

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

Зміст

Вступ	5
1. Лабораторна робота №1	
Визначення колоїдно - зв'язаної та осмотично - зв'язаної води	6
1. Лабораторна робота №2	
Дослідження процесу осмотичного збезводнення	14
2. Лабораторна робота №3	
Вивчення динаміки поглинання плодами цукру при варінні варення	20
3. Лабораторна робота №3	
Визначення вмісту поліфенолів в плодах та ягодах	24
Перелік літературних джерел	35

**Кафедра харчової
біотехнології і хімії**

**Методичні вказівки
до лабораторних робіт з курсу
„Інноваційні технології галузі”**

(Частина 2)

**Тернопіль
2010**

Перелік літературних джерел

- 1 Х.П.Починок Методы биохимического анализа растений. / [Текст] – К. : Наукова думка, 1976. – 333 с.
- 2 Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби / Б.Л.Флауменбаум, Є.Г.Кротов, О.Ф.Загібалов та ін. / [Текст]. К. : Вища школа, 1995. – 301 с.: іл.
- 3 Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / Загибалов А. Ф., Зверькова А.С., Титова А.А., Флауменбаум Б.Л. [Текст]. – М. : Агропромиздат, 1992. – 352 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 Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод формирование цвета продуктов / [Текст]. – М. : Пищ. пром-сть, 1973. – 230 с.
- 6 Р.Л.Филиппова Значение в профилактике заболеваний фенольных соединений плодов и ягод. [Текст] / Р.Л.Филиппова, И.А.Филатова, А.Ю.Колеснов – ч.3. Пищ. пром-сть, № 8 / 2000. – С. 35–37.
- 7 Скорикова Ю.Г. Изменение флавоноидов черешни и вишни при созревании. [Текст] / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан – Изв. вузов. Пищевая техн-я, 1966, № 3, С. 21–25.
- 8 Скорикова Ю.Г., Флавоноиды яблук и груш. [Текст] / Ю.Г. Скорикова, Е.П. Ляшенко – Изв. Вузов. Пищевая техн-я, 1967, № 6, С. 40–45.
- 9 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.

10 Обговорення результатів роботи

У результаті проведених досліджень розрахувати вміст поліфенольних сполук в плодах та ягодах. Отримані дані заносять в таблицю. На основі отриманих даних побудувати графіки залежності вмісту поліфенольних сполук (оптичної густини) від довжини хвилі.

11 Оформлення протоколу

Протокол лабораторної роботи необхідно оформити в такому порядку:

- 1 Теоретична частина, мета роботи.
- 2 Методика і техніка виконання роботи.
- 3 Експериментальна частина, яка повинна містити результати досліджень (графіки, таблиці, розрахунки).

Висновок

Запитання для самоперевірки:

- 1 Характеристика поліфенольних сполук плодів та ягід, їх значення для харчування людини.
- 2 Особливості приготування стандартних розчинів для проведення досліджень.
- 3 Побудова калібрувальних графіків.
- 4 Охарактеризуйте метод визначення вмісту поліфенолів в ультрафіолетовій частині спектру.
- 5 Особливості розрахунків при визначенні поліфенолів, у разі відсутності калібрувального графіка.
- 6 Особливості розрахунків при визначенні полі фенолів, у разі наявності калібрувального графіка.
- 7 Визначення вмісту поліфенолів спектрофотометричним методом.

Література: [5, 6, 7, 8].

**Методичні вказівки
до лабораторних робіт з курсу
„Інноваційні технології галузі”
для студентів - магістрів
8.05170107 “Технології зберігання,
консервування та переробки плодів і овочів”
(Частина 2)**

**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.

де C_1 — масова концентрація кверцетину (або другої поліфенольної сполуки), яку визначають за калібрувальним графіком, мг/см³;

V — об'єм екстракту, см³;

V_1 — об'єм екстракту для аналізування, см³;

m — маса наважки продукту, г;

100 — коефіцієнт визначання вмісту поліфенолів на 100 грам продукту;

a — коефіцієнт ступеня розведення екстракту проби.

Обчислювання одиночних вимірювань проводять до четвертого десяткового знака.

б) у разі відсутності калібрувального графіка за допомогою коефіцієнта екстинкції:

1) масову частку поліфенолів X_2 у міліграмах на 100 грам продукту розраховують за формулою

$$x_2 = \frac{E_{сер} \times D_{пр} \times V \times a \times 100}{m \times V_1}, \quad (6)$$

де $E_{сер}$ — середній коефіцієнт екстинкції;

$D_{пр}$ — оптична густина екстракту проби.

За остаточний результат випробовування беруть середнє арифметичне значення двох паралельних вимірювань, підрахованих до четвертого десяткового знака.

9 Збіжність результатів

Розбіжність між результатами двох визначань, проведених одночасно або послідовно одне за другим одним і тим самим лаборантом на тому самому дослідному зразку, з використанням однакової апаратури, не повинна перевищувати 5 % середнього значення двох визначань.

Формулу (5) використовують для визначання вмісту поліфенолів у разі виникнення розбіжностей в оцінюванні якості.

цього вимірюють оптичну густина в трьох точках, на стандартній кривій, наприклад, з масовою концентрацією 0,036; 0,048; 0,060 мг/см³.

Коефіцієнт екстинкції визначають за формулою:

$$E_1 = \frac{C_1}{D_1}, \quad (4)$$

де C_1 — масова концентрація кверцетину (або другої поліфенольної сполуки), мг/см³;

D_1 - оптична густина розчину відповідної масової концентрації.

Середній коефіцієнт екстинкції $E_{\text{сер}}$ визначають з трьох величин, підрахованих до четвертого десяткового знака, розбіжність між якими не повинна перевищувати 10% середнього значення трьох визначень.

Хід роботи:

8.1.4 Визначання вмісту поліфенолів спектрофотометричним методом

У пробірку переносять від 0,5 см³ до 3,0 см³ екстракту і доводять об'єм до 6 см³ дистильованою водою. Проби аналізують в присутності дистильованої води за довжиною хвилі 280 нм. Використовують кювети з відстанню між робочими гранями 10 мм.

8.2 Опрацювання результатів

Уміст суми поліфенольних сполук можливо розраховують двома способами:

а) у разі наявності калібрувального графіка:

масову частку поліфенолів X_1 у міліграмах на 100 грам продукту обчислюють за формулою

$$x_1 = \frac{E_1 \times V \times a \times 100}{m \times V_1}, \quad (5)$$

Вступ

Методичні вказівки укладені на основі програми курсу “Інноваційні технології галузі” для студентів спеціальності 8.05170107 “Технології зберігання, переробки і консервування плодів та 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 ВИЗНАЧЕННЯ КОЛОЇДНО - ЗВ'ЯЗАНОЇ ТА ОСМОТИЧНО - ЗВ'ЯЗАНОЇ ВОДИ

1 Мета й завдання роботи: вивчити методи біохімічного аналізу, на яких базується визначення колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної води; дослідити форми зв'язку вологи різних видів сировини.

У результаті лабораторної роботи студент повинен:

знати: форми зв'язку вологи з рослинним матеріалом, методи визначення колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної вологи.

уміти: підготувати наважки сировини для досліджень, визначити колоїдно-зв'язану та осмотично-зв'язану вологу.

2 Теоретичні відомості

Метод базується на тому, що колоїдно-зв'язана вода з упорядкованою структурою не є розчинником при змішуванні з розчином цукру.

У такому розчині розподіляється тільки не зв'язана з колоїдами вода. Змішуючи частину досліджуваного матеріалу з розчином цукру, а іншу частину з чистою водою та визначивши концентрації отриманих розчинів, можна на основі отриманих даних скласти систему рівнянь та вивести формулу для розрахунку дуже важливого показника, який характеризує водний режим досліджуваного матеріалу: вміст колоїдно-зв'язаної води, осмотично-зв'язаної води, концентрацію клітинного соку, осмотичний тиск та кількість води, яка відноситься до одиниці розчиненої речовини клітинного соку.

Формули виведені на основі таких тверджень: до наважки тканини n , яка містить a (% загальної води) та x (% зв'язаної води), кількість вільної води d можна розрахувати за формулою

$$d = \frac{n \times (a - x)}{100}, \quad (1)$$

15 Спирт етиловий ректифікований, з масовою часткою 20%, 75% і 95%.

16 Кверцетин, стандартний розчин.

17 Рутин, стандартний розчин.

8.1 Приготування до випробування

8.1.1 Приготування стандартного розчину

15 мг кристалічного кверцетину, попередньо висушеного у сушильній шафі протягом 180 хв за температури 130 °С, розчиняють у 95%-ому етиловому спирті в мірній колбі місткістю 50 см³ і доводять об'єм розчинником до мітки. 1 см³ цього розчину містить 0,3 мг кверцетину.

Робочий розчин готують безпосередньо перед побудовою калібрувального графіка. Для цього 2 см³ стандартного розчину доводять у мірній колбі місткістю 25 см³ до мітки розчином з масовою часткою етилового спирту 50%. 1 см³ робочого розчину містить 0,024 мг кверцетину.

8.1.2 Побудова калібрувального графіка за кверцетином

Готують серію стандартних забарвлених розчинів. Для цього в шість пробірок вводять відповідно 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 см³ робочого розчину і доводять об'єм до 6 см³ 20%-им етиловим спиртом. Отримані розчини містять відповідно 0,012; 0,024; 0,036; 0,048; 0,060; 0,072 мг кверцетину в 1 см³. Ретельно струшують.

Вимірюють оптичну густину на спектрофотометрі в присутності 20%-го спирту з довжиною хвилі 280 нм. Використовують кювети з відстанню між робочими гранями 10 мм.

Будують калібрувальний графік залежності оптичної густини розчину від концентрації кверцетину (мг/см³) $0 = f''(c)$.

Будування калібрувального графіка повторюють не менше одного разу у шість місяців.

8.1.3 Визначання коефіцієнта екстинкції

У зв'язку з тим, що екстинкція змінюється, її слід визначати раз у три місяці або у разі зміни реактивів. Для

підрахованих до четвертого десяткового знака.

5 Збіжність результатів

Розбіжність між результатами двох визначень, проведених одночасно або послідовно одне за другим одним і тим самим лаборантом на тому самому дослідному зразку, з використанням однакової апаратури не повинна перевищувати 5% середнього значення двох визначень.

Формулу (1) використовують для визначання вмісту поліфенолів в разі виникнення розбіжностей в оцінюванні якості продукту.

6 Метод визначення вмісту поліфенолів в ультрафіолетовій частині спектру

До методу входить вимірювання оптичної густини екстрактів поліфенольовмісної сировини та продуктів її перероблення в ультрафіолетовій частині спектра з довжиною хвилі 280 нм.

7 Прилади і матеріали

- 1 Спектрофотометр, що забезпечує вимірювання з довжиною хвилі від 270 нм до 280 нм з абсолютною похибкою вимірювання коефіцієнта пропускання не більше, ніж 1 %.
- 2 Ваги лабораторні загального призначення четвертого класу точності з найбільшою границею зважування 200г.
- 3 Шафа сушильна з діапазоном нагрівання від 40 °С до 200 °С.
- 4 Водяна баня.
- 5 Пробірки скляні.
- 6 Ексикатор.
- 7 Піпетки градуйовані місткістю 1,0; 2,0; 5,0см³.
- 8 Годинник пісочний.
- 9 Лійки скляні.
- 10 Палички скляні.
- 11 Стакани мірні.
- 12 Колби мірні 2–50–2; 2–100–2.
- 13 Папір фільтрувальний лабораторний.
- 14 Вода дистильована.

У тій же наважці n кількість розчинених у воді речовин дорівнює

$$C = \frac{n \times b \times (a - x)}{100 \times (100 - b)}, \quad (2)$$

де C – вміст розчинних у воді речовин в даній наважці (в г.);

b – вміст розчинних у воді речовин (в % до клітинного соку).

Якщо до певної кількості досліджуваного матеріалу n_1 після його подрібнення додати деяку кількість води H та перемішати, то вода розподілиться в клітинному соці та концентрація його зменшиться в співвідношенні з кількістю доданої води. Після визначення концентрації розчинених речовин в отриманому розчині b_1 можна розрахувати їх вміст в клітинному соці за формулою

$$C = \frac{n_1 \times b_1 \times (a - x)}{100 \times (100 - b_1)} + \frac{H \times b_1}{100 - b_1}, \quad (3)$$

При додаванні до наважки досліджуваної речовини n_1 деякої кількості розчину сахарози з концентрацією більш високою, ніж концентрація клітинного соку, буде відбуватись перерозподіл води із клітинного соку до більш міцного розчину цукру до настання повної рівноваги. Визначивши концентрацію отриманого розчину b_2 , можна і в тому ж випадку визначити вміст розчинних речовин в клітинному соці за формулою

$$C = \frac{n_2 \times b_2 \times (a - x)}{100 \times (100 - b_2)} - \frac{A \times b_2}{100 - b_2}, \quad (4)$$

де A – кількість води, вилученої розчином цукру.

З правих частин двох останніх формул складаємо рівняння, у якому замінимо A його значенням, яке отримуємо із наступного рівняння

$$A = \frac{S \times (b_0 - b_2)}{b_2}, \quad (5)$$

де S – кількість розчину сахарози, яку необхідно додати до наважки, в г.

2.1 Визначення колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної води в листках та інших соковитих тканинах

3 Обладнання, прилади і матеріали

1 *Плоди* (яблука, чорноплідна горобина, виноград)

2 *Овочі* (картопля, цибуля, морква, капуста)

3 *Розчини сахарози:*

25%-ний 25 г сахарози розчиняють в 75 мл дистильованої води і визначають концентрацію сахарози за допомогою рефрактометра, перевіряючи її перед кожним дослідом.

40%-ний 40 г сахарози розчиняють в 60 мл дистильованої води і визначають концентрацію сахарози за допомогою рефрактометра.

4 Вода дистильована

5 Скальпель або ніж

6 Фарфорова ступка

7 Бюкси металеві таровані

8 Палички скляні для перемішування

9 Ваги аналітичні

10 Сушильна шафа

11 Рефрактометр

12 Лабораторна центрифуга

4 Методика і техніка виконання роботи

Підготувати наважки досліджуваної сировини для визначення форм зв'язку вологи з рослинним матеріалом.

Відбираємо пробу сокових частин тканини вагою близько 7 г. Наважку подрібнюють ножом, перемішують, поміщають частину наважки близько 2 г у тарований бюкс, зважують на аналітичних вагах і сушать в сушильній шафі при температурі 100 °С до постійної маси. Із отриманих даних розраховують

Фоліна-Деніса і 1 см³ насиченого розчину вуглекислого натрію. Вимірювання здійснюють за довжиною хвилі 670 нм або від 720 нм до 730 нм. Використовують кювети з відстанню між робочими гранями 10 мм. Оптичну густину проби визначають за формулою

4 Опрацювання результатів

Уміст поліфенольних сполук можна обчислювати двома способами:

а) у разі наявності калібрувального графіка:

1) масову частку поліфенолів X в міліграмах на 100 грам продукту розраховують за формулою

$$x = \frac{C \times V \times a \times 100}{m \times V_1}, \quad (2)$$

де C — масова концентрація рутину (або другої поліфенольної сполуки), яку визначають за калібрувальним графіком, мг/см³;

V — об'єм екстракту, см³;

V_1 — об'єм екстракту для аналізування, см³;

m — маса наважки продукту, г;

100 — коефіцієнт визначення вмісту поліфенолів на 100 грам продукту;

a — коефіцієнт ступеня розведення екстракту проби.

Обчислення одиночних вимірювань проводять до четвертого десяткового знака.

б) у разі відсутності калібрувального графіка:

1) масову частку поліфенолів X –і в міліграмах на 100 грам продукту обчислюють за формулою:

$$x_1 = \frac{E_{сер} \times D_{пр} \times V \times a \times 100}{m \times V_1}, \quad (3)$$

де $E_{сер}$ — середній коефіцієнт екстинкції;

$D_{пр}$ — оптична густина екстракту проби.

За остаточний результат випробовування беруть середнє арифметичне значення двох паралельних вимірювань,

D — оптична густина розчину відповідної масової концентрації.

Середній коефіцієнт екстинкції $E_{\text{сер}}$ визначають з трьох величин, підрахованих до четвертого десяткового знака, розбіжність між якими не повинна перевищувати 10% середнього значення трьох визначень.

Хід роботи:

Проба для аналізування

З проби продукту беруть наважку від 2 г до 5 г (залежно від передбачуваного вмісту поліфенолів) з похибкою $\pm 0,01$ г поміщають її у конічну колбу місткістю 50 см^3 і заливають 75% етиловим спиртом, нагрітим до температури 60 $^{\circ}\text{C}$.

Колбу з пробєю для аналізування, для інактивації ферментів, витримують протягом 15 хв. зі зворотним холодильником на водяній бані за температури 80 $^{\circ}\text{C}$. Після охолодження екстракт кількісно переносять у мірну колбу місткістю 50 см^3 доводять 75 % етиловим спиртом до мітки.

Отриманий екстракт ретельно перемішують і фільтрують.

Визначання вмісту поліфенолів

Від 0,5 см^3 до 1 см^3 (залежно від передбачуваного вмісту поліфенолів) екстракту переносять у пробірку, додають 7 см^3 води, 0,5 см^3 реактиву Фоліна-Деніса та через 3 хв додають 1 см^3 насиченого розчину вуглекислого натрію. Доводять об'єм у пробірці до 10 см^3 дистильованою водою, ретельно струшують і витримують протягом 60 хв.

Для контролювання кольорових речовин в другу пробірку поміщають ту саму кількість реактивів і проби, крім реактиву Фоліна-Деніса і доводять об'єм до 10 см^3 водою, ретельно струшують та витримують протягом 60 хв.

Через 60 хв виконують фото колориметричне або спектрофотометричне вимірювання елюату (O_i) в присутності контрольного розчину та контролювання (O_k) в присутності води. Щоб приготувати контрольний розчин, у пробірку поміщають 8,5 см^3 дистильованої води, 0,5 см^3 реактиву

уміст загальної води за формулою

$$a = \frac{100 \times (b - n)}{b}, \quad (6)$$

де a – вміст загальної води в пробі (в %);

b – маса сирої наважки (в г.);

n – вміст сухих речовин в наважці (в г.).

Із другої частини проби відважуємо 2 г з точністю до 0,01 г, поміщаємо в тарований бюкс, зважуємо, додаємо 3 мл 25% - ного розчину сахарози, закриваємо кришкою та знову зважуємо. Після чого вміст бюкса перемішуємо маленькою склянню паличкою по довжині, яка не перевищує висоту бюкса, закриваємо кришкою разом із паличкою та залишаємо на 20 –24 години при періодичному перемішуванні до настання рівноваги. В отриманому розчині визначаємо концентрацію сахарози за допомогою рефрактометра.

Залишок проби добре розтираємо в фарфоровій ступці та із отриманої однорідної маси відважуємо 2 г з точністю до 0,01 г, поміщаємо наважку в тарований бюкс. До наважки в бюксі додаємо 3 мл дистильованої води, закриваємо кришкою та зважуємо. Вміст бюкса перемішуємо маленькою склянню паличкою, залишаємо її в бюксі та закриваємо кришкою. Настояємо 2 год при періодичному помішуванні. Після чого вміст бюкса переносимо в центрифужну пробірку, центрифугуємо при 2000–3000 об/хв та рідину зливаємо з осаду в суху центрифужну пробірку.

*Якщо центрифугат мутний та забарвлений в зелений колір, що буде утруднювати рефрактометрування, то до нього необхідно додати 0,3 мл хлороформу, збовтати, закрити пробірку гумовим корком та залишити на ніч для осадження колоїдів. Наступного дня розчин центрифугують, а із верхньої освітленої частини центрифугату беруть 1–2 краплі розчину та визначають його концентрацію за допомогою рефрактометра.

2.2 Визначення колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної води в деревних рослинах

Дослідження паростків деревних рослин має свої особливості, так як вони менш соковиті та здерев'янілі і дуже важко подрібнюються.

Відібрану пробу вагою близько 7 г, подрібнюють ножом або ножицями, перемішують, вміщують частину проби близько 2 г в тарований бюкс. Зважують на аналітичних вагах та сушать в сушильній шафі при температурі 100°C до постійної маси. Уміст загальної води розраховуємо за формулою (6). Залишок наважки (близько 5 г) розтирають у фарфоровій ступці та з отриманої маси відважують 2г. з точністю до 0,01 г, наважку поміщають в тарований скляний бюкс. Додають 5 мл 40%-го розчину сахарози, закривають кришкою та зважують. Після цього вміст бюкса перемішують маленькою скляною паличкою, яку залишають в бюксі, його закривають кришкою та залишають на 20 – 24 години періодично помішуючи.

Із залишку проби відважують 2 г, поміщають в фарфорову ступку, додають 0,5–1 г чистого піску, добре розтирають. Уміст ступки переносять в бюкс, зважують, додають 5 мл дистильованої води та знову зважують. Перемішують маленькою скляною паличкою, закривають бюкс і залишають на 3–4 години (або на ніч), періодично помішуючи.

Після настоювання вміст бюксів переносять в центрифужні пробірки, центрифугують та із верхнього прозорого шару беруть 1–2 краплі розчину та визначають його концентрацію за допомогою рефрактометра. Розраховують вміст колоїдно-зв'язаної, нерозчинної води за формулою:

$$X = a - \frac{n_1 \times S \times (b_2 - b_1) \times (100 - b_1) + n_1 \times H \times b_1 \times (100 - b_1)}{n_1 \times n_2 \times (b_2 - b_1)}, \quad (7)$$

де X – кількість колоїдно-зв'язаної води (у % до досліджуваної речовини);

3.3 Побудова калібрувального графіка за рутинном

Готують серію стандартних забарвлених розчинів. Для цього в ряд мірних колб додають 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 см³ стандартного розчину і доводять об'єм до 50 см³ дистильованою водою.

У ці колби додають по 5 см³ розчину Фоліна-Деніса та через 3 хв. додають по 10 см³ насиченого розчину вуглекислого натрію, доводять об'єм дистильованою водою до 100 см³, ретельно струшують і витримують протягом 60 хв.

Отримані розчини містять відповідно 0,050; 0,100; 0,150; 0,200; 0,250 мг рутину в 10см³.

Щоб приготувати контрольний розчин, у мірну колбу місткістю 100 см³ поміщають ту саму кількість реактивів, але замість стандартних розчинів додають дистильовану воду, доводять об'єм до 100 см³.

Через 60 хв визначають оптичну густину на спектрофотометрі або фотоколориметрі з довжиною хвилі 670 нм або від 720 нм до 730 нм проти контрольного розчину. Використовують кювети з відстанню між робочими гранями 10 мм.

Будують калібрувальний графік залежності оптичної густини розчину від масової концентрації рутину (мг/ см³) $O = I/c$. Побудову калібрувального графіка повторюють один раз у шість місяців.

3.4 Визначання коефіцієнта екстинкції

У зв'язку з тим, що екстинкція змінюється, її слід визначати раз у три місяці або у разі зміни реактивів.

Для цього вимірюють оптичну густину в трьох точках згідно з п.3 на стандартній кривій, наприклад, з масовою концентрацією 0,10; 0,15; 0,20мг/см³. Коефіцієнт екстинкції E визначають за формулою

$$E = \frac{C}{D}, \quad (1)$$

де C — масова концентрація рутину (або другої поліфенольної сполуки), г/см³;

- 11 Палички скляні.
- 12 Стакани.
- 13 Колба конічна.
- 14 Колби мірні 2–50–2; 2–100–2.
- 15 Циліндри 3–100; 3–50.
- 16 Папір фільтрувальний лабораторний.
- 17 Вода дистильована.
- 18 Натрій вольфрамвокислий, х.ч.
- 19 Кислота фосфорномолібденова, х.ч.
- 20 Натрій вуглекислий, х.ч.
- 21 Спирт етиловий ректифікований з масовою часткою 75 % і 95 %.
- 22 Кислота ортофосфорна, ч.д.а.
- 23 Рутин, стандартний розчин.
- 24 Кверцетин, стандартний розчин.

3 Методика і техніка виконання роботи

3.1 Приготування стандартного розчину

50 мг кристалічного рутину, попередньо висушеного у сушильній шафі протягом 180 хв за температури від 130 °С до 135 °С, розчиняють у 95 % етиловому спирті в мірній колбі місткістю 100 см³, нагріваючи на водяній бані. Охолоджують і доводять розчинником об'єм до мітки.

1 см³ цього розчину містить 0,5 мг рутину.

3.2 Приготування реактиву Фоліна-Деніса

У конічну колбу поміщають 10 г солі вольфрамової кислоти, 2 г фосфорномолібденової кислоти та 5 см³ ортофосфорної кислоти. Ретельно змішують з 75 см³ дистильованої води.

Реактив поміщають на киплячу водяну баню і витримують зі зворотним холодильником 120 хв. Реактив охолоджують і кількісно переносять у мірну колбу місткістю 100 см³. Доводять об'єм до мітки водою.

Реактив зберігають у темній склянці, у темному місці за температури не вищої 25 °С. Строк придатності реактиву не більший трьох місяців.

H – кількість води, яку додають до наважки n_1 , в г;
 S – кількість розчину сахарози, яку необхідно додати до наважки n_1 , в г;
 n_1 – наважка досліджуваного матеріалу, до якої додана вода, в г;
 n_2 – наважка досліджуваного матеріалу, до якої додано розчин сахарози, в г;
 b_0 – концентрація сахарози в вихідному розчині (за рефрактометром) (у %);
 b_1 – концентрація розчину, отриманого після настоювання наважки n_1 з водою, %;
 b_2 – концентрація розчину, отриманого після настоювання наважки n_2 з розчином сахарози, %;
 a – вміст загальної води з досліджуваним матеріалом, %.

Кількість осмотично-зв'язаної води в % до досліджуваного матеріалу розраховують за формулою

$$Y = a - X, \quad (8)$$

де a – вміст загальної води;

X – вміст колоїдно-зв'язаної води (у % до досліджуваної речовини).

Отримані дані дають можливість розрахувати вміст водорозчинних речовин в клітинному соці за такою формулою:

$$C = \frac{b_1 \cdot n_1 \times H \times b_1 + n_1 \times S \times (b_0 - b_2)}{n_2 \times H \times b_1 + n_1 \times S \times (b_0 - b_2)}, \quad (9)$$

де C – концентрація розчину клітинного соку в розрахунку на сахарозу (у %).

Знаючи концентрацію клітинного соку, можна розрахувати величину осмотичного тиску його розчину за формулою:

$$B = C \times (0,01C + 0,72); \text{ при } C \neq 18; \quad (10)$$

$$B = C \times (0,02C + 0,54); \text{ при } C \neq 18 \div 35,5; \quad (11)$$

$$B = C \times (0,04C - 0,17); \text{ при } C \neq 35,5 \div 50. \quad (12)$$

де B – осмотичний тиск (в барах, 10^6 дин/см²).

На основі отриманих експериментальних даних можна також встановити кількість колоїдно-зв'язаної води, яка утримується одиницею нерозчинних у воді колоїдів за такою формулою

$$X_2 = \frac{X}{100 - (a + C)}, \quad (13)$$

та кількість осмотично-зв'язаної води, яка приходить на одиницю розчинних в соці речовин за формулою

$$Y_2 = \frac{a - X}{C}, \quad (14)$$

де X_2 – кількість колоїдно-зв'язаної води, яка утримується 1г. сухих нерозчинних у воді колоїдів, г;

Y_2 – кількість осмотично-зв'язаної води, яка приходить на 1г. розчинних речовин в клітинному соці, г;

C – концентрація водорозчинних речовин в розрахунку на сахарозу, %;

X – кількість колоїдно-зв'язаної води, %;

a – вміст загальної води, %.

4 Обговорення результатів роботи

У результаті проведених досліджень визначити форми зв'язку вологи з рослинним матеріалом (колоїдно-зв'язану та осмотично-зв'язану вологу). Отримані результати занести в таблицю 1.

особливість – приєднання залишків галової кислоти, велика Р-активність. У великій кількості катехіни виявлені в чайному листі, багато їх також у яблуках, гліді, журавлині, чорниці.

Дубильні речовини, незважаючи на порівняно невеликий вміст у плодах і ягодах, істотно впливають на їхні технологічні особливості. Вони легко окислюються при участі поліфенолоксидаз у присутності кисню повітря з утворенням спочатку хінонів, а потім темнозбарвлених речовин – флорафенів. Щоб запобігти цьому небажаному явищу, необхідно ін активувати ферментні системи плодів, ізолювати їх від кисню повітря або обробити двоокисом сірки.

Потемніння м'якоті плодів або соку може бути також наслідком взаємодії дубильних речовин із солями заліза, оловом, цинком, міддю та іншими металами. При тривалому нагріванні дубильних речовини можуть конденсуватися з утворенням сполук червоного кольору. Здатність дубильних речовин утворювати з білками нерозчинні сполуки і осаджувати їх, використовується при виробництві соків.

2 Прилади і матеріали

1 Плоди (яблука, чорноплідна горобина, виноград, чорна смородина).

Прилади:

1 Фотоколориметр або спектрофотометр, що забезпечує вимірювання за довжиною хвилі 670 нм або від 720 нм до 730 нм з абсолютною похибкою виміру коефіцієнта пропускання не більше, ніж 1 %.

2 Ваги лабораторні.

3 Шафа сушильна.

4 Водяна баня.

5 пробірки скляні;

6 Ексикатор.

7 Холодильник.

8 Піпетки по градуйовані місткістю 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 20 см³.

9 Годинник пісочний.

10 Лійки скляні.

Лабораторна робота № 4
ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПОЛІФЕНОЛІВ В ПЛОДАХ ТА
ЯГОДАХ

1 Мета й роботи: вивчити методи визначення суми фенольних сполук в їстівній частині фруктів, ягід та овочів, а також продуктах їх переробки; будувати калібрувальні графіки по рутину та кверцитину.

У результаті лабораторної роботи студент повинен:

знати: довжини хвиль для визначення поліфенольних сполук у різних областях спектра.

уміти: готувати стандартний розчин, реактив Фоліна-Деніса та будувати калібрувальні графіки.

2 Теоретичні відомості

У плодах і овочах містяться різноманітні полі фенольні речовини, у тому числі мономерні (флавоноїди, похідні коричні і фенол карбонової кислоти) і полімерні (дубильні речовини).

Флавоноїди, які включають ряд похідних флавану (катехіни, лейкоантоціани, антоціани, флаволи, флавоноли, флаванони), містяться в плодах і ягодах. Полімерні форми флавоноїдів, а також низькомолекулярні сполуки мають терпкий в'язучий смак. У технічній біохімії та технології їх часто називають дубильними речовинами. Уміст дубильних речовин у більшості плодів і ягід 0,05 – 0,2%, в овочах їх ще менше. Багато дубильних речовин в терені – до 1,7%, айві – до 1, кизилі – до 0,6, чорній смородині 0,3 – 0,4%, у плодах диких яблунь і груш.

Дубильні речовини поділяють на гідролізовані та конденсовані. Гідролізовані дубильні речовини в кислому середовищі розпадаються на глюкозу та галову кислоту, конденсовані вивчені недостатньо. На відміну від гідролізованих дубильних речовин вони не гідролізуються, при нагріванні в кислому середовищі зазнають подальшого ущільнення, є похідними катехинів або лейкоантоціанів.

Найповніше вивчено катехіни. Їх характерна

Таблиця 1 – Форми зв'язку вологи із рослинним матеріалом

Назва сировини	Форми зв'язку вологи з матеріалом %		
	загальна волога	зв'язана волога	осмотична волога
Яблука			
Чорноплідна горобина			
Виноград			
Картопля			
Цибуля			
Морква			
Капуста			

Аналізуючи отримані значення, роблять висновок про форми зв'язку вологи з рослинним матеріалом (в овочах та фруктах) та можливість використання цих даних в різних технологіях виробництва консервів.

5 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 повинна містити результати досліджень (таблиці, графіки)

Висновки

6 Запитання для самоперевірки

1 Види зв'язку вологи з рослинним матеріалом.

2 Характеристика колоїдно-зв'язаної вологи.

3 Характеристика осмотично-зв'язаної вологи.

4 Визначення колоїдно-зв'язаної в соковитих тканинах.

5 Визначення осмотично-зв'язаної вологи у деревних тканинах.

6 Розрахунок осмотичного тиску в клітинному соці.

Література: [1, 9].

Лабораторна робота № 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОСМОТИЧНОГО ЗБЕЗВОДНЕННЯ

1 Мета й завдання роботи: вивчити метод осмотичного збезводнення (ОЗ) рослинної сировини; оцінити ефективність різних осмотично діючих речовин (ОДР), побудувати залежності зміни маси плодів при збезводненні від природи ОДР.

У результаті лабораторної роботи студент повинен:

знати: характеристику методу ОЗ, його переваги над іншими способами вилучення вологи та вплив ОЗ на структурну будову сировини.

уміти: зробити правильний вибір сировини для процесу осмотичного збезводнення, визначити основні параметри процесу ОЗ.

2 Теоретичні відомості

Одним із способів безфазового перетворення вологи з плодів, дослідженого вченими та апробованого в промисловості, є метод попереднього осмотичного збезводнення (ОЗ).

Процес ОЗ знайшов широке застосування, як спосіб отримання осмотично збезводнених плодів, безфазового перетворення вологи. Отримання надто збезводнених продуктів веде до втрати ними зв'язаної вологи, що в окремих випадках викликає незворотні зміни в структурі сировини та в певній мірі впливає на консистенцію продукту.

Осмотичне збезводнення, як технологічний процес, обумовлений наявністю напівпроникних мембран, при якому проходить вирівнювання концентрації. Осмос має місце, при зануренні плодів в концентровані розчини осмотично діючих речовин (ОДР). У такій системі протікають два протилежні процеси: з продукту в розчин дифундує вода, а з розчину в продукт – розчинена речовина.

У літературі [3] відмічається, що природа цих протилежно направлених процесів дуже складна та відсутні

Таблиця 2 - Зміна вмісту сухих речовин в плодах при варінні варення

Вид сировини	Спосіб обробки	Тривалість варіння, хв.	Масова частка сухих речовин в плодах, %

Варіння вважають закінченим, якщо масова частка сухих речовин в плодах досягне 65–68%.

4 Обробка результатів

За отриманими даними викреслюють графік, що відображає динаміку поглинання плодами цукру в кожному варіанті, відкладаючи на осі абсцис час варіння в хв., а на осі ординат – масова частка сухих речовин в плодах.

Проводять органолептичну оцінку готового варення. Плоди повинні бути не розвареними, не зморщеними, рівномірно розподіленими в сиропі, сироп не повинен желювати.

Висновки.

5 Запитання для самоперевірки

- 1 Назвіть відомі способи варіння варення.
- 2 Охарактеризуйте апаратне оформлення окремих способів приготування варення.
- 3 Процеси, що протікають в плодах при варінні варення.
- 4 Мета і суть різних видів попередньої підготовки плодів для варіння варення.

Література: [2, 3, 4, 9].

Кожна бригада працює з одним видом сировини.

1 Підготовка сировини. Для варіння беруть 100-150 г сировини, ретельно миють, сортують, інспектують. В залежності від виду сировини застосовують різні способи обробки.

Яблука очищають від шкірки, насінневого гнізда, нарізають на дольки. У сливи видаляють кісточку. Подальшу підготовку здійснюють, як вказано в таблиці 1.

Таблиця 1 - Способи попередньої підготовки сировини при варінні варення

Вид сировини	Варіанти	Спосіб обробки
Яблука дольками	1	без обробки
те ж	2	бланшування в воді при $t=85^{\circ}\text{C}$ протягом 5 хв
Сливи цілі без кісточки	1	без обробки
те ж	2	бланшування в воді при $t=85^{\circ}\text{C}$ протягом 5 хв
те ж	3	заморожування при $t = -18-(-24)^{\circ}\text{C}$
Чорноплідна горобина	1	без обробки
те ж	2	бланшування в воді при $t=95-100^{\circ}\text{C}$ 10 хв
те ж	3	заморожування при $t = -18-(-24)^{\circ}\text{C}$

2 Приготування сиропу Для кожного варіанту підготовлених плодів розраховують необхідну кількість цукру, виходячи з того, що на 1 кг витрачається 1,3 кг цукру; 1 кг сливи – 1,1 кг цукру; 1 кг чорноплідної горобини – 1,3 кг цукру, додають воду, щоб отримати сироп різної концентрації: 40%; 50%; 60%. Сироп нагрівають до кипіння, фільтрують через марлю.

3 Варіння варення Підготовлені плоди заливають гарячим сиропом і підігрівують до кипіння, варять, чергуючи варку з охолодженням. Тривалість варіння 10 хв, охолодження 10–15 хв. Після кожного етапу варіння в плодах визначають масову частку сухих речовин по рефрактометру. Дані заносять в таблицю 2.

відповідні дані, які пов'язані з їх протіканням.

При осмотичному збезводненні нарізаних шматочками плодів, в концентрованих розчинах ОДР, протікають масообмінні процеси; тому вивчивши їх досконало, можна розробити відповідні параметри даного процесу.

Питанням осмотичного збезводнення присвячено багато праць вітчизняних і зарубіжних вчених: Дяченко О. І., Добровольського В.Ф., Lenart A., Lewicki P., Mastrocola Barbanti D., Kowalska Hanna, Panagioton N.M., Karathanos V.T., Maroulis Z. B., Lericci Carlo, Махмуда Бин Махмуда Абдулли, Фам Тхи Бе Нам та інших.

У окремих роботах аналізуються тільки процеси проникнення розчиненої речовини за певних умов, але недослідженими залишаються процеси масообміну, які є важливими у виробництві.

Процес ОЗ, при якому в якості ОДР використовується сухий цукор, застосовують в технології виробництва варення з суниці, полуниці, малини, вишні без кісточки.

Аналіз наведених даних про способи одержання продуктів з проміжною вологою (ППВ), до яких можна віднести і варення, дозволяє зробити висновок, що попереднє осмотичне збезводнення сировини є прогресивним способом видалення вологи.

Осмос – спосіб видалення вологи із сировини, який відбувається без фазових перетворень. Цим і пояснюється його перевага та можливість використання при виробництві концентрованих фруктових консервів.

У науковій літературі є багато даних про використання для ОЗ різних видів сировини та ОДР (патоки, сахарози, сухого цукру), хоча дані про процеси масообміну надто обмежені. Для кожного конкретного випадку необхідно підбирати параметри процесу осмотичного збезводнення. Такі дані дозволяють стверджувати, що необхідно підбирати ефективний збезводнювач і параметри процесу осмотичного збезводнення: концентрацію та температуру осмотично діючої речовини, тривалість процесу та попередню підготовку сировини.

3 Обладнання, прилади, матеріали

- 1 Плоди (яблука, чорно плідна горобина, виноград).
- 2 Осмотично діючі речовини (розчини сахарози 30,35,40,45,50,55,60%-ний, патока, сухий цукор).
- 3 Вода дистильована.
- 4 Скальпель або ніж.
- 5 Лабораторний посуд: (стакани скляні місткістю).
- 6 Ваги технічні лабораторні.
- 7 Рефрактометр.
- 8 Палички скляні для перемішування.
- 9 Фільтрувальний папір.

4 Методика і техніка виконання роботи

4.1 Підготовка сировини до процесу ОЗ

Сировину, яка пройшла попередні технологічні операції (інспекцію, сортування, миття) у разі необхідності піддають очищенню. Підготовлену сировину подають на осмотичне збезводнення.

4.2 Вибір ОДР та параметрів процесу ОЗ

У якості осмотично діючої речовини (ОДР) пропонується використовувати: розчин сахарози (різних концентрацій), патоку, сухий цукор. Масова частка сухих речовин розчинів осмотично діючих речовин знаходилась в інтервалі 30÷60%.

Співвідношення між масою плодів ($G_{пл}$) і масою сиропу ($G_{сир}$) було вибрано – 1:2, з наступних міркувань, що добрі умови для збезводнення сировини створюються тоді, коли сироп повністю покриває плоди. Використання інших співвідношень привело б до утворення надлишкової кількості сиропу. Тому всі інші варіанти були зразу відкинуті.

Вимірювання виходу збезводнених плодів проводять через 20 хвилин. Температуру розчинів вибрано в діапазоні 20÷50 °С. При проведенні досліджень для запобігання потемніння та підвищення клітинної проникності, сировину (яблука) піддавали попередній тепловій обробці – бланшуванню, тривалість бланшування – 2÷3 хвилини при $t=60 \div 70$ °С. Іншу сировину (чорноплідну горобину,

бланшування, яке викликає звертання білків цитоплазми, що збільшує їх проникність.

Позитивний вплив при варінні варення може мати вакуумування плодів. Під вакуумом відсмоктується повітря з міжклітинних ходів тканини плодів. Якщо при цьому плоди будуть залиті сиропом, то він легко проникає в плодову частину. Показником, який характеризує ступінь насичення плодів цукром, є вміст сухих речовин. Підвищення концентрації сухих речовин в плодах в процесі варіння варення обумовлюється не тільки проникненням цукру всередину плодової тканини, але й видаленням вологи з плодів.

Варіння варення слід вести так, щоб перший з цих процесів проходив інтенсивно, а другий – по можливості повільно. Тільки при цих умовах забезпечується збереження об'єму плодів, рівномірний розподіл цукру в них і одержання продукції високої якості. Для забезпечення таких умов необхідно встановлювати початкову концентрацію сиропу для кожного виду плодів, а також регулювати температуру варіння.

Швидкість проникнення цукру в плоди при нагріванні збільшується до тих пір, поки температура в них не досягне 101-102⁰С. При цій температурі плодовий сік закипає і утворені ним пари перешкоджають подальшому проникненню цукру в плоди. Разом з тим кількість видаленої із тканин вологи збільшується завдяки виділенням парам. Якщо ж слідом за підігрівом охолодити плоди, то в результаті падіння пружності водяних парів всередині тканини утворюється вакуум, що сприяє засмоктуванню сиропу. Таким чином, при варінні плодів у киплячому сиропі, необхідно нагрівання переривати охолодженням.

Матеріали і обладнання:

Електричні плитки, рефрактометр; термометри; фільтрувальний папір; марля; цукор, яблука, чорноплідна горобина, слива.

Хід роботи:

Робота проводиться трьома бригадами по 4 чоловіки.

Лабораторна робота № 3
ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ ПОГЛИНАННЯ
ПЛОДАМИ ЦУКРУ ПРИ ВАРІННІ ВАРЕННЯ

1 Мета й завдання роботи: вивчити динаміку поглинання плодами цукру при варіння варення в залежності від концентрації сиропу, способу попередньої підготовки плодів; встановити оптимальні умови варіння варення для різних видів сировини.

У результаті лабораторної роботи студент повинен:

знати: довжини хвиль для визначення поліфенольних сполук в різних областях спектра.

уміти: готувати стандартний розчин, реактив Фоліна-Деніса та будувати калібрувальні графіки.

2 Теоретичні основи

Для отримання варення плоди варять у міцному цукровому сиропі або уварюють з цукром, який видаляє з них сік і розчиняється в ньому. При цьому плоди просочуються цукровим сиропом, а частина плодового соку переходить в сироп.

Варіння варення слід розглядати як дифузійно-осмотичний процес, прискорений рядом побічних явищ, таких як закипання клітинного соку і утворення конвекційних потоків в міжклітинному просторі.

Так як розчинені речовини дифундують в напрямі більш низької концентрації розчину, під час варіння варення цукор із сиропу дифундує в плоди. Підвищення температури помітно прискорює дифузію, так як нагрівання збільшує швидкість руху дифундуючих частинок і знижує в'язкість розчинника. Швидкість дифузії зростає і з підвищенням концентрації цукрового сиропу. Однак одночасно зростає і в'язкість сиропу, що сповільнює дифузію.

На швидкість дифузії цукру впливає також попередня підготовка сировини. Характер операцій підготовки плодів і ягід для варіння варення залежать від їх виду. Значно прискорює просочування плодів цукровим сиропом

виноград) також бланшували для підвищення клітинної проникності та кращого протікання процесу осмотичного збезводнення.

Наважки сировини поміщали в хімічні стакани (маса плодів – 20÷120 г), заливали осмотично діючими речовинами, врахувавши вибране співвідношення $\frac{G_{\text{плоди}}}{G_{\text{сироп}}}$. Відповідна кількість

стаканів була рівною кількості замірів, що проводиться. Усі стакани одночасно поміщали в термостат з заданою температурою та через певний час (0,25 год), стакани по черзі виймали та проводили певні заміри. Плоди відділяли від сиропу, обсушували фільтрувальним папером, зважували і визначали зміну маси плодів; масову частку сухих речовин в плодах та розчині; вимірювали активну кислотність розчину. Розраховували % зменшення маси та масову частку цукру, всмоктаного плодами.

5 Обговорення результатів роботи

У результаті проведених досліджень визначали зміни маси та масової частки сухих речовин в плодах і розчинах осмотично діючих речовин (ОДР). Отримані дані заносять в таблицю 1.

Таблиця 1 – Зміна маси та масової частки сухих речовин в плодах і розчинах ОДР

Час збезводнення, хв.	Зміна маси плодів		Втрата маси, х %	Зміна сухих речовин, %	
	г	%		розчин ОДР	плоди
0	40	100	0	30	15
20					
40					
60					
80					
100					
120					

Аналізуючи отримані дані, роблять висновок про особливості вибору сировини для процесу ОЗ, про ефективність осмотично діючої речовини (ОДР), про зміни маси та масової частки сухих речовин в плодах і розчинах ОДР. Розрахувати кількість всмоктаного плодами цукру та кількість втраченої вологи.

На основі отриманих даних побудувати залежності виходу сировини після збезводнення від природи осмотично діючої речовини (ОДР).

Приклад розрахунку:

1 Розрахунок кількості всмоктаного цукру, %

$$C_{20} = \frac{15(100 - 9)}{100} - 13 = 0,65$$

$$C_{40} = \frac{18(100 - 20,5)}{100} - 13 = 1,31$$

$$C_{60} = \frac{21(100 - 26,5)}{100} - 13 = 2,43$$

$$C_{80} = \frac{28(100 - 37,5)}{100} - 13 = 4,78$$

$$C_{100} = \frac{34,5(100 - 45,0)}{100} - 13 = 5,97$$

$$C_{120} = \frac{35(100 - 50,0)}{100} - 13 = 4,50$$

2 Розрахунок кількості втрати вологи, %

$$W = X + C, \%$$

(1)

$$W_{20} = 9 + 0,65 = 9,65$$

$$W_{40} = 20,5 + 1,31 = 21,81$$

$$W_{60} = 26,5 + 2,43 = 28,93$$

$$W_{80} = 37,5 + 4,78 = 42,28$$

$$W_{100} = 45 + 5,97 = 50,97$$

$$W_{120} = 50 + 4,5 = 54,50$$

6 Оформлення протоколу

Протокол лабораторної роботи необхідно оформити в такому порядку:

1 Теоретична частина, мета роботи.

2 Методика і техніка виконання роботи.

3 Експериментальна частина, яка повинна містити результати досліджень (графіки, таблиці, розрахунки).

Висновок

7 Запитання для самоперевірки

1 Охарактеризуйте процес осмотичного збезводнення.

2 Назвіть фактори, від яких залежить вибір сировини для осмотичного збезводнення.

3 Назвіть фактори, від яких залежить вибір осмотично діючої речовини (ОДР).

4 Охарактеризуйте умови протікання процесу осмотичного збезводнення.

5 Розрахунок кількості всмоктаного цукру при осмотичному збезводненні.

6 Розрахунок кількості втрати вологи при збезводненні.

7 Вкажіть переваги способу осмотичного збезводнення над іншими способами вилучення вологи.

Література: [2, 3, 4, 9].