**ВСТУП**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з нормативної навчальної дисципліни «Фізико-хімічні і біохімічні основи технології м’яса і м’ясних продуктів» розроблені на підставі навчальної програми і охоплюють основні розділи дисципліни.

В технологічних процесах, які відбуваються при виготовленні м’ясопродуктів, у більшості випадків лежать біохімічні та зв’язані з ними фізико-хімічні перетворення різних компонентів вихідної сировини. Біохімічні перетворення в ізольованих тканинах і органах можливо пояснити тільки порівнюючи з даними, які отримані при вивченні прижиттєвих біохімічних процесів. Якість готових м’ясних виробів залежить від змін колоїдних, структурних і біохімічних властивостей білків, вуглеводів, ліпідів, екстрактивних речовин, вітамінів та інших компонентів тканин у процесі технологічної переробки тваринної сировини.

Мета лабораторних занять – поглиблення теоретичних знань студентів із дисципліни «Фізико-хімічні і біохімічні основи технології м’яса і м’ясних продуктів», адже значна увага приділяється явищам, які відбуваються після забою тварин. На цьому етапі обмін речовин в тканинах припиняється, протікають переважно процеси автолітичного розпаду, що обумовлюють зміни властивостей сировини тваринного походження. Під час виконання лабораторної роботи студент розвиває навики самостійного аналізу змін, що відбуваються під дією різних факторів середовища та умов обробки сировини, набуває уміння зіставляти і аналізувати результати дослідження і робити висновки та розробляти пропозиції щодо використання їх у технологічних процесах харчових виробництв.

Методики лабораторних робіт структуровані на такі основні частини: теоретична, експериментальна і контрольні запитання. Опису кожної роботи передують теоретичні відомості, що дозволяє проводити лабораторне зайняття незалежно від лекцій та збільшує їх навчальний потенціал. В експериментальній частині роботи описується алгоритм виконання роботи. Наприкінці кожної роботи наведений перелік питань для перевірки знань студентів.

Виконання лабораторної роботи містить такі етапи:

1) підготовчий етап: а) вивчення теоретичного матеріалу за темою лабораторної роботи; б) складання протоколу лабораторної роботи: тема лабораторної роботи; дата виконання; мета роботи; опис завдання; алгоритм виконання роботи;

2) безпосереднє виконання завдань в лабораторії: а) відпрацьовування завдань; б) складання таблиць, побудова графіків;

3) аналіз отриманих параметрів і характеристик, формулювання висновків та розробка рекомендацій по лабораторній роботі;

4) підготовка до захисту лабораторної роботи за результатами роботи, розробленими рекомендаціями та контрольними питаннями.

Лабораторний практикум містить опис 8 лабораторних робіт, які включають такі підрозділи: мета роботи; матеріали для дослідження; прилади, лабораторний посуд; знання і вміння, які студенти повинні набути в результаті виконання лабораторної роботи; основні теоретичні відомості; алгоритм виконання роботи; аналіз одержаних результатів, висновки та рекомендації; контрольні запитання.

**ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ**

**ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

1. Перед початком лабораторної роботи студент повинен уважно прочитати відповідну методику і при її опрацюванні не відхилятись від техніки виконання без дозволу викладача.

2. Під час роботи з хімічними речовинами не допускається їх попадання на шкіру; не можна торкатись руками обличчя і очей, їсти під час роботи.

3. Категорично забороняється куштувати хімічні речовини. Рекомендується нюхати їх, обережно спрямовувати до себе пари чи газ помахом руки.

4. Рекомендується працювати стоячи. Сидячи дозволяється виконувати роботи, не пов’язані з небезпекою спалахування, вибуху і розбризкування рідин.

5. Роботу, пов’язану з утворенням летких речовин, з випаровуванням та кип’ятінням розчинів, використанням діетилового та петролейного ефірів, льодяної оцтової кислоти та інших розчинів, слід проводити лише під витяжною шафою.

6. Під час роботи з використанням витяжної шафи слід відкрити її на 1/3 –1/4 висоти, що сприяє ефективній вентиляції, на завершенні роботи її зачиняють.

7. Під час перегонки рідин потрібно безперервно стежити за станом холодильника, регулюючи надходження холодної води.

8. Концентровані чи розведені кислоти і гідроксиди лужних металів слід відбирати спеціальною піпеткою або за допомогою приєднаної до скляної піпетки гумової груші.

9. Відпрацьовані рідини (кислі води, гідроксиди лужних металів, кислоти та ін.) дозволяється зливати в каналізацію тільки після їх нейтралізації.

10. Всі електричні прилади студенти можуть вмикати і вимикати тільки з дозволу викладача або лаборанта. Категорично забороняється залишати ввімкнені прилади без нагляду.

**Лабораторна робота № 1.   
Загальні властивості м’яса**

***Мета роботи –*** на основі роздаткового матеріалу вивчити значення м’яса у харчуванні людини, склад сільськогосподарських тварин, хімічний склад, їх харчову та біологічну цінність, формування органолептичних характеристик.

***Теоретична частина:***

М’ясо є одним з найцінніших продуктів харчування. Воно необхідне як матеріал для будови тканин організмом, синтезу і обміну речовин, як джерело енергії. М’ясо є основним білковим продуктом харчування та одним з важливих джерел надходження жирів в організм людини. Сучасне уявлення про кількісні та якісні потреби людини в харчових речовинах відображені в концепціях збалансованого і адекватного харчування. Згідно з першою концепцією в процесі нормальної діяльності в людини є потреба в певних кількостях енергії та комплексі харчових речовин: білках, амінокислотах, вуглеводах, жирах, жирних кислотах, мінеральних речовинах, вітамінах, деякі з яких є незамінними, тобто не синтезуються в організмі, але необхідні йому для життєдіяльності. Друга переконливо доводить, що компоненти їжі повинні бути в чіткому співвідношенні, саме це визначає засвоюваність їжі та регулює харчування на рівні гомеостазу. Харчова цінність м’ясопродуктів визначається хімічним складом − вмістом білків, жирів, вуглеводів, екстрактних речовин, вітамінів, макро- і мікроелементів; біологічною цінністю − набором вмістом незамінних факторів харчування. Ліпіди м’яса відрізняються від ліпідів рослинних продуктів;їхня активність як структурного матеріалу для побудови клітин у10–20 разів вища. Жири є джерелом енергії, в раціоні здорової людини вони повинні покривати 30% енерговитрат.

Головними чинниками, що визначають м’ясну продуктивність і якість м’яса, є порода, стать, вік, вгодованість, технологія утримування, вирощування і відгодівлі худоби. Кількісне співвідношення вологи, білка та жиру впливає на показники харчової цінності м’яса. До складу м’яса також входять вуглеводи, екстрактивні та мінеральні речовини, вітаміни, ферменти. Білки м’яса містять у своєму складі незамінні амінокислоти, жири − ненасичені жирні кислоти і значно впливають на його енергетичну цінність.

Основними показниками якості м’яса, що легко сприймаються органами чуття і мають інтерес для споживача, є колір, смак, аромат, консистенція (ніжність) і соковитість. Органолептичні показники можна розділити на природні та ті, яких продукт набуває в процесі виготовлення.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Використовуючи роздатковий матеріал заповнити табл. 1

Таблиця 1.

Еталон якості білка, збалансований за незамінними

амінокислотами, г/100 г білка

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Амінокислота | Види білка | | | | |
| Куряче  яйце | Молоко | | Еталон ФАО/ВООЗ | |
| Жіноче | Коров’яче | Для  дорослих | Для дітей віком  2–5 років |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Використовуючи роздатковий матеріал заповнити табл. 2

Таблиця 1

Характеристика тканини м’яса забійних тварин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тканини м’яса забійних тварин | | |
| № з/п | Назва | Характеристика |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 2.1 |  |  |
| 2.2 |  |  |
| 2.3 |  |  |
| 2.4 |  |  |
| 2.5 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Користуючись даними таблиці 1 з завдання 1 та табл. 1.5 роздаткового матеріалуна основі порівнювання результатів визначення кількості незамінних амінокислот в досліджуваному продукті з даними по їх вмісту в еталонному білку розрахувати індекс біологічної цінності чи так званий амінокислотний скор, величину якісного білкового показника, користуючись формулами:

АКС=АКп / АКе ×100%, (1)

де АКп –вміст кожної незамінної амінокислоти, мг/100 г білку продукту;

АКе –вміст тієї ж незамінної амінокислоти, мг/100 г білку еталону.

Примітка. Лімітуючими білкову цінність амінокислотами рахуються ті, скор яких у порівнянні з “ідеальним” білком складає менше 100 %.

Величина якісного білкового показника (ЯБП) представляє собою відношення кількості триптофану до оксипроліну:

ЯПБ = Т/О (2)

де Т –кількість триптофану;

О –кількість оксипроліну.

Примітка. Цей метод дає можливість встановити відношення м’язових і сполучно- тканинних білків. Так як всі м’язові білки містять триптофан, якого немає в сполучній тканині. Однак, в колагені знаходиться до 14% замінної амінокислоти – оксипроліну, відсутньої в повноцінних білках. Тому рахують, що чим вище ЯБП, тим краще якість м’ясної сировини.

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Розрахувати коефіцієнт біологічної цінності тваринних жирів. Для розрахунку використати формулу (3) та даними з таблиці 3.

Б Е = ЖКп / ЖКі, (3)

де ЖКп –вміст окремо насичених жирних кислот, олеїнової кислоти, ПНЖК, г/100 г ліпіду продукту;

ЖКі –вміст тих же кислот, г/100 г ідеального ліпіду.

Таблиця 3

Кількість жирних кислот у тваринних жирах, г/100г

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування кислоти | Вміст у жирах | | | | |
| яловичий | баранячий | свинячий | курячий | „ідеальний” |
| Насичені | 57,3 | 57 | 45 | 35,6 | 20 |
| олеїнова | 43 | 40 | 46 | 40 | 35 |
| ненасичені | 4,15 | 4,43 | 8,45 | 20,3 | 6 |

**Висновок.**

***Завдання 5.***На основі роздаткового матеріалу заповнити таблицю 4:

Таблиця 4

Характеристика органолептичних показників м’яса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Колір* | | |
| Фактори, що впливають на інтенсивність забарвлення м’яса | Фактори, що впливають на колір тканинних жирів | Колір м’яса різних тварин |
| 1 | 2 | 3 |
| *Смак та аромат м’яса* | | |
| Попередники смаку та аромату: | Речовини, що беруть участь в утворенні  смаку солоного м’яса | Речовини, що формують смак та аромат вареного м’яса |
| 1 | 2 | 3 |
| *Консистенція м’яса* | | |
| Фактори, що впливають на консистенцію м’яса | Охарактеризувати соковитість м’яса | Охарактеризувати ніжність м’яса |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Яка роль м’яса в харчуванні людини?

2. Назвіть тканини м’яса забійних тварин. Як вони вливають на якість

м’яса?

3. Яка харчова та біологічна цінність м’яса і м’ясопродуктів? Назвіть

чинники, що на них впливають.

4. Наведіть характеристику основних білків м’яса. В чому їхня біологічна цінність?

5. Дайте характеристику жирів м’яса.

6. Наведіть характеристику вуглеводів м’яса. Яка їхня роль у формуванні якісних показників м’яса?

7. Як формуються органолептичні показники м’яса?

**Лабораторна робота № 2.   
Фізико-хімічні та біохімічні властивості м’яса**

***Мета роботи –*** на основі роздаткового матеріалу дати характеристику розподілу вологи і м’ясі, вивчити та дослідити фізико-хімічні та біохімічні властивості м’яса.

***Теоретична частина:***

Вода є природною складовою м’яса і певним чином зв’язана з його елементами, утворюючи стійкі структуровані системи. Форми і міцність зв’язку води із структурними елементами тканин зумовлюють здатність м’яса більш-менш міцно утримувати ту чи іншу кількість вологи. Кількість зв’язаної води та її розподілення за формами і міцністю зв’язку впливає на властивості м’яса, у тому числі на його консистенцію. М’язова тканина в природному стані містить до 75 % води. Більша її частина (близько 90 %) є у м’язових волокнах, інша − в міжклітинному просторі. У сполучній тканині води міститься менше (57 − 65 %, а в деяких різновидах, наприклад в ахіллових сухожиллях, лише 50 %). Більша частина води зв’язана з колагеном і еластином. Практичне значення має взаємодія води з колагеном. Тенденція білків до зв’язування води пояснюється здатністю полярних груп білкової молекули до взаємодії з її диполями. До таких груп належать, по-перше, іонізовані (заряджені) групування бокових ланцюгів: − NH3. і COO-. Взаємодію води з ними називають іонної адсорбцією. По-друге, до них належать неіонізовані (незаряджені) групи бокових ланцюгів: —OH, —SH, —NH— відповідних амінокислот і пептидних груп головних ланцюгів: —CO—NH—. Взаємодію з ними диполів води називають молеку­лярною адсорбцією. Вода, що зв’язується всіма переліченими групуваннями, фіксується адсорбцією, тому її називають адсорбованою, а самі групування − гідрофільними центрами.

Водозв’язувальна здатність м’яса визначає властивості й поведінку м’яса за різних умов. Під час автолізу м’яса зміна частки адсорбованої вологи при­зводить до перерозподілу води в ньому, внаслідок чого змінюється частка осмотичної вологи. За певних умов (розморожування, нагрівання м’яса) це впливає на кількість м’ясного соку, що відокремлюється. Тому першочергове значення мають зміни адсорбованої зв’язаної вологи. При заморожуванні або сушінні, коли вода відокремлюється від інших компонентів тканин (кристалізацією або випаровуванням), усі форми зв’язку впливають на хід цих процесів хоча і не однаково. Те саме стосується і обводнення зневодненого м’яса. Знаючи роль форми зв’язку вологи для кожного окремого випадку, можна зумовити зміщення рівноваги у бажаний бік, впливати на здатність складових часточок і структури тканин зв’язувати адсорбовану, капілярну і осмотичну вологу.

Більшість м’ясопродуктів за нормальних умов класифікують як колоїдні капілярно-пористі тіла. Теплофізичні властивості м’ясопродуктів (теплопровідність, теплоємність і температуропровідність) визначають характер і швидкість протікання теплових процесів, які застосовують при отриманні продуктів з новими якісними показниками (варіння ковбас, витоплювання жирів та ін.), для закріплення існуючої якості (пастеризація, стерилізація та ін.), для проведення і прискорення хімічних і біохімічних реакцій (теплова регенерація розсолу, інактивація пероксидази та ін.).

Електрофізичні властивості відбивають структурно-механічні та біохімічні зміни в м’ясі. Структурно-механічні характеристики є функцією низки чинників, серед яких важливе значення мають вологість і ступінь подрібненості продукту.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Користуючись роздатковим матеріалом охарактеризувати форми зв’язку води з м’ясом та заповнити таблицю 5. Охарактеризувати властивості м’яса при виробництві м’ясних продуктів.

Таблиця 5

Форми зв’язку води з м’ясом та їх характеристика

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форми зв’язку води з м’ясом | | | | | |
| адсорбована | характеристика | осмотична | характеристика | капілярна | характеристика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Дослідити вплив різної кількості водної фази на структурно-механічні та технологічні показники м'ясних фаршів та визначити масову частку вологи фаршу, вологозв′язуючу здатність та пластичність. Результати вимірювань та обрахунки звести у таблицю 6.

***Хід виконання роботи:***

Підготовка дослідних проб: на технічних вагах зважити рецептурні складові основної сировини фаршу, з розрахунку 200 г основної сировини, провести зважування на аналітичних вагах необхідної кількості харчових солей, згідно плану експерименту мірним циліндром відміряти дистильовану воду або відважити лід на технічних вагах.

По закінченню підготовчих операцій провести складання та тонке подрібнення фаршевої суміші на електричному подрібнювачі.

В процесі фаршескладання та подрібнення проводять на протязі перших 5 – 10 секунд подрібнення нежирної частини фаршу без додавання води (льоду). Після попередньої деструкції фаршу вводять 1/3 частини необхідної кількості води та добавок, вимішують фарш на протязі 5 – 15 секунд, після чого вводять жирну сировину рецептури (якщо вона передбачена в рецептурі) і додають ще 1/3 необхідної води (льоду), вимішують 5 - 10 секунд і додають останню частину води та продовжують вимішування ще на протязі 5-10 секунд.

Дана послідовність при фаршескладанні моделює процес фаршескладання в кутері в технологічних умовах виробництва.

По закінченню фаршескладання проводять відбір проб для досліджень згідно нижче викладених методик.

***Завдання 2. 1.*** ***Визначення вмісту вологи:*** Наважку фаршу (3-5 г) зважують на аналітичних вагах у попередньо зваженій алюмінієвій бюксі з точністю до 0,0004 г і ставлять в сушильну шафу на 1,5 години. Сушіння проводять при температурі 130 - 150 0С. Після сушіння і охолодження бюкси з наважкою в ексикаторі за різницею маси визначають відсоток вологи у фарші за формулою 4:

, (4)

де W – волога в фарші, %

mб - маса бюкси;

m1, m2 - відповідно маса бюкси з наважкою до та після висушування.

***Завдання 2. 2.*** ***Визначення вологозв’язуючої здатності:*** Для визначення вологозв’язуючої здатності на торзійних вагах на поліетиленовій плівці зважують три наважки фаршу 300 мг і перенести на фільтр так, щоб наважка опинилася під поліетиленовою плівкою.

Зверху наважку накривають скляною пластиною і притискають пластину вантажем масою 1 кг. Підпресовування проводять протягом 10 хв. Після цього фільтр з наважкою звільняють від вантажу і простим олівцем окреслюють контури фаршу та вологої плями. За допомогою планіметра або міліметрового паперу визначають, в см2, площу плями, утвореної фаршем і площу відділеної вологи, що перейшла у фільтрувальний папір.

Розмір вологої плями вираховують як різницю загальної площі плями та площі фаршу. Емпірично встановлено, що 1 см2 площі вологої плями відповідає 8,4 мг вологи. Вміст зв’язаної вологи, у % до фаршу, знаходять за формулою 5:

, (5),

де а - загальний вміст вологи в наважці, мг;

b - площа вологого плями, см2;

m - маса наважки для пресування, мг.

Вміст зв'язаної вологи, у % до загальної вологи, визначають за формулою 6:

****, (6)

***Завдання 2. 3.*** ***Визначення пластичності фаршу:*** Пластичність фаршу – це здатність фаршу протидіяти статичному навантаженню масою приведеному до одиниці маси (1 кг) визначається за площею плями м'ясного фаршу, що утворюється під дією статичного навантаження вагою 1 кг протягом 10 хв. і визначається за формулою 7:

 , (7)

де Р – пластичність фаршу, см2×кг/г,

Вф – площа плями фаршу, см2, 1000, 1000 – коеф. переведення розмірностей мг, і г в кг.

Таблиця 6

Результати вимірювань та обрахунки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва зразка | а, мг | б, см2 | Вф, см2 | m, мг | mб, г | m1, г | m2, г | W, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Вивчити фізичні зміни під час заморожування м’яса, користуючись матеріалом з стор. 189.

1. Процес кристалоутворення призводить до …
2. Швидкість заморожування – це …
3. Охарактеризувати види заморожування (табл. 7):

Таблиця 7

Значення номінальної швидкості заморожування

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Швидкість заморожування | Значення швидкості заморожування,  см/год | Характеристика |
| Дуже повільне |  |  |
| Повільне |  |  |
| Швидке |  |  |
| Дуже швидке |  |  |

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Вивчити зміни, що відбуваються в м’ясі під час розморожування та заповнити табл. 8, користуючись даними стор. 198.

Таблиця 8

Зміни у м’ясі під час розморожування

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Фактори | Причини |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 5.*** Вивчити зміни м’яса під час теплового оброблення користуючись даними стор. 229, 242 та заповнити таблиці 9-10.

Таблиця 9

Способи теплового оброблення м’яса та м’ясопродуктів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способи | Види | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

Таблиця 10

Фізико-хімічні зміни м’яса і м’ясопродуктів під час

теплового оброблення

|  |  |
| --- | --- |
| Показник | Характеристика |
| Зміна білків |  |
| Зміна ліпідів |  |
| Зміна вітамінів |  |
| Зміна структурно-механічних властивостей |  |
| Утворення компонентів смаку і аромату |  |
| Вплив на мікрофлору |  |

**Висновок.**

***Завдання 6.***Вивчити теплофізичні властивості м’яса. Дати характеристику теплопровідності м’яса.

**Висновок.**

***Завдання 7.***Вивчити вплив електрофізичних властивостей на структурно-механічні й біохімічні зміни в м’ясі.

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Види дисперсних систем. За якими параметрами вони відрізняються?
2. Назвати основні структурно-механічні властивості фаршевих систем.
3. Методика підготовки фаршів та проб для дослідження.
4. Методика розрахунку вологозв’язуючої здатності.
5. Чим зумовлені особливості кристалоутворення вологи в м’язовій тканині?
6. Які чинники впливають на якість продукту під час заморожування?
7. Як змінюється вологозв’язувальна здатність м’яса при холодильно му обробленні
8. У чому полягають зміни властивостей м’яса під час розморожування?
9. Яка мета термооброблення м’ясопродуктів? Які способи термооброблення використовують під час виробництва м’ясопродуктів?
10. Які фізико-хімічні зміни відбуваються в м’ясі при термообробленні?
11. Яким змінам піддаються м’язові та сполучнотканинні білки м’яса під час термооброблення?
12. Яким змінам піддаються ліпіди й вітаміни під час термооброблення?
13. Які чинники впливають на зміну структурно-механічних властивостей м’яса під час термооброблення?
14. Які речовини беруть участь в утворенні смаку та аромату м’яса, що пройшло термооброблення?
15. Як впливає температура на мікрофлору м’яса та м’ясопродуктів?

**Лабораторна робота № 3.**

**Морфологічна характеристика   
і типи м’язової тканини**

***Мета роботи –*** користуючись роздатковим матеріалом вивчити білки, які входять до м’язової тканини, вивчити методики дослідження їх властивостей.

***Теоретична частина:***

М’язова тканина є основною їстівною частиною м’яса. На її частку припадає понад 40% маси тіла тварини. Білки, які входять до м’язової тканини, непрості за складом, різноманітні за будовою, фізико-хімічними властивостями і біологічними функціями. Вони поділяються на три основні групи: саркоплазматичні (35% усіх м’язових білків), міофібрилярні (45% усіх м’язових білків) і білки строми. Нерідко білки м’язової тканини поділяють на розчинні у воді, розчинні в сольових розчинах і нерозчинні у водно-сольових розчинах (білки строми). Білки саркоплазми. До цієї групи належать відносяться міоген, міоглобін, глобулін Х, міоальбумін. Усі вони, за винятком міоглобіну, − це гетерогенні системи, фракції білків, близьких за фізико-хімічними і біологічними властивостями, тому їх позначення, певним чином умовне. Характерною властивістю цих білків є розчинність у розчинах невисокої іонної сили. Білки міофібрил. До цієї групи білків належать міозин, актин, актоміозин, тропоміозин та ін. Виділяються вони значно важче, ніж білки саркоплазми, через комплексоутворення між білками, а також між білками та іншими хімічними компонентами міофібрил. Білки сарколеми. До цієї групи належать білки, що входять до складу сарколеми та пухкої сполучної тканини, що об’єднують м’язові волокна у м’язові пучки.

До складу м’язового волокна входять небілкові речовини: ліпіди, вуглеводи, мінеральні та екстрактивні речовини, вітаміни. За кількісним складом м’язова тканина є важливим джерелом вітамінів, зокрема групи В. У ній містяться вітаміни: В1 (тиамін), В2 (рибофлафін), В6 (піридоксин), РР (нікотинамід), В3 (пантотенова кислота), біотин (вітамін Н), вітаміноподібні речовини: параамінобензойна кислота, інозит, холін, фолієва кислота, В12, В15 (пангамова кислота).

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Назвати білки саркоплазми та дати їх характеристику. Результати записати у вигляді таблиці. Вказати розподіл білків у структурних елементах м’язової тканини.

Таблиця 11

Білки саркоплазми

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Білок | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\1.tif

Рис. 1.Розподіл білків у структурних елементах м’язової тканини

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Назвати білки міофібрил та дати їх характеристику. Вивчити їх будову. Результати записати у вигляді таблиці.

Таблиця 12

Білки міофібрил

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Білок | Характеристика | Будова |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Назвати білки сарколеми та дати їх характеристику. Охарактеризувати ферменти м’язової тканини. Результати записати у вигляді таблиці.

Таблиця 13

Білки сарколеми і ферменти

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Білок | Характеристика | Ферменти | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Вивчити небілкові речовини м’язової тканини. Результати записати у вигляді таблиці.

Таблиця 14

Небілкові речовини м’язової тканини

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Небілкові речовини м’язової тканини | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | Ліпіди |  |
| 3 | Вуглеводи |  |
| 4 | Вітаміни |  |
| 5 | Мінеральні речовини |  |
| 6 | Екстрактивні речовини: |  |
| 6.1 |  |  |

**Висновок.**

***Завдання 5.*** Визначити вмісту загального Нітрогену методом К’єльдаля.

***Принцип методу.*** Наважку продукту мінералізують сірчаною кислотою в присутності каталізатора (купрум сірчанокислий, гідроген пероксиду тощо). При цьому всі органічні речовини окиснюються, а аміак, який видаляється, зв’язується з сірчаною кислотою у вигляді амонію сульфату. Потім аміак у присутності надлишку лугу відганяють та вловлюють титрованим розчином сірчаної кислоти, нейтралізованої аміаком, і, знаючи титр за Нітрогеном, розраховують вміст загального Нітрогену в зразку м’яса.

***Прилади та посуд:*** колби К’єльдаля, відгінні колби місткістю 750 см3, конічна колба місткістю 250 см3 (приймальник), фарфорова ступка, аналітичні ваги, пісочна баня.

***Реактиви:*** 0,1 н. розчин NаОН, 0,1 н. розчин сірчаної кислоти, концентрована сірчана кислота густиною 1840 кг/дм3, 33 % розчин NаОН, купрум сірчанокислий, метилрот (0,1 г метилроту розчиняють в 30 см3 спирту і розбавляють до 50 см3 дистильованою водою), лакмусовий папір.

***Хід виконання роботи.*** Наважку досліджуваної проби (близько 1,0 г), зважену на пергаментному папері з точністю до 0,001 г, вносять у колбу К’єльдаля.

Для контрольного зразка такий же шматок пергаментного паперу вносять в іншу колбу К’єльдаля. У колби додають декілька скляних бусинок або кусочків фарфору, 15,5 г мідного каталізатора і по 15–20 см3 концентрованої сірчаної кислоти густиною 1840 кг/дм3.

Для приготування мідного каталізатора старанно змішують тонко подрібнені безводний калію сульфат та купруму сульфат у співвідношенні 30:1. Компоненти суміші, відважені з точністю до 0,1 г, старанно подрібнюють у млині або ступі та зберігають у герметично закупореному посуді. Допускається використання інших каталізаторів.

Вміст колби обережно перемішують і переносять на пристрій для спалювання. Нагрівають під наглядом до утворення піни та повного розчинення проби, після чого мінералізують 90 хв. Загальна тривалість мінералізації повинна становити не менше 120 хв. Вміст колби охолоджують до 40 ˚C, обережно додають 50 см3 води, перемішують. Пробу охолоджують до кімнатної температури.

Вміст колби К’єльдаля піддають перегонці водяною парою або простій перегонці, використовуючи відповідні пристрої. Як приймальник застосовують конічну колбу об’ємом 500 см3, в яку наливають 50 см3 розчину борної кислоти концентрацією 40 г/дм3 та 4 краплі індикатора Таширо (суміш 0,4 г метилового червоного і 0,2 г метиленового синього, яку розчиняють у 200 см3 96 %-вого етилового спирту). Колбу розміщують під холодильник пристрою, для перегонки таким чином, щоб кінець трубки від нього був повністю занурений в рідину.

Для перегонки водяною парою вміст колби К’єльдаля переносять у колбу для перегонки, а колбу обмивають 50 см3 води. Потім додають краплю парафінового масла, обережно доливають 100 см3 розчину натрію гідроокису концентрацією 330 г/дм3 таким чином, щоб у колбі утворилось два шари рідини. Негайно герметизують пристрій і пропускають водяну пару через вміст колби для перегонки. Після закипання вмісту колби нагрівання продовжують протягом 20 хв. Закінчують процес перегонки після одержання не менше 150 см3 дистиляту.

Для простої перегонки у колбу К’єльдаля обережно додають 300 см3 води, перемішують і охолоджують до кімнатної температури. Потім додають 3 краплі парафінового масла, 100 см3 розчину натрію гідроокису, щоб шари рідини не змішались, і негайно приєднують колбу до пристрою для перегонки. Процес закінчують після одержання не менше 150 см3 дистиляту.

В кінці перегонки приймальник опускають, щоб трубка холодильника знаходилась над дистилятом, обмивають її дистильованою водою і перевіряють кислотним лакмусовим папірцем зміну забарвлення конденсату з холодильника. Якщо забарвлення не змінилося перегонку закінчують.

Вміст приймальника титрують розчином хлористоводневої або сірчаної кислоти концентрацією відповідно 0,1 та 0,05 М. Одержані результати використовують для вирахування вмісту загального Нітрогену з перерахунком на вміст білка.

Із кожної проби проводять не менше двох паралельних визначень. Таким же чином досліджують і контрольну пробу, її проводять кожний раз після приготування свіжих реактивів, а також періодично при тривалому використанні реактивів.

Вміст загального Нітрогену (X) у відсотках розраховують за формулою 8:

, (8)

де V1, V2 – об’єм 0,1 М або 0,05 М розчину хлористоводневої або сірчаної кислот відповідно витрачений на титрування дослідної та контрольної проб, см3; m – маса наважки проби, г.

Якщо різниця між двома паралельними визначеннями не перевищує 0,1 % за Нітрогеном, то результатом вважають середнє арифметичне двох визначень з точністю до 0,01 %. Якщо різниця більша, визначення повторюють.

Вміст загального білка (X1) у відсотках розраховують за формулою 9:

Х1 = 6,25·Х, (9)

де X – середній вміст Нітрогену в досліджуваній пробі, %.

**Висновок.**

***Завдання 6****.* Здійснити якісні дослідження білків м’язової та сполучної тканин.

Для якісних досліджень зручно проводити послідовне вилучення всіх білків з одного зразку м’язової тканини. Принцип вилучення ґрунтується на різній здатності до розчинення: білки саркоплазми розчиняються у воді, білки міофібрил – у сольових розчинах, деякі білки м’язів розчиняються в лугах, а більшість білків строми переходять у розчин тільки при кип’ятінні.

***Завдання 6. 1.*** Виявлення білків саркоплазми.

Білки саркоплазми екстрагують водою.

***Xiд виконання роботи.*** 10 г м’язової тканини подрібнюють, екстрагують подвійним об’ємом дистильованої води і збовтують у шутель-апараті протягом 20–30 хв. Екстракт фільтрують через три шари марлі і екстракцію проводять ще два рази. Фільтрати з’єднують, залишок м’язової тканини використовують для наступного сольового екстрагування.

В екстракт переходять білки саркоплазми – міоген, глобулін X, міоальбумін і міоглобін. Наявність останнього надає екстракту червоного кольору.

***Завдання 6. 2.*** Розділення білків саркоплазми.

З білків саркоплазми легко виділити глобулін X, використовуючи його здатність утворювати осад при зниженні концентрації солей в розчині. У водному екстракті м’язової тканини глобулін X перебуває в розчиненому стані, оскільки в розчин переходять також солі м’язової тканини. Зменшити концентрацію солей в екстракті можна за допомогою діалізу.

***Реактив:*** 10 % -вий розчин амонію хлориду.

***Хід виконання роботи.*** 10 см3 водного екстракту м’язового волокна наливають в колодієвий мішечок (можна використовувати целофанову ковбасну оболонку, зав’язавши її з одного кінця), який занурюють в склянку з дистильованою водою або пропускають через склянку проточну воду. Діаліз проводять 12 год Білки як високомолекулярні колоїдні сполуки не проходять крізь пори напівпроникних мембран, а низькомолекулярні органічні й мінеральні речовини переходять через ці пори назовні, у воду.

Зниження концентрації солей у водному екстракті м’язової тканини всередині діалізатора призводить до того, що глобулін X втрачає здатність розчинятись і випадає в осад.

Осад відокремлюють центрифугуванням чи фільтруванням. Його переводять в розчин 10 %-вим розчином амонію хлориду. У фільтраті залишаються білки альбумінової природи, переважно міоген, які не випадають в осад при зменшенні концентрації солей.

***Завдання 6. 3.*** Вилучення міофібрилярних білків.

Для екстрагування міофібрилярних білків використовують розчини солей.

***Реактив:*** 10 % -вий розчин амонію хлориду.

***Хід виконання роботи.*** Залишок м’язової тканини після водного екстрагування (виділення білків саркоплазми) змішують з подвійною кількістю 10 %-вого розчину амонію хлориду і збовтують протягом 20 хв. Екстракт фільтрують чи центрифугують і ще раз повторюють екстрагування амонію хлоридом, знову фільтрують чи центрифугують. Екстракти з’єднують, залишок м’язової тканини використовують для подальших експериментів.

Сольовий екстракт вміщує білки міозин і актоміозин. Для підтвердження присутності цих білків у сольовому екстракті їх переводять у нерозчинну форму, для чого зменшують концентрацію солей, додаючи до екстракту 10-кратний об’єм води. Через 10 хв актин і актоміозин випадають в осад, оскільки вони не розчинні в слабких розчинах солей.

***Завдання 6. 4.*** Визначення білків сарколеми (строми).

У складі білків сарколеми і мембран основну частину становлять білки сполучної тканини – колаген, еластин, ретикулін, а також глюкопротеїди − муцини, мукоїди (слизоподібні білки). Останні розчиняються в лугах. Колаген також частково розчинюється в лугах (лабільна форма колагену), головна його частина переходить в розчин тільки при кип’ятінні. Точніше, в розчин переходить желатин,в який колаген перетворюється при кип’ятінні.

Еластин і ретикулін – дуже стійкі білки. Еластин не розчиняється в воді, в розчинах солей і навіть міцній сірчаній кислоті. При кип’ятінні не утворює желатин. Те ж саме відноситься і до ретикуліну. Враховуючи сказане, можна провести якісне спостереження основних білків сарколеми (і сполучної .тканини взагалі) – колагену, та еластину, використовуючи залишок м’язової тканини після водної та сольової екстракції, тобто після видалення білків саркоплазми і міофібрил. Для цього з залишку видаляють всі білки, що розчиняються в лугу (частково колаген – до 15 %), після чого з залишку перевести в розчин колаген у вигляді желатину шляхом кип’ятіння. В нерозчинній частині залишається еластин.

***Хід виконання роботи.*** Залишок м’язової тканини після водної і сольової екстракції змішують з 50 см3 0,2 %-вого натру їдкого (для повного видалення білків, що розчиняються в лугу), переносять в колбу або склянку, добре перемішують, знов центрифугують, відкидають фугат (рідину). Осад переносять у колбу, додають 50 см3 дистильованої води і кип’ятять протягом 1 год (постійний об’єм рідини підтримують додаванням невеликих порцій води). При кип’ятінні колаген перетворюється в желатин. Гарячу рідину фільтрують, у фільтраті визначають білок (желатин) за допомогою біуретової реакції. На фільтрі залишаються волокна та плівки еластину, які можна роздивитись під мікроскопом.

За допомогою біуретової реакції або інших методів можна визначити і вміст желатину (тобто колагену), але це буде не вірним результатом, оскільки частина колагену екстрагована лугом. Це враховується при кількісних дослідженнях.

**Висновок.**

***Завдання 7****.* Здійснитикількісні дослідження білків м’язової та сполучної тканин.

***Завдання 7.1****.* Білки саркоплазми.

***Реактиви:*** 10 %-вий розчин трихлороцтової кислоти, решта реактивів – як при визначенні Нітрогену за К’єльдалем.

***Хід виконання роботи.*** З подрібненої м’язової тканини зважують 2 г, змішують з 20 см3 дистильованої води і збовтують протягом 30 хв. Суміш фільтрують через марлю (для більш точного визначення білків застосовують центрифугування). Залишок екстрагують водою з послідовним фільтруванням (або центрифугуванням) два рази. Водні екстракти з’єднують. Залишок тканини можна використовувати для визначення білків міофібрил та саркоплазми, якщо це потрібно.

Водорозчинні білки в екстракті визначають шляхом їх осадження трихлороцтовою кислотою. Для цього екстракт м’язової тканини змішують з рівним об’ємом 10 %-вого розчину трихлороцтової кислоти. Білки випадають в осад, який відокремлюють шляхом центрифугування. Осад переносять в колбу К’ельдаля, додають 10 крапель сірчаної кислоти, декілька крапель гідрогену пероксиду і піддають мінералізації, тобто визначають Нітроген білків за К’єльдалем. Кількісні значення Нітрогену перемножують на 6,25, зважаючи, що його вміст у білках саркоплазми становить приблизно 16 % (100:16 = 6,25). Методику визначення і розрахунки за К’ельдалем див. вище.

***Завдання 7.2****.* Білки міофібрил.

***Хід виконання роботи.*** 8 г подрібненої (при наявності льоду) м’язової тканини змішують з 25 см30,6 M охолодженого розчину калію хлориду в центрифужній пробірці, перемішують паличкою на протязі 10 хв (на льоду), потім центрифугують, зливають рідину (через фільтр) в мірну колбу на 50 см3. До залишку в центрифужну пробірку знов додають 25 см3охолодженого розчину калію хлориду, швидко перемішують і фільтрують. Рідину зливають в ту ж мірну колбу (через фільтр), витримують для підвищення температури і доводять до мітки розчином калію хлориду. Таким чином одержують сольовий розчин міозину, маючи на увазі, що актоміозин не встигає переходити в розчин в цих умовах.

З сольового екстракту осаджують міозин і визначають його кількість ваговим або іншими методами. Для цього 10 см3 екстракту змішують з 10 см3 0,5 M ацетатного буферу (рН 5,2) і 80 см3 дистильованої води у стакані на 200 см3. Міозин випадає в осад, який відокремлюють центрифугуванням (з промиванням водою 2 рази), кількісно переносять на зважений фільтр, висушують і визначають вагу міозину, тобто його кількість в 10 см3 екстракту (m, грамів).

Кількість міозину в м’язовій тканині розраховують за формулою 10 або 11:

, (10)

або

61,25 \* m, %, (11)

**Висновок.**

***Завдання 8****.* Здійснити якісні реакції дослідження екстрактивних речовин тканин у м’ясі.

***Завдання 8****.****1.*** Якісна реакція на креатинін

***Принцип методу.*** Креатинін утворюється з креатину при нагріванні підкисленого водного екстракту м’язової тка нини під час осадження білків. При цьому креатин втрачає воду та перетворюється в креатинін, який дає кольорові реакції з натрію нітропрусидом та пікриновою кислотою.

***Хід виконання роботи.*** В пробірку наливають 10 см3 водного екстракту з м’яса, додають 5 см3 розчину 1 н. хлористоводневої кислоти та нагрівають протягом 1 год на киплячій водяній бані.

Рідину фільтрують, 5 см3 фільтрату обережно нейтралізують 1н. розчином натрію гідроксиду за лакмусом. Потім приливають 2– 3 см3 насиченого розчину пікринової кислоти і таку ж кількість – 10 % розчину натрію гідроксиду. Поява оранжево-червоного кольору свідчить про наявність креатиніну.

***Завдання 8****.****2.*** Якісна реакція на карнозин

***Принцип методу.*** Метод грунтується на утворенні забарвленого продукту конденсації діазобензосульфокислоти з гістидиновим кільцем карнозину.

***Хід виконання роботи.*** У пробірку вносять 3 краплі 0,5 %-вого розчину сульфанілової кислоти в 2 %-вій хлористоводневої кислоті, 3 краплини 0,5 %-вого розчину натрію нітрату та перемішують. До одержаного діазореактиву додають 1 см3 досліджуваного безбілкового екстракту м’язової тканини і 0,5 см3 10 %-вого розчину натрію карбонату до чіткої лужної реакції за лакмусом. У присутності карнозину вміст пробірки забарвлюється в червоний колір.

**Висновок.**

***Завдання 9.*** Вивчити методику проведення якісної реакції на молочну кислоту.

Молочна кислота, або оксипропіонова CH3-CHOH-COOH міститься в деяких рослинах, а також утворюється під час мікробіологічних процесів (молочнокисле бродіння).

У тварин в процесі м’язової роботи глікоген зазнає анаеробного гліколітичного розщеплення з утворенням молочної кислоти (гліколіз). Під час невеликої роботи і після відпочинку вміст молочної кислоти (лактату) в м’язах невеликий (близько 30–40 мг %), а при значному м’язовому навантаженні може сягати 400–500 мг% . Молочна кислота течією крові транспортується в печінку, де з неї при достатньому надходженні Оксигену знову синтезується глікоген. При автолізі м’язової тканини частина глікогену також підлягає глікогенолізу, що призводить до нагромадження молочної кислоти. При цьому зменшується рН середовища.

Вміст молочної кислоти і значення рН є важливими показниками якості м’яса. Від цього залежить стійкість м’яса при зберіганні і ряд фізико-хімічних показників, які зумовлюють вологість, вологоутримання при тепловій обробці, кількість м’ясного соку. Зниження рН від 7,2 до 5,8 майже лінійно відповідає утворенню молочної кислоти.

***Реактиви:*** *2* % -вий розчин фенолу, 2 % -вий розчин феруму хлориду.

***Хід виконання роботи:*** В пробірку наливають 3 см3 2 % -вого розчину фенолу і додають 3–5 краплин 2 %-вого розчину феруму хлориду до появи фіолетового забарвлення. Потім у пробірку доливають 3–5 см3 досліджуваного безбілкового водного екстракту м’язової тканини. У присутності молочної кислоти фіолетове забарвлення розчину переходить у жовте, жовто-зелене.

**Висновок.**

***Завдання 10.*** Вивчити методику проведення якісної реакції на глікоген.

Глікоген – є енергетичним матеріалом в м’язах. В процесі роботи м’язів він підлягає глікогенолізу, тобто анаеробному розщепленню (молочнокислому бродінню), що супроводжується утворенням АТФ. Кількість глікогену в м’язах не постійна і залежить від фізичного стану тварин. Свіже м’ясо після забою тварини містить до 1 % глікогену.

Глікоген в м’язах зв’язаний з міофібрилами, зокрема з білком міозином, а також з міогеном саркоплазми, тому значка частина глікогену знаходиться у важкорозчинній формі.

***Принцип методу.*** Складні полісахариди в присутності йоду дають кольорові реакції, глікоген забарвлюється в червоний колір, крохмаль – в синій. За допомогою цієї реакції виявляють глікоген в м’ясі при його вмісті біля 1 мг%. В дозрілому м’ясі тварин різних видів глікоген міститься в таких кількостях:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **негативна реакція** | | **позитивна реакція** | |
| яловичина | 0,3 – 0,7 мг % | конина | біля 1 мг % |
| баранина | 0,3 – 0,7 мг % | м’ясо собаки | біля 2 мг % |
| свинина | 0,3 – 0,7 мг % | м’ясо кота | біля 0,5 мг % |

Ця реакція дозволяє відрізнити баранину від м’яса собаки і конину від яловичини.

***Хід виконання роботи.*** Наважку м’яса (15 г) подрібнюють в ступці ножицями, переносять в колбу і додають 60 см3 дистильованої води. Співвідношення м’яса і води становить 1:4. Вміст колби доводять до кипіння і кип’ятять на протязі 10–15 хв. Бульйон фільтрують через паперовий фільтр і охолоджують. В пробірку наливають 5 мл фільтрату і доливають 5–10 крапель розчину Люголя.

***Позитивна реакція*** – фільтрат фарбується у вишнево-червоний колір, ***негативна*** – в жовтий*,* ***сумнівна*** – в оранжевий колір.

Позитивну реакцію на глікоген дає м’ясо собаки, кота, коней, верблюда, ведмедя. Негативну – м’ясо овець, кози, великої рогатої худоби, свиней, кролів.

Слід враховувати, що якісна реакція на глікоген не показова в наступних випадках:

1. для м’яса молодняку всіх видів тварин, оскільки вміст глікогену в ньому високий;
2. для м’яса старих і хворих тварин, так як майже завжди дає негативну реакцію;
3. для м’яса взятого з голови та шиї.

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Назвіть основні біохімічні функції м’язової тканини.
2. Дайте характеристику типам м’язової тканини.
3. Дайте морфологічну характеристику м’язової тканини.
4. Яка будова основних структурних елементів м’язового волокна?
5. Дайте характеристику хімічному складу м’язової тканини.
6. Яка роль міоглобіну в утворенні забарвлення м’ясопродуктів?
7. Опишіть будову міоглобіну, його форми.
8. Опишіть будову міозину, актину та їх комплексу.
9. З яких білків побудовані ядра і саркоплазма?
10. Дайте характеристику ферментам м’язової тканини.
11. Наведіть характеристику, основні функції ліпідів м’язової тканини.
12. Які білки м’язової тканини одночасно є ферментами?
13. За якими властивостями різняться між собою білки глобуліни і альбуміни?
14. Які вуглеводи містяться у м’язовій тканині?
15. Які групи екстрактивних речовин присутні у м’язовій тканині, яку функцію вони виконують?
16. Які основні класи ферментів містяться у м’язовій тканині, яка їх функція?
17. Наведіть характеристику, основні функції мінеральних речовин і вітамінів м’язової тканини.
18. У чому полягає механізм процесу скорочення і розслаблення м’язів?

**Лабораторна робота № 4.**

**Автоліз. Автолітичні зміни у м’ясі**

***Мета роботи*** – вивчити зміни в тканинах м’яса після забою, автолітичні перетворення глікогену, перетворення нуклеотидів, зміну структури м’язової тканини в процесі автолізу, біохімічні основи дозрівання м’яса.

***Теоретична частина:***

Автолітичниминазиваються процеси розпаду компонентів тканин під впливом ферментів, що знаходяться в них. Автоліз (грец. *autos* — сам і *lysis* — розчинення) починається в тканинах тварини відразу ж після забою. Специфічні автолітичні перетворення в м’язовій тканині протікають відповідно до особливостей метаболізму, концентрації та локалізації ферментів. У початковий період відбуваються, в основному, автолітичні перетворення, пов’язані з тими системами, які відносяться до функцій руху (скорочення-розслаблення м’язових волокон): інтенсивний розпад вуглеводів (забезпечують синтез АТФ), АТФ (постачальник енергії міофібрилам), різкі зміни скоротливого апарату. У цей же період автолізу для білків характерні конформаційні зміни, які стимулюють агрегаційні взаємодії. Надалі переважаючими стають зміни, пов’язані з гідролітичнимрозпадом. Залежно від складу тканини та концентрації гідролаз, ступінь деструктивних перетворень компонентів для різних видів м’язової тканини неоднаковий. В основі автолітичних перетворень м’яса лежать зміни вуглеводної системи, системи ресинтезу АТФ і стану міофібрилярних білків, що входять до системи скорочення.

Зміни м’яса, зумовлені автолітичними процесами, трапляються в технології м’яса за найрізноманітніших способів його оброблення, наприклад, під час охолодження та зберігання охолодженого м’яса, заморожування і холодильного зберігання, розморожування, засолювання, подрібнення і т. ін. Характер і глибина автолітичних змін м’яса впливають на його якість і харчову цінність.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Користуючись роздатковим матеріалом відобразити схему розпаду глікогену у м’язах під час автолізу.

Заповнити таблицю 15.

Охарактеризувати наявність молочної кислоти.

Таблиця 15

Динаміка зміни рН, вміст вуглеводних фракцій і неорганічного

фосфору в м’язовій тканині яловичини

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тривалість  зберігання,  год | рН  м’язової  тканини | Вміст, г | | | |
| Глікогену в  перерахунку  на глюкозу | Глюкози | Молочної  кислоти | Неорга-  нічного  фосфору |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Провести дослідження загального фосфору у м’ясі і м’ясних продуктах фотометричним методом.

***Принцип методу.*** Метод базується на реакції фосфору з амонієм молібденовокислим у присутності гідрохінону і сульфату натрію з утворенням забарвленої сполуки, інтенсивність кольору якої вимірюють фотометрично.

***Хід виконання роботи.*** 3 г подрібненої проби зважують на лабораторних вагах з похибкою не більше 0,001 г і переносять в колбу К’ельдаля. В колбу наливають 15 см3 сірчаної кислоти, встановлюють її під нахилом (кут 40 º) і нагрівають протягом 5 хв на електричній плитці. Колбу охолоджують, додають 10 см3 пероксиду гідрогену і знову нагрівають. Нагрівають і додають пероксид гідрогену до тих пір, поки розчин у колбі після кип’ятіння протягом 15 хв буде світлим і прозорим.

Після охолодження горло колби змивають дистильованою водою і нагрівають вміст до кип’ятіння.

Мінералізацію проби вважають завершеною, якщо прозора, безбарвна рідина не темніє при охолодженні.

Вміст колби кількісно переносять у мірну колбу об’ємом 250 см3, доводять дистильованою водою до мітки і перемішують. Потім 4 см3 мінералізату з колби об’ємом 250 см3 переносять у мірну колбу об’ємом 100 см3 і додають для нейтралізації вільної сірчаної кислоти 1 н. розчин натрію їдкого. Необхідну кількість розчину натрію їдкого встановлюють попереднім титруванням окремої проби мінералізату. Для цього 4 см3 мінералізату переносять у конічну колбу об’ємом 50 см3 і титрують із бюретки 1 н. розчином натрію їдкого у присутності трьох краплин фенолфталеїну. Після чого у мірну колбу місткістю 100 см3 додають 2 см3 розчину амонію молібденовокислого і 2 см3 розчину гідрохінону. Через 10 хв вносять крапельно з піпетки 10 см3 розчину карбонатсульфіту. Об’єм вмісту колби доводять до мітки дистильованою водою і перемішують.

Через 15 хв вимірюють інтенсивність синього забарвлення на спектро-фотометрі при довжині хвилі 630 нм або на фотоелектроколориметрі з червоним світофільтром в кюветі з товщиною поглинаючого світло шару 1 см.

Вміст Фосфору розраховують за допомогою калібрувального графіку.

***Обробка результатів.*** Вміст загального фосфору (Х) в мг на 100 г продукту розраховують за формулою 12:

, (12)

де С – кількість фосфору, яка міститься у 100 см3 забарвленого розчину, знайдена за калібрувальним графіком;

m – кількість мінералізату, узята для кольорової реакції, см3;

250 – загальний об’єм мінералізату, см3.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних вимірювань. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна бути більшою 10 мг Фосфору на 100 г продукту.

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Відобразити схему перетворень АТФ у м’язах під час автолізу.

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Вивчити процес протеолітичних перетворень. Заповнити таблицю 16.

Таблиця 16

Протеолітичні перетворення

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Елементи | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 5.*** Вивчити біохімічні основи дозрівання м’яса. Заповнити таблицю 17.

Таблиця 17

Характеристика м’яса на різних стадіях автолізу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Продукт | Недозріле м’ясо | Дозріле м’ясо |
| Варенем’ясо |  | 3 |
| Бульйон |  |  |
| Показник | Недозріле м’ясо | Дозріле м’ясо |
| Зміна консистенції |  |  |
| Зміна вологозв’язувальної здатності (ВЗЗ) м’яса в процесі дозрівання. |  |  |
| Накопичення речовин, що зумовлюють аромат і смак |  |  |

**Висновок.**

***Завдання 6.*** Вивчити специфіку автолізу м’яса з ознаками DFD і PSE. Заповнити таблицю 18.

Таблиця 18

Характеристика м’яса з різним ходом

автолітичних процесів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | NOR | PSE | DFD |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

**Висновок.**

***Завдання 7.*** Вивчити способи інтенсифікації дозрівання та поліпшення консистенції м’яса. Заповнити таблицю 19.

Таблиця 19

Способи інтенсифікації дозрівання та поліпшення консистенції м’яса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Спосіб | Різновид способу | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Охарактеризуйте процеси, що відбуваються під час автолітичних

змін у м’язовій тканині.

1. Дайте характеристику основним процесам перетворення глікогену

в м’язовій тканині.

1. Дайте характеристику основним процесам перетворення нуклеотидів у м’язовій тканині.
2. Назвіть, чим зумовлені зміни структури м’язової тканини в процесі автолізу.
3. Охарактеризуйте основні процеси зміни активності ферментів у м’язовій тканині.
4. Дайте характеристику основним протеолітичним перетворення в м’язовій тканині.
5. У чому полягають зміни ультраструктур у процесі автолізу?
6. Дайте характеристику основним етапам процесу дозрівання м’яса.
7. Чим зумовлена зміна консистенції м’яса в процесі автолізу?
8. Як змінюється вологозв’язувальна здатність м’яса в процесі дозрівання?
9. Які речовини беруть участь у формування смаку і аромату м’яса?
10. У чому полягає специфіка автолізу м’яса з ознаками DFD і PSE?
11. Перерахуйте і дайте характеристику основним способам інтенсифікації дозрівання і поліпшення консистенції м’яса.

**Лабораторна робота № 5.**

## **ПСУВАННЯ М’ЯСА ТА М’ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.**

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ М’ЯСА ТА М’ЯСНИХ ПРОДУКТІВ**

***Мета роботи*** – вивчити причини псування м’яса та м’ясних продуктів, встановити шляхи запобігання псуванню, провести дослідження якості м’яса.

***Теоретична частина:***

На якість м’яса при зберіганні істотно впливають розвиток мік­роорганізмів, зміни в ліпідах, усихання. Внаслідок високого вмісту вологи і білків м’ясо є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори, яка спричинює гнилісне псування продукту. За кімнатної температури в звичайних умовах м’ясо можна зберігати лише нетривалий час. Це пов’язано насамперед з розмноженням мікроорганізмів.

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\2.tif

Рис. 2. Розпад білків, поліпептидів, амінокислот і інших компонентів під впливом гнильної мікрофлори

Розпад білків, поліпептидів, амінокислот та інших компонентів м’яса, що каталізується ферментними системами мікроорганізмів, супроводжується зниженням біологічної цінності продукту, значним погіршенням органолептичних показників. При цьому не виключена можливість утворення в продукті отруйних речовин і токсинів, продукованих деякими видами мікрофлори. Тому небезпечно використовувати для харчування м’ясо і м’ясопродукти, які зазнали мікробіального псування. Псування м’яса може бути зумовлене також біохімічними процесами. Одним із таких видів псування є ферментативний. Стабільність м’яса і м’ясних продуктів при зберіганні залежить від: стабільності параметрів температури, відносної вологості й швидкості циркуляції повітря; рівня початкового мікробного обсіменіння; якісного складу мікрофлори; стану поверхні м’яса (наявність порізів, кірочки підсихання); виду сировини, вологовмісту м’яса;рівня рН сировини; наявності захисного покриття і упаковки; наявності бактерицидного покриття і бактеріостатичних середовищ (консерванти, інгібітори, газові середовища тощо).

Наявність кірочки підсихання на поверхні м’яса, введення кухонної солі, зниження вологовмісту, рівня рН, використання пакувальних матеріалів (у тому числі вакуум-упаковки) підвищують стійкість сировини до дії гнильної мікрофлори.

Проблеми зберігання харчових продуктів можна звести до регулювання біохімічних процесів, які є основою явищ псування. Змінюючи умови середовища та діючи на мікроорганізми різними фізико-хімічними факторами, можна регулювати склад і діяльність мікрофлори в продуктах, а також характер перебігу ферментативних процесів.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Охарактеризувати основні типи псування м’яса та заходи щодо запобігання, вказати можливості використання. Заповнити таблицю 20.

Таблиця 20

Типи псування м’яса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип псування | Причини | Характеристика | Заходи щодо запобігання | Можливості використання |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Дослідити свіжість м’яса за допомогою якісних реакцій.

***Завдання 2.1.*** Визначення аміаку у м’ясному фільтраті реакцією з реактивом Неслера.

У м’ясі (м’ясопродуктах) аміак виявляють при розкладанні білків. У доброякісному м’ясі білкові речовини не розкладаються і аміак не виділяється. Тому його наявність є показником ступеня свіжості м’яса (продукта).

***Реактиви (приготування).*** До 5 г калію йодистого (КІ), розчиненого у 5 см3 дистильованої води, поступово додають концентрований розчин двохлористої ртуті (HgCl2, 3–4 г), яку розчиняють в невеликій кількості гарячої води, до тих пір, поки осад ртуті йодистої припиняє розчинятися в калії йодистому.

Суміш фільтрують через азбестовий фільтр. До фільтрату додають 15 г калію гідроокису (КОН), розчиненого в 30 см3 дистильованої води. Об’єм суміші доводять, додаванням дистильованої води, до 100 см3. Приготовлений реактив зберігають у флаконі з оранжевого скла.

***Хід виконання роботи.*** Беруть дві пробірки, в одну з них наливають 1 см3 фільтрату з м’яса, в другу – 1 см3 дистильованої води (контроль). Далі в обидві пробірки додають реактив Неслера по краплям (рахуючи кількість добавлених крапель), струшують і відмічають зміну кольору вмісту пробірки та появу осаду після додавання кожної краплі реактиву. Спостереження проводять до внесення десятої краплі.

Інтерпретація результатів:

F:\Для методички по фіз-хім і біохім осно\3.tif

Якщо екстракт пожовтіє від перших крапель реактиву і буде мати сильну каламуть з осадом від 10 крапель, таке м’ясо вважається непридатним для вживання. При великій кількості аміаку в досліджуваному м’ясі утворюється жовтувато-бурий осад йодистого димеркурамонію (NH2Hg2JO).

**Висновок.**

***Завдання 2.2.*** Визначення наявності сірководню у м’ясі.

Під час гниття і глибокого розкладання м’яса виділяється сірководень (H2S), що не властиве доброякісному м’ясу. Тому визначення сірководню є показником харчової придатності м’яса та м’ясопродуктів.

***Приготування реактиву або реактивного паперу*.** 4 г оцтовокислого свинцю (Pb(C2H3O2)2) розчиняють в 100 см3 дистильованої води з 30 г їдкого натрію (NaOH) до розчинення осаду, що утворився. Для приготування реактивного паперу фільтрувальний папірець просочують реактивом і висушують.

***Хід виконання реакції.*** Пробу на сірководень можна проводити двома способами:

1. В хімічну склянку (бюксу) ємністю 50–100 см3 вносять невеликий шматочок досліджуваного м’яса. Склянку закривають білим папером з краплею реактиву на внутрішній поверхні і притискають скляною паличкою. Можливо також склянку з пробою м’яса затиснути фарфоровою чашкою, на нижню поверхню якої нанесена крапля реактиву.

2. В конічну колбу ємністю 200 см3 кладуть 25 г подрібненої наважки м’яса і обливають 100 см3 дистильованої прокип’яченої води. Колбу закривають нещільною ватною пробкою, в якій зафіксована смужка реактивного паперу, і підігрівають на електричній плитці до кипіння.

***Оцінка реакції****.* Пожовтіння і побуріння з появою металевого блиску краплі реактиву або реактивного паперу вказує на наявність сірководню в м’ясі.

Свинцевий гліт (PbS) на реактивному папері виступає у вигляді жовтого або бурого забарвлення. Реакція триває 10–15 хв.

**Висновок.**

***Завдання 2.3.*** Визначення пептонів, поліпептидів і амінокислот у м’ясному екстракті

При гнитті і розкладанні білків перш за все з’являються пептони, поліпептиди і амінокислоти, які осаджуються солями важких металів. Тому виявлення цих продуктів розпаду білків у зразку досліджуваного м’яса має певну санітарну цінність.

***Завдання 2.3.1.*** Реакція Коряжнова і Ковша

***Реактив:*** 10 %-вий водний розчин CuSO4.

***Хід виконання роботи.*** В пробірку наливають 2 см3 екстракту з досліджуваного м’яса і додають 5 крапель 10 %-вого водного розчину міді сірчанокислої. В екстракті з доброякісного м’яса ніяких змін немає.

***Завдання 2.3.2.*** Реакція Лубянецького

***Реактив:*** 5 %-вий водний розчин CuSO4.

***Хід виконання роботи.*** В конічну колбу поміщають 3–5 г подрібненого досліджуваного м’яса. До нього додають 15–20 см3 дистильованої води. Пробу кип’ятять 2–3 хв., потім фільтрують через паперовий фільтр. До 2 см3 бульйону додають 5 крапель реактиву. Через 3–5 хв в бульйоні з несвіжого м’яса утворюється каламуть, пластівці, а якщо м’ясо ще більш зіпсованої якості, то з’являється драглеподібний згусток блакитного або зеленуватого відтінку.

**Висновок.**

***Завдання 2.4.*** Визначення глобулінів

В екстракті з охолодженого свіжого м’яса реакція кисла, тому в ньому відсутні глобуліни, а наявні тільки альбуміни та екстрактивні речовини.

Екстракт з несвіжого м’яса слабо лужної реакції або його реакція наближена до лужної. Тому в ньому наявні альбуміни, екстрактивні речовини і глобуліни. Останні в кислому середовищі випадають. На цьому і базується реакція щодо визначення глобулінів.

***Хід виконання роботи.*** В пробірку наливають 2 см3 екстракту досліджуваного м’яса і додають 2–3 краплі 1 %-вого водного розчину однієї з кислот – фосфорної, молочної або оцтової. Екстракт із свіжого якісного м’яса залишається прозорим; в екстракті з несвіжого м’яса з’являється помутніння, що випадає у вигляді пластівців при температурі 50–60 ºС.

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Дослідити свіжість м’яса кількісними методами.

***Завдання 3.1.*** Визначення аміно-аміачного азоту в м’ясній витяжці.

***Суть реакції.*** В результаті гнильних процесів у м’ясі накопичуються амінокислоти і аміак. Правильним санітарно-гігієнічним показником вважається сумарне число цих сполук.

***Хід виконання роботи.*** 25 г м’ясного фаршу розтирають в ступці, додаючи воду у співвідношенні 1:4. М’ясний гомогенат переносять в колбу, ступку ретельно промивають і залишок води зливають в колбу. Вміст колби перемішують на протязі 2 хв., а потім фільтрують через 3 шари марлі. До 10 см3 м’ясної витяжки додають 40 см3 дистильованої води і 3–4 краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну. Вміст колби нейтралізують децинормальним розчином NaOH до блідо-рожевого кольору. В результаті вивільнення карбоксильних груп суміш стає кислою і рожевий колір індикатору зникає. Після цього вміст колби знову титрують децинормальним розчином натрію гідроксиду до блідо-рожевого кольору і підраховують скільки його витрачено.

***Обробка результатів.*** Вміст аміно-аміачного азоту в м’ясній витяжці визначають, виходячи з того, що 1 см3 децинормального розчину відповідає 1,4 мг Нітрогену. Кількість мілілітрів децинормального розчину натрію гідроксиду, яку було витрачено на друге титрування, перемножують на 1,4 і отримують вміст аміно-аміачного азоту в 10 см3 фільтрату м’ясної витяжки.

***Оцінка реакції****.* Якщо вміст аміно-аміачного нітрогену в 10 см3 фільтрату складає, мг: 1,26 – м’ясо доброякісне, від 1,27 до 1,68 мг (у кролів 1,83–2,5 мг) сумнівної якості; більше 1,68 мг – не якісне.

**Висновок.**

***Завдання 3.2.*** Визначення вмісту летких жирних кислот.

Дезамінування амінокислот призводить до утворення жирних кислот, більшість яких леткі (мурашина, оцтова, пропіонова, масляна та ін.) і впливають на формування запаху м’яса.

***Принцип методу.*** Кількість летких жирних кислот визначають шляхом їх відгонки з підкисленої водної витяжки гострою парою з наступним титруванням дистиляту.

***Хід виконання роботи.*** У круглодонну колбу на 750–1000 см3 вносять 25 г подрібненого м’яса і додають 150 см3 2 %-го розчину сірчаної кислоти. Вміст перемішують і щільно закривають гумовою пробкою, в яку вставлені скляні трубки для з’єднання з пароутворювачем і краплеуловлювачем, що з’єднує колбу з холодильником. Під холодильник встановлюють конічну колбу ємністю 250 см3 з поміткою на 250 см3. Воду в пароутворювачі доводять до кипіння і відганяють леткі жирні кислоти парою до одержання 200 см3 конденсату. Одержаний конденсат титрують 0,1 М розчином калію гідроксиду в присутності індикатору фенолфталеїну. Разом з тим проводять контрольне дослідження.

Вміст летких жирних кислот (Х) в мг у 25 г м’яса визначають за формулою 13:

(13),

де V1 – об’єм 0,1 М розчину калію гідроксиду, витраченого на титрування 200 см3 конденсату з м’яса, см3;

V2 – об’єм 0,1 М розчину калію гідроксиду, витраченого на титрування 200 см3 конденсату з контрольного дослідження, см3;

К – поправка до титру 0,1 М розчину калію гідроксиду (або натрію гідроксиду)$

5,61 – кількість калію гідроксиду в 1 см3 0,1 М розчину, мг;

m – маса наважки, г.

Розрахунок проводять з похибкою не більше 0,01 мг калію гідроксиду. Конденсат із свіжого м’яса містить 4 г калію гідроксиду, сумнівної свіжості від 4 до 9, несвіжого – понад 9 мг.

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Визначити рН м’яса і м’ясопродуктів.

***Завдання 4. 1.*** Визначити рН м’яса і м’ясопродуктів колориметричним (індикаторним) методом.

Грунтується на властивості індикаторів змінювати своє забарвлення залежно від рН розчину (табл. 3.1). У якості індикатору використовують слабкі розчини кислот або лугів, у яких дисоційована або недисоційована форма має різне забарвлення. Для колориметричного визначення рН можна використовувати універсальний індикатор, який захвачує зону переходу забарвлення в межах рН від 4 до 11. Індикаторний метод можна використовувати для встановлення приблизного значення рН невідомого розчину з похибкою 1,0–0,5, а також для орієнтовного визначення рН перед вимірюванням його потенціометричним методом. Цей метод не використовують для визначення концентрації іонів водню у яскраво забарвлених розчинах.

***Хід виконання роботи.*** У фарфорову чашку вливають 1 см3 досліджуваного розчину і додають 3–5 краплин універсального індикатора. Забарвлення розчину порівнюють із даними таблиці і встановлюють величину рН.

Для приготування універсального індикатору у мірну колбу на 500 см3 вносять 0,1 г метиленового червоного, 0,2 г бромтимолового синього та 0,4 г фенолфталеїну і до мітки доводять етанолом.

Інтерпретація результатів:

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\4.tif

**Висновок.**

***Завдання 4. 2.*** Визначити рН м’яса і м’ясопродуктів потенціометричним методом.

Концентрацію іонів водню вимірюють за допомогою рН-метрів, занурюючи два електроди в розчин з фіксацією значення рН за шкалою приладу. З цією метою використовують лабораторний рН-метр – 340, ЛПУ-01 та інші.

Метод ґрунтується на вимірюванні електрорухомої сили елемента, який складається із контрольного електрода з відомою величиною потенціалу та індикаторного (скляного) електрода, потенціал якого зумовлений концентрацією іонів водню у досліджуваному розчині. За допомогою рН-метра вимірюють розбіжність потенціалів між двома електродами, зануреними в розчин.

***Хід виконання роботи.*** За 30 хв до вимірювання рН прилад вмикають в електричну мережу, перевіряють і настроюють його за стандартними буферними розчинами з різною величиною рН. При цьму перемикач «Розмах» встановлюють у положення 15 рН, а перемикач температури – на значення температури буферного розчину. Температура дослідного і буферного розчинів повинна бути однаковою. Потім контрольний та індикаторний електроди занурюють у буферний розчин, який обережно перемішують. Перемикач «Межа вимірювань» встановлюють у положенні, що відповідає діапазону рН вимірювального буферного розчину, і перевіряють показники приладу: для буферного розчину з рН 1,1 у діапазоні рН 1,0–2,0, з рН 4,0 у діапазоні рН 2,0–5,0, з рН 6,8 у діапазоні рН 5,0–8,0 і з рН 9,22 у діапазоні рН 8,0–11,0. Показники рН-метра повинні відповідати рН буферних розчинів. Розбіжність у показниках свідчить про пошкодження ізоляції або про пошкодження електрода. Показники у широкому діапазоні вимірювань (1,0–14,0) відраховують за нижньою шкалою приладу, а у вузьких діапазонах – за верхньою шкалою, перевівши перемикач із положення 15 рН у положення 3 рН (тільки на час вимірювання показника). Визначення рН за шкалою проводять після того, як показник набуває стабільного значення (до 3 хв). Для визначення рН м’яса і м’ясопродуктів готують їх водний екстракт у співвідношенні 1:10. Суміш настоюють протягом 30 хв при періодичному перемішуванні і фільтрують через паперовий або ватний фільтр.

У склянку для електродів наливають досліджуваний розчин, занурюють електроди і за верхньою шкалою відраховують показник приладу. Перед кожним зануренням у розчин електроди промивають дистильованою водою, залишки якої на поверхні видаляють фільтрувальним папером. У перерві між роботою приладу електроди зберігають у дистильованій воді або в 0,1 н. розчині хлористоводневої кислоти. Проточний хлорсрібний електрод завжди повинен бути занурений у насичений розчин калію хлориду. Нові електроди перед використанням витримують протягом декількох годин у дистильованій воді. З метою активізації електроди бажано протягом 12–24 год витримати в 0,1 н. розчині хлористоводневої кислоти, а потім промити дистильованою водою. Не допускається тривале перебування електродів у концентрованих кислотах і лугах. До контрольного електрода періодично додають насичений при кімнатній температурі розчин калію хлориду.

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Вкажіть види псування м’яса.

2. Охарактеризуйте властивості свіжого, сумнівної свіжості, несвіжого різних видів тварин.

3. Вкажіть зміни органолептичних властивостей м’яса у процесі зберігання.

4. Назвіть методи органолептичної оцінки свіжості м’яса.

5. Охарактеризуйте сутність методів фізико-хімічної оцінки свіжості м’яса.

6. Як характеризується бульйон із м’яса різного ступеню свіжості?

7. У яких випадках слід застосовувати фізико-хімічні методи визначення ступеню свіжості м’яса?

8. Фактори, що впливають на якість м’яса?

**Лабораторна робота № 6.**

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЖИРУ**

***Мета роботи*** – вивчити причини псування тваринних жирів, провести дослідження якості тваринного жиру.

***Теоретична частина:***

Жирова тканина як один з основних компонентів входить до складу м’яса і м’ясопродуктів, використовується як сировина для виготовлення харчових продуктів (шпиг, ковбаси), отримання топлених харчових і технічних жирів. Вона складається з жирової клітина, жирова краплина, протоплазми, волоконець міжклітинної речовини; ядра.

Основною складовою частиною жирової тканини є жири, що становлять іноді до 98% маси тканини. На відміну від інших тканин, у жировій міститься мало води і білків. Білкові речовини представлені колагеном, еластином, муцинами і, в малій кількості, альбумінами і глобулінами. У невеликих кількостях в ній наявні інші ліпіди (фосфатиди, стерини, стероїди), ферменти, вітаміни (А, D, E, К), пігменти (каротиноїди) й інші органічні та мінеральні речовини. З ферментів для жирової тканини найбільш характерні ліпази, які відіграють істотну роль у дисиміляції жирів.

Вміст хімічних сполук у жировій тканині значно коливається залежно від виду, породи, віку, статі і вгодованості тварини, а також від анатомічного розміщення тканини. Під час перероблення і зберігання жирової тканини або виділених з неї жирів відбуваються численні їх перетворення під впливом біологічних, фізичних і хімічних чинників, внаслідок чого змінюється хімічний склад, погіршуються органолептичні показники і харчова цінність жирів, що призводить до їхнього псування (схема 2.4). Виділяють гідролітичне й окислювальне псування*.* Нерідко обидва види псування відбуваються одночасно. Інтенсивність процесу залежить від властивостей сировини та умов зберігання.

Ступінь псування жирів визначають органолептичними та хімічними методами, які характеризуються умовними одиницями кислотним, перекисним числами тощо.

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\5.tif

Рис. 3. Схема псування тваринних жирів

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Провести якісні реакції для визначення альдегідів в жирі з флороглюцином та резорцином.

Суть реакції полягає в тому, що у присутності кислот (HCI, H2SO4) епігідриновий альдегід розпадається з утворенням альдегіду і спирту. Вивільнений альдегід концентрується з багатоатомними фенолами (флороглюцин, резорцин), утворюючи кольорові сполуки червоного кольору.

***Завдання 1.1.***  Реакція з флороглюцином в ефірі (по Крейсу).

У пробірку вміщують 3–5 г жиру. Жир розтоплюють, не доводячи до кипіння, добавляють рівні об’єми концентрованої HCI з питомою вагою 1,19 і 1%-го розчину флороглюцину в етері. Пробу струшують. При наявності альдегідів суміш фарбується у рожево - червоний колір.

***Завдання 1.2.***  Реакція з флороглюцином в ацетоні.

У пробірку вміщують 3–5 г жиру, який розтоплюють. Добавляють однаковий об’єм 1%-го розчину флороглюцину в ацетоні і 2–3 краплини концентрованої H2SO4. Пробірку струшують. У присутності альдегідів з’являється вишнево-червоне забарвлення.

***Завдання 1.3.*** Реакція з резорцином в ацетоні (бензолі).

У пробірку вміщують 3–5 г жиру, який розтоплюють. Добавляють однаковий же об’єм концентрованої HCI і насичений розчин резорцину в бензолі. При наявності альдегідів з’являється червоно-фіолетове забарвлення або схожого кольору кільце на межі рідини з жиром.

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Провестиякісну реакцію на наявність вільних жирних кислот. Реакція з нейтральним червоним.

**Принцип методу.** Нейтральний червоний – це окисно-відновний індикатор, який у кислому середовищі має червоний колір, у відновному – безбарвний.

Приблизно 0,5–1,0 г топленого жиру вміщують в фарфорову ступку, заливають 0,01%-вим розчином нейтрального червоного, добре розтирають пестиком приблизно 1 хв. Залишки розчину зливають, а остачу розчину, якщо він заважає спостереженню, змивають водою. В залежності від свіжості, жир фарбується у різний колір.

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\6.tif

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Визначення кислотного числа.

Кислотне число виражають кількістю міліграмі в калію гідроксиду, яку необхідно витратити на нейтралізацію вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру.

***Хід виконання роботи****.* 3–5 г топленого жиру зважують у конічній колбі об’ємом 250 см3 з точністю до 0,01 г. Жир розтоплюють на водяній бані і прилив ають 50 см3 нейтралізованої суміші етилового спирту та етилового етеру. Вміст колби збовтують. До розчину додають 2–3 краплі індикатора (1 %-вий розчин фенолфталеїну) і швидко титрують 0,1 н. розчином калію гідроксиду до появи рожевого забарвлення. На вип адок помутніння рідини, у колбу додають 5–10 см3 етеро-спиртової суміші. Якщо помутніння не зникає, колбу злегка нагрівають на водяній бані, а після охолодження проводять титрування.

Кислотне число розраховують за формулою 14:

(14),

де 5,61 – кількість калію гідроксиду, який міститься в 1 см3 0,1 н. розчину, мг;

*v*– кількість 0,1 н. розчину калію гідроксиду, витраченого на титрування, см3;

m0 – маса наважки досліджуваного жиру, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,1 мг.

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Визначення ступеня окислення жиру за пероксидним числом.

Пероксидним числом називають кількість грамів йоду, виділеного у кислому середовищі з калію йодиду під дією пероксидів, що містяться в 100 г жиру. Відповідно до величини пероксидного числа визначають ступінь свіжості жиру.

C:\Users\Samsung\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\7.tif

***Хід виконання роботи.*** Наважку жиру, близько 1 г, зважують у конічній колбі з притертою пробкою з точністю до 0,0002 г і розплавляють на водяній бані. У колбу наливають з циліндра (по стінці змиваючи частину жиру) 10 см3 хлороформу, 10 см3 льодяної оцтової кислоти і 0,5 см3 свіжовиготовленого насиченого розчину калію йодиду.

Колбу закривають пробкою, суміш добре перемішують і витримують у теплому місці протягом 5 хв. Після цього в колбу додають 100 см3 дистильованої води і 1 см3 1 %-вого розчину крохмалю; перемішують і титрують виділений йод 0,01 н. розчином натрію тіосульфату до зникнення синього забарвлення. Паралельно проводять контрольний дослід (без жиру).

Реактиви вважають придатними для проведення досліджень, якщо на контрольне визначення витрачається не більше 0,07 см3 0,01 н. розчину натрію тіосульфату.

Пероксидне число жиру розраховують за формулою 15:

(15),

де 0,00127 – кількість йоду, еквівалентна 1 см3 0,01 н. розчину натрію тіосульфату, г;

V1,V2 – об,єм 0,01 н. розчину натрію тіосульфату, витраченого на титрування досліджуваного і контрольного розчинів (см3) відповідно.

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. У чому полягають особливості будови і хімічного складу жирової

тканини?

1. Розкрийте суть основних біохімічних і фізико-хімічних змін жирової тканини.
2. Охарактеризуйте особливості будови покривної тканини. Які функції в організмі тварин вона виконує?
3. Особливості хімічного складу тваринних жирів?
4. Види псування тваринного жиру.
5. Методи дослідження показників якості тваринних жирів?

**Лабораторна робота № 7.**

**ЗМІНИ У М’ЯСІ В ПРОЦЕСІ СОЛІННЯ**

***Мета роботи*** – дати характеристику процесу соління, зміну складових частин м’яса під час соління, зміну процесу автолізу під час соління, зміну смаку і аромату, процеси утворення кольору.

***Теоретична частина:***

Для досягнення необхідних технологічних і споживчих властивостей готового продукту (смаку, аромату, кольору, консистенції), а також запобігання мікробіологічного псування проводять соління м’яса. Сіль проникає в м’ясо дифузійним шляхом через систему пор і капілярів тканин і осмотичним шляхом через численні зовнішні та внутрішні мембрани і оболонки, що вкривають волокна і їх пучки; причому уздовж волокон системою капілярів сіль проникає швидше, ніж осмотичним шляхом. В результаті підвищується осмотичний тиск усередині м’язового волокна, що збільшує надходження води до нього і сприяє збільшенню набухання м’яса. Під час соління іони кухонної солі та інші компоненти, що знаходяться в розсолі, починають переміщуватися вглибину м’яса, а розчинні в сольових розчинах хімічні сполуки тканин (білки, екстрактні, мінеральні речовини, водорозчинні вітаміни) надходити до розсолу. Вода залежно від концентрації розсолу або виводиться з продукту в розсіл (при сухому солінні), або поглинається з розсолу продуктом (мокре соління). Слід зазначити, що сіль проникає у м’ясо лише у вигляді розсолу. При сухому способі сіль розчиняється м’ясним соком, що виділяється, а потім переміщується углибину м’яса.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Вивчити зміни складових частин м’яса під час соління.Заповнити таблицю 21.

Таблиця 21

Зміни складових частин м’яса під час соління

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Показник | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Вивчити процес автолізу під час соління.Заповнити таблицю 22.

Таблиця 22

Зміни процесу автолізу під час соління

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Процес | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Вивчити процес утворення специфічного забарвлення.Заповнити таблицю 23.

Таблиця 23

Чинники, що впливають на процес утворення кольору м’яса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Чинники | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Дайте характеристику процесу соління м’яса.

2. У чому полягає суть дифузійно-осмотичного процесу?

3. Від яких ферментів і як саме залежить швидкість процесу соління?

4. Які зміни відбуваються з білками м’яса під час соління?

5. Як впливає концентрація солі на стан білкових речовин?

6. Яким є значення рН у процесі соління?

7. Які зміни відбуваються з жирами, екстрактними, мінеральними речовинами і вітамінами в м’ясі під час соління?

8. Які особливості процесу соління при використанні сировини в парному, охолодженому і розмороженому станах?

9. Як досягається стабілізація забарвлення солоного продукту?

10. Які чинники впливають на процес утворення кольору у м’ясі під

час соління?

11. Як змінюється смак і аромат м’яса під час соління?

12. У чому полягає консервувальна дія солі?

**Лабораторна робота № 8.**

**ВИВЧЕННЯ ЗМІН М’ЯСА У ПРОЦЕСІ КОПЧЕННЯ**

***Мета роботи*** – Вивчити один із способів підвищення стійкості продуктів під час зберігання, а також технологічний прийом, необхідний для надання продукту специфічного смаку, запаху, кольору та часткового видалення вологи.

***Теоретична частина:***

У даний час застосовують *копчення* холодне, гаряче, мокре, бездимне, електрокопчення та ін. Оброблення *гарячим димом* (обжарювання, гаряче копчення) застосовують для виготовлення ковбасних виробів та копченостей.

Під час обжарювання короткочасно обробляють продукт димом за високих температур (60–100°С). Копчення *холодним димом* (18–22°С) застосовують для виготовлення сирокопчених виробів. *Електрокопчення* (копчення в електричному полі) — оброблення продукту іонізованим димом. Суть *бездимного копчення* полягає в тому, що оброблення виробів у коптильній камері заміняють або введенням коптильного препарату (коптильної рідини) безпосередньо в продукт (разом із розсолом, у ковбасний фарш при кутеруванні), або нанесенням його на поверхню продукту (зануренням у коптильну рідину або розчин коптильного препарату, розбризкуванням, обмазуванням або розпилюванням).

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Вивчити основні групи речовин коптильного диму.Заповнити таблицю 24.

Таблиця 24

Групи речовин коптильного диму

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Група | Сполука |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Знати швидкість перенесення речовин диму залежно від виду м’яса. Заповнити таблицю 26.

Таблиця 26

Швидкість перенесення речовин диму залежно від м’яса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | М’ясо | Швидкість перенесення речовин диму, мм/год |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Вивчити зміни властивостей м’яса під час копчення Заповнити таблицю 27.

Таблиця 27

Зміни властивостей м’яса під час копчення

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Властивість | Чинники, що впливають на зміну властивості |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

**Запитання для самоконтролю**

1. Охарактеризуйте способи копчення м’яса та м’ясопродуктів.

2. Що являє собою коптильний дим і з чого він складається?

3. У чому полягає суть процесу копчення?

4. Які чинники впливають на зміну консистенції м’яса під час копчення?

5. Які зміни властивостей м’яса відбуваються під час копчення?

6. Чим зумовлені зміна смаку та аромату під час копчення?

7. У чому полягає хімізм надання забарвлення копченостям?

8. У чому полягає консервуючий ефект копчення?

9. Яка біологічна оцінка копчених продуктів?

**Лабораторна робота № 9.**

**ХІМІЧНИЙ СКЛАД І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ**

***Мета роботи*** – Вивчити хімічний склад плазми крові, біохімічні та фізико-хімічні перетворення вилученої крові при переробці.

***Теоретична частина:***

Кров є рідкою тканиною, яка циркулює в артеріях, венах і капілярах організму. Кров разом з лімфою і тканинною рідиною, що оточує клітини, є внутрішнім середовищем організму, яке об’єднує органи з тканинами і виконує важливі функції. Кров складається з рідкої частини — *плазми* — і зважених у ній формених елементів. До формених елементів належать:

*– еритроцити (червоні кров’яні тільця)* — специфічні клітини крові, без’ядерні в більшості тварин або з ядрами, наприклад у птиці, амфібій, рептилій;

* *лейкоцити (білі кров’яні тільця)* — лімфоцити, моноцити, нейтрофіли, еозинофіли і базофіли; в цих клітинах є ядра, проте циркулюючі лейкоцити не поділяються;

*– тромбоцити (кров’яні пластинки, бляшки)* — продукти фрагментації (розпаду) особливих гігантських клітин кістко вого мозку — мегакаріоцитів.

***Експериментальна частина:***

***Завдання 1.*** Вивчити хімічний склад плазми крові.Заповнити таблицю 28.

Таблиця 28

Хімічний склад плазми крові

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 2.*** Вивчити біохімічні перетворення вилученої крові.Заповнити таблицю 29.

Таблиця 29

Біохімічні перетворення вилученої крові

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Перетворення | Характеристика |
| 1 | 2 | 3 |

**Висновок.**

***Завдання 3.*** Одержати стабілізовану кров.

***Реактиви****:* 10 %-вий розчин амонію щавлевокислого.

***Хід виконання роботи:*** У колбу на 10 см3 наливають свіжеотриману кров і додають до неї 3-4 краплі 10 %-вого розчину амонію оксалату. Вміст колби добре перемішують, при цьому Кальцій випадає в осад у вигляді оксалату, кров втрачає здатність до зсідання. Таким чином одержують стабілізовану кров.

**Висновок.**

***Завдання 4.*** Одержати плазму крові.

***Хід виконання роботи:*** Стабілізовану кров наливають у центрифужні пробірки, центрифугують, потім відділяють рідину від осаду декантуванням.

**Висновок.**

***Завдання 5.*** Одержання зсідання крові.

***Реактиви*** 3 %-вий розчин кальцію хлориду.

***Хід виконання роботи:*** *Перший варіант.* Свіжу кров наливають у колбу, при перемішуванні скляною паличкою спостерігається процес її зсідання.

*Другий варіант.* У дві пробірки наливають по 3 см3 стабілізованої крові, в одну з них додають 0,3 см3 3 %-вого розчину кальцію хлориду, ставлять пробірки у термостат, витримують при 37–38 °С протягом 30 хв. Потім спостерігають випадання осаду крові в пробірці, в яку доданий кальцію хлорид.

**Висновок.**

***Завдання 6.*** Одержання дефібринованої крові.

***Хід виконання роботи:*** Свіжеотриману кров наливають у склянку і обережно перемішують скляною паличкою, намагаючись не зруйнувати еритроцити. Фібрин, що утворюється, намотується на паличку. Для повного його вилучення, кров, що зсілась, фільтрують через 2–3 шари марлі. Одержаний фільтрат – це дефібринована кров. Операцію фільтрування можна провести в лабораторії, а дефібриновану кров використовувати для інших робіт.

**Висновок.**

***Завдання 7.*** Одержання сироватки крові.

***Хід виконання роботи:*** Дефібриновану кров розлити й центрифугувати при 3000 об/хв протягом 10 хв. Потім декантувати надосадову рідину, тобто сироватку.

**Висновок.**

***Завдання 8.*** Гемоліз крові.

***Реактиви:*** Вода дистильована, насичений розчин натрію хлориду, етер.

***Хід виконання роботи:*** У чотири пробірки наливають по 1 см3 дефібринованої крові і додають: в одну – 4 см3 дистильованої води та 1 см3 етеру, у другу – 5 см3 дистильованої води, у третю – 5 см3 насиченого розчину натрію хлориду, четверту пробірку залишають без змін. Пробірки струшують і спостерігають забарвлення розчину.

**Висновок.**

***Завдання 9.*** Одержання кристалів гемоглобіну.

***Реактиви:*** Вода дистильована, етиловий спирт, натрій хлористий.

***Хід виконання роботи:*** 2–3 см3 стабілізованої крові центрифугують 5–6 хв при 3000 об/хв, після чого відокремлюють піпеткою плазму. Із дна пробірки переносять 0,5 см3 еритроцитів в другу центрифужну пробірку, додають 1,5 см3 дистильованої води, перемішують і додають 10 краплин етилового спирту. Суміш ставлять у стакан, заповнений льодом і натрієм хлористим, витримують близько години, спостерігають кристали гемоглобіну під мікроскопом.

**Висновок.**

***Завдання 10.*** Розділення білків плазми крові.

***Реактиви:*** Насичений розчин натрію хлористого, кристалічний натрій хлористий, оцтова кислота, оксалатна плазма крові.

***Хід виконання роботи:*** Змішують 10 см3 оксалатної плазми крові і 10 см3 насиченого розчину натрію хлористого. В осад випадає фібриноген, його відокремлюють фільтруванням, фільтрат насичують сухим натрієм хлористим. В осад випадає сироватковий глобулін, який відокремлюють через фільтр. Фільтрат нагрівають і спостерігають осадження сироваткового альбуміну. Те ж саме відбувається без нагрівання – додаванням краплини оцтової кислоти.

**Запитання для самоконтролю**

1. Дайте характеристику біохімічним функціям крові.

2. Наведіть особливості будови і складу крові.

3. У чому полягають особливості хімічного складу і фізико-хімічних

властивостей крові забійних тварин?

4. Охарактеризуйте основні фракції білків плазми крові. Які небілкові компоненти плазми крові ви знаєте?

5. Який склад і функції формених елементів крові?

6. Дайте характеристику гемоглобіну. Які основні функції він виконує?

7. У чому полягає суть процесу згортання крові?

8. Які речовини беруть участь у процесі згортання крові?

9. У чому полягає суть процесу стабілізації крові?

10. Який механізм дії стабілізаторів крові і яка їх природа? У чому полягає процес дефібринування крові?

11. Дайте характеристику явищу гемолізу.

12. Які автолітичні перетворення відбуваються у вилученій крові?

13. Які біохімічні процеси відбуваються в крові під дією мікробів?

**СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Віннікова Л.Г. Теорія і практика переробки м’яса. – Одеса: СМИЛ, 2000. – 176 с. 2.
2. Власенко В.В., Береза І.Г., Машкін М.І. Технологія продуктів забою тварин. – Вінниця: Віноблдрукарня, 1999. – 448 с 3.
3. Власенко В.В., Середа Л.П., Бандура В.М. Технологія переробки птиці. – Вінниця, 1997. – 210 с. 4.
4. Власенко В.В., Крамаренко В.В., Гирич С.В. Основи технології та товарознавства ковбас і м’ясокопченостей. – Вінниця: Гіпаніс, 2001. – 276 с. 5.
5. Кишенько І.І., Старчова В.М., Гончаров Г.І. Технологія м’яса і м’ясопродуктів. Практикум: Навч.посіб. – К.:НУХТ, 2010. – 367 с.
6. Рогов И.А., Забашта А.Г., Гутник Б.Е. Справочник технолога колбасного производства. – М.: Колос, 1993. – 431 с.
7. Рогов И.А., Забашта А.Г., Ибрагимов Р.М. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд. – М.: Колос, 1997. – 331с. 8.
8. Технологія м’яса та м’ясних продуктів: Підручник /М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред. М.М. Клименка. – К.: Вища освіта, 2006. – 640 с. 9.
9. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / Под ред. Флауменбаума Б.Л. – М.: Колос, 1993. – 320 с.
10. Тимощук І.І., Черниш М.Ю., Яворський В.В. Технологія м’яса і м’ясопродуктів. – К.: Урожай, 1992. – 156 с. 11.
11. Янчева М.О., Пешук Л.В., Дроменко О.Б. Фізико-хімічні та біологічні основи технології м’яса та м’ясопродуктів: Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.