Львівський професійний коледж
готельно-туристичного та ресторанного сервісу

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НМР
_____ Марія СКОРОБОГАТА
26 серпня 2025 р.

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «БІОХІМІЯ»

Спеціальність «Харчові технології»
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
Освітньо-професійна програма «Харчові технології»

Підготувала:
Викладач Мельник Н.М.

Погоджено на засіданні циклової комісії викладачів природничо-математичного циклу
Протокол № 01 від 26 серпня 2025 р.

Голова циклової комісії _____ Ігор МАТВІЇВ

Львів 2025

Практичне заняття 1. Денатурація білків.

ВСТУП

Білки – високомолекулярні органічні сполуки, які становлять основу структури клітин і тканин, беруть участь у метаболізмі, обумовлюють процеси росту, розмноження та постійного самооновлення організму. Теоретичні знання про будову, фізико-хімічні властивості, визначення амінокислотного складу білків, вміст їх у біологічних рідинах (крові, сечі), важливі як для формування фундаментальних уявлень про молекулярну основу життя, так і в клініко-лабораторній діагностиці. Вміст білків в різних тканинах людини неоднаковий. М'язи містять до 80 % білку, селезінка, кров, легені – 72%, шкіра – 63 %, печінка – 57 %; мозок – 15 %, жирова тканина, костна тканина і тканина зубів – 14-28 %. Одна з основних властивостей білків – їхня здатність під впливом різних факторів змінювати свою структуру і властивості. Процес порушення природної структури білків, який супроводжується розгортанням поліпептидного ланцюга без зміни його первинної структури, називається денатурацією. Як правило, денатурація має незворотній характер. Проте на початкових стадіях денатурації за умови припинення дії факторів, що спричиняють цей процес, білок може відновити свій початковий стан. У живих організмів відбувається часткова оборотна денатурація білків, пов'язана з виконанням ними певних функцій – забезпечення рухової активності, передачею в клітини сигналів з довкілля, прискорених біохімічних реакцій тощо. Денатурація має біологічне значення, наприклад, павук виділяє краплину секрету, яка прикріплюється до опори і продовжуючи виділяти секрет, павук натягує нитку-відбувається денатурація і секрет з розчиненого стану переходить у не розчинений.

Мета роботи: 1.Навчитися планувати свій час та створити продукт проекту згідно з критеріями, здобувати інформацію з різних джерел, аналізувати, систематизувати та представляти отриману інформацію. 2.Отримати досвід публічного виступу під час захисту проекту. 3.Навчитися переносити наукові методи пізнання(аналіз, синтез, оцінювання), відпрацьовані під час роботи над проектом, на навчальну та суспільну діяльність. 4.Знати будову та класифікацію білків. 5.Характеризувати фізико-хімічні властивості білків. 6.Дослідити властивості білків, а саме денатурацію та її вплив на живі організми.

Завдання дослідження: Необхідно знайомити людей з властивостями та значенням денатурації і не тільки розповідати про її користь, але й попереджати про її небезпечну дію на організм людини.

Об'єкт дослідження: яєчний білок.

Практичне значення: Реакції хімічної денатурації використовують для осадження білка в біологічному матеріалі з метою подальшого визначення в фільтраті низькомолекулярних речовин; для виявлення присутності білка в різних фізіологічних рідинах і кількісного аналізу; для зв'язування солей важких металів при лікуванні отруєнь і для профілактики їх на виробництві; для знешкодження відходів в санітарній практиці; для дезінфекції шкіри, слизових покривів**.**

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1.Білки. Їх фізико-хімічні властивості

Білки – це нітрогеновмісні органічні сполуки, які складаються із залишків α – амінокислот з'єднаних пептидними зв'язками.

Класифікація білків:

За складом:

а) протеїни – прості білки, складаються лише із залишків амінокислот

б) протеїди – складні білки, які крім залишків амінокислот містять залишки речовин небілкової природи(вуглеводи, ортофосфатну кислоту, нуклеїнові кислоти)

За будовою:

а) глобулярні – молекули шаровидної форми (наприклад, у яйцях, ікрі, злаках, картоплі, капусті та ін.);

б) фібрилярні – ниткоподібні, волокнисті (кератин шерсті, колаген й еластин сполучних тканин м'яса).

За вмістом амінокислот:

а) повноцінні – містять всі незамінні амінокислоти;

б) неповноцінні – відсутня хоча б одна незамінна амінокислота.

Розрізняють такі структури білкової молекули:

Первинна – це послідовність амінокислотних ланок в молекулі білка у лінійному поліпептидному ланцюзі. Вона чітко визначена для кожного білка. Зв'язок пептидний. Визначає специфіку білків. Найважливіша структура. Якщо замінити в молекулі білка хоча б одну амінокислоту на іншу, це може призвести до втрати білком своєї функції. Наприклад, якщо хоч одну амінокислоту в гемоглобіні крові замінити іншою, то виникає захворювання «серповидна анемія».

Вторинна – просторова конфігурація білкової молекули, що нагадує спіраль. Найчастіше вона скручується у спіраль завдяки утворенню водневих зв'язків між пептидними групами, що знаходяться на різних витках спіралі. Ниткоподібну форму поліпептидного ланцюга має лише незначна кількість білків, наприклад, білок натурального шовку (фіброїн). Зв'язок між витками спіралі водневий (CO–NH).

Третинна – це трьохвимірна конфігурація, якої набуває в просторі закручена спіраль поліпептидного ланцюга (найпростіше уявлення - спіраль звернулася в клубок).Підтримується ця структура взаємодією різних функціональних груп, що входять до радикалів амінокислот. У такої структури в просторі є виступи і западини із зверненими назовні функціональними групами. Третинна структура зумовлює специфічність білкової молекули, її біологічну активність. Зв'язки: дисульфідні місточки S–S; естерні місточки COOH–OH; солеві місточки COOH–NH2; водневий.
Четвертинна – це поєднання в просторі кількох макромолекул білка. Таке утворення дістало назву «глобула». Ця структура характерна, наприклад, для гемоглобіну, який є об'єднанням чотирьох білкових молекул. Наприклад, молекула гемоглобіну складається з поліпептидних ланцюгів (первинна структура), скручені у спіраль (вторинна структура), які в свою чергу згорнуті у клубок (третинна структура) й об'єднані по чотири (четвертинна структура).

До фізико-хімічних властивостей білків відносять амфотерність, розчинність, здатність до денатурації, колоїдні властивості, гідроліз, кольорові реакції на білок
Амфотерність:
Знаємо, що білки містять кислотні (COOH) і основні (NH2) групи. Завдяки цьому вони володіють буферними властивостями. Однак при фізіологічних pH(показниках кислотності розчину) їх буферна ємність обмежена. Амфотерність дозволяє розділити білки по заряду. Аналогічно амінокислотам, вони заряджаються позитивно при зменшенні pH, і негативно при його збільшенні. При нейтральних pH заряд білка залежить від співвідношення кислих і основних амінокислот. Якщо переважають кислотні - то і заряд негативний, якщо основні – позитивний.
Розчинність:
Так як білки несуть багато заряджених груп, то вони водорозчинні. Розчинність пов'язана:
• зі взаємовідштовхуванням молекул.
• з гідратацією білків - чим більше полярних амінокислот, тим більше гідратна оболонка (на 100 г білка може бути 30-50 г води).
Таким чином, розчинність білків залежить від заряду і наявності гідратної оболонки. Зникнення одного або обох цих факторів веде до осадження білків.
Колоїдні властивості:
1. Розсіювання променя світла, що проходить через білковий розчин - ефект Тиндаля.

2. Мала швидкість дифузії.
3. Нездатність проникати через напівпронікні мембрани.
4. Створення онкотичного тиску, тобто переміщення води в бік більш високої концентрації білка.
5. Висока в'язкість - сили зчеплення між молекулами.

Гідроліз білків:

Гідроліз – розпад до амінокислот під дією ферментів в живих організмах або при нагріванні з розчинами кислот чи лугів. Найважливішою властивістю білків є здатність їх до гідролізу

Денатурація:

Це розрив зв'язків, що стабілізують четвертинну, третинну, вторинну структури.

• Кислоти і луги утворюють водневі зв'язки з пептидними групами.
• Органічні розчинники утворюють водневі зв'язки і викликають дегідратацію.
• Алкалоїди і важкі метали утворюють зв'язки з полярними групами і розривають систему водневих і йонних зв'язків.

Ми розглянемо саме денатурацію.

1.2. Денатурація

Денатурація - будь-які зміни природної (нативної) структури макромолекул білка, нуклеїнової кислоти і інших біополімерів, які не супроводжуються розривом міцних ковалентних хімічних зв'язків у результаті екстремальних умов навколишнього середовища, наприклад, обробки кислотами або основами, високими концентраціями неорганічних солей або органічних розчинників (спирт, хлороформ), нагрівання. Денатурація веде до зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей біополімера. У результаті макромолекула втрачає нативний стан та необхідні властивості для функціонування в клітині. Може бути повною і частковою, оборотною і необоротною.

1.3. Денатурація білків

ДЕНАТУРАЦІЯ (лат. denaturare — позбавляти природних властивостей) — процес, який супроводжується глибокими змінами в молекулах біополімерів, частіше білків. Він пов’язаний з порушенням четвертинної, третинної і вторинної структур, що спричиняє у свою чергу зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей білка. Денатурація відбувається під впливом хімічних (мінеральні та органічні кислоти, луги, органічні розчинники, важкі метали, алкалоїди, детергенти, деякі аміди, напр. сечовина та ін.) і фізичних (температура, ультразвук, іонізуюча радіація та ін.) факторів. При денатурації білка має місце розрив хімічних зв’язків (водневих, дисульфідних, електростатичних, ван-дер-ваальсових та ін.), які стабілізують вищі рівні

організації білкової молекули, що призводить до зміни просторової структури білка. В більшості випадків первинна структура не порушується, тому після розкручування поліпептидного ланцюга (стадія нитки) він може знову стихійно скручуватися, утворюючи «випадковий клубок», тобто переходить до хаотичного стану, відмінного від нативної конформації.

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження денатурації білків при нагріванні в різних середовищах

Денатурація білків - це зміна структурної організації білкової молекули (третинної, четвертинної і навіть вторинної структури), що приводить до зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей білка. Денатураційні чинники діляться на хімічні (кислоти, важкі метали та ін.), фізичні (ультразвук, висока і низька температура), біологічні (протеолітичні ферменти - трипсин). Ми розглянемо процес денатурації під дією хімічного чинника.

Реактиви:1) CH3COOH, 2) HN03, 3) CuS04, 4)H2S04, 5)NaOH, 6) C2H5OH.

Матеріали дослідження: яєчний білок.

Принцип: денатурація знижує гідрофільність білків і стійкість їх в розчині.

Аналіз: В ряд пронумерованих пробірок вносять по 5 крапель яєчного білка і додають реактиви. Незворотність осадження білка встановлюють додаванням до осаду 10-20 крапель дистильованої води.

Практичне значення: Реакції хімічної денатурації використовують для осадження білка в біологічному матеріалі з метою подальшого визначення в фільтраті низькомолекулярних речовин; для виявлення присутності білка в різних фізіологічних рідинах і кількісного аналізу; для зв'язування солей важких металів при лікуванні отруєнь і для профілактики їх на виробництві; для знешкодження відходів в санітарній практиці; для дезінфекції шкіри, слизових покривів.

Проведення:

В кожну пробірку наливаємо по 1 мл розчину білка

1)1-у пробу нагрівають і спостерігають помутніння розчину та згортання білка

2) До 2-ї проби додають 2 краплі 1% CH3COOH(слабокисле середовище). Нагрівають, спостерігають спочатку помутніння, а при подальшому нагріванні - білий пластівчастий осад. Білок втрачає заряд, наближається до ізоелектричного стану.

3) У 3-ю пробу додають 2 краплі 10% розчину NaOH (лужне середовище). Нагрівають. Осад не утворюється, так як на частинках білка посилюється позитивний заряд.

4) У 4-у пробу повільно, краплями, додають 5% розчин купрум(II)сульфат(CuSO4).Спостерігається згортання білка.

5) У пробірку наливають по 1–2 мл концентрованої кислоти — нітратної. Потім обережно, по стінках приливають 1 мл розчину білка. Бачимо утворення осаду. За надлишку HNO_3або при взбовтуванні осад не розчиняється.
6) У пробірку наливають по 1–2 мл концентрованої кислоти — сульфатної .Потім обережно, по стінках приливають по 1 мл розчину білка. Бачимо утворення осаду. Під час збовтування суміші і за надлишку сульфатної кислоти(H_2SO_4) осад білка розчиняється.
7) Наливаємо 1-2 мл розчину білка в пробірку, доливаємо 1-2 мл етилового спирту. Спостерігаємо утворення осаду. Внаслідок дії спирту руйнується гідратна оболонка білка й утворюється осад, який знову можна розчинити у воді. За такого осадження і розчинення властивості білків відновлюються, вони не втрачають ферментативної активності. За умови, що дія спирту буде короткочасною.

2.2.1. Результати

Ми прослідили процес денатурації і прийшли до висновку, що в результаті денатурації білків відбуваються наступні основні зміни:
– різко знижується розчинність білків;
– втрачається біологічна активність, здатність до гідратації і видова специфічність;
– покращується атакувальність протеолітичними ферментами;
– підвищується реакційна здатність білків;
– відбувається агрегація білкових молекул;
– заряд білкової молекули дорівнює нулю.

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна

Практичне заняття 2. Гідроліз вуглеводів

Практична частина:

Мета роботи: Вивчити властивості вуглеводів. Для виконання роботи необхідно вивчити такі питання теорії:

Контрольні питання

1. Загальна характеристика вуглеводів. Значення для живих організмів.
2. Класифікація вуглеводів.
3. Характеристика моносахаридів. Оксикарбонільні і циклічні форми. Явище таутомерії і мутаротації. Хімічні властивості. Представники.
4. Характеристика дисахаридів. Їх будова, фізичні та хімічні властивості.
5. Характеристика полісахаридів (крохмаль, целюлоза, гепарин).
6. Написання формул ксилози, рибози, дизоксирибози, арабінози, глюкози, фруктози, сахарози, мальтози, крохмалю, целюлози.

Практичне значення роботи: За допомогою якісних реакцій можна визначати наявність вуглеводів у біологічних рідинах і тканинах організму. По зміні їх вмісту судять про захворюваність.

Дослід 1. Відновлення гідроксиду міді (II) глюкозою - **реакція Фелінга**.

Принцип методу: усі моносахариди, а також більш складні цукри, що мають вільну альдегідну або кетонну групи, мають спроможність відновлювати метали в лужному середовищі. Метали при цьому відновляються з окисної форми в закисну або навіть до вільного стану.

Хід роботи: до 1-2 мл розчину глюкози доливають рівний об'єм реактиву Фелінга (складається з розчинів $CuSO_4$, NaOH і сегнетової солі). Суміш нагрівають до кипіння. Утворюється червоний осад оксиду міді (I).

Дослід 2. Відновлення гідроксиду срібла глюкозою - **реакція срібного дзеркала**

Принцип методу: Глюкоза відновлює аміачний розчин гідроксиду срібла, утворений при взаємодії нітрату срібла з гідроксидом натрію і водяного розчину аміаку до металевого срібла

Хід роботи: у пробірку вносять 4 краплі розчину глюкози, 4 краплі аміачного розчину оксиду срібла і нагрівають. На стінці утворюється наліт срібла.

Дослід 3. Реакція Селіванова на фруктозу.

Принцип методу: при нагріванні фруктози (і інших кетогексоз) із соляною кислотою утворюється оксиметилфурфурол, що із резорцином дає з'єднання пофарбоване у вишнево-червоний колір. При великій концентрації спостерігається поява червоно-бурого осаду.

Хід роботи: у пробірку поміщають крупинку резорцину, добавляють 2 краплі концентрованої HCI, 2 краплі розчину фруктози і нагрівають до кипіння. Поступово рідина забарвлюється в червоний колір.

Дослід 4. Проробити реакцію сахарози з реактивом Фелінга.

Принцип методу: У молекулі сахарози зв'язок між залишками глюкози і фруктози утворюється за рахунок двох глікозидних гідроксилів. Сахароза не має відновлювальних властивостей і дає негативну реакцію Фелінга, а також не відновлює аміачний розчин гідроксиду срібла.

Дослід 5. Проробити реакцію сахарози з аміачним розчином оксиду срібла.

Дослід 6. Гідроліз сахарози.

Принцип методу: Після гідролізу сахарози (кип'ятіння при наявності концентрованої сірчаної кислоти) утворюються моносахариди, що можна виявити за допомогою реакцій Фелінга і Селіванова.

Хід роботи: у пробірку додають 1 мл розчину сахарози, добавляють 2 краплі концентрованої соляної кислоти і нагрівають на киплячій водяній лазні 15 хвилин. Потім суміш розділяють на 2 частини, з однією проробляють реакцію Фелінга, а з другою - реакцію Селіванова.

Дослід 7. Якісна реакція на крохмаль.

Принцип методу: Найбільш специфічна реакція на крохмаль - поява синього фарбування з йодом. Фарбування обумовлене амілозою. Фарбування зникає при нагріванні і відновлюється при охолоджені крохмального клейстеру.

Хід роботи: до декількох крапель крохмального клейстеру додають 1-2 краплі реактиву Люголя (розчин йоду з йодистим калієм).

Дослід 8. Доказ відсутності відновлюючої спроможності крохмалю.

Принцип методу: Полісахариди не містять вільних редуційованих груп, тому вони не мають відновлюючої спроможності.

Хід роботи: у пробірку вносять 1 - 2 мл крохмального клейстеру і проробляють із ним реакцію Фелінга.

Дослід 9. Кислотний гідроліз крохмалю.

Хід роботи: наливають у пробірку 3 мл крохмального клейстеру, 2 краплі концентрованої соляної кислоти і кип'ятять на водяній лазні 15 хвилин. Щоб визначити, чи відбувся гідроліз крохмалю, відбирають 3-5 крапель розчину і додають краплю реактиву Люголя. Якщо розчин не синіє, гідроліз закінчено. Відбирають у пробірку 1 - 2 мл гідролізату і проробляють із ним реакцію Фелінга.

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна

Практичне заняття 3. Дослідження ферментів (амілаза, каталаза)

Мета роботи: вивчити загальні властивості ферментів.

Практичне значення роботи: вивчення властивостей ферментів необхідне для підбору оптимальних умов дії ферментів або визначенні їх активності в наукових або клінічних дослідженнях, для проведення фармакологічного аналізу ферментативних препаратів.

Матеріали і реактиви: штатив для пробірок, пробірки, піпетки, крапельниці, фарфорова ступка з товчком, термостат, водяна баня з термометром, сірники, спиртівка, скляні палички, годинникове скло, чашка Петрі; лід, слина (розчин амілази), дистильована вода, 1%-ий розчин крохмалю, реактив Люголя (1%-ий розчин йоду в калій йодиді), варена та сира картопля, 3%-ий розчин H_2O_2, 5%-ий розчин сахарози або 2%-ий розчин сахарози, препарат сахарази, 0,4%-ий розчин натрій гідроксиду, 0,4%-ий розчину хлоридної кислоти, 1%-ий розчин натрій хлориду, 1%-ий розчин купрум (II) сульфату, реактив Фелінга I та Фелінга II.

Хід роботи

Дослід 1. Дія амілази

Принцип методу. Амілаза є ферментом, який каталізує гідроліз α-глюкозидного зв'язку α-1-4-крохмалю до проміжних продуктів – декстринів. Крохмаль утворює з йодом сполуки синього забарвлення, амілодекстрин – фіолетового, еритродекстрин – червоно-бурого, ахродекстрин – жовтого.

Хід роботи. У дві пробірки наливають по 2 мл 1%-ого розчину крохмалю, в одну із пробірок додають 2 мл слини, добре перемішують. Обидві пробірки зі скляними паличками, зануреними в них, одночасно поміщають у водяну баню при 40 ^{0}С. Через 4 хв. з кожної пробірки відбирають за допомогою скляної палички по краплині рідини і змішують їх окремо з краплею реактиву Люголя, заздалегідь нанесеною на годинникове скло. Повторюють взяття проб через 6 та l0 хв.

Забарвлення з йодом проб з пробірки, що містить слину, змінюється від синього до синьо-фіолетового, буро-червоного, червоного і, нарешті, жовтого.

До вмісту пробірки з амілазою додають реактив Фелінга (Фелінг І та Фелінг ІІ по 0,5 мл відповідно) і нагрівають до кипіння. Утворюється червоний осад купрум (І) оксиду.

Дослід 2. Дія каталази
Принцип методу. Каталаза прискорює реакцію розщеплення гідроген

пероксиду на H_2O та O_2:

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$.
У цій реакції одна молекула гідроген пероксиду окиснюється і є донором

електронів, а друга молекула відновлюється і є акцептором електронів.

Хід роботи. Розрізати картоплю, додати на зріз сирої та вареної картоплі 2 краплі розчину H_2O_2.

На зрізі сирої картоплі внаслідок утворення молекулярного кисню з'являється велика кількість бульбашок. На вареній картоплі бульбашки газу не утворюються.

Дослід 3 Специфічність дії амілази та сахарази

Принцип методу. Амілаза розщеплює полісахарид крохмаль і не діє на дисахариди (мальтозу або сахарозу). Сахараза розщеплює тільки сахарозу й не розщеплює крохмаль та інші дисахариди.

Хід роботи. У 1-у пробірку та 2-у пробірку наливають по 1 мл 1%-ого розчину крохмалю. У 1-у пробірку додають 1 мл розчину амілази слини, в 2-у пробірку – 1 мл препарату сахарази, потім перемішують і ставлять у термостат за температури 38 ^{0}C.

У 3-ю пробірку та 4-у пробірки наливають по 1 мл 2-ого розчину сахарози. У 3-ю пробірку додають 1 мл препарату сахарази, а 4-у пробірки – 1 мл розчину амілази слини й залишають за тих самих умов.

Через 5 хв. у 1-у пробірку та 2-у пробірку додають по 5 краплі розчину йоду й спостерігають за забарвленням.

У 3-ю пробірку, 4-у пробірку додають реактив Фелінга (Фелінг І та Фелінг ІІ по 0,5 мл відповідно) та нагрівають до кипіння.

У 1-й пробірці з амілазою синє забарвлення розчину зникає внаслідок розщеплення крохмалю амілазою – прозора рідина або жовте забарвлення. У 2-й пробірці розчин має синє забарвлення.

Сахароза відновних властивостей немає, тому в пробірці, де під впливом сахарази сахароза розщепилася на глюкозу та фруктозу, спостерігається червоне забарвлення, утворюється червоний осад купрум (І) оксиду

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна

Практичне заняття 4. Визначення вітаміну С у продуктах харчування.

1.3 Хімічна будова і властивості вітаміну С

Аскорбінова кислота має наступну хімічну формулу $C_6 H_8 O_6$.
За фізичними властивостями є безбарвною кристалічною речовиною з приємним гостро - кислим смаком, температура плавлення 192 С◦.
Аскорбінова кислота легко розчинна у воді, погано розчинна в етанолі і майже нерозчинна в інших органічних розчинниках.

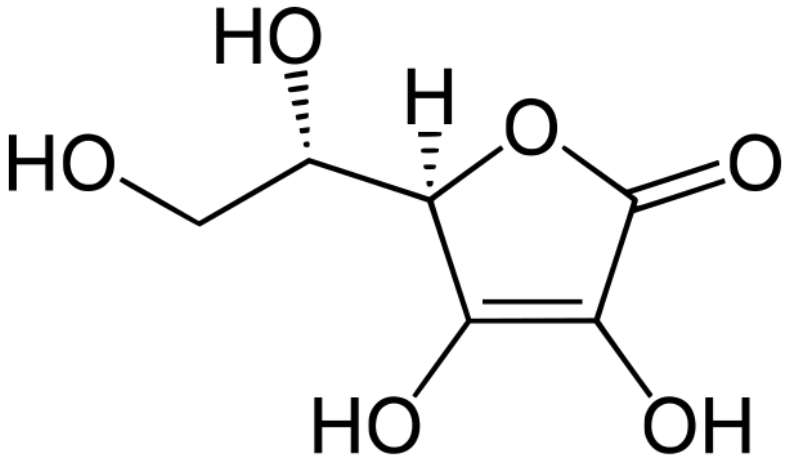

Рис.1 Формула аскорбінової кислоти

Продуктом окислення аскорбінової кислоти - L-дегидроаскорбінова кислота, яка є зворотньо окисленою формою аскорбінової кислоти і володіє сильними кислотними властивостями, дегдроаскорбиновая кислота втрачає їх разом з двома діенольной атомами водню. Відсутність подвійного зв'язку між атомами вуглецю робить молекулу дегидроаскорбиновой кислоти досить нестійкою до гідролізу, особливо в лужному і навіть слабокислою середовищі, лактонного кільця утворюючи 2,3-дікето-L-гулонової кислоти, яка потім окислюється з розривом вуглецевого скелета молекули і утворенням L- треонової і щавлевої кислот. Ні 2,3 - дікето-L-гулонової кислота, ні продукти її розкладання не володіють властивостями вітаміну С.
Вивчення процесу окислення аскорбінової кислоти показало, що у водних розчинах в присутності кисню повітря цей процес не йде без каталізаторів-іонів міді та срібла. Однак у звичайній водопровідній воді іони цих металів завжди присутні в достатній для каталітичного дії кількості. Розчинений у водопровідній воді хлор також надає окислюючу дію і призводить до руйнування вітаміну С.
Існує цілий ряд речовин, що зберігає аскорбінову кислоту від окислення. До них відносяться різні сірчисті сполуки і деякі похідні пурину, такі, як

ксантин, сечовина. При зберіганні або сушінні плодів і овочів для більшого збереження вітаміну С їх піддають обробці сірчистим газом. Проникаючи в клітини і розчиняючись у клітинному соку, сірчистий газ утворює з водою сірчисту кислоту, яка пригнічує активність ферменту (аскорбіноксидази), що каталізує процес окислення аскорбінової кислоти. Цукор також сприяє більшому збереженню вітаміну С.

1.4 Біологічна роль вітаміну С

Аскорбінова кислота присутня в тканинах всіх тварин і вищих рослин. Тільки люди і деякі інші хребетні можуть отримувати її з їжею, більшість тварин і всі рослини можуть синтезувати ці сполуки з глюкози [1], [3].
Мікроорганізми не містять аскорбінової кислоти і не потребують її.
Біохімічна роль вітаміну С ще не достатньо вичена. На думку ряду вчених вітамін С бере дуже активну участь в біохімічних процесах [12]:
1. Аскорбінова кислота є постачальником водню для утворення ядерної ДНК.
2. Аскорбінова кислота бере участь у біохімічних перетвореннях інших вітамінів. Встановлено, що аскорбінова кислота знижує потребу тваринного організму у вітамінах комплексу В.
3. Вітамін С впливає на синтез колагену, нестача якого в організмі призводить до порушення еластичності і проникності кровоносних судин.
4. Аскорбінова кислота необхідна для утворення та обміну гормону адреналіну в мозковому шарі надниркових залоз і норадреналіну (попередника адреналіну).
5. Аскорбінова кислота підвищує стійкість організму до різних інфекційних захворювань, тому що недостача вітаміну С призводить до зниження імунобіологічної опірності організму.У своїй книзі «Вітамін С і здоров'я» лауреат Нобелівської премії Л. Полінга пропонує приймати вітамін С у великих дозах - до 10 г на день для профілактики і лікування застудних захворювань. При перших ознаках застуди доцільно прийняти 1-1,5 г аскорбінової кислоти у вигляді таблеток або порошку, через 4 години ще стільки ж - і так протягом першої доби (є відомості про те, що аскорбінова кислота активує дію інтерферону, який захищає нас від вірусів). Якщо ефект очевидний, то лікування продовжують і в наступну добу (1 г вітаміну С 4-5 разів на день), а потім протягом декількох днів поступово знижуючи дози до звичайних.
6. Встановлено, що вітамін С впливає на активність лейкоцитів.
7. Вітамін С сприяє кращому засвоєнню заліза і тим самим посилює утворення гемоглобіну і дозрівання еритроцитів.

8. Аскорбінова кислота не тільки активізує захисні сили організму, але й сприяє знешкодженню токсину, що виділяються патогенними мікроорганізмами.
9. Вітамін С застосовується в медицині при лікуванні цілого ряду захворювань не тільки інфекційних, але і при туберкульозі, в хірургічній практиці як засіб, що прискорює загоєння ран, зрощення кісток і післяопераційних швів.
Авітаміноз С швидко призводить до розвитку цинги. Додатковий прийом вітаміну С необхідний людям, що зловживають тютюном, алкоголем, враженим хронічними захворюваннями; людям, що знаходяться в стресових станах, тим, що недавно перенесли хірургічні операції, травми, опіки, працюючим у токсичних умовах, враженим інфекційними захворюваннями, анемією. Аскорбінова кислота застосовується при станах, коли спостерігається підвищене її споживання: вагітність, грудне годування, вірусні, бактеріальні інфекції, інтенсивні заняття спортом, інші фізичні навантаження, стресові стани, в дітей у періоді статевого дозрівання.

1.4.1 Харчові джерела вітаміну С

При вживанні харчових продуктів, багатих білками і іншими вітамінами, потреба у вітаміні С значно знижується і навпаки. Посилена втрата вітаміну С спостерігається також при охолодженні організму і при потовиділенні, тому що разом з потом і сечею виділяється деяка частина вітаміну С.
Якщо людина повністю залежить від надходження вітаміну С ззовні, то багато тварин цього не потребують. І все ж незважаючи на те, що організм багатьох тварин здатний виробляти вітамін С, тваринні продукти досить бідні цим вітаміном. У м'язах, наприклад, міститься всього 0,9 мг % вітаміну С, у надниркових його міститься 130-150 мг %. Коров'яче молоко значно біднішими вітаміном С, ніж жіноче молоко. Пастеризоване, тобто нагріте до 80-85 В° С молоко практично не містить вітаміну С. Найбільш багатими джерелами вітаміну С є рослини. Аскорбінова кислота виявляється у всіх зелених частинах рослин, але в різних кількостях. Багато вітаміну С в більшості овочів і фруктів, і тільки насіння рослин, як правило, бідні цим вітаміном. Плоди смородини, шипшини і волоського горіха, цитрусові, помідори, капуста містять велику кількість вітаміну С [12].
Плоди шипшини виявилися справжніми фабриками вітаміну С, і не тільки вітаміну С. У них виявлено вітаміни В2, Р, К і каротин. Плоди шипшини - справжній полівітамінний препарат, створений самою природою. Наведемо кілька прикладів: у чорній смородині (100 мг) міститься 200 мг вітаміну С, в шипшині -1200 мг, в полуниці-60 мг, в апельсинах-60 мг.

Зберігання овочів і фруктів у холодильнику знижує швидкість процесу окислення і тим самим сприяє більш тривалому збереженню вітаміну С. Заморожування рослинних продуктів призводить до порушення цілісності оболонок рослинних клітин кристалами льоду і більш вільному доступу кисню повітря до вмісту клітин. Поки рослинні тканини знаходяться в замороженому стані, низька температура в значній мірі стримує окислювальні процеси, але при розморожуванні тканин їх швидкість зростає в міру підвищення температури, і вітамін С при цьому швидко руйнується. Якщо при розморожуванні припинити доступ кисню клітини, то вміст у ньому вітаміну С залишається на тому ж рівні, що і в заморожених продуктах. Ось чому при приготуванні перших страв заморожені овочі слід відразу класти в киплячу воду, так як вона містить значно менше розчиненого кисню, ніж холодна вода. Крім того, висока температура киплячої води активує рослинні ферменти, у тому числі і аскорбіноксидази, що також є чинником, що сприяє кращого збереження вітаміну. Перший сухий препарат вітаміну С був отриманий А.Н.Бессоновим з соку капусти в 1922 році. Шляхом досить складної обробки вченому вдалося отримати світло-жовтий порошок, який поряд з масою баластних речовин містив 1% вітаміну С. Метод виділення вітаміну С, що дало можливість більш ніж у 50 разів підвищити біологічну активність одержуваного продукту.

1.4.3 Добова потреба у вітаміні С

Потреба людини у вітаміні С залежить від віку, стану здоров'я, від величини фізичного та розумового навантаження та ряду інших чинників [9], [12]. У зв'язку з цим норму потреби людини у вітаміні С встановити досить важко. Мінімальну потребу дорослої людини зазвичай визначають кількістю в 20-25 мг, у той час як доза, що повністю насичує людський організм, лежить в межах 50-75 мг вітаміну С вдень: для чоловіків 65-100 мг, для жінок - 55 - 80 мг, а при вагітності та годуванні груддю - 75-80 мг, для дітей до 7 років - 30-35 мг, від 7 років і вище - 50 мг.

Харчові продукти, що містять різну кількість вітаміну С, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Групи харчових продуктів щодо вмісту вітаміну С

№ з/п	Кількість вітаміну С (мг)	Харчові продукти
1.	Досить велика	Шипшина суха та свіжа, перець солодкий червоний та зелений, смородина чорна, петрушка, кріп.

	(100 і більше)	
2.	Велика (40-99)	Капуста кольрабі, капуста білокачанна, щавель, шпинат, горобина, апельсини, полуниця, лимони, смородина біла. Печінка, цибуля зелена, бруква, зелений горошок, томати, редис, картопля молода, салат, кабачки, диня, мандарини,
3.	Помірна (15-39)	агрус, морошка, кизил, малина, айва, брусниця, черешня, вишня, журавлина, смородина червона, капуста квашена. Кумис, цибуля ріпчаста, огірки, картопля, буряк, гарбуз, морква, баклажани, кавун, абрикоси, банани, яблука, груші, сливи, виноград, зелений горошок, ікра кабачкова, сік
4.	Мала (5-14)	томатний.
5.	Дуже мала (1-4)	Сир, інжир, соки, компот з яблук, варення сливове, чорнослив, урюк.
6.	Менше 1 мг	Твердий сир , молоко, кефір, сметана, родзинки.

Рзділ 2. Експериментальне визначення кількісного вмісту вітаміну С в харчових продуктах

2.1 Загальна характеристика застосовуваних кількісних методів аналізу

2.1.1 Метод Тільманса

Кількісний вміст вітамінів в рослинах, як правило, дуже невеликй, що обумовлює специфіку і необхідність особливо точних методів визначення багатьох вітамінів. Найбільш простим з методики і техніки дослідження , а також доступним для лабораторних умов є метод визначення вітаміну С по Тільмансу [4].

Метод заснований на здатності аскорбінової кислоти в кислому середовищі відновлювати 2,6-діхлорфеноліндофенол до лейкоформи і окислюватися в дегідроформу .

1.1.2 Метод Йодометрії

Аскорбінова кислота легко окислюється завдяки наявності ендіольного угрупування, тому для її визначення можна використовувати різні методи, в то2му числі і такий відносно слабкий окислювач, як йод. Метод йодометрії є найбільш простим і доступним при організації дослідницької роботи. Кількісне визначення аскорбінової кислоти засноване на окисленні її розчином йоду, при цьму розчин йоду швидко знебарвлюється.

В якості индикатора застосовують крохмал. Під час додавання надлишкової кількості йоду в титруючий розчин, що містить крохмал, він набуває синьо – фіолетового забарвлення.
При прямому титруванні аскорбінової кислоти розчином йоду відбувається наступна окислювально-відновлювальна реакція:
$C_6H_8O_6 + J_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2HJ$

$C_6H_8O_6 - 2e \rightarrow C_6H_6O_6 + 2H^+$
$J_2 + 2e \rightarrow 2J^-$
Отже, 1 моль аскорбінової кислоти (176,12 гр) реагує з 1 молем йоду (253,8 гр), при цьому утворюється 1 моль дегідроаскорбінової кислоти і 2 моля йодид-йонів. Цей висновок необхідний для наступних розрахунків.
Проаналізувавши ці методики, ми обрали останню, враховуючи її простоту і точність.

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна

Практичне заняття 5. Бродіння глюкози під дією дріжджів.

Спиртове бродіння надзвичайно поширене. **Це** процес розкладу цукру мікроорганізмами на спирт і вуглекислий газ.

$$C_6H_{12}O_6 = 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Збудниками спиртового бродіння є дріжджі, деякі мукорові гриби і бактерії. В природі дріжджі надзвичайно поширені. їх знаходять на поверхні рослин, овочів і фруктів та ін. Так звані дикі дріжджі обумовлюють бродіння під час приготування вина у домашніх умовах. Вони витримують концентрацію спирту до 13° С, що і лімітує міцність сухих вин. У промисловості використовують переважно дріжджі двох видів — S***accharomyces cerevisiae*** та S***accharomyces ellipsoides.***

Будь-яке бродіння відбувається в дві стадії: перша — окислення, яка включає перетворення глюкози до піровиноградної кислоти і відняття двох пар водню (при окисленні 3 фосфогліцеринового альдегіду), і друга — відновлення, коли НАД • H_2 передає водень кінцевому акцепторові.

За спиртового бродіння піровиноградна кислота, яка утворилася на стадії окислення, не перетворюється на ацетил-КоА, як при аеробному метаболізмі, а декарбоксилюється до оцтового альдегіду.

Цю реакцію каталізує дріжджовий фермент піруватдекарбоксилаза — ключовий фермент спиртового бродіння. Оцтовий альдегід відіграє роль кінцевого акцептора водню. Вступаючи у взаємодію з НАД • H_2, він відновлюється до етанолу, а НАД • H_2 окислюється до НАД: $2CH_3CHO + 2НАД\text{-}H_2 = 2CH_3CH_2OH + 2НАД$.

Ця реакція каталізується ферментом алкогольдегідрогеназою.

Поряд із головним продуктом бродіння — **C_2H_5OH** і CO_2 у невеликій кількості утворюються побічні продукти: гліцерол, оцтовий альдегід, оцтова і янтарна кислоти, сивушні олії — суміш вищих спиртів. Походження сивушних олій (вищих спиртів — бутилового, ізобутилового, ізоамілового) пов'язане з перетворенням амінокислот, які утворюються у процесі живлення дріжджів. Сивушні олії утворюються дезамінуванням і декарбоксилюванням

окремих амінокислот під дією ферментів дріжджів. Наприклад, у разі гідролітичного дезамінування лейцину утворюється ізоаміловий спирт.

Відомо понад 200 видів дріжджів — сахароміцетів. Найважливіше значення для промисловості має Saccharomyces **cerevisiae.**Виробничі дріжджі поділяють на верхові (хлібопекарські, спиртові, винні) і низові (пивні).

Найкращою концентрацією цукру в бродильному середовищі для переважної більшості рас дріжджів є 10-15 %. оптимальне pH=4 ... 5, температура 20-28° С. При порівняно високих температурах (до 30° С) найчастіше відбувається, так зване, верхове бродіння, яке спричиняють раси верхових дріжджів. Цей вид бродіння використовують у виробництві спирту і хлібопекарських дріжджів.

При низьких температурах (5-10° С) відбувається низове бродіння, яке зумовлюють раси низових дріжджів. Ці раси, на відміну від верхових, повністю зброджують рафінозу і не виносяться на поверхню бродильного субстрату. Низове бродіння використовують у пивоварному виноробстві.

При надмірному доступі кисню дріжджі розпочинають окислювати вуглеводи, тобто бродильний процес змінюється на дихальний (аеробний). При цьому суттєво зростає коефіцієнт використання вуглеводів і збільшення біомаси дріжджів. Останнє важливе під час отримання пекарських дріжджів, тому у таких випадках живильне середовище , де їх культивують, піддають інтенсивній аерації. При виробництві етилового спирту, навпаки, створюють анаеробні умови.

Бродіння глюкози.

Важливою хімічною властивістю глюкози є її бродіння під дією органічних каталізаторів — ферментів, які виробляють мікроорганізми. Відомо кілька видів бродіння. Спиртове бродіння використовують для добування спиртів. Хімізм спиртового бродіння, який відбувається під дією ферментів дріжджів, дуже складний. Сумарно він виражається рівнянням:

Під дією ферменту молочнокислих бактерій відбувається молочнокисле бродіння глюкози, при якому утворюється молочна кислота. Його хімізм також досить складний. Сумарний процес може бути виражений таким рівнянням:

Молочна кислота — це сполука із подвійною функцією — спиртокислота.

Молочнокисле бродіння має велике значення в переробці сільськогосподарських продуктів. З ним пов’язане добування цілого ряду молочних продуктів — кисляку, сиру, сметани, твердого сиру. Молочна кислота утворюється в процесі квашення капусти, силосування кормів і виконує гіри цьому консервувальну роль. Накопичуючись у щільно укладеній силосованій масі, вона сприяє утворенню кислотного середовища, в якому не можуть відбуватися процеси гниття білків та інші шкідливі біохімічні перетворення; це призводить до добування доброякісного, дуже поживного, соковитого корму для худоби.

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна

Практичне заняття 6. Біохімічні зміни при тепловій обробці продуктів.

Повноцінна їжа повинна містити не тільки білки, жири, вуглеводи і мінеральні солі, а й біологічно активні речовини. Серед них особливо важливі вітаміни. Залежно від розчинності вітаміни поділяють на водорозчинні (С, групи В, РР, Р) і жиророзчинні (А, О, Е, К). Вітамін С (аскорбінова кислота) добре розчиняється у воді і дуже нестійкий під час теплової обробки і довгого зберігання. Основною причиною руйнування вітаміну С є окислення .Тому для кращого зберігання вітаміну С необхідно зменшувати контакт продуктів з киснем, посуд під час варіння необхідно закривати і зберігати шар жиру на поверхні страв; уникати доливання в їжу води, а якщо це необхідно, то доливати кип'яченою, оскільки у сирій воді міститься розчинений кисень, а в хлорованій воді сильні окислювачі і кисневі сполуки хлору, класти овочі у страви в такій послідовності, щоб вони одночасно доходили до готовності і зайвий раз не піддавались тепловій обробці, не зберігати квашені продукти без розсолу тощо. Окислення особливо інтенсивно відбувається при високій температурі. Тому необхідно скорочувати час теплової обробки і не допускати переварювання продуктів, менше зберігати страви в гарячому стані, уникати повторного розігрівання.

Солі багатьох металів прискорюють окислення вітаміну С. Тому потрібно уникати взаємодії продукту з окислюючими металами (залізо, мідь) і використовувати котли із нержавіючої сталі, керамічний посуд, для протирання ягід і овочів - волосяні або капронові сита. Під час смаження жир захищає продукт від зіткнення з повітрям, тому вітамін С менше окислюється. Борошно, крупа та інші крохмалевмісні продукти теж затримують окислення вітаміну С, тому борошняна пасеровка є добрим стабілізатором вітамінної активності. Вітамін С більш стійкий у кислому середовищі. Не можна використовувати соду для варіння бобових, оскільки від цього значною мірою руйнується вітамін С. Чим більша концентрація вітаміну С, тим він стійкіший, тому краще використовувати ті прийоми теплової обробки, які потребують менше рідини припускання, тушкування.

Під час варіння круп руйнується більше 20% вітаміну, але за рахунок переходу його впродовж теплової обробки у відвар загальні втрати

складають 50-60%. Те саме відбувається під час варіння м’яса: руйнується тіаміну близько 30%, а у відвар переходить до 35%. Тривале нагрівання продукту призводить до великої втрати тіаміну: під час тушкування свинини — 50%, яловичини — 70%. В овочах руйнується менше тіаміну під час теплової обробки, оскільки сік у більшості овочів має кислу реакцію, тому навіть під час тушкування руйнується до 40%. Вітамін В2 (рибофлавін) також стійкий у кислому середовищі, а в лужному і при дії світла руйнується. Так, при дії сонячного світла в молоці за три години його зменшується у два і більше рази. Під час варіння рибофлавін переходить в значній кількості у відвар. Так, під час варіння нарізаної капусти у відвар переходить від 20 до 50% його (залежно від кількості води). Під час нагрівання руйнується до 15%. Вітамін В6 (піридоксин) руйнується під час теплової обробки яловичини (під час варіння до 38%, а при смаженні — 50%), в телятині і свинині він більш стійкий. Під час теплової обробки овочів втрати вітаміну В6 значні, особливо під час варіння шпинату — 40%, білоголової капусти — 36%, картоплі — 28%.

Велика кількість витрачається під дією сонячних променів. Вітамін РР (нікотинова кислота) під час теплової обробки більш стійкий, ніж тіамін і рибофлавін, і менше розчиняється у воді. Якщо під час замочування гороху розчиняється 6,4—9,8% тіаміну, 7,5—8,4% рибофлавіну, то вітаміну РР втрачається 3,7—4,5%. Під час варіння гороху після замочування руйнується близько 70% тіаміну і 60% рибофлавіну, а нікотинової кислоти всього 19—20%. Жиророзчинні вітаміни (А, О, Е, К) під час теплової обробки добре зберігаються, і тільки в окремих випадках вміст їх зменшується на 10—20%.

Вітамін А є лише в продуктах тваринного походження. В рослинних продуктах знаходяться каротини, з яких в організмі синтезується вітамін А.

Процеси, що відбуваються в м'ясі при тепловій обробці

У процесі теплової обробки м'яса білки, жири, мінеральні речовини зазнають складних змін. Повноцінні білки м'язових волокон при нагріванні зсідаються і витискують рідину, яка міститься в них, разом з розчиненими в ній речовинами. При цьому м'язові волокна ущільнюються, втрачають здатність вбирати воду, маса м'яса зменшується.

Сполучна тканина м'яса складається з неповноцінних білків колагену й еластину. Колаген під дією тепла і при достатній кількості вологи перетворюється на глютин, який розчиняється у гарячій воді.

М'ясо вважається готовим при перетворенні 45 % колагену на глютин. При цьому зв'язок між колагеновими волокнами послаблюється і м'ясо розм'якшуєть-ся. Тривалість розм'якшення залежить від кількості колагену і його стійкості до дії тепла. На стійкість колагену впливають різні фактори: порода, вік, угодованість, стать тварин тощо. Частини м'яса, які містять нестійкий колаген, розм'якшуються за 10-15 хв, стійкий — за 2-3 год. Процес переходу колагену в глютин починається при температурі понад 50 °С і особливо швидко відбувається при температурі вище 100 °С.

При смаженні м'ясо, що містить стійкий колаген, залишається твердим, оскільки волога з нього випаровується швидше, ніж відбувається перехід колагену у глютин. Колагенові волокна при цьому стають коротшими наполовину, а шма-точки м'яса деформуються. Тому для смаження використовують м'ясо, що містить нестійкий колаген. Перед смаженням шматочки його відбивають, роблять над-січки, перерізують сполучну тканину, щоб запобігти деформації.

М'ясо з великим вмістом колагену використовують для варіння і тушкування. У кислому середовищі перехід колагену відбувається швидше. Тому перед сма-женням м'ясо маринують, а в процесі тушкування додають кислі соуси або томат-не пюре.

Неповноцінний білок м'яса еластин під час теплової обробки майже не змінюється і не засвоюється організмом людини.

Екстрактивні речовини, мінеральні солі, розчинні білки під час варіння м'яса переходять у відвар. Білки переходять у відвар доти, доки м'ясо не прогріється. Отож солити воду, в якій вариться м'ясо, треба після того, як воно добре про-гріється і білки втратять здатність розчинятися.

При смаженні з поверхні м'яса волога частково випаровується, а частково переміщується в глиб виробів. Вироби слід смажити на добре розігрітій з жиром сковороді при сильному нагріванні. При цьому швидко утворюється кірочка, яка запобігає витіканню клітинного соку. Колір рум'яної кірочки зумовлений мела-ноїдиновими утвореннями, в ній концентруються білки, мінеральні та екстрак-тивні речовини м'яса, що надають йому особливо приємного смаку й аромату. Червоний колір м'яса залежить від барвника міоглобіну, внаслідок розпаду якого у процесі теплової обробки він змінюється.

•Не соліть м'ясо до теплової обробки заздалегідь — від цього виділятиметься м'ясний сік, смак і харчова цінність м'яса погіршаться.

Вміст жиру під час теплової обробки зменшується, оскільки при смаженні він витоплюється, а при варінні переходить у бульйон і спливає на поверхню.

М'ясні гарячі страви готують у соусному відділенні гарячого цеху.

Варять і тушкують м'ясо в казанах, каструлях, сотейниках; смажать на сковородах, листах, електросковородах, жаровнях і на рожнах; запікають на листах, в порціонних сковородах. При цьому використовують такі інструменти й інвентар: лопаточки, кухарську голку, друшляки, сита, шумівки, черпаки, ложки для соусів.

Температура при подаванні готових м'ясних страв повинна бути не нижчою 65 °С.

Подають гарячі м'ясні страви у підігрітих столових мілких тарілках. На них спочатку кладуть гарнір, поряд — м'ясо, яке поливають розтопленим жиром чи соусом або соус подають окремо в соуснику. Гарнір підливою не поливають.

Література

1. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с..
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / київ-Винниця Нова книга, 2007р. 656 с.
3. Біохімія. /М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв та ін./ К.:ВГЦ Київський університет, 2002, 480 с.
4..С.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, В.М.Войницький. Сучасні методи біохімічних досліджень Київ, Фітосоціоцентр, 2001, 422с.
5.Голуб Н.Б., Ігнатюк О.А., Кузьмінський Є.В. Практикум з біохімії.- К.: Політехніка, 2007, 80с. Допоміжна