

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Кафедра харчової
біотехнології і хімії**

**Методичні вказівки
до лабораторних робіт з курсу
„Інноваційні технології галузі”
(Частина 1)**

**Тернопіль
2010**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Кафедра харчової
біотехнології і хімії**

**Методичні вказівки
до лабораторних робіт з курсу
„Інноваційні технології галузі”
для студентів - магістрів
спеціальності 8.05170107 “Технології зберігання,
консервування та переробки плодів і овочів”
(Частина 1)**

**Тернопіль
2010**

Методичні вказівки розроблені у відповідності з навчальним планом спеціальності 8.05170107 “Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів”

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Мельнічук О.Є.
канд. техн. наук, доц. Гащук О.І.
канд. біол. наук, доц. Сельський В.Р.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Шинкарик М.М.

Відповідальний за випуск: д-р. біол. наук, проф. Юкало В.Г.

Методичні вказівки розглянуті на засіданні кафедри харчової біотехнології і хімії.

Протокол № _____ від _____ 2010р.

Методичні вказівки схвалені та рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії факультету переробних та харчових виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Протокол № _____ від _____ 2010р.

Методичні вказівки схвалені та рекомендовані до друку на засіданні методичної ради Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Протокол № _____ від _____ 2010р.

Вказівки складені з врахуванням матеріалів літературних джерел приведених у переліках.

Зміст

Вступ	5
1. Лабораторна робота №1	
Якісні показники пектинових препаратів	6
2. Лабораторна робота №2	
Вивчення факторів, які впливають на драглеутворення	
фруктової продукції	14
3. Лабораторна робота №3	
Дослідження желеутворюючої здатності плодово-ягідного	
желе	23
Перелік літературних джерел	31

Вступ

Методичні вказівки складені на основі програми курсу «Інноваційні технології галузі» для студентів спеціальності 8.05170107 «Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів»

Перед виконанням лабораторних робіт студенти повинні самостійно вивчити теоретичний матеріал відповідного розділу курсу.

У результаті проходження лабораторного практикуму студентам необхідно знати:

=> суть методу аналізу, а також реактиви, прилади, що використовуватимуться для проведення аналізу;

=> правила безпечної роботи в хімічній лабораторії;

Студентам необхідно уміти:

=> обробляти одержані результати;

=> давати оцінку якості проби, що аналізується, згідно з вимогами діючих стандартів.

З метою контролю знань студентів після кожного заняття проводиться опитування та захист лабораторних робіт і перевірка оформлення протоколу.

Практикум завершується заліком.

Лабораторна робота № 1 ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПЕКТИНОВИХ ПРЕПАРАТІВ

1 Мета й завдання роботи: вивчення основних якісних показників, які характеризують здатність пектинових препаратів і можливості їх застосування в консервній промисловості. Визначення активності.

У результаті виконання лабораторної роботи студент повинен:

знати: класифікацію і будову пектинових речовин: методи визначення якісних показників препаратів і активності ферментів.

уміти: підготувати препарати для дослідження, визначити основні показники якості пектинових препаратів і активності ферментів.

2 Теоретична відомості

В залежності від свого походження пектини можуть відрізнятися один від одного за хімічним складом, що проявляється в їх кількісно-хімічних характеристиках. За загальноприйнятими уявленнями молекула пектину складається із залишків галактуронової кислоти, які зв'язані один з одним α -1,4 – глікозидними зв'язками і містять карбоксильні групи, частина яких етерифікована метанолом. Вільні, неетерифіковані карбоксильні групи обумовлюють кислий характер пектинових речовин. Саме через це пектинові речовини відносяться до групи кислих полісахаридів.

Відмінності між пектинами, які містяться в різних видах плодів і овочів, визначаються такими фізико-хімічними характеристиками:

- відносною молекулярною (еквівалентною) масою (ЕМ)(від 30000 до 500000, що відповідає інтервалу від 150 до 2500 одиниць галактуронової кислоти), яка показує в якій масі (г) пектину міститься 1 моль вільних -COOH. Цей показник вказує на розмір молекул;
- ступенем етерифікації (СЕ) карбоксильних груп

Перелік літературних джерел

1. Аймухамедов Г.Б. Свойства и применения пектиновых сорбентов. / Г.Б. Аймухамедов, Д.З.Алиева, Н.П. Шелухина [Текст]. – Фрунзе : изд. Илим. – 1984. – 246 с.
2. Андреев В.В. Способы получения и применения различных типов яблочного пектина. / В.В. Андреев, Л.П. Парашкова, И.В. Науменко [Текст]. – М . : ЦНИИТЭИ Пищепром. – 1981. –С. 23 – 28.
3. Гециу М.М. Пектиновые вещества в жидких пищевых продуктах и регулирование их содержания адсорбционным методом. / М.М. Гециу, М.А. Кердиваренко [Текст]. – Кишинев: Политехнический институт им. С. Лазо. – 1987. – 176 с.
4. Технология консервированных плодов, овощей, мяса и рыбы / А.Ф. Фан-Юнг, Б.Л.Флауменбаум, А.К.Изотов и др. [Текст]. – М. : Пищ. пром-сть, – 1980. – 336 с.
5. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва [Текст] / Б.Л.Флауменбаум, А.Т.Безусов, В.М.Сторожук, Г.П.Хомич. – Одеса : Друк, –2006. – 400 с.
6. Самсонова А.Н. Новое в ассортименте и производстве фруктовых консервов. / А.Н.Самсонова [Текст] – М . : Пищ. пром-сть, – 1976. – 168 с.

Таблиця 3

№ зразка	Масова частку сухих розчинних речовин,	Титрована кислотність	Міцність утвореного желе, Па

Аналізуючи отримані дані, роблять висновок про ефективність методів визначення желе утворюючої здатності плодово-ягідного пюре.

Порівнюють отримані значення по якісному та кількісному методах визначення желеутворюючої здатності пюре і роблять висновок про фактори, які зумовлюють міцність і стійкість утвореного желе.

6 Оформлення протоколу

Протокол до лабораторної роботи необхідно оформити в такому порядку:

- 1 Теоретична частина, мета роботи.
 - 2 Методика і техніка виконання роботи.
 - 3 Експериментальна частина, яка містить результати дослідів (таблиці).
- Висновки.

7 Запитання для самоперевірки

- 1 Які фактори зумовлюють міцність і стійкість драглів?
- 2 Принцип роботи пристрою Валента.
- 3 Подайте характеристику явища синерезису.

метанолом (виражається в процентах етерифікованих карбоксильних груп); показує відношення числа метоксильованих ланок полігалактуронової кислоти до їх загальної кількості в препараті. Процент етерифікованих груп складає: в яблуках – 95,3; грушах – 72,2; вишнях – 55,44; сливах – 93,4; полуниці – 70,3 і т.д.

- уміст у пектині інших сахаридів у вигляді супутніх компонентів: арабіноза, галактоза, рамноза, ксилоза і ін., які відносяться до нейтральних полісахаридів). Всі вони повинні бути ковалентно зв'язані з полігалактуроновою кислотою. Уронідна частина виражається в процентах (%).
- умістом метоксильних груп, в процентах: в повністю метоксильованому пектині (SE=100%) вони складають 16,32;
- умістом ацетильних груп, в процентах (%);
- драглеутворюючою або желуючою здатністю, яку виражають в градусах желювання або одиницях желювання.

Одна желуюча одиниця (ЖО) відповідає такій масі пектину (г), яка із сахарозою масою 1 г утворює стандартний гель, який має міцність 312 мм ССІ₄ Т.Б. Масова частка сухих речовин стандартного гелю – 60 % при активній кислотності – 3,0. Сухий торговий пектин має драглеутворюючу здатність рівну 100...300 желуючих одиниць.

Швидкість драглеутворення, яка характеризується тривалістю переходу пектинового розчину в драглеподібний стан, виражається у хвилинах і залежить від природи пектинових речовин різних плодів і овочів.

Таблиця 1 - Номенклатура пектинових речовин

№ з/п	Назва	Хімічна характеристика
1	Пектинова кислота	Нерозчинний у воді полімер – гомолог- полігалактуронова кислота побудована із залишків ланок галактуронової кислоти
2	Пектати	Солі полігалактуронової (пектової) кислоти, наприклад, розчинний у воді пектат натрію або нерозчинний у воді пектат кальцію
3	Пектини	Частково або повністю оксиметильована полігалактуронова кислота; високоетерифікований пектин більше 50%; низькоетерифікований пектин менше 50 %.
4	Пектинати	Солі не повністю етерифікованих пектинів.
5	Протопектин	Нерозчинний у воді природний пектин з приєднаними за допомогою поперечних зв'язків металевими іонами з високою ступенем окислення та іншими сполуками.
6	Пектинові речовини	Загальна назва сполук п. п. 1-5

У присутності цукрів і кислот при активній кислотності середовища в межах рН від 3,1 до 3,5 пектин утворює драгли. Желююча здатність пектину є однією із фізико-хімічних властивостей. Поведінка пектинових речовин має важливе значення в процесах технологічної переробки плодів і овочів.

Наприклад: "розварювання" плодів і овочів пов'язане із розпадом пектинових речовин. Пектинові речовини складають 50 % колоїдів м'якоти більшості плодів. Все наведене вище визначає актуальність вивчення пектинових речовин.

Валента. Міцність желе перевіряють при постійному збільшенні навантаження на поверхню проби до дії прориву насадкою. Форми з утвореним желе ставлять на основу пристрою Валента. На поверхню готової маси желе (в центр форми) обережно опускають грибоподібну насадку. Після натискають на важіль і пісок висипається із вантажної склянки у склянку для приймання піску доти, поки насадка не прорве поверхню проби та не зануриться у неї. Важіль піднімають, припиняючи поступлення піску. Склянку з піском зважують і визначають масу піску. Міцність желе визначають у Паскалях за формулою 2

$$P = \frac{m \times g}{S} \quad (2)$$

m – сумарна маса навантаження, кг, що визначається за формулою 3

$$m = m_1 + m_2 \quad (3)$$

m₁ - маса піску, кг;

m₂ – маса рухомої системи, кг;

g – прискорення вільного падіння, g = 9,8 м/с²;

S – робоча площа поверхні грибоподібної насадки, 2 · 10⁻⁴ м².

За кінцевий результат випробувань приймають середнє арифметичне значення п'яти паралельних вимірювань, допустима відносна розбіжність між якими не повинна перевищувати 15% (P = 0,95).

5 Обговорення результатів роботи

У результаті проведених дослідів визначають основні показники якості плодово-ягідного пюре: масову частку сухих розчинних речовин, титровану кислотність та міцність утвореного желе.

Отримані дані заносять в таблицю 3.

$$X = \frac{m \times X_1}{m_1}, \quad (1)$$

m – наважка пюре (див. таблицю 1), г;

X_1 – титрована кислотність пюре, %;

m_1 – маса нетто желе, г.

Таблиця 2

Масова частка титрованих готової маси в перерахунку на лимонну кислоту, %	частка кислот в лимонну	Кількість розчину лимонної кислоти, що вносять см ³ , для	
		желе	пату
0,2		1,6	–
0,3		1,4	2,0
0,4		1,1	1,7
0,5		0,8	1,4
0,6		0,5	1,1
0,7		0,3	0,8
0,8		0,1	0,6
0,9		–	0,3
1,0		–	0,1

Продовжують варіння при постійному перемішуванні до отримання маси нетто для желе 165,0 – 165,5 г. Якщо маса нетто менша ніж вказана, то варіння починають спочатку, не допускаючи переварювання.

Якісний метод

Зварену масу для визначення здатності уварювати желе розливають у п'ять металевих форм, які поміщають у ємність з постійним підтриманням температури води (20±1) °С і охолоджують 25 хв.

Проба вважається задовільною, якщо желе буде пружним, легко діставатися із форми і зберігати свої контури.

Кількісний метод

Кількісний метод проводять з допомогою пристрою

3 Обладнання, прилади, матеріали

- 1 Ваги лабораторні технічні, з класом точності 2, з найбільшою межею зважування 200 г. 2 шт.
- 2 Колби конічні місткістю 500 см³ 12 шт.
- 3 Палички скляні для перемішування (довжина 250 мм, діаметр 3 мм). 12 шт. -
- 4 Бюретки скляні місткістю 50 см³ 2 шт.
- 5 Стакани скляні місткістю 50 см³ 12 шт.
- 6 Піпетки скляні місткістю 25 см³ і 50 см³ 12 шт.
- 7 Лійки скляні 2 шт.
- 8 Пектин за ОСТ НІ-3-82 5 г.
- 9 Спирт етиловий ректифікат 50 см.
- 10 Фіксанал с(NaOH)eg = 0,1 моль/дм³ за 2 шт.
- 11 Фіксанал с(HCl)eg = 0,1 моль/дм³ чи с(H₂SO₄) eg = 0,1 моль/дм³ 2 шт.
- 12 Фенолрот (індикатор) водний розчин [ω(фенолрот) = 1%] 10 см.
- 13 Вода з дистильована.

4 Методика і техніка виконання роботи

Підготовка маси досліджуваного пектину для визначення якісних показників.

Хід роботи:

На технічних вагах зважують дві наважки пектину масою по 0,5+0,001 г (a_1 і a_2). Кожну масу дослідного пектину кількісно переносять в конічну колбу місткістю 500 см і зволожують за допомогою етилового спирту об'ємом 3 см³ (стараючись рівномірно зволожити всю досліджувану масу), ретельно збовтують і через декілька хвилин доливають дистильовану воду об'ємом 100 см³ кімнатної температури, ще раз енергійно розмішують за допомогою скляної палички протягом 1 год. до повного розчинення пектину.

Паралельно готують контрольну пробу: в колбу

місткістю 500 см³ вносять етиловий спирт об'ємом 3 см³ і дистильовану воду об'ємом 100 см³ і розмішують.

Для визначення еквівалентної маси (ЕМ) вільні карбоксильні групи пектину (-COOH) відтитровують розчином гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ в присутності індикатора фенолрот (водний розчин з масовою часткою 1%) до слабо рожевого забарвлення. При цьому на титрування пішов розчин гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ об'ємом V_1 і V_2 см³. Паралельно відтитровують контрольну пробу. На неї витрачений розчин гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ об'ємом $V_{\text{к}}$ см³. Кількість луку, втраченого на нейтралізацію пектинових речовин, визначають за формулою

$$V_1 - V_{\text{к}} = V_3 \text{ і } V_2 - V_{\text{к}} = V_4, \quad (1)$$

Звідси: 1) V_3 см³ нейтралізує a_1 г пектину

1 см нейтралізує x_1 г пектину

2) V_4 см³ нейтралізує a_2 г пектину

1 см нейтралізує x_2 г пектин у

Розрахунок: $m_1 = \frac{a_1}{V_3}$ і $m_2 = \frac{a_2}{V_4}$, г

де m_1 і m_2 – маса пектину, яка нейтралізується розчином гідроксиду $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ об'ємом I мл.

У 1 см³ розчину гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ міститься 0,0001 г/екв гідроксиду натрію (NaOH), який буде нейтралізований 0,0001 г/екв вільних карбоксильних груп (-COOH), які містяться в масі пектину m_1 і m_2 . Тоді 1 г/екв гідроксиду натрію (NaOH) буде нейтралізувати 1 г/екв вільних карбоксильних груп (-COOH), який міститься в масі пектину m_1 10000 г і m_2 -10000.

Таблиця 1

Масова частка розчинних сухих речовин у поре, %	Наважка поре, г	Кількість доданої води, см ³	Масова частка розчинних сухих речовин у поре, %	Наважка поре, г	Кількість доданої води, см ³
9,0	111,0	0	13,4	74,6	25
9,2	109,0	0	13,6	73,5	27
9,4	106,0	0	13,8	72,5	28
9,6	104,0	0	14,0	71,4	29
9,8	102,0	0	14,2	70,4	30
10,0	100,0	0	14,4	69,4	31
10,2	98,0	2	14,6	68,5	32
10,4	96,2	4	14,8	67,6	33
10,6	94,3	6	15,0	66,7	33
10,8	92,6	8	15,2	65,8	34
11,0	90,1	10	15,4	64,9	35
11,2	89,3	11	15,6	64,1	36
11,4	87,7	13	15,8	63,3	37
11,6	86,2	14	16,0	62,5	37
11,8	84,7	15	16,2	61,7	38
12,0	83,3	17	16,4	61,0	39
12,2	82,0	18	16,6	60,2	40
12,4	80,6	20	16,8	59,5	40
12,6	79,4	21	17,0	58,8	41
12,8	78,0	22	17,2	58,1	42
13,0	76,9	23	17,4	57,5	43
13,2	75,8	24	17,6	56,8	44

Уміст ємності добре перемішуючи, доводять до кипіння і продовжують варіння при постійному перемішуванні упродовж 10 – 15 хв, не допускаючи сильного кипіння, щоб уникнути розбризкування і пригорання проби. Вносять необхідну кількість розчину лимонної кислоти згідно таблиці 2 з урахуванням розрахованої за формулою 1 масову частку титрованих кислот в готовій масі (X) у процентах

11 – затірний шток; 12 – пробка; 13 – склянка для піску; 14 – шток з майданчиком; 15 – грибоподібна насадка; 16 – ролики; 17 – регулювальні ніжки; 18 – рівень.

Регулюють горизонтальність основи пристрою з допомогою рівня.

Попередньо регулюють витрати піску у склянку, встановлену на майданчику штока. Витрати піску повинні бути (12 ± 1) г/с, висота падіння часточок не повинна перевищувати 150 мм.

Для встановлення потрібної витрати у вантажну склянку з отвором у конічному дні засипають пісок і поверненням ковпачка, який закріплений гайкою до зовнішнього положення, регулюється хід запірного штока.

Після регулювання штока натискають на важіль, одночасно засікають час секундоміром.

Зважують пісок, що висипався за певний проміжок часу і, якщо необхідно, знову регулюють хід штока.

Необхідно також регулювати хід штока. Регулювання проводять гвинтом так, щоб шток рухався без перекосів.

4 Методика і техніка виконання роботи

Підготовка проби. В поре попередньо визначають масову частку розчинних сухих речовин і титровану кислотність.

В металеву ємність, зважену із змішувачем поміщають 100 г цукру, наважку поре і з дистильовану воду по таблиці 1, щоб довести масову частку розчинних сухих речовин у поре до 10% – для контролю здатності утворювати желе.

$$m_n = E \times M = \frac{a}{V_n (n = 3 \text{ або } 4)} \times 10000, \quad (2)$$

Ступінь етерифікації (СЕ) показує масову частку (%) етерифікованих карбоксильних груп (-COOH) по відношенню до всіх карбоксильних груп (-COOH) пектину.

До розчину пектину після того, як його відтитрували розчином гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ для визначення еквівалентної маси, додають піпеткою розчин гідроксиду натрію об'ємом 40 см³ $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ і залишають на 2 год. для омилення етерифікованих карбоксильних груп (-COOH). Після цього до розчину за допомогою піпетки додають розчин соляної кислоти об'ємом 50 см³ $c(\text{HCl})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³, або розчин сірчаної кислоти $c(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³, добре розмішують і надлишок відтитрують за допомогою розчину гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³ в присутності доданого спочатку індикатора.

При титруванні витрачено V_5 і V_6 см³ гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³.

Паралельно відтитрують аналогічно, але без вистоювання 2–х год, і контрольну пробу, на яку витрачено V_{k1} см³ розчину гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³.

Звідси:

- 1) $V_5 - V_{k1} = V_7$, см³ розчину гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³, витрачено на омилення етерифікованих карбоксильних груп пектину;
- 2) $V_6 - V_{k1} = V_8$, см³ розчину гідроксиду натрію $c(\text{NaOH})_{\text{eg}} = 0,1$ моль/дм³, витрачено на омилення етерифікованих карбоксильних груп пектину.

Розрахунок:

$$C \times E_1 = \frac{K_e}{K_0} \times 100 = \frac{V_7}{(V_7 + V_3)} \times 100\%, \quad (3)$$

$$C \times E_1 = \frac{K_e}{K_c} \times 100 = \frac{V_8}{(V_8 + V_3)} \times 100\%, \quad (4)$$

де К – етерифіковані карбоксильні групи;

$K_0 = K_c + K_e$ - сума вільних і етерифікованих карбоксильних груп.

Розрахунок масової частки чистого пектину ($\Pi_{ч}$) в процентах: 1 г/екв. гідроксиду натрію (NaOH) нейтралізує 176 г (1 г/екв) неетерифікованого галактуронового залишку (-COOH) або 190 г (1 г/екв) етерифікованого галактуронового залишку (-COOCH₃). 1 см³ розчину гідроксиду натрію с(NaOH) eg = 0,1 моль/дм³ містить 0,0001 г/екв неетерифікованого галактуронового залишку (-COOH) – 0.0176 і 0,0001 г/екв. етерифікованого галактуронового залишку (-COOCH₃) – 0,0190 г.

Розрахунок:

$$\Pi_{ч1} = \frac{(V_3 \times 0,0176 + V_7 \times 0,0190) \times 100\%}{a_1}$$

$$\Pi_{ч2} = \frac{(V_4 \times 0,0176 + V_8 \times 0,0190) \times 100\%}{a_2}$$

Примітка: при визначенні використаного на титрування розчину гідроксиду натрію с(NaOH) eg = 0,1 моль/дм³ масову частку розчину в см³ множать на його титр.

5 Обговорення результатів роботи

У результаті проведених дослідів визначають основні показники якості в підготовлених розчинах препаратів: еквівалентну масу, ступінь етерифікації, кількість чистого пектину.

Отримані дані заносять в таблицю 2.

7 Секундомір.

8 Гліцерин.

9 Папір фільтрувальний.

10 Пісок кварцовий.

11 Цукор.

12 Вода з дистильована.

13 Лимонна кислота.

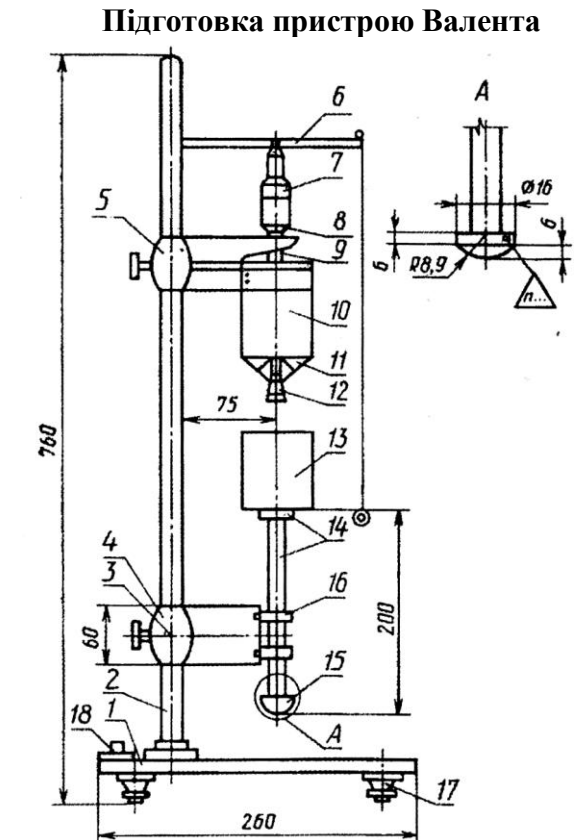


Рис. 2 Лабораторний пристрій Валента:

1 – основа; 2 – штатив; 3 – вісь; 4 – рухомий кронштейн; 5 – нерухомий кронштейн; 6 – важіль; 7 – ковпачок; 8 – гайка; 9 – направляюча; 10 – вантажна склянка з отвором у конічному дні;

інші тверді тіла, желе при малій деформації має статистичну пружність форми. При великих деформаціях, які руйнують структуру желе, воно поводить себе як в'язка рідина.

При зберіганні фруктові желе старіють і на їх поверхні виділяється волога при одночасному скороченні об'єму. Це явище називається синерезисом. Синерезис відбувається в тому разі, якщо в процесі утворення драглів не досягається рівноваги системи і в ній тривають процеси формування драглів. Подальше зближення частинок пектину, яке почалося при утворенні драглів і продовжується у готовому продукті, призводить до зменшення об'єму драглів і витіснення розчину на поверхню продукту.

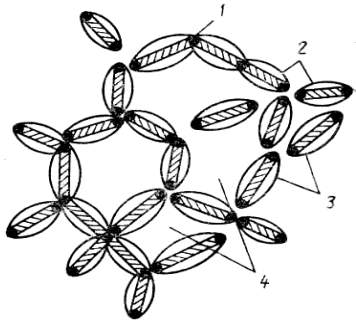


Рис. 1 Схема зчеплення частинок пектину в желе:

1 — кінцеві ділянки частинок, вільні від зарядів; 2 — частинки пектину; 3 — сольватні оболонки частинок; 4 — петлі пектинової сітки з дисперсійним середовищем

Синерезису сприяють зниження температури зберігання і механічної дії на драгли. Велике значення при цьому мають також величина рН і наявність домішок у продуктів.

3 Обладнання, прилади, матеріали

- 1 Рефрактометр.
- 2 Лабораторний пристрій Валента.
- 3 Електроплита.
- 4 Термометр скляний.
- 5 Піпетки.
- 6 Мірні циліндри.

Таблиця 2

Препарати пектину	Термін	Якісні показники		
		ЕМ	СЕ, %	П _ч , %
Контроль				
Зразки:				
№ 1				
№ 2				
№ 3				
і т.д.				

Аналізуючи отримані дані, роблять висновок про зміни якості препаратів при зберіганні в різних умовах.

Отримане значення активності ферменту пектинестерази, який ефективно знижує ступінь етерифікації пектину, порівнюють зі стандартним і роблять висновок про кількість ферменту, потрібного для отримання необхідного ступеню етерифікації пектинових препаратів.

6 Оформлення протоколу

Протокол до лабораторної роботи необхідно оформити в такому порядку:

1. Теоретична частина, мета роботи.
2. Методика і техніка виконання роботи.
3. Експериментальна частина, яка містить результати дослідів (таблиці).

Висновки.

7 Запитання для самоперевірки

- 1 До якого класу речовин відносяться пектинові речовини?
- 2 Види пектинових речовин і ферментів, які розщеплюють пектин.
- 3 Основні якісні характеристики пектинових речовин.
- 4 Для чого використовують високоетерифіковані і низькоетерифіковані пектини?
- 5 Як визначають активність пектолітичних ферментів та одиниці вимірювання активності.

Лабораторна робота № 2

ВИВЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ДРАГЛЕУТВОРЕННЯ ФРУКТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

1 Мета й завдання роботи: вивчення факторів, які впливають на драглеутворення фруктових желе, виготовлених на власній пектиновій основі і з додаванням желуючих речовин.

У результаті виконання лабораторної роботи студент повинен:

знати: умови желювання фруктової продукції, вплив органічних кислот, цукрів, пектинових речовин на технологію уварювання і охолодження кінцевого продукту, режими його зберігання.

уміти: провести аналіз тих показників якості вихідної сировини, які обумовлюють його желуючу здатність для того, щоб розв'язати питання про виготовлення продукції на власній пектиновій основі або з додаванням пектину; забезпечити оптимальні умови виготовлення продукції желуючої консистенції із субтропічної і тропічної сировини.

2 Теоретичні відомості

Серед фруктових консервів найбільшу питому вагу в Україні і за кордоном складає виготовлення продуктів, уварених з цукром. При виготовленні більшості фруктових продуктів, уварених з цукром, потрібно досягнути желуючої консистенції (виробництво джему, фруктового желе, повидла, конфітюру і ін.).

Жельований продукт – це колоїдна система, яка володіє властивостями як твердого, так і рідкого тіла .

Утворення структури драглів в продукті, що уварюється, проходить по мірі його вистигання, при якому тепловий рух частинок сповільнюється і створюються умови, сприятливі для злипання частинок золю і драглеутворення.

Желювання продукту досягають внесенням пектину, який здатен утворювати гель (желе) тільки в присутності цукру і кислоти в певних співвідношеннях або під дією

Лабораторна робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПЛОДОВО-ЯГІДНОГО ПЮРЕ

1 Мета й завдання роботи: Вивчити методи визначення желеутворюючої здатності плодово-ягідного пюре.

У результаті виконання лабораторної роботи студенти повинні:

знати: умови драглювання та методи визначення желеутворюючої здатності плодово-ягідного пюре.

уміти: підготувати препарати для дослідження, провести якісну та кількісну оцінку желеутворюючої здатності плодово-ягідного пюре.

2 Теоретичні відомості

Желеподібна консистенція фруктових консервів забезпечується наявністю у сировині пектину, який у певних умовах переходить із золю в гель. У гарячій суміші фруктової частини, розчину цукру і кислоти структурні частини з адсорбованими на їх поверхні молекулами рідкої фази перебувають у стані безладного теплового руху. Молекули, адсорбовані рідкою фазою утворюють сольватну (гідратну) оболонку навколо частинок пектину. Частинки пектину внаслідок наявності в їх комплексі дисоційованих карбоксильних груп мають негативний заряд і відштовхуються одна від одної. Присутність у розчині кислоти, більш дисоційованої, ніж пектин, знижує ступінь дисоціації пектину і зменшує електричний заряд його частинок. Одночасно під впливом цукру відбувається дегідратація частинок пектину, з'являються окремі оголені ділянки, позбавлені сольватної оболонки і заряду. Через ці ділянки частинки пектину з'єднуються між собою.

Желе являє собою драглеподібний продукт, виготовлений із плодових і ягідних соків, уварених з цукром з додаванням або без додавання драглеутворюючих речовин і органічних кислот. При видаленні із тари желе зберігає свою форму і має чітко окреслені грані при розрізанні ножом. Як і

Аналізуючи отримані дані, роблять висновок про оптимальні умови желювання для даного виду соку, порівнюють теоретичний (розрахунковий) і практичний вихід желе, визначають органолептичні властивості продукту.

6 Оформлення протоколу

Протокол до лабораторної роботи необхідно оформити в такому порядку:

- 1 Теоретична частина, мета роботи.
- 2 Методика і техніка виконання роботи.
- 3 Експериментальна частина, яка містить результати дослідів (таблиці).

Висновки.

7 Запитання для самоперевірки

- 1 Види консервованої продукції, яка має желеподібну консистенцію.
- 2 Яка фізіологічна роль пектинових препаратів желеподібної продукції?
- 3 Умови желювання фруктових студнів.
- 4 Заходи, які попереджають появу синерезису.
- 5 Особливості технології фруктових студнів із тропічної і субтропічної сировини.
- 6 Як здійснюють виготовлення желеподібної продукції, призначеної для дієтичного харчування?

полівалентних іонів металів. У практиці консервного виробництва найбільше значення мають пектинові желе першого типу, уварених у присутності цукру і кислоти.

Желювання настає в результаті переходу золю пектину в гель. При варінні фруктових продуктів для переходу золю пектину в гель розчин повинен містити 60 – 70 % цукру і приблизно 1 % пектину, мати активну кислотність в межах 3,0...3,5 рН.

У різних плодах міститься пектин з неоднаковою желуючою здатністю. Найкращою желуючою здатністю володіє пектин яблук, чорної смородини, агрусу, шкірочок цитрусових плодів. Слабше желе дає пектин айви, абрикосів, слив, персиків. За сучасними уявленнями желуюча здатність пектину різного походження визначаються трьома основними факторами: величиною молекули, ступенем метоксилювання залишків галактуронової кислоти і кількості баластних речовин, супутніх даному пектину.

Молекулярна маса пектину, який дає щільне желе, знаходиться в межах 150000 – 200000.

За ступенем метоксилювання залишків галактуронової кислоти розрізняють високо- і низькометоксильований пектин.

Умови желювання низькометоксильованого пектину, який містить 3,5 – 7,5 % метоксильних груп, відрізняються від умов желювання звичайного високометоксильованого пектину. Перший утворює желе з невеликою кількістю цукру (близько 35 % до маси желе), а також здатний утворювати щільне желе з іонами полівалентних металів. У практиці поширене пектинове желе проміжного типу, яке містить 35% цукру і кальцію.

У плодах міститься високометоксильований пектин (ВМП). Основними видами сировини, що містить пектинові речовини високого ступеню етерифікації, є яблучні вичавки і шкірка цитрусових.

Низькометоксильований пектин (НМП) міститься в деяких рослинах. Зокрема, природний НМП може бути одержаний з бурякового жому і кошиків соняшника, але здебільшого пектин виробляють з ВЕП.

Пектини різних типів, в тому числі НМП, одержують шляхом ферментативного, кислотного або лужного гідролізу пектиновмісної сировини.

При виготовленні джему і конфітюру желеутворення забезпечується, як нативним пектином плодів, так і (при переробці сировини, що містить невелику кількість пектину або її пектин, який володіє недостатньою желуючою властивістю) додаванням пектину у вигляді порошку або концентрату, отриманого промисловим шляхом із пектиновмісної сировини.

В основному, виробляють пектин із відходів яблук, альbedo цитрусових плодів. Пектин отримують в промисловому виробництві у вигляді сухого порошку, який повинен відповідати вимогам, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники	Характеристика і норми		
	Екстра	I сорт	II сорт
1. Зовнішній вигляд	Сухий порошок з частинками не більше 0,7 мм.		
2. Смак і запах	Смак - слабо кислий, без запаху. Не допускається сторонній смак і запах.		
3. Колір	Світло-сірий до бежевого		
6. Волога, % не більше	10	10	10
5. Ступінь етерифікації, %:			
-	від 66 до 80	від 66 до 80	від 66 до 80
-	від 30 до 45	від 30 до 45	від 30 до 45
6. Желуюча сила в градусах Тар-Бекера. не менше:			
-	240	200	170
-	170	140	100
7. Розчинність	Повністю розчиняється у воді, набухає і дає колоїдний розчин		
8. Домішки, не розчинні у воді	Не допускається		
9. Металеві частинки - залізо в мг/кг продукту, не більше	3	3	3
10. Важкі метали, в мг/кг не більше:			
-	0,3	0,3	0,3
-	0,2	0,2	0,2
11. Патогенні мікроорганізми	Не допускаються		
12. Зола, % не більше	5	5	5
13. Загальний двооксид сірки, % не більше	0,005	0,005	0,005
14. Вільний двооксид сірки, %	Не встановлюються		

$$B = \frac{A_1 \times n_1 + A_2 \times n_2 + A_3 \times n_3}{n_4}, \quad (3)$$

- де B – маса готового желе, г;
 n_4 – вміст сухих речовин в готовому желе, %;
 A_1 – маса соку, яка поступила на уварювання, г;
 n_1 – вміст сухих речовин в соці, %;
 n_2 – вміст сухих речовин в цукрі, %;
 A_2 – маса цукру, г;
 A_3 – маса пектинового концентрату, г;
 n_3 – вміст сухих речовин в концентраті, %.

Проводиться органолептична оцінка якості желе, отриманого за різними варіантами без додавання і з додаванням пектинового концентрату (без внесення і з внесенням кислоти – лимонної або винної) шляхом дегустації різних зразків готового продукту.

Отримані дані вносять в таблицю 5.

Таблиця 5

Показники вихідного соку				Матеріали, що додають на 100 мл соку			Показники готового желе			
рН	Масова частка сухих речовин, %	Густина, г/см ³	Відносна в'язкість	Цукор, г	Пектиновий концентрат, см ³	Лимонна кислота (50%-ий р-н), см ³	Масова частка сухих речовин, %	Вихід, %		Органолептична оцінка
								теоретичний	практичний	

$$300+12 \times x=500+5 \times x ;$$

$x=28 \text{ см}^3$ або $28:4=7 \text{ см}^3$ пектинового концентрату.

Отримана в'язкість знову перевіряється віскозиметрично. В залежності від відносної в'язкості визначається кількість цукру (див. рецептуру), який додається до соку при уварюванні та встановлюється кількість сухих речовин у готовому желе.

Таблиця 4 - Рецептuru до виготовлення желе

Відносна в'язкість соку	Кількість даного цукру на 1 частину соку (у вагових частинах)	Масова частка сухих речовин в готовому желе, %
5	0,545	69,7
6	0,624	69,2
7	0,691	66,7
8	0,749	66,0
9	0,800	66,0
10	0,846	65,0
11	0,887	65,2
12	0,925	65,0

Зважені згідно рецептури наважки цукру і соку поміщають в хімічний стакан місткістю 500 см^3 і варять на електроплитці.

Час кипіння суміші не повинен перевищувати 30 хв.

Готовність продукту визначають рефрактометром.

Готове желе піддають охолодженню при кімнатній температурі або в холодильнику при $+4^\circ\text{C}$, причому, стакан з желе повинен знаходитися у вертикальному положенні.

5 Обговорення результатів роботи

Вихід желе, отриманого в результаті лабораторної роботи, визначають зважуванням.

Теоретичний вихід желе розраховують за формулою:

Окрім пектину в джем додають соки із сировини з високим вмістом пектину.

Основні фізико-хімічні показники джему і конфітюру за стандартами різних країн приведені в таблиці 2, повидла - в таблиці 3.

Таблиця 2

Країна	Продукт	Вміст в готовому продукті. %			
		сухих речовин, не менше	цукрів, не менше	кислоти (за яблучною)	сірчистий ангідрид
Україна	Джем	68	62	не нормов.	0,01
	Конфітюр	55	48	0,4	не допуск.
	- на експорт - всередині країни	57	50	0,7	не допуск.
Болгарія	Джем із персиків	50	45	0,9	не допуск.
	Конфітюр	68	60	0,27	
Польща	Джем	62	57	0,7-1,5	0,0125
	- на експорт	65	60	0,7-1,5	0,006
	- з вишні	40-65	не нормов.	0,5-1,2	0,006
	- з чорної смородини	40-65	не нормов.	0,5-1,2	0,006
	- із агрусу	62	не нормов.	0,7-1,5	0,0125
Чехія	Джем	55-60	не нормов.	0,9	0,02
Індія	Джем	68	не нормов.	не нормов.	0,004
Румунія	Джем	67-70	не нормов.	0,5	0,01
США	Джем	65-68	не нормов.	не нормов.	не нормов.
ПАР	Джем	66-73	не нормов.	не нормов.	0,004
Англія	Джем	65-68,5	не нормов.	не нормов.	не нормов.

Таблиця 3

Країна	Вміст в повидлі, %					
	масова частка сухих речовин	загальних цукрів, не менше	кислоти (за яблучною)	сірчистого ангідриду	бензойної кислоти, не більше	сорбінової кислоти, не більше
Україна	66	60	0,2-1,0	0,01	0,07	0,05
Польща	54	не нормов.	не менше 1,3	0,0125	-	-
Чехія	60	не нормов.	-	0,01	-	-
Румунія	55-60	30	0,6-3,0	0,01	0,01	-
США	60	не нормов.	не нормов.	-	-	-

3 Обладнання, прилади, матеріали

1 Рефрактометр харчовий лабораторний РПЛ-3	3 шт.
2 Денсиметр. Набір із 19 штук.	1 набір
3 Секундомір	3 шт.
4 Віскозиметр капілярний скляний	3 шт.
ТУ 25.1 1.1017-75 (діаметр капіляра 0,8 мм)	
5 Іонометр лабораторний з похибкою $\pm 0,05$ рН	1 шт.
6 Ваги технічні з найбільшою межею зважування - 200 г	3 шт.
7 Стакани хімічні	6 шт.
8 Електроплитка побутова	3 шт.
9 Сік яблучний	2 дм
10 Кислота лимонна (водний розчин з масовою часткою 50 %)	50см ³
11 Цукор	1 кг

4 Методика і техніка виконання робіт

Визначається активна кислотність яблучного соку з допомогою іонометра. Корегування активної кислотності в межах оптимального значення від 3,2 до 3,4 рН проводиться, при необхідності, додаванням лимонної кислоти у вигляді водного розчину з масовою часткою 50 %.

Наступним етапом роботи є визначення відносної в'язкості яблучного соку за допомогою капілярного віскозиметра з діаметром капіляра 0,8 мм.

Розрахунок проводиться за формулою

$$\eta = \frac{\rho_v \times \tau_v}{\rho_c \times \tau_c}, \quad (1)$$

η – відносна в'язкість;

$\tau_{сер.с}$ – середнє значення часу проходження соком заданого об'єму віскозиметра (із 3 – 5 замірів);

ρ_c – густина соку, кг/м³;

ρ_v – густина води, кг/м³;

$\tau_{сер.в}$ – середнє значення часу проходження водою заданого об'єму віскозиметра (із 3-5 замірів).

Для визначення густини соку використовують набір ареометрів. Якщо відносна в'язкість соку більша 5, то з такого соку можна готувати желе на власній основі. Відносна в'язкість соку завжди менша 5, тому кількість пектинових речовин необхідно збільшувати, введенням пектинового концентрату або розчину, відносна в'язкість якого рівна 12–16.

Приклад розрахунку: Досліджуваний сік об'ємом 100см³ має відносну в'язкість 3. Скільки пектинового концентрату потрібно додати, щоб відносна в'язкість суміші була рівна 5, при умові, що відносна в'язкість концентрату 12 (при чотирикратному розведенні водою рівна 3, що проводиться для віскозиметричного визначення).

$$100 \times 3 + x \times 12 = (100 + x) \times 5;$$