**Лабораторна робота №13**

**Тема: Вуглеводи**

**Мета роботи**

Вивчити фізико-хімічні властивості вуглеводів різних класів, оволодіти методами їх ідентифікації та дослідити хімічні реакції, характерні для моно-, ди- і полісахаридів.

**Теоретична частина:**

**І. Вступ**

1. Значення вуглеводів у живій природі
2. Роль вуглеводів у сільськогосподарському виробництві та агрономії
3. Загальна характеристика та класифікація вуглеводів

**ІІ. Моносахариди**

1. Визначення та загальна формула моносахаридів
2. Класифікація моносахаридів (за кількістю атомів карбону та функціональними групами)
3. Найважливіші представники моносахаридів:
	* Глюкоза: структура, властивості, біологічне значення
	* Фруктоза: структура, властивості, поширення в природі
	* Рибоза та дезоксирибоза: роль у структурі нуклеїнових кислот
4. Хімічні властивості моносахаридів (реакції окиснення, відновлення, етерифікації)
5. Методи виявлення моносахаридів у рослинних тканинах

**ІІІ. Дисахариди**

1. Визначення та загальна характеристика дисахаридів
2. Типи глікозидних зв'язків
3. Найважливіші представники:
	* Сахароза: структура, властивості, значення для рослин
	* Мальтоза: структура, утворення при гідролізі крохмалю
	* Лактоза: структура та властивості
4. Хімічні властивості дисахаридів
5. Інвертний цукор та його використання в сільському господарстві

**IV. Полісахариди**

1. Визначення та загальна характеристика полісахаридів
2. Гомополісахариди:
	* Крохмаль: амілоза та амілопектин, фізико-хімічні властивості, біосинтез
	* Глікоген: структура, функції, порівняння з крохмалем
	* Целюлоза: структура, властивості, значення для рослин
3. Гетерополісахариди:
	* Пектинові речовини: структура, властивості, значення в агрономії
	* Геміцелюлози: ксилани, глюкоманани
4. Модифіковані полісахариди та їх застосування в сільському господарстві

**V. Вуглеводи в життєдіяльності рослин**

1. Фотосинтез як основний шлях утворення вуглеводів у рослинах
2. Транспорт вуглеводів у рослинах
3. Запасні вуглеводи рослин
4. Роль вуглеводів у формуванні клітинної стінки
5. Вплив факторів середовища на синтез та накопичення вуглеводів у рослинах

**VI. Практичне значення вуглеводів в агрономії**

1. Вуглеводи як показник якості сільськогосподарської продукції
2. Вплив агротехнічних заходів на накопичення вуглеводів у культурних рослинах
3. Методи визначення вмісту різних вуглеводів у рослинній продукції
4. Вуглеводний склад основних сільськогосподарських культур
5. Перспективи використання вуглеводів рослинного походження в біотехнології

**Хід роботи**

**Дослід 1. Реакції відновлюючих і невідновлюючих цукрів**

**1.1. Реакція з реактивом Фелінга**

**Принцип**: Відновлюючі цукри (глюкоза, фруктоза, мальтоза, лактоза) відновлюють Cu²⁺ до Cu₂O (червоний осад).

**Методика**:

1. Приготуйте реактив Фелінга А: розчиніть 7 г CuSO₄· 5H₂O в 100 мл води.
2. Приготуйте реактив Фелінга В: розчиніть 35 г сегнетової солі (калій-натрій тартрат) і 10 г NaOH в 100 мл води.
3. У три пробірки внесіть по 2 мл водних розчинів глюкози, фруктози і сахарози.
4. Додайте в кожну пробірку по 1 мл реактиву Фелінга А і 1 мл реактиву Фелінга В.
5. Нагрійте пробірки на водяній бані при температурі 70-80°C протягом 5-7 хвилин.
6. Спостерігайте за зміною забарвлення та випаданням осаду.

Запишіть результати в таблицю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Розчин цукру** | **Спостереження** | **Хімічне рівняння реакції** | **Висновок** |
| Глюкоза | Утворення цегляно-червоного осаду Cu₂O | R-CHO + 2Cu²⁺ + 5OH⁻ → R-COO⁻ + Cu₂O↓ + 3H₂O | Глюкоза має альдегідну групу і є відновлюючим цукром |
| Фруктоза | Утворення цегляно-червоного осаду Cu₂O | C₆H₁₂O₆ + 2Cu²⁺ + 5OH⁻ → C₆H₁₁O₇⁻ + Cu₂O↓ + 3H₂O | Фруктоза може ізомеризуватися в лужному середовищі і є відновлюючим цукром |
| Сахароза | Відсутність реакції (синій колір зберігається) | Реакція не відбувається | Сахароза не має вільних альдегідних груп і не є відновлюючим цукром |

**1.2. Реакція "срібного дзеркала" (реакція Толленса)**

**Принцип**: Альдегідна група моносахаридів відновлює аміачний розчин оксиду срібла до металічного срібла.

**Методика**:

1. У три чисті пробірки внесіть по 2 мл свіжоприготовленого реактиву Толленса.
2. Додайте в першу пробірку 1 мл розчину глюкози, у другу - 1 мл розчину фруктози, у третю - 1 мл розчину сахарози.
3. Нагрійте пробірки на водяній бані при температурі 70°C протягом 5-10 хвилин.
4. Спостерігайте за утворенням срібного дзеркала на стінках пробірок.

**Примітка**: Реактив Толленса потрібно готувати безпосередньо перед використанням! До 5 мл 5% розчину AgNO₃ додайте по краплях 5% розчин NaOH до випадання осаду Ag₂O. Потім додавайте по краплях 10% розчин аміаку до розчинення осаду.

Запишіть результати в таблицю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Розчин цукру** | **Спостереження** | **Хімічне рівняння реакції** | **Висновок** |
| Глюкоза | Утворення сріблястого дзеркального нальоту на стінках пробірки | R-CHO + 2[Ag(NH₃)₂]OH → R-COOH + 2Ag↓ + 3NH₃ + H₂O | Глюкоза має альдегідну групу і є відновлюючим цукром |
| Фруктоза | Утворення сріблястого дзеркального нальоту | C₆H₁₂O₆ + 2[Ag(NH₃)₂]OH → C₆H₁₁O₇⁻ + 2Ag↓ + 3NH₃ + H₂O | Фруктоза може ізомеризуватися в лужному середовищі і є відновлюючим цукром |
| Сахароза | Відсутність реакції (немає дзеркального нальоту) | Реакція не відбувається | Сахароза не має вільних альдегідних груп і не є відновлюючим цукром |

**2. Гідроліз крохмалю**

**Принцип**: Крохмаль під дією кислот гідролізується поступово через стадії декстринів і мальтози до глюкози.

**Методика**:

1. Приготуйте 1% розчин крохмального клейстеру.
2. У пробірку внесіть 10 мл крохмального клейстеру і додайте 1 мл концентрованої HCl.
3. Нагрійте розчин на водяній бані.
4. Відбирайте проби по 0,5 мл через кожні 5 хвилин (всього 4 проби).
5. Кожну пробу нейтралізуйте розчином NaOH і розділіть на дві частини:
	* До першої частини додайте 2-3 краплі розчину йоду в йодиді калію.
	* З другою частиною проведіть реакцію з реактивом Фелінга.

Запишіть результати в таблицю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Час гідролізу, хв** | **Забарвлення з йодом** | **Реакція з реактивом Фелінга** | **Стадія гідролізу** |
| 0 (початковий) | Синьо-фіолетове | Відсутня (немає червоного осаду) | Крохмаль |
| 5 | Фіолетово-червоне | Слабко позитивна (невеликий червоний осад) | Декстрини |
| 10 | Червоно-коричневе | Позитивна (більше червоного осаду) | Декстрини, мальтоза |
| 15 | Жовте або слабко-коричневе | Сильно позитивна (значний червоний осад) | Мальтоза, глюкоза |
| 20 | Забарвлення відсутнє | Сильно позитивна (інтенсивний червоний осад) | Глюкоза |

**3. Дослідження властивостей полісахаридів**

**Якісна реакція на крохмаль**

**Принцип**: Крохмаль з розчином йоду дає інтенсивне синє забарвлення через утворення комплексу.

**Методика**:

1. У пробірку внесіть 5 мл 1% розчину крохмального клейстеру.
2. Додайте 2-3 краплі розчину йоду в йодиді калію.
3. Спостерігайте за зміною забарвлення.
4. Нагрійте розчин до кипіння і спостерігайте за зникненням забарвлення.
5. Охолодіть розчин і спостерігайте за появою забарвлення.

Запишіть результати спостережень.

# Результати дослідження властивостей полісахаридів

## Якісна реакція на крохмаль

### Спостереження:

1. **Після додавання розчину йоду в йодиді калію до 1% розчину крохмального клейстеру:**
	* Розчин миттєво набув інтенсивного синьо-фіолетового забарвлення
	* Забарвлення рівномірно розподілилося по всьому об'єму розчину
	* Інтенсивність кольору залежала від концентрації крохмалю
2. **Після нагрівання розчину до кипіння:**
	* Синьо-фіолетове забарвлення поступово зникло
	* При досягненні температури кипіння розчин став безбарвним або ледь жовтуватим (колір розчину йоду)
	* Це свідчить про руйнування комплексу крохмаль-йод при підвищенні температури
3. **Після охолодження розчину:**
	* Синьо-фіолетове забарвлення поступово відновилося
	* Інтенсивність відновленого забарвлення була дещо нижчою за початкову
	* Це вказує на оборотність реакції комплексоутворення

### Пояснення результатів:

Спостережене явище пояснюється особливостями структури крохмалю та механізмом його взаємодії з йодом:

1. **Механізм утворення забарвлення:**
	* Молекули йоду вбудовуються у спіральну структуру амілози (лінійного компоненту крохмалю)
	* Утворюється комплекс включення, де молекули йоду розташовуються всередині спіралі амілози
	* Електронна взаємодія між йодом і спіраллю амілози призводить до характерного синьо-фіолетового забарвлення
2. **Вплив температури:**
	* При нагріванні збільшується кінетична енергія молекул
	* Спіральна структура амілози частково розгортається
	* Молекули йоду вивільняються зі структури спіралі
	* Комплекс руйнується, і забарвлення зникає
3. **Відновлення забарвлення при охолодженні:**
	* При зниженні температури молекули амілози знову формують спіральну структуру
	* Молекули йоду повторно вбудовуються у спіралі
	* Комплекс відновлюється, і забарвлення з'являється знову

### Висновки:

1. Реакція з йодом є специфічною якісною реакцією на крохмаль, що дозволяє виявити його навіть у незначних кількостях.
2. Взаємодія крохмалю з йодом є оборотним процесом, що залежить від температури.
3. Інтенсивність забарвлення залежить від:
	* Концентрації крохмалю у розчині
	* Вмісту амілози (лінійного компоненту крохмалю)
	* Температури реакційного середовища
4. Ця реакція має практичне значення для:
	* Якісного визначення крохмалю в харчових продуктах
	* Аналізу вмісту крохмалю в рослинних тканинах
	* Вивчення процесів гідролізу крохмалю

**4.Заповніть порівняльну таблицю характеристик вуглеводів:**

**Таблиця 1: Практичне використання хімічних властивостей вуглеводів**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Хімічна властивість** | **Реагенти** | **Продукти реакції** | **Практичне застосування** |
| Естерифікація целюлози | Целюлоза, оцтовий ангідрид, сірчана кислота | Ацетат целюлози | Виробництво штучних волокон, плівок, лаків, безпечного пластику |
| Відновлення глюкози | Глюкоза, водень, нікелевий каталізатор | Сорбіт | Виробництво замінників цукру, косметичних засобів, харчових добавок |
| Окиснення глюкози | Глюкоза, Ag₂O або Cu(OH)₂ | Глюконова кислота | Виробництво харчових консервантів, фармацевтичних препаратів, реагент для аналітичної хімії |
| Бродіння глюкози | Глюкоза, ферменти дріжджів | Етанол, CO₂ | Виробництво алкогольних напоїв, біоетанолу, хлібопекарська промисловість |
| Гідроліз крохмалю | Крохмаль, вода, кислоти або ферменти | Декстрини, мальтоза, глюкоза | Виробництво патоки, глюкозного сиропу, пивоваріння, кондитерська промисловість |
| Гідроліз сахарози | Сахароза, вода, кислоти або фермент інвертаза | Глюкоза, фруктоза | Виробництво інвертного сиропу, кондитерських виробів, меду штучного |

**Таблиця 2: Характеристики основних класів вуглеводів**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Клас вуглеводів** | **Приклади** | **Розчинність у воді** | **Солодкість** | **Відновні властивості** | **Біологічна роль у рослинах** |
| Моносахариди | Глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза | Висока | Висока (особливо фруктоза) | Сильні відновники (наявність альдегідної або кетонної групи) | Основне джерело енергії, будівельні блоки для складних вуглеводів, регуляція осмотичного тиску |
| Дисахариди | Сахароза, мальтоза, лактоза | Середня до високої | Середня (сахароза - еталон солодкості) | Мальтоза, лактоза - відновники; сахароза - не має відновних властивостей | Транспортна форма вуглеводів, запасання енергії, захист від осмотичного стресу |
| Полісахариди | Крохмаль, целюлоза, глікоген, хітин | Низька (формують колоїди або нерозчинні) | Відсутня | Не проявляють | Запасання енергії (крохмаль), структурний компонент клітинних стінок (целюлоза), захисна роль |

Ці таблиці містять основні відомості про хімічні властивості та класи вуглеводів, важливі для розуміння їх ролі в природі та технологічного застосування.

**Висновки:**