

Формування батонів та термічна обробка ковбасних виробів

1. Формування ковбасних виробів.

2. Термічна обробка ковбасних виробів.

1. Формування ковбасних виробів. Процес формування ковбас - це наповнення оболонки чи форм приготованим фаршем (шприцювання), в'язання батонів або накладання скрібок на їх кінці. Мета формування - надання певної форми, захист від зовнішніх впливів, зручність у користуванні. Традиційна форма ковбасних виробів - циліндрична, різного діаметру та довжини, але існують м'ясопродукти з іншою конфігурацією, яку надають фаршу, розміщуючи його у спеціальні форми.

Згідно з діючими стандартами кожний вид і сорт ковбасних виробів виготовляють у певній оболонці. Це необхідно для зовнішнього розрізнення і має технологічне значення. Так, для виробів, які в подальшому коптять або сушать, вживають оболонки, що мають не дуже великий діаметр і задовільну паро- та газопроникність. Вироби, які можна вживати в їжу з оболонкою (сосиски), випускають у дуже тонкій їстівній оболонці. Фаршировані вироби формують у широких оболонках уручну. В інших випадках для одного й того ж виду та сорту виробів в межах стандарту можна використовувати різні оболонки. Перед наповненням всі кишкові оболонки замочують у чанах промивають проточною водою, перевіряють їх цілість і міцність.

Шприцювання здійснюють під тиском у спеціальних машинах-шприцах. Оболонки надівають на цівки шприців і наповнюють. Цівка - це металева трубка з конічним розширенням на кінці, прикріпленим до патрубку шприца, діаметр яких відповідає діаметру оболонки. Швидкість витікання суттєво впливає як на продуктивність праці, так і на стан м'ясної емульсії.

Чим більший діаметр цівки, тим менша швидкість витікання, менше виявлені зміни у структурній матриці м'ясної емульсії, вища продуктивність обладнання. Однак, виробка Ковбас великого діаметру пов'язана з істотним подовженням процесу подальшої термообробки, а у деяких випадках - загроза закисання фаршу.

Сучасні шприци повинні відповідати таким технологічним вимогам:

- не перетирати м'ясну емульсію, особливо її жировий компонент, у противному разі може статися зміна стану структури, розмазування жиру, що призведе до розшарування продукту, появу розсипчастості та бульйонно-жирових набряків;

- забезпечувати відносно рівномірний тиск по перетину цівки при витісненні емульсії. Наявність різниці тисків у периферійній та центральній зонах, яка супроводжується зміщенням шарів емульсії одного відносно іншого при витіканні, викликає появу дефектів, аналогічних тим, що були описані вище. Усунути наслідки розшарування м'ясних емульсій можна збільшивши тривалість осаджування;

- виключати попадання повітря у м'ясну емульсію. Його наявність викликає утворення пор та порожнин у готовому виробі, погіршує колір, каталізує окислення жиру;

- мати систему вакуумування емульсій, що дозволяє усунути пористість ковбас, утворення набряків та поліпшує колір;

- при виробництві дрібних штучних виробів шприци повинні бути оснащені порційно-перекручувальним пристроєм. Спеціалізовані шприци можуть бути оснащені декількома цівками, порційно-дозуючими пристроями (за масою, об'ємом чи довжиною), пристроями для навішування ковбасних батонів (Ргапк-А-Майк)- на транспортні засоби.

В штучну оболонку дозування, як правило, здійснюють за об'ємом та масою, в натуральну - за довжиною. На деяких шприцювальних апаратах (лінкерах) можна здійснювати шприцювання ковбасних батонів однакової довжини з використанням затискувальних пристроїв і накладанням металевих скріпок.

Вибір типу шприца зумовлений необхідною продуктивністю, видом та властивостями фаршу, що формується, типом використовуваної оболонки, потрібною точністю дозування, бажаним рівнем механізації. Залежно від конструкції розрізняють пневматичні та гідравлічні шприци періодичної дії і механічні шприци безперервної дії.

У механічних шприцах через систему шестерень поршень приводиться до дії, у гідравлічних - під тиском масла, що нагнітається під поршень насосом, який працює від електродвигуна. Поршень пневматичного шприца рухається під дією стиснутого повітря.

Пневматичні та гідравлічні шприци забезпечують більш високий тиск витискування, у зв'язку з чим їх застосовують переважно для формування грубоподрібнених емульсій копчених ковбас. Швидкодіючі вакуумні шнекові шприци мають більш високу продуктивність, дають можливість позбутися пористості ковбас, утворення набряків, зменшити витрачання оболонки завдяки більш щільному її заповненню.

Шнекові шприци в основному призначені для роботи на м'ясних емульсіях варених ковбас, сосисок та сардельок.

У процесі шприцювання повинні зберігатися якість та структура фаршу. Щільність набивання фаршу в оболонку регулюється залежно від виду ковбасних виробів, масової частки вологи і виду оболонок. Фаршем варених ковбас оболонки наповнюють якнайменш щільно, інакше під час варіння внаслідок об'ємного розширення емульсії оболонка може розірватися. Копчені та сирокопчені ковбаси шприцюють найщільніше, тому що об'єм батонів сильно зменшується при сушінні.

Сосиски та сардельки шприцюють під тиском $(4-5) \cdot 10^5$ Па, варені ковбаси $(5...6) \cdot 10^5$ Па. Напівкопчені та варено-копчені ковбаси шприцюють під тиском $(6...8) \cdot 10^5$ Па, сирокопчені і сиров'ялені - $13 \cdot 10^5$ Па. При шприцюванні велике значення має правильність вибору цівок. Зовнішній діаметр цівок повинен співпадати з внутрішнім діаметром оболонки, яку на них надівають. Для напівкопчених, варено-копчених, сирокопчених та

сиров'ялених ковбас рекомендується застосовувати цівки, діаметр яких на 10 мм менший, ніж діаметр оболонки. В широких оболонках не можна використовувати вузьку цівку, тому що процес шприцювання буде уповільнюватися і під оболонку може попадати повітря.

Як правило, при шприцюванні оболонки на цівку надівають уручну. Для інтенсифікації процесу рекомендується використовувати змінні цівки, кишконадівачі та вертушку (патрубок, що має два вигини), яку з'єднують з отвором у циліндрі шприца для виходу фаршу тільки з одного боку. В той час, коли на одну з трубок надівають оболонку, через другу здійснюється шприцювання м'ясної емульсії. У процесі шприцювання необхідно дотримуватися рівномірної подачі та розподілу фаршу по об'єму батона. Для видалення повітря з оболонки потрібно верхню частину її залишати на цівці напіввідкритою. Целофанову оболонку надівають на цівку сухою і зав'язаним кінцем доводять майже до кінця цівки. Подавання фаршу у широкі оболонки здійснюють при регулюванні швидкості подавання: спочатку - при слабкому тиску, а потім - без ривків, поступово збільшуючи швидкість подавання емульсії. Шприцювання фаршу у металеві форми (м'ясні хліби) здійснюють якнайщільніше, причому перед заповненням внутрішню поверхню форм змащують жиром, щоб фарш не підгорів при термічній обробці.

Для ущільнення, підвищення механічної міцності, надання розпізнавального товарного знаку, утворення петлі підвішування батонів, ковбасні батони після шприцювання перев'язують шпагатом. Схема в'язання для кожного найменування ковбаси вказана у технічних умовах. Варені ковбаси більшого діаметру та копчені ковбаси перев'язують через кожні 3-5 см, що запобігає розриванню оболонки при термообробці. Сосиски і сардельки не перев'язують, а перекручують. При використанні білкових та полімерних оболонок в'язання шпагатом (чи накладання кліпсів) роблять тільки на кінцях батонів, тому що на їх поверхні літографічним методом заздалегідь наноситься необхідна інформація про готову продукцію.

У процесі шприцювання разом з фаршем до оболонки може попасти повітря, для видалення якого оболонки сирих ковбас проколюють в декількох місцях штриковою. Наявність повітря створює пористість, великі порожнини-ліхтарі, знижує стійкість готової продукції при зберіганні, погіршує її товарний вигляд. Полімерні оболонки, а також оболонки, наповнені фаршем на вакуумних шприцах, не штрикують.

При в'язанні та навішуванні ковбасних батонів необхідно дотримуватися ряду вимог. Перев'язані батони не повинні довго лежати на столі, тому що можливе швидке псування продукту. Батони навішують на рами на певній відстані так, щоб вони не доторкались один до одного, і вся поверхня при термообробці підпадала під дію диму та гарячого повітря. Якщо батони будуть торкатися один одного, можуть утворюватися «злипання» - незабарвлені (необжарені) світлі плями на поверхні батона. Норма навішування ковбасних батонів на 1 м палиці становить (у шт.): для батонів у яловичих синюхах - 4, у баранячих синюхах - 5, у штучній оболонці

- 8, у кругах, свинячих гузенках, пикалах - 10, у черевах кільцями - 12, у вузьких черевах (сардельки) - 50, у баранячих черевах (сосиски) - 72,

При розміщенні батонів ковбас в оболонці великого діаметра (120-150) у штучній оболонці використовують рами спеціальної конструкції, оснащені 6- 7 скісними полицями для укладання батонів.

2. Термічна обробка ковбасних виробів. Термічна обробка ковбасних виробів складається з кількох процесів: осаджування, обжарювання, варіння, охолодження, копчення, запікання та сушіння. Необхідність проведення тієї чи іншої стадії залежить від виду виготовлення виробів.

Основна мета термообробки:

- довести продукт до кулінарної готовності;
- зафіксувати структуру м'ясопродуктів;
- знищити вегетативні форми мікроорганізмів та підвищити стійкість продукції до зберігання;
- сформувати органолептичні характеристики готового продукту - зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенцію.

У вітчизняних технологіях та деяких традиційних західних технологіях виробництва ковбас перед термічною обробкою здійснюється осаджування.

Осаджування. Осаджування - це процес витримування батонів, нашприцьованих до оболонки, у підвішеному стані при температурі 2-8°C та відносній вологості повітря 80-85%. Тривалість осаджування складає для варених ковбас 2...3 години, напівкопчених - 2...6 годин, варено-копчених - 24...48 годин, сирокочених та сиров'ялених 5..7 діб.

Короткочасне осаджування варених та напівкопчених ковбас має на меті:

- відновлення зв'язків між складовими частинами фаршу, порушених під час шприцювання, та завершення процесу повторного структуроутворення;
- розвиток реакцій, пов'язаних зі стабілізацією фаршу, які проходять при подальшому обжарюванні та варінні;
- підсушування оболонки, що забезпечує хороший тог варний вигляд ковбасних батонів після обжарювання.

При короткочасному осаджуванні рекомендується в осаджувальній камері підтримувати циркуляцію повітря за допомогою повітря-охолоджувачів, щоб до необхідної міри підсушити оболонку.

При тривалому осаджуванні сиров'ялених та сирокочених ковбас, нарівні з вказаними вище процесами, першорядного значення набуває дозрівання фаршу під дією тканинних ферментів та мікроорганізмів. У результаті розвитку цього процесу формується консистенція, колір, смак та аромат ковбас. Дозрівання починається у м'ясі безпосередньо після забою, продовжується у період соління, осаджування та копчення і завершується під час сушіння.

У період тривалого осаджування сирокочених ковбас циркуляція повітря повинна бути природною тому, що надмірне висихання поверхневого

шару ковбасного батона може негативно вплинути на подальші процеси копчення та сушіння.

Осаджувальну камеру устатковують підвісними доріжками. Для створення необхідного режиму у камері монтують настінні батареї або повітроохолоджувачі.

На більшості вітчизняних підприємств осаджування варених і напівкопчених ковбас проводять не у спеціальних камерах, а по шляху проходження ковбас з шприцювального відділення до обжарювального на протязі 20-60 хв. у неохолоджених приміщеннях при температурі +15 - +25°C.

Вплив нерегульованих температурно-вологісних умов може викликати закисання фаршу і відновлення нітриту натрію до молекулярного азоту. У результаті є загроза мікробіологічного псування ковбас, появи місцевого знебарвлення (сірі плями на розрізі), пористості структури (за рахунок виділення газоподібного азоту).

Використання сучасних технічно-технологічних принципів та засобів обробки сировини дозволяє виключити осаджування. До них відносяться:

- використання м'яса з високими функціональними властивостями;
- високий ступінь гомогенізації сировини при використанні сучасних високошвидкісних кутерів;
- застосування систем вакуумування при виготовленні і шприцюванні емульсій;
- введення до рецептур аскорбінатів та еритробатів натрію;
- підсушування ковбасної оболонки на першій фазі обжарювання та оптимізовані режими подальшої термообробки.

Це дозволяє гарантовано забезпечити як тиксотропне відновлення деформації при шприцюванні структурної матриці м'ясної емульсії, так і необхідний рівень розвитку реакцій барвоутворення.

Копчення. Копчення - це процес термічної обробки м'ясних виробів за допомогою димових газів. Розпізнають три види копчення: обжарювання, гаряче та холодне копчення. У зарубіжній літературі термін «обжарювання» не застосовується, його називають копченням.

Залежно від температури та тривалості копчення у продукті розвиваються різноманітні фізико-хімічні процеси, які суттєво впливають на його властивості.

Обжарювання (гаряче копчення) - це короткочасне копчення при відносно високій температурі. Обжарюють варені та напівкопчені ковбаси, сосиски, сардельки. Мета обжарювання – зміцнення структури, завершення стабілізації забарвлення фаршу, випаровування частини слабозв'язаної вологи, що дає змогу отримати готовий продукт з монолітною структурою, надання специфічного смаку та аромату копчення.

Параметри процесу в основному залежать від виду, розміру виробу (діаметра батона) та конструкції обжарювальної камери. Обжарювання триває від 30 хв. до 2,5 годин при температурі від 60 до 110°C, відносній

вологості повітря 10-15%, швидкості руху повітря - 2 м/с. При цьому, як правило, процес проводять у дві фази:

- I фаза - підсушування оболонки при 50-60°C.

- II фаза - власне обжарювання при максимальних температурах.

В кінці обжарювання температура у центрі ковбасного батона повинна сягати 40-45°C для виробів малого діаметра і 30-35°C для м'ясопродуктів у широкій оболонці.

Під дією гарячих газів на ковбасні батони відбувається ряд важливих фізико-хімічних процесів. У результаті взаємодії білків оболонки, переважно колагену, з фенольною та альдегідною фракціями диму (фракція дублення) відбувається денатурація білків і висушування оболонки. Завдяки цьому оболонка набуває приємного золотаво-червоного кольору, підвищується її механічна міцність, знижується гігроскопічність, усувається специфічний сирий запах. Продукт стає більш стійким до впливу мікроорганізмів.

Денатураційно-коагуляційні процеси частково займають і білкові речовини м'ясних емульсій, особливо у периферійній частині. Це сприяє фіксації форми виробу.

Режим обжарювання сприяє інтенсифікації реакції барвоутворення, тому що температура 25-30°C сприятлива для розвитку мікрофлори і підвищення активності ферментів. За участю тканинних редуруючих речовин та фермента нітритредуктази, стимулюючого перетворення нітриту в окис азоту, метміоглобін відновлюється до нітрозоміоглобіну. При застосуванні низьких температур і відповідно збільшенні тривалості обжарювання прискорюється розпад нітриту до молекулярного азоту, що призводить до появи пористості та блідо-сірого кольору. У випадку надто високої температури і надмірно швидкого нагрівання на поверхні батонів з'являються опіки та збільшуються втрати маси.

Під дією копильних речовин диму продукт набуває приємного специфічного запаху і присмаку копчення. Цей процес у значній мірі залежить від стану та вологості оболонки. Коли поверхня оболонки волога, її капіляри заповнені вологою, внаслідок чого питома поверхня поглинання диму знижується. Уз зневоднюванням оболонки її здатність до сорбції копильних речовин збільшується. Разом з тим, при надмірному висушуванні оболонки, що супроводжується осаджуванням і звужуванням мікрокапілярів, ступінь сорбції знову може упасти. При обжарюванні температура поверхні продукту повинна бути вищою, ніж точка роси, щоб запобігти конденсації водяних парів.

Осаджування не забезпечує достатній рівень підсушування оболонки, тому режим обжарювання повинен бути двофазним: підсушування і власне обжарювання.

У процесі обжарювання відбувається випарювання вологи не тільки самої оболонки, але й частини слабкозв'язаної вологи самого фаршу. Втрати маси досить значні і становлять для сосисок 10-12%, варених ковбас - 4-7%, напівкопчених - до 7%. Слід пам'ятати, що якщо при підсушуванні бажано підвищення швидкості випарювання вологи, то саме при обжарюванні необ-

хідно прагнути її зниження. Це пов'язано з тим, що високі швидкості випарювання вологи спричиняють як збільшення втрат маси (підвищення температури на 10°C збільшує швидкість випарювання на 10-15%) і зниження виходу готової продукції, так і інтенсивне перенесення окису азоту до периферійних шарів ковбасного батона, у результаті чого утворюється забарвлене кільце по периферії при дуже блідному кольорі виробу у центрі.

Втрати маси при обжарюванні суттєво залежать від вологи димо-повітряної суміші і від швидкості її руху. Так, при зниженні відносної вологості на 3% оболонка втрачає еластичність і тріскається. При відносній вологості вище 25% обжарювання уповільнюється і оболонка довго зберігає сіре забарвлення.

Швидкість руху димо-повітряної суміші до 2 м/с при обжарюванні забезпечує мінімальні втрати маси при хорошому розвитку забарвлення, по над 3 м/с - погіршує якість за рахунок нерівномірності забарвлення. За цих причин підсушування та обжарювання здійснюють при відносній вологості повітря 10-12% і швидкості руху середовища 2 м/с, причому за 15-20 хв після закінчення процесу обжарювання вологість у камері підвищується до $52 \pm 5\%$, щоб уникнути утворення надмірної зморшкуватості оболонки.

На якість обжарювання впливає не тільки температура, тривалість процесу, відносна вологість і швидкість руху повітряно-димової суміші, але й концентрація копильних речовин, напрям руху потоків, розміщення батонів у камері. Необхідно брати до уваги, що коефіцієнт випарювання вищий під час руху середовища перпендикулярно поверхні, тому обжарювання слід робити саме за таких умов, особливо на першій фазі обжарювання. Крім того, забарвлення батонів буде більш блідим, якщо вони захищені від безпосередньої дії гарячої димо-повітряної суміші; при цьому прямий контакт поверхні ковбасних батонів з гарячим потоком може призвести до опіку оболонки.

Ковбасний фарш - хороше середовище для розвитку мікрофлори. Під дією високих температур при обжарюванні, а також осаджуванні бактерицидних фракцій диму на поверхні і в периферійних прошарках батонів відбувається загибель вегетативних форм мікроорганізмів. Нарівні з цим температура в середині батона, особливо більшого діаметра, деякий час знаходиться у межах, сприятливих дії ферментів та мікроорганізмів (25-35°C). Ця обставина, а також затримка партій ковбас більше, ніж на 30 хвилин між етапом обжарювання та варіння може призвести до активізації росту мікроорганізмів, закисання фаршу та погіршення забарвлення (сірі плями на розрізі).

Обжарювання здійснюють у стандартних камерах з вогневим, паровим чи газовим обігріванням, а також у комбінованих камерах або термоагрегатах безперервної дії. Повітряно-димову суміш одержують у результаті спалювання тирси дерев твердих порід.

З метою усунення попадання шкідливих канцерогенних речовин, що містяться у димі, а також для запобігання забруднення навколишнього середовища, у багатьох вітчизняних та зарубіжних технологіях використовують копильні препарати (рідини). Копильні препарати - це

розчини, що складаються із суміші хімічних речовин. Одержують ці препарати декількома способами: з конденсату сухої перегонки деревини, з водного екстракту, отриманому при газифікації деревини, з водного розчину, що містить копильні речовини копильного диму і т. ін. Використання копильних препаратів має ряд переваг:

- спрощення технологічного процесу, тому що виключена експлуатація складного устаткування для отримання диму і власне копчення;
- відсутність канцерогенних та інших небажаних речовин;
- можливість регулювання складу, дозування та рівномірності розподілення копильних речовин;
- підвищення санітарно-гігієнічних умов та культури виробництва;
- екологічна чистота процесу (ліквідується вихід диму у навколишнє середовище).

Залежно від виду копильного препарату та можливостей виробництва застосовують декілька способів їх використання:

- введення у фарш;
- зрошування поверхні продукту перед тепловою обробкою;
- занурювання продукту у розчин копильної рідини;
- розпилювання в обжарювальній камері;
- електростатичне нанесення тонкорозсіяних частинок копильного препарату.

Додавання дозованої кількості копильного препарату безпосередньо до фаршу - найпростіший спосіб. Він полягає у тому, що копильний препарат вводять до кутера чи мішалки після перемішування пісної м'ясної сировини з розчинами нітриту натрію, спеціями та іншими інгредієнтами (препарат ВНДІМП) або додають до фаршу після завантаження пісної сировини перед введенням спецій та інших інгредієнтів фаршу, потім завантажують нітрит натрію та жирне м'ясо (ВНДІМП - 1).

При використанні копильних препаратів не допускається їх перемішування з розчином нітриту натрію перед введенням їх до фаршу. Препарат вводять до фаршу кількістю від 0,2 до 0,5% до маси батонів.

Поверхневу обробку ковбас проводять після підсушування. Копильний препарат (Вахтоль) розпилюють і по трубопроводу направляють до повітрепроводу камери, де температура повітря не менша 100°C. Дрібнорозпилений препарат у вигляді пароповітряної суміші надходить до термокамери. Витрати препарату до маси оброблюваного продукту становлять 1-1,5%.

Обжарюють ковбасні вироби без використання диму у камері з газовим, паровим або електричним нагріванням за звичайних режимів обжарювання.

Варіння. Після обжарювання всі ковбаси, за виключенням сиров'ялених та сирокочених, направляють на варіння. Варіння - це процес нагрівання м'ясопродуктів у середовищі, насиченому паром, до стану кулінарної готовності, завершення формування органолептичних характеристик, надання стійкості при зберіганні.

Оскільки вода є перетворюючою складовою частиною емульгованих м'ясопродуктів, у всіх випадках нагрівання відбувається в умовах впливу води на складові частини. Тому фізико-хімічні зміни у продукті пов'язані, в першу чергу з гідролізом основних компонентів фаршу і іншими реакціями, які відбуваються у присутності води. Головними з них є:

- теплова денатурація розчинних білкових речовин;
- зварювання і гідротермічний розпад колагену;
- зміни стану і властивостей жирів;
- зміна структурно-механічних властивостей;
- зміна органолептичних показників;
- зміна харчової цінності;
- загибель вегетативних форм мікроорганізмів, ферментів.

Оскільки вказані процеси у значній мірі визначають якість готової продукції, розглянемо кожний з них.

Теплова денатурація розчинних білкових речовин, яка починається при обжарюванні і завершується при варінні, виявляється у зміні конфігурації білкової молекули, її частковому розгортанні, агрегуванні поліпептидних ланцюгів, з вивільненням частини зв'язаної води.

Різде зниження розчинності актину, міозину, актоміозину та білків саркоплазми відбувається при температурі 50-55°C, міоглобіну та гемоглобіну - при 60-70°C. Процес денатурування більшої частини м'язових білків завершується при температурі 68-70°C, а при 80°C м'язові білки денатують практично повністю.

У результаті термоденатурації зменшується гідратація білкових речовин, розчинність, емульгуюча здатність, утворюється фіксований просторовий каркас з пружно-пластичними властивостями.

Ступінь розвитку денатураційно-коагуляційних процесів, суттєво впливаючи на консистенцію, смак, колір, аромат, біологічну цінність та інші якісні показники готових продуктів, залежить у першу чергу від температури та тривалості процесу.

Зварювання і гідротермічний розпад колагенів відбуваються при нагріванні у воді до 58-62°C. Зварювання основного білка сполучної тканини супроводжується ослабленням і розриванням водневих зв'язків, деформацією волокон, розпушуванням їх структури. При подальшому нагріванні колаген дезагрегує, утворюючи глютин, розчини якого при охолодженні застигають у вигляді желе.

При варінні ковбасних виробів колаген через недостатню тривалість процесу майже не переходить у глютин. Відбувається в основному набрякання та розм'якшування колагену за рахунок вільної вологи фаршу, що сприяє утримуванию води у фарші та підвищенню виходу, поліпшенню консистенції ковбас, кращому засвоєнню організмом. Таким чином, трансформація колагену при тепловій обробці ковбас відіграє позитивну роль.

Зміна жирів. Жирова фракція під дією нагрівання топиться і утворює з водою емульсії, що погіршує консистенцію ковбас. Невелика частина жиру

підпадає під гідролітичний розпад, продукти якого беруть участь у формуванні смаку та аромату готових виробів. При надлишкові розтопленій жир може коалесцювати, утворюючи жирові набряки.

Зміни структурно-механічних показників. У результаті денатурації тої частини білків, яка знаходиться у фарші у стані гелю, у готовому продукті утворюється тримірний просторовий каркас, пронизаний сіткою мікро- та макрокапілярів, заповнених водою, фрагментами гідролізу колагену і диспергованого жиру. У результаті цього ковбасні вироби набувають монолітної пружно-еластично-пластичної структури.

Завдяки особливостям структуроутворення у процесі термоденатурації та коагуляції білків ковбасного фаршу, виділення води при варінні ковбас не відбувається. Вихід за звичай перевищує 100%.

Одержання потрібної структури і властивостей ковбас залежить від ступеня дисперсності сировини, кількості та виду білка, співвідношення «жир-білок-вода», величини рН, наявності солей, температури та тривалості обробки, інтенсивності нагрівання.

Повільне нагрівання краще, тому що у порівнянні з інтенсивною обробкою знижує ступінь усадки та втрати води, підвищує соковитість виробів та їх вихід.

Формування органолептичних показників, що спричиняється нагріванням, пов'язано з розпадом білків та інших компонентів і зміною екстрактивних речовин м'яса.

В утворенні специфічного смаку та аромату вареного м'яса найважливішу роль відіграє глютамінова кислота, її солі, продукти розпаду інозинової кислоти, з сіркомістких амінокислот утворюються сульфіді, такі як: метил- меркаптан, метилсульфід, метиональ, сірководень.

Нагрівання інтенсифікує реакції між амінокислотами та моносахаридами м'яса (реакції Майяра) з утворенням численних продуктів меланоїдіноутворення.

До складу смакоароматичних сполучень входять також леткі карбонільні сполучення (мурашиний альдегід, ацетон, ацетальдегід, масляний та ізомасляний альдегіди, діацетил метилглюксаль і ін.) низькомолекулярні леткі жирні кислоти (мурашина, оцтова, пропіонова, масляна та ін.).

Варіння - заключний етап реакцій барвоутворення. Стабілізація забарвлення відбувається у результаті того, що при нагріванні нітрозопігментів до температури 60-70°C відбувається денатурація їх білкової частини - глобіну і відщеплення простетичної групи, що містить окис азоту гемо хромоген.

Саме наявність у м'ясі гемохромогену забезпечує стійке забарвлення готових ковбасних виробів.

Високий темп нагрівання, а також перевищення регламентованого при варінні рівня кінцевої температури до 75-80°C призводять до погіршення кольору та появи сіро-коричневого кільця.

Зміна харчової цінності м'ясних виробів при варінні пов'язана з денатурацією білків і втратою деяких харчових речовин. Помірно денатуровані

білки краще переварюються і засвоюються, тому що стають доступними впливу травних ферментів.

Разом з тим, теплова обробка призводить до деякого зниження їх вітамінної цінності, особливо за рахунок водорозчинних вітамінів. Бувають і втрати амінокислот (триптофан, метонін, треонін, гістидін).

Вплив варіння на мікрофлору має вирішальне значення для стійкості ковбас, тому що решта процесів не пригнічують повністю розвиток гнилісних мікроорганізмів. При правильному проведенні варіння знижується 99% мікроорганізмів, в основному вегетативні форми. Мікрофлора, що залишилася, на 90% показана споровими формами. При цьому слід пам'ятати, що варіння ковбасних виробів не гарантує повне знищення навіть вегетативних форм мікробів, у тому числі й патогенних (деякі термостійкі форми здатні розвиватися при температурі 80°C).

Рівень залишкової мікрофлори по закінченню термообробки суттєво залежить від ступеня початкового мікробіологічного забруднення сировини та матеріалів, які використовують при виробництві м'ясопродуктів. Для ковбас мікробне число не повинно перевищувати 10 мікробних клітин; наявність сальмонел, кишкової палички та сульфїтредукуючих клостридїй не допускається.

Ферменти, що мають білкову природу, при варінні руйнуються, тому автолітичні процеси у готових виробах припиняються.

Способи та режими варіння. Для варіння ковбасних виробів гріючим середовищем служить гаряча вода, пара або пароповітряна суміш. При варінні у котлах з гарячою водою втрати маси продукту менші, деформація оболонки (зморшкуватість) виявлена менше, краще зберігається забарвлення оболонки. Однак даний спосіб потребує значних витрат робочої сили на транспортні операції і застосовується в основному на підприємствах малої потужності.

Варіння парою чи пароповітряною сумішшю менш трудомістке і більш економічне, тому набуло більшого розповсюдження. У процесі теплової обробки необхідно ретельно контролювати температуру, відносну вологу і швидкість циркуляції гріючого середовища в залежності від технологічних вимог, пред'явлених до того чи іншого виду м'ясопродуктів.

Для досягнення цілей варіння (кулінарна готовність, формування органолептичних показників, знищення основної частини вегетативної мікрофлори достатньо нагрівання до 68-72°C у центральній частині продукту. Температура гріючого середовища перед завантаженням у камери для варіння повинна бути близько 100°C, під час варіння її підтримують на рівні 75°C і наприкінці варіння підвищують до 85°C. При перевищуванні регламентованої температури може статися розривання оболонки внаслідок нерівномірного розширення фаршу або переварювання ковбас, яке характеризується сухою, розсипчатою консистенцією готових виробів. Надто висока температура та тривалість варіння викликає зсаджування шпику та зниження виходу.

При низькій температурі або недостатній тривалості варіння не досягається кулінарна готовність. Вироби відзначаються липкою консистенцією, темнішим забарвленням та меншою стійкістю при зберіганні.

Контролюючи рівень відносної вологості гріючого середовища, необхідно слідкувати за тим, щоб температура поверхні батонів залишалась нижчою значень, що відповідають точці роси, у протилежному випадку різко зростає інтенсивність випарювання вологи і отже, знижується вихід продукту.

Важливою умовою отримання якісних ковбасних виробів є дотримання тривалості нагрівання, що залежить від їх складу та теплопровідності м'ясної емульсії, діаметра батонів, виду оболонки, температури батонів після обжарювання, виду гріючого середовища та використовуваного обладнання (табл. 1). Тривалість процесу при варінні ковбас у воді можна розраховувати, виходячи з того, що на прогрівання 1 мм діаметра потрібна 1 хвилина 15 секунд. В одній термокамері (котлі) можна варити тільки один вид і сорт ковбас однакового діаметра. Для запобігання уповільнення процесів прогрівання та утворення знебарвлених ділянок («злипань») необхідно слідкувати, щоб батони при варінні не торкалися один одного.

1. Параметри варіння ковбасних виробів.

Вид виробів	Тривалість варіння, хв	Температура повітря, °С
при термообробці у стаціонарних камерах		
Варені ковбаси: у кишкової та штучній оболонках діаметром 50...65 мм, у кишкової та штучній оболонках діаметром понад 65 мм	60-70 120-150	75-85 (при варінні у котлах температура води перед завантаженням повинна бути 85...90°С)
Сосиски у кишкової та целюлозній оболонках діаметром 18-32 мм	25-30	
Сардельки у кишкової оболонці діаметром 32-44 мм	30-40	
Напівкопчені ковбаси у кишкової і білкової оболонках діаметром 45-55мм	45-80 45-90	73...75 (при варінні у котлах температура води перед завантаженням повинна бути 85...90°С)
Варено-копчен і ковбаси (при попередньому копченні і без нього)		73...75
при термообробці у комбінованих камерах і термоагрегатах безперервної дії		
Варені ковбаси	30... 100	80...85 ¹
Сосиски	4...6	85...90 ²
Сардельки	10...15 варіння	
Напівкопчені ковбаси	поєднується з обжарюванням	
Варено-копчені ковбаси (при попередньому копченні і без нього)	40...90	73-75

- Відносна вологість повітря 90... 100%, швидкість його руху 1...2 м/с.
- Відносна вологість повітря 85...90%, швидкість його руху 1...2 м/с.

Найбільш досконалим устаткуванням для проведення відразу декількох стадій термічної обробки ковбасних виробів (осаджування, обжарювання та варіння) є комбіновані термокамери та термоагрегати безперервної дії, оснащені програмним управлінням.

При виробництві сосисок без оболонок технологічний процес дещо модифікується. Підготовлену м'ясну емульсію нагнітають під тиском $(6-8) \cdot 10^5$ Па у спеціальні фторпластові гільзи і нагрівають за допомогою пари чи гарячого повітря або з допомогою ТВЧ чи СВЧ електромагнітного поля до 55°C для утворення скоагульованого поверхневого шару. Потім сосиски витягують з гільзи, кладуть індивідуально в чарунки конвейера, на якому вони послідовно проходять стадії обжарювання, варіння та охолодження. Готові сосиски з температурою $12-15^\circ\text{C}$ поступають на групове (по 6-12 штук) вакуумне пакування та маркування.

Запікання. Запікання використовують при виробництві рясних хлібів та копчено-запечених ковбас. Запікання - це обробка виробів гарячим повітрям або повітряно-димовою сумішшю. Як правило, запікання проводять за декілька стадій, поступово підвищуючи температуру гріючого середовища від 70 до $150-180^\circ\text{C}$ при виробництві м'ясних хлібів і від 70 до 80°C при термообробці копчено-запечених ковбас. Кінцева температура у центрі продукту - 70°C . Хоча фізико-хімічні процеси, що відбуваються при варінні та запіканні, подібні, в останньому випадку є деякі специфічні особливості.

У результаті прямого контакту поверхні ковбас чи м'ясних хлібів (при відсутності кришки) з гріючим середовищем відбувається інтенсивне короткочасне випарювання вологи і утворення поверхневого ущільненого шару, який перешкоджає подальшій евакуації води (як у вигляді пари, так і бульйону) із продукту. Вихід готової продукції при запіканні більший, ніж при варінні.

Пароутворення, що відбувається у середині виробу, утворює надлишкову напругу, яка розширює продукт, внаслідок чого поліпшується його зовнішній вигляд, консистенція, ніжність та соковитість.

При запіканні коефіцієнт тепловіддачі менший, тому температуру гріючого середовища підтримують на більш високому рівні.

Охолодження. Метою охолодження ковбасних виробів після термообробки є:

- запобігання розвитку мікрофлори;
- зменшення втрат маси;
- збереження товарного вигляду.

Після термообробки у готових виробах залишається невелика частина мікрофлори, яка при досить високій температурі ковбас ($35-38^\circ\text{C}$) може почати активно розвиватися. Тому після варіння температура у центрі ковбасних батонів повинна бути швидко знижена так, щоб цей найбільш небезпечний температурний інтервал було пройдено якомога швидше. Необхідно враховувати, що охолодження продукту супроводжується інтенсивним випарюванням вологи, що зменшує вихід продукції. Охолодження варених

ковбасних виробів в оболонці проводять за дві стадії: спочатку водою, потім повітрям.

Охолодження холодною водопровідною водою (10-15°C) шляхом душування триває 10-30 хв, при цьому температура всередині батонів знижується до 35-30°C.

Для скорочення втрат води удвічі та поліпшення товарного вигляду при охолодженні можна застосовувати форсунки з дрібним розпилюванням води.

Охолодження водою дозволяє підвищити коефіцієнт тепловіддачі і швидкість зниження температури, зменшує втрати маси за рахунок випарювання (майже у 8 разів у порівнянні з повітряним охолодженням), запобігає деформацію та зморшкуватість оболонки, забезпечує видалення з поверхні батонів можливе забруднення (жир, бульйон, сажа і т.ін.). Ковбаси у целофановій оболонці під душем не охолоджують.

Доохолодження батонів проводять у камерах з температурою 4°C і відносній вологості повітря 95% протягом 4-8 годин. Наприкінці охолодження температура у центрі виробів не повинна перевищувати 8-15°C.

Охолодження до більш низької температури не рекомендується, тому що при подальшому транспортуванні та реалізації ковбаси можуть зволожуватись у результаті конденсації вологи на їх поверхні. При цьому оболонка їх темніє, зовнішній вигляд погіршується і створюються сприятливі умови для розвитку плісняви.

Охолодження повітрям дає можливість знизити температуру у центрі до потрібного рівня, підсушити оболонку, підготувати продукцію для зберігання та реалізації.

Охолодження напівкопчених ковбас після варіння і варено-копчених ковбас після першого копчення здійснюють за природних умов при температурі не вищій 20°C, у перебігу відповідно 2...3 г, 5...7 г.

Гаряче та холодне копчення. Гарячому копченню піддають напівкопчені та варено-копчені ковбаси після варіння, тобто після завершення денатураційно-кагуляційних перетворень білків та знищення вегетативної мікрофлори. Це дає змогу використовувати досить високі температури копчення (35-50°C) і скоротити тривалість процесу.

Напівкопчені та варено-копчені ковбаси коптять фактично двічі: напівкопчені - спочатку на етапі обжарювання, а потім перед сушінням при температурі 35-50°C протягом 12-24 годин; варено-копчені - перед варінням при 50-60°C протягом 60-120 хвилин і після варіння на протязі 12-24 годин при температурі 40-50°C або 48 годин при 30-35°C.

Холодному копченню при температурі 18-22°C піддають сирокпчені та сиров'ялені ковбаси. При низьких температурах, коли не припиняється діяльність мікроорганізмів і тканинних процесів, у продукті розвиваються складні біохімічні процеси/які рішучим чином виявляються у його властивостях. У результаті цих змін при копченні і подальшому сушінні продукт стає придатним до їжі без додаткової кулінарної обробки. Тривалість копчення від 2 до 5 діб залежно від виду ковбас.

При копченні ковбасних виробів протікають два протилежно спрямовані дифузійні процеси: насичування фаршу коптільними речовинами і зневоднювання фаршу. Швидкість кожного з них залежить від температури середовища та структури фаршу. При гарячому копченні ці процеси закінчуються значно раніше, ніж при холодному.

Вплив коптільних речовин і самого процесу копчення на якість ковбасних виробів виявляється в різних аспектах:

- готові вироби набувають гострого приємного смаку і запаху, темно-червоного кольору і блиску на поверхні. Формування органолептичних показників обумовлено не тільки прониканням у продукт коптільних речовин диму, що мають специфічний смак, аромат і колір, але й хімічною взаємодією їх зі складовими частинами продукту;

- у результаті проникнення у продукт деяких фракцій диму, особливо фенолів та органічних кислот, що мають високий бактерицидний та бактеріостатичний вплив, пригнічується розвиток гнилісної мікрофлори, збільшується стійкість ковбас при зберіганні. Однак, необхідно відзначити, що бактерицидна дія диму проявляється за певної концентрації коптільних речовин (на поверхні максимальна) і у поєднанні з солінням та зневоднюванням;

- деякі фракції диму (альдегіди, феноли) чинять дубильну дію на колаген і інші фібрлярні білки тваринних тканин. Дубління має позитивне значення для кишкової оболонки і поверхневого шару продукту, де підвищуються захисні властивості від дії мікроорганізмів. Разом з тим дубління білків супроводжується і зменшенням їх переварювання;

- фенольна фракція диму має високу антиокислювальну активність і хорошу розчинність у воді, завдяки чому перешкоджає псуванню жиру та шпикку. Це тим важливіше тому, що коптільні речовини концентруються у поверхневому шарі, контактуючому з киснем повітря, який сприяє окисленню жиру;

- зневоднювання, що відбувається у процесі копчення, є необхідним елементом технологічного процесу, надаючи виробові потрібні органолептичні характеристики і затримуючи розвиток мікрофлори»

- Під час копчення у результаті випарювання напів- та варено-копчені ковбаси втрачають до 10% вологи до початкової маси, сирокопчені - 15-20%.

При холодному копченні сирокопчених ковбас окрім власне копчення та змін, пов'язаних з ним, починаються різноманітні фізико-хімічні та біохімічні процеси, що завершуються при сушінні.

Склад, властивості та умови одержання диму. Процес копчення ковбасних виробів складається з етапів одержання диму та власне копчення. Звичайний коптільний дим утворюється у результаті термічного розпаду деревини, спричиненого тлінням, тобто дуже повільним горінням без полум'я частини деревини при неповному доступі повітря. Дим - це складна дисперсійна система типу аерозолі, у якому наявні і більш крупні частинки попелу та вуглецю (сажі). Дисперсійним середовищем є паро-газова суміш, що складається з повітря, газоподібних продуктів горіння, парів коптільних

речовин та водяних парів. Дисперсна фаза показана частинками рідких та твердих речовин - продуктів неповного згорання деревини.

Отримуваний копильний дим містить як корисні для копчення речовини (феноли, альдегіди, кислоти, фурфурол), так і шкідливі фракції органічних та неорганічних речовин.

Склад та якість диму залежить від багатьох факторів, з яких найбільш важливі такі: температура горіння; вид деревини; вологість та ступінь подрібнення деревини; кількість поданого повітря.

Температура горіння повинна бути не нижча тієї, за якої можливий розпад деревини за рахунок тепла згорання без додавання тепла іззовні (дещо вища 220°C), але не вища температури спалахування деревини (біля 350°C).

Кращий за складом та властивостями дим виходить при повільному без полум'я горінні (тлінні) деревини при слабкому подаванні повітря при температурі 220-300°C. При температурі вищій 350°C зменшується вихід корисних речовин, різко прискорюються процеси окислювання і виникає небезпека утворення канцерогенних речовин.

При зниженні температури зменшується кількість корисних сполук, запах диму погіршується, набуваючи відтінок гару.

Вид деревини і склад диму знаходяться у тісній залежності. Практика копчення показала, що найкращим є дим, одержаний із деревини листяних порід таких, як бук, дуб, вільха, горіх, береза (без кори), клен, ясінь, рідше каштан, верба, тополя, а іноді плодкових - дикої вишні, яблуні. При використанні хвойних дерев відбувається конденсація смолистих речовин на поверхні ковбасних батонів, що призводить до погіршення товарного вигляду батонів і органолептичних властивостей.

Хороший ефект дає використання дров різних порід деревини, а також додавання ялівцю (деревини та ягід), жалкої кропиви, листя шалфею, лавра, лушпиння цибулі, гілок розмарину та дрoку.

Вологість та ступінь подрібнення деревини. Залежно від вологості розрізняють сухі дрова (вміст води до 20%), напівсухі (21-33%) та сирі (понад 33%).

При використанні сухої деревини і відносно малої подачі повітря у зоні горіння утворюються оптимальні умови розпаду деревини, близькі до умов сухої перегонки.

При більшій вологості деревини копильні речовини утворюються в атмосфері перегрітої пари. Дим виходить з високим вмістом кислот, особливо мурашиної та пропіонової, що погіршує аромат і смак копчення. Разом з тим у димі зменшується вміст фенолів і збільшується кількість попелу та сажі. Тому забарвлення продукту виходить більш темне та нерівномірне.

Рівномірність утворення диму залежить від *розмірів тирси та стружки*. При використанні дуже дрібної тирси спалювання проходить менш рівномірно, ніж при використанні крупної.

Кількість повітря, що подається, повинна бути достатньою для підтримання повільного горіння палива.

Дим, що утворюється при згорянні деревини з великими язиками полум'я містить менше корисних для копчення компонентів. Крім того, погіршуються його технологічні властивості: з'являється неприємний присмак та запах гару. Для отримання диму використовують димогенератори.

Механізми копчення Механізм копчення складається з двох фаз:

I фаза - осаджування коптільних речовин на поверхні;

II фаза - перенесення коптільних речовин усередину продукту.

Швидкість першої фази переважно залежить від температури (чим вона вища, тим більше осаджується речовин), від концентрації (щільності) диму та від швидкості його руху (рекомендована 0,125-0,250 м/с).

Інтенсивність внутрішнього перенесення коптільних речовин залежить від багатьох факторів I, в першу чергу, від температури середовища, властивостей поверхні продукту, вмісту вологи у сировині, співвідношення м'язової, жирової та сполучної тканини, ступеня подрібнення та інших факторів.

Зокрема, при температурах 35-50°C ефект насичення продукту коптільними речовинами досягається удвічі швидше, ніж при 18-22°C, шпик поглинає коптільні речовини у 1,5 рази інтенсивніше, ніж свинина і у 2,1 рази більше, ніж яловичина. Димопроникність кишкових ковбасних оболонок на 20-25% вища, ніж штучних.

Копчення ковбасних виробів здійснюють у стаціонарних коптільних камерах, універсальних та автоматичних термоагрегатах. Устаткування, призначене для копчення, складається з власне коптільної камери, куди завантажують продукцію, димогенератора, вентиляторів і системи трубопроводів для подання повітряно-димової суміші.

Сушіння. Сушіння ковбас - це процес вилучення вільної вологи у природних умовах. Сушать сирокопчені, сиров'ялені, варено-копчені та напівкопчені ковбаси. Мета сушіння - знизити вологість продукту та збільшити відносний вміст кухонної солі і коптільних речовин у ковбасних виробках для збільшення тривалості зберігання.

Якщо при зневоднюванні варено-копчених ковбас спостерігаються лише деякі втрати коптільних речовин у зовнішнє середовище, то сушіння сирих (сирокопчених, сиров'ялених) ковбас відноситься до найбільш складних технологічних процесів. Сирі ковбаси виготовляються без теплової обробки, достатньої для пастеризації продукту, однак наприкінці сушіння вони набувають потрібної структури, смаку, аромату і стають мікробіологічно надійним продуктом з тривалим терміном зберігання.

Це відбувається завдяки складним фізико-хімічним та біологічним змінам (дозрівання ковбас), спричиненим тканинними та мікробіологічними ферментами.

Суть та значення внутрішніх змін фаршу. До числа найбільш важливих внутрішніх змін, що відбуваються на фоні постійного зневоджування продукту, відносяться:

-формування структури;

- якісні та кількісні зміни мікрофлори;
- зміна величини рН;
- формування смаку та аромату;
- формування забарвлення.

Формування структури сирокочених ковбас починається з приготування фаршу. Сировину для виробництва сирих ковбас піддають лише порівняно грубому подрібненню, тому що деструкція сировини зменшує швидкість сушіння. Таким чином, у фарші переважають елементи з клітинною структурою. Утворення зовсім нової структури, монолітної та твердої, завершується у процесі сушіння і служить одним з критеріїв готовності ковбаси.

Структуроутворення відбувається у зв'язку з розвитком у фарші двох протилежно спрямованих процесів:

- ферментативного гідролітичного розпаду білкових компонентів фаршу, наслідком якого є руйнування клітинної структури частинок фаршу та досягнення мікроскопічної однорідності структури, властивої готовому продукту;
- формування просторового структурного каркасу шляхом агрегування білків на початку у результаті коагуляційних зв'язків, а у подальшому із зневоднюванням, витісненням цих зв'язків конденсаційними, внаслідок чого каркас набуває міцності.

Гідроліз білків відбувається під впливом як тканинних протеаз, так і бактеріальних ферментів. Активність м'язових катепсинів підвищується у результаті механічного руйнування внутріклітинної структури та унесення 2-3% солі при виготовленні фаршу, а також зниження рН (найбільша протеолітична активність проявляється при рН 5,4).

Участь протеаз, що продукуються мікроорганізмами, у гідролітичному розщепленні білків фаршу особливо значна при високому вмісті вологи і низькій концентрації солі, тобто у період осаджування, копчення та початкової фази сушіння. При зниженні вологості фаршу приблизно 55% до сухого залишку та досягнення концентрації солі близько 10% загальна кількість мікроорганізмів знижується. Якщо такий ступінь зневоднювання буде досягнутий передчасно, руйнування тканинної структури буде менш повним.

Очевидно, що хід ферментативних процесів та зневоднювання сирокочених ковбас взаємопов'язані. Діяльність ферментів і розвиток мікрофлори обумовлені наявністю достатньої кількості вологи та концентрацією у ній солі, тобто залежать від ходу обводнювання. З іншого боку структурні зміни зменшують швидкість сушіння.

У результаті ферментативної деструкції білків відбуваються специфічні зміни цілісності м'язових волокон та гомогенізація маси, підвищується пластичність фаршу. Початкова стадія гідролітичного розпаду робить білок легше засвоюваним.

Уз зневоднюванням фаршу зменшується пластичність, водозв'язуюча здатність та липкість фаршу на фоні зменшення розчинності білків, що свідчить про розвиток коагуляційної взаємодії між білковими частинками і

про зміцнення зв'язків між ними. У результаті агрегування білків утворюється просторовий структурний каркас, продукт набуває однорідну тверду та добре зв'язану структуру.

Гідролітичний розпад білків протікає з більшою швидкістю у центрі батона, а агрегування - у зовнішньому шарі. Це дає підставу рекомендувати проводити процес сушіння сирих ковбас з найменшим градієнтом вологості.

Якісні та кількісні зміни мікрофлори відбуваються поступово, як усередині, так і на поверхні продукту.

Хоча хід розвитку мікрофлори багато в чому залежить від початкового забруднення фаршу, загальна тенденція приблизно така: у початковий період (осаджування, копчення, частково сушіння) кількість мікробних тіл зростає, сягаючи десятків мільйонів і більше в 1 г фаршу, потім поступово загальна кількість мікробів зменшується, причому серед них дедалі більшу роль починають відігравати певні види. У перші дні сушіння гальмується зростання грамнегативних бактерій і мікробів. Наприкінці сушіння молочнокислі бактерії поступово витісняють інші види, грамнегативні бактерії повністю відмирають. Така радикальна кількісна та якісна трансформація мікрофлори у процесі виготовлення сирих ковбас пов'язана із зневоднюванням середовища, підвищенням концентрації солі та зниженням рН.

Сіль як фактор, що визначає величину осмотичного тиску, при досягненні у процесі зневоднювання концентрації 10% пригнічує дію на гнилісні бактерії.

Величина рН падає під впливом автолітичних процесів, а також молочної та інших кислот, що утворюють при бродінні вуглеводів у процесі життєдіяльності мікрофлори.

Життєздатність молочнокислих форм мікроорганізмів пояснюється їх кислото- та солестійкістю, здатністю розвиватися у широкому діапазоні температур при відносно низькому вмісті вологи.

Поверхневій мікрофлорі сирих ковбас (плісняві) за звичаєм надають негативне значення, тому що пліснява викликає небажані органолептичні зміни продукту, а деякі види можуть утворювати мікотоксини. Для попередження неконтрольованого зростання небажаних пліснявих грибів застосовують сор- бат калію. Однак окремі види плісняви можуть відігравати позитивну роль. Їх наносять на поверхню ковбас для забезпечення рівномірного ходу сушіння і запобігання окислення шпику.

Для сприятливої трансформації мікрофлори усередині ковбасних батонів у процесі ферментації до фаршу вводять спеціальні бактеріальні препарати та добавки.

В якості стартових культур, в основному, використовують мікрококи, гомоферментативні молочнокислі бактерії, педіококи.

Мікрококи, наприклад *Micrococcus aurantiacus*, *Micrococcus varians* і *Micrococcus lactis* вносять, головним чином через їх участь у забезпеченні стабільності забарвлення і потрібного смаку.

Мікрококи відновлюють нітрати до нітритів і сприяють утворенню окису азоту. Участь мікрококів в процесі утворення аромату пов'язана з декількома аспектами їх діяльності:

- під дією їх ліполітичної активності утворюються жирні кислоти;
- під дією їх каталазної і пероксидазної активності розщеплюються перокси-дази, які викликають погіршення смаку і забарвлення ковбас.

Гомоферментативні молочнокислі бактерії, серед яких використовують лак-тобацили (*Lactobacillus p/antarum*, *Lactobacillus brevis*) утворюють тільки молочну кислоту із сахарів, забезпечуючи цим процес ферментації. Крім того, вони являються мікроаерофільними, тому сприяють ферментації у середовищі з низьким вмістом кисню, наприклад, в ковбасах великого діаметру.

Серед педіококів активну участь в процесі ферментації приймає *Pesciiosossiv segeuiviae*, який утворює діацетил - важливий компонент смаку. Бактеріальні закваски (стартові культури) використовують у рідкому, сухому і замороженому стані.

Зміна величини рН. Низьке значення рН м'яса важливо не тільки для гальмування зростання гнилісної мікрофлори, оптимум розвитку якої знаходиться у діапазоні рН 7,0-7,4, але й суттєво впливає на швидкість сушіння. Величина рН в інтервалі близькому до ізоелектричної точки білків м'яса (5,1-5,5) створює кращі умови для зниження водозв'язуючої здатності і є оптимальною для утворення нітрозопігментів, відповідальних за забарвлення сирих ковбас.

Необхідно, щоб у процесі ферментації показник рН знижувався не дуже швидко і не опускався значно нижче 5,0, тому що, по-перше, водозв'язуюча здатність при рН нижче 5,0 знову зростає, а, по-друге, пригнічується діяльність кислотонестійких мікроорганізмів, які впливають на колір, аромат та смак сирокочених ковбас. Вважається, що початкова величина рН м'яса близько 5,8-6,2 забезпечує хороші умови для протікання біохімічних та мікробіологічних процесів. На швидкість та інтенсивність зниження рН може впливати підвищення температури і надто високе дозування додаваного цукру.

У формуванні смаку та аромату дозріваючих ковбас беруть участь численні компоненти. Деякі з них додаються у процесі виробництва - сіль, спеції, копильний дим. Основна ж частина смакоароматичних речовин утворюється у результаті ферментативного розщеплення жирів, вуглеводів та білків.

Під дією липази, яка знаходиться у м'ясі, а також бактеріальних ферментів (найбільш активні мікрококи, а також плісняві гриби та дріжджі при виробництві ковбас з нальотом плісняви) утворюються вільні жирні кислоти. Вступаючи у реакцію з киснем повітря вони утворюють кінцеві продукти окислювально-відновлювальних реакцій - альдегіди, кетони, леткі жирні кислоти, спирти, ефіри. Ці речовини мають дуже інтенсивний аромат.

Розщеплення вуглеводів викликають лактобактерії, які, накопичуючи молочну та інші кислоти, сприяють виникненню кислуватого присмаку та аромату, домінуючого в сирокочених продуктах прискороного дозрівання.

Протеолітичні процеси спричиняють розщеплення розчинних білків до пептидів та амінокислот. Із останніх можуть утворюватися леткі жирні кислоти, аміак, аміни, сіркомісткі компоненти (меркаптани та ін.).

Необхідно відзначити, що тільки сукупність усіх утворених сполучень формує властивий готовому продукту смако-ароматичний «букет». Вираженість окремих відтінків аромату та смаку залежить від виду сполучень, їх кількості та порогової концентрації.

Формування забарвлення сирих ковбас досягається введенням до фаршу нітриту натрію. Однак умови кольороутворення мають свої характерні особливості:

- низькі температури ведення технологічного процесу;
- поступове зниження вологовмісту;
- зростання концентрації хлористого натрію;
- наявність денітрифікуючих бактерій;
- зсунення рН у кислу сторону.

Перші три фактори інгібують активність натуральних ферментних систем, що негативно позначається на реакції кольороутворення.

Вплив денітрифікуючих бактерій залежить від їх виду та умов дозрівання ковбас. У результаті денітрифікації деяких видів мікрофлори можуть утворюватися більш відновлені продукти денітрифікації: азот, аміак та інші. Кількість окису азоту при цьому зменшується, забарвлення недостатньо виявлене і стабільне. Небажаний хід денітрифікації може бути змінений введенням до фаршу денітрифікуючих бактерій, продуктами життєдіяльності яких переважно є окис. Зсунення рН у кислу сторону під час ферментації дещо поліпшує процес кольороутворення.

Механізми процесу сушіння. Механізм процесу сушіння зводиться до такого: пароутворення на поверхні ковбас внаслідок наявності різниці парціальних тисків водяних парів у повітрі і на поверхні продукту; відведення утвореної пари у зовнішнє середовище через граничний шар (зовнішня дифузія); перенесення вологи усередині ковбасного батона від центра до поверхні (внутрішня дифузія) внаслідок появи градієнта вологості за рахунок пароутворення та винесення водяних парів з поверхні.

Швидкість внутрішнього перенесення залежить від структури фаршу, який відноситься до капілярно-пористих матеріалів. В них перенесення вологи відбувається через пори та капіляри. При поступовому зменшенні вологості відбувається осаджування ковбас, пори звужуються і дифузія утруднюється. Більш тонке подрібнення фаршу також викликає уповільнення перенесення вологи і обезводнювання ковбаси.

Швидкість зовнішнього перенесення залежить від різниці концентрації вологи у поверхневому шарі і навколишньому середовищі, від температури і швидкості руху повітря. Однак інтенсивне зневоднювання поверхневого шару, наприклад, за рахунок зниження відносної вологості повітря (нижче

75%) та підвищення його швидкості руху (понад 0,1 м/с) призводить до його надмірного ущільнення, зниження швидкості перенесення вологи через нього до поверхні і падіння швидкості сушіння. Одночасно в результаті з'являється дефект - «закал» ковбас, за якого поверхневий шар стає жорсткішим і темнішим. Інтенсифікація сушіння сирокочених ковбас за рахунок підвищення температури (вище 15°C) також неможлива, оскільки мікробіальні та ферментативні процеси можуть розвиватися у небажаному напрямку. Крім того, температура повинна бути нижчою від температури денатурації білка. Для напівкопчених та варено-копчених ковбас, які сушать після варіння, можуть застосовуватися високі температури.

Підвищення температури і відносної вологості повітря при сушінні сирокочених ковбас може призвести до розвитку плісняви на поверхні батонів і зниження концентрації копильних речовин. У випадку використання натуральних оболонки сушіння протікає інтенсивніше, ніж при застосуванні білкових оболонки.

Техніка сушіння. Сушать ковбаси у спеціальних камерах при певній температурі і вологості повітря. З метою підтримання постійного температурно-вологісного режиму використовують кондиціонери. Ковбаси розвішують на вішалах або рамах, які розміщують у декілька ярусів в залежності від висоти приміщення. В одному ярусі необхідно розміщувати батони з однаковим діаметром на певній відстані один від одного для циркуляції повітря.

Режими та тривалість сушіння різних видів ковбас неоднакові. Напівкопчені ковбаси сушать при температурі 10-12°C і відносній вологості повітря 76+2% протягом 1-2 діб. Цей вид ковбас направляють на сушіння у тому випадку, якщо вологість їх вища за припустиму, а також коли вони призначені для транспортування.

Варено-копчені ковбаси сушать 2-3 доби до набуття щільної консистенції та досягнення стандартної масової частки вологи. У напівкопчених ковбасах вміст вологи становить 40-45%, варено-копчених - 30-40%, сирокочених - 25-30%.

Сирокочені ковбаси сушать 6-7 діб при температурі 11-15°C, відносній вологості повітря 82+3% і швидкості його руху 0,1 м/с; подальше сушіння проводять протягом 20-23 діб при 10-12°C, відносній вологості 76+2% і швидкості його руху 0,05-0,1 м/с. Загальна тривалість сушіння 25-30 діб залежно від діаметра оболонки.

До недоліків цих сушильних камер відносяться нерівномірність температурно-вологісного режиму за їх об'ємом і необхідність переважування продукції під час сушіння, що пов'язано з непродуктивними втратами праці.

Більш раціональні сушарки секційного типу, кожна секція яких розрахована на добову продуктивність з автоматичним регулюванням режиму і при строєм для періодичного переміщення продукції. У цих сушарках ковбаси сушать при змінному режимі: відносній вологості 85-90% на початку сушіння, що знижується до 50% наприкінці, і температурі, що

підвищується від 10-12°C на початку процесу до 18-20°C наприкінці. Такий режим не тільки забезпечує більш однорідну структуру продукту, запобігаючи «закалу» ковбас, але й скорочує тривалість процесу на 10-15%.

Для прискорення сушіння сирокочених та сиров'ялених ковбас застосовують спеціальні штами бактеріальних культур, які вводять до фаршу і наносять на поверхню батонів. Ці мікроорганізми - антагоністи гнилісної мікрофлори. Вони охороняють продукцію від псування і запобігають надлишковому випарюванню вологи з поверхні батона. Тривалість сушіння при використанні бактеріальних культур скорочується на 7... 10 діб. Однак при використанні бактеріальних культур процес необхідно здійснювати в окремих камерах при суворому дотриманню режиму сушіння.

Контроль якості готової продукції. Після охолодження кожен партію ковбасних виробів піддають всебічному контролю за органолептичними, хімічними та бактеріологічними показниками, а також визначають вихід продукції.

Вибір проб та проведення аналізів здійснюють у точній відповідності зі стандартами на дані аналізи. Від кожної партії ковбасних виробів піддають зовнішньому огляду не менше 10 батонів продукції.

При органолептичному оцінюванні якості оцінюють зовнішній вигляд, смак, колір, аромат, консистенцію, вигляд на розрізі - рівномірність розподілу компонентів рецептури, ступінь гомогенності і т. ін.

До основних гарантійних хімічних показників якості відносять визначення масової частки вологи, хлориду натрію, нітриту натрію, крохмалю, залишкової активності кислої фосфатази. Періодично ведуть перевірку на вміст у готовій продукції солей важких металів і свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, міді, цинку, а також афлатоксину В.

До мікробіологічних досліджень включають: визначення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, патогенної мікрофлори роду сальмонел, протей, кишкової палички, сульфит-редуючих клостридій, стафілококів.

Дозвіл на випуск ковбасних виробів оформляють у вигляді сертифікату якості, який є перепусткою до відділу зберігання, упакування і подальшої реалізації. Не допускаються до реалізації ковбасні вироби з дефектами, які з'являються у результаті порушення технології виготовлення. Дефекти, які перешкоджають реалізації ковбас, та причини їх виникнення подані нижче.

Зберігання та упакування. Термін реалізації готової продукції вираховують з моменту закінчення технологічного процесу і включають до нього тривалість зберігання на підприємстві, тривалість транспортування, зберігання на торговій базі, знаходження у магазині до моменту продажу споживачеві.

Ковбасні вироби зберігають у камерах, обладнаних підвісними доріжками та стелажми, де підтримується певна температура і вологість повітря. Зберігання та реалізацію ковбас здійснюють при температурному діапазоні від 0°C до 15°C і відносній вологості повітря 75-85%. Тривалість зберігання охолоджених виробів становить: варених ковбас - до 48 годин,

ліверних - до 8 г. (при температурі не вищій 6°C), напівкопчених - не більше 10 діб (при температурі не вищій 12°C). Більш тривале зберігання напівкопчених ковбас не рекомендується, тому що відбувається інтенсивна втрати маси, що відображається на якості.

Сирокопчені ковбаси зберігають в ящиках або картонних коробах у сухому і темному приміщенні до 4 місяців при температурі від 0 до 4°C та відносній вологості повітря 75%.

При зберіганні не допускаються різкі перепади температури, які сприяють відпітненню батонів, що створює сприятливі умови для інтенсивного розвитку мікрофлори.

Упаковування ковбасних виробів, призначених для місцевої реалізації, здійснюється у зворотну тару - металеві, пластмасові та дерев'яні ящики, а також контейнери. Тара повинна мати кришку, бути сухою, чистою, без плісняви та побічного запаху.

Температура варених ковбас перед укладанням в тару повинна бути 0-15°C, ліверних - 0-8°C, напівкопчених, варено-копчених та сирокопчених - 0-12°C.

У кожний ящик чи контейнер упаковують ковбаси одного найменування. М'ясні хліби обгортають серветками з целофану, пергаменту, підпергаменту та укладають не більше двох рядів.

Деяку частину продукції - в основному делікатесні вироби та сосиски - фасують у нарізаному порціями або згрупованому вигляді у прозорі газопроникні полімерні пакети.

Упаковування здійснюється на спеціальних лініях, до складу яких входять машини для нарізування ковбас, формування пакетів, укладання шматків до пакетів, вакуумування та термозварювання пакетів, зважування порцій, наклеювання етикеток та групового упакування пакетів у короби.

При маркуванні тари вказують вид продукту, підприємство-виготовлювача, дату виготовлення, масу брутто-нетто, стандарт, термін та умови зберігання, інформаційні дані про харчову та енергетичну цінність.

Подовження терміну зберігання ковбас. Тривалість зберігання ковбасних виробів можна збільшити у три способи:

- внесенням до фаршу речовин-консервантів;
- поверхневою обробкою батонів;
- нанесенням харчових захисних покриттів.

Окрім речовин, широко використовуваних у технології ковбасних виробів (кухонної солі, нітриту натрію, аскорбінової, ізоаскорбінової кислот), консервуючу дію мають багато харчових кислот. Рекомендовані норми уживання цих консервантів (%) такі:

- оцтова, лимонна, молочна кислоти - 0,1-0,5;
- аскорбінова, ізоаскорбінова кислоти - 0,02-0,05;
- бензойна кислота, бензоат натрію - 0,1-0,4;
- пропіонова кислота, пропіонат натрію - 0,03;
- сорбінова кислота і її солі - 0,01-1,2.

З метою запобігання пліснявлення ковбас застосовують поверхневу обробку батонів чи замочування ковбасних оболонок перед шприцюванням.

Найбільш простий спосіб - обробка батонів 0,5% розчином сорбінової кислоти або занурення у 15-20%-ний розчин сорбату калію. Термін зберігання напівкопчених ковбас при цьому збільшується на 10-12 діб. Можна використовувати також суміш з 2,5% розчину сорбату калію, 3,5%-го розчину пропілпараоксибензоату, 0,0075%-го розчину дінатрієвої солі тетрацтової кислоти або 0,3-0,4%-го розчину пропіанату кальцію та натрію.

Широкий спектр впливу на всі види дріжджів, плісняви, гнилісні бактерії, актиноміцети має дегідроцетова кислота (ДГК) і її натрієва сіль (ДГК | - Ма). У водному розчині цього препарату рекомендується замочувати ковбасні оболонки (витрати ДГК - 250 г/1т готової продукції).

Для поверхневої обробки сирокоччених ковбас дуже ефективно використовувати натамакс, активною складовою якого є натаміцин. Натамакс застосовується у вигляді 0,4% розчину.

При перевезенні напівкопчених та варено-копчених ковбас на далекі 1 відстані з метою запобігання усушки та окислення, забруднень та псування ; їх покривають захисними покриттями або заливають жиром.

Принцип створення додаткового захисного покриття базується на нанесенні на ковбасну оболонку водних дисперсій полімерів (в основному на основі латексів бутилкаучуку та модифікованого сополімеру вініл і вінілдехлориду), що містять також харчові барвники (цільну кров, формені елементи крові), бактерицидні речовини.