

## **№11 дәріс. Тамақ өнімдерін өндіруде шикізатты өңдеудің электрофизикалық әдістері**

### **Дәріс жоспары:**

1. Тамақ өнімдерін жоғарғы жиіліктегі токпен өңдеу.
2. Тамақ өнімдерін инфрақызыл сәулемен өңдеу.
3. Ультракүлгін сәулелерді қолдану
4. Ионды сәулелендіру

### **Жоғары жиіліктегі токпен өңдеуді тамақ өнімдерін кептіруде қолдану**

Жоғары жиіліктегі қыздыру кептіру үшін тиімді болып табылады. Бұл кезде өнімнің электрофизикалық көрсеткіштері ылғалдылығына байланысты. Материал кепкен сайын оның ылғалдылығы азаяды, яғни диэлектрлік шығындар және бөлінетін энергия азаяды.

Жоғары жиілікте қыздыру термиялық процестерді жылдамдатуға қолданылады. Бірақ, бұл тәсіл тек оны тиімді қолдану аймағы табылғанда, техникалық қиыншылықтар – электродтардың конструкциясы, қыздыру объектісінің электрофизикалық қасиеттерінің өзгеруі, т.б. - жойылғанда, өнімнің сапасы мен шығымы жоғары болғанда ғана тиімді болып табылады.

Жоғары жиіліктегі ток (ЖЖТ) өрісіндегі кептіру үшін жылу әкелу жылдамдығы зор, бұдан буланудың жылдамдығы артады. Булану жылдамдығы оның тарау жылдамдығынан артық, бұл қысым градиентінің пайда болуына әкеп соғады.

ЖЖТ қыздыруды вакуумда (ауасыз) жүргізу тиімді, өйткені бұл жағдайда процесс жоғары емес  $t$  – да ( $12-20^{\circ}\text{C}$ ) өтеді, яғни өнімнің жоғары сапасы қамтамасыз етіледі. Ауасыз кеңістікте ет өнімдерін ЖЖТ кептіру аппаратының құрылысы қарапайым. Етті вакуум камерасындағы электродтардың арасына орналастырады. Электродтарға ЖЖТ ( $35-40$  МГц) бергенде онда жылу пайда болады. Ылғалдың буы конденсаторға өтеді, ал суға айналмаған бөлігі вакуум – сорғышпен сорып алынады. Кептіру ұзақтығы -  $1,5-2$  сағат, үлгінің кебуі  $-72-74\%$ .

### **Жоғары жиіліктегі токпен өңдеуді қыздыруға қолдану**

ЖЖТ қыздыру тәсілі какао бұршаққаптарын және кофе дәндерін қуыру үшін қолданылады. Бұл қуырудың ерекшелігі, ядро мен қабықшаның электро- физикалық қасиеттерінің бөлектігінен соңғысының ЖЖТ қыздыру кезінде ядроға қарағанда  $t$ –сы төмен болады. Сондықтан, қабықшаға жақын қабаттағы какао майы көп ерімейді, яғни қуыру кезіндегі майдың жоғалуы азаяды. ЖЖТ қыздыру кезінде бұршаққап ішіндегі қысым тез жоғарылайды, бұл оларды жармаға ұсақтауды жеңілдетеді. Ұсақтауға жұмсалатын жұмыс күші  $25-50\%$  ке азаяды.

Кернеуліктің  $E$  жоғары мәндерінде біркелкі өріс жасау өте қиын, сондықтан, еріту үшін тарақ тәріздес электродтар арқылы энергияны өнімнің әр жеріне жеткізу керек. Бұл электродтар арқылы энергияны өнімнің көлеміне бір тегіс бөлуге болады. Тарақ тәріздес электродтар арқылы үлкен көлемдегі еттерді еріту өте тиімді. Энергия шығыны  $-1$  т етке  $75$  кВт/сағат.

Мұздатылған балықты ЖЖТ өрісінде еріткенде, сапасы 8 –9 күн сақталған балғын балыққа жақын өнім алуға болатыны анықталды. Бұл әсіресе, треска балығын еріткенде білінеді. Әсіресе, су байланыстыру қабілеті өте жоғары болу үшін ең қолайлысы –13 –16 МГц жиілік.

ЖЖТ жібіту жеміс –жидектер өрік, қарақат, қой бүлдірген –үшін жақсы. Жібіту ұзақтығы -1,5 –2 мин.

Шұжық батоны тегіс қыздырылуы үшін, оны айналдырады. Осы мақсатпен жұмысшы конденсатордың жоғары электроды үздіксіз таспа түрінде жасалған, ал төменгі жалпақ электрод –қозғалмайды. Пісіру уақыты - 3,5 -5,5 мин, кернеу –  $U = 5 -6$  кВ ;  $A=1,5 -2$  А.. Бұл тәсілмен пісіру дұрыс геометриялық формалы және бірдей диаметрлі жасанды қабықшалы шұжықтар үшін қолайлы. Конвейерлі конденсатор қолданғандағы электр өрісінің біркелкі еместігі шұжықтың екі шетінің дұрыс қызбауына әкеп соғады. Мұны болдырмау үшін, конденсатордың екі шетіне ИҚ –сәуле шамдарын қою керек. Осындай қондырғыда сүйексіз еттерді де өндеуге болады.

ЖЖТ қыздыру бөтелкедегі шырындарды пастерлеу үшін қолданылады. Жұмысшы орган ретінде аппаратта үш электродты конденсатор болады. Сұйық өнімдерді стерилдеу үшін стерилизатор қолданылады, ол диэлектрлік түтікпен, онда 50-60% -ке толтырған тот баспайтын болат шариктер, индукторлар болады. Электрлік түйісу өрісі шариктерде құйын токтарын туғызып, оларды қыздырады. Шариктермен сұйықтың арасындағы жылу алмасу өте жылдам жүреді

ЖЖТ өндеу әртүрлі микробтарға қатты әсер етеді. Зерттеулер көрсеткендей, микробтардың өлуі ж.ж.токтың микроб клеткасына жылу-механикалық әсерінен болады.

Ж.ж.токтардың әсерімен еттегі автолиздік өзгерістер жылдамдайды. Ж.ж.токты қолдану еттің жетілуін тездетеді. Гликогеннің ыдырауы 2 есе жылдамдайды. Еттің рН көрсеткіші де жылдам төмендейді.

Ж.ж. ток әсерін сүтті тарту кезінде оны майсыздандыру үшін қолданады.

**Жоғары (жж) және аса жоғары жиіліктегі (АЖЖ) электр тогы** - жылулық стерилдеудің бір түрі. Қысқа және ультрақысқа электромагниттік толқындардың орта арқылы өтуі жоғары және жоғары жиіліктегі айнымалы токтардың пайда болуын тудырады. Электромагниттік өрісте электр энергиясы жылу энергиясына(өнімнің температурасы 100°С және одан жоғары) айналады.

ЖЖ-өндеуді консервілерді стерильдеу үшін қолдану 20-30 МГц радиожілік диапазонында жүргізіледі. 2400 МГц жиілігі кезінде аса жоғары жиілікті қыздыру неғұрлым тиімді болып саналады, бұл кезде ағында үздіксіз стерилдеуді жүргізуге болады. АЖЖ-өндеу кезінде өнімнің физикалық қасиеттері, банкалар өлшемдері және стерилденетін өнімнің басқа да параметрлері микротолқынды энергия генераторының режиміне аз әсер етеді. Стерильдеудің осы тәсілінің өзіне тән ерекшеліктері оны жеміс-жидек консервілерін термиялық өндеуде қолдану тиімділігін көрсетеді.

Ет және ет өнімдерінің оптикалық қасиеттері негізінен инфрақызыл спектрлер бөлігінде жылумен өңдеу үшін қажет. Инфрақызыл сәулелер спектрдің 0,76 дан 750 мкм бөлігін қамтиды. Оларды шартты түрде үш топқа бөледі: қысқа толқындар – 0,76-1,5 мкм; орта толқындар – 1,5-2,5 мкм; ұзын толқындар - 2,5-750 мкм. Жылу шығаруды қарастырғанда кез келген температурада түскен электромагнит энергиясын толқын ұзындығына-  $\lambda$  байланыссыз түгелдей жұтатын абсолютті қара дене туралы ұғым маңызды.

Әдеттегі бумен стерилдеумен салыстырғанда қыздыру уақыты (1-3 мин) айтарлықтай қысқарады және дайын өнімнің тұтынушылық қасиеттері: хош иіс, дәм, консистенция, түс және биологиялық белсенді заттар жақсарады.

Көрсетілген өңдеу түрлерін өндіріске кеңінен енгізу жабдықтың және технологиялық процестің температуралық параметрлерін бақылау күрделілігіне байланысты тежелуде.

ЖЖ - немесе АЖЖ-энергияның микрофлораға әсері түрліше, яғни кейбір ғалымдардың айтуынша микроорганизм жасушасына электромагниттік толқындардың ерекше әсері бар. Өнімнің әрбір түрі үшін өзінің стерильдеу режимдері әзірленуі тиіс, өйткені микрофлораның құрамы мен сезімталдығы түрліше болып келеді.

Аса жоғары жиіліктегі энергияны (АЖЖ) пайдалана отырып микротолқынды кептіру – яғни сусыздандыру процесін қарқындату микротолқындардың өткізгіш әсерінің және оларды су молекулаларының жоғары сіңіруі салдарынан болады. Материалдың ішкі қабаттарындағы қысымның жоғарылауына байланысты сіңірілген энергия жылуға айналып, кептірілген өнімдердің тілімдері көлемін біршама ұлғайтады. Нәтижесінде тез езілуге қабілетті кеуекті кептірілген өнім шығады. Процестің ұзақтығы-10 мин.

**Ультракүлгін сәулелер (УК) (сәулелік стерильдеу)** жоғары энергияға ие және олардың сіңіретін субстрат молекулаларында және микроорганизмдердің жасушаларында фотохимиялық өзгерістер тудырады. Ең үлкен бактерицидтік әсерге толқын ұзындығы 250-280 нм сәулелер ие. Микроорганизмдерге УК-сәулелерінің әсер ету тиімділігі сәулелену дозасына байланысты.

Жеміс-көкөніс консервілерін стерильдеу үшін оны сәулелердің төмен сіңіру қабілетіне байланысты қолданбайды. Құрамында майы бар өнімдерді сәулелендіруге болмайды, өйткені УК-сәулелерінің әсерінен өнімдерде, сондай-ақ өнімнің өзіне де әсер ететін сутегі мен озон тотығы пайда болуы мүмкін. Бұл ретте өнімнің дәмдік және тағамдық қасиеттері нашарлайды. Жеміс-көкөніс шырындары мен шараптарды жұқа қабатта стерилдеу кезінде УК-сәулелерін қолдану мүмкін деп саналады.

УК-сәулеленуді тоңазыту камераларының, өндірістік үй-жайлардың ауасын зарарсыздандыру(дезинфекциялау) үшін, асептикалық консервілеу кезінде технологиялық процесте, тамақ өнімдерін құю, буып-түю және буып-

түю кезінде сырттан инфекция жұқтырудың алдын алу үшін; ыдыстар мен буып-түю материалдарын зарарсыздандыру үшін пайдалану ұсынылады.

Алайда, бұл консервілеу әдісі үлкен сақтықты талап етеді, өйткені УК-сәулелері адам үшін қауіпті, көзге және теріге әсер етеді.

**Ионды сәулелендіру.** Ионды сәулелену арқылы консервілеу кезінде оның стерилдеу әсері үдерістің температурасын жоғарылатпай алынады. Сондықтан кейде иондаушы радиация арқылы консервілеу суықтай стерилдеу немесе суық пастерлеу деп аталады.

Азық-түлік өнімдерін өңдеу үшін рентгендік сәулеленуді,  $\gamma$ -сәулеленуді немесе жеделдетілген электрондардың ағынын пайдаланады. Иондаушы радиацияның әсер ету механизмі микроорганизмдердің молекулалары мен атомдарын иондауға негізделген, соның нәтижесінде олардың қалыпты биологиялық функциялары бұзылады және олар жойылады. Иондаушы сәулеленудің әсерінен тірі жасушалардың өлімі жасушаның нуклеин және басқа да алмасуларындағы бұзылулар салдарынан болады.

Сәулелену дозасының шамасы өнімнің түріне, сондай-ақ залалданған микрофлораның сипаты мен даму қарқындылығына байланысты болады.

***Тамақ өнімдерін иондаушы сәулемен өңдеудің келесі түрлері бар:***

- радиациялық стерилдеу (радаппертизация) микроорганизмдердің дамуын толығымен дерлік басады. Шамамен 10-25 кГр дозалары қолданылады (1 килогрей 100 кирадқа немесе 0,1 мегарадқа тең). Радаппертизация әртүрлі жағдайларда(сондай ақ қолайсыз) ұзақ сақтауға арналған тамақ өнімдерін өңдеу үшін қолданылады;

- радуризация- азық-түлік өнімдерін 5-8 кГр-ға жуық пастерлеуші дозалармен өңдеу, бұл олардың сақтау ұзақтығын ұлғайту үшін жеткілікті.

Екі түрде де өнімдер алдымен герметикалық(тұмшаланып) тығындалады (кез келген ыдыс), содан кейін есептелген режим бойынша сәулелердің әсеріне ұшырайды. Өнімдерді өңдеу кезінде олардың температурасы іс жүзінде өзгермейді. Егер олар ыдысқа шикі күйінде салынған болса, онда стерильдеуден кейін де шикі, бірақ стерильді және әдеттегі температуралық жағдайларда ұзақ сақтауға қабілетті болып қалады.

Иондаушы сәулеленумен консервілеудің кемшіліктері-өнімнің химиялық құрамының өзгеруі, бұл олардың дәмінің, иісінің және консистенциясының нашарлауына әкеледі. Осының салдарынан қазіргі уақытта ғалымдар органолептикалық қасиеттерді өзгертпейтін өнімдерді сәулелендіру режимдерін таңдайды. Бұл инертті газдардағы, вакуумдағы, төмен температурадағы, антитотықтырғыштарды қолдана отырып сәулелену.

Мәселен, ет пен балықты өңдеу үшін сәулелендіру мөлшері 6-8 кГр аспауы тиіс, бұл жағдайда дәмнің, иістің және консистенцияның өзгеруі байқалмайды. Картопты және кейбір көкөністерді ұзақ сақтау үшін иондаушы радиацияның рұқсат етілген нормалары 0,1-0,2 кГр аспайды, оларды пайдалану сақтау кезінде пияздың, сарымсақ пен картоптың өнуін толық басады.

Алайда консервілеудің бұл әдісі әлі күнге дейін өнеркәсіпте кеңінен қолданыс таппады. Себебі оның адам денсаулығына кері әсері, сәулеленген тамақ өнімдерінде болатын өзгерістер елеулі, ал иондаушы сәулелердің әсеріне микроорганизмдердің тұрақтылық дәрежесі жан-жақты зерттелуде.

**Асептикалық консервілеу**-қысқа мерзімді жоғары температуралы қыздыру, салқындату жолымен стерильдеу және стерильді ыдысқа құю және асептикалық жағдайда тығындау. Сұйық және езбетәрізді тамақ өнімдері үшін қолданылады. Артықшылығы - жылулық өңдеу уақытын қысқарту, нәтижесінде консервілердің тағамдық құндылығы артады; өнімді буып тую үшін полимер материалдар қолдануға болады.

Ұсақ (яғни кәдімгі) консерві банкарда асептикалық консервілеу былай жүргізіледі: өнім тот баспайтын болаттан жасалған жылу алмастырғыш арқылы (түтікшелердің диаметрі 12-15 мм және ұзындығы 2 мм-ге жуық) үлкен жылдамдықпен (2-3 м/с) өткізеді. Түтіктер үш секцияға бөлінген (әрқайсысы жеке қаптамада), біріншісі және екіншісі қыздырылған бумен жылытылады, ал үшіншісі - сумен салқындатылады. Бірінші секцияда өнім 133-150 °С температураға дейін бірнеше секунд бойы қыздырылады, екінші секцияда - ол тез қозғалыста және сол температурада ұсталады, үшінші секцияда - 30-40 °С дейін тез салқындатылады. Осылайша, үшінші секциядан салқындатылған, бірақ стерильденген өнім шығады, ол бірден басқа аппаратта стерильденген қаңылтыр немесе шыны банкарға құйылады және стерильденген қақпақтармен тығындалады. Тығындалған банктерді бірден қоймаға жіберуге болады.

Ыстық және суық ыстаудан басқа, тамақ өнеркәсібінде электростатикалық және түтінсіз (сұйықтық) ыстау қолданылады.

Электростатикалық ыстау принципінде өнімді жоғары кернеулі электр өрісіне орналастырып, оны оң электродқа қосып, иондалған түтіннің әсеріне ұшыратады. Теріс зарядталған түтін бөлшектері оң электродқа бағыттанып қозғалады және өнімнің бетіне (кеудеге, санына) шөгеді. Ыстау түтінінің ұсақдисперсті өнімдері өнімнің бүкіл көлеміне диффундирленеді немесе енеді, нәтижесінде ол ерекше хош иіс пен ысталған дәмге ие болады. Түтіннің орташа тығыздығында электроыстау процесі тез жүреді-небәрі 2-5 мин. Алайда, бұл тәсілдің маңызды кемшіліктері-ысталған өнімдердің дәмдік сапасы төмен, жабдықтың күрделілігі және т. б. болып табылады.

Түтінсіз (сұйық) ыстаудың мәні-сұйық ыстау препараттарын өнімді тұздау кезінде енгізеді немесе оның бетіне шашырату немесе бүрку арқылы жағады. Ыстау түтініндегі ыстау препараттарының құрамында адам ағзасына зиянды заттары және улы әсері жоқ, мысалы, 3,4-бензопирен. Әдетте, бұл препараттар-түтін компоненттерінің сулы конденсаттары. Оларды әртүрлі өңдеуден өткізеді (айдау, бейтараптандыру, селективті экстракциялау) және ыстау сұйықтығын (сулы ерітінді) немесе препаратты (тұтқыр сұйықтық, ұнтақ) алады. Ыстау препараттарын қолданар алдында 1:7 немесе 1:9 қатынасында сумен ерітеді. Өнімдерді 10-15 сек ыстау сұйықтығының ерітіндісіне батыру жолымен өңдейді.

Кейде ыстаудың біріктірілген әдісін пайдаланады. Бұл ретте алдын ала ыстау препаратымен өңделген өнім қосымша түтінмен ысталады.

Ыстау препараттары ысталған өнімдердің өндірісін тездетуге мүмкіндік береді, алайда олар түтінмен ысталған өнімдерге тән иіс, түс пен дәмді толығымен қамтамасыз ете алмайды. Сонымен қатар, бұл препараттар әлсіз бактерицидтік және антитотықтырғыш әсерге ие.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Тағамдық шикізатты өңдеудің электрофизикалық әдістерін ата.
2. Тамақ өнімдерін инфрақызыл және ультракүлгін сәулелермен өңдеу
3. Тамақ өнімдерін жоғарғы жиіліктегі токпен өңдеу әдісінің қолдану аясы