

ЛЕКЦІЯ 1

Вступ. Біохімія лактогенезу та лактопоезу

План

1. Історія виникнення біохімії молока як науки.
2. Розвиток молочних залоз у ссавців.
3. Молоко – полідисперсна система.
4. Хімічний склад молока.
5. Біохімія лактогенезу та лактопоезу

Література:

1. **Цехмістренко С.І.** Біохімія молока та молокопродуктів: навч. посібник / С.І.Цехмістренко, О.І.Кононський . – Біла Церква, 2014. – 168 с.
2. **Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І.** Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир. – Вид-во ЖДУ Ім.. І.Франка 2013, - 208 с

1. Історія виникнення біохімії молока як науки.

Великий вплив на розвиток біохімії молока як науки про молоко мали дослідження вчених **І.П.Павлова** і **І.І.Мечнікова**.

І.П.Павловим (1849–1936) вперше дано пояснення легкого перетравлення та засвоюваності складових частин молока та молочних продуктів. Йому належить вираз: «Молоко – продукт приготований самою природою», що підкреслює харчову цінність молока.

І.І.Мечніков (1845 – 1916) займаючись питаннями довголіття, першим звернув увагу на лікувальні та дієтичні властивості кисломолочних продуктів, які знайшли підтвердження і в даний час.

Початок систематичного вивчення властивостей молока та молочних продуктів поклав **А.А.Калантар** (1859 – 1937), який вважається **основоположником вітчизняної молочної справи**. Він займався вивченням процесу виготовлення швейцарського сиру, використанням при його виробництві солей кальцію, розробив формули для розрахунку сухих речовин молока і ін.. А. А. Калантар вів велику педагогічну роботу у Тімірязевській С-г. академії, а потім в Єреванському зооветеринарному інституті.

У Радянський час біохімія молока (хімія молока) як наука була створена проф. Г.С. Ініховим і Я.С. Зайковським. Першому належить чисельні дослідження складу і властивостей молока та молочних продуктів, розроблені методики контролю якості сировини та готових молочних продуктів. Г.С. Ініховим написані (1922 – 1926 рр.) перші підручники «Хімія молока» і «Аналіз молока». У подальшому підручники по біохімії молока і молочних продуктів та практичне керівництво по методах аналізу молока і молочних продуктів перевидавались багато разів.

Я.С. Зайковський займався вивченням складу, фізико-хімічних властивостей молока, вивчав хімізм сичужного звертання білків молока, розробив теорію масло утворення і ін..

Великий внесок у справу розвитку біохімії молока вніс професор С.В. Паращук (1873 – 1950). Він вивчав вплив кормів на склад і властивості молока і масла, властивості сичужного ферменту і пепсину. Він перший розробив основи технологій дитячих лікувальних і дієтичних молочних продуктів та організував їх виробництво вперше в СРСР

Розвитку біохімії молока як науки сприяли праці: А.П. Білоусова, Д.А. Граннікова, Р.Б. Давидова, З.Х. Диланяна, П.Ф. Дьяченко, М.М. Казанського, І.І. Клімовського, М.С. Коваленко, А.І. Овчинникова, А.І. Чеботарева і ін..

Плідно працює в Україні над проблемами розвитку питань біохімії колектив Інституту продовольчих ресурсів Української академії аграрних наук (колишній Український НДІ м'ясної і молочної промисловості, який довгий час працював під керівництвом академіка Г.О. Єреська).

Близько чверті століття присвятив вивченню проблем молока, доктор ветеринарних наук В.І.Хоменко. Він здійснив фундаментальний науковий аналіз проблем виробництва молока і молочних продуктів високої санітарної якості. Розробив понад 50 нормативно-технічних документів

2.Розвиток молочних залоз у ссавців.

Розвиток молочної залози починається на самих ранніх етапах ембріогенезу.

У процесі росту і розвитку до початку утворення молока у залозах відбуваються значні зміни і в цих змінах головну роль відіграють нервова та гормональна системи. Ці системи сильно впливають не тільки на ріст і розвиток молочної залози, але і на її інволюцію.

У окремих видів тварин молочна залоза розділена на різну кількість часток. Вим'я корови складається із чотирьох часток; у кобиліці, вівці і кози -із двох половин; у свині - з 8-16 залозистих пакетів, симетрично розташованих по бокам білої лінії від лонної кістки до грудини.

Морфогенез молочної залози непостійний і залежить як від видової приналежності тварини, так і від віку, кількості лактацій та інших внутрішніх і зовнішніх факторів, хоч у цілому він властивий усім ссавцям. Внутрішньоємбріональне закладання молочних залоз у всіх ссавців відбувається на 3-4 тижні розвитку.

Молочні залози зародка ссавців розвиваються з ектодермального одношарового епітелію, котрий потім стає двошаровим. Слід відзначити, що зародки молочної залози (лінії або смуги) однакові у всіх. У процесі розвитку довжина смуг у тварин

поступово зменшується, вони стають переривчастими, утворюють ряд ектодермальних ущільнень або так званих горбиків, кількість яких і розташування залежать від виду тварини.

У зародків корови, кобили, вівці та інших тварин, у яких кількість залоз не більше чотирьох, горбики зберігаються лише позаду пупка у паховій області.

Епітеліальні клітини молочних горбиків інтенсивно розвиваються, опускаються у клітини тканин, що їх оточують і перетворюються у бруньки - первинну структуру майбутніх молочних залоз. Потім, розростаються, мезенхіма дає початок майбутнім сполучній та жировій тканинам молочної залози. Вже на ранніх стадіях розвитку спостерігаються різні співвідношення епітеліальної частини зародку і мезенхіми. З часом епітеліальні клітини, продовжуючи розростатись, уростають у оточуючу сполучну тканину одним або декількома тяжами. Із цих тяжів розвиваються складні залози з протоками і ходами.

Розвиток різних тканин молочної залози у часі відбувається неоднаково. Зокрема, у телиць великої рогатої худоби зачатки майбутньої жирової тканини з'являються на другому місяці розвитку ембріону, коли у інших частинах тіла вона ще відсутня. У бичків жирова тканина з'являється значно пізніше і не досягає такого розвитку, як у телиць.

Слід відзначити, що вже у 3-місячного зародка телиці у механізмі вимені, яке розвивається знаходиться дуже велике скупчення жирових клітин - жирові островки, які пізніше перетворюються у суцільну жирову тканину вимені.

Розвиток сосків у тварин відбувається двома шляхами. У корови, кобили, свині і собаки соски розвиваються за рахунок мезенхіми, яка лежить під горбиком. За цих умов епітелій горбику, який уростає і називається залозистим полем, здійснює стимулюючу дію на мезенхіму, яка лежить під ним. Вона підсилено розростається, випинається і перетворюється у сполучну тканину і таким чином піднімає доверху усе залозисте поле з утворенням соска. У цей же період у соску починають закладатися кровоносні судини і нерви. Одночасно з розвитком соска з верхньої його сторони відбувається випинання епітеліальних клітин, які утворюють вирости у виді тяжів. Кількість таких тяжів відповідає кількості молочних цистерн у соску, котра у різних видів тварин неоднакова. Зокрема, у зародків корови у кожному соску лише один епітеліальний виріст, у кобили — два і так далі. У подальшому всередині цих епітеліальних виростів з'являється щілина, яка потім перетворюється у порожнини молочних ходів і молочної цистерни.

Значні зміни молочних залоз відбуваються у зародків корови в період із 36-го до 60-го дня. У віці 90 днів довжина зародку досягає 12-14 см, а вся центральна частина соску виявляється заповненою епітеліальним виростом бруньки. У цьому віці у масі епітеліальних клітин утворюється канал, який проникає до вершини соска. У 4 місяці плід вже має довжину 22—26 см.

У 8-місячного ембріона кругом каналу утворюється пучок м'язів, які формують сфінктер соскового каналу.

У новонароджених телят молочна залоза слабо розвинена: в ній відсутні альвеоли і погано розвинена гладка мускулатура молочних проток.

До 6-місячного віку у телиць залозиста тканина має систему слаборозвинених проток і займає лише 8-10% загального об'єму вим'я. на сполучну тканину припадає 45-50%, жирову – 41-47%.

З настанням статевої зрілості починають помітно рости молочні протоки і альвеоли. До 18-місячного віку об'єм залозистої тканини збільшується до 25-30%.

Інтенсивно розвивається молочна залоза під час першої вагітності. На розвиток залозистої тканини впливає *гормон жовтого тіла – прогестерон*. На початку вагітності альвеоли дрібні, не мають порожнин. До 5-го місяця вагітності у нетелів інтенсивно розвиваються альвеоли і вивідні протоки. Об'єм залозистої тканини збільшується до 45-48%, а до отелу – до 60-66%. У вим'ї збільшується кількість кровоносних судин і нервових волокон. З початком лактації альвеоли досягають розміру 0,2-0,8мм.

Найвищу функціональну активність має молочна залоза в перші 5-8 тижнів лактації. На 4 місяці лактації настають ознаки інволюції (зменш. площа альвеол, молочних проток), інтенсивність секреції молока падає.

У сухостійних корів сполучна тканина розширюється, альвеоли стискаються і зменшуються майже вдвічі. Залозиста тканина частково замінюється жировою, частина молочних альвеол і проток атрофується. До кінця вагітності молочна залоза знов починає посилено розвиватися.

Позитивно впливає на розвиток молочної залози масаж вимені та рівень годівлі теличок і нетелей під час вирощування. Доведено, що під час проведення масажу нетелям 24 місячного віку (6-місячної тільності) залозиста тканина у період отелу займає 60-65%, а без нього 35-45% загального об'єму вимені.

Ріст і розвиток молочної залози знаходиться під контролем ЦНС та залоз внутрішньої секреції. Якщо провести енервацію молочної залози у нестатево-зрілої самки то ріст і розвиток її гальмується.

На ріст і розвиток молочних залоз впливають статеві гормони. Ріст протоків здійснюється під впливом естрогенів, а для розвитку альвеол потрібна наявність гормону жовтого тіла – прогестерону.

Розвиток молочних залоз залежить від гормонів гіпофізу: пролактину, соматотропіну, адренкортикотропіну, а також гормонів підшлункової та щитовидної залоз (тироксину і інсуліну), які регулюють обмін речовин в організмі. Якщо видалити гіпофіз, розвиток молочних залоз припиняється. При введенні

таким тваринам гормонів передньої частки гіпофізу разом з статевими гормонами молочні залози знову починають розвиватись.

3. Молоко як полідисперсна система

Молоко – це біологічна рідина, яка виробляється молочною залозою самок ссавців. Воно є повноцінною і незамінною їжею для новонароджених тварин, а також необхідне для харчування людини будь-якого віку, оскільки містить усі необхідні для життєдіяльності організму речовини.

Коров'яче молоко має білий з жовтуватим відтінком колір, своєрідний, злегка солодкуватий смак і слабкий приємний запах.

Молоко містить воду і сухі речовини (сухий залишок). Сухий залишок молока складається з жиру, білків, молочного цукру, мінеральних солей та інших речовин, які знаходяться в незначній кількості, проте мають важливу харчову цінність (вітаміни, ферменти, імунні тіла тощо).

Сухі речовини молока утворюють з водою складну полідисперсну систему.

Дисперсну систему класифікують за середнім розміром часточок дисперсної фази.

Розрізняють моно- і полідисперсні системи.

Монодисперсні системи складаються з часточок приблизно однакового розміру; полідисперсними називають дисперсні системи, які складаються з часточок різного ступеня дисперсності.

У молоці, як полідисперсній системі, окремі компоненти сухих речовин знаходяться в різному стані. Так, **молочний цукор** і значна **частина мінеральних солей** розчинені у водній частині молока у вигляді дрібненьких часточок розміром **1-0,5** мкм і менше та **утворюють молекулярні й іонодисперсні розчини**. Ці часточки не відокремлюються після фільтрування, відстоювання чи центрифугування.

Білки знаходяться в колоїдному стані і мають часточки **розміром 5-100 мкм**. Крім того, білки в розчині набухають. Завдяки малій величині колоїдні часточки після набухання рівномірно розподіляються в розчиннику, в спокійному стані молока не відстоюються і не відокремлюються простим центрифугуванням та фільтруванням, їх можна відокремити лише за допомогою ультрацентрифуги.

Жир розподілений у молоці у вигляді жирових кульок розміром 1-20 мкм і утворює **емульсію** (окремі жирові кульки в теплому молоці) або **суспензію** (жирові кульки в твердому стані в охолодженому молоці).

Жирові кульки досить легко відокремлюються під час відстоювання або центрифугування у вигляді вершків.

Тільки в присутності всіх компонентів у молоці створюються умови для утворення відносно стійкої колоїдної системи. При відсутності білка в молоці жир і вода можуть легко розділитися на дві фази, а при відсутності деяких мінеральних солей білок може випадати в осад.

4. Хімічний склад молока.

У молоці міститься в середньому 12,5% сухої речовини й 97,5% води. Розрізняють вільну, зв'язану, кристалізаційну воду та воду набухання. Крім кристалізаційної, всі види води мають важливе значення для молочної

промисловості. Більша частина води в молоці (96-97 %) знаходиться у вільному стані.

Вільна вода є розчинником органічних і неорганічних сполук молока (лактози, мінеральних елементів, кислот, ароматичних речовин і ін.). Вологу можна видаляти і шляхом заморожування, тобто вітрифікація об'єкту.

У невеликій кількості (2-3,5 %) в молоці міститься **зв'язана**, або **адсорбційна вода**. Ця вода недоступна для мікроорганізмів, тому її вміст у сухих продуктах не створює умов для їх розвитку. Зв'язують воду більшість білкових речовин, фосфати і полісахариди. Д. Ллойд пояснює здатність цих речовин зв'язувати воду наявністю в них гідрофільних груп – аміних, амідних, карбоксильних, гідроксильних.

Кристалізаційна вода ($C_{12}H_{22}O_{11} \times H_2O$) – особлива форма зв'язаної води, причому в компонентах молока майже не зустрічається, за винятком молочного цукру, який кристалізується з однією молекулою води.

Вода набухання – знаходиться в ліофільних колоїдах, від наявності якої залежить консистенція багатьох продуктів – кислого сиру, кисломолочних продуктів, морозива тощо.

Молочний жир. Вміст жиру в молоці коливається від 2,8 до 5%.

Молочний жир – це суміш гліцеридів (складних ефірів гліцерину і жирних кислот).

Молочний жир відрізняється від жирів тваринного і рослинного походження за вмістом у ньому 147-150 різних жирних кислот, тоді як в інших жирах їх тільки 5-7. Більшість жирних кислот ненасичені і вони легко засвоюються організмом. Насамперед це стосується таких низькомолекулярних кислот, як масляна, капронова, каприлова і капринова. Перші три з них мають високу біологічну цінність, вміст їх становить 7-8 %, тоді як в інших жирах виявляють тільки їх сліди. У молочному жиру є деякі поліненасичені жирні кислоти – лінолева, ліноленова, арахідонова. Вважають, що ці кислоти є акцепторами кисню в регулюванні окисно-відновних процесів у клітині.

Вміст окремих жирних кислот зазнає різких коливань. Склад молочного жиру особливо залежить від виду, породи, стадії лактації тварин, раціону та пори року. Так, при згодовуванні коровам лляної макухи кількість масляної кислоти в молоці зменшується, а олеїнової, навпаки, різко збільшується, внаслідок чого знижується температура плавлення жиру.

Оболонки жирових кульок – це лецитиново-білковий комплекс. Цей протеїново-фосфоліпідний комплекс, або ліпопротеїн, є специфічним емульгатором, який стабілізує жирові емульсії в молоці, вершках, сметані та інших молочних продуктах.

В оболонці жиру концентруються деякі речовини, які не омилуються, – вітамін А, каротиноїди і холестерин. На зовнішній поверхні білкової оболонки адсорбовані альбуміни, глобуліни і казеїн.

В оболонці жирових кульок крім ліпідів і білків виявлені мінеральні елементи. Установлено, що з оболонкою зв'язано від 5 до 25% нативної міді молока, і 28 – 59% нативного заліза. Зокрема в 1 г оболонки складає від 5 до 25 мкг, заліза – 70 – 150 мкг.

Молочний жир як складний ефір – сполука нестійка. Склад його змінюється під дією високої температури, світла, ферментів (ліпаз), кислот, лугів. Зміна складу жиру закінчується його омиленням (розщепленням на гліцерин і жирні кислоти), осалюванням (окисленням ненасичених жирних кислот), згіркненням (окисленням, відновленням тощо).

Жироподібні речовини. У молоці знаходиться деяка кількість жироподібних речовин – ліпоїдів. До них належать фосфатиди (0,06 %) і стерини (сліди).

Фосфатиди. Кількість фосфатидів у молоці незначна – від 0,0364 до 0,1163 (в середньому 0,0629 %), у вершках їх більше (0,256-0,493 %). Основними кислотами у фосфатидах є олеїнова, стеаринова і пальмітинова.

Лецитин – складний ефір гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти у сполуці з азотовмісною речовиною – холіновим залишком. У чистому вигляді це біла воскоподібна речовина, яка швидко темніє на повітрі у зв'язку з окисленням насичених жирних кислот. Лецитин має емульгуючі властивості, сприяє стабілізації жирової емульсії в молоці, входить до складу оболонки жирових кульок, виявляє бактерицидні властивості. Залежно від концентрації його емульсія здатна затримувати розвиток різних бактерій.

Кефалін-відрізняється від лецитину тим, що фосфорна кислота зв'язує не холін, а аміноспирт – коламін. Крім того, до його складу входять стеаринова й олеїнова кислоти.

Із стеринів молоко містить **холестерин та ергостерин**, кількість яких не перевищує 0,06 %. Холестерин молока за хімічним складом – це одноатомний ароматичний спирт. За властивостями і впливом на біохімічні процеси в організмі холестерин є антагоністом лецитину і бере участь у регулюванні клітинного обміну. Подібний за властивостями і ергостерин. Особливе його значення полягає в тому, що під дією сонячно-і о або ультрафіолетового випромінювання він посилює D-вітамінну активність молока.

Білки молока. Загальний вміст білків у молоці коливається від 2,9 до 4%. В молоці знайдена ціла система білків серед яких виділяють дві головних групи: казеїни і сироваткові білки.

Компонентами білків сироватки є β – лактоглобулін і α - лактоглобулін, а також альбумін сироватки крові, імуноглобуліни, протеозо-пептони і лактоферін.

До білків молока слід віднести ферменти, деякі гормони (пролактин і ін.) і білки оболонки жирових кульок.

До основних білків молока належать казеїн, альбумін і глобулін.

Якщо загальну кількість білків прийняти за 100, то на казеїн припадає 82 %, альбумін – 12 % і глобулін – 6 %.

Склад та властивості казеїну. Кількість казеїну в молоці складає 2,3 – 2,9%.

Казеїн молока за своїм хімічним складом – неоднорідний білок. Він складається з α -, β - і γ -фракцій. У свою чергу, α -фракція складається з α - казеїну – фракції чутливої

до дії іонів кальцію, і К-казеїну – фракції, нечутливої до дії іонів кальцію. Оскільки до складу казеїну входить фосфор, то казеїн належить до групи фосфопротеїдів.

Окремі фракції казеїну по-різному взаємодіють з сичужним ферментом, α - і β -фракції, які найбагатші на фосфор, добре зсідуються сичужним ферментом, а γ -фракція коагуляції цим ферментом не піддається. Співвідношення фракцій у казеїні залежить від різних факторів. Так, годівля корів силосом без сіна сприяє різкому збільшенню в молоці γ -казеїну (до 20%). Казеїн надає молоку білого кольору і зумовлює його непрозорість. Часточки казеїну складаються з двох. основних компонентів – кальцієвої солі казеїну (казеїнату кальцію) і фосфатного комплексу, утворюючи казеїнкальційфосфатний комплекс (ККФК), до складу якого входять також магній, калій, натрій і цитрати.

Білки сироватки відрізняються від казеїну амінокислотним складом.

Альбумін. У молекулі альбуміну замість фосфору знаходиться сірка. Під дією кислоти і сичужного ферменту він в осад не випадає. На практиці альбумін виділяють нагріванням. Так, при нагріванні до 72-75 °С він випадає з молочної сироватки у вигляді тонких ніжних пластівців і стає денатурованим. Часто під час нагрівання молока на стінках устаткування утворюється білковий пригар, до складу якого входить альбумін. У молоці вміст альбуміну коливається від 0,4 до 0,6 %; в молозиві його значно більше – до 12 %. Альбумін є повноцінним білком, який повністю забезпечує підростаючий організм необхідними амінокислотами. Перетравність молочногo альбуміну майже вдвічі вища, ніж альбуміну курячого яйця. Він, на відміну від інших білків молока, містить більшу кількість триптофану (близько 7 %).

Глобулін. Вміст цього білка в молоці до 0,2 %, проте в молозиві його 8-15 %. Глобулін має важливе значення для новонароджених тому, що виявляє сильні бактерицидні властивості і підвищує резистентність організму. При нагріванні глобуліну до 70-75 °С в слабокислому середовищі він зсідается. Ізоелектрична точка глобуліну знаходиться при рН = 5,4.

Нині відомо кілька форм глобуліну: в-лактоглобулін, еуглобулін і псевдоглобулін. Останні дві форми глобуліну входять до складу білків плазми крові і є носіями імунних властивостей; кількість їх значно збільшується в молозиві.

Низькомолекулярні білки. До них відносять протеази, пептони, поліпептиди. У молоці міститься близько 4 % низькомолекулярних білків від усіх білків молока.

Ферменти, імунні і бактерицидні речовини належать до білків, які знаходяться в молоці у невеликих кількостях. До цієї групи білкових речовин відносять ферменти, а також білки, які мають протибактерицидні властивості (лактеніни I і II, лізоцим та інші інгібітори росту бактерій).

Небілкові азотисті речовини. З цих речовин у молоці є *сечова кислота, сечовина, креатин, креатинін, ксантин, гуанідин, гіпурова кислота, пуринові основи, амінокислоти й аміак*. Це проміжні і кінцеві продукти азотистого обміну в організмі тварин і потрапляють в молоко безпосередньо із крові.

Для молочної промисловості важливе значення мають вільні амінокислоти – триптофан, тирозин, глутамінова кислота та інші, тому що вони є одним з основних джерел азотного живлення молочнокислих бактерій, які використовують при виробництві кисломолочних продуктів і сирів. До небілкових азотистих речовин

належать пігменти кормового походження – хлорофіл, ксантофіл та каротин. Їх загальна кількість складає 30 – 60 мг/%, або біля 5% всього азоту молока. Кількість небілкового азоту в коров'ячому молоці становить 0,1-0,2%.

Ферменти - лактозосинтаза, лужна фосфатаза, лізоцим і ін. синтезуються безпосередньо у секреторних клітинах молочної залози, інші (каталаза, протеїназа, рибонуклеаза, альдолаза і ін.) поступають в молоко із крові тварини.

Крім нативних ферментів в молоці присутні чисельні внеклітинні і внутріклітинні ферменти, які виробляються мікрофлорою молока і бактеріальних заквасок.

Ферменти, що зустрічаються в молоці і молочних продуктах, мають велике практичне значення. Так, на дії ферментів класу гідролаз, оксидоредуктаз, трансфераз і ін. базується виробництво кисломолочних продуктів і сирів. Багато протеолітичних, ліполітичних і ін. ферменти викликають глибокі зміни складових частин молока під час вироблення і зберігання молочних продуктів, що може привести до зниження їх харчової цінності і виникнення вад молока. Крім того, по наявності деяких нативних і бактеріальних ферментів можна робити висновки про санітарно-гігієнічний стан сирого молока та ефективності його пастеризації.

Молочний цукор – це дисахарид лактоза, який при гідролізі розщеплюється на глюкозу й галактозу ферментом лактазою і є не тільки джерелом енергії, а й одним з факторів, що регулює кальцієвий обмін. Утворені під час гідролізу молочного цукру глюкоза і галактоза мають однаковий хімічний склад, але різне розміщення атомів водню і гідроксильних груп біля атомів вуглецю, з якими вони зв'язані.

За харчовою цінністю молочний цукор не відрізняється від бурякового і майже повністю засвоюється організмом (близько 98 %). Він має важливе значення під час годівлі молодняка тварин. Вміст лактози в молоці становить 4,7-4,8 %.

Молочний цукор відіграє важливу роль у технології молочних продуктів. Під дією мікроорганізмів і їх ферментів, що вносяться в молоко як закваски, процес бродіння молочного цукру можна спрямувати у бажаному напрямі. З однієї молекули молочного цукру утворюється чотири молекули молочної кислоти. Молочнокисле бродіння відбувається в анаеробних умовах, проте може відбуватися і в аеробних, оскільки молочнокислі бактерії є факультативними. Молочна кислота, яка нагромаджується в молоці, викликає зсідання білка та змінює його властивості. Це бродіння є основою виробництва кисломолочних продуктів, сирів і кисловершкового масла.

Лимонна кислота – один з компонентів молока. Її вміст у молоці коливається від 0,1 до 0,2 %.

На стійкість молока, при його тепловій обробці (пастеризації, кип'ятінні, стерилізації, згущенні), впливає кількісний вміст мінеральних солей і кислот, в тому числі лимонної. Аромат масла, кисляку, сметани, кефіру та інших кисломолочних продуктів зумовлюється багатьма речовинами, зокрема діацетилом, що утворюється з лимонної кислоти під час бродіння, в якому беруть участь молочнокислі бактерії. Лимонна кислота відіграє важливу роль у мінеральному обміні, сприяє виділенню з організмів важких і радіоактивних металів.

Макро- та мікроелементи молока .У молоці міститься близько 1 % мінеральних речовин, хоч після озолення залишається лише 0,7-0,8 % золи. До складу молока

входить до 80 елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва, їх поділяють на макрота мікроелементи. До макроелементів належать кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, сірка, хлор, а до мікроелементів – залізо, алюміній, хром, свинець, миш'як, олово, титан, ванадій, срібло, мідь, кобальт, марганець, цинк, йод, селен, молібден, нікель та ін.

У молоці містяться також солі неорганічних і органічних кислот, із яких найбільше значення мають солі фосфорної і лимонної кислот.

Більше половини всіх мінеральних речовин молока становлять солі кальцію і фосфору. Кальцію в молоці в середньому 125-130 мг/л, вміст його залежить від породи, фізіологічного стану тварини, годівлі, сезону року; 25 % всього кальцію знаходиться в розчинній формі і 75 % – в колоїдній, тобто зв'язаній з казеїном.

Учені встановили, що не всі форми кальцію в харчових продуктах добре засвоюються організмом. Тільки разом з білками він засвоюється найкраще. Так, у молоці більша частина кальцію зв'язана з білком казеїну.

Тому для дитячого організму, який формується і розвивається, молоко і білкові молочні продукти повинні бути джерелом кальцію. Від вмісту кальцію в молоці залежать якість і властивості молочних продуктів, оскільки з ним зв'язані величина міцел казеїну, зсідання молока та утворення сичужного згустку, структура та консистенція сирного тіста. Кальцій має важливе значення і у виробництві плавлених сирів. Він зв'язує солі, що сприяють плавленню сиру, і утворює кальційфосфатні або цитратні комплекси: казеїнат кальцію перетворюється на пластичний казеїнат натрію, в якому жир краще емульгується, формуються характерна консистенція сиру, його смакові властивості. Отже, вивчення різних форм кальцію важливе для характеристики молока як продукту харчування і сировини для промисловості.

Фосфору в молоці в середньому 95-105 мг/л. Він регулює процес утворення багатьох компонентів молока. За даними Г. С. Ініхова, 70-77 % загального фосфору в молоці – це неорганічний фосфор у вигляді солей, решта його перебуває в органічному стані – зв'язаний з казеїном, а також входить до складу білкових оболонок жирових кульок. Найбільш цінна форма фосфору – казеїнкальційфосфатний комплекс, зв'язок у якому між казеїном і фосфором досить міцний. Білок, в якому міститься фосфор, досить стійкий проти дії протеолітичних ферментів, тоді як дефосфорилований білок внаслідок ферментативного гідролізу легко розщеплюється. Фосфор, який знаходиться в оболонці жирових кульок, має велике значення для їх стабільності.

Неорганічний фосфор необхідний для розвитку молочнокислих бактерій. При зберіганні молока за будь-якої температури, частина фосфору перетворюється з неорганічних сполук («неорганічний фосфор») на органічні, завдяки життєдіяльності мікроорганізмів. Висока температурна обробка молока зменшує вміст у ньому розчинного фосфору: він випадає в осад у вигляді фосфату кальцію. Фосфат кальцію необхідний для побудови кісткової, мозкової та нервової тканин. Встановлено, що співвідношення кальцію і фосфору в їжі має бути оптимальним, тільки тоді вони задовільно засвоюються. Саме у такому співвідношенні і містяться кальцій і фосфор у молоці.

До мікроелементів молока належать залізо, алюміній, хром, свинець, миш'як, олово, титан, марганець, йод та ін. Кількість цих речовин у молоці незначна, однак

вони мають надзвичайно велике значення для життєдіяльності організму. Наприклад, йод нормалізує функцію щитовидної залози, марганець бере участь в окисно-відновних процесах, мідь і залізо – у синтезі гемоглобіну, кобальт входить до складу вітаміну В який підвищує використання рослинного білка тваринним організмом. Повноцінна годівля корів неможлива без урахування вмісту мікроелементів у раціонах. Вміст мікроелементів у молоці має певне значення і для технології виробництва деяких молочнокислих продуктів.

До біологічно-активних речовин молока відносять вітаміни, ферменти (ліпаза, лактаза, фосфатаза, пероксидаза, каталаза, редуктаза).

Вітамін А (ретинол, $C_{20}H_{29}OH$). Кількість його в молоці залежить від вмісту каротину в кормах.. У процесі пастеризації і зберігання молока кількість вітаміну А зменшується до 20 %, однак при виробництві кисломолочних продуктів вміст його збільшується на 10-33 %. При виробництві сиру він повністю переходить у готовий продукт. У 1 кг молока в середньому міститься 0,13-0,16 мг вітаміну А, а в молозиві його у 5-10 разів більше.

Вітамін D (кальциферол, антирахітичний). У молоці міститься у вигляді вітаміну D3, в якому близько 0,005 мг/л вітаміну й (коливання від 0,0007 до 0,12 мг/л). Пасовищне утримання корів сприяє збільшенню цього вітаміну в молоці у кілька разів, а при дії на молоко ультрафіолетовими променями його кількість різко збільшується, досягаючи 0,02-0,05 мг/л. Багато вітаміну D в молозиві. Вітамін D досить стійкий і витримує нагрівання до високої температури. При переробці молока цей вітамін не руйнується, а переходить з жиром у продукт.

Вітамін Е (токоферол, $C_{29}H_{50}O_2$, антистерильний) має антиокисні властивості, сприяє засвоєнню вітаміну А. Вітамін Е міститься переважно в зелених кормах, тому молоко корів, які його поїдають, більш багате на цей вітамін. У молозиві його міститься до 0,45 мг/л. Вітамін стійкий проти дії температури (не руйнується при нагріванні до 170 °C протягом 3 год), кислот, лугів, проте під впливом кисню поволі окислюється.

Вітамін К (К, – філохінон, $C_{20}H_{39}$ і K2 – фарнохінон, $C_{30}H_{49}$, антигеморагічний). Його вміст у молоці залежить від наявності в раціоні корів зелених кормів та сіна з конюшини.

Вітамін F – це група поліненасичених жирних кислот (ліноленової, лінолевої, арахідонової), які сприяють активізації фізіологічної дії тіаміну, аскорбінової кислоти, каротину. У молоці вітаміну К міститься 1,6 -2 г/кг.

Вітамін B1 (тіамін, $C_{12}H_{17}N_4OS$, аневрин). В молоці його в середньому міститься 0,045 мг/л (коливання від 0,2 до 0,07 мг/л). На вміст вітаміну В, в молоці корми майже не впливають. Він синтезується мікроорганізмами в рубці жуйних тварин. У кисломолочних продуктах вітаміну В, міститься на 20-30 % більше, ніж у молоці.

Вітамін B2 (рибофлавін, $C_{17}H_{20}O_6N$, в молоці називають лактофлавіном) надає зеленувато-жовтого кольору сироватці та жовтого молочному цукру-сирцю, входить до складу ферментів, бере участь у вуглеводному і білковому обміні. У молоці його міститься від 0,1 до 0,25 мг/л (в середньому 0,15-0,20 мг/л), а в молозиві його в 3-4 рази більше. Надходить вітамін B2 у молоко з корму та з рубця, де синтезується

мікрофлорою кишок. Протягом лактації та при пастеризації його кількість у молоці майже не змінюється. В кисломолочних продуктах його більше, ніж у молоці.

Вітамін В3 (пантотенова кислота, $C_9H_{17}O_5N$) стимулює ріст молочнокислих бактерій. Пантотенова кислота входить до складу коферменту А, за участю якого відбувається синтез жирних та лимонної кислот, багатьох амінокислот. У 1 кг молока міститься 2,7 мг вітаміну В3, у відвійках – 3,6, у скототинах – 4,6, у молочній сироватці – 4,4 мг.

Вітамін В6 (піридоксин, $C_8H_{11}NO_3$) має важливе значення для білкового і ліпідного обміну, бере участь у гемопоезі. У молоці його міститься від 0,05 до 0,17 мг/л.

Вітамін В12 (ціанокобаламін, $C_{63}H_{88}CON_{14}O_{14}P$) є важливим засобом для лікування злоякісної анемії, бере участь в обмінних процесах організму. Молоко належить до важливих джерел вітаміну В12, вміст якого залежить від умов годівлі корів. При недостатній кількості кобальту в кормі після добавки кобальту або інших мінеральних речовин підвищується вміст вітаміну В12 в молоці. При високій температурі нагрівання (до 120 °С) цей вітамін не руйнується.

Вітамін С (аскорбінова кислота, антискорбутний, $C_6H_8O_6$) бере участь в усіх окисно-відновних процесах організму, впливає на діяльність нервової системи. Він дуже чутливий до окислення, руйнується при високій температурі (під час пастеризації руйнується до 30 %) та в лужному середовищі, від ультрафіолетового випромінювання. Якщо видоєне молоко негайно охолоджують, то збереження вітаміну С поліпшується, і чим глибше охолодження молока, тим більше в ньому залишається вітаміну С. Кількість вітаміну С в коров'ячому молоці коливається від 1 до 2,5 мг/л, а в кобилячому – від 8 до 30 мг/л. Узимку в молоці вітаміну С менше, ніж улітку. Вітамін синтезується в організмі тварин.

5. Біохімія актогенезу та лактопоезу

Молоко синтезується в залозистій тканині вим'я. Залозиста тканина складається в основному з витягнутих бульбоподібних порожнин кулястої чи овальної форми, які називаються альвеолами. Кожна альвеола оточена густою сіткою кровоносних судин – капілярів і нервових волокон. З альвеол молоко через молочні протоки (трубки, що складаються з поперечних кільцеподібних волокон) стікає у молочні цистерни (вименну і соскову), звідки через сосковий канал виділяється назовні.

Складові частини молока синтезуються в секреторних клітинах альвеол із поживних речовин плазми крові.

Між секреторною діяльністю молочної залози і кровообігом існує тісний взаємозв'язок. Досліджено, що для утворення 1 л молока через кровоносні судини молочної залози повинно пройти в середньому 600 л крові. На початку лактаційного періоду це співвідношення дорівнює 1:400 (перші 15 днів), на 2-4 міс. – 1: 500, 5-8 міс лактації – 1:650., в кінці лактації – 1:1000. У високопродуктивних корів таке співвідношення менше. На функціонування молочної залози витрачається 10% енергії поживних речовин, засвоєних з раціону.

Процес утворення молока такий:

-вихідні речовини з кров'ю надходять по зовнішній соромітній і частково промежинній артеріях у капілярну сітку альвеол, із них у шар секреторних клітин;

- частина речовин без змін надходить у альвеолярну порожнину, це глюкоза, вільні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини, гормони, імунні глобуліни;

-інші складові молока, альбумін, казеїн, лактоза, молочний жир синтезуються із попередників:

Казеїн – із вільних амінокислот і фосфатів

Альбуміни- із амінокислот і поліпептидів

Молочний цукор лактоза- із глюкози і фосфорильованої галактози

Молочний жир – із гліцерину та жирних кислот .

Джерелом молочного жиру для жуйних є леткі жирні кислоти (ЛЖК) – оцтова і пропіонова, які утворюються при зброджуванні легкокорозчинних вуглеводів та розщепленні клітковини у рубці.

Багато оцтової кислоти утворюється при згодовуванні доброякісного сіна, сінажу, силосу. При надмірній кількості концентратів і малій кількості сіна, буряків в рубці зменшуються бродильні процеси і знижується вміст жиру в молоці.

При згодовуванні великої кількості кормової капусти, турнепсу, ріпаку зменшується жирність, що пояснюється вмістом тіорацилу, який пригнічує діяльність щитовидної залози (знижується обмін білків, жирів і вуглеводів)

Регуляція молока утворення здійснюється ЦНС і гормоном гіпофізу –пролактином. Рівень секреції також підтримується гормонами щитовидної, підшлункової наднирникових і статевих залоз.

Вченими доведено, що інсулін разом з пролактином викликає збільшення активності лейцил-, метіоніл- і тирозил-т-РНК-синтетаз у секреторних клітинах молочних залоз кіз і тим самим сприяє синтезу білків молока.

У літературі є повідомлення, які присвячені вивченню дії гормонів наднирників на розвиток і лактогенез молочної залози. Введення тваринам кортизону, гідрокортизону і дезоксикортикостерону показало, що кортизон і гідрокортикостерон у більшості випадків стимулює вплив на розвиток залозистої тканини молочної залози, на лактогенез і секрецію молока.

Роль тиреотропного гормону у процесах лактації вивчалось багатьма дослідниками на різних видах тварин. Було встановлено, що ТТГ стимулює молокоутворення протягом усієї лактації.

У дослідях на козах у першу половину лактації введення тиреотропного гормону сприяло збільшенню молочної продуктивності на 14-16%, лактози -на 15%, а спільного білка - на 27%. За цих умов збільшення спільного білка відбувається як за рахунок альбуміноглобулінової фракції (на 32%), так і казеїнової (на 18%).

Гормони щитовидної залози стимулюють лактогенез, сприяють початку лактації, покращуючи обмін речовин, підвищують секреторну активність клітин залози. Під впливом тироксину підвищується вміст імуноглобулінів, фосфорних сполук і загального кальцію в молоці. Видалення щитовидної залози веде до зниження тривалості лактаційного періоду і зменшення вмісту жиру в молоці.

Дослідження показали, що введення коровам синтетичного тироксину в дозі 10-30 мг збільшувало надої на 2-3,8% а жирність молока на 1-1,7%.

Гормони статевих залоз також беруть участь у регуляції функції лактації. Кастрація не впливає суттєво на підтримання лактації, в той же час естрогени у невеликих дозах стимулюють підвищення вмісту жиру у молоці.

Ссання телям соска вимені або подразнення його під час доїння стимулює лактацію (подразнення іде до гіпоталамусу, звідти в гіпофіз, який виділяє в кров гормон пролактин, що стимулює секрецію молока).

Стимулює лактацію і повне звільнення місткісної системи вимені від молока. Заповнення вим'я викликає підвищення тиску в ємкісній системі, при доїнні цей тиск падає, при повному видоюванні – до нуля. Неповне видоювання знижує інтенсивність секреції і веде до поступового запуску корів.

Віддача коровою молока проходить внаслідок складного рефлекторного процесу, в якому беруть участь нервова система та залози внутрішньої секреції.

Молоковіддача проходить у дві фази під впливом умовних і безумовних рефлексів.

Безумовний рефлекс молоковіддачі можна розділити на дві фази.

Перша фаза рефлекторна, наступає через 5-10 секунд після подразнення сосків. Стимули доїння (шум апарату, підмивання і масаж вимені) викликають подразнення нервових закінчень рецепторів шкіри. Нервові збудження по чутливих нервах ідуть в спинний мозок, в якому передаються на моторні нерви, ними імпульси повертаються назад до молочної залози, а саме до скоротливих м'язів цистерн і сфінктера. В результаті розслаблюється гладка мускулатура сфінктера соска, стінок цистерни, молочних ходів і здійснюється припуск молока. Тривалість 1-ї фази 25-30 сек., протягом яких з вимені можна видіти тільки цистернальне молоко. Кількість якого складає 1/4 - 1/5 всього утвореного молока..

Друга фаза рефлексу молоковіддачі гормональна, починається через 30-60 секунд після подразнення рецепторів сосків, продовжується 4-6 хвилин. Вона зв'язана з дією гормону окситоцину на епітелій альвеол. Подразнення, що виникають при доїнні передаються із спинного мозку в головний (задню долю гіпофізу, який виділяє окситоцин, що з током крові приноситься до молочної залози і викликає скорочення зірчатих клітин, якими покриті альвеоли, внаслідок цього тиск в альвеолах підвищується. Молоко поступає в протоки і цистерни, а звідки під дією вакууму доїльного апарату виводиться.

Таким чином припуск молока починається приблизно через 30-60 сек. після початку доїльних маніпуляцій, тому при машинному доїнні розрив між здоюванням перших цівок молока і надіванням доїльних стаканів на вим'я не повинен перевищувати 1 хвилини. Затримка з початком доїння призводить до того, що дія рефлексу молоковіддачі припиняється, а молоко до цього часу не буде повністю видоєне.

Друга особливість рефлексу молоковіддачі, заключається в тім, що він відбувається не довго (5-7 хв.), і закінчується незалежно від того видоєна корова, чи ні. Цю особливість також необхідно врахувати при машинному доїнні корів. Щоб швидше видіти корів необхідно доїльні стакани надівати тільки тоді, коли тварина підготовлена до цього процесу, коли на сосках розправляються складки.

ЛЕКЦІЯ 2

Біохімія кисломолочних продуктів

План

1. Дієтичні і лікувальні властивості молочно-кислих продуктів.
2. Біохімічні зміни компонентів молока в процесі переробки
3. Коагуляція казеїну та гелеутворення при виробництві кисломолочних продуктів.
4. Фактори, що впливають на властивість згустків.
5. Біохімічні властивості кисломолочних продуктів.

Література:

1. Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир. Вид-во ЖДУ, Ім. І.Франка 2013,- 208 с.
2. *Цехмістренко С.І.* Біохімія молока та молокопродуктів: навч. посібник . Біла Церква, 2014. 168 с.

1 Дієтичні і лікувальні властивості молочно-кислих продуктів.

Кисломолочними називаються продукти, виготовлені сквашуванням пастеризованого молока або вершків чистими культурами молочнокислих бактерій з додаванням або без додавання дріжджів чи оцтовокислих бактерій. У процесі сквашування під впливом молочнокислих бактерій, ферментів та інших агентів відбуваються хіміко-фізичні зміни складових частин молока, наприклад, коагуляція білків. Кисломолочні продукти в дієтичному відношенні цінніші, ніж молоко, і крім того, мають високі лікувальні якості.

Дієтичні і лікувальні властивості кисломолочних продуктів пояснюються сприятливою дією на організм людини мікроорганізмів і речовин, що утворюються внаслідок біохімічних процесів, котрі відбуваються при заквашуванні молока (молочної кислоти, спирту, вуглекислого газу, антибіотиків, вітамінів).

Кисломолочні продукти краще засвоюються організмом, ніж молоко, оскільки діють на секреторну діяльність шлунка і кишків, завдяки чому залози органів травлення інтенсивніше виділяють ферменти, які прискорюють перетравлювання їжі. Кисломолочні продукти підвищують моторику органів травлення (перистальтику кишків). Маючи приємний, освіжаючий і гострий смак, ці продукти підвищують апетит і тим самим поліпшують загальний стан організму.

Продукти, отримані шляхом спиртового бродіння (кумис, кефір, ацидофільно-дріжджове молоко), збагачені на спирт і вуглекислоту, збуджують дихальні і судинні центри та центральну нервову систему.

Регулярне вживання кисломолочних продуктів сприяє зміцненню нервової системи. На їх дієтичні й лікувальні властивості вказував російський учений І.І. Мечников. На його думку, молочнокислі бактерії, які містяться в кисломолочних продуктах, мають здатність пристосовуватись до існування в кишках людини і сприятливо впливати на її організм.

Лікувальні властивості кисломолочних продуктів ґрунтуються на бактерицидності молочнокислих бактерій і дріжджів стосовно збудників деяких шлунково-кишкових хвороб, туберкульозу та інших захворювань, а також на оздоровчому впливі на організм окремих речовин, які входять до складу цих продуктів.

Бактерицидні властивості кисломолочних продуктів пов'язані з антибіотичною активністю наявних у них бактерій і дріжджів. У них, зокрема, містяться такі антибіотики, як низин, лаколіт, дип- лококцин, стрептоцид, які справляють на деякі мікроорганізми бактерицидну (тобто вбивають їх) або бактеріостатичну (тобто пригнічують їх життєдіяльність) дію.

Кисломолочні продукти ефективні також як допоміжні засоби у лікуванні деяких хвороб при одночасному прийманні лікарських засобів. Хороші результати при лікуванні туберкульозу дає вживання *кумису* і *ацидофільно-дріжджового молока*. Загальновідомі властивості ацидофільного молока при лікуванні дизентерії, черев- ного тифу, гастритів.

Вітаміни А і В кобилячого молока повністю зберігаються в *ку- мисі*. Після молочнокислого бродіння вміст вітаміну С в кумисі збільшується. Серед продуктів тваринного походження кумис на першому місці за вмістом вітаміну С, що значно підвищує його лікувальні властивості.

Встановлено, що лікувальні властивості кумису залежать не від складу і властивостей сировини, а від розвитку в молоці мік- рофлори (бактерій і дріжджів у певному співвідношенні), в ре- зультаті життєдіяльності якої утворюються такі цінні речовини, як молочна кислота, спирт, вуглекислий газ, антибіотики, вітаміни.

Куранга, що використовується в лікуванні туберкульозу, по- ліпшує обмін речовин в організмі.

Кефір широко використовується для лікування різних пору- шень функцій травного каналу, недовкрів'я, хвороб легенів і плев- ри, порушення обміну речовин та атеросклерозу.

Простокваша сприятливо діє на видільну функцію нирок. То- му її використовують при лікуванні хвороб нирок — нефритів.

Ацидофільно-дріжджовий сир добре зарекомендував себе при лікуванні хронічної дизентерії і диспепсії у дітей.

2. Біохімічні зміни компонентів молока в процесі переробки

Бродіння молочного цукру

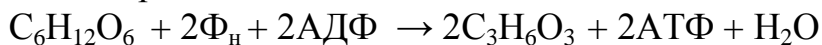
При одержанні і зберіганні молоко обсіменяється мікроорганізмами. При виробництві багатьох молочних продуктів у молоко і вершки вносять різного роду закваски, які приводять до глибокого розпаду молочного цукру, ліпідів, білків і ін.

Вивчення біохімічних властивостей і активності мікроорганізмів, які входять до складу заквасок, дозволяє краще їх використовувати при формуванні смаку і аромату продуктів, підвищити їх біологічну цінність і якість.

В основі виготовлення цілого ряду продуктів лежить розпад молочного цукру, цей процес називають бродінням. Існує декілька типів бродіння лактози, які відрізняються утворенням кінцевих продуктів.

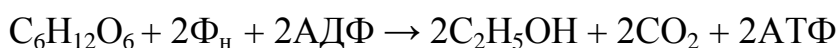
До утворення піровиноградної кислоти всі процеси ідуть по одній схемі – Ембдена-Мейергофа. Подальші перетворення ідуть в різних напрямках і визначаються специфічними особливостями даного виду мікроорганізмів і умовами середовища.

Найбільш поширеним при виробництві молочних продуктів є молочнокисле бродіння молочного цукру. Процес молочнокислого бродіння молочного цукру виражається рівнянням:



Наряду з молочною кислотою можуть утворюватися і побічні продукти бродіння. По характеру продуктів зброджування глюкози молочнокислі бактерії є – гомоферментативні і гетеро ферментативні. Перші – утворюють молочну кислоту (понад 90%) і лише незначну частину побічних продуктів, другі – біля 50% глюкози перетворюють у молочну кислоту, а іншу частину перетворюють у етиловий спирт, оцтову кислоту і CO_2 .

Спиртове бродіння – має місце при виробництві кефіру, кумису, курунги і ін. кисломолочних продуктів. Збудником спиртового бродіння є дріжджі. Вони зброджують глюкозу з утворенням етанолу і вуглекислоти, а також можуть утворюватися в невеликих кількостях і інші спирти (ізобутиловий, пропіл, гліцерин і ін.).



Пропіоновокисле бродіння – збудником якого є пропіоновокислі бактерії, які перетворюють глюкозу і молочну кислоту в пропіонову і оцтову кислоти. Одночасно утворюється невелика кількість янтарної кислоти. Якщо бродіння починається з глюкози, тоді процес до утворення піровиноградної кислоти іде аналогічно гомоферментативному молочнокислому бродінню. Якщо бродінню піддається молочна кислота, то шляхом дегідрірування (за допомогою лактатдегідрогенази) вона також перетворюється в піровиноградну кислоту. В подальшому одна частина піровиноградної кислоти піддається окислюючому декарбоксилюванню з утворенням ацетил-КоА, який через ацетилфосфат переходить в оцтову кислоту.

Друга частина піровиноградної кислоти шляхом карбоксилювання перетворюється в щавелевооцтову кислоту, яка відновлюється до яблучної, яка в свою чергу відновлюється до янтарної, а остання – в пропіонову. Пропіоновокисле бродіння вуглеводів і молочної кислоти відіграє важливу роль в процесі дозрівання твердих сирів з високою температурою другого нагрівання.

Маслянокисле бродіння проходить в молочних продуктах під дією маслянокислих бактерій, які зброджують як цукор так і молочну кислоту. Відомо декілька типів маслянокислого бродіння, які різняться кінцевими продуктами, в одному із типів бродіння – є масляна, оцтова і вуглекислота та водень. При іншому типі такими продуктами є – бутиловий, ізопропіловий спирти, етанол і ацетон.

Таким чином, в процесі маслянокислого бродіння наряду з масляною кислотою утворюється ряд побічних речовин, які як правило мають різкий, неприємний запах, а також велика кількість газів, які нерідко є причиною вспучування сирів. Все це є небажаним для молочної промисловості.

Гідроліз та окислення жирів

В процесі зберігання та первинної обробки молока молочний жир і інші ліпідні компоненти (головним чином фосфоліпіди) піддаються біохімічним і хімічним змінам з утворенням різних хімічних речовин, які впливають на органолептичні властивості продукту.

Молочний жир – в молочних продуктах змінюється починаючи від вироблення і найбільш інтенсивно проходять в процесі зберігання, особливо при несприятливих умовах. Вони можуть мати як біохімічну природу (проходити під дією ферментів), так і хімічну (під дією високих температур, кисню повітря, світла). Перетворення молочного жиру зводиться в основному до двох хімічних процесів – гідролізу і окислення.

Гідроліз – процес розщеплення тригліцеридів молочного жиру на гліцерин і жирні кислоти при взаємодії з водою. Гідроліз підсилюється під дією ліполітичних ферментів, високих температур, вологості, а також світла. Продуктами біохімічного розщеплення жирів є: ди-; моно гліцериди і вільні жирні кислоти, переважно масляна, капронова, капрілова, капронова і лауринова.

Ферментативний гідроліз жиру (ліполіз) в сирому молоці небажаний, так як при цьому утворюються масляна і інші низькомолекулярні жирні кислоти. Які викликають вади смаку молока і молочних продуктів.

Ліполітична активність заквасочних культур вивчена значно гірше, ніж ліполітична активність побічної мікрофлори.

Окислення жиру – це глибокий процес розпаду жиру з утворенням перекисів, альдегідів, кетонів, оксікислот і інших сполук. Окислення веде до появи в молочних продуктах небажаних присмаків і запахів. Іноді окислення жиру викликається ферментами (ферментативне), але частіше проходить хімічним шляхом – під дією кисню повітря і світла (перекисне окислення).

Перекисне (неферментативне) окислення проходить внаслідок взаємодії жиру з молекулами кисню. Окисленню піддаються в першу чергу вільний жир, незахищений оболонкою, а із жирних кислот переважно окислюються ненасичені. Суттєву роль в початковій стадії перекисного окислення грають перекисні радикали – радикали, один із атомів яких має вільну валентність. Теорія вільних радикальних ланцюгових реакцій окислення ліпідів розроблена акад. Н.Н. Семеновим на основі теорії перекисного окислення Баха – Енглера.

Згідно сучасній уяві утворення вільних радикалів, які приводять до зародження (ініціюванні) ланцюга окислення, проходить при відриві атома водню від реагуючої молекули речовини (жир, жирна кислота). Ініціатором ланцюгових реакцій можуть бути метали, кисень, ферменти, різного виду випромінювання, гідро перекиси. Активний радикал вступає в реакцію з молекулярним киснем утворюючи при цьому перекисний радикал, який з вільними радикалами вільний радикал. Молекули гідролперекисів в свою чергу розпадаються з утворенням нових вільних радикалів. Коли концентрація гідроперекисів підвищується, проходить їх розпад з утворенням іще більшої кількості радикалів. Ці радикали сприяють зародженню нових ланцюгів окислення, тим самим викликаючи самоприскорення процесу окислення жиру.

Окислюючі зміни жиру в продуктах уповільнюються, якщо їх зберігати при низьких температурах, в темноті, без доступу кисню повітря, а також при відсутності в них вільного жиру і металів, які прискорюють процес окислення. Затримку окислюючої порчі продуктів викликають і так звані антиоксиданти

Дія дійсних антиоксидантів полягає у взаємодії з ведучими ланцюгами окислення. Внаслідок цього проходить обрив ланцюгів окислення і на який то час затримується самоокислення жиру. Активні вільні радикали замінюються на малоактивні радикали антиоксиданту, останні піддаються димеризації, або вступають в реакцію з іншими радикалами, утворюючи неактивні продукти.

Існують синтетичні і природні антиоксиданти. Перші – сполуки фенольного типу, другі – токофероли, які містять рухливий атом водню, який може взаємодіяти із вільними радикалами.

Фосфоліпіди – до них належить лецитин, кефалін і ін., вони є нестійкими ліпідними компонентами молока і молочних продуктів. Вони піддаються зміні як при гідролізі так і при окисленні. Продукти гідролітичного розщеплення можуть втягуватися в різні вторинні реакції. Зокрема, ненасичені жирні кислоти окислюються киснем повітря з утворенням перекисних і карбонільних сполук, часто викликаючи погіршення органолептичних властивостей молочних продуктів. Азотисті основи (холін, етаноламін) під дією бактеріальних ферментів розпадаються до три метиламіну, ацетальдегіду і аміаку, які впливають на смак і запах молочних продуктів.

Для більшості молочних продуктів (тверді сири, кисломолочні продукти, масло і ін.) гідроліз фосфоліпідів не бажаний, так як зумовлює появу згірклого і інших побічних присмаків. При їх виробленні слід використовувати бактеріальні закваски з низькою фосфоліпазною активністю. Для покращення смаку м'яких сирів (рокфор і ін.), навпаки, вигідно використовувати культури мікроорганізмів, які мають високу фосфоліпазну активність.

Оскільки фосфоліпіди є структурним компонентом жирових кульок, їх гідроліз і окислення викликає дестабілізацію жирової фази.

Розпад білків і зміна амінокислот

В сирому молоці, при його зберіганні та молочних продуктах при їх виробництві, дозріванні та зберіганні проходить протеоліз (розпад) білків, з утворенням різних азотистих сполук. Активно проходить протеоліз в багатьох молочнокислих продуктах і особливо в сирах, адже в основі їх дозрівання лежать протеолітичні зміни білків.

Продуктами розпаду білків в молочних продуктах являються пептиди різної молекулярної маси і амінокислоти. Останні можуть піддаватися подальшим ферментативним змінам з утворенням органічних кислот, альдегідів, амінів і інших сполук, багато із яких мають сильно виражені смакові властивості. Розпад білків і амінокислот під впливом ферментів молочнокислих, пропіоновокислих бактерій і дріжджів має позитивне значення – молочні продукти збагачуються розчинними в воді азотистими і безазотистими сполуками, внаслідок чого готовий продукт набуває певної консистенції, характерний смак і запах, а також легко перетравлюється в шлунково-кишковому тракті людини.

Навпаки, розклад білків і органічних кислот гнильними і іншими побічними мікроорганізмами викликає порчу молочних продуктів, так як супроводжується утворенням небажаних, часто дурнопахучих і отруйних речовин.

Білки – їх ферментативний розпад починається в процесі зберігання сирого молока. В пастеризованому і стерилізованому молоці він може тривати під дією термостійких нативних і бактеріальних протеїназ молока. При виготовленні заквасок, кисломолочних продуктів і сирів протеоліз здійснюють молочнокислі, пропіоновокислі бактерії і дріжджі, а також вторинна побічна мікрофлора. В процесі життєдіяльності мікроорганізми виробляють цілий комплекс ферментів, в тому числі різні протеолітичні. Глибина і ступінь розщеплення білків молока залежить від багатьох факторів, головними серед яких є склад і активність ферментів. Гідроліз білків молока (казеїну) ферментами молочнокислих паличок і стрептококів виявляється в перші години і доби їх культивування.

Різні види і штами молочнокислих бактерій мають неоднакову протеолітичну активність. Молчнокислі палички характеризуються більш високим ступенем гідролізу казеїну ніж коки. Тому, при виробництві продуктів, за звичай використовують комбінації із різних видів і штамів молочнокислих бактерій, а разом із ними можуть розвиватися і інші бактерії (пропіоновокислі, оцтовокислі) і дріжджі. Протеолітичну активність комбінації культур визначає їх характер взаємовідносин. При симбіозі культури із слабою протеолітичною активністю стимулюються культурами з більш високою активністю, при цьому загальна ступінь гідролізу білків збільшується.

Вивчення протеолітичної активності біокультур має велике практичне застосування в плані прискорення виробництва кисломолочних продуктів і сирів, шляхом підбору бактерій для заквасок. При цьому можна забезпечити в готовому продукті певний вміст амінокислот, що особливо важливо при формуванні смакових якостей.

Головним компонентом заквасок для кисломолочних продуктів. І сирів – молочнокислі бактерії (стрептококи і палички), які після внесення в свіже молоко швидко розмножуються, цьому сприяє рН молока 6,8. Потім поступове йде зброджування лактози до рН 4,6-4,7, при цих показниках настає звертання молока. Оптимум дії протеаз молочнокислих стрептококів рН 6-7,5, протеаз молочнокислих паличок рН 5,7-6, при рН 5 активність протеолізу знижується на 50%. Як наслідок, по мірі сквашування, а також під час дозрівання і зберігання в кисломолочних продуктах створюються несприятливі умови для дії протеолітичних ферментів, особливо для протеаз молочнокислих стрептококів.

При виробництві кисломолочних продуктів які сприяють розвитку молочнокислих бактерій, які здійснюють подальше розкладання білків.

При цьому здатність молочнокислих бактерій до гідролізу казеїну збільшується в два рази і більше.

Амінокислоти, які утворилися внаслідок розпаду білків і не використані мікроорганізмами, піддаються подальшим ферментативним перетворенням. Здатність розкласти вільні амінокислоти мають дріжджі, пропіоновокислі бактерії,

мікрококи і гнильні бактерії. До процесів дисиміляції амінокислот відносяться реакції дезамінування, пере амінування, декарбоксилювання і ін.

Процес дезамінування амінокислот в залежності від умов середовища може проходити окисним, гідролітичним і відновним шляхом. При цьому утворюються різні кето-, оксі- і карбонові кислоти та аміаку. Продукти дезамінування амінокислот – кислоти і альдегіди використовуються мікроорганізмами в різних напрямках. Аміак іде в основному на синтез амідів дикарбонових кислот – глютаміну і аспарагіну, а також використовується для прямого амінування деяких кетокислот, які є важливими продуктами проміжного обміну вуглеводів.

Важливим біохімічним процесом, який здійснюється мікроорганізмами при виробництві молочних продуктів є декарбоксилювання амінокислот, внаслідок якого утворюється вуглекислий газ і відповідний амін. Крім вищеназаних процесів можливі і інші ферментативні і не ферментативні зміни амінокислот (декарбоксилювання разо із амінуванням і пере амінуванням і ін.).

Під дією ферментів гнильних мікроорганізмів і деяких інших бактерій сірковмісні амінокислоти розкладаються з виділенням сірководню, меркаптанів, сульфідів.

3. Коагуляція казеїну та гелеутворення при виробництві кисломолочних продуктів

Основні біохімічні процеси, що проходять при виробництві кисломолочних продуктів це – молочнокисле і спиртове бродіння лактози, коагуляція казеїну, гелеутворення, внаслідок чого утворюється консистенція, смак і запах готових продуктів.

Кисломолочні продукти прийнято ділити на: продукти в основі виробництва яких лежить молочнокисле бродіння, і продукти із змішаним бродінням (кисломолочне і спиртове), крім того вони різняться інтенсивністю протеолізу, температурою і способом звертання молока і ін. Більш активно протеоліз проходить в продуктах змішаного бродіння.

При виробництві кисломолочних продуктів найважливішими є утворення гелю, тобто перехід колоїдної системи молока із вільно дисперсного стану у зв'язанодисперсний.

Коагуляцію казеїну при молочнокислому бродінню викликає молочна кислота, кислотне звертання білків молока. При виготовленні продуктів кислотно-сичужним способом на казеїн спільно діють молочна кислота і внесений сичужний фермент.

Суть кислотної коагуляції заключається в наступному. Молочна кислота знижує від'ємний заряд міцел казеїну, так як Н-іони затримують дисоціацію вільних карбоксильних груп і кислотних груп фосфорної кислоти казеїну: групи COO^- переходить в COOH , а PO_3^{2-} – в H_2PO_4^- . Внаслідок цього переходу досягається рівність позитивних і негативних зарядів, тобто настає ізоелектричний стан казеїну (при рН 4,6-4,7), при цьому макромолекули білку втрачають свою розчинність і стійкість. Крім цього, порушується структура ККФК – від нього відщеплюється фосфат кальцію і органічний кальцій, які переходять в плазму молока і дестабілізують міцели казеїну, внаслідок чого настає їх диспергування.

Гелеутворення. Численними дослідженнями, на основі фізико-хімічних властивостей доказано, що при поступовому зниженні рН молока і наближення його до ізоелектричної точки (рН 5,2-5,3) частинки казеїну при стиканні утворюють нерозчинні у воді агрегати і нитки, одночасно з їх утворенням спостерігається і розкладання. Потім процес агрегування починає переважати і проходить формування одної просторової сітки молочного згустку, в петлі якої захоплюється дисперсне середовище з кульками жиру і іншими складовими молока. Тобто настає процес гелеутворення – зворотного перетворення золя в гель.

Характер згустків кисломолочних продуктів – різний. В одних випадках він міцний (добре або погано відокремлює сироватку), в інших – рівний, і ніжний (сметаноподібний), або слабо слизовий. При механічному перемішуванні створюються умови для одержання пластівців подібного згустку, так як ланцюжок агрегированих частинок казеїну розпадаються і вся структура порушується.

За характером зв'язків між частинками казеїну кислотні і кислотно- лужні згустки відносяться до структур змішаного типу – коагуляційно- конденсаційним.

Згідно даних П.А. Ребіндера, при структуроутворенні дисперсних систем можуть утворюватися два типи просторових структур – коагуляційні (тиксотропно-зворотні) і конденсаційні (незворотньо- розпадаючі). Структури відрізняються природою зв'язків і контактів між частинками дисперсної фази.

Для структур коагуляційного типу характерні явища тиксотропії і синерезису. **Тиксотропія** – здатність структури після розпаду внаслідок якого-небудь механічного впливу відновлюється в часі. **Синерезис** – самовільне ущільнення структури за рахунок перегрупування частинок і збільшення контактів між ними, тобто зжимання гелю і випресовування із нього дисперсного середовища .

Структурні системи, які виникають в молоці при виробництві кисломолочних продуктів, як структури змішаного типу повинні мати незворотньо розпадаючі і тиксотропно-зворотні зв'язки.

Під час формування згустків при виробництві кисломолочних напитек термостатним способом та просто кваші в соновному утворюються незворотньо-розпадаючі зв'язки. Тиксотропно-зворотних зв'язків в них мало, а в ацидофільному молоці вони взагалі відсутні. Сметана характеризується меншою втратою в'язкості при розпаді структури та великою кількістю тиксотропно-зворотніх зв'язків в порівнянні з кисломолочними напитеками та кисляком. Разом з тим, при виробництві кисломолочних напитек резервуарним способом дуже важливо отримати згусток з максимальною кількістю тиксотропно- зворотніх зв'язків. При виробництві кисломолочного сиру навпаки – необхідно одержати згусток міцний, який має незначну кількість тиксотропно-зворотніх зв'язків і легко відділяючий сироватку.

Щоб одержати продукт або згусток із певними структурно- механічними і синеретичними властивостями, необхідно уміти контролювати процес гелеутворення і керувати ним.

4.Фактори, які впливають на властивість згустків.

Структурно-механічні (реологічні) і синеретичні властивості білкових згустків, міцність, еластичність, пластичність, пружність, хрупкість і здатність відділяти

сироватку – залежать від складу молока та бактеріальних заквасок, режими теплової і механічної обробки, способу і тривалості коагуляції білків молока і інших факторів.

Склад молока і бактеріальних заквасок. Склад молока, в першу чергу сухих речовин, кількість казеїну і розмір міцел казеїну, зумовлюють швидкість кислотної коагуляції білків, зумовлюючи міцність одержаних згустків. Крім того, від складу молока залежить розвиток молочнокислих бактерій закваски, тобто швидкості накопичення молочної кислоти.

Тривале зберігання сирого молока при низьких температурах викликає зміну структури і складу міцел казеїну внаслідок збільшується в'язкість і міцність кислотних згустків, що утворюються, синерезис уповільнюється. Як наслідок, молоко яке зберігалось при низьких температурах, доцільно направляти на виробництво кисломолочних напитків, а не використовувати для виробництва кисломолочного сиру.

Для покращення структурно-механічних властивостей кислотних згустків і консистенції кисломолочних продуктів (особливо продуктів пониженої жирності)

Рекомендують в початковому молоці збільшувати вміст сухих речовин. В якості білкових добавок в даний час використовують казеїнат натрію, казецити і особливо широко – коприципітати. Копреципітати одержують із знежиреного молока шляхом спільного осадження казеїну і білків сироватки, що зумовлює їх високу біологічну цінність. В залежності від потрібного вмісту в копреципітаті кальцію білки осаджуються за допомогою термокальцієвої або термокислотної коагуляції (коагуляція хлоридом кальцію або соляною кислотою при нагріванні).

Термокальцієва коагуляція білків вперше розроблена і теоретично обґрунтована П.Ф. Дяченко. Механізм дії іонів кальцію полягає в зв'язуванні вільних ОН-груп фосфорної кислоти ККФК, внаслідок чого знижується негативний заряд міцел казеїну. Електронеутральні частинки білку далі

агрегують, а утворення кальцієвих місточків прискорює цей процес. Хлорид кальцію являється сильною дегідратуючою сполукою, тому викликає додаткову дестабілізацію казеїну, зменшуючи розчинну здатність середовища. Підвищення температури підсилює незворотній процес осадження казеїну. Внаслідок цього коагуляцію білків іонами кальцію зазвичай здійснюють при нагріванні молока до 90 – 95 °С. Разом з казеїном осаджуються денатуровані білки сироватки. Таким чином, термокальцієва коагуляція забезпечує максимальне осадження білків молока. Ступінь використання білків при даному методі складає 96-97 %, в той час як при кислотній коагуляції – 90-95 %, при сичужній – 85,6 %.

Склад бактеріальних заквасок є важливим фактором, визначальним густина і інші структурно-механічні властивості кислотних білкових згустків. Введення до складу бактеріальних заквасок енергійних кислото утворювачів сприяє одержанню міцного згустку з інтенсивним відділенням сироватки, а мало енергійних кислото утворювачів (аромат утворюючих стрептококів) – більш ніжного згустку. Таким чином, шляхом звичайної комбінації різних видів молочнокислих бактерій можна одержати продукт потрібної консистенції.

Режим пастеризації та гомогенізації – в значній мірі впливає на структурно-механічні властивості згустків і процес синерезису. З підвищенням температури

пастеризації збільшується міцність кислотного і кисло-сичужного згустків. Це можливо пояснити збільшенням вмісту в згустках денатурованих білків сироватки (головним чином β -лактоглобуліну), які підсилюють стійкість їх просторової структури і волого утримуючу здатність.

Шляхом регулювання режимів теплової обробки молока можна одержати згустки з потрібними реологічними властивостями. Для збільшення міцності згустків і попередження відділення сироватки при зберіганні кисломолочних продуктів, кисляку і сметани високі температури пастеризації сировини доцільно використовувати (85-95 °С). При виробництві кисломолочного сиру, для кращого відділення сироватки та зменшення втрати білку з нею необхідно пастеризувати молоко при 78- 80 °С. (табл. 1.)

Таблиця 1. Міцність згустку, при різних температурах пастеризації, Па

Згусток	Температура пастеризації, °С			
	72–74	80	85	90
Кислотний	62	64,5	68	72
Кислотно- сичужний	75.1	77,6	79,0	80,3

Гомогенізація сировини сприяє підвищенню в'язкості згустків і зниження ступені та швидкості відділення ними сироватки, що пояснюється збільшенням дисперсності жиру з одночасною адсорбцією на поверхні жирових кульок білків плазми, які перешкоджають синерезису згустку. В'язкість кисломолочних продуктів підвищується пропорційно тиску гомогенізації сировини.

Просторову структуру перших – підтримують слабкі зв'язки, структуру других – додатково стабілізують кальцієві місточки. Кислотно- сичужні згустки краще відділяють сироватку, так як в них швидше порівняно з кислотними проходить ущільнення просторової структури білку (табл. 2.).

Таблиця 2. Показники згустку при різних способах коагуляції молока

Спосіб коагуляції	Міцність згустку, Па	В'язкість згустку, Па*с*10-3	Кількість виділеної сироватки, період, хв.		
			5	15	25
Кислотний	44,5	171	67,8	72.3	74.1
Кислотно- сичужний	90,5	327	71.5	77.1	77.2

Спосіб і тривалість коагуляції білків молока – суттєво впливає на структурно-механічні і синеретичні властивості згустку. Згустки, що утворюються при коагуляції білків, складаються із більш дрібних частин, мають меншу в'язкість і міцність, ніж згустки, які одержані при кислотно- сичужній коагуляції.

Тривалість коагуляції білку молока має важливе значення, але майже неможливо на практиці встановити закінчення коагуляції білків молока. Тому дуже важливим є правильність встановлення моменту готовності згустку перед перемішуванням або

розрізанням. За звичай його встановлюють візуально – по одержанню міцного згустку, або по в'язкості і наростанню кислотності.

ЛЕКЦІЯ 3

Біохімічні і фізико-хімічні процеси при виробництві сиру

План

1. Процес сичужного звертання білків молока;
2. Вплив окремих факторів на сичужне звертання білків молока;
3. Біохімічні і фізико-хімічні процеси при обробітку згустку і сирної маси;
4. Біохімічні зміни складових частин молока при дозріванні сиру;
5. Формування консистенції і рисунку сиру;
6. Особливості біохімічних процесів при дозріванні окремих видів сирів.

Література:

1. Основна

1. *Славов В. П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І.* Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І.Франка, 2013. 208 с.
2. *Цехмістренко С. І., Кононський О.І.* Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. –168 с.

Додаткова

1. *Шевчук Т. В., Огороднічук Г.М.* Біохімія молока і молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця: ОЦ ВНАУ, 2010. 88 с.
2. *Грек О. В., Красуля О.О.* Молокопереробка. Інновації : підручник. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.
3. *Скарбовійчук О. М. , Кочубей-Литвиненко О. В. , Чернюшок О. А. , Федоров В. Г.* Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. Посібник. Київ НУХТ, 2012. 311 с.

1. Процес сичужного звертання білків молока

Виробництво сиру включає два етапи – виробництво свіжого сиру і його дозрівання. Найбільші біохімічні і фізико-хімічні процеси відбуваються при дозріванні сирів. Але процес вироблення сиру визначає дозрівання його, а тому є дуже важливим і в першу чергу – сичужне звертання молока та синерезис згустку. Можна зазначити, що дозрівання сиру починається уже при звертанні білків молока у ванні і закінчується у сирозберігачах.

Одним із найбільш важливих процесів при виробництві сиру є звертання молока сичужним ферментом. Адже, структура, консистенція, рисунок і інші

показники сиру залежать від швидкості одержання, структурно-механічних і синеретичних властивостей сичужного згустку.

Механізм сичужного звертання білків молока – носить незворотній характер і включає дві стадії – ферментативну і коагуляційну.

Механізм обох стадій достатньо не обґрунтований. Існує декілька теорій :

Фосфоамідазна – розроблена П.Ф. Дяченко, згідно якої сичужний фермент, розриваючи фосфоамідний зв'язок в молекулі казеїну, вивільняє в утвореному параказеїні ОН-групи фосфорної кислоти, які зв'язують іони кальцію. Утворення «кальцієвих місточків» між молекулами пара казеїну приводить до коагуляції білку.

Гідролітична (протеолітичної дії сичужного ферменту) – згідно якої, на першій стадії під дією основного компонента сичужного ферменту хімозину проходить розірвання пептидного зв'язку фенілаланіну, метіоніну в поліпептидних ланцюгах κ -казеїну ККФК. Внаслідок обмеженого специфічного протеолізу молекули κ -казеїну розпадаються на гідрофобний пара- κ -казеїн і гідрофільний глікомакропептид. Останній має високий від'ємний заряд і володіє сильними гідрофільними властивостями.

При їх відділенні знижується приблизно наполовину дзета потенціал на поверхні міцел казеїну і руйнується частково гідратна оболонка. Таким чином, сили електростатичного відштовхування між частинками зменшуються і дисперсна система втрачає стійкість.

На другій стадії частково дестабілізовані міцели казеїну (параказеїну), які містять на відміну від нативних міцел параказеїнаткальцій фосфатний комплекс (ПККФК) збираються в агрегати із двох, трьох, чотирьох і більше частинок, які потім з'єднуються між собою подовжніми і поперечними зв'язками в єдину сітку, утворюючи згусток. Таким чином, виникає рихла просторова структура, в петлях якої замкнене дисперсне середовище, тобто проходить гелеутворення.

Сичужне звертання проходить в чотири стадії:

Перша – індукційна (підготовча фаза);

Друга – флокуляції (фаза інтенсивної коагуляції);

Третя – стадія метастабільної рівноваги (фаза ущільнення згустку); Четверта – стадія синерезису (утворюється щільний осад і рідка сироватка).

2. Вплив окремих факторів на сичужне звертання білків молока

Тривалість всього процесу гелеутворення і окремих його стадій, а також кількість утворених згустків визначаються складом і властивостями молока, бактеріальної закваски, сичужного ферменту, кислотністю молока, температурою звертання, дозою кальцію хлориду, режимом пастеризації і ін.

Склад та властивості молока. В молочній промисловості це називається сиропридатністю молока, яка характеризується показниками хімічного складу, фізико-хімічних та технологічних властивостей. Молоко повинно містити не менше, %: жиру 3,6, білку 3,2, СЗМЗ 8,4.

Співвідношення між жиром і білком 1,25:1,1; між жиром і СЗМЗ 0,46:0,40; між білком і СЗМЗ 0,42:0,36; Під дією сичужного ферменту таке молоко повинно давати щільний згусток, а також бути благодатним середовищем для розвитку молочнокислих бактерій.

Для сироробства найбільш придатне молоко з високим вмістом в казеїні фракцій α , κ і β (їх сума повинна складати не менше 91%) і низьким вмістом γ -фракції, остання не звертається сичужним ферментом і залишається в сироватці. Тривале зберігання молока при низьких плюсових температурах викликає збільшення γ -казеїну і протеозо-пептонної фракції. Саме тому, молоко після тривалого зберігання повільніше звертається сичужним ферментом.

В утворенні сичужного згустку крім казеїну, напевне, приймають участь денатуровані сирова точні білки, які більше всього не приймають участі в формуванні просторової сітки, а відіграють роль її наповнювача.

Додавання до молока сирова точних білків (виділених із підсирної сироватки) прискорює процес сичужного звертання молока.

Слід пам'ятати, що сирова точні білки уповільнюють синерезис сичужного згустку. Тому, для правильного обсушування сирного зерна необхідно підвищувати температуру другого нагрівання і збільшити тривалість обробки зерна. Але додаткове введення сирова точних білків підсилює мікробіологічні процеси і протеоліз при дозріванні – у сирі збільшується кількість водорозчинних білків, пептидів і амінокислот, а ступінь сушки сиру зменшується.

Бактеріальна закваска і сичужний фермент. Активність і доза бактеріальної закваски впливають на процес сичужного звертання, структурно-механічні і синеретичні властивості згустку. Зокрема, внаслідок утворення різної кількості молочної кислоти регулюється рівень активної кислотності, від якого в свою чергу залежить активність сичужного ферменту, міцність і його синерезис. При підборі молочнокислих бактерій слід враховувати енергію кислото утворення, що зумовлює властивість утворених згустків.

Для звертання молока в сироробстві використовують в основному сичужний фермент. Він містить два компоненти – хімозин (ренін) і пепсин (А і В), обидва ферменти звертають молоко, але більш активним є хімозин.

Молокозгортуюча властивість сичужного ферменту залежить не лише від співвідношення компонентів, але і від властивостей молока: кислотності, температури і вмісту в ньому іонів кальцію. Фермент стабільний при рН 5,- 6,3, має оптимальну активність при рН 6,2 і температурі 40 °С. Під активністю ферменту розуміють кількість частин молока, якою звертається однією частиною ферменту при 35 °С протягом 40 хв.

Наряду з сичужним ферментом для звертання молока використовують пепсин і інші ферменти, активність яких можуть бути або менші або більші, різних значеннях рН і температурі. При використанні нових ферментів потрібно уважно вивчити їх інструкцію до використання.

Кислотність молока і температура звертання. Титрована кислотність впливає не лише на швидкість звертання молока, так і на структурно-механічні властивості сичужного згустку. Чим вище кислотність, тим швидше проходить

звертання молока і підвищується швидкість синерезису. Зокрема, при підвищенні кислотності на 1 °Т тривалість звертання скорочується в середньому на 8%, але особливо важливим є підвищення кислотності від 18 до 19 °Т. При низькій кислотності утворюється нещільний, в'ялий згусток, при підвищеній – надлишково щільний згусток, із якого одержуємо сир крихкої консистенції. При виробництві твердих сирів кислотність повинна бути на рівні 19 – 20 °Т, а при виробництві м'яких сирів – 22 – 25 °Т. Температурним оптимумом при звертанні молока є 38 – 40 °С. На практиці за 25 – 30 хвилин при температурі 30 34 °С забезпечується одержання достатньо щільного згустку. Подальше підвищення температури до 50 °С і вище збільшує тривалість звертання (при 60 °С звертання взагалі не настає). При температурі 10 °С і нижче звертання молока ферментом відсутнє, але при підігріванні його згусток утворюється. Цей метод називається – холодна ферментація – використовується в молочній промисловості при безперервній технології виробництва кисломолочного сиру.

Доза хлориду кальцію. При вмісті невеликої кількості іонів кальцію молоко звертається повільно, із нього утворюється дряблий згусток, який тяжко піддається подальшому обробітці, або взагалі він не утворюється. Тому то, в пастеризоване молоко додають CaCl_2 . Додавання названого препарату навіть у дозі 10 г на 100 кг молока скорочує термін утворення згустку в два рази.

3. Біохімічні і фізико-хімічні процеси при обробці згустку сирної маси

Перед дозріванням сирна маса повинна мати певні фізико-хімічні і структурно-механічні властивості (рН, вологість, в'язкість, твердість і ін.). Ці показники залежать від інтенсивності процесів молочнокислого бродіння і синерезису молочного згустку під час обробітці, формування та соління сиру.

Швидкість і ступінь відділення сироватки при обробці згустку залежать від складу молока, його кислотності режимів попередньої обробки і інших факторів, із яких кислотність – є вирішальним.

Молочнокисле бродіння, яке почалося в початковому молоці під час звертання білків, активно продовжується в процесі обробки сичужного згустку і сирної маси. Накоплена в сирному зерні молочна кислота знижує електричний заряд білків і тим самим зменшує їх гідрофільні властивості, згусток інтенсивно зневоднюється. Краще зневоднюється згусток одержаний із зрілого молока ніж із свіжого. Якщо початкове молоко було надлишкової кислотності згусток буде сильно зневоднений із поганими структурно-механічними властивостями.

Під час формування і пресування сиру мікробіологічні процеси тривають, об'єм мікрофлори зростає, підвищується активна кислотність сирної маси і проходить подальше її зневоднення. При цьому температура сиру повинна бути на рівні 18 – 20 °С. Більш низька температура уповільнює молочнокисле бродіння і виділення сироватки, що негативно впливає на якість продукту. Після пресування сир повинен містити певну кількість вологи і рівень активної кислотності.

Спосіб і тривалість соління сиру сильно впливають на розвиток молочнокислих і пропіоновокислих бактерій. Вміст солі в сирі залежить від способу і тривалості соління, концентрації, температури розсолу, розмірів сиру і інших факторів. При солінні в розсолі дифузія іде повільно і вирівнювання концентрації солі по шарах від першого до п'ятого внутрішнього проходить через 1.5-3 міс. Залежно від виду сиру.

Максимальна концентрація солі в середині головки створюється після повного зброджування лактози.

При частковому або повному солінні в зерні сіль розподіляється рівномірно по всій масі сиру зразу ж після пресування і її концентрація у водній фазі сиру може бути висока, що послаблює розвиток молочнокислих бактерій. В той же час при високому значенні рН (вище 5,5) створюються умови для розвитку небезпечних ентеротоксікогенних стафілококів.

4. Біохімічні зміни складових частин молока при дозріванні сиру

Під дозріванням сирів розуміють глибокі зміни свіжо виготовленої (безсмакової і зернистої) сирної маси, внаслідок чого вона набуває властивості певного виду сиру (консистенцію, смак, аромат, рисунок). Всі зміни проходять завдяки ферментам, але особлива роль при цьому належить протеїназам. Білки під впливом сичужного ферменту, протеолітичних ферментів бактерій і мікроскопічних грибів перетворюються в різнобічні азотисті сполуки, які формують сир.

Молочний цукор повністю зброджується ферментами молочнокислих бактерій з утворенням молочної кислоти і інших сполук. Жир і фосфоліпіди розщеплюються ліпазами із звільненням жирних кислот і ін.

Внаслідок складних біохімічних і мікробіологічних процесів в сирі утворюються продукти, які зумовлюють органолептичні показники. Лактоза – зброджується молочнокислими бактеріями і досить швидко, через 7-10 днів, повністю зникає незалежно від виду сиру. Основним продуктом є молочна кислота. Динаміка накопичення останньої обумовлена головним чином складом бактеріальної закваски, температурою другого нагрівання і вологістю сиру після пресування. Після кислото утворення також можна регулювати внесення різних доз бактеріальної закваски, її активізацією, використанням гідролізатів, бактеріальних концентратів, зміною режиму температури дозрівання сиру, і ін.

Вихід молочної кислоти визначається титрованою кислотністю, яка швидко зростає в перші години і дні після вироблення. В подальшому вона підвищується повільно і в кінці дозрівання може знижуватися внаслідок накопичення лужних продуктів розпаду білків.

В процесі дозрівання сирів кількість молочної кислоти зменшується, так як вона зброджується пропіоновокислими, маслянокислими і іншими бактеріями, вступає в реакцію з солями, ПККФК, продуктами його розпаду і ін. Зокрема, в дрібних сичужних сирах вміст молочної кислоти на 10-й день становить 1,6 – 18%, а в кінці дозрівання знижується до 1,1 – 1,3%, у великих сирах відповідно 1,3 – 1,4 і 0,8 і 1%, в м'яких – 2 – 2,3 і 0,4 – 0,8%.

Величина активної кислотності має виняткове значення, а тому при виробництві сирів необхідно своєчасно регулювати молочнокислий процес рекомендований технологічною інструкцією для відповідного виду сиру.

Білки – їх біохімічна зміна рахується основним процесом дозрівання сирів. Під впливом сичужного ферменту і ферментів молочнокислих бактерій білки сирної маси розпадаються з утворенням численних азотистих сполук.

В процесі дозрівання сиру ПККФК (параказеїнаткальційфосфатний комплекс) поступово розпадається на розчинні у воді білкові речовини (високомолекулярні поліпептиди), потім на середньо- і низькомолекулярні пептиди і на сам кінець – амінокислоти.

Одночасно іде відщеплення амінокислот і пептидів від поліпептидів. Як наслідок, ферментативний розпад ПККФК супроводжується утворенням розчинних у воді азотистих сполук, кількість яких безперервно збільшується, але близько 50 – 80% ПККФК, в залежності від виду сиру залишаються без впливу ферментів. Ступінь зрілості сирів умовно виражають у процентах (у вигляді співвідношення розчинного азоту до загального), або в градусах Шиловича (градусах буферності). В таблиці показано вміст окремих фракцій в сирах.

Методом хроматографічного розділення в сирах знайдено 12 – 19 вільних амінокислот, якісний і кількісний склад яких визначається видом і віком сирів. Встановлено, що в процесі дозрівання твердих і м'яких сирів сумарна кількість амінокислот безперервно збільшується. Разом з тим, по мірі дозрівання сирів концентрація одних кислот збільшується, а інших – зменшується. Крім того, в сирах іноді відсутні окремі сірковмісні амінокислоти – аргінін, серин, метіонін.

Більшість амінокислот під дією дегідрогеназ, декарбоксилаз, трансаміназ і інших ферментів мікроорганізмів дезамінуються, декарбоксилуються, переамінуються і піддаються іншим видозмінам, внаслідок яких утворюється ряд хімічних сполук, які відіграють велику роль у формуванні смаку, запаху, консистенції і інших ознак дозрілого сиру.

Молочний жир – у всіх сирах піддається гідролізу. Основним джерелом ліпаз є мікрофлора заквасок і поверхні сиру. Ліполітичні ферменти виділяють молочнокислі стрептококи і палички, пропіоновокислі бактерії, мікроскопічні гриби і бактерії сирного слизу.

Ступінь розпаду слизу у твердих і м'яких сирах неоднакова, у перших – процес повільніший у других – більш інтенсивний. У всіх сирах знайдені такі жирні кислоти: масляна, капронова, капрілова, валеріанова. В твердих сирах їх менше. Багато із них надають певний смак і запах м'яким сирам, особливо тим, що дозрівають при участі мікроскопічних грибів. В цьому процесі має місце ферментативне окислення насичених жирних кислот, що веде до утворення метил кетонів, які грають роль у формуванні смаку.

5. Формування консистенції і рисунку сиру

Консистенція і рисунок сиру служать показники, характеризуючи правильність проходження біохімічних і мікробіологічних процесів при виробництві

сирів. Їх формування починається під час обробки згустку, формування, пресування, соління, а завершується в процесі дозрівання сиру.

Консистенція сиру. Структура сирного тіста після пресування порівняно однорідна, а твердість – невисока і також майже однорідна. При солінні і дозрівання однорідність маси по шарах дещо порушується.

Найбільшу твердість дозрілий сир має по краях, меншу – в шарах, розміщених по обидві сторони від центру під торцевими полотнами сиру (рис. 1.).

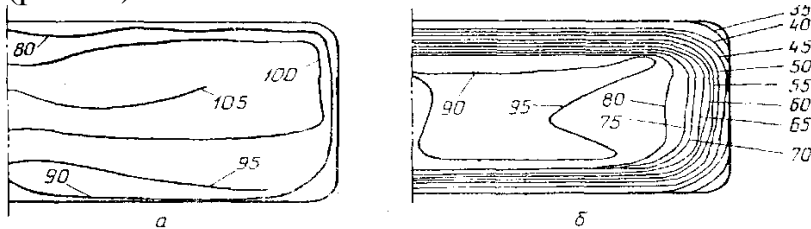


Рис. 1. Закономірність розміщення шарів однакової твердості в головці костромського: а – після пресу; б – в 90 денному сирі. Цифрами позначені величини показника penetрації

Консистенція сиру залежить від хімічного складу ПМКФК, вмісту і стану в сирі води, жиру та інших факторів. Головними із них є вміст в ПМКФК кальцію і стан води в сирі.

Якщо сир виробляється із молока підвищеної кислотності (25-27 °Т), то в процесі обробки сирного тіста кислотність підвищується і ПМКФК втрачає значну кількість кальцію, тому білки втрачають волого утримуючу здатність і як наслідок сир має крихку консистенцію, а недостатня в'язкість сирного тіста може привести до розколу.

При незначній кількості молочної кислоти затримується процес відщеплення кальцію від ПМКФК, в наслідок цього сирна маса сильно набухає. Одержаний сир має резилисту, резилисту консистенцію. Ремниста консистенція часто спостерігається при недостатній кислотності в сирах низької жирності.

Як підвищена так і знижена кислотність для виробництва хорошого сиру небажана.

Вміст води в сирі і форми її зв'язку з іншими компонентами має велике значення. Зростання активної кислотності і переходом білка із нерозчинного в розчинний стан в сирі збільшується кількість зв'язаної води (адсорбованої), а кількість відносно вільної води (механічно зв'язаної) знижується. При цьому остання переходить в більш міцно зв'язані види води. Все це сприяє підвищенню волого утримуючої здатності сирної маси і покращенню консистенції сиру.

Рисунок сиру визначається структурно-механічними властивостями сирної маси і інтенсивністю накопичення в ній газів (аміаку, водню, вуглекислого газу), які можуть затримуватися в сирі і утворювати глазки.

Аміак утворюється при дезамінуванні, частина якого улітає, а інша накопичується в сирі.

Водень – утворюється внаслідок маслянокислого бродіння молочної кислоти, а також життєдіяльності бактерій типу кишкова паличка і інша по стороння, при

енергійному бродінні утворюється багато водню, який затримується в сирі, може привести до одержання неправильного рисунку і вспучування сиру.

В сирах з нормальним рисунком вуглекислий газ виділяється в значно більших, в порівняно з іншими газами кількостях (60 – 80%). Він утворюється при зброджуванні молочного цукру, цитрату і лактатів мікрофлорою що діє на цукор. Вуглекислий газ добре поглинається сиром, але при надмірних кількостях він починає виділятися. Внаслідок цього, утворює вічки, які в залежності від швидкості виділення вуглекислого газу будуть мати малі розміри і в великій кількості (голандський, костромський), а при повільному виділенні вічки будуть великі, але мало.

Газоутворення визвано бактеріями групами кишкових паличок, характеризуються одержанням рваного, сітчастого рисунку. При зброджуванні молочного цукру названими бактеріями утворюється багато вуглекислого газу і водню.

Маслянокисле бродіння приводить до утворення великих вічок неправильної форми, або ж пустот щілиноподібну форми.

6. Особливості біохімічних процесів при дозріванні окремих видів сирів.

Одержати сир з типовим для даного виду смаком, запахом, рисунком і консистенцією залежить від характеру і інтенсивності мікробіологічних, біохімічних і фізичних процесів, що проходять в ньому. Основними факторами є (див. вище).

Тверді сири. Напрямок і швидкість біохімічних процесів, обумовлюючих видові особливості сирів даної групи, визначаються в першу чергу складом і об'ємом мікрофлори, вмістом вологи і температурою другого нагрівання.

Висока температура другого нагрівання при виробництві твердих сирів (52-58 °C) сприяє росту термофільних паличок, затримування розвитку стрептококових форм молочнокислих бактерій, зниженню вологи і загального об'єму мікрофлори, тобто повільному дозріванню. Низька температура другого нагрівання (36 – 42 °C) зумовлює в дрібних твердих сирах відносно високий вміст вологи після пресування і об'єм мікрофлори (в основному мезофільних молочнокислих стрептококів). Внаслідок чого, підвищується інтенсивність молочнокислого бродіння і швидкість ферментативних процесів при дозріванні.

Сири з чедерезацією сирної маси (російський чедер) характеризуються особливо інтенсивним молочнокислим бродінням. При їх виробництві лактоза зброджується протягом перших 2 – 3 діб.

Висока швидкість молочнокислого процесу і часткове соління в зерні суттєво впливають на хід дозрівання сиру, його смак, рисунок і консистенцію.

Протеолітичні ферменти, які виділяються молочнокислими паличками в крупних сирах, викликають глибокий розпад білків з утворенням великої кількості амінокислот.

Від вмісту деяких амінокислот (глутамінової кислоти, валіну і ін.) багато залежить смак швейцарського і радянського сирів. В сирах низької якості накопичується підвищена кількість амінокислот, особливо гірких – лейцину, ізолейцину і ін. В сирах високої якості частина вільних амінокислот піддаються

подальшій зміні (дезамінуванню, декарбоксилуванню і ін.), внаслідок якого утворюються різнобічні сполуки, позитивно впливаючи на смак сиру.

Розпад білків у твердих сирах з низькою температурою другого нагрівання, який здійснюється малоактивними протеолітичними ферментами молочних стрептококів, проходить неглибоко. Сири містять більше пептидів, ніж вільних амінокислот і рівень накопичення амінокислот в них нижче ніж в твердих сирах з високою температурою другого нагрівання.

В самопресуючих сирах, в дозріванні яких додатково приймає участь мікрофлора сирного слизу, спостерігається більш активний протеоліз, вміст розчинного азоту в них більше ніж в голландському і інших дрібних сирах. Але білки при цьому розпадаються в основному до розчинних пептидів.

В дрібних твердих сирах жир піддається незначному ліполітичному розчепленню. В швейцарському і радянському сирах гідроліз жиру із звільненням жирних кислот можуть каталізувати ліполітичні ферменти, які виділяються молочнокислими паличками і пропіоновокислими бактеріями.

В даний час, з метою зменшення втрат продукту присушуванні, а також скорочення затрат праці сири виробляють у полімерних плівках. Такі сири мають підвищений вміст вологи, що сприяє більш активному молочнокислому і пропіоновокислому бродінню лактози і розпаду білків.

М'які і розсільні сири – характеризуються підвищеним вмістом вологи (42-52%), що сприяє швидкому розвитку заквасочної і поверхневої мікрофлори. Крім молочнокислих стрептококів і паличок приймають участь ферменти культурних мікроскопічних грибів і бактерій сирного слизу.

Гідроліз жиру в м'яких сирах в основному здійснює поверхнева мікрофлора, яка виробляє активні ліпази. В сирах накопичується значна кількість вільних жирних кислот, особливо в скоринці.

Рисунок м'яких сирів відсутній, так як гази легко дифундують із сирної маси невеликих головок, а утворені глазки закриваються при осіданні головок. Консистенція сирів ніжна, легко мажуча, у рокфора злегка крихка.

Розсільні сири (бринза та кавказькі розсільні сири) після формування і самопресування розміщують у розсіл з концентрацією солі 16-22% для соління і дозрівання. Сіль проникає в сирну масу, пригнічує розвиток мікрофлори, внаслідок чого молочнокислий процес проходить не досить активно. Молочний цукор зброджується повільно, невелика кількість його знаходиться в бринзі і навіть через 2-3 міс. Вміст летких жирних кислот в сирах незначний. ПККФК комплекс сирної маси набухає в розчині солі і частково переходить в розчинний стан. Але глибокого розчеплення білків в сирах не проходить. Рисунок у них відсутній, іноді спостерігається невелика кількість глазків і пустот неправильної форми.

Для мобілізації мікробіологічних процесів і покращення розсільних сирів рекомендується використовувати бактеріальні закваски, які містять солестійкі штами.

Сир являє собою молочний білковий продукт, що володіє високою енергетичною і харчовою цінністю. Енергетична цінність (калорійність) 100 г сиру коливається в широких межах — від 874 до 1674 кДж. Також різноманітний і хімічний склад сирів.

Висока харчова цінність сирів обумовлена в першу чергу великим вмістом (від 15 до 30%) повноцінних молочних білків і продуктів їхнього розпаду. При цьому білки в сирах добре збалансовані з жиром — їхнє співвідношення близьке до одиниці.

Сири також багаті молочним жиром (9—32%), мінеральними речовинами (3,8—8%), особливо кальцієм і фосфором, вітамінами (В₂ і ін.), ароматичними речовинами й органічними кислотами.

Завдяки специфічному гострому сирному смакові й ароматові сири збуджують апетит, підсилюють секрецію шлункового соку і легко перетравлюються.

За рекомендацією Інституту харчування Академії медичних наук кожна доросла людина повинна щодня споживати близько 18 г сиру.

ЛЕКЦІЯ 4

Біохімічні процеси при виробництві масла і молочних консервів.

План

1. Фізико-хімічні основи виробництва масла різними способами;
2. Одержання масла способом перетворення високо жирних вершків;
3. Фізико-механічні властивості і хімічний склад масла різних способів виробництва;
4. Фізико-хімічні основи виробництва молочних консервів.

Література:

2. Основна

1. Славов В. П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І.Франка, 2013. 208 с.

2. Цехмістренко С. І., Кононський О.І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. —168 с.

Додаткова

1. Шевчук Т. В., Огороднічук Г.М. Біохімія молока і молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця: ОЦ ВНАУ, 2010. 88 с.

2. Грек О. В., Красуля О.О. Молокопереробка. Інновації : підручник. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.

3. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. Посібник. Київ НУХТ, 2012. 311 с.

1. Фізико-хімічні основи виробництва масла різними способами

Масло і молочні консерви відносяться до групи молочних продуктів, в основі виробництва яких лежать фізико-хімічні зміни компонентів молока, тобто при їх виробництві біохімічні (ферментативні) процеси не проходять. Виключення складає лише кисломолочне масло, в утворенні ароматичних речовин якого приймають участь ферменти молочнокислих бактерій заквасок. Разом з тим, біохімічні і хімічні процеси можуть проходити під час зберігання масла і молочних

консервів. Вони, як правило, знижують якість і харчову цінність цих продуктів і приводять до виникнення різних пороків консистенції смаку і запаху.

Способи збивання масла і перетворення високо жирних вершків зводиться до зміни агрегатного стану жирових кульок вершків з наступним звільненням і концентруванням жирової фази при одночасному утворенню структури масла. Основними фізико-хімічними процесами масло утворення рахують затвердіння жиру, кристалізацію тригліцеридів і формування структури масла.

Хімічний склад, фізико-хімічні і органолептичні властивості готового масла залежать від якості початкових вершків і режимів теплової обробки, але переважно визначається способом виробництва і параметрами технологічного процесу.

Одержання масла способом збивання вершків. Головні фізико-хімічні зміни жирової фази, які приводять до масло утворення, проходять під час фізичного дозрівання і збивання вершків у масловиготовлювачі. В процесі фізичного дозрівання вершків при низьких температурах спостерігається отвердіння жиру з кристалізацією тригліцеридів. Установлено, що жир кристалізується у жирових кульках пошарово – спочатку утворюється мономолекулярний кристалічний шар високо плавких тригліцеридів по периферії оболонки жирової кульки. Шари затвердівшого жиру (товщиною біля 5 нм) накладаються один на один, між ними закладається рідкий жир. Таким чином, в жировій кульці до руйнування оболонки утворюється структурний каркас із високо- і середньо плавких тригліцеридів.

Повного затвердіння жиру під час охолодження вершків не проходить. Кожній температурі охолодження відповідає певна ступінь затвердіння жиру. Після затвердіння частини жиру установлюється рівновага між твердим і рідким жиром. На ступінь затвердіння жиру впливають температура і тривалість охолодження, жирно кислотний склад тригліцеридів і ін. Перемішування вершків під час дозрівання значно прискорює затвердіння жиру і кристалізацію тригліцеридів, що є визначальними факторами швидкості масло утворення. Оптимальним вважається вміст у вершках 30 – 35% затвердівшого жиру (при співвідношенні в ньому легко- і високо плавких тригліцеридів 2:1). Таке співвідношення гліцеридів залежить від пори року. При надлишковому затвердінні жиру одержують масло грубої і крихкої консистенції, а при недостатньому - м'якої мажучої консистенції. Для одержання масла хорошої консистенції необхідно утворення дрібних термостійких кристалів тригліцеридів у стабільній β_1 – модифікації і переваги в структурі коагуляційних елементів, забезпечуючи його пластичність і термостійкість.

Наряду із затвердінням та кристалізацією жиру під час фізичного дозрівання вершків проходить часткова дестабілізація жирової емульсії, як наслідок скупчення жирових кульок і гідратації білків – підвищення в'язкості вершків.

При низьких температурах дозрівання вершків послаблюється зв'язок оболонок із глобулами жиру, зменшується їх товщина, знижується їх міцність та еластичність. В процесі затвердіння тугоплавких тригліцеридів жиру і фосфоліпідів оболонок може порушуватися цілісність оболонок деяких жирових кульок. В оболонках утворюються тріщини, через які видавлюється рідкий жир, який сприяє гідрофобізації жирових кульок, що веде до їх скупчення і утворення грудочок.

Внаслідок механічної обробки вершків при їх збиванні в масловиготовлювачах жирова емульсія повністю руйнується. Жирові кульки повністю лишаються оболонки (готове масло містить незначну кількість жиру у вигляді емульсії, агрегати кристалів жиру (мікрозерна) об'єднуються спочатку в дрібні, а потім в більш крупні грудочки – масляні зерна, які піддаються наступній механічній обробці (рис. 2.).

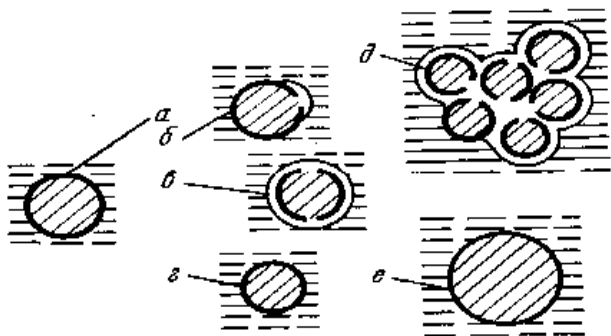


Рис. 2. Стадії дестабілізації жирової емульсії вершків (по Н. Кингу):

а – початкова жирова кулька; б – часткова гідрофобізація поверхні кульки; в – повна гідрофобізація кульки шляхом «замаслювання»; г – повна гідрофобізація поверхні клубку шляхом оголення; д – грудочки -кульки жиру за допомогою рідкого жиру; е – коалесценція кульок жиру і утворення вторинної кульки.

Інтенсивність механічної обробки масляного зерна визначає ступінь руйнування мікрозерен жиру і диспергування в безперервній фазі рідкого жиру плазми і повітря, тобто утворення масла певної структури і консистенції.

Існує декілька теорій, які пояснюють утворення масла при збиванні вершків – флотаційна, гідродинамічна і інші. Перша – пов'язує утворення масла із здатністю вершків давати стійку піну – дисперсну систему, яка складається із кульок газу розподіленого в рідині. Піна утворюється при виробленні у вершки повітря – воно подрібнюється на маленькі кульки, які утримуються разом за допомогою прошарків із речовин плазми вершків. З часом плівки між кульками піни стають тонші, кульки лопаються і піна руйнується. В процесі утворення і руйнування піни втягуються жирові кульки, при цьому вони втрачають свої оболонки, збільшуються і утворюють в подальшому масляні зерна.

2. Одержання масла шляхом утворення високо жирних вершків

Початковою сировиною при виробництві масла даним способом – високо жирні вершки – являють собою достатньо стабільну емульсію, кульки жиру розділені тонкими водно-білковими прошарками дисперсного середовища. Зміна структури високо жирних вершків проходить при масло утворенні, яке включає процеси затвердіння і кристалізація жиру, оборот фаз та структуроутворення.

В масловиготовлювачі гарячі високо жирні вершки піддаються одночасній дії низьких позитивних температур і інтенсивному механічному перемішуванню. Як наслідок настає майже повне руйнування оболонки жирових кульок і

вивільнення, що не встигла затвердіти, рідкої жирової фази. Потім настає затвердіння і кристалізація гліцеридів із розплавленого рідкого жиру.

При ступеневому охолодженні продукту (спочатку до 19-22 °С, потім до 10-15 °С) проходить процес роздільно-групової кристалізації тригліцеридів: спочатку переважно кристалізуються високо- і середньо плавкі, в кінці – легкоплавкі тригліцериди. Паралельно спостерігається перехід менш стабільних поліморфних форм тригліцеридів у більш стабільні (явище поліморфних перетворень). Затвердіння оптимальної кількості жиру в масло утворювачі на проходить – масло при виході із нього має біля 12% затвердівшого жиру. Процес затвердіння жиру триває в моноліті масла при термостатуванні і зберіганні.

Процес затвердіння жиру проходить нерівномірно, так як молочний жир складається із суміші тригліцеридів з різною температурою затвердіння. Агрегати із декількох молекул тригліцеридів в твердому стані являють собою кристалічні маси. В залежності від умов затвердіння вони здатні утворювати чотири поліморфні модифікації форми):

нестабільну аморфну (склоподібну) γ -форму і кристалічні α -, β 1-, β -модифікації.

α - Поліморфна модифікація – нестійка, більш низько плавна, відрізняється нещільною упаковкою молекул тригліцеридів, має структуру тройної довжини ланцюга, являє собою окремі голкоподібні кристали;

β 1- модифікація – середньо плавка, порівняно стійка (вона в основному забезпечує хорошу консистенцію масла);

β -Модифікація – найбільш стабільна і високо плавка. Під час охолодження вершків менш стійкі поліморфні модифікації, як правило, незворотно переходять в більш стабільні: $\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \beta$ 1 $\rightarrow \beta$.

Одночасно з затвердінням жиру в масловиготовлювачі проходить процес, який називається поворотом (зміною) фаз – перехід прямої емульсії в зворотню. При цьому рідка жирова фаза стає безперервною; в ній роз приділяється кристалічний і затверділий жир, каплі плазми, окремі жирові кульки з незруйнованими або частково руйнування оболонками і кульки повітря. Поворот фаз супроводжується кристалізацією жиру і поліморфними перетвореннями тригліцеридів. При цьому утворені кристали жиру взаємодіють між собою і формують просторову структуру масла. Від переваг в структурі кристалізаційних або коагуляційних елементів залежить консистенція масла.

3. Фізико-хімічні властивості і хімічний склад масла різних способів виробництва

Масло, вироблене різними способами, має великі відмінності по структурі, фізико-механічним властивостям, хімічному складу, органолептичним показникам. Крім того, воно характеризується різною стійкістю проти гідроокислюючої і окислюючої порчі при зберіганні. Фізико-механічні властивості масла (твердість, міцність, пластичність, зв'язаність пружність, термостійкість і ін.) визначаються кількістю затвердівшого жиру, розміром і рівномірністю розподілення кристалів

тригліцеридів, типом утвореної або просторової структури, ступенем диспергування плазми і вмістом повітряної фази.

При одержанні масла методом збивання вершків кристалізування і перетворення тригліцеридів практично завершується в процесі виробництва масла. Структурні елементи масла являють собою мікрозерна жиру, сформовані в межах жирової кульки. Це найдрібніші (розміром до 1 мкм) кристали (паличкоподібні і сферичні), рівномірно розподілені по моноліту масла і надаючи йому пластичність.

При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків затвердіння жиру і поліморфні перетворення тригліцеридів проходять як розтопленому жиру маслоутворювача, так і в моноліті масла при повільному охолодженні. Тому, кристалічна структура масла характеризується наявністю в основному крупних кристалів (розміром понад 1 мкм), але зустрічаються і дрібні кристали, які нерівномірно розподілені по моноліту). Це зумовлює утворення структури з перевагою кристалізаційних елементів.

В залежності від характеру взаємодії між утвореними кристалами жиру масло може мати кристалізаційно-коагуляційну (зернисту) або конденсаційно-кристалізаційну гомогенну структуру. Перша – характеризується пластичністю і термостійкістю, властива маслу виробленому способом збивання. Друга – відрізняється від першої підвищеною твердістю і крихкістю при зниженій термостійкості, більш характерна для масла одержаного способом перетворення високожирних вершків. Але використання різних режимів охолодження та механічної дії можна отримати масло зернистої структури і при сепаруванні вершків.

Згідно теорії П.А. Ребіндера, кристалізаційно-коагуляційна структура створюється силами зчеплення між кристалами, які в містах контакту розділені прошарками рідкого жиру і залишками оболонок. Вона має здатність до тиксотропного ущільнення структурних елементів, тобто пластичністю, але заниженої щільності.

Конденсаційно-кристалізаційна структура являє собою сітку-каркас із з'єднаних між собою кристалів. Така структура характеризується підвищеною механічною міцністю, але водночас крихка і погано відновлюється після руйнування.

Кількість, рівномірність розподілення, дисперсність плазми і повітряної фази визначають механічну міцність, в'язкість, пружність, термостійкість і стійкість масла при зберіганні. Масло вироблене шляхом перетворення високо жирних вершків, характеризується більшим ступенем дисперсності і більш гомогенним розподіленням плазми. В ньому міститься в основному (понад 90%) каплі діаметром від 1 до 4-5 мкм і лише незначна частина більш великих капель.

В маслі одержаному способом збивання, плазма розподілена менш рівномірно, в ньому міститься більше капель середнього розміру і великих (діаметром 4-6 і навіть 10 – 15 мкм). Відомо, що дисперсність плазми в великій мірі обумовлює характер і інтенсивність окислюючих і мікробіологічних процесів при зберіганні масла. Разом з тим, масло вироблене сепаруванням, в порівнянні із таким,

що вироблене шляхом збивання, нижче вміст повітряної фази і вища кількість емульгованого жиру.

Масло, що вироблене перетворенням високожирних вершків, міститься СЗМЗ на 9 – 10% вище, ніж у маслі виробленого способом збивання. Воно також містить більше лактози, білків, біологічно цінних фосфоліпідів, деяких карбонільних сполук, але характеризується меншим вмістом летких жирних кислот.

Розроблені нові види масла, які мають підвищену біологічну цінність – масло із збільшеним вмістом білку, з заміною 25% молочного жиру рослинним маслом із різними наповнювачами.

4. Фізико-хімічні основи виробництва молочних консервів

Виробництво молочних консервів базується на принципі обмеженості мікробіологічної і в якій то мірі хімічної порчі під час довготривалого зберігання. Цьому сприяє зниження в продукті активності води a_w , яке відбувається шляхом згущення, або додавання в молоко сахарози, а також видалення більшої частини води (до вмісту 4-6%) за допомогою сушіння.

Останнім часом зростає цікавість до продуктів «з проміжною вологістю» (ППВ), в яких порівняно з високим вмістом води (15-30%) не настає біологічної порчі внаслідок низької величини a_w (0,65-0,9). До них відносяться чорнослив, джем, сиркопчені м'ясні і рибні продукти. Із молочних продуктів можна назвати сир (a_w -0,82), казеїн (a_w -0,7-0,9) і згущене молоко з цукром (a_w -0,83).

Фізико-хімічні зміни ліпідів, білків, лактози, солей і інших компонентів молока, які починаються при пастеризації, продовжується в процесі згущення і сушки. Тривала дія високих температур може привести до порушення структури білків, оболонки жирових кульок, комплексуванню амінокислот із вуглеводами і іншими незворотніми змінами, внаслідок яких знижується харчова і біологічна цінність, а також стійкість молочних консервів при зберіганні.

Ліпіди – під час згущення проходить диспергування жирової фази із збільшенням кількості дрібних жирових кульок (діаметр менше 2 мкм). Внаслідок підвищення дисперсності жиру в згущеному цільному молоці знижується кількість дестабілізованого жиру. Але при продовженні згущення спостерігається збільшення жирових кульок і часткова дестабілізація жирової емульсії.

В процесі розпилювання цільного згущеного молока і сушки проходить подрібнення жирових кульок. Але зміна дисперсності жиру в багатьох випадках залежить від температури повітря, яке подається в сушилу – 160 – 170 °C розміри жирових кульок зменшуються, при 190 – 195 °C – збільшуються. Разом з тим, при сушінні може збільшуватися кількість вільного жиру, який негативно впливає на фізико-хімічні і органолептичні показники продукту.

Білки і лактоза – в процесі сушіння і згущення змінюються структура і властивості молока. При згущенні внаслідок збільшення концентрації солей кальцію, змінюється структура ККФК і проходить збільшення міцел казеїну, часткове перерозподілення фракцій казеїну, а також денатурування сирових точних білків, що веде до зниження розчинності продукту, частина вільних амінокислот

вступає у взаємодію з лактозою, тобто відмічається реакція Майара. Це призводить до погіршення органолептичних властивостей готових продуктів. Вільні амінокислоти – цистин, метіонін і інші – можуть піддаватися термічному розпаду.

При згущенні збільшується концентрація лактози, її розчин переходить в стан, близький до насиченого. Наступне охолодження згущеного молока приводить до випадання лактози у вигляді кристалів, а частина переходить в , аморфний стан. Кристалізаційна лактоза під час зберігання сухого молока погіршує його якість.

Солі і вітаміни – під час згущення концентруються мінеральні речовини, змінюється співвідношення між катіонами і аніонами, частина фосфорних солей переходить в нерозчинний стан. Проходить подальше випадання фосфату кальцію. Це веде до зниження в готових продуктах вмісту розчинного фосфору і кальцію. При згущенні зменшується кількість вітамінів, але кожного в різній кількості.

Фізико-хімічні показники молочних консервів – є в'язкість, розміри кристалів, які повинні відповідати вимогам ТУ. В'язкість продукту залежить від стану білків і солей молока, який зумовлюється хімічним складом молока, його кислотністю, режимами технологічної обробки. Загущення продукту визивається зниженням стабільності і агрегування міцел казеїну з утворенням структури гелю. Процес агрегування підсилюють сироваточні білки, які виконують роль «зшиваючих місточків» між частинками казеїну. При зберіганні згущеного молока таку роль можуть відігравати карбонільні сполуки – продукти реакції Майара і окислення жирів. Для зниження в'язкості згущеного молока і для підвищення термостійкості початкового молока використовують солі- стабілізатори. Суть їх зводиться до зв'язування іонів кальцію.

Розмір кристалів лактози залежить від швидкості фізико-хімічного процесу кристалізування молочного цукру при охолодженні продукту. Недостатня кристалізація лактози в процесі повільного нерегульованого охолодження ведуть до кристалізації під час зберігання продукту. При цьому кристали утворюються великі 20 – 25 мкм, які зумовлюють мучнисту та пісчану консистенцію згущеного молока з цукром.

При кристалізації лактози в першу чергу кристалізується α -форма як найменше розчинна. Випадання в осад α -форми викликає порушення рівноваги між формами, і частина β -форми переходить в α -форму. Триваючий процес кристалізації лактози приводить до подальшого переходу β -форми в α -форму.

β -Лактоза \rightarrow α -Лактоза \rightarrow α -Лактоза (α -гідрат).

Розчинна форма

Кристалічна форма

Фізико-хімічні і фізико-механічні показники сухих молочних продуктів – розчинність, змочуваність, об'ємна маса, щільність, сипучість інші характеризуючи їх здатність до відновлення і стійкість при зберіганні, в основному зумовлюються технологічними режимами виробництва. Розчинність і змочуваність сухого порошку залежать від розмірів, форми, структури частин, вмісту в них повітря і в більшій мірі від кількості вільного жиру. Розмір, форма і структура частинок визначаються рядом факторів: методом і температурою сушіння, концентрацією і в'язкістю сгущеного молока, яке подається на сушку, режимами його гомогенізації і розпилювання і ін.

Сухе молоко одержане контактним способом, складається із кутова тих частинок розміром 250 – 470 мкм, молоко розпилюючої сушки – біля 50 мкм. Деяка частина молока розпилюючої сушки може об'єднуватися в невеликі агломерати розміром 250 мкм і більше. Дрібні частинки як правило суцільні, а крупні – містять одну або декілька пустот (вакуолі), які заповнені повітрям. Швидкорозчинне сухе молоко містить агломерати розміром від 0,25 до 1 мм.

Кількість вільного жиру в готовому продукті коливається від 1,5 до 25% і залежить від вмісту жиру в сировині, режимів згущення, сушки, способів обробки готового порошку. А також умов його зберігання.

Вміст вільного жиру в сухому цільному молоці збільшується з підвищенням кількості дестабілізованого жиру в початковому молоці. Використання молока із вмістом дестабілізованого жиру понад 1,5% збільшує кількість вільного жиру в 2 рази в сухому молоці в порівнянні з молоком де містилося менша кількість дестабілізованого жиру.

Збільшення вмісту вільного жиру в продукті викликається нерівномірним розпилюванням молока, тривалою тепловою дією на розпилені частинки при сушінні, повільним охолодженням, зберігання порошку в бункерах, порушення структури частинок при транспортуванні і фасуванні.

Відомо, що вільний жир погіршує змочуваність сухого молока, знижує швидкість його розчинення і стійкість до окислення при зберіганні. Такі властивості має не весь вільний жир продукту, а лише та частина, яка розміщена на поверхні частинок.

Згідно фізичної моделі кожна окрема частинка сухого молока містить жирові кульки, рівномірно розподілені в аморфній лактозі і білку, представляючих безперервну фазу. Вільний жир може знаходитися на поверхні частинок, в поверхневому шарі і на поверхні внутрішніх порожнин. При поглинанні вологи під час зберігання продукту аморфна лактоза кристалізується, що викликає утворення в частинках тріщин, капілярів, по яких вільний жир виходить на поверхню. Внаслідок збільшується кількість поверхневого вільного жиру. Погіршується змочуваність сухого молока і виникають вади смаку і запаху, зумовлені окисним псуванням жиру.

ЛЕКЦІЯ 5

Біохімічний склад м'яса сільськогосподарських тварин

План

1. Співвідношення тканин у м'ясі
2. Структура та особливості будови м'язової, сполучної, жирової та кісткової тканин
3. Хімічний склад м'яса тварин
4. Склад та фізико-хімічні властивості м'яса риб

Література

Основна

1. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. Посібник. Біла Церква, 2014. – 192 с

Додаткова

1. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. – Житомир. – 2013.

2. Янчева М. О. Фізико-хімічні та біотехнологічні основи технології м'яса і м'ясопродуктів : навч. посібник у рисунках і таблицях / М. О. Янчева, О. Б. Дроменко, Н. Г. Гринченко. – Харків : ХДУХТ, 2017. – 113 с.

Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

3. Стріха Л. О. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів : курс лекцій .Миколаїв : МНАУ, 2015. 84 с.

4. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : дайджест. Вип. 1. [Електронний ресурс] / Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка ; підгот. О. В. Олабоді. 2-е вид., пероб. та доп. Київ, 2017. 33 с. Режим доступу : <http://library.nuft.edu.ua/inform/myaso2015.pdf>.

1. Співвідношення тканин у м'ясі.

Кількісне співвідношення згаданих вище тканин у складі м'яса залежить від виду, породи, статі, віку, характеру відгодівлі і вгодованості тварин, від анатомічного походження частини туші, а також від ступеня звільнення м'яса від тканин другорядного значення (кісток, хрящів, сполучних тканин) у процесі промислової переробки і коливається в дуже широких межах. Кількісне співвідношення тканин визначає хімічний склад, поживну цінність і властивості м'яса.

Кількісне співвідношення тканин у м'ясі становить: м'язова тканина 50-70 %, сполучна 9-14, жирова 3-20, кісткова 9-24 %.

М'язова тканина — це частина м'яса, що має найбільшу поживну цінність. Вона є сукупністю м'язових волокон і сполучнотканинних оболонок, що кількісно переважають. За морфологічною будовою розрізняють посмуговану мускулатуру, до якої належать скелетні м'язи, і гладку, що входить до складу тканин травного каналу, діафрагми, кровоносних судин, матки та ін. Мускулатурою змішаного типу є серцевий м'яз. Найбільший інтерес у технології становить посмугована скелетна мускулатура. Основним морфологічним і функціональним тканинним елементом посмугованої мускулатури є м'язове волокно.

2. Структура та особливості будови м'язової, сполучної, жирової та кісткової тканин

У склад м'ясної туші входять такі основні тканини :м'язова, сполучна, жирова, кісткова.

Їх кількісне співвідношення залежить від виду породи, статі, вгодованості тварин

М'язова тканина. Вона складає в середньому 50-65% всієї маси туші (у ВРХ – 57-62%, овець – 50-56%, свиней -40-42%, коней – 60-65%)

За анатомо-морфологічним складом м'язова тканина являє собою багатоядерну тканинну структуру. Первинною структурною одиницею цієї тканини є м'язове волокно видовженої веретеноподібної форми, довжиною до 12 мм і в перетині від 10 до 100 мкм. Ззовні м'язове волокно вкрите еластичною прозорою оболонкою - сарколемою. На внутрішній поверхні її знаходяться багаточислені ядра. Вздовж осі м'язового волокна в ньому розташовані міофібрили, які покриті саркоплазмою. Вони виконують основну скорочувальну функцію м'язової тканини. Діаметр міофібрил - біля 1 мкм. Складаються вони з світлих і темних анізотропних дисків. М'язові волокна за допомогою покриваючих їх сполучнотканинних утворень об'єднуються в невеликі пучки, які з'єднуючись утворюють м'язи. Поверхня м'язів вкрита фасцією, яка утворює на кінцях м'язів потовщення - сухожилки.

Сполучна тканина. До сполучної тканини відносять сухожилки, зв'язки, фасції, зовнішній і внутрішній перемізей м'язової тканини. Сполучна тканина великої рогатої худоби складає 7-12% від маси туші, а у інших тварин доходить до 10-16%. Тканина ця складається з невеликої кількості клітин і сильно розвиненої міжклітинної речовини, в якій знаходяться колагенові, еластичні і ретикулярні волокна і тканинна рідина.

Ретикулярна волокна знаходиться в лімфатичних вузлах, селезінці, кістковому мозку, навколо нервових стволів, кровоносних і лімфатичних судин.

Волокниста тканина включає:

- рихлу сполучну тканину яка об'єднує шкіру з тканинами і зветься підшкірною клітковиною (у добре вгодованих тварин сполучна тканина є місцем відкладення і накопичення жиру);
- щільну, фіброзну тканину –яка складається з волокон, що дають клей; утворюють сухожилки, зв'язки, надкисницю, міжхребцеві хрящі. Ця тканина стійка до теплової обробки;
- еластичну сполучну тканину, що утворює війну зв'язку, ахілові сухожилки, вушну раковину;
- хрящову тканину,що складається з колагенових і еластичних волокон, які пропитані клеєподібною речовиною і входять в склад хрящової гортані, бронхів, носових перетинок (геаліновий хрящ).

Чим більше в туші сполучнотканинних утворень, тим гірше харчові якості м'яса.

Жирова тканина являє собою різновидність рихлої сполучної тканини, клітини якої при відгодівлі тварин заповнюються краплями жиру і таким чином

утворює жирові клітини. При відгодівлі тварин жир відкладається навколо внутрішніх органів (нирок, серця, в брижі кишечника). Такий жир називають жир-сирець. Його маса в тушах великої рогатої худоби може складати 0,5 -6,4%, овець - 0,2- 5,4% і свиней 1,9 - 6,8%. Крім внутрішнього, проходить відкладення зовнішнього, або підшкірного, жиру, а також жиру між м'язами.

У великої рогатої худоби підшкірний жир відкладається нерівномірно: в першу чергу на крупі, навколо маклоків, в ділянці щупу, в мошонці, на крижах, в ділянці попереку, лопаток і підгруддя. Потім в міжреберному просторі і на верхньої частині ший.

У свиней і овець підшкірний жир відкладається рівномірніше. У овець відкладення жиру проходить у більшій мірі під шкірою і в меншій - між м'язами і навколо внутрішніх органів, у окремих порід - біля хвоста (курдюка). У кіз жиру менше під шкірою, дуже мало між м'язами і більше навколо внутрішніх органів. У молодих тварин жиру більше між м'язами, у старих - в підшкірній клітковині. При відкладенні жиру між м'язовими пучками м'ясо на поперечному розрізі має мармуровий рисунок. Така "мармуровість" вказує на високі товарні, кулінарні і харчові якості м'яса.

Загальна маса жирової тканини в туші залежить від виду тварини, його віку, вгодованості. Вона схильна до великих коливань: у великої рогатої худоби - 1,5-10,1%; у овець - 0,6-7,5%; у свиней -12,5-40% і більше.

Кісткова тканина вважається також однією з різновидностей сполучної тканини. Загальна маса кісток до маси м'ясної туші залежно від породи тварин і їх вгодованості у великої рогатої худоби складає 22,2 - 29,3%, у овець - 24,8-40,5% і у свиней - 10,0-20,5%. Кістки ділять на трубчасті (кістки кінцівок) і губчасті (плоскі і змішані). З трубчастих кісток при виварюванні отримують в середньому 9,88% жиру і 29,6% желатину; з губчастих - 22,65% ' жиру і 37-55% желатину. Тому губчасті кістки є ціннішими в харчовому відношенні, чим трубчасті, В сухій речовині кісткової тканини утримується до 74% мінеральних речовин. Основну масу органічних речовин складає колаген.

3.Хімічний склад м'яса тварин

3Хімічний склад і калорійність окремих видів м'яса

Вид м'яса	Вода, %	Білки, %	Жир, %	Зола, %	Енергетична цінність, кДж
Яловичина	70	18-20	7-12	1,0	600-750
Свинина беконна	52-54	14-16	28-32	0,8-1	1300-1500
Свинина жирна	39-40	11-12	48-50	0,6	2000
Баранина жирна	50-55	15-16	25-30	0,8-1,0	1400
М'ясо бройлерів	60-70	19-23	5-15	0,8-1,1	750-950

Хімічний склад м'язової тканини (%):

вода - 70-75;

білки- 18-22;

ліпіди -1-3;

азотисті екстрактивні речовини -1,0-1,7;

безазотисті екстрактивні речовини - 0,7-1,3;

мінеральні речовини - 0,8-1,2.

Вода в м'язовій тканині знаходиться в гідратно-зв'язанному і вільному станах. Гідратно-зв'язана вода, яка складає 35-45% її маси, міцно затримується хімічними компонентами клітини і сушінням її відділити неможливо. Інша більша частина води знаходиться у вільному стані і утримується в тканині завдяки осмотичному тиску і адсорбції клітинними елементами. Вільну воду можливо відділити сушінням.

Білки - головна частина органічних речовин м'язової тканини і головна її харчова цінність. Про харчову цінність судять за білковим показником. Це співвідношення кількості незамінної амінокислоти триптофану і замінної амінокислоти оксипроліну (40-47:53). Також, якість м'яса характеризують за співвідношенням білка до води, жиру до білка, води до жиру.

У 100 г мяса міститься 30-40% добової потреби білків для дорослої людини. Білки м'яса повноцінні – містять усі незамінні амінокислоти.

Білки в в'язевій тканині розподілені так: білки міофібрил – 60%, білки саркоплазми – 30% і білки сарколеми – 10%.

Білки міофібрил:

Міозин – складає до 40% маси білків. Це глобулярний білок, що містить до 5 тис. амінокислотних залишків, які належать 20 амінокислотам. Звертається при температурі 45-50° С. Має АТФ-фазну активність і здатність зв'язувати іони кальцію, калію і магнію. Добре перетравлюється.

Актин – становить до 15% білків м'язової тканини, звертається при температурі 50° С. Знаходиться в двох формах фібрилярній і глобулярній.

Актоміозин – (1-5% маси білків) складний комплекс актину (1/3) і міозину (2/3). Має здатність стискатися при певній концентрації іонів кальцію, калію і магнію в присутності АТФ. Цей процес лежить в основі скорочення м'язів. Цей білок не розчинний у воді.

Трипоміозин – (2-5% маси білків). За амінокислотним складом наближається до міозину. Різниця полягає у відсутності амінокислоти триптофану.

Білки саркоплазми

Міоген – складає до 10 % маси білків м'язового волокна. Розчинний у воді, денатурує при температурі 55-65° С . Виконує ферментативні функції.

Глобулін – (20% білків м'язової тканини). Деякі фракції мають ферментативну активність

Міоглобін - за класом відноситься до альбумінів і складає 1% від загальної кількості білків; містить пігментну групу "гем"(містить залізо), яка обумовлює

червоний колір м'язової тканини. Його фізіологічна функція - носій кисню. При сполученні з киснем утворюється оксиміоглобін, який має яскраво-червоне забарвлення. При тривалій дії кисню, повітря, окису азоту, залізо окислюється в трьохвалентне і міоглобін перетворюється в метміоглобін, який має коричневий колір. Це явище спостерігається при тривалому зберіганні м'яса

Білки сарколеми представлені головним чином неповноцінними білками - колагеном і еластином (в них відсутній триптофан і інші незамінні амінокислоти)

Чим більше в м'ясі сполучно-тканинних білків, тим нижча його харчова цінність.

В тушах великої рогатої худоби найповноцінніше м'ясо знаходиться в спинній частині (містить 2% колагену), найменш повноцінне – у гомілці (14% колагену від маси білків).

До азотистих екстрактивних речовин м'язів відносять карнозин, креатин, креатин фосфат, пуринові основи, амінокислоти, сечовина, аміак, АТФ, АДФ, АМФ. Однією з головних азотистих екстрактивних речовин є карнозин. Він сприяє підсиленню виробки і відділення шлункового соку. Багато з азотистих екстрактивних речовин при введенні їх в організм тварин підвищують тонус нервової системи.

Безазотисті екстрактивні речовини складають: глікоген, глюкоза, молочна кислота, піровіноградна кислота і ін. Загальний вміст їх складає біля 1 %, але співвідношення змінюється на різних стадіях дозрівання м'яса. Із загальної кількості безазотистих екстрактивних речовин на долю глікогену (тваринного крохмалю) припадає більше половини (0,3-0,9%). Вміст глікогену залежить від вгодованості тварин і фізичного стану перед забоєм. У м'язах хворих, втомлених, голодних тварин його менше.

Після забою глікоген розпадається до молочної кислоти. В першу годину після забою кількість молочної кислоти в яловичині майже в 2,5 рази більше, ніж глікогену, а через 24 години це співвідношення зростає до трьох разів. Підвищення вмісту молочної кислоти в м'ясі знижує його водоутримуючу здатність, а при тепловій обробці воно втрачає багато тканинної рідини і становиться менш соковитим.

Харчове значення азотистих і безазотистих екстрактивних речовин невелике, але вони благотійно впливають на процеси травлення, засвоєння їжі людиною і надають їй особливий смак і аромат.

Ліпіди в м'ясі представлені нейтральним жиром, фосфоліпідами та холестеринном. М'ясо з дуже низьким вмістом жиру недостатньо ніжне, соковите. Надмірний жир знижує смакові властивості м'яса.

В різних видах м'яса різне співвідношення жирних кислот. У баранині -48% ненасичених і 52% насичених жирних кислот, у яловичині це співвідношення – 53:47, у свинині -63:37 на користь ненасичених кислот.

Вміст загального холестерину складає 50-70 мг%. Найбільший вміст холестерину у свинині -80-120 мг%, у яловичині – 75 і баранині – 29 мг%.

Мінеральні речовини в м'язовій тканині представлені багатьма макро - і мікроелементами, їх приблизно 1-1,5%. В худому м'ясі знаходиться 0,20 - 0,22%

фосфору; 0,32-0,35% калію; 0,05-0,08% натрію; 0,020- 0,022 % магнію; 0,010 - 0,012 % кальцію; 0,002-0,003 % заліза; 0,003-0,005 % цинку і в тисячних долях процента знаходиться мідь, стронцій, барій, бор, кремній, олово, свинець, молібден, фтор, йод, марганець, кобальт, нікель, їх може бути до 34 найменувань. Велике фізіологічне значення мікроелементи мають у харчуванні людині тому, що вони входять у склад гормонів, ферментів, і інших біологічно активних речовин.

У м'язовій тканині містяться такі вітаміни А, В1,В2,В6,В12, РР, біотин, пантотенова кислота. Теплова обробка м'яса частково руйнує вітаміни: при смаженні -на 10-50%, стерилізації консервів - на 10-55% і при варінні - на 45-60%.

М'язова тканина містить також різні протеолітичні, ліполітичні, гліколітичні і інші ферменти.

Хімічний склад жирової тканини

Склад жирів не тільки різних тварин, але і різних частин однієї туші неоднаковий. Різняться вони, головним чином, по співвідношенню жирних кислот, що входять в склад тригліцеридів (головним чином пальмітинової, стеаринової, олеїнової). Наявність у м'ясі в основному насичених жирних кислот обумовлює щільну консистенцію жирової тканини.

Співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот неоднакове. Зокрема, свинячий жир містить у п'ять разів більше поліненасиченої арахідонової кислоти, чим жир яловичини. Яловичий жир, на відміну від інших жирів, є джерелом вітаміну А і каротину. В баранячому жирі містяться фосфометидин.

Харчова цінність жиру визначається швидкістю засвоєння його організмом людини. Це обумовлено властивостями жирів, які залежать від температури їх плавлення, можливістю утворювати емульсії в водному середовищі. жирів. Погано засвоюється баранячий жир, температура його плавлення 44-45° Температуру плавлення жирів визначається співвідношенням у жирі граничних і неграничних С. Яловичий жир має температуру плавлення 42°С, свинячий - 35-36°С, кінський - 28°С. Температура плавлення жиру залежить від розташування жирової тканини в організмі тварин. Жир внутрішніх органів плавиться при вищих температурах, ніж жир підшкірної клітковини. Жири з низькою температурою плавлення засвоюються краще і характеризуються кращою харчовою цінністю. Властивості жиру залежать також від віку тварин, статі, виду, кормів і інших причин. Жир молодих тварин краще засвоюється, ніж старих; жир самок і кастрованих тварин легкоплавкіший, ніж жир самців; внутрішній жир тугоплавкіший, ніж підшкірний.

У склад жирової тканини входять білки, фосфатиди (лецитин), ферменти (мекоза), вітаміни А, Е. Кількісний вміст фосфатидів залежить від природи жиру: в яловичому жирі їх 0,07 %, свинячому - 0,05%, баранячому - 0,01%. Інтенсивність жовтого забарвлення яловичого жиру визначається вмістом в ньому каротиноїдів.

Тваринні жири виконують функцію розчинника вітамінів А, Д, Е, К. Вони сприяють засвоєнню вітамінів в організмі, поставляють йому поліненасичені

жирні кислоти, які в організмі людини не виробляються. Жири надають м'ясу особливий аромат і смак.

Хімічний склад сполучної тканини

Усі сполучні утворення (оболонки м'язових пучків, поверхневі і глибинні фасції м'язів, сухожилля і апоневрози, надкiсниця, хрящі і т. ін.) складаються з колагену, еластину і незначної кількості інших білків, яких відносять до неповноцінних (вони не містять ряд незамінних амінокислот, зокрема триптофану).

Колаген - основний білок сполучної тканини, він входить у склад пухких і щільних сполучнотканинних утворень. При нагріванні у воді вище 70°C переходить у глютин, що використовують для отримання желатину, і в такому вигляді засвоюється організмом людини. Еластин не розварюється в гарячій воді, навіть при довгочасному варінні, тому частини м'яса, багаті еластином (наприклад, шия), залишаються жорсткими.

Хімічний склад кісткової тканини

У сухій речовині кісткової тканини міститься від 26 до 52% органічних речовин і від 48-74% мінеральних (солі кальцію, магнію і ін.)

Хімічний склад м'яса різний. Найбільша кількість білків і азотистих речовин міститься в конині, м'ясі індиків, курчат-бройлерів, потім - в яловичині, . Менше усього білків в жирній баранині і свинині .

4.Хімічний склад і фізико-хімічні властивості м'яса риб

До м'яса риб відносять м'язи разом з включеними до них дрібними кістками, зв'язками, жиром і кровоносними судинами. М'ясо в середньому становить 45-70% маси тіла риб.

Хімічний склад м'яса риб визначається її видом, породою, статтю, вгодованістю.

М'ясо риб має високий вміст води -70-80% (виняток вугор – 53%). 10-14% води перебуває у вільному стані і 63-68 у зв'язаному.

М'ясо риб містить 15-20% білка. Основна маса білка представлена альбумінами, глобулінами, нуклеопротейдами. Кількість сполучнотканинних білків (колагену і еластину) в мускулатурі риб менша, ніж у м'ясі теплокровних тварин. Всі білки поділяють на білки саркоплазми (їх в межах 25%), міофібрил (до 70%) і сарколеми (5%).

До водорозчинних належать міоген, міоальбумін, міоглобулін (білки саркоплазми), До солерозчинних – міозин, актин, актоміозин, трипоміозин (білки міофібрил).

Залежно від вмісту нейтрального жиру м'ясо риб є худим (до 3% жиру), середньої жирності (3-8%) і жирним (більше 8% жиру). До худих належить щука, окунь, тріска, жирних – осетрові і лососеві.

Жир м'яса риб має рідку консистенцію і характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот. Він легко окислюється і гіркне, особливо на повітрі під дією кисню і сонячних променів.

М'ясо містить велику кількість фосфатидів (0,5-1,2%), представлених в основному лецитинами і кефалінами.

У м'ясі риб мало вуглеводів (0,1-0,2%) (глікоген, глюкоза, рибоза, молочна кислота).

Кількість мінеральних речовин – 1-3% (Ca, P, Mg, Cl, S, Na, K, Cu, Co, Zn, J). В м'ясі тріски багато йоду, у рибі багато вітамінів B, A, D, E, сконцентрованих в основному в тканинах печінки.

Посмертні зміни у м'ясі риб настають швидше, ніж у м'ясі теплокровних тварин, оскільки м'ясо риб має незначну кількість глікогену (0,037%) (у теплокровних тварин в середньому 0,3-0,9 а іноді і до 2%). Тому під час залякання утворюється менше молочної кислоти. Реакція середовища менш кисла – рН 6,8-7,2 (у теплокровних тварин – 5,6-5,8).

Тому м'ясо риб після залякання потрібно дуже швидко консервувати, бо воно дуже сприятливе до розвитку патогенної мікрофлори.

ЛЕКЦІЯ 6

Біохімічні процеси у м'ясі при дозріванні, зберіганні та технологічній переробці

План

1. Біохімічні процеси в м'ясі після забою тварин
2. Біохімічні зміни м'яса під час холодильної обробки.
3. Фізико-хімічні зміни в м'ясі під час соління.
4. Зміни м'яса в процесі копчення.
5. Зміни м'яса під час теплової обробки.
6. Зміни м'яса та м'ясопродуктів у процесі сушіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник. Біла Церква, 2014. –192 с.
2. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. Житомир. 2013.
3. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

1. Біохімічні процеси в м'ясі після забою тварин

У перші години після забою тварин м'ясо ніжне, утримує максимальну кількість води, має слабо виражений аромат і смак. Таке м'ясо називають *парним*. У товщі м'яса відмічається температура, близька до прижиттєвої. На поверхні м'яса ще немає шкірочки підсихання, реакція середовища близька до нейтральної (рН 7).

У м'ясі під час остигання відбуваються фізичні та фізико-хімічні зміни, після

чого воно стає придатним для кулінарних потреб. Біохімічні процеси, що відбуваються у м'ясі після забою тварин і птиці, умовно розділяють на три послідовні стадії – залякання, дозрівання й глибокий автоліз.

Залякання є однією з перших змін м'яса після забою тварин і птиці. Воно настає через декілька хвилин (15–30) або годин (5–7), залежно від умов, в яких знаходилась тварина перед забоєм (у першу чергу, температури). Швидкість та інтенсивність залякання залежить від вмісту у свіжому м'ясі глікогену і молочної кислоти. У разі залякання м'язи стають коротшими, твердішими, зникає їх еластичність. Біохімічний механізм залякання складається з декількох етапів.

Після забою тварин у м'язи та інші тканини припиняється надходження поживних речовин, сповільнюється та припиняється виділення продуктів метаболізму. Залякання більш виражено у поперечносмугастих м'язах, багатих саркоплазмою. Туша починає тверднути, суглоби стають нерухомими. Залякання починається з жувальної мускулатури і поширюється краніо-каудально до мускулатури шиї, потім передніх та задніх кінцівок. У м'язах припиняється синтез АТФ та посилюється її розщеплення. З часом АТФ зникає, що спричиняє втрату м'язами еластичності. З припиненням клітинного дихання внаслідок розпаду глікогену у м'ясі швидко збільшується концентрація вугільної та молочної кислот, змінюється реакція середовища. У живих м'язах рН становить 7,3–7,5, зразу після забою наближається до нейтральної (рН 7), а потім стає слабкислою (рН 5,3–5,4). Через дві-три доби рН поступово підвищується. Зміна реакції середовища м'яса після забою тварин призводить до коагуляції білків саркоплазми. Більшість білків (60–70 %) переходять у нерозчинну форму, збільшується кількість амінно-аміачного азоту в результаті протеолізу і дезамінування амінокислот.

У перші 20–50 хв після забою спостерігається підвищення температури м'яса на 0,5–2,0 °С через порушення клітинного дихання та окисного фосфорилювання. Припиняється синтез АТФ, а хімічна енергія, що утворилась за клітинного дихання, перетворюється на теплову, що підвищує температуру м'язів.

Дозрівання. Після залякання (1–2 доби) починається друга стадія біохімічних змін – дозрівання м'яса. У м'ясі за дії катепсинів проходить протеоліз з утворенням альбумоз, пептонів, поліпептидів, олігопептидів та амінокислот. Аміак, що утворюється за дезамінування амінокислот, нейтралізує кислоти, які були у м'язах прижиттєво та утворилися під час залякання. Збільшується кількість HS-сполук, досягаючи максимальної кількості наприкінці 3-ї доби (у разі зберігання м'яса за температури +4 °С). У м'ясі поступово нейтралізується вуглекислота, падає її тиск, що є однією із причин послаблення залякання м'язів. Руйнується актоміозин – головний білок міофібрил, що сприяє поступовому пом'якшенню м'язової тканини і припиненню залякання. М'язи розслаблюються, до них повертається первинна пружність.

Змінюється хімічний склад і фізико-хімічні властивості м'яса. За дії ферментів м'язової тканини, які функціонують у ній після смерті тварин, відбуваються численні біохімічні реакції, що надають м'ясу приємний смак,

аромат, соковитість, ніжність і легкість засвоювання організмом людини чи тварин. Під час дозрівання м'яса реакціями анаеробного гліколізу та глікогенолізу розщеплюються глюкоза і глікоген до молочної або піровиноградної кислот.

Інтенсивність таких хімічних перетворень та ефективність дозрівання м'яса залежать від кількості у м'ясі глюкози, глікогену, активності ферментів гліколізу й температури навколишнього середовища.

За підвищення температури навколишнього середовища анаеробне розщеплення вуглеводів у м'ясі протікає інтенсивніше, але не охоплює весь глікоген. За температури 1–3 °C відбувається розщеплення 98 % глікогену до молочної кислоти, 14–16 °C – 80–85 %, 25–27 °C – 43–50 %. За високих температур більшість глікогену м'яса гідролізується до декстринів, мальтози і глюкози, або розщеплюється лише до глюкозо-6-фосфату. Оптимальною температурою для ферментів анаеробного гліколізу і глікогенолізу є 1–3 °C, що дозволяє одержати високоякісне дозріле м'ясо. Це необхідно враховувати за зберігання та консервування м'яса. Так, під час розморожування замороженого м'яса реакції анаеробного розщеплення вуглеводів поновлюються і найбільш активно протікають за температури 1–3 °C, що дозволяє одержати доброякісне м'ясо після розмороження туш.

Якість м'яса погіршується за нестачі у ньому глікогену. Це відбувається у разі порушення фізіологічного стану тварин перед забоєм, найчастіше за перевтоми, тривалого голодування, перегрівання або переохолодження. Збереження м'ясом якісних показників, перш за все, залежить від передзабійного стану тварин. Кількість амінно-аміачного азоту в яловичині, одержаної від тварин, що відпочивали до забою впродовж 3 діб, протягом 10-добового збереження значно менше, ніж у м'ясі тварин, забитих після добового відпочинку. Різко підвищений цей показник, а також рН у м'ясі тварин, забитих безпосередньо після транспортування.

Підвищення концентрації молочної кислоти (0,5–2,0 % від загальної сирової маси) та фосфатної кислоти (до 0,1 % і більше) у м'ясі різко змінюють реакцію середовища у кислий бік (рН 5,7– 5,5). Це призводить до позитивних змін у мікроструктурі, фізико-хімічних властивостях і хімічному складі м'яса. Підвищується проникність клітинних мембран, перш за все, сарколеми, змінюється структура та властивості білків м'яса, відбувається перерозподіл мінеральних речовин у тканинах м'яса.

Молочна кислота із саркоплазми виходить у сполучнотканинну строму, що спричинює її розпущення. Зменшується гідрофільність білків, відбувається їх деструктуризація, руйнуються водневі зв'язки між поліпептидними ланцюгами, гідролізуються пептидні зв'язки, порушується первинна структура і білки перестають коагулювати. Водозв'язувальна здатність білків за добу зменшується на 25 %, активізуються лізосомні ферменти (кисла фосфатаза, нуклеази, катепсини, колагеназа та інші). Гідроліз білків проходить за схемою:

Білок → Альбумози → Пептони → Поліпептиди →
→ Олігопептиди → Амінокислоти.

Цим пояснюється обробка м'яса протеолітичними ферментами рослинного (папаїн, фіцин, бромелін), тваринного (пепсин, трипсин, хімотрипсин) та мікробного походження (протооризин, прототеризин, протосубтилін), з метою прискорення процесів дозрівання і поліпшення його смакових властивостей.

У м'ясі збільшується вміст вільних амінокислот. Так, концентрація аланіну й гліцину у м'ясі після дозрівання збільшується на 50 %, аспарагінової і глютамінової кислот на кінець 18-ї доби – у 10 разів. Проходить інтенсивний розпад солей білків із катіонами Натрію, Калію, Кальцію, Магнію. Зникає гідрофільність білків, що призводить до утворення м'ясного соку.

М'ясний сік – рідина, що виділяється з дозріваючого м'яса і просочує всю його масу. Основою м'ясного соку є вода (до 90 %), сухий залишок складається з білків (6 %), екстрактивних (3 %) і мінеральних (3 %) речовин. Він значною мірою визначає смак м'яса, зокрема його складові компоненти – глютамінову й інозинову кислоти, деякі амінокислоти та інші низькомолекулярні сполуки.

Специфічний смак і запах яловичини, свинини, баранини, конини й інших видів м'яса зумовлений ліпідним складом, зокрема вільними леткими жирними кислотами.

М'ясо молодих тварин дозріває швидше. У ньому більш активні лізосомні ферменти, особливо катепсини, та менш стійка структура білків сполучнотканинної строми. Катепсини легко розщеплюють пептидні зв'язки всіх білків м'яса до легкодоступних для засвоєння організмом людини і тварин альбумоз, пептонів, олігопептидів та амінокислот. Змінюється консистенція м'яса, воно стає м'яким, ніжним. Найбільш ніжна консистенція виникає у м'ясі дорослої ВРХ, що зберігається за температури 0–2 °С на 10–12 добу дозрівання, у молодняку – на 3–4 добу. За тих же умов м'ясо гусей дозріває на 6 добу, гусенят – на 3 добу.

М'ясо втомлених і хворих тварин дозріває повільніше та має гіршу якість за рахунок зменшення кількості глікогену, органічних кислот, зокрема молочної, та зниження активності ферментів анаеробного глікогенолізу. У разі захворювань тварин, що супроводжуються підвищенням температури тіла, у м'ясі нагромаджуються проміжні та кінцеві продукти білкового обміну у вигляді амінів, амідів кислот, аміаку та інших сполуки. Реакція середовища зміщується у лужну сторону, що створює сприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори. У м'ясі порушуються реакції глікогенолізу, воно стає жорстким, з неприємним смаком, а іноді й запахом, гірше перетравлюється і засвоюється організмом. У ряді випадків таке м'ясо може бути шкідливим для здоров'я людини і тварин та вибраковується відповідно до вимог Ветеринарного законодавства.

Автоліз м'яса. За порушень технології зберігання у м'ясі розвивається ряд незворотних біохімічних змін, що роблять його непридатним для їжі та навіть отруйним для харчування. У ньому відбуваються процеси глибокого *автолізу* (грец. *autos* – сам, *lysys* – розчинення) – розпаду клітин м'яса за дії власних лізосомних і мікробних ферментів з утворенням отруйних сполук. Розрізняють дві стадії автолізу – загар і гниття м'яса.

Загар м'яса – вид автолізу, за якого на поверхні м'яса виникає шкірочка, під якою у тканинах м'яса проходять хімічні процеси, що роблять його непридатним

і навіть отруйним. У разі загару запах м'яса стає задушливо-кислим, колір – сіро-коричневим або сіро-червоним, консистенція – дуже в'ялою.

На першій стадії автолізу важливе значення має кількісний вміст у м'ясі макроергічних сполук (зокрема АТФ), внаслідок дефосфорилювання яких здійснюється фосфороліз глікогену, що забезпечує скорочення міофібрилярних білків. Через зменшення запасів АТФ не вистачає енергії для відновлення стану релаксації м'язових волокон, які скоротилися. Вивільнені кислоти (молочна, фосфатна) впливають на стан м'язових білків, що в свою чергу визначає технологічні властивості м'яса (консистенція, водозв'язувальна здатність). Зсув рН у кислу сторону зумовлює перетворення міофібрилярних білків; змінюється проникність мембранних міофібрил; іони Ca^{2+} , які виділяються із саркоплазматичного ретикулуму, підвищують АТФ-азну активність міозину; глобулярний (G-актин) перетворюється на фібрилярний (F-актин). Енергія розпаду АТФ використовується для утворення актоміозинового комплексу, який спричинює скорочення м'яза.

Загар м'яса виникає у тих випадках, коли парні туші або частини туш тісно стикаються між собою, що заважає м'ясу охолоджуватися і сприяє проходженню в ньому негативних хімічних процесів. Загар м'яса виникає за недостатньої циркуляції повітря та у тих випадках, коли шкіра тварин була знята через певний проміжок часу після забою. Загар м'яса виникає і за надто повільного заморожування парного м'яса, особливо жирних яловичих або свинячих туш із товстим шаром шпику. Це пов'язано з тим, що жир є поганим провідником тепла, зменшує швидкість охолодження туш і утруднює дифузію повітря і складових газів, що утворилися всередині м'яса (вуглекислоти, аміаку тощо).

Загару м'яса сприяє підвищена температура зовнішнього середовища (понад 15 °C), висока вологість та антисанітарне оточення. У м'ясі підвищується температура, що сприяє порушенню спряження реакцій клітинного дихання та окисного фосфорилювання. У м'ясі проходять реакції глікогенолізу, гліколізу, протеолізу білків і дезамінування амінокислот, гідролізу жирів з утворенням низькомолекулярних жирних кислот (масляної, капронової, капринової тощо). У м'ясі нагромаджуються аміни: метиламін ($\text{CH}_3\text{—NH}_2$), етиламін ($\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH}_2$), пропіламін ($\text{C}_3\text{H}_7\text{—NH}_2$), сірководень (H_2S) та інші продукти, що є причиною неприємного запаху м'яса.

М'ясо, піддане загару, як правило, забруднене шкідливою мікрофлорою. У тушках гусей, качок за загару внутрішній жир набуває зеленувато-жовтого забарвлення. Для профілактики загару м'ясо слід зберігати у прохолодному приміщенні з доброю вентиляцією.

Оцінка придатності м'яса для харчових цілей визначається ступенем розвитку в ньому процесів, що зумовлюють загар. Для цього м'ясо ріжуть на шматки і розвішують у холодильній камері з інтенсивною вентиляцією. Якщо через добу у м'ясі не зникає неприємний запах, воно вважається непридатним для їжі. У разі зникнення запаху таке м'ясо використовують для промислової переробки.

Гниття м'яса – розкладання органічних складових частин м'яса на отруйні сполуки за дії гнилісних мікроорганізмів. Зі складових частин м'яса найчастіше

гниють м'язова тканина і субпродукти. Сполучна, жирова, кісткова тканини значно рідше зазнають цього процесу, тому що містять мало білкових сполук.

За дії ферментів мікроорганізмів (в основному протеаз) відбувається розщеплення білків до протеїнів і простетичних груп, простих білків – до амінокислот. Дезамінування і декарбоксилювання амінокислот призводить до утворення у м'ясі аміаку, сірководню, вуглекислоти, летких жирних кислот, амінів, особливо трупних отрут (путресцину і кадаверину), індолу, скатолу, меркаптанів та інших шкідливих для організму людини і тварин хімічних сполук. Процеси гниття проходять поетапно та спряжені між собою, що спричинює утворення цілого ряду отруйних речовин. Зокрема, за гнильного розкладання багатьох білків м'язової тканини утворюється амінокислота тирозин, яка може бути джерелом низки отруйних речовин: оксифеніл пропіонової кислоти, фенолу, крезолу.

За гниття триптофану утворюються скатол та індол, щонадають м'ясу неприємного запаху.

За гнильного розкладу цистину та цистеїну утворюються отруйні речовини з неприємним запахом – меркаптани, сірководень, а також аміак, метан і вуглекислий газ.

Поряд із перерахованими вище процесами відбувається псування жирів, внаслідок чого утворюються сполуки, які змінюють органолептичну характеристику м'яса.

Під час розкладання жирів утворюються ненасичені жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова та ін.), альдегіди, оксикислоти, які мають неприємний запах, що знижує якість м'яса і робить його непридатним для споживання.

Одночасно з гниттям білків та псуванням жирів у м'ясі відбуваються бродіння вуглеводів, гідроліз і окиснення ліпідів, окисно-відновні реакції та інші хімічні процеси. Все це впливає на швидкість і послідовність утворення різних сполук під час гниття м'яса. Так, за бродіння вуглеводів виділяються кислоти, які зв'язують аміак та інші лужні продукти розпаду м'яса і затримують розмноження гнильних мікроорганізмів. За розвитку процесу розкладання м'яса рН закономірно збільшується, реакція середовища поступово наближається до нейтральної та навіть стає лужною.

Головним показником гниття м'яса є поява на його поверхні ослизнення. Ступінь ослизнення визначається ступенем знекровлення туші, вологістю навколишнього середовища, кількістю та видами мікроорганізмів, що проникли у м'ясо і розмножилися в ньому. За гниття, у першу чергу, розкладається сполучнотканинна строма та залишки крові. Гниттю м'яса сприяють прижиттєві травми м'язів і забрудненість туші мікроорганізмами. Прискорює процеси антисанітарний стан забійного цеху, його устаткування та інструментарію, а також коливання температури у приміщеннях, де воно зберігається. На поверхні м'яса у таких умовах знаходиться надлишок вологи, що накопичується у результаті конденсації пари. Ступінь псування м'яса залежить від видового складу мікрофлори. На його поверхні краще розмножуються мікроорганізми типу

алкалігенес, всередині – клостридій.

Для попередження процесів гниття м'яса необхідно для забою брати клінічно здорових тварин, перед забоєм їм давати відпочинок, старанно очищувати шкури і копита, добре знекровлювати туші, швидко й ефективно охолоджувати, чітко дотримуватися санітарних правил зберігання і дозрівання м'яса.

Повноцінна збереженість м'яса досягається консервуванням, охолодженням, заморожуванням, солінням, добавлянням інгібіторів, ультрафіолетовим опроміненням, обробкою озоном тощо.

2. Біохімічні зміни м'яса під час холодильної обробки

З усіх методів консервування м'яса і м'ясопродуктів найбільш ефективною є обробка їх холодом. Холодильна обробка включає процеси охолодження, підморожування, заморожування і розморожування. Така обробка забезпечує збереження у харчових продуктах основних поживних речовин м'яса. При цьому харчові якості м'яса зберігаються протягом тривалого часу, особливо у поєднанні з іншими методами консервування. Нерідко холодильна обробка сприяє появі у м'ясі нових якостей, які позитивно відбиваються на його характеристиці як харчового продукту.

За охолодження у м'ясі відбувається ряд фізико-хімічних, біохімічних і морфологічних змін. М'ясо – складна дисперсна система біологічного походження. Дисперсійним середовищем у ньому є вода, дисперсними фазами – різноманітні органічні та мінеральні сполуки. Під час дозрівання з м'яса виділяється м'ясний сік, що містить білки та екстрактивні речовини. М'ясний сік пронизує всю товщу м'яса. Після досягнення м'ясом кріоскопічної точки (для м'ясного соку вона становить $-0,6$ — $-1,2$ °C) відбувається виморожування води, яка поступово виходить з м'язових волокон у сполучнотканинну строму. Заморожування може бути поступове і швидке. За поступового заморожування вода дифундує повільно та утворює кристалики льоду невеликого розміру, які не завдають шкоди морфологічній структурі м'яса. За швидкого заморожування утворюються крупні кристали льоду, що порушують природну будову м'язових волокон і строму.

Маса м'яса за заморожування зменшується, з його товщі вода виділяється на поверхню. Кількість виділеної з м'яса води залежить від поверхні м'яса, тривалості заморожування, вологості оточуючого середовища і самого методу заморожування.

Швидке охолодження м'яса викликає холодове скорочення м'язових волокон, особливо парного м'яса, що негативно відбивається на якості м'яса – воно стає жорстким, оскільки з нього витиснута іммобілізована й гідратаційна вода. М'ясо набуває коричневого забарвлення, внаслідок переходу оксиміоглобіну в міоглобін. Охолодження негативно впливає на розвиток мікрофлори у м'ясі, гальмується ріст та розвиток багатьох типів і видів мікроорганізмів, що дозволяє зберегти м'ясо стерильним.

Під час заморожування й зберігання м'яса в замороженому стані відбуваються зміни макро- та мікроструктури його тканин, фізико-хімічних

характеристик і хімічного складу. За охолодження певною мірою зникає поперечна смугастість м'язових волокон, у них з'являються гранули, набрякають колагенові волокна і дещо розпушується сполучнотканинна строма. На якість м'яса за заморожування та зберігання впливають вид і стан сировини (маса, вміст жиру), параметри технологічного процесу (температура, швидкість і вологість повітря), ступінь розвитку автолізу до заморожування, кількість АТФ, глікогену, значення рН, початкове мікробіологічне забруднення тощо.

М'ясо у стані посмертного залякання для заморожування непридатне. Після розморожування воно має погані смакові якості, тверду консистенцію, низьку засвоюваність. Рекомендується заморожувати м'ясо у стадії дозрівання, коли інтенсивно протікають хімічні реакції, що підвищують його якісні показники, роблять м'ясо смачним, ароматним, легкоперетравним у шлунково-кишковому тракті людини і тварин. М'ясо, заморожене до моменту посмертного залякання, за смаковими якостями мало відрізняється від м'яса, що заморожувалося у парному стані. При цьому воно більш сухе, після розморожування та за подальшої обробки втрачає багато м'ясного соку.

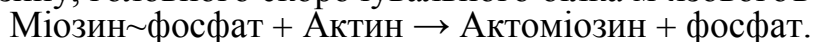
На якісних показниках м'яса негативно відбивається швидке його охолодження. При цьому виникає холодове скорочення м'язових волокон. За температури нижче +15 °С у м'язовому волокні перестає функціонувати кальцієвий насос, відповідно з концентраційним градієнтом іони Кальцію з цистерн саркоплазматичного ретикулуму виходять у саркоплазму. Сюди надходять й інші іони, особливо Калію. Активується АТФ-азна активність міозину, розщеплюється комплекс міозин-АТФ:



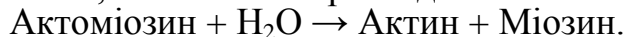
Міозин фосфорилується, що призводить до виникнення макроергічного зв'язку:



Фосфорильований міозин з'єднується з актином, що зумовлює утворення актоміозину, головного скорочувального білка м'язового волокна:



Енергія макроергічного зв'язку використовується для скорочення м'язового волокна, а актоміозин розпадається на складові компоненти:



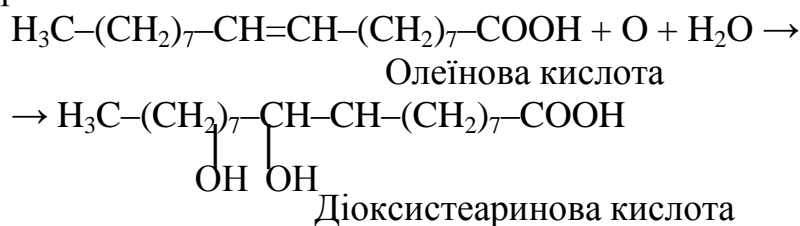
Для запобігання холодового скорочення перед охолодженням різними способами (наприклад, електростимуляцією) зменшуються запаси у м'язах АТФ або проводять двофазове охолодження туші.

За поступової холодової обробки м'яса температура в його товщі становить від 2 до 4 °С, що сприяє окремим ферментам завершити процес дозрівання м'яса через 8–15 діб зберігання. За більш тривалого зберігання відбувається гідролітичний розпад білків м'яса, розм'якшення й набрякання колагенових волокон.

За тривалого зберігання м'яса активуються клітинні ліпази, за дії яких гідролізуються нейтральні жири.

Жирні кислоти, особливо ненасичені, окиснюються, що призводить до

утворення сполук, які негативно впливають на якісну характеристику м'яса. Так, за окиснення ненасичених жирних кислот утворюються оксикислоти, багато з яких мають неприємний смак і запах:



У разі омилення низькомолекулярних жирів утворюються леткі жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова, капринова тощо), що також спричиняють неприємний запах м'яса.

За тривалого зберігання м'яса накопичуються й інші токсичні сполуки, що утворюються за розпаду білків (аміни, амідні кислот, феноли, аміак, пурин, піримідин та їх похідні) та ліпідів (альдегіди, кетони, аміни, леткі жирні кислоти). Свинина менш стійка до цих процесів, ніж яловичина. М'ясо жирних туш легко псується під час зберігання. Псування м'яса найчастіше починається з жирових прошарків: починає жовтіти жирова тканина, потім прошарки жиру у сполучнотканинній стромі м'язів, виникає неприємний запах, з'являється гіркий смак, змінюється колір, м'ясо темніє. Через деякий час у м'ясі утворюється метміоглобін, руйнуються вітаміни (окрім вітаміну А), екстрактивні азотовмісні та безазотисті сполуки. За тривалого зберігання м'ясо стає непридатним для їжі.

Розморожування м'яса – це важливий етап в його подальшому використанні як продукту харчування. Хід біохімічних реакцій визначається станом, в якому воно заморожувалось, строками зберігання в замороженому вигляді і часом, який витрачено на розморожування. За розморожування м'яса активізуються процеси, що були в ньому до заморожування, проте їх швидкість поступово гальмується, спостерігається велика втрата маси за рахунок м'ясного соку. М'ясо стає в'ялим, жорстким, зі слабовираженим характерним для цього виду смаком і запахом. М'ясо, заморожене у парному стані, за розморожування виділяє менше м'ясного соку, дає меншу "усушку", довше зберігається, має гідрофільні білки, містить більше екстрактивних речовин, мінеральних сполук і вітамінів. На морфологію і хімічний склад м'яса шкідливо впливає повторне заморожування. У такому м'ясі за розморожування більше порушується структура всіх тканин, особливо м'язової. Воно містить велику кількість м'ясного соку, має менший вміст білків, відсутні глікоген і глюкоза, незначний вміст молочної кислоти та екстрактивних речовин. Білки втрачають ліофільність, мають зруйновану просторову структуру молекул. У такому м'ясі відсутні глікоген і глюкоза, незначний вміст молочної кислоти та екстрактивних речовин.

3. Фізико-хімічні процеси в м'ясі під час соління

Засол – обробка м'яса і м'ясопродуктів сіллю (хлоридом натрію), часто у поєднанні зі спеціями, сахарозою, нітратами, фосфатами та витримка їх впродовж певного часу, достатнього для консервування й одержання заданих властивостей. У м'ясній промисловості засол використовується як один із

найбільш поширених методів консервування м'яса, м'ясопродуктів і сировини (шкір, кишок тощо) у поєднанні з іншими способами консервування.

Існує декілька видів засолів: сухий, мокрий та змішаний. За сухого засолу м'ясо і м'ясопродукти обробляються засолювальною сухою сумішшю, за мокрого – розсолом (розчином хлориду натрію або консервуючої суміші), за змішаного – консервують одночасно сухим і мокрим способами.

За засолу компоненти консервуючої суміші, хімічною основою яких є, як правило, хлорид натрію, проникають у товщу м'яса, м'ясопродуктів та іншої сировини тваринного походження. Проникнення консервуючих речовин відбувається згідно із законами дифузії (Фіка) та осмосу (Вант-Гоффа). Консервуючі розчини (ними стають компоненти сухої засолювальної суміші, що розчинилася у м'ясному соці) проникають через канали біомембран клітин у товщу волокон сполучної стромы. Висолюються білки, після чого м'ясо стає стійким до дії бактеріальних ферментів, що можуть у нього потрапити. Швидкість проникнення у м'ясо консервантів залежить від концентрації солей і навколишньої температури. Чим більша різниця у концентрації солей у розсолі та тканинах м'яса, тим більша швидкість процесу консервування. Слід відзначити, що у м'язову тканину хлорид натрію проникає набагато швидше, ніж у мікроструктури сполучної тканини.

Засол спричинює ряд істотних змін у фізико-хімічних властивостях м'яса в цілому і його тканинах зокрема. ***Під час засолу консистенція м'яса стає більш твердою, змінюється колір, особливо після додавання з консервуючою сумішшю селітри, з'являється новий смак, частково змінюється запах.***

За засолу збільшується гідратація та вихід білкових речовин у м'ясний сік. Білки сполучної тканини м'яса (еластин і колаген) у розсіл не переходять. За дії тканинних ферментів, що виділяють мікроорганізми, проходить гідролітичний розпад білків.

У засоленому м'ясі концентрація водневих іонів зрушується у кислий бік за рахунок підвищення вологозв'язувальної здатності білків. Причиною є взаємодія іонів хлору з амініними білковими функціональними групами.

Повна фіксація іонів хлору у добре подрібненому м'ясі за звичайного засолу настає через 10–12 годин за температури 4 °С. За довготривалого засолу спостерігається набрякання колагенових волокон, чому сприяє проникнення в них молекул води. Воно досягає свого максимуму на 20-ту добу консервування.

За мокрого засолу у розсіл виходить близько половини азотистих і безазотистих екстрактивних речовин м'яса. З екстрактивних мінеральних речовин у розсіл дифундує найбільше Калію і фосфатів. Кількість вітаміну В₁ (тіаміну) у складі м'яса зменшується на 15–20 %, В_с – на 35 %, втрати вітаміну В₂ незначні.

За зберігання м'яса і м'ясопродуктів, консервованих хлоридом натрію, відбуваються глибокі зміни у ліпідному складі продуктів. Перш за все, це стосується нейтральних жирів, що містяться у поверхневих шарах м'яса. Ненасичені тригліцероли (триолеїн, діолеостеарин тощо) й ненасичені високомолекулярні жирні кислоти, що утворились під час гідролізу жирів та завжди є у певних кількостях у них, взаємодіють з киснем повітря, утворюючи

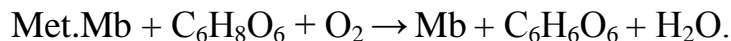
різноманітні продукти окиснення, зокрема оксижири, оксикислоти, пероксиди й інші сполуки, наявність яких у м'ясі негативно впливає на харчову цінність та органолептичні властивості продукту. Тканинна ліпаза, що розщеплює нейтральні жири м'яса, активується іонами Натрію із розсолу.

За соління м'ясо втрачає природне забарвлення й набуває коричнево-бурого кольору різних відтінків. Основними чинниками, що впливають на розвиток забарвлення, є вміст міоглобіну, наявність кисню, світла, температура середовища, тривалість витримки в розсолі, рН середовища, кількісний вміст кухонної солі та нітриту натрію, наявність денітрифікуючої мікрофлори, швидкість та кількість утворення оксиду нітрогену, міцність зв'язку між NO та Mb.

З метою запобігання виникненню небажаних змін забарвлення м'яса та м'ясопродуктів до розсолу додають нітрати (NaNO_3 , KNO_3) та нітрیتی (NaNO_2). У результаті утворюється нітрато- міоглобін (NO-Mb), який надає солоним м'ясним продуктам рожево-червоного забарвлення. Для поліпшення забарвлення готових солоних продуктів застосовують антиокиснювачі, зокрема аскорбінову кислоту (вітамін С) та її натрієву сіль, що є сильним відновником. Аскорбінова кислота ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) відновлює нітрит до оксиду нітрогену (II):



Окрім того аскорбінова кислота прискорює відновлення метміоглобін (Met.Mb) у міоглобін (Mb), сприяючи утворенню нітратопігментів, і як наслідок, підвищення інтенсивності забарвлення продукту:



Для створення відновних умов з метою кращого забарвлення м'яса та повнішого використання NO застосовують цукри (0,3–0,5 %). Цукор підвищує осмотичний тиск розсолу, є основою для розвитку специфічної мікрофлори, сприяє набухання колагену м'яса, внаслідок чого продукт набуває ніжної консистенції.

Смак та аромат м'яса під час соління зумовлюють амінокислоти, що утворюються за дії протеолітичних ферментів (катепсинів), та екстрактивні речовини (пурин, креатин), що звільняються під час автолізу. За соління шинки утворюється ацетоїн (під час ферментації цукрів) та діацетил (за окиснення ацетоїну).

4. Зміни в м'ясі під час копчення

Копчення – процес обробки харчових продуктів димом, що утворюється за неповного згорання деревини. Нині застосовують копчення холодне (18–22 °C), гаряче (60–100 °C), мокре, бездимне, електрокопчення тощо.

Коптильний дим є аерозолем (суміш найдрібніших твердих і рідких частинок, завислих у газовому середовищі). У ньому є гази: N_2 , H_2 , CO, CH_4 , C_2H_2 , а також органічні сполуки, що за певної температури перебувають у стані пари. До складу коптильного диму входить понад 200 хімічних сполук різних класів речовин, зокрема низькомолекулярні жирні кислоти: мурашина (HCOOH), ацетатна

(CH_3COOH), пропіонова ($\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$), масляна ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$), валеріанова ($\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$), капронова ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$); кетокарбонові кислоти: α -кетоглутарова ($\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{COOH}$), леулінова ($\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3$); двоосновні кислоти: малінова ($\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$), бурштинова ($\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$), фумарова ($\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$); ароматичні кислоти: ванілінова та бузкова.

У димі наявні альдегіди: аліфатичні (мурашиний, ацетатний, пропіоновий), ароматичні (бензальдегід, бузковий альдегід) та гетероциклічні (фурфурол, метилфурфурол).

Дим містить кетони, зокрема, ацетон ($\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$) та метилпропілкетон ($\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$), а також спирти ($\text{CH}_3\text{OH} - \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$).

Запах диму надають одноатомні (фенол, крезол), двоатомні (пірокатехін, гідрохінон, гваякол) та триатомні феноли (пірогалол, флороглюцин).

До складу диму входять аміни: метиламін (CH_3NH_2), етиламін ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$), бутиламін ($\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$), а також етери, естери, смолянисті речовини (фенолформальдегідні смоли) та арени (бензен, толуен, фенатрен тощо). Співвідношення перерахованих сполук може змінюватися залежно від виду деревини та режиму згорання.

Якість готових виробів залежить від швидкості осадження і глибини проникнення часточок диму. При цьому змінюються складові частини продукту за рахунок складних взаємозв'язаних хімічних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, що впливають на консистенцію, органолептичні властивості та стійкість під час зберігання. Копчений продукт значно зневоднюється (на 7–20 %) за рахунок випаровування вологи. За гарячого копчення проходить часткова теплова денатурація білків і від'єднання функціональних груп ($-\text{SH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ тощо), які взаємодіють з леткими речовинами диму, що спричинює незворотну дегідратацію, коагуляцію частини білків саркоплазми та міофібрил, у зв'язку з чим продукт краще ущільнюється. Частина білкових молекул “зшивається” у більші частинки через різні хімічні “містки”. Так, формальдегід, реагуючи з аміногрупами пептидних ланцюгів, утворює між ними “метиленові містки” ($\text{R}_1-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{R}_2$).

Аналогічно діють інші альдегіди і кетони. Дію дублення виконують феноли, які проявляють поліфункціональні властивості. Істотно зазнає денатурації колаген, що входить до м'ясних продуктів. Колагенові волокна при цьому зварюються і частково гідролізуються, розриваються водневі зв'язки та активізуються звільнені функціональні групи.

Під час гарячого копчення (до 40–50 °C) активізуються автолітичні процеси, що каталізуються мікробіальними ензимами. При цьому відбувається гідролітичний розпад білків (протеоліз), ліпідів (ліполіз), а також ряд інших ферментативних процесів, які були пригнічені під час соління.

Тривале холодне копчення супроводжується глибшою ферментацією, відбувається гомогенізація тканин, консистенція м'яса стає м'якою та ніжною.

Компоненти диму мають різні відтінки запаху, що створює специфічний “букет” смаку та запаху копченого продукту. Під час копчення різні продукти (свинина, яловичина, риба) набувають смаку та аромату, властивих кожному із них. Наслідком копчення є забарвлення поверхні виробу у коричневі відтінки. Хімізм

утворення кольору зумовлений осадженням на поверхні продукту фарбуючих компонентів, основними з яких є смоли, вуглеводні та фенольні фракції.

Стійкість копчених продуктів до дії мікроорганізмів пов'язана із бактерицидною дією коптильних речовин (формальдегіду, фенолу тощо). Феноли також проявляють антиокиснювальну дію, що гальмує процес псування жирів.

Основною вимогою до коптильних речовин є їх безпечність і нешкідливість для організму людини та відсутність пригнічувальної дії на ферменти травлення. Окремі компоненти диму (органічні кислоти, карбонільні сполуки) у тих кількостях, в яких вони накопичуються у копчених продуктах, нешкідливі для організму людини. Водночас накопичення формальдегіду є небажаним, оскільки він впливає на білкову структуру травних ферментів, знижуючи їх активність. Певною токсичною дією характеризуються феноли, які здатні знешкоджуватися у печінці та виводитися з організму у вигляді парних сполук із сульфатною та глюкуроною кислотами. У разі неправильного процесу копчення у димі може бути наявним 3,4-бензопірен, який має канцерогенну дію. Продукти, що підлягають копченню, необхідно захищати покриттям (ковбасні оболонки, шкіра) з тим, щоб леткі речовини диму адсорбувалися на оболонці, а не на продукті.

Одним із напрямів удосконалення технології копчення є використання коптильних препаратів – спеціальної фракції ароматичних компонентів, які застосовують для одержання аромату копчення.

5.3. Зміни в м'ясі під час теплової обробки

Теплова обробка (60–180 °C) є одним із надійних методів консервування м'яса і м'ясопродуктів. При цьому м'ясо стає більш стійким до мікробного ураження, з'являються нові корисні смакові якості, консистенція стає твердішою, а поживні речовини краще засвоюються організмом.

Відповідно до поставленої мети для виробництва м'ясо- продуктів використовують різні способи теплової обробки.

Поверхнева теплова обробка включає ошпарювання, обпалювання та обсмажування. Нагрівання з метою досягнення певного ступеня готовності – це бланшування, варіння, запікання, смаження. З метою запобігання мікробіального псування продукту (консервація) застосовують пастеризацію та стерилізацію. Для виділення із сировини окремих складових частин проводять витоплювання жиру, виварювання желатину та клею тощо.

Після теплової обробки змінюються фізико-хімічні властивості білків. Нагрівання призводить до втрати білками четвертинної, третинної і вторинної структур. Білки денатурують, втрачають гідрофільність, зникають сольватні оболонки, різко знижується розчинність їх у воді. Денатурація білків м'яса починається вже за температури 30–35 °C. З усіх білків м'яса найбільше чутливим до підвищення температури є міозин – його молекули денатурують за температури 45 °C (табл.3). За температури 60–65 °C змінюють структуру понад 90 % внутрішньоклітинних протеїнів, еластин зазнає денатурації за температури 125 °C.

3. Температура денатурації основних білків м'яса

Білок	Денатурація, °C	Білок	Денатурація, °C
Міозин	45–55	Глобулін X	50–60
Актин	50–55	Міоглобін	60–70
Актоміозин	42–48	Колаген	55–65
Міоген	55–65	Еластин	125
Міоальбумін	45–47		

За теплової обробки колір м'яса змінюється від червоного до сіро-коричневого, що, перш за все, пов'язано з утворенням похідних міоглобіну.

За руйнування міоглобіну утворюється простий білок глобін та простетична група (гем). Надалі гем під впливом підвищеної температури перетворюється на коричневий пігмент гемохром, який адсорбується на молекулі глобіну. Частина молекул гемохрому окиснюється до пігменту гематину, у результаті чого двовалентне залізо (Fe^{2+}) переходить у тривалентне (Fe^{3+}). Суміш гемохрому і гематину надає м'ясу сіро-коричневого забарвлення.

Збереження типового червоного кольору м'яса досягають обробкою його перед засолом невеликими, нешкідливими для здоров'я людини і тварин, дозами нітрату калію (калійною селітрою), а за взаємодії останнього з міоглобіном виникає нітрозоміоглобін який за нагрівання перетворюється на денатурований глобін і нітрозоміохромоген, що зумовлює збереження м'ясом червоного забарвлення.

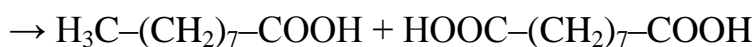
Під час варіння м'яса змінюються фізико-хімічні властивості та фізичний стан основного білка сполучної тканини – колагену. За термічної обробки колаген гідролітично розщеплюється до проміжних продуктів розпаду – глютину і глютоз, що призводить до послаблення водневих зв'язків, розпушення сполучнотканинної стромы, зменшення жорсткості м'яса й підвищення його перетравлювання та засвоєння у тонкому відділі кишечника. Нагрівання м'яса до високих температур (понад 100 °C), особливо за стерилізації, призводить до погіршення окремих його показників, особливо перетравлювання білків. При цьому відбувається термічне дезамінування і декарбоксилювання деяких амінокислот, що сприяє утворенню аміаку, амінів, летких жирних кислот і кетокислот. На такі якісні зміни впливають вологість, час нагрівання, глибина дозрівання м'яса, реакція середовища, наявність у м'ясному бульйоні інших сполук. Наприклад, внесення у бульйон кухонної солі (хлориду натрію) сприяє набряканню сполучнотканинних волокон, швидкому проникненню води у строму та її розпушенню, що позитивно впливає на засвоєння поживних речовин організмом за перетравлювання харчового продукту.

Під час варіння м'яса руйнуються поверхневі клітинні мембрани ліпоцитів (жирових клітин), краплі жиру потрапляють у бульйон, утворюючи емульсію. За нагрівання м'яса вище 100 °C настає часткове гідролітичне розщеплення молекул нейтрального жиру з утворенням гліцеролу і високомолекулярних жирних кислот. Ненасичені жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова) у

таких умовах можуть окиснюватися з утворенням оксикислот та інших продуктів окиснення (альдегідокислот, кетокислот, альдегідів, кетонів). Ці кислоти здатні до гідролітичного розщеплення:



Олеїнова кислота



Пеларгонова кислота Азелаїнова кислота

Під час варіння м'яса і м'ясопродуктів звільняються леткі жирні кислоти, можлива полімеризація, прискорюється окиснювальне псування жирів за зберігання (особливо свинини). При цьому утворюється бульйон, що містить білки, жири, мінеральні речовини, азотовмісні та безазотисті екстрактивні речовини, вітаміни А та Е, а за короткочасної термообробки ще й вітаміни В₁, С, D. Вміст цих сполук залежить від способів варіння. Коли м'ясо покласти варити у холодну воду, одержують концентрований бульйон і малоцінне за харчовими якостями м'ясо. Якщо м'ясо переносять у киплячу воду, відбувається швидка коагуляція білків поверхневого шару, виділення у бульйон екстрактивних сполук зменшиться, але одержують соковите і смачне м'ясо та малоконцентрований бульйон. Сухе нагрівання м'яса зумовлює розпад вітамінів та інших речовин, зокрема пептидів й амінокислот.

У формуванні запаху та смаку м'яса беруть участь сполуки різної хімічної природи. Важлива роль в цьому належить глютаміновій кислоті та її солям, вміст яких у м'ясі навіть у незначних кількостях (0,03 %) надає продукту смак. Глутамінова кислота утворюється за нагрівання у слаболужному середовищі із глютаміну, що міститься у м'язовій тканині.

Суттєве значення у формуванні запаху та аромату має інозинова кислота, креатин, креатинін, меркаптани, що утворюються із сірковмісних амінокислот, леткі жирні кислоти та інші карбонільні сполуки. Внаслідок реакції меланоїдиноутворення (особливо під час смаження) синтезуються темно-коричневі продукти – меланоїдини.

Теплова обробка м'яса призводить до зменшення вмісту вітамінів, особливо водорозчинних, за рахунок їх хімічних змін. Так, залежно від умов обробки м'яса втрата вітаміну В₁ складає 30–60 %, В₂ та В₃ – 15–30, В₅ – 10–35, В₆ – 30–60 %.

Зміна структурно-механічних властивостей м'ясопродуктів під час нагрівання залежить від температури і тривалості нагрівання, вмісту сполучної тканини, природної особливості, віку тварин, ступенів подрібненості, зневоднення та розвитку автолітичних процесів, величини рН, наявності солей тощо.

6. Зміни мяса і мясопродуктів у процесі сушіння

Сушіння – процес видалення вільної вологи без руйнування клітинної мембрани та без змін енергетичної цінності продукту за певних параметрів

повітря. На сушіння направляють ковбаси (напівкопчені, варено-копчені та сироккопчені) та копченості. Сушіння є одним із способів консервації. Висушені продукти мають значно меншу масу і містять ту саму кількість поживних речовин. Проте у процесі сушіння разом з вологою видаляються леткі ароматичні та смакові речовини, можлива хімічна взаємодія частини продукту з киснем повітря, зміни за дії підвищеної температури.

Обмін речовин у живих організмах відбувається у водному середовищі. Нестача води уповільнює чи майже припиняє розвиток мікроорганізмів. Мінімальний вміст вологи у білкових продуктах, за якого можливий розвиток бактерій, становить 25–30 %, проте плісняві гриби здатні розмножуватися за вмісту вологи близько 15 %. Сушіння не можна використовувати для стерилізації та знешкодження харчових продуктів, які уражені патогенною мікрофлорою.

У м'ясній промисловості застосовують сушильні камери, які оснащені кондиціонерами для підтримки необхідних параметрів температури (12 °C) та відносної вологості (75 %). За сушіння сирих продуктів відбуваються процеси, що активуються тканинними ферментами (дозрівання) і мікрофлори, та структурування. Процес сушіння відбувається у декілька етапів: 1 – пароутворення на поверхні та всередині продукту; 2 – перенесення водяної пари у зовнішнє середовище через межуючий шар; 3 – перенесення вологи від центру до поверхні. Ці явища відбуваються за рахунок різниці парціального тиску водяної пари на поверхні продукту та у навколишньому середовищі. При цьому разом із вологою переносяться водорозчинні речовини.

За сушіння сирих продуктів продовжується розпочате раніше (соління, холодне копчення) руйнування клітинних структур м'яса за рахунок ферментативного гідролізу білків (за дії тканинних і мікробіальних ензимів). Близько 15 % білків розщеплюються до поліпептидів та низькомолекулярних азотовмісних сполук. Ці зміни зумовлюють підвищення гомогенності фаршу та формування характерної однорідної структури. Поряд з цим проходить протилежно направлений процес вторинного структурування за рахунок агрегації білків на фоні зниження рН фаршу (діяльність молочнокислих бактерій) та його зневоднення. Вторинне структурування зумовлює зниження ступеня перетравленості білків травними ферментами.

Специфічний смак і аромат сироккопчених ковбас пояснюється, головним чином, наявністю карбонільних ($R_1\text{--CO--}R_2$) й сульфурумісних ($R\text{--SH}$) сполук, органічних кислот ($R\text{--COOH}$), спиртів ($R\text{--OH}$), етерів ($R_1\text{--O--}R_2$) та естерів ($R_1\text{--CO--O--}R_2$). Певну роль відіграє молочна кислота ($\text{CH}_3\text{--CH(OH)--COOH}$) як продукт ферментативного перетворення вуглеводів, а також пептиди, вільні амінокислоти та продукти гідролізу жиру.

Забарвлення сироккопчених і сиров'ялених ковбас визначається наявністю незруйнованих пігментів м'яса, зокрема нітритро- пігментів. Мікрококи фаршу здатні відновлювати нітрити, що інтенсифікують реакції кольороутворення.

У процесі тривалого сушіння продовжується селективний розвиток мікроорганізмів, що у поєднанні з іншими компонентами забезпечує підвищену

стійкість продукту до мікробіального псування. В умовах поступового зневоднення фаршу збільшується концентрація солі, знижується величини рН та суттєво змінюється кількісно-видовий склад мікрофлори. При цьому підвищується активність мікроорганізмів, які беруть участь у ферментативному гідролізі білків і ліпідів з утворенням смакоароматичних сполук.

ЛЕКЦІЯ 7

Біохімія субпродуктів та харчових жирів

План

1. Біохімія субпродуктів
2. Використання плазми та сироватки крові
3. Тканинні препарати з ендокринної сировини
4. Біохімія харчових жирів

ЛІТЕРАТУРА

1. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник. Біла Церква, 2014. –192 с.
2. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. Житомир. 2013.
3. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

1. Біохімія субпродуктів

Субпродукти – паренхіматозні органи і деякі інші частини тіла забійних сільськогосподарських тварин, що використовуються з харчовою метою. Залежно від харчових потреб і цінності субпродукти поділяють на дві категорії: I – печінка, серце, язик, нирки, м'ясні обрізки, мозок і діафрагма, а також вим'я і м'ясо- кістковий хвіст (для ВРХ), II – голова, кінцівки, м'ясо-кісткова частина хвоста (у свиней), ноги (кінцівки до зап'ястного і плечевого суглобів), губи і вуха, легені, трахеї ВРХ і свиней, селезінка, рубець, сичуг, книжка, свинячий шлунок тощо (табл.4). Високим вмістом води відзначаються нирки та рубець. Вим'я, голова та язик мають високий вміст ліпідів.

4.Хімічний склад субпродуктів великої рогатої худоби

Субпродукти	Вміст, %					Енергетична цінність, кДж/100 г
	вода	білок	ліпіди	екстрактивні речовини	зола	
Вим'я	72,6	12,3	13,7	0,6	0,8	724
Голова	67,8	18,1	12,5	0,9	0,7	474
Легені	77,5	15,2	4,7	1,6	1,0	431

Мозок	78,9	9,5	9,5	0,8	1,3	579
Печінка	72,9	17,0	3,1	5,3	1,3	410
Нирки	82,7	12,5	1,8	1,9	1,1	276
Рубець	80,0	14,8	4,2	0,5	0,5	406
Серце	79,0	15,0	3,0	1,0	1,0	364
Вуха	69,0	25,2	2,3	0,7	0,7	510
Хвіст	71,2	19,7	6,5	0,8	0,8	573
Язик	71,2	13,6	12,1	0,9	0,9	682

Для приготування кормового борошна використовують малоцінні за харчовою цінністю паренхіматозні органи й інші відходи туш овець і кіз – книжку, сітку, сичуг, вуха, путовий суглоб, трахею. До технічних субпродуктів відносять статеві органи, кишечник, роги, копита та інші частини тіла, непридатні для харчування. Вони використовуються для приготування кормового борошна, кишки – для виробництва ковбасних виробів, роги і копита (копитці) – прикрас, гудзиків й інших предметів.

Тканини печінки дуже багаті на вітаміни, особливо жиророзчинні – А, D, E, K, F і Q. Мозок характеризується значною кількістю фосфатидів. Печінка, нирки та серце мають значний вміст різних макро- і мікроелементів (табл.5).

5.Вміст мінеральних елементів у субпродуктах великої рогатої худоби

Субпродукти	Вміст, мг на 100 г				
	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Ферум
Вим'я	–	49,0	11,0	141,0	3,3
Губи	–	22,0	14,0	117,0	9,2
Легені	–	10,0	12,0	195,0	10,0
Печінка	330,0	5,0	18,0	340,0	9,0
Нирки	163,0	9,0	15,0	219,0	7,1
Рубець зачищений	–	15,0	14,0	85,0	3,0
Серце	–	5,0	22,0	212,0	7,0
Вуха очищені	–	22,0	11,0	65,0	–
Хвіст	–	7,0	19,0	162,0	4,5
Язик	–	7,0	19,0	162,0	5,0

Для хімічного складу субпродуктів характерні видові особливості. Хімічний склад субпродуктів із часом змінюється у результаті розвитку в них мікрофлори, що призводить до зміни реакції середовища (табл. 6). Зокрема, за бактеріоскопії доброякісних субпродуктів у полі зору виявляються поодинокі мікроорганізми, сумнівні за свіжістю – 20–50 мікроорганізмів, несвіжі – більше 50 мікроорганізмів.

6.Показники субпродуктів різної свіжості

Свіжість	Реакція середовища, pH			
	Печінка	Нирки	Серце	Легені
Свіжі	6,0–6,2	5,5–6,0	6,3	До 6,5
Сумнівної свіжості	5,8–6,0	6,0–6,2	6,35–6,40	6,5–6,6

Несвіжі	5,3–5,8	6,2–6,5	Більше 6,4	Більше 6,6
---------	---------	---------	------------	------------

Відношення триптофану, що характеризує наявність повноцінних білків, до оксипроліну, типовому для неповноцінних білків, ілюструє білково-якісний показник м'ясної сировини. Найбільш високим показником відрізняються мозок, печінка, серце, нирки, язик, низьким – решта субпродуктів, особливо діафрагма та вим'я (табл.7.).

7. Білково-якісний показник яловичини та субпродуктів

Продукти	Вміст амінокислот, % до білка		Білково-якісний показник
	триптофан	оксипролін	
Яловичина	1,26	0,27	4,667
Печінка	1,33	1,05	1,286
Серце	1,35	1,43	0,944
Нирки	1,41	1,84	0,707
Язик	1,04	1,66	0,627
Мозок	1,39	0,27	5,148
Діафрагма	0,75	27,03	0,027
Вим'я	0,83	33,04	0,024
Рубець	0,89	12,27	0,073
Легені	0,88	15,00	0,069
Селезінка	0,93	6,06	0,153
М'ясо голови	1,20	8,69	0,138

Субпродукти відрізняються за хімічним складом. Вони, крім цього, нерівнозначні за харчовою цінністю. Зокрема, внутрішні органи, які не виконують рухових функцій (печінка, легені, нирки, селезінка), містять мало м'язової тканини, багаті на сполучну тканину, судини, паренхіму. Органи, що виконують рухливі функції (серце, язик, діафрагма, шлунок), багаті на м'язову тканину і за хімічним складом нагадують м'ясо. Субпродукти відрізняються неоднаковою харчовою цінністю, яка визначається швидкістю перетравлення ферментами шлунково-кишкового тракту людини. Найбільш висока вона у білків печінки, селезінки, серця, легень, рубця, нирок, сичуга; середній ступінь перетравлення відмічено для білків язика, мозку, вим'я; найнижчий для білків діафрагми, губ і м'яса голови (табл.8).

8. Швидкість перетравлення білків м'яса та субпродуктів

Продукти	Швидкість перетравлення, од. оптичної щільності/г білка		
	Пепсин	Панкреатин	Загальне перетравлення
Яловичина	9,72	44,44	54,16
Печінка	9,80	40,10	49,90
Серце	20,90	32,34	53,24
Нирки	29,05	66,00	95,05
Язик	15,24	27,00	42,24
Мозок	5,42	37,34	42,76
Діафрагма	21,33	12,55	33,88
Вим'я	28,69	21,21	49,90
Рубець	24,03	32,83	56,86
Сичуг	26,01	58,40	84,41

Легені	30,26	40,06	70,32
Селезінка	43,36	59,31	102,67
М'ясо голови	18,22	13,90	32,12
Губи	15,22	14,84	30,06

Різні субпродукти відрізняються повноцінністю білків та інших складових частин. Зокрема, печінка містить у середньому 15,7 % повноцінних білків (в основному альбумінів і глобулінів), багата на білки, що містять у складі метали (особливо Ферум, Купрум) і лише близько 2 % колагену. У тканинах печінки високий вміст глікогену (5–8 %), вітамінів, екстрактивних речовин, мінеральних сполук, багатих на Фосфор, Кальцій та інші макро- і мікроелементи. Це дозволяє лікарям рекомендувати печінку як дієтичний харчовий продукт у разі лікування багатьох захворювань.

У тканинах нирок є до 11 % повноцінних білків, близько 2 % екстрактивних речовин. Склад амінокислот м'яса і м'язової тканини внутрішніх органів аналогічний, але останні містять набагато більше залишків лейцину, валіну і фенілаланіну у своїх білках і менше метіоніну, аргініну і гістидину. М'ясо язика має трохи менше повноцінних білків і більше колагену.

Мозок бідніший на білки, але має великий вміст фосфатидів, стеринів і стеридів та вищих ненасичених кислот. Тканини мозку містять макро- і мікроелементи (Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Йод та інші). Засвоюваність поживних речовин, що містяться у тканинах мозку, досягає 60 %.

Легені, як харчовий продукт, мають низьку поживну цінність. Тут є дуже мало повноцінних білків, багато колагену та еластину (близько 6 %). Інші субпродукти (хвости, кінцівки, вим'я, вуха, рубець тощо) мають низьку поживну цінність, адже 50–70 % їх білків представлені колагеном. Деякі субпродукти використовують для одержання ферментів, гормонів та інших важливих речовин. Із вилючкової залози одержують гормон тирозин, із тканин сичуга – фермент хімозин, зі свинячого шлунка – пепсин, із підшлункової залози – трипсин, хімотрипсин, ліпазу, гормони інсулін і глюкагон тощо.

2. Використання плазми та сироватки крові

Кров сільськогосподарських тварин використовується для виробництва харчової, лікарської, кормової та технічної продукції. Такий широкий спектр застосування зумовлений кількісними та якісними властивостями крові та вмістом фізіологічно активних сполук. Для переробки використовують кров від здорових тварин ВРХ та свиней. За амінокислотним складом не всі білки крові рівноцінні (табл. 9).

9. Амінокислотний склад білків крові

Амінокислота	Вміст, % до вмісту білка			
	фібриноген	гемоглобін	глобулін	альбумін
Фенілаланін	7,0	5,8	3,8	6,2
Триптофан	3,5	1,2	2,3	0,6
Тирозин	6,0	2,4	6,7	5,5
Аргінін	6,7	2,9	5,2	6,2

Гістидин	2,3	7,5	3,5	3,8
Лізин	9,0	7,5	6,2	12,4
Метіонін	2,6	1,6	1,0	1,3
Треонін	7,9	6,8	8,4	6,5
Лейцин	14,3	16,6	8,6	13,7
Ізолейцин	5,0	1,6	10,1	2,9
Валін	3,9	9,1	5,5	0,5
Аспарагінова кислота	11,9	7,7	4,7	3,1
Глутамінова кислота	13,8	5,6	6,8	7,7
Цистин	1,5	0,5	0,4	4,0

Кров є важливим джерелом незамінних амінокислот. Найбільш цінним білком за амінокислотним складом є фібриноген. У ньому багато фенілаланіну, лейцину, метіоніну, лізину, аспарагінової та глютамінової кислот. Використання стабілізованої крові дозволить отримувати білкові продукти високої харчової цінності.

Кров забійних тварин є джерелом багатьох вітамінів. За кількістю вітаміну А вона може використовуватися з лікувальною метою. Вміст ліпідів у крові незначний, проте вони тонко емульговані і добре засвоюються, а фосфоліпіди сприяють кращому засвоєнню їжі. В умовах м'ясокомбінатів цільну кров використовують для виробництва кров'яних виробів, зокрема, кров'яних ковбас, м'ясних хлібів, сальтисонів. У поєднанні з білками молока кров є компонентом ковбас.

Плазму і сироватку крові використовують у ковбасному виробництві для виготовлення світлого харчового альбуміну. У кондитерській та хлібопекарській промисловості таким альбуміном замінюють яєчний білок у виготовленні різних видів тіста. Від однієї корови масою 300 кг можна отримати 15 кг сироватки, що замінює 240 курячих яєць. З такою метою найбільш бажано використовувати плазму, оскільки вона містить велику кількість повноцінних білків. Фібрин застосовують для отримання гідролізату з метою заміни білків м'яса у виготовленні бульйонних кубиків.

Медичні препарати виготовляють із цільної крові, фракцій формених елементів, плазми та сироватки. Кров тварин (в основному коней) є сировиною для виготовлення імуноглобулінів. Із фракцій формених елементів виробляють гемостимулін, амінопептид, гідролізін Л-103, БК-8, гематоген тощо. За кількістю тваринних білків гематоген у 4 рази перевищує м'ясо та у 5 разів сир та яйця.

Видалений з крові фібрин використовують для виробництва гідролізатів, фібринових плівок (пластичний матеріал, що застосовують у разі опіків), лікарських засобів ("Актовегін", "Антиретикулярна цитотоксична сироватка", "Танальбін", "Фібриносол", "Симпатомітин") живильних мікробіологічних середовищ, пептонів. Із сухої крові отримують активоване вугілля (речовина, що добре адсорбує гази та розчинені сполуки). Кров, яка використовується для медичних препаратів, стабілізується чи дефібрується у спеціальних дефібринаторах.

Технічну кров переробляють на кормове борошно, яке є цінним білковим кормом у раціоні свиней та птиці. Кров'яне борошно краще рибного, оскільки під

час згодовування не спостерігається негативних смакових змін у м'ясі та жирі тварин і птиці, що спостерігається за додавання рибного борошна.

Чорний альбумін застосовують для виробництва фанерного клею, світлий – у поліграфічній і текстильній промисловості. Кров також застосовують для виробництва піноутворювачів для вогнегасників.

3. Тканинні препарати з ендокринної сировини

Ендокринна сировина – залози внутрішньої та зовнішньої секреції, шлунки свиней, сичуги, плацента, панти тощо. Залози внутрішньої секреції (ендокринні залози) продукують гормони, які надходять безпосередньо у кров та лімфу, мають регулюючий вплив на всі види обміну, а їх діяльність контролюється нервовою системою. Гормони проявляють короточасну дію і швидко руйнуються. Зазвичай вони не мають видової специфічності. В організмі тварин за добу синтезується декілька міліграмів гормонів. До залоз внутрішньої секреції відносять: гіпофіз, епіфіз, тимус, щитоподібну, прищитоподібну, надниркові й підшлункову залози. Крім того, у самок залозами внутрішньої секреції є фолікули й жовте тіло яєчника, а у самців – інтерстиціальні тканини сім'яників.

Ендокринні залози мають паренхіматозну будову й розміщуються групами, що зумовлено різним їх походженням.

За характером дії гормони поділяють на *пускові* (гормони гіпоталамуса) і *гормони-виконавці*. За біологічними функціями: гормони, що регулюють обмін вуглеводів, жирів, білків (інсулін, глюкагон, глюкостероїди, адреналін); гормони, що регулюють водно-сольовий обмін (альдостерон, вазопресин); гормони, що регулюють обмін Кальцію та фосфатів (паратгормон, кальцитонін); гормони, що відповідають за репродуктивну функцію (андрогени, естрогени, прогестерон, гонадотропні гормони, пролактин); гормони, що регулюють функції периферичних ендокринних залоз (гормони гіпоталамуса й гіпофіза). Після забою тварин в ендокринних залозах відбувається інтенсивний процес автолізу пов'язаний, передусім, з протеолітичним розпадом білкових структур. При цьому гормони білкової природи втрачають біологічну активність. Адреналін за дії ультрафіолетового опромінення легко окиснюється.

Головною умовою правильної організації відбору ендокринної сировини є швидке взяття її із туші та дотримання умов, які усувають процеси забруднення та інфікування. За потреби сировину необхідно швидко заморозити, або піддати ліофілізації чи консервуванню (спирт, ацетон, хлорид натрію). Вибір консерванту визначається природою гормону та характером подальшої переробки.

Щитоподібна залоза використовується для одержання тиреоїдних гормонів – тиреоглобуліну, тироксину та трийодтироніну. Тиреоглобулін – йодумісний білок (0,6 % йоду), утворюється у клітинах епітелію та депонується у колоїді фолікула. Молекулярна маса близько 700 тис. Молекула складається із 10 поліпептидних ланцюгів, що містять 576 залишків амінокислот. Тироксин та трийодтиронін є похідними амінокислоти тирозину.

Введення молодняку тварин препаратів тимусу підвищує їх резистентність, стимулює гуморальний та клітинний імунітет, збільшує приріст маси.

Підшлункова залоза, а саме її ендокринна паренхіма (острівці Лангерганса), продукує ряд гормонів пептидної природи. Синтез та секреція відбуваються у різних типах клітин: А (α)-клітини (глюкагон), В (β)-клітини (інсулін), Д (δ)-клітини (соматостатин), F-клітини (панкреатичний поліпептид). Гормони підшлункової залози регулюють вуглеводний, ліпідний, білковий та нуклеїновий обміни. Найбільш вивченим є інсулін, який необхідний для утилізації глюкози, синтезу глікогену та білків у тканинах. Він гальмує виведення жирів із жирових депо, прискорює метаболізм глюкози у жири, посилює синтез вищих жирних кислот. Молекула інсуліну складається із двох поліпептидних ланцюгів: А (21 амінокислотний залишок) і В (30 амінокислотних залишків).

За гіпофункції залози спостерігається нестача інсуліну, сповільнюється синтез глікогену у печінці й інших тканинах, що призводить до підвищеного вмісту цукру в крові (*гіперглікемія*) та появи цукру в сечі (*глюкозурія*). Виникає цукровий діабет.

Препарати інсуліну з пролонгованою дією одержують за утворення комплексу інсуліну з білками. Інсулін – перший гормон, який одержаний біотехнологічним методом, шляхом трансплантації гена в мікробіальну клітину.

Глюкагон – антагоніст інсуліну, стимулює процеси розпаду глікогену, що проявляється гіперглікемією. За хімічною будовою – це поліпептид із 29 амінокислот. Глюкагон збільшує кількість глюкозо-1-фосфату та глюкозо-6-фосфату, що свідчить про активацію фосфорилазної системи. Застосовують у лікуванні хвороб, що спричиняють дегенерацію α -клітин. Доза 0,7 мкг/кг живої маси збільшує вміст глюкози в крові на 50 %. За підвищеної продукції глюкагону для його інактивації застосовують препарати бутаміду і надизану.

Ліпокаїн – гормон, що виробляється в епітелії дрібних протоків підшлункової залози, регулює обмін ліпідів у печінці способом активації речовин для утворення фосфоліпідів. Ліпокаїн використовується за гіперкетонемії та гепатитів (запалення печінки). Застосовують його разом з інсуліном для лікування цукрового діабету, жирової дистрофії і цирозу печінки, атеросклерозу тощо.

Наднирники – парні залози, які містять коркову та мозкову речовини. У *корі наднирників* синтезуються глюкокортикоїди та мінералокортикоїди. Найбільш активними глюкокортикоїдами є кортикостерон, гідрокортизон і кортизон.

Глюкокортикоїди впливають на білковий, вуглеводний та ліпідний обміни. За їх дії активізується розпад білків та гальмується їх синтез. Амінокислоти, які не використані для синтезу білків, можуть витрачатися для синтезу вуглеводів, внаслідок чого збільшується вміст глікогену у печінці та м'язах. Глюкокортикоїди також сприяють посиленню всмоктування вуглеводів у кишечнику та зменшенню використання їх м'язами. Введення цих гормонів за аддісонової (бронзової) хвороби усуває гіпоглікемію і гіполіпемію та нормалізує всмоктування продуктів гідролізу жирів.

Мінералокортикоїди сприяють підтримці певного вмісту електролітів у крові. Альдостерон сприяє регуляції реабсорбції нирковими каналцями іонів

Натрію та активної секреції Калію. В регуляції водно-сольового обміну він є синергістом вазопресину.

Із кори наднирників забитих тварин одержують препарат кортин, який є сумішшю гормонів. Його використання усуває патологічні зміни, які спостерігаються за бронзової хвороби: м'язову та психічну слабкість, порушення обміну Na^+ і K^+ , нормалізує обмін білків, вуглеводів та пігментів. Нині значну кількість гормонів кори наднирників одержують синтетичним шляхом, що значно розширило можливості їх використання.

У мозковій речовині наднирників синтезується адреналін та норадреналін, які є похідними діоксибензолу.

Адреналін – гормон короткочасної дії, тому наднирники безперервно виділяють незначні його кількості. За нервового збудження адреналін активно “викидається” у кров. Фізіологічна дія адреналіну різнобічна. За його дії посилюється серцева діяльність, розширюються судини серця, скорочуються периферійні судини, внаслідок чого різко підвищується кров'яний тиск. Цей гормон підвищує вміст глюкози у крові та знижує кількість глікогену у печінці.

Норадреналін також діє на серцево-судинну систему, проте, на відміну від адреналіну, він не прискорює пульс і не підсилює утилізацію тканинами кисню. Норадреналін виконує також роль синаптичних медіаторів.

Препарати адреналіну одержують із подрібнених тканин залози шляхом екстракції. Аналоги адреналіну одержують синтетичним способом. У медичній практиці застосовують у випадках падіння кров'яного тиску, за кровотеч, у разі деяких інфекційних захворювань, пневмонії, бронхіальної астми.

Статеві гормони самців (*андрогени*) – синтезуються переважно в сім'яниках, деяка частина – в яєчниках та корі наднирників. Найбільша кількість гормонів міститься у спермі. Усі андрогени є похідними циклопентанпергідрофенантрени. Найбільше значення мають андростерон, дегідроандростерон, тестостерон та їх синтетичний аналог метилтестостерон.

Андрогени впливають на білковий, мінеральний та ліпідний обміни, підвищують концентрацію ліпідів у крові, вміст фосфо- та сірковмісних сполук, а також Na , K , Ca . Андрогени стимулюють біосинтез білка в м'язовій тканині. Виділення гормонів порушується у разі травм, пухлин сім'яників, інфекцій тощо. До патології відносять гіпогонадотизм (нестача продукції гормонів) та гіпергонадотизм (надмірна продукція гормонів).

Препарати андрогенів одержують із сім'яників статевозрілої великої та дрібної рогатої худоби. Препарати застосовують за недостатньої чоловічої статевої функції, за імпотенції, недорозвиненості сім'яників та інших розладах. У тваринництві, з метою переорієнтації обміну речовин на відкладання надлишкової кількості жиру, здійснюють кастрацію.

Статеві гормони самок (*естрогени*) – синтезуються в яєчниках, плаценті та частково в корі наднирників і сім'яниках. Їх поділяють на п'ять груп: естрогени, гестагени, релаксин, андрогени та гормони плаценти. Основна їх дія – стимуляція росту та дозрівання органів розмноження самок, підтримка їх здатності до розмноження, а також розвиток вторинних статевих ознак. Естрогени мають чітко

виражену дію, викликають проліферацію тканин матки, при цьому активізують всі види обміну, прискорюють ділення клітин.

Естрогени мають виражену ліпотропну дію. Основними гормонами є естрон (фолікулін), естріол, естрадіол. До гормонів жовтого тіла відносять релаксин та прогестерон.

У плаценті виробляється хоріонгонадотропін, який за хімічною природою є глікопротеїдом.

Препарати статевих гормонів самок одержують з яєчників забитих тварин. Як гормональну сировину використовують плаценту тільних корів разом з котиледонами (корункулами) – характерними утвореннями слизової оболонки тіла і рогів матки. Для промислового одержання фолікуліну використовують сечу жеребних кобил.

Особливе місце серед статевих гормонів самок належить синестролу, який застосовується для боротьби з безпліддям, лікування ендометритів.

Препарати естрогенів використовують для регуляції функції статевих залоз самок.

Гіпофіз – одна із найважливіших залоз внутрішньої секреції, яка регулює різні види обміну речовин. Складається із трьох часток: передньої (аденогіпофіз), середньої та задньої (нейрогіпофіз).

Гормони передньої частки гіпофіза – соматотропін (СТГ, гормон росту), кортикотропін (адренкортикотропний гормон, АКТГ), пролактин, тиреотропний гормон (ТТГ, тиреотропін), фолікулостимулювальний гормон (ФСГ, фолітропін), лютеїнізуючий гормон (ЛГ, лютропін).

Соматотропін посідає особливе місце серед гормонів цієї групи. За хімічною природою – це білок, який має яскраво виражену видову специфічність. Молекулярна маса, а звідси і кількість амінокислотних залишків у різних видів тварин різна. Так, у ВРХ молекулярна маса гормону становить 45 тис., у вівці – 48, у свиней – 420, у людини – 27,1 тис. Активізує всі види обміну, стимулює ріст кісток та м'язів, підвищує ліполіз.

Препарати соматотропіну забійних тварин неефективні у терапії хвороб людини, оскільки мають іншу структуру. За введення СТГ тваринам того ж виду прискорюється швидкість синтезу білка та інтенсивність обміну ліпідів.

Адренкортикотропний гормон (АКТГ) стимулює кору надниркових залоз, діє на синтез та секрецію кортикостероїдів. Молекула є пептидом, що містить залишки 39 амінокислот. Введення препаратів АКТГ змінює білковий, ліпідний та вуглеводний обміни, у великих дозах викликає зміни у водно- сольовому обміні. Застосовують за недостатності кори надниркових залоз, лікування ревматизму, подагри, поліартриту, екзем, алергій тощо.

Пролактин – гормон білкової природи, стимулює проліферацію та утворення основних компонентів молока у молочній залозі. Застосовується за зниженої секреції молочної залози у післяпологовий період.

Тиреотропін діє на щитоподібну залозу. Стимулює синтез та секрецію тиреоїдних гормонів. Належить до глікопротеїдів. Застосовується у лікуванні захворювань щитоподібної залози.

Фолікулостимулювальний гормон (ФСГ) у самок діє на яєчники, стимулює розвиток фолікулів, секрецію естрогенів та овуляцію яйцеклітини. У самців стимулює розвиток сім'явидних протоків, активує сперматогенез. Препарати ФСГ різних тварин відрізняються за імунобіологічними властивостями.

Лютеїнізуючий гормон стимулює інтерстиціальні клітини, впливає на перетворення фолікула у жовте тіло, стимулює синтез та секрецію прогестерону. У самців стимулює синтез та секрецію андрогенів. Препарати ЛГ одержують з овечих та свинячих гіпофізів, причому у залозах овець гормону міститься більше, ніж у свиней. У гіпофізах ВРХ гормон малоактивний.

У проміжній частці гіпофіза утворюються меланоцит-стимулюючі гормони, які діють на меланофорні клітини та стимулюють утворення пігменту меланіну. Із екстрактів гіпофізів

ВРХ та свиней одержують інтермедин, який застосовують для лікування пігментної дегенерації сітківки ока.

Із задньої частки гіпофіза виділено два нонапептиди – вазопресин та окситоцин. Вазопресин (антидіуретичний гормон) діє на ниркові канальці, сприяє звуженню судин, підвищує кров'яний тиск, стимулює реабсорбцію води. Окситоцин діє на гладенькі м'язи матки та молочної залози. Стимулює скорочення матки та виділення молока. Препарат пітуїтрин – очищений екстракт, що містить вазопресин та окситоцин, одержують із задньої частки гіпофіза тварин. Він входить до складу маммофізину, який застосовують в акушерстві.

4. Біохімія харчових жирів

Харчовими жирами називають групу харчових продуктів – рослинні олії, тваринні топлєні жири, маргарин, вершкове масло, жири для кулінарії, кондитерської та хлібопекарної промисловості.

Тваринні жири поділяють на дві групи: жири наземних тварин та жири морських тварин і риб.

До складу жирів наземних тварин входять тригліцериди насичених жирних кислот (40-60% від загального вмісту жирних кислот), ненасичених кислот, а також (найчастіше) поліненасичена олеїнова кислота.

Жирнокислотний склад жирів морських тварин і риб є іншим – у ньому цілком переважають поліненасичені жирні кислоти (до 70-80%), які є важливими біологічно-активними речовинами.

Тваринні топлєні жири

До групи "жирів тваринних топлєних" належать жири наземних тварин.

Найбільш широко використовують яловичий, свинячий, баранячий жири.

Сировиною для виробництва тваринних топлєних жирів є жирова тканина (жир-сирець) та кістки великої рогатої худоби, свиней, овець, сільськогосподарської птиці. Якість жиру-сирцю залежить від вгодованості та віку тварини. Вихід жиру-сирцю коливається у межах 0,4-7% живої маси тварини.

Жир-сирець поділяють на дві групи:

– І група – підшкірний, навколонишковий, навколосерцевий, обрізки

свіжого сала тощо (з цієї групи витоплюється більше жиру в/с);

– II група – жир шлунку, кишковий, жирові обрізки тощо.

Витоплення здійснюється на спеціальному обладнанні мокрим і сухим способами. *Мокрий спосіб* – сировина постійно контактує з водою або парою, внаслідок чого утворюються жир топлений, бульйон, шквара. Під час *сухого способу витоплювання* сировина контактує з нагрітою поверхнею апарату, внаслідок чого утворюються жир і шквара. Для одержання жиру з кісток, сировину сортують, промивають, подрібнюють і витоплюють з неї жир під впливом пари, тиску, струму високої частоти і т.п.

Одержані тваринні топлені жири відокремлюють від шквари, бульйону, вільних жирних кислот та ін. домішок відстоюванням, фільтруванням, сепаруванням, нейтралізацією. Деколи для збереження харчової цінності жирів і підвищення стійкості до зберігання, їх обробляють антиокислювачами.

На якість готового жиру впливає температура його витоплювання. Так, жири вищого сорту отримують за температури 65-70°C. Друга фаза витоплювання за температури 75-95°C дає жир I сорту. Залишковий жир зі шквари витоплюють в автоклавах за температури майже 120°C та тиску 0,20-0,22 МПа. Так отримують жири низької якості: збірний або технічний.

За біологічною цінністю тваринні топлені жири поступаються оліям. Це зумовлено меншим вмістом: поліненасичених жирних кислот; вітаміну Е; вітаміну А; відсутністю фосфоліпідів (лецитин); меншою засвоюваністю (73-65%, проти 95-98%-ної засвоюваності олій).

Серед тваринних топлених жирів найвищу біологічну цінність має свинячий жир, оскільки він містить більше незамінної лінолевої кислоти, вітаміну Е, має найнижчу температуру топлення й засвоюється на 96%.

Свинячий жир – єдиний з усіх тваринних жирів є наближеним до "ідеальної формули жирів", збалансованість жирнокислотного складу у якій складає 70%:30% ненасичених та насичених кислот, відповідно. Найгірше засвоюється яловичий (84%) та баранячий (73%) жири. Температура плавлення яловичого жиру – 40...51°C, баранячого – 44-45°C.

Нестача або надлишок жирів є практично однаково небезпечними для організму людини. За низького вмісту жиру в раціоні, особливо у людей з порушеним обміном речовин, спочатку з'являється сухість і гнійничкові захворювання шкіри, потім настає випадання волосся і порушення травлення, знижується опірність організму до інфекцій, порушується обмін вітамінів.

Тривале обмеження жирів у харчуванні або систематичне використання жирів зі зниженим вмістом необхідних компонентів, в тому числі і вершкового масла призводить до відхилень у фізіологічному стані організму: порушується діяльність нервової системи, знижується стійкість організму до інфекцій, скорочується тривалість життя.

Але і надмірне споживання жирів є небажаним, воно призводить до ожиріння, серцево-судинним захворюванням, передчасного старіння, атеросклерозу, розвитку жовчнокам'яної хвороби, виникненню злоякісних новоутворень у молочних, статевих залозах, прямій кишці тощо.

Так, за надмірного споживання жирів відбувається їх накопичення в крові, печінці і інших тканинах і органах. Кров стає в'язкою, підвищується її здатність до зсідання, що призводить до закупорки кровоносних судин, виникає атеросклероз. Надлишок жиру призводить також до ожиріння.

Незалежно від технологічних режимів переробки і зберігання, а також виду жиру в них проходять однотипні зміни, що зводяться до гідролізу і окиснення. Ці процеси відбуваються за схемою, представленою на рисунку 1.

Переважає в жирі гідролітичний або окиснювальний процес залежить від температури, наявності кисню, світла, води, тривалості нагрівання, присутності речовин, що прискорюють або уповільнюють ці процеси. Тому основні способи теплової обробки жиромісних продуктів і жирів (варіння, смаження) розрізняються за ступенем і характером дії на жир. Під час варіння переважають гідролітичні процеси, а в процесі смаження – окиснювальні. У будь-якому випадку якість жиру оцінюють за кислотним, пероксидним, ацетиловим числами, вмістом альдегідів, кетонів та інших сполук.

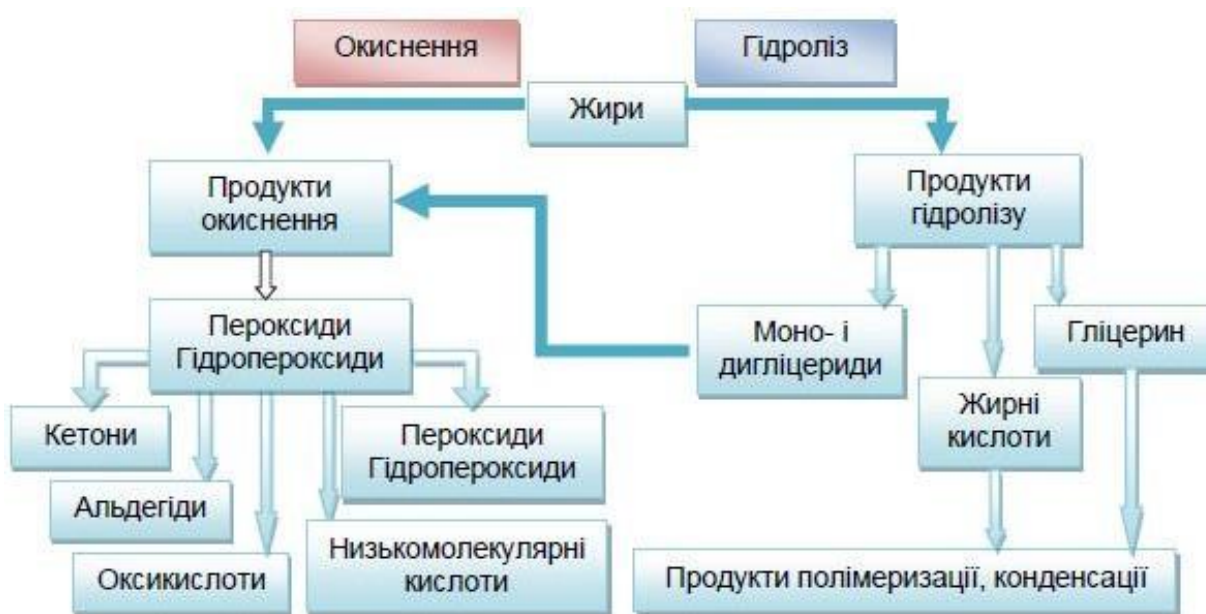


Рисунок 1 – Схема перетворення жирів

Гідролітичне розщеплення жирів

Гідролітичне розщеплення жирів відбувається за обов'язкової участі води і може бути як *ферментативним*, так і *неферментативним*. У тканинних жирах, жирі-сирці (внутрішній жир), жирі м'яса, жирі сирокочених продуктів і т.п. під впливом тканинних ліпаз спостерігається гідроліз ацилгліцеринів, що супроводжується накопиченням жирних кислот і, як наслідок, підвищенням кислотного числа. Швидкість і глибина гідролізу жиру залежать від температури: процес ферментативного каталізу значно прискорюється за температури вище 20°C; зниження температури уповільнює процес гідролізу.

За несприятливих умов (волога, підвищена температура) може статися

гідролітичне псування жирів, спричинене не лише дією ферментів, але і інших чинників: кислот, лугів, оксидів металів й інших неорганічних каталізаторів, а також ферментів мікроорганізмів.

У топлених жирах *автолітичного (ферментативного)* розщеплення жирів не спостерігається, оскільки в процесі витоплення за температури близько 60°C ліпаза, що міститься в жировій тканині, інактивується. Гідролітичне псування топленого жиру відбувається за наявності вологи, в результаті обсіменіння мікрофлорою, неповній денатурації білків під час витоплення жиру з жирової тканини або під впливом каталізаторів.

Окислювальні процеси в жирах

Розрізняють *автоокиснення* і *термічне* окиснення жирів. *Автоокиснення жирів* проходить за низьких температур у присутності газоподібного кисню. *Термічне окиснення* відбувається за температури 140-200°C. Між термічним і автоокисненням є багато спільного, проте склад продуктів, що утворюються, дещо відрізняється.

Продукти, що утворюються за автоокиснення і термоокиснення поділяються на три групи:

1) продукти окиснювальної деструкції жирних кислот, в результаті якої утворюються речовини з укороченим ланцюгом;

2) продукти ізомеризації, а також окиснені ацилгліцерини, які містять ту ж кількість вуглецевих атомів, що і початкові ацилгліцерини, але відрізняються від останніх наявністю у вуглеводневих частинах молекул жирних кислот нових функціональних груп, що містять Оксиген.

3) продукти окиснення, що містять полімеризовані або конденсовані жирні кислоти, в яких можуть знаходитися і нові функціональні групи, що мають у своєму складі Оксиген.

Крім того, продукти окиснення поділяють на термостійкі і нетермостійкі.

Жири і олії, особливо ті, що містять радикали ненасичених жирних кислот, окиснюються киснем повітря. Першими продуктами окиснення є різноманітні за будовою гідропероксиди. Вони отримали назву первинних продуктів окиснення.

Переважає окиснюється група $-\text{CH}_2-$, яка з'єднана з подвійним зв'язком (α -положення), а з найбільшою швидкістю – розташовані між двома подвійними зв'язками.

За глибокого окиснення жирів можливе утворення циклічних пероксидів та епоксидних сполук.

Вміст пероксидних сполук в жирі оцінюють за величиною пероксидного числа. Це досить чутливий показник, і за його значенням роблять висновок про початок і глибину окиснення жиру. У свіжому жирі пероксидів немає. На початкових стадіях окиснення впродовж деякого часу хімічні і органолептичні показники жиру майже не змінюються. Цей період, що має різну тривалість, називається індукційним. Після індукційного періоду жир починає псуватися. Виявити це можна за збільшенням пероксидного числа і зміною органолептичних властивостей жиру.

Наявність індукційного періоду пояснюється тим, що на початку процесу молекул з підвищеною кінетичною енергією (збуджених або вільних радикалів) дуже мало. Зумовлено це також вмістом в жирі природних антиокисників: каротиноїдів, токоферолів, лецитинів, які активніше взаємодіють з вільними радикалами і з киснем повітря і тим самим перешкоджають окисленню жирів. Тривалість індукційного періоду залежить від концентрації антиокисників, природи жиру і умов переробки і зберігання. Тваринні жири, у складі яких менше ненасичених жирних кислот, є стійкішими, ніж рослинні.

Процес автоокиснення жирів значно прискорюється за наявності вологи, світла і каталізаторів. Такими каталізаторами можуть бути легкоокиснювальні метали (оксиди або солі Феруму, Купруму, Плюмбуму, Стануму), а також органічні сполуки, що містять Ферум, білки, гемоглобін, цитохроми й інші.

Каталітична дія металів пов'язана з їх здатністю легко приєднувати або віддавати електрони, що призводить до утворення вільних радикалів з гідропероксидів жирних кислот. Активними каталізаторами є ферменти, головним чином ферменти мікроорганізмів. Тому забруднення жирів, особливо бактеріальне обсіменіння, прискорює процес окислення жирів.

Пероксиди і гідропероксиди є нестійкими сполуками тому відбувається їх розпад з утворенням вільних радикалів. В результаті їх подальших складних перетворень утворюються вторинні продукти окиснення: окси- і епоксисполуки, спирти, альдегіди, кетони, кислоти та їх похідні з вуглеводневим ланцюгом різної довжини. Утворення вторинних продуктів окиснення може супроводжуватись розривом вуглеводневого радикалу.

Під час окиснення жирів виявлений ряд альдегідів, що є продуктами розпаду ланцюга жирних кислот: ноніловий, азолаїновий, гептиловий, малоновий. Подальше перетворення низькомолекулярних альдегідів призводить до появи низькомолекулярних спиртів, жирних кислот і до нового розгалуження окислювального ланцюга.

Кетони, як і альдегіди, утворюються окислювальним шляхом в результаті подальших перетворень пероксидів, наприклад, в результаті їх дегідратації.

Великий вплив на швидкість окиснення мають антиокисники (інгібітори) – речовини, додавання яких призводить до обриву ланцюга окиснення. Активні радикали, які ініціюють процес окиснення, утворюють стабільні радикали, які не приймають участі в цьому процесі:

Серед антиоксидантів найбільше значення мають сполуки фенольної природи: іонол, пропілгалати. Із природних антиокисників найбільше значення належить токоферолам, сезамолу (кунжутне масло), госиполу (бавовняна олія).

В результаті введення антиоксидантів в кількості 0,01% стійкість жирів до окиснення зростає в 10-15 раз.

Активність і тривалість дії антиоксидантів зростає за присутності синергістів (от грец. *synergo's* – той, що діє разом). Дія синергістів може бути зумовлена рядом причин, головна з них – здатність дезактивувати іони металів змінної

валентності (Pb, Cu, Co, Mn, Fe і т. д.), які відіграють роль каталізаторів окиснення. Застосування в якості комплексонів знайшли лимона і аскорбінова кислоти. Синергістами є фосфоліпіди.

Швидкість окиснення жирів зменшується за пониження вмісту кисню в навколишньому середовищі. На цьому заснований спосіб зберігання олій і жирів в середовищі зі зниженим вмістом кисню (наприклад, в середовищі з підвищеним вмістом азоту). Окиснення жирів прискорюється з підвищенням температури зберігання і під впливом світлової енергії. Іони перехідних металів – Феруму, Купруму, Мангану та інших – можуть бути як каталізаторами, так й інгібіторами процесу автоокиснення жирів

Псування жирів: згіркнення та осалювання

За окиснення жирів втрачається природне забарвлення; специфічний смак і запах продукту; з'являється сторонній, іноді неприємний присмак, аромат; втрачається біологічна цінність.

Первинні продукти окиснення – пероксиди – органолептично не можна виявити, проте, за їх вмістом можна зробити висновок про глибину псування жиру, придатність його для тривалого зберігання і споживання.

Вторинні продукти окиснення погіршують органолептичні показники жиру. Розрізняють два основні види псування жиру – згіркнення і осалювання.

Згіркнення відбувається в результаті накопичення в жирах низькомолекулярних продуктів: альдегідів, кетонів, низькомолекулярних жирних кислот. В цьому випадку жир набуває згірклого смаку і різкого, неприємного запаху. Згіркнення жирів може відбуватися внаслідок хімічних і біохімічних процесів.

В процесі *хімічного згіркнення*, що відбувається в жирах під дією кисню повітря, накопичуються вільні жирні кислоти, іноді низькомолекулярні, не властиві цьому жиру, збільшується пероксидне число, утворюються леткі карбонільні сполуки (альдегіди і кетони). Саме ці сполуки надають запах згірклості жиру.

В процесі *біохімічного згіркнення*, що відбувається за участі ферментів плісняви, утворюються кетокислоти і метилалкілкетони в результаті β - окиснення вільних жирних кислот, що утворюються під час гідролізу під впливом ліпаз. В результаті чого з кислот утворюється кетон, що містить на один атом вуглецю менше, ніж в початковій кислоті: з капронової – метилпропілкетон, каприноюю – метилгептилкетон, лауриноюю – метилнонілкетон і т.д. Кетонне згіркнення іноді називають "духмяним згіркненням" у зв'язку зі своєрідним запахом продуктів окиснювального псування.

Осалювання жирів супроводжується зникненням забарвлення, ущільненням жиру і появою сальної консистенції в результаті окислювальних змін жиру. Під час осалювання утворюється значна кількість окисполук в результаті розпаду на світлі первинних органічних пероксидів і появи вільних

радикалів $\cdot \text{OH}$ і $\text{HO}\cdot$ за фотохімічної дії на жир. Радикали, що виникають взаємодіють з молекулами жирних кислот з утворенням окисикислот. Кількість їх визначають за ацетиловим числом, яке зростає зі збільшенням кількості оксигруп.

Окисикислоти, що утворилися, залучаються до процесу полімеризації, внаслідок

чого утворюються високомолекулярні сполуки і жир набуває характерної сальної мазеподібної консистенції. Жир, що засалився, характеризується також специфічним неприємним запахом і смаком.

Зміна забарвлення жирів пов'язана з руйнуванням каротиноїдів, яке настає до початку окиснювальних змін. Жир, що знебарвлюється, інколи набуває зеленуватого забарвлення, змінюється його спектр поглинання. Ці зміни каротиноїдів дозволяють виявити окиснювальні зміни жирів на ранніх стадіях. Відбувається також і розпад токоферолів.

Найбільш інтенсивно окиснювальне псування відбувається за тривалого нагрівання жирів за високих температур 180°C...300°C. Таке нагрівання супроводжується зниженням вмісту ненасичених жирних кислот і накопиченням пероксидів, карбонільних сполук, летких кислот і продуктів сополімеризації.

Термічне розкладання жирів

За температури понад 200°C може статися термічне розкладання жиру з виділенням диму (піроліз). Температура, за якої починається виділення диму, називається температурою (або точкою) димоутворення, або піролізу. На величину цієї температури впливає природа жиру, вміст вільних жирних кислот, матеріал і розмір посуду, наявність металів й інші чинники. Наприклад, збільшення у свинячому жирі вмісту вільних жирних кислот з 0,02 до 0,81% зменшує температуру піролізу з 221 до 150°C. Залізо і мідь каталізують піроліз жиру.

Продукти піролізу погіршують колір жиру під час смаження харчових продуктів. Потемніння жиру відбувається за рахунок забруднення його речовинами пірогенетичного розпаду, дрібних частинок, що утворюються в процесі обвуглювання, реакцій меланоїдиноутворення і карамелізації, а також накопичення темнозабарвлених продуктів окислення самого жиру.

Зміна запаху жиру за тривалого смаження продуктів викликана утворенням акролеїну. Карбонільні сполуки, що утворюються під час смаження, містять 3, 5, 7 атомів вуглецю, погіршують запах і смак жиру, а ті, що містять 4, 6, 10, 12 атомів вуглецю надають жиру приємний запах смаженого.

ЛЕКЦІЯ 8

Біохімія ковбасних виробів і м'ясних консервів

План

1. Класифікація, хімічний склад та технологічні особливості виробництва ковбасних виробів.
2. Біохімічний склад та технологічні властивості м'ясних консервів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник. Біла Церква, 2014. –192 с.

2. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. Житомир. 2013.

3. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

Ковбасні вироби - це продукти з м'ясного фаршу з сіллю і спеціями, в оболонці або без неї, піддані термічній обробці або ферментації до готовності до споживання.

Ковбасні вироби класифікують за такими ознаками:

- за видом сировини: на м'ясні, кров'яні, субпродуктові, комбіновані;
- за видом м'яса: яловичі, свинячі, баранячі, кінські, з м'яса інших тварин, птиці, кроликів, а також з суміші двох, трьох і більше видів основної сировини;
- за особливостями технології: варені ковбасні вироби (варені ковбаси, сосиски і сардельки, фаршировані, ліверні, сальтисони, холодці), запечені (м'ясні хліби, паштети), напівкопчені, варено-копчені, сирокоччені, сиров'ялені;
- за якістю сировини: вищий, перший, другий і третій сорт;
- за видами оболонки: в оболонках природних, штучних і без оболонки (м'ясні хліби);
- за рисунком на розрізі: з однорідною структурою фаршу і з включенням шматків сала, язика, грубо подрібнених м'язової і жирової тканини;
- за призначенням: вироби для загального споживання і для дитячого та дієтичного харчування;
- за способом випуску в реалізацію: звичайні, порційні і сервірувального нарізання.

Сировина та підготовка сировини для виробництва ковбас. Сировина має вирішальне значення у формуванні споживчих властивостей і асортименту ковбасних виробів.

Основну частку в ковбасному виробництві займає яловичина та свинина. **Яловичина** слугує зв'язувальною основою ковбасного фаршу, підсилює забарвлення ковбас, її азотисті екстрактивні речовини поліпшують смак виробів. М'язова тканина яловичини має високу вологу поглинальну і вологоутримувальну здатність і, відповідно, забезпечує щільну і соковиту консистенцію ковбас.

Свинина поліпшує органолептичні властивості ковбас. Жирова тканина свинини в помірній кількості поліпшує соковитість і ніжність продуктів.

Молочні продукти (молоко питне, сухе, масло вершкове, вершки, сир, білкові концентрати та ін.) підвищують поживні властивості і засвоюваність ковбас.

Яєчні продукти використовують для деяких видів ковбас для підвищення їхніх споживчих властивостей і збільшення зв'язуваності фаршу.

Матеріали для соління містять сіль, нітрит натрію, цукор та ін. Ковбасні оболонки забезпечують певну форму, стійкість щодо дії мікроорганізмів, до забруднення, втрат вологи, впливу кисню повітря. Використовують природні

(кишки, сечовий міхур, стравохід, шлунок) і штучні оболонки (целофанові, віскозні, білкові), а також синтетичні.

До підготовки сировини для виробництва ковбас належать обвалювання, жилування, сортування, попереднє подрібнення і соління м'яса.

Обвалювання передбачає відділення м'яса від кісток.

Жилування - це відділення від м'язової тканини сухожиль, жиру і кровоносних судин.

Сортування мяса здійснюють залежно від вмісту в ньому сполучної і жирової тканини. За цією ознакою яловичину ділять на вищий, перший і другий сорти.

Свинину залежно від вмісту жиру ділять на нежирну, напівжирну, і жирну.

Попереднє подрібнення і соління прискорює процес дозрівання мяса внаслідок повнішого контакту білків із сіллю.

Технологічні операції по виготовленню ковбасних виробів мають свої особливості для більшості груп і видів ковбасних виробів.

Формування споживних властивостей і асортименту варених ковбас здійснюють за рахунок підбирання набору відповідної сировини і дотримання технологічних схем виробництва.

Варені ковбаси випускають вищого, 1-го, 2-го і 3-го сортів.

Ковбаси вищого сорту випускають як з однорідною структурою фаршу (Лікарська, Яловича, Діабетична), так і зі шматочками сала (Любительська, Столична, Естонська).

Ковбаси 1-го сорту виробляють різноманітного асортименту. Основою для них є яловичина 1-го сорту і для більшості видів використовують часник (Молочна, Окрема, Шинково-рублена).

Ковбаси 2-го сорту готують на основі яловичини 2-го сорту, з меншою часткою свинини і сала (Чайна, Сільська, Приморська).

Ковбаси 3-го сорту представлені двома видами: Субпродуктова і Поліська. В їхніх рецептурах використовують м'ясо свинячих і яловичих голів, субпродукти, жилки, крохмаль.

Сосиски і сардельки відрізняються від варених ковбас меншим діаметром, однорідним тонкоподрібненим фаршем, ніжністю і соковитістю. Випускають вироби вищого сорту і 1-го сорту, у т.ч. (сосиски вищого сорту - Вершкові, Дитячі, Особливі), (сосиски першого сорту - Любительські, Молочні, Яловичі), (сардельки вищого сорту - Свинячі, Дієтичні), (сардельки 1-го сорту - Яловичі, Київські).

Фаршировані ковбаси готують за відповідною схемою. Вони мають характерний малюнок на розрізі. До їхньої рецептури входить високоякісна сировина і вони бувають тільки вищого сорту.

Кров'яні ковбаси містять велику частку крові, а також субпродукти, та інші види сировини. Виробляють їх вищого, 1-го, 2-го і 3-го сортів.

Ліверні ковбаси - це вироби з фаршу, отриманого в основному з попередньо зварених мяса і субпродуктів. Фарш має мазеподібну консистенцію, жовтувато-сірий колір, не містить нітриту натрію. Асортимент представлений виробами вищого, 1-го і 3-сортів.

Сальтисони - це вироби в оболонці або без неї, виготовлені з подрібненої, переважно вареної сировини, багатой колагеном. У деяких сальтисонів до рецептури входить кров. Асортимент представлений виробами вищого, 1-го і 3-сортів.

Запечені ковбасні вироби. М'ясні хліби мають смак вареної ковбаси, з особливим присмаком, зумовленим запіканням. Їх запікають у спеціальних ротаційних печах у формах. Асортимент м'ясних хлібів багатьох видів формується з використанням фаршу відповідних ковбас: Любительський, Окремий, Чайний.

Паштети - вироби мазеподібної консистенції і за способом приготування подібні до ліверних ковбас. Важливі показники для паштетів - ступінь подрібнення, рівномірність розподілу рецептурних компонентів і якість термічної обробки.

Напівкопчені ковбаси мають специфічний запах копчення і прянощів, приємний, трохи гострий і солонуватий смак. На відміну від варених напівкопчені ковбаси містять менше вологи, більше жиру і білків, тому їм властиві підвищена енергетична цінність і стійкість до транспортування і зберігання. Обсмажують напівкопчені ковбаси за температури трохи нижчої, ніж для варених. Зварену ковбасу охолоджують впродовж 2-3 год за температури не вище 20°C, а потім відправляють на коптіння гарячим димом за температури 35 - 50°C впродовж 12 -24 годин.

До вищого сорту належать ковбаси: Полтавська, Кіровоградська, Дрогобицька, Львівська, Мисливські ковбаски.

До 1-го сорту: Українська, Одеська, Черкаська, Буковинська.

Напівкопчені ковбаси 2-го сорту: Польська, Шахтарська, Чернігівська міська, Славутицька.

Напівкопчені ковбаси формують у різні оболонки прямими батонами або у вигляді кілець.

Сирокопчені ковбаси відрізняються від інших щільною консистенцією, гострим запахом, приємним солонуватим смаком. Батони мають виражену зморшкуватість з виступом сала або грудинки.

За хімічним складом ця продукція характеризується великим вмістом білків (21 - 28%), підвищеним жирів (42 - 48%) і не великим води (25 - 30%). Тому сирокопчені ковбаси найбільш стійкі і можуть зберігатися до 9- 12місяців.

Виробництво сирокопчених ковбас має деякі особливості. Соління яловичини і свинини в шматках масою близько 500г здійснюють 5 днів за температури 2 - 4°C, що забезпечує часткове зневоднення і дозрівання м'яса. Готовий фарш набивають у оболонки якомога щільніше. Після осаджування (7-10 діб) батони піддають холодному коптінню за температури диму 18 - 22°C впродовж 2-3 діб і сушать від 20 до 30 діб за температури 12 - 15°C. Для прискорення технологічного циклу використовують бактеріальні препарати.

Батони сирокопчених ковбас темно-коричневого кольору, переважно з білим нальотом (дрібні кристали солі і суха плісень). В асортименті сирокопчених ковбас: Московська, Сервелат, Святкова, Туристські ковбаски, Пікантна, Армавірська. Особливість салями - їхня щільна структура, дрібнозернистий малюнок на розрізі, великий вміст жирного м'яса.

Варено-копчені ковбаси мають короткий технологічний цикл. Соління і дозрівання підготовленого м'яса триває 1-2 доби, первинне коптіння 1-2 години за температури 70-80°C. Підкопчені батони варять 45-50 хв за температури 70 - 75°C. Повторно коплять 24 години за температури 40- 45 °C, після чого сушать 3- 7 діб до стандартної вологості і набуття щільної консистенції. Варено-копчені ковбаси відрізняються від сирокочених рівною оболонкою темно-коричневого кольору, світлішим фаршем і вищою вологістю. Асортимент варено-копчених ковбас: Московська, Сервелат, Любительська, Запорізька.

Сиров'ялені ковбаси готують за схемою сирокочених, але їх в'ялять до 15 діб за температури 12°C. Вироби поступово підсушують, складники їх піддаються ферментативним перетворенням, утворюються нові сполуки, які поліпшують органолептичні властивості ковбас. Виробляють ковбаси вищого сорту Нижньодніпровську у виді прямих батонів і Суджук у формі пресованих кілець.

Вимоги до якості. Якість ковбасних виробів оцінюють за виглядом, кольором і станом поверхні, смаком і соковитістю, виглядом на розрізі (структурі і розподілу інгредієнтів) і консистенцією. За ступенем свіжості ковбасні вироби розподіляють на *свіжі* і *несвіжі*.

Оболонка свіжих ковбасних виробів повинна бути сухою, міцною, еластичною, без нальоту плісняви, вона має щільно прилягати до фаршу (за винятком целофанової). На оболонці сирокочених ковбас допускається білий сухий наліт плісняви, що не проникає під оболонку і який легко усунути протиранням. Також на оболонці допускається білий наліт (посивіння або рапа), що виникає внаслідок викристалізації солі.

Запах і смак ковбасних виробів повинен бути властивим для даного виду виробу, з ароматом спецій, без ознак затхлості, кислуватості, сторонніх смаків і запахів.

Колір фаршу має бути властивим для конкретного виду ковбас (від світло-рожевого до темно-червоного, сірий чи сіро-жовтий – для ліверних ковбас, темно-коричневий – для кров'яних ковбас), без сірих плям. Шпик – білий чи з рожевим відтінком. Допускається наявність пожовтілого шпику в кількості, встановленій нормативними документами для кожного виду ковбас.

Консистенція: для варених ковбас – еластична, не рихла, соковита; для напівкопчених – щільна, пружна; для сирокочених – щільна, тверда; для ліверних та кров'яних – така, що мажеться.

З фізико-хімічних показників нормується масова частка води, куховарської солі, нітриту натрію, крохмалю.

Дефекти ковбасних виробів. Дефекти ковбасних виробів виникають в процесі виробництва або при неправильному зберіганні.

Забруднення батонів попелом, сажею виникають при обсмажуванні вологих батонів чи при використанні диму від смолистих порід дерев.

Оплавлений шпик чи *натіки жиру* під оболонкою виникають при використанні м'якого шпику, передчасним закладанням шпику в мішалку, занадто високій температурі під час обсмажування чи копчення.

Злипи (блідозабарвлені ділянки батонів у вигляді подовжніх смуг) – причиною є торкання батонів один з одним під час обсмажування чи копчення.

Натіки бульону під чи на оболонку – результат низької вологості зв'язувальної здібності фаршу, використання замороженого м'яса, яке тривало зберігалось; використання м'яса з великим вмісту жиру; недостатньої витримки м'яса в посолі; перегрівання фаршу під час тонкого подрібнення в кутері; порушення послідовності закладання сировини в кутер.

Оболонка, що луснула є результатом занадто щільного наповнення батону варених ковбас при шприцюванні, варки ковбас при підвищених температурах, недоброякісної оболонки.

Прихоплені жаром кінці з'являються коли під час обсмажування температура була занадто високою; завантажування в камери для обсмажування батонів неоднакових розмірів за довжиною.

Зморшуватість оболонки є результатом нещільного набивання батонів; охолодження варених ковбас повітрям, уникнувши охолодження водою (під душем); порушення режимів сушіння сирокопчених ковбас (підвищення температури чи зниження вологості повітря).

Сірі плями на розрізі та рихлий фарш. Причинами виступають недостатня витримка м'яса в посолі, висока температура в приміщенні для посолу, затримка батонів після шприцювання в приміщенні з підвищеною температурою, занадто тривале обсмажування при зниженій температурі в камері, збільшення інтервалу часу між обсмажуванням і варкою; низька температура в камері на початку варки; використання прогрітого шпику; низькій вміст нітрату натрію.

Нерівномірність рисунку є наслідком недостатнього перемішування фаршу.

Пустоти в фарші (ліхтарі) більш характерні для напівкопчених і копчених ковбас. Дефект виникає внаслідок нещільного набивання батону або недостатньої витримки батонів під час осаджування.

Закал(ущільнений поверхневий шар батону) також виникає в сирокопчених ковбасах через надмірне випаровування вологи з поверхні батонів при порушенні режимів копчення (зниження вологості повітря чи збільшення циркуляції повітря).

Нерівномірний або занадто темний колір є наслідком занадто тривалого копчення при підвищених температурах.

Жовтий шпик або згірклий смак шпику– використання шпику з ознаками окислювального псування.

Слиз або пліснява на оболонці, проникнення плісняви під оболонку. Такий дефект виникає через недостатню обробку батонів димом при обсмажуванні та коптінні; недотримання режимів сушіння та зберігання (підвищені температури та вологість повітря). Цей вид псування більш характерний для напівкопчених, варено-копчених та сирокопчених ковбас. На оболонках ковбас можуть рости дріжджі, деякі забарвлені бактерії, утворюючи нальоти різного кольору.

Рапа (білий сільовий наліт). Рапа характерна для сирокопчених ковбас. Вона виникає при зберіганні їх при зниженій вологості повітря.

Кислий смак і запах. Дефект характерний для варених та ліверних ковбас. Визивається молочнокислими бактеріями, що зброджують вуглеводи (вони вводяться в фарш у вигляді борошна, крохмалю, рослинних добавок).

Прогірклість зумовлена гідролізом ковбасного жиру, що супроводжується утворенням альдегідів, кетонів. Ковбаси набувають прогірклого смаку, неприємного запаху, жир стає жовтим. Дефект спостерігається в усіх видах ковбасних виробів, особливо сирокочених (багаті на жир).

Сіро-зелене забарвлення ковбасного фаршу з'являється в результаті життєдіяльності бактерій, що утворюють сірководень. При поєднанні сірководню з барвними речовинами м'яса утворюється зелений пігмент. При цьому в ковбасах з'являється гідкий запах.

Дефекти ковбасних виробів розподіляють на допустимі і недопустимі

До *допустимих дефектів* відносять незначну деформацію батонів, невелике забруднення жиром і продуктами горіння деревини, неправильну форму оболонки, недбалу і неправильну в'язку, невеликі видимі пустоти під оболонкою, легке потемніння поверхні батонів, незначні набряки жиру під оболонкою (1-2 см), невеликі злипи, невелику зморшкуватість оболонки; для копчених і напівкопчених ковбас – нерівномірну або недостатню прокопченість батонів.

Неприпустимими дефектами ковбас є значне забруднення сажею, смолою, попелом або жиром; батони, кінці яких не зачищені і не обгорнуті папером, сірі плями, великі пустоти, рихлий фарш; оболонка, що луснула або що розповзається; поламані батони, великі напливи фаршу на оболонку, жовтий шпик, прогірклість, зміна кольору, .

Випускають в реалізацію ковбаси з температурою в товщі батонів не нижче 0°C і не вище 15°C.

2. Біохімічний склад та технологічні властивості м'ясних консервів

М'ясні консерви– це готові до вживання вироби з м'яса і м'ясопродуктів в герметично закупорених банках, що піддаються нагріванню. М'ясні консерви відрізняються високою харчовою цінністю, тривалим терміном зберігання, зручністю транспортування. Залежно від виду вмісту банок м'ясні консерви можуть зберігатися без істотної зміни якості до 3-5 років.

В консервах міститься (в %): води – 50-70, білків – 10-30, жирів – 8-30, мінеральних речовин – до 3,5.

М'ясні консерви класифікують за наступними ознаками.

За видом сировини: *м'ясні*(яловичі, свинячі, баранячі, з м'яса поросят, птиці), *субпродуктові* (з язиків, печінки, нирок), *з м'ясних продуктів* (сосисок, ковбасного фаршу), *м'ясорослинні* (з м'ясної сировини чи субпродуктові в сполученні з крупами, овочами, бобовими, макаронними виробами), *салобобові* (з свинячого топленого жиру чи шпику в сполученні з бобовими).

За режимом термічної обробки консерви розподіляються на *стерилізовані* (такі, що нагрівали при температурі вище 100°C) та *пастеризовані* (такі, що нагрівали при температурі нижче 100°C).

За видом споживчої упаковки: *в металевій тарі* (жерсть біла чи чорна з покриттям харчовими лаками та поливами, алюмінієві, зборні та цілоштамповані), *в скляній тарі*.

За призначенням: *закусочні* (делікатесні), *обідні* (для перших і других обідніх страв), *для дитячого харчування, дієтичні*.

Для виробництва м'ясних консервів використовують м'ясо всіх видів, жир, субпродукти, готові м'ясні вироби, кров, різні продукти рослинного походження, прянощі. М'ясо використовують в остиглому, охолодженому або мороженому вигляді не нижче 1 категорії вгодованості для яловичини і баранини, м'ясної і обрізної категорії вгодованості – для свинини та підсвинків. Для консервів з м'яса птиці використовують тушки курей і качок 1 і 2 категорій вгодованості і тушки гусей 2 категорії. Не допускається м'ясо двічі заморожене, м'ясо бугаїв і кнурів.

Тару для консервів виготовляють із білої жерсті, скла, сплавів алюмінію і полімерних матеріалів.

Якість м'ясних консервів залежить від дотримання технологічних операцій виробництва: підготовки і обробки сировини, порціювання і фасування сировини, закатування банок, перевірки герметичності, стерилізації, сортування.

Для виробництва консервів м'ясні туші обвалюють, жилують. Тушки птиці опалюють для знищення залишків пуху і пера; видаляють голови і кінцівки, які використовують для приготування бульйону.

Залежно від виду м'ясних консервів сировину по-різному обробляють: м'ясо витримують у розсолі, бланширують або обжарюють, підготовлюють паштетну масу, вимочують і бланшують солені язики, піджарюють мозок, приготувають м'ясні бульйони або інші заливки.

В ході *порціювання і фасування* сировини слід забезпечити нормальне її укладання, відповідну масу і співвідношення між складовими частинами.

Сировину закладають у банки згідно рецептури. Банки після заповнення зважують. Якщо банки переповнені продуктом, то готові консерви можуть роздуватися з одного або з двох кінців.

Банки *закатують* на вакуум-закаточних машинах, за допомогою яких видаляють повітря і герметично закупорюють. Закатані банки перевіряють на герметичність (занурюють в гарячу воду з температурою 80-90°C протягом 1-2 хвилини). Якщо з банки не виділяються бульби, то банка герметична. Видалення повітря з банок запобігає деформації тари при стерилізації, перешкоджає корозії металу і виключає окислювальні процеси в продукті. Добра герметичність гарантує тривале зберігання високоякісних виробів.

Герметичні банки *стерилізують*. Стерилізація є найбільш відповідальною операцією, яка повинна гарантувати стійкість до зберігання і доброякісність. Ці дві вимоги не завжди поєднуються між собою, оскільки стійкість консервів забезпечується тривалою стерилізацією їх при високій температурі, що може призвести до суттєвих змін харчових речовин продукту. Для кожного виду консервів існує своє оптимальне співвідношення між температурою і тривалістю нагрівання, коли поєднуються повнота стерилізації і мінімальні зміни продукту. Стерилізацію здійснюють при температурах 113 і 120°C.

Під час стерилізації гинуть вегетативна мікрофлора та спори бактерій, але також відбуваються такі зміни: денатурація білків м'язової тканини; перехід колагену у желатин; перерозподіл складових частин м'яса між бульйоном і м'ясом, м'ясо втрачає значну кількість екстрактивних речовин і жиру; гідроліз глікогену і накопичення глюкози; гідроліз і окислення жиру.

Після стерилізації переглядають кожен банку, відсортовуючи при цьому негерметичні, тобто банки з активним підтіканням, розривами і тріщинами, глибокими вм'ятинами.

При передаванні в реалізацію жерстяні і скляні банки маркують. Якщо маркування робиться шляхом рельєфного виштамповування, то воно здійснюється до закатування банки (рельєфна позначка має бути випуклою).

Асортимент м'ясних консервів. Асортимент м'ясних консервів різноманітний.

Консерви з м'яса: Найбільш поширені консерви з яловичини, свинини і баранини тушкованих: «Тушковане м'ясо» (свинина, яловичина, баранина, конина); Смажене м'ясо (яловичина, свинина, баранина); «М'ясо відварне у власному соці» (яловичина і свинина); «Гуляш» (яловичий, свинячий, баранячий) і інше. Такі консерви виготовляють з сирого, відварного або смаженого м'яса, а консерви «Смажене м'ясо» – з обсмаженої в кістковому жирі яловичини, укладеної в банки разом із смаженою цибулею, перцем і соусом.

З м'яса птиці виробляють консерви у власному соці (із сирого м'яса курей, качок, індиків 2 категорії), в желе («Філе», «Рагу куряче», «М'ясо курчат у желе»). Із м'яса кроликів випускають «М'ясо кроляче тушковане», «Кроляче рагу» та ін. Готують їх з сирого м'яса різної вгодованості із додаванням жиру, лаврового листа, перцю і солі.

Вміст м'яса і жиру в консервах близько 55%, солі – 1,5%. Консерви із м'яса призначені для приготування перших і других страв.

Консерви із м'ясних продуктів виробляють декількох видів: з ковбасного фаршу відповідних найменувань – «Любительського», «Окремого», «Сосискового», «Свинячого» і ін.; консерви із сосисок (в бульйоні, у свинячому жирі, в томатному соусі); із м'ясних копченостей (свиняча грудинка в солодкому або томатному соусі). До цієї групи відносять консерви із бекону і копченого шпика, нарізаних дрібними скибочками і пастеризованих при температурі 75°C, консерви із м'яса птиці у власному соку з гарнірами.

Консерви із субпродуктів високо ціняться. Паштети «Невський», «Особливий», «Львівський» і «Печінковий», «Язики в желе», «Мозок смажений» і «Печінка смажена», «Нирки в томатному соусі», печінка і серце у власному соку. Вживають ці консерви в холодному вигляді для сніданків і як закуски.

Консерви із м'яса птиці: філе і рагу куряче і гусяче в желе, качка у власному соку, гусак із капустою, із гречаною кашею або із рисом, курка відварна, курка у власному соці.

Консерви м'ясорослинні залежно від виду сировини, що використовується, підрозділяють на м'ясобобові, м'ясомакаронні і м'ясоовочеві. Ці консерви виготовляють із м'яса всіх видів або м'ясного фаршу з додаванням відповідних

рослинних продуктів. Вони призначаються для перших і других блюд і готові до вживання після розігрівання.

Консерви салобобові виготовляють із квасолі, гороху і соєвих бобів із додаванням різних жирів, томатного соусу або бульйону, але без м'яса. В цих консервах до 40% рослинної сировини, до 40% томатної заливки або бульйону і жиру. Салобобові консерви використовують після розігрівання для сніданку, вечері або як гарніри до м'ясних блюд.

Для дитячого і дієтичного харчування виробляють широкий асортимент м'ясних консервів: гомогенізовані – для дітей 6-місячного віку; пюреподібні – для дітей 7-9-місячного віку; великоподрібнені – для дітей у віці 9-12 міс. Основною сировиною при виробництві консервів для дитячого харчування служать телятина, яловичина, печінка, язики і м'ясо птиці. Для дітей 5-7-місячного віку виробляють консерви: «Малюк», «Казка», «Дитячі», «Здоров'я»; для дітей 7-9-місячного віку – «Пташеня», «Малишок»; для дітей 9-12-місячного віку – «Язичок», «Карапуз».

Маркіровка м'ясних консервів. М'ясні консерви в металевій тарі випускають в літографованих банках і нелітографованих банках (з наклеєними паперовими етикетками). На кришку і денце літографованих банок методом рельєфного маркування незмивною фарбою чи електричним маркером наносяться наступні умовні позначки:

- дата виготовлення - число, місяць, рік вироблення консервів (по дві останні цифри);
- номер зміни;
- номер підприємства-виробника;
- індекс системи, в підпорядкуванні якої знаходиться виробник.

На кришку і денце нелітографованих банок методом рельєфного маркування або незмивною фарбою таким же чином наносяться ті ж позначки, але після номера зміни проставляється асортиментний номер консервів, між ним і номером зміни пропускається один чи два знаки. В маркуванні консервів вищого гатунку до асортиментного номера додається літера «В».

Позначки проставляються в два чи три ряди.

Індекси систем, у віданні якої знаходиться підприємство-виробник, вказують однією-двома літерами: м'ясна промисловість – А, харчова промисловість – КП, плодоовочеве господарство – К, споживкооперація – ЦС, сільськогосподарське виробництво – МС, лісове господарство – ЛХ..

Для консервів в скляній тарі маркування проставляють на кришці методом рельєфного маркування незмивною фарбою чи електричним маркером так, як для літографованих банок. Також інформація міститься на паперовій етикетці: назва, номер і підпорядкованість виробника, його реквізити і фірмовий знак, штрих-код; назва консервів, хімічний і рецептурний склад, енергетична цінність; умови і термін зберігання; номер НД. На зворотному боці етикетки штампом проставляється номер зміни, число, місяць і рік виготовлення.

За маркуванням консервів встановлюють, чи не закінчився термін їх зберігання.

Вимоги до якості м'ясних консервів.

Якість м'ясних консервів визначають за результатами органолептичних досліджень, фізико-хімічних, а в сумнівних випадках і бактеріологічних аналізів. Крім того, оцінюють якість консервної тари.

При огляді консервів звертають увагу на зміст етикетки, маркіровку, можливі дефекти на поверхні банок, іржаві плями, розмір напливів припою, стан гуми або пасти. На внутрішній поверхні банок при стерилізації можуть утворюватися ділянки синюватого кольору. На скляних банках може бути наліт темного кольору – сірчистого заліза. Цей наліт нешкідливий, але погіршує зовнішній вигляд консервів, переважно м'ясорослинних.

Органолептичним методом консерви оцінюють в холодному або розігрітому стані. Визначають смак, запах, зовнішній вигляд і консистенцію вмісту банки. За наявності бульйону додатково визначають його колір і прозорість. При оцінці зовнішнього вигляду звертають увагу на укладання, кількість і розмір шматочків м'яса.

М'ясо, яке міститься в банках, має бути соковитим, неперевареним, нетвердим, шматочки м'яса при акуратному вийманні не повинні розпадатись. Смак і запах нормуються приємними, без сторонніх присмаків і запахів; бульйон у нагрітому стані має бути прозорим.

З фізико-хімічних показників визначають вміст м'язової тканини і жиру, бульйону, нітриту, солі, олова, міді, свинцю. Граничні норми і допуски по цих показниках визначаються стандартом і іншими НТД для кожного виду консервів.

Залежно від вигляду і якості початкової сировини і органолептичних показників консерви випускають *одного* або *двох* сортів. Одного сорту випускають консерви «М'ясо смажене», «Яловичина відварна», «Яловичина в білому соусі», «Свинина пряна» і ін. «Яловичину тушковану» і «Баранину тушковану» виготовляють двох сортів: вищого – із м'яса I категорії вгодованої і 1-го – із м'яса II категорії.

Зберігання. Зберігають консерви у вентильованих приміщеннях при можливо мінімальних коливаннях температури. В приміщеннях слід підтримувати температуру повітря в межах від 0 до 5°C і відносну вологість повітря 75%. Термін зберігання залежить від складу консервів і виду тари.

Консерви м'ясні в збірних банках та скляній тарі, які не містять «агресивних» добавок і заливок (наприклад, томатна паста, солоні огірки, квашена капуста) зберігають до 3 років. Такі ж консерви в цілоштампованих банках – до 2 років.

Консерви м'ясні в збірних банках та скляній тарі, які містять «агресивні» добавки і заливки зберігають до 1,5 років. Такі ж консерви в цілоштампованих банках – до 1 року.

Консерви, що виготовлені з використанням масла коров'ячого, сметани, копчених продуктів, незалежно від виду тари зберігають не більше 1 року.

При зберіганні консервів може виникнути бомбаж – спучування банки. Залежно від причини розрізняють бомбаж мікробіологічний, хімічний і фізичний. Причини, що їх визивають – такі ж, як і для рибних консервів.