового сиропу.

3.4 Висновки: Порівняти отримані значення масової частки сухих речовин і вихід з літературними джерелами.

Контрольні питання

1. Що таке патока?
2. Яку сировину використовують для виробництва патоки?
3. З якою метою застосовують патоку у кондитерському виробництві.
4. Види патоки?
5. Яку патоку виробляють із застосуванням ферментів?
6. Які фізико-хімічні показники контролюють для патоки.
7. Як виробляють інвертний сироп?
8. Чим інвертний сироп відрізняється від патоки?
9. Де застосовують патоку у харчовій промисловості?
10. Застосування цукрових сиропів.

Лабораторна робота № 4

Технологія виробництва цукру

4.1 Мета: Виробити цукор з цукрового буряку, скласти технологічну схему його виробництва.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:
знати технологічні стадії виробництва цукру;
вміти скласти технологічну схему виробництва цукру.

4.2 Короткі теоретичні відомості

Цукрове виробництво об'єднує цукропісочне і цукрорафінадне виробництво.

Технологічна схема отримання цукру-піску складаються з наступних операцій: безперервне знецукрювання бурякової стружки, пресування жому, повернення всієї жонопресованої води в дифузійну установку, вапно-вуглекислотне очищення дифузійного соку, кристалізації і рафінація жовтого цукру.

Підготовка буряка до виробництва. Сахарозу витягують з буряка дифузійним способом (екстракцією), відповідно до закону Фіка. Для цього буряк подрібнюють у тонку стружку. Для прискорення процесу вилучення збільшується поверхня дотику екстрагента (води) та буряку і зменшується товщина бурякової стружки.

Отримання дифузійного соку. Отримання дифузійного соку засноване на явищі дифузії. Витягання сахарози з бурякової стружки проводиться в безперервно діючих дифузійних апаратах. Різниця концентрацій зберігається у всіх частинах апарата, що забезпечує максимальне витягання сахарози із стружки.

Дифузійний сік відбирається з нижньої частини апарата і поділяється на два потоки. Один потік – основна маса соку – відразу подається в теплообмінну частину ошпарювача для попереднього підігріву бурякової стружки, що має кімнатну температуру. При цьому сік охолоджується з 72 до 45-55°C і прямує на наступну технологічну операцію – очищення. Підігріта таким чином стружка в мішалці ошпарювача змішується з другою частиною дифузійною соку, що заздалегідь пройшов через теплообмінник і має температуру 85° С. Отримана сокостружечна суміш температурою 75° С надходить на дифузію в нижню частину апарата. Тривалість активної дифузії в апараті складає 75-80 хвилин.

Очищення дифузійного соку. Отриманий дифузійний сік містить 15-16%

сухих речовин (рН 6,0-6,5), з них 14-15% сахарози і близько 2% нецукрів. Усі нецукри (розчинні і нерозчинні) в тому чи іншому ступені затримують кристалізацію сахарози, збільшуючи втрати цукру з мелясою. Щоб їх позбутися, проводять очищення дифузійного соку вапном (дефекація) з подальшим видаленням його надлишку діоксидом вуглецю (сатурація).

Дефекація дифузійного соку. Обробку дифузійного соку вапном проводять в два етапи: попередня дефекація та основна дефекація.

Попередня дефекація дифузійного соку здійснюється за температури 85-90°C у апаратах-переддефекаторах.

Основну дефекацію дифузійного соку проводять зразу ж після попередньої дефекації у дефекаторах без попереднього фільтрування або підігріву соку. Основні понеси, які проходить під час основної дефекації – розкладання низки органічних нецукрів соку (амідів кислот, солей амонію, редукуючих речовин); омилення жирів, доосадження аніонів кислот і створення надлишку вапна, необхідного для отримання достатньої кількості CaCO_3 на 1 сатурації.

Сатурація дифузійного соку – обробка соку сатураційним газом, що містить 30-34% діоксиду вуглецю. Сатурація призначена для переведення вапна, яке міститься у дифузійному соку у нерозчинний стан (CaCO_3).

Фільтрування соку. Після сатурації сік направляють у відстійники, після яких 75-80% всього соку є рідиною, що містить тільки легку каламуть практично позбавлену осідання. Після відстійників сік зразу ж прямує на контрольне фільтрування.

Сульфітація соку. Для зниження кольоровості та лужності, фільтрований сік після сатурації обробляють діоксидом сірки в зрошувальних або рідинно-струменевих сульфітаторах.

Згущування соку випаровуванням, варіння і отримання кристалічного цукру. Спочатку сік згущують до вмісту сухих речовин 65%, при цьому сахароза ще не кристалізується, а потім після додаткового очищення в'язкий сироп уварюють до вмісту сухих речовин 92,5-93,5%, після чого відділяють кристали сахарози.

Очищений сироп, що містить 55-60% сухих речовин, надходить на подальше уварювання. Він містить велику частину нецукрів, які не вдалося виділити під час очищення дифузійного соку. Уварювання відбувається у чотири стадії: згущення сиропу до високої концентрації (коефіцієнт насичення 1,20-1,25); утворення кристалів після ведення до апарата затравки у вигляді цукрової пудри; нарощування кристалів і згущення утфелю (сиропу) до 92,5-93,5%. Утфель надходить до утфелемішалок, потім через утфелерозподільник

до центрифуги. Кристалічний цукор після центрифугування надходить до сушарок, а потім на пакування.

4.3 Експериментальна частина

Матеріали для дослідження: цукровий буряк (8 штук середнього розміру), вапняне молоко, подрібнена крейда, 10% розчин хлоридної кислоти, цукрова пудра.

Обладнання та лабораторний посуд: ваги, 2 водяні бані, 4 колби на 300-500 см³ закриті пробкою з газовідвідною трубкою, колби на 250 см³, термометри, 4 великі пробірки з гнучкими газовідвідними трубками, воронки для фільтрування 4 шт, фільтри, штативи з тримачами та кільцями для воронок.

4.3.1 Отримання бурякового соку

Вимити, висушити, зважити і подрібнити буряк. Налити в колбу 200 мл води, і помістити в неї буряк. Закрити колбу пробкою з трубкою. Нагріти розчин протягом 45 хвилин на водяній бані (температура 85⁰ С). Злити дифузійний сік в іншу колбу.

4.3.2 Очищення соку

До дифузійного соку додати 2 г вапняного молока і нагріти сік 10-15 хвилин на водяній бані (температура 85-90⁰С), весь час помішуючи розчин. Розчинні нецукри випадають в осад при нагріванні з вапном.

Злити сироп з осаду і в гарячий розчин пропустити вуглекислий газ. Для цього у велику пробірку внести подрібнену крейду, додати хлоридну кислоту, пробірку закрити пробкою з газовідвідною трубкою і пропустити вуглекислий газ через цукровий сироп. Пропускання вуглекислого газу називається сатурацією. Вуглекислий газ реагує з вапном, утворюється осад карбонату кальцію.

Зібрати установку для фільтрування. Сатурацію провести 3 рази, кожен раз відфільтровуючи осад карбонату кальцію і знову пропускаючи вуглекислий газ. Отриманий очищений сік, містить цукор.

4.3.3 Отримання цукру

Упарити отриманий розчин на водяній бані до згущування (вміст СР 70-80%). Додати до колби затравки у вигляді цукрової пудри. Залишити сироп кристалізуватися до наступного заняття. Злити розчин патока (меляси) над кристалами. Отримали не очищений цукор. Висушити отриманий цукор у сушильній шафі, зважити на терезах. Провести розрахунок виходу цукру. Зробити органолептичну оцінку отриманого цукру. Дані занести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники

Зовнішній вигляд	Запах і смак	Чистота розчину цукру

Вихід цукру – , %

4.4 Висновки За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про можливість і доцільність отримання цукру з обраної сировини.

Контрольні питання

1. Яку сировину використовують для виробництва цукру?
2. Назвіть основні технологічні операції цукрового виробництва.
3. З якою метою проводять операцію дефекації?
4. Що включає процес сатурації?
5. З якою метою здійснюється операція сульфитації?
6. Охарактеризуйте процес уварювання цукрового сиропу.

Лабораторна робота № 5

Застосування сучасних структуроутворювачів у виробництві фруктових десертів

5.1 Мета: дослідити особливості застосування структуроутворювачів природнього походження при розробці рецептур нових видів фруктових десертів.

5.2 Короткі теоретичні відомості. Сучасні технології вимагають пошуку нових рішень. Застосування в сучасних харчових технологіях гідроколоїдів дозволяє розширити асортимент гелеподібної структури – соуси, мармелади, джеми та інших. Драглеутворювачі природнього походження досить різноманітні – пектин, агар-агар, агароїд, трагакант, карагенан, фурцеларан та інші.

У відповідності до сучасних уявлень **пектинові речовини** – це полісахариди з лінійною структурою. Молекулярний ланцюг пектинових речовин побудований із залишків D-галактуронової кислоти у піранозній формі, з'єднаних між собою 1,4- α -глікозидним зв'язком (рис.5.1).

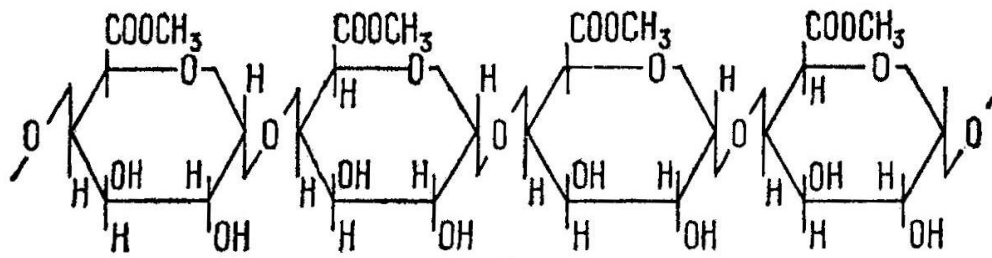


Рисунок 5.1 – Структурна формула пектину

Важливою властивістю пектинових речовин, яка визначає широкий спектр використання їх в харчовій промисловості, є здатність до утворення студнів.

Ця властивість залежить від:

- молекулярної маси пектину;
- ступеню естерифікації його молекули і вмісту функціональних груп;
- концентрації цукру в розчині;
- кількості баластних речовин, супутніх даному пектину;
- температури;
- рН середовища.

Вплив молекулярної маси пектину. Для того, щоб утворення студню було можливим, пектинова молекула повинна мати визначені розміри. Встановлено, що пектин з молекулярною масою від 150000 до 200000 характеризується високою здатністю до утворення студню.

Вплив ступеню естерифікації молекули пектину. В залежності від ступеню естерифікації молекули пектину розрізняють два види студнів.

Кислотно-цукрові пектинові студні утворюються водневими зв'язками за участю недисоційованих вільних карбоксильних груп. Такий тип студнів характерний для високоестерифікований пектинів (рис 5.2).

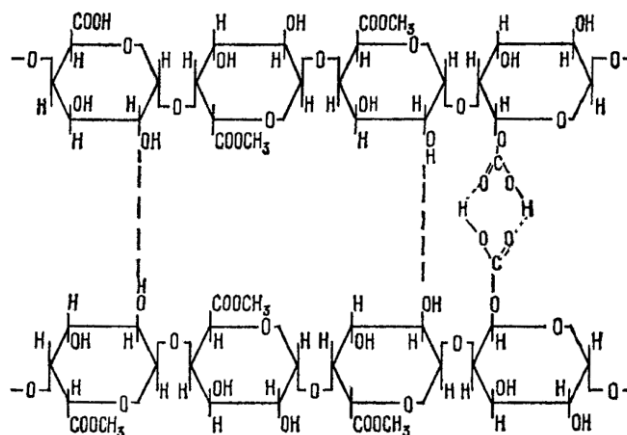


Рисунок 5.2 – Структура студня високометоксильованого пектину.

Низькоестерифіковані пектини утворюють студні лише в присутності йонів Ca^{2+} (рис. 5.3). При цьому молекули пектину взаємодіють між собою за рахунок вільних карбоксильних груп, які зв'язуються йоном Кальцію в міцний каркас. Такі студні називають йонозв'язаними.

Крім вище зазначених основних типів, можливе утворення студнів проміжного типу. Вони містять і цукор, і Кальцієві йони. Такі студні характерні для пектинів із ступенем естерифікації 50% (для бурякового пектину).

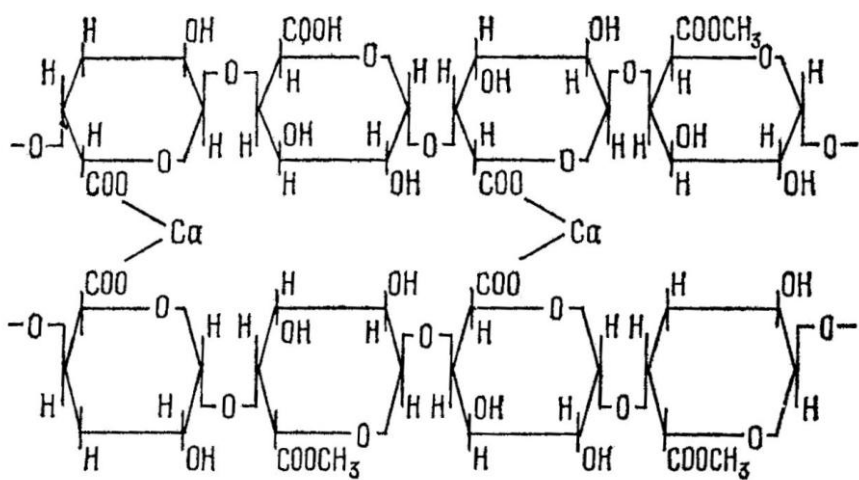


Рисунок 5.3 – Структура студня низькометоксильованого пектину.

Вплив цукрів на утворення студнів. Цукор в процесі утворення студня виконує функцію дегідратуючої речовини. Здатність до гідратації у різних цукрів – сахарози, глюкози, мальтози різна і визначає характер впливу на в'язкість пектинових розчинів. Найбільша міцність студня досягається при додаванні сахарози, найменша – мальтози.

Для утворення міцного студня в трьохкомпонентній системі пектин – цукор – кислота необхідне їх оптимальне співвідношення, яке не має абсолютного характеру, а залежить від виду пектину. Саме вид пектину визначає межі співвідношення компонентів рецептурної суміші. На практиці оптимальним є приблизне співвідношення: пектин : цукор : кислота = 1 : 60 : 1.

В залежності від умов, за яких утворюються студні, їх структура формується за участю різної кількості різноманітних зв'язків. Додана для утворення студня кислота витісняє катіони з пектинової молекули; створює

вільні карбоксильні групи; зменшує їх дисоціацію, нейтралізуючи електростатичні сили відштовхування між молекулами пектової кислоти.

Найбільш міцні студні утворюються в присутності лимонної, винної і триоксиглутарової кислот.

Присутність баластних речовин, зв'язаних з пектином валентними зв'язками, призводить до зміни конформації його молекули і негативно впливає на процес формування і міцність студня.

Утворення студнів залежить від рН і температури процесу. Для високоестерифікованих пектинів максимальна міцність студня досягається при рН 3,0-3,3, а для низькоестерифікованих – при рН 2,5-2,8. Зниження рН на 1/10 може призводити до підвищення оптимальної температури на 5⁰С.

Суттєво на процес утворення студнів впливає хімічна будова макромолекули пектину. Пектова кислота, в якій всі залишки галактуронової кислоти мають карбоксильні групи, нерозчинна у воді і не характеризується здатністю до утворення студня.

Пектин є поверхнево-активною речовиною і характеризується емульгуючою і піноутворюючою властивостями.

В'язкість емульсії пектину з жиром різко зростає із збільшенням концентрації емульгатора і жиру. При збільшенні концентрації жиру в'язкість також збільшується.

Альгінові кислоти і альгінати не містяться в наземних рослинах, їх джерелом є лише морські водорості. *Альгінова кислота* – аналог пектинової кислоти. Вона складається із залишків β-D-мануронової і α-D-гулууронової кислот, з'єднаних β-глікозидними зв'язками (рис. 5.4). У водоростях альгінова кислота присутня у вигляді солей кальцію, магнію, натрію, калію і складає до 30% сухої маси водоростей.

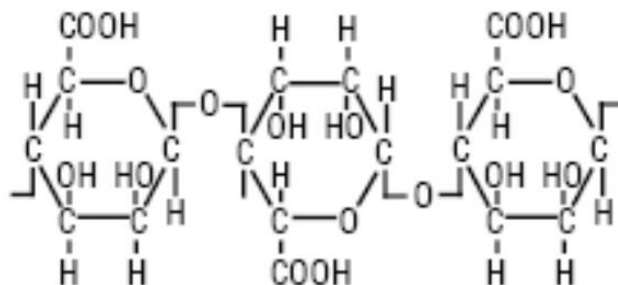


Рисунок 5.4 – Структура альгінової кислоти.

Альгірати натрію як загусники використовуються в технологіях соусів і різних приправ до салатів, молочних десертів, супів, напоїв, інстант-продуктів, хлібопекарської продукції; як речовини, що утворюють термонеоборотні гелі, – у технологіях виробництва кондитерських виробів, джемів, конфітурів, кормів для домашніх тварин; як стабілізатори – у харчових емульсіях, морозиві, фруктових напоях, кисломолочних продуктах, шоколадному молоці. Альгірати також мають суміжну технологічну функцію стабілізатора, оскільки підвищення в'язкості дисперсної харчової системи у разі введення до неї альгірату або перетворення такої системи на слабкий гель при низьких концентраціях гелеутворювача, запобігає її розділенню на початкові компоненти (наприклад, випадінню в осад твердих часток, перемішаних у рідкому дисперсійному середовищі). Із вищевикладеного можна зробити висновок, що кожен вид альгірату натрію характеризується певними фізико-хімічними та функціональними властивостями, які слід урахувати під час вибору сировини у виробництві харчових продуктів на її основі.

Альгірати мають лікувально-профілактичну дію. Так, дослідження, що проводились більш ніж у 10 країнах світу, показали, що найбільш безпечною та ефективною речовиною, яка поєднує здатність скріплення і виведення з організму інкорпорованих радіонуклідів і важких металів, а також лікувально-профілактичні властивості при зовнішній дії радіації, є альгірати. Основні переваги структурованих продуктів з використанням альгіратів полягають у тому, що їм можна надавати необхідної форми і текстури, вони стійкі під час нагрівання та охолодження, мають високі смакові показники та характеризуються лікувально-профілактичними властивостями.

Агар-агар. Назва цього полімеру має малайзійське походження і означає «желюючий продукт харчування з водоростей».

Основу агар-агара складає *агароза*, молекула якої характеризується повторюваною структурою дисахариду, побудованою з β -D-галактопіранози і 3,6-ангідро- α -L-галактопіранози, з'єднаних зв'язками $\beta \rightarrow 1,4$ і $\alpha \rightarrow 1,3$ (рис.5.5).

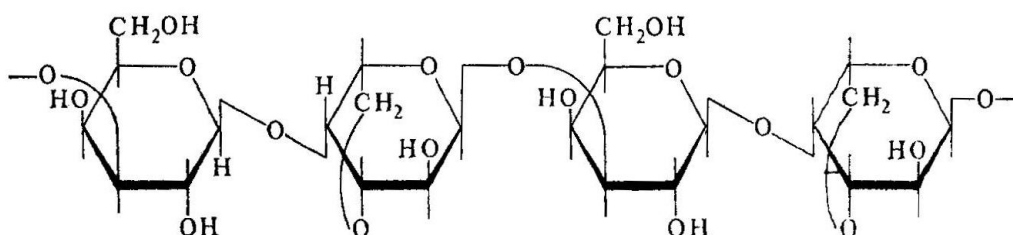


Рисунок 5.5 – Структура агарози.

Агар-агар має статус харчової добавки, для якої допустима добова доза не обговорюється, що вказує на відсутність обмежень його харчового використання. При виробництві різних харчових продуктів агар-агар використовується в кількості 0,07-1,4%. Його рекомендується використовувати в якості згущувача при виробництві емульсійних продуктів, кремів, заливок, в якості утворювача студня – в кондитерській промисловості і кулінарному виробництві, а також в фармацевтичній і мікробіологічній промисловості.

Іншим структуроутворюючим біополімером, основу якого складає агароза, є **агароїд**.

До складу молекули агароїду входить 22-40% сульфокислотних груп і 3-5% карбоксильних груп, тоді як в молекулі агар-агару їх кількість 2-5 і 20-25% відповідно.

Відмінності в структурі полімерів визначають і різну гелеутворюючу здатність, яка у агароїда виражена в 2-3 рази слабкіше. Агароїд, крім того, має нижчі температури плавлення і застигання, меншу хімічну стійкість. Сировиною для отримання агароїду слугує чорноморська філофора (*Phyllophora nervosa*), в якій міститься його 20-27%.

Трагакант – суміш кислих і нейтральних полісахаридів. У головному ланцюзі містять уронові кислоти.

Використовується трагакант в якості згущувача. Зазвичай, як згущувач в кількості від 5 до 30 г/кг можна зустріти в складі:

- кислих заливок і соусів, так як речовина не втрачає емульгуючих властивостей при підвищеному рівні рН;
- ароматизованих напоїв на основі какао-порошку (наприклад, шоколадне молоко): підвищує щільність ефірних масел, не дозволяє частинкам накопичуватися на поверхні рідини, створює однорідну текстуру;
- фруктових начинок для випічки (зберігає високу в'язкість при нагріванні);
- жельованих покриттів для фруктів: навіть сильно розбавлена камедь утворює міцну плівку, стійку до механічного впливу і перепадів температури.

Трагакант користується великим попитом у кондитерів. На основі речовини роблять мастику для покриття тортів і моделювання, яка не схильна до розтріскування, відрізняється міцною текстурою і підвищеною еластичністю.

Карагенани являють собою суміш гідроколоїдів, отриманих із червоних морських водоростей – (*Chondrus crispus*). Карагенан утворюється з сольових розчинів калію, натрію, магнію і кальцієвих сірчистих ефірів галактози і 3,6-ангідрогалактози.

Карагенани, сульфатовані полісахариди, зустрічаються тільки в червоних морських водоростях, не мають аналогій серед інших рослинних полісахаридів і знаходять широке застосування як в фармацевтичній, так і в харчовій промисловості. Виробничий інтерес до карагенанів зумовлений їх здатністю утворювати гелі, збільшувати в'язкість водних розчинів, а також їх різнобічною біологічною активністю.

Відомо декілька типів карагенанів, які умовно можна розділити на так звані *желюючі* (каппа і йота-карагенан) і *нежелюючі* (лямбда). В кожному рослинному виді можуть бути присутні декілька типів карагенанів.

Модифіковані крохмалі завдяки своїм особливим властивостям також знаходять широке застосування у різних галузях харчової промисловості завдяки їх зміненим властивостям, параметрам клейстеризації та реологічним характеристикам драглів.

Фурцеларан, або датський агар – це полісахарид, який отримують з червоних водоростей (*Furcellaria fastigiata*), з властивостями як у карагенану. В його молекулі присутня етернозв'язана сульфатна кислота, в кількості однієї сульфатної групи на три-чотири галактозних залишки. Структурна формула фурцеларану аналогічна формулі карагенану, але на відміну від нього містить менше сірки. Фурцеларану характерні всі властивості, що й карагенану.

Експертний комітет по харчовим добавкам визначив для фурцеларану допустиму добову норму до 75г на 1 кг маси тіла.

Фурцеларан (вищого сорту) повинен мати вологість не більше 18%, зольність – не більше 14%. Показники фізичних властивостей студнів і розчинів, які містять 2,5% сухого фурцеларану повинні бути наступними: температура топлення не нижче 65⁰С, температура застигання не менше 23⁰С.

Фурцеларан використовують при виготовленні ароматизованих молочних напоїв, желе та ін.

5.3 Експериментальна частина

Завдання на виконання роботи: визначити вихідні характеристики сировини, приготувати фруктові десерти з використанням різних драглеутворювачів природнього походження. Оцінити отримані продукти.

Обладнання і хімічний посуд: ваги технічні; іономір лабораторний; електроплитки: ємності для уварювання; лопатки дерев'яні; рефрактометр; водяна баня; секундомір; віскозиметр, хімічні стакани на 50, 100 см³.

Сировина і матеріали: сировина сік сливовий, вишневий, апельсиновий або інш. – по 400 г; цукор – 200 г, драглеутворювач – пектини, агар-агар, агароїд, карагенан, фурцеларан, крохмалі модифіковані та інші драглеутворювачі у кількості по 25 г.

5.3.1 Порядок виконання роботи

1. Згідно індивідуального завдання викладача студенти з *літературних джерел* знайомляться з технологічними характеристиками наданих драглеутворювачів, досліджують їх органолептичні та фізико-хімічні властивості.
2. Команда студентів отримує індивідуальне завдання по виготовленню десерту.
3. Оцінюють сировину (сік) за органолептичними та фізико-хімічними показниками.
4. Команда студентів опрацювавши літературні дані, складають принципovu схему, аналізують технологічні процеси та приймають оптимальні рішення.
5. Розробляють оптимальну рецептуру.
6. Згідно рецептури виготовляють десерт.
7. Оцінюють його органолептичні та фізико-хімічні показники.
8. Проводять дегустаційну оцінку та порівняння виготовлених зразків.
9. Розраховують норми витрат сировини і матеріалів, встановлюють відсоток витрат та відходів по кожній технологічній операції.
10. Проводять розрахунок вартості сировини на 1000 кг готової продукції за кожною рецептурою.
11. Роблять загальні висновки.

5.3.2 Методика виконання роботи

5.3.2.1 Сировину (сік) досліджують за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Результати зводять у таблицю 5.1.

Визначення вмісту сухих речовин

Після перевірки приладу на суху поверхню вимірювальної призми скляною паличкою наносять 1...2 краплі аналізованої рідини, не дотикаючись до неї, закривають верхню кришку камери. Результат визначають на шкалі показань відсотків сухих речовин за положенням лінії поділу. Якщо досліджуваний продукт являє собою масу, що включає в себе тверді частинки, то кладуть невелику кількість цього продукту у складену вдвоє марлю. Повільним натискуванням на марлю вичавлюють з неї сік. Перші дві краплі відкидають, а третю і четверту наносять на призму і проводять вимірювання. Під час дослідження темнозбарвлених продуктів або таких, у яких важко відокремити тверду фазу, беруть наважку масою 5...10 г і змішують її в фарфоровій ступці приблизно з 4 г кварцового піску і дистильованою водою в об'ємі, що дорівнює масі взятої наважки. Суміш швидко і ретельно розтирають фарфоровим товкачиком і невелику кількість цієї суміші проціджують через подвійний шар марлі. Перші дві краплі відкидають, а потім знімають показання рефрактометра. У розрахунку сухих речовин враховують розведення в 2 рази.

Таблиця 5.1 – Органолептичні та фізико-хімічні показники сировини

№ п/п	Показник	Значення
1	Зовнішній вигляд	
2	Колір	
3	Аромат	
4	Смак	
5	Вміст розчинних СР, %	
6	pH	

Визначення рН. Для визначення рН використовують рН-метри або універсальні іонометри. Перед проведенням, вимірювань електроди ретельно промивають дистильованою водою і налаштовують прилад за буферними розчинами, приготовленими із фіксаналів. Для проведення вимірювань активної кислотності з підготовленого зразка в склянку місткістю 50 см³ відбирають таку кількість продукту, яка б забезпечувала занурення електродів.

Величину рН визначають за шкалою, коли шкала приладу зупиниться. Відлік результатів проводять з точністю до 0,1. Вимірювання рН повторюють три рази, кожного разу виймаючи електроди з розчину і під час вимірювання знову занурюючи їх в розчин. Величину рН знаходять як середнє арифметичне трьох повторних вимірювань для кожного зразка соку.

5.3.2.2 Проводять оцінку виданих викладачем гідроколоїдів за їх органолептичними та фізико-хімічними показниками. Результати досліджень зводять у таблицю 5.2.

Визначення вязкості гідроколоїдів проводять відповідно до методики описаної у лабораторній роботі №2.

Визначення температури драглювання. Приготувати 1% розчин драглеутворювача, підігріти розчин до повного розчинення драглеутворювача на водяній бані. Охолодити розчин, визначити температуру початку садки драглеутворювача.

Таблиця 5.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники драглеутворювача

№ п/п	Показник	Значення
1	Зовнішній вигляд	
2	Колір	
3	Аромат	
4	В'язкість 1%-ого розчину	
5	Температура драглювання, 1%-ого розчину °С	

5.3.2.3 Приготувати фруктовий десерт (кожна команда студентів може запропонувати свою рецептуру). Інгредієнти: 400 мл сливового (або будь-якого іншого) соку, 20 г драглеутворювача, 200 г цукру.

Приготувати 3-4 десерти, використавши різні драглеутворювачі (агар-агар, пектин, карагенан, фурцеларан тощо). Під час приготування врахувати технологічні особливості використання дораглеутворювача (інформацію отримати з літературних джерел).

Виготовлені зразки десертів досліджують за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Також виставляють бальну оцінку. Результати досліджень зводять у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники десерту

№ п/п	Показник	Значення	Бальна оцінка
1.	Зовнішній вигляд		
2.	Колір		
3.	Аромат		
4.	Смак		
5.	Вміст розчинних СР, %		–

Рецептуру зводять у таблицю 5.4

Розрахувати собівартість 100 г десерту за витратами сировини і зробити висновок про відповідність ціни та якісних показників отриманих продуктів, обирати найдоцільніший варіант.

Таблиця 5.4 – Рецептури для виготовлення 100 г десерту

Сировина	Масова доля сухих речовин, %	Витрати сировини, г	
		в сухих речовинах	в натурі
Разом			

5.4 Висновок: Роблять загальні висновки про те, як відповідний драглеутворювач впливає на якість та собівартість готового продукту.

Контрольні питання

1. Які відмінні характеристики мають пектинові речовини?
2. Які основні показники якості пектинових речовин?
3. Яким чином на якість желе впливає ступінь етерифікації пектинових речовин?
4. Які умови желювання для інших гідролоїдів?
5. Яким чином можна надати десерту певних дієтичних чи профілактичних властивостей?

Рекомендована література

1. Челябієва В.М. Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості : Конспект лекцій для студентів спец. 181 "Харчові технології" // Укл.: В.М. Челябієва, О.І. Сиза, О.М. Савченко. – Чернігів : ЧНТУ, 2018. – 123 с.
2. Загальні технології харчових виробництв : підруч. / В.А. Доморецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко, Л.М. Хомічак, О.О. Василенко, І.В. Мельник, Л.М. Мельник. – К.: Університет «Україна», 2010. – 814с.
3. Imeson. A. Food stabilisers, thickeners and gelling agents. – Oxford, UK: Wiley-Blackwell. – 2010. – 260 p.
4. Філінська А.О. Конспект лекцій з дисципліни «Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості» для студентів напрямку підготовки 6.051701 – Харчові технології та інженерія, спеціальності – Технологія жирів та жирозамінників / А.О.Філінська, О.В.Черваков, Т.Г.Філінська. – Дніпропетровськ: ДВНЗ "УДХТУ". – 2012. – 101с.