



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Riina Soidla Dea Anton



KONSERVIDE OHUTU TOOTMINE



Riina Soidla
Dea Anton

Konservide ohutu tootmine

Tartu 2021

Rahastatud Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfondist (EAFRD)



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Autorid: Riina Soidla, Dea Anton

Kirjastaja: Eesti Maaülikool

Maaeluministeeriumi ning Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti (PRIA) tellimisel koostanud Eesti Maaülikool.

Varalised õigused kuuluvad materjali tellijale.

Kõik autoriõigused on kaitstud.

ISBN 978-9916-669-18-1 (pdf)

ISBN 978-9916-669-19-8

Tartu 2021

Sisukord

Sissejuhatus	4
Konservide valmistamisega seotud ohud	5
Konservide valmistamiseks vajalikud seadmed ja vahendid	6
Möötevahendid	6
Konservitaara	7
Konservide valmistamise etapid	9
Tooraine ettevalmistamine	9
Taara ettevalmistamine	10
Õhu eemaldamine	11
Taara hermeetiline sulgemine, hermeetilisuse kontrollimine	12
Konservide steriliseerimise tehnika	16
Konservide soojusliku steriliseerimise alused	19
Mikrobioloogilised alused	19
Soojuse levik konservisisus	21
Steriliseerimisrežiimi väljatöötamine ja valideerimine	25
Enesekontrolli- ja HACCP-süsteemist	28
Konservide ohutuse tagamise kontroll	28
Tehnoloogiline skeem konservile “Hautatud sealiha”	29
Konservi “Hautatud sealiha” tootmise tehnoloogiliste etappide kirjeldus	30
Näide ohtude analüüsist konservi “Hautatud sealiha” tootmisel	33
Kasutatud kirjandus	36

Sissejuhatus

Käesolevas dokumendis tutvustatakse vähese happesusega (pH üle 4,6) konservide ohutu valmistamise põhimõtteid. Lisaks antakse lühiülevaade mikroorganismide hävimisest kuumutamisel/steriliseerimisel, konservisisu läbisoojenemisest ja seda mõjutavatest teguritest.

Dokumendis on kirjeldatud EFSA materjalides [1, 2] ning soovituslikus rahvusvahelises hügieenieeskirjas [3] toodud nõudeid ja juhendväärtusi.

Käesolev dokument ei ole õiguslikult siduv, mistõttu selle esitajad ei võta vastutust teatud info puudumise või vääriti tõlgendamise eest.

Konservideks nimetatakse metall-, klaas- või plasttaarasse õhukindlalt pakendatud toiduaineid, mida on käideldud sellistel temperatuuridel, et ensüümide aktiivsus, mikroorganismide areng ja keemiline riknemine on pärsitud ning on saavutatud toodete kaubanduslik steriilsus.

Kaubanduslikult steriilne ehk pika säilimisajaga, jahetingimusi mittevajav (ümbritseva keskkonna temperatuuril säilitatav) on toit, mille suletud või aseptiliselt täidetud pakend püsib tervena ning mis on bakterioloogiliselt ohutu tarbimiseks inimtoiduna. [1]

Happelisuse alusel jaotatakse konserveeritavad toiduained gruppidesse:

- vähese happesusega, pH > 4,6 (punane liha, linnuliha, kala/mereannid, piim ja mõned värsked köögiviljad);
- happelised, pH < 4,6 (puuviljad, mahlad, hapukapsas, hapukurgid). [1, 3]

Vähese happesusega (pH > 4,6) ning vee aktiivsusega $a_w > 0,85$ konservid on looduslikult madala happelise tasemega, mis ei pärsi kuumust taluvate (termofiilsete) ja eosid moodustavate bakterite (*Clostridium botulinum*) kasvu. Vähese happesusega tooteid tuleb töödelda rõhu all kõrgematel temperatuuridel, s.o 116–121 °C, et hävitada kõik kahjulikud bakterid, eosid ja nende toksiidid.[3]

Konservide valmistamisega seotud ohud

Kõrge happesusega (pH < 4,6) toodete konserveerimine on lihtsam, sest neid on võimalik töödelda 100 °C juures, kuid vähese happesusega (pH > 4,6) toiduainete konserveerimine nõuab rohkem teadmisi mikrobioloogiliselt ohutute toodete saamiseks. Toidumürgistustest esineb botulismi juhtumeid küll harva, kuid nende tekkimisel on sageli põhjustajaks olnud vähese happesusega (liha, linnuliha, kala, köögiviljad) konservid. Osaliselt võib selle põhjuseks olla ebapiisav teave vähese happesusega toitude konserveerimise kohta, kuid sellest olenemata lasub lõppkokkuvõttes vastutus toote valmistajal. Tuleb meeles pidada, et toidu töötlemisel ei saa ükski mehaaniline seade, eeskiri, kontroll ega mõõtmine ära hoida ega kompenseerida inimlikku eksitust, seetõttu on väga oluline, et personal oleks vastavalt koolitatud, teadlik ohtudest ning nõuetekohastest konserveerimisprotseduuridest.

Vähese happesusega toodete retseptid ning termoprotsessid peaks välja töötama pädev isik, spetsialist, kellel on asjakohased teadmised konserveerimise ja mikrobioloogia valdkonnas.

Uute toodete arendamisel, retseptide koostamisel ning termoprotsesside väljatöötamisel peab arvestama konserveeritava toidu tüüpi, konservikarpide suuruse ja nende täitmise viisiga. Samuti on väga oluline teada toote pH-d ja vee aktiivsust (a_w). [3, 4, 5]

Mikrobioloogilised ohud. Toidu valmistamisel nii suur- kui ka väiketootmises tuleb täita kõiki hügieenireegleid. Väga olulised on ruumide ja seadmete puhtus, personali hügieen ning igas tootmisetapis hea hügieenitaseme hoidmine. Konservide kuumtöötlemisel on kõrgete temperatuuride kasutamise eesmärgiks hävitada kõik tootes olevad mikroobid ning nende eosed, kuid võib esineda juhtumeid, kus kõik eosed siiski pole hukkunud. Enamikel juhtudel on toodete riknemise põhjusteks ebapiisav kuumtöötlemine või jahutamine ja pakendite hermeetilisuse kadumine. Termofiilsed bakterid hakkavad arenema 50 °C juures ning neile sobivaim kasvutemperatuur on 60–80 °C.

Keemilised ohud. Keemiliste ohtude hulka kuuluvad keemilised ained, mis võivad tootesse sattuda koos toorainega, tootmise käigus või materjalidest ja esemetest, mis puutuvad toiduga kokku.

Füüsikalised ohud. Konservide tootmisel tuleb jälgida, et ükskõik millises tootmisetapis ei satuks tootesse midagi, mis sinna ei kuulu (isiklikud esemed, purunenud töövahendid või nende osad, pakendite või pakkematerjalide tükid, klaasikillud, metallipuru, luutükid, kivid, haavlid ulukilihas jmt).

Konservide valmistamiseks vajalikud seadmed ja vahendid

Konservide valmistamise seadmed valitakse vastavalt planeeritavale tootmisvõimsusele ning soovitud mehhaniseerimise/automatiseerimise tasemele. Seadmete müügifirmad pakuvad teenusena ka ühist tehnoloogiliste lahenduste leidmist, nõustamist, seadmete- ja tootealast konsultatsiooni, seadmete tehnilist tuge ning varuosade tarnet.

Tootmisprotsessi läbiviimiseks ja kontrollimiseks on vajalikud järgmised tarvikud:

- vahendid karpide/purkide puhastamiseks enne nende täitmist;
- seadmed tooraine ettevalmistamiseks, nt lihahunt, kutter peenestamiseks, keedukatel blanšeerimiseks ja kastme valmistamiseks, praepann (elektripliit), segisti konservisegu koostamiseks;
- kaalud koostisainete kaalumiseks ja täidetud karpide/purkide netomassi kontrollimiseks;
- automaatne või poolautomaatne kaanetamise seade karpide/purkide sulgemiseks;
 - vahendid konservikarpide sulgemisõmbluste läbilõike uurimiseks;
- autoklaav konservide steriliseerimiseks;
 - seadmed/vahendid, mis võimaldavad kindlaks teha, kas konservid on läbinud piisava kuumtötluse (temperatuuri mõõtmise süsteem konservisisus – temperatuuriandur(id) ja andmesalvestus);
 - termostaat (konservide mikrobioloogiliseks kontrolliks ettevalmistamisel);
- printer konservide markeerimiseks.

Mõõtevahendid

Usaldusväärse näidu tagamiseks kalibreeritakse mõõtevahendeid. Kalibreerimise sageduse määrab mõõtevahendi valdaja enesekontrolliplaanis, lähtudes tootja soovitudest, kasutus-tingimustest ja muudest mõõtevahendi metrooloogilisi parameetreid muuta võivatest mõjuritest. Soovituslikus rahvusvahelises hügieenieeskirjas [3, 4] on öeldud, et termomeetri ja rõhumõõturi täpsust kontrollitakse vähemalt kord aastas või vajadusel sagedamini. Kui ettevõttel on andmelogerid (aja-temperatuuriandurid) vajavad ka need kalibreerimist. Mõõtevahendite kalibreerimise andmed registreeritakse enesekontrolli dokumentides.

Konservitaara

Kasutada võib vaid üksnes toiduga kokkupuutumiseks ettenähtud materjale ja esemeid [6]. Nende nõuetele vastavuse kohta peavad toidukäitlejal olema tõendusdokumendid.

Liha- ja kalakonservide valmistamisel kasutatakse põhiliselt metalltaarat, puu- ja aedvilja-konservide valmistamisel klaastaarat. Konservide valmistaja valib tootekohase sobiva taara ning jälgib tootespetsifikatsioonis toodud näitajaid (nt metallkarpide sobivus olemasoleva kaanetamiseseadmega).

Metallkarbid jaotatakse järgmiselt:

- 1) kolmeosalised metallkarbid koosnevad valtsimise/keevitamise teel ühendatud korpusest ja valtsimise teel ühendatud põhjast;
- 2) kaheosalised metallkarbid on stantsitud karbid, millel ei ole korpust põhjaga ühendavat õmblust.

Metallkarbid valmistatakse valge- või mustplekist. Kasutatakse ka alumiiniumsulameid, kroom- ja alumiiniumplekki. Valgeplekk on mõlemalt poolt kaetud tinakihiga kuumutus- või elektrolüütilisel meetodil. Mustplekk kaetakse mõlemalt poolt lakikihiga.

Konservitaarast, sh selle katmiseks kasutatud lakist ei tohi toitu erituda nende koostisosi koguses, mis võib ohustada inimeste tervist, põhjustada toidu koostises vastuvõetamatuid muutusi või selle organoleptiliste omaduste halvenemist. Lakk peab katma pleki ühtlase kihina, olema keemiliselt vastupidav ega tohi muutuda steriliseerimise ajal.

Konservitaara sisepinna korrodeerumine oleneb toote happesusest, tootes sisalduvate hapete keemilisest koostisest ja õhuhapniku olemasolust. Korrosiooni kiirendavad kloori-ioonid. Konservitaara välispinna korrosiooni soodustab niiskuse kondenseerumine konservitaara pinnal. Korrosioon kiireneb tunduvalt, kui õhu suhteline niiskusesisaldus on üle 75% või väliskeskkonna temperatuur kõigub suurtes piirides.

Konservitööstuses kasutatakse ka alumiiniumtaarat, mis on hästi stantsitav. Alumiiniumi kasutatakse põhiliselt kergesti avatavate kaantega metallkarpide valmistamiseks.

Klaastaara. Klaas kui pakkematerjal tagab toidu head organoleptilised omadused, läbipaistvus võimaldab toote välimust lihtsasti kontrollida. Klaastaara puuduseks on kerge purunevus, lisaks ei talu see järske ja suuri temperatuuri kõikumisi.

Klaastaaral ei tohi olla mullikesi ega läbipaistmatuid lisandeid. Defektideks on mikroskoopilised ja kapillaarsed mōrad klaasis, läbipaistvad lisandid, normaalset purgi vormi rikuvad klaasi väljaulatuvad osad (klaasipiigid). Ohtlikud on ka sellised vead nagu lahtine ja kinnine klaasipuru, lahtine mull purgi sisepinnal.

Klaaspurkide korpuse kuju on väga mitmekesine. Keeratava kaanega klaaspurkide korpuse kuju valikul tuleb silmas pidada, et korpuse läbimōõt oleks vähemalt 3 mm suurem kui kaane läbimōõt. Vastasel korral tekivad tootmisliinidel kaantele kriimustused ja deformatsioon.

Klaaspurkide kasutamisel peab kaane ja purgi omavahel kokku sobitama eriti täpselt, sest mõlemal on erinev soojuspaisumine.

Keeratavad kaaned. Vastavalt purgi kaelal olevate keermete arvule valmistatakse keeratavad kaaned kolme, nelja, kuue või kaheksa nukiga. Olenevalt konservisisu koostisest vali-

takse sobiva siselaki ja tihenduspastaga kaaned. Tihenduspasta koostisest sõltub ka, kas kaaned taluvad temperatuure alla või üle 100 °C.

Polümeersest materjalist painduv taara (*flexible package*) on valmistatud kombineeritud mitmekihilisest materjalist (lamineeritud või koekstrudeeritud kiled, alumiiniumfoolium). Kasutatavad pakendid peavad olema heade barjääriomaduste ja kuumuskindlusega. Painduvat taarat kasutatakse kastmete, valmisroogade jms pakendamiseks.

Konservide valmistamise etapid

Konservide tootmine jaguneb järgmisteks põhietappideks:

- tooraine vastuvõtt, ettevalmistamine;
- taara ettevalmistamine, täitmine, netomassi täpsustamine;
- õhu eemaldamine karpidest;
- taara hermeetiline sulgemine, hermeetilisuse kontrollimine;
- kuumtöötlemine, jahutamine;
 - termostateerimine
- markeerimine, etikettimine;
- ladustamine/hoiustamine.

Tooraine ettevalmistamine

Enne peamise tehnoloogilise protsessi läbiviimist toimub puhastamine, pesemine, sorteerimine ja inspekteerimine, tükeldamine, peenestamine, soolamine, tumbleerimine, suitsutamine, blanšeerimine, praadimine, kuivatamine.

Seega taimsest või loomsest toorainest eraldatakse mittesöödavad osad, allutatakse lühiajalisele termilisele töötlemisele ja valmistatakse ette taarasse panekuks.

Järgnevalt on toodud tooraine ettevalmistamise kirjeldused lihakonservide valmistamise näitel.

Maksa kasutamisel tuleb silmas pidada, et kõrgel temperatuuril (ca 112 °C) omandab maks kibeda kõrvalmaitse. Seetõttu on soovitatav tooteid, mis sisaldavad maksa, steriliseerida mitte üle 110 °C.

Loomset rasva (sea-, veise-, lambarasva) kasutatakse kas toorrasvana või sulatatult. Taimseid rasvu, nagu rapsi-, päevalille-, maisi- ja oliiviõli, kasutatakse valmistoitude, liha-köögivilja- ja teatud keelekonservide valmistamisel.

Juur- ja puuvilju kasutatakse värskena, hapendatuna, soolatuna või kuivatatuna.

Maitseained lisatakse peenestatult või tervelt. Näiteks lihakonserve maitsestatakse musta terapipra ja loorberilehtedega, pasteete musta pipra, lõhnapipra, nelgi, kardemoni, muskaatpähkli või teiste maitseainetega. Kastmetele võib lisada suhkrut, tomatipastat, maitsejuurvilju. Enam tarvitavad on petersell ja porgand.

Lisaaineid kasutatakse mitmel eesmärgil: lõhna ja maitse tugevdamiseks, liha värvuse säilitamiseks, *C. botulinumi* kasvu pidurdamiseks (naatriumnitrit), soovitud konsistentsi saavutamiseks.

Tooraine ettevalmistamisel liha konditustatakse, liha ja rupsid siiritakse, vajaduse korral tooraine soolatakse ja kuumtöödeldakse, valmistatakse kaste või puljong ning vorstisegu või pasteedimass. Hautatud lihakonservide tootmisel lõigatakse liha vastava suurusega tükkideks ning pannakse karpi; praeliha ja guljašši tootmisel kuumtöödeldakse (kupatakse, praetakse); singikonservide tootmisel liha eelnevalt soolatakse/tumbleeritakse.

Kupatamine (blanšeerimine). Liha asetatakse keevasse vette, mis tagab pindmiste valkude koaguleerumise, lihaskiud tõmbuvad kokku ja takistavad seega osaliselt lihamahla väljavoolamist. Soovitatav on kupatada liha nii, et liha mass väheneks 20–25%, ülejäänud liha-

mahl (ca 15%) eraldub konservikarpi ning saadud toode on õrn ja mahlane.

Liha praadimine. Rasvas praadimine annab lihale iseloomuliku praelõhna ja -maitse ning tekitab liha pinnale kooriku, mis takistab lihamahlade väljavoolamist. Praelihale omased ained hakkavad tekkima 105 °C juures. Mida kõrgemale tõuseb temperatuur, seda kiiremini need tekivad. Enamikul juhtudel on optimaalne praadimistemperatuur 140–150 °C. Praadimisel arvestatakse liha massi kaoga 20–25%.

Lihapasteedi valmistamine. Lihapasteedid valmistatakse kuputatud lihast, segatakse praetud sibulaga ning peenestatakse hundis (resti avad 2 mm). Seejärel liha kuterdatakse, lisatakse rasv, maitseained ja liha kuputamisel saadud puljong. Segu kuterdatakse 15 minutit, kui seda ei peenestata peenpeenestusmasinas. Valmis pasteedimass peab olema ühtlase konsistentsiga, märdetaoline.

Vorstisegukonservide tooraine ettevalmistamine. Vorstisegu valmistatakse nii nagu vorstide tootmisel, kuid selle veesidumisvõime peab olema suurem, sest konserve steriliseeritakse tunduvalt kõrgemal temperatuuril, kui keedetakse vorste. Veesiduvuse suurendamiseks võib lisada näiteks 3–4% tärklisist või teisi veesiduvust suurendavaid aineid. Samuti tuleks valida maksimaalse veesiduvusega tooraine.

Taimse tooraine ettevalmistamine. Taimne tooraine sorteeritakse ning pestakse külmas voolavas joogivees hoolikalt puhtaks. Tooraine puhastatakse mittesöödavatest või väheväärtuslikest osadest ning peenestatakse.

Herneid ning ube leotatakse soojas vees 1,5–3 tundi, viies nende niiskusesisalduse 55–60 protsendini. Seejärel pestakse ja blanšeeritakse neid 6–30 minutit sõltuvalt herne/oa sordist ja konserviliigist. Külmutatud rohelist hernest blanšeeritakse 5 minuti jooksul, valatakse vesi ära, lisatakse sool ja suhkur (1% herneste massist) ning kasutatakse konservis.

Tangained: riis puhastatakse kõrvalistest lisanditest, pestakse külma veega, blanšeeritakse 8–10 minutit ning pestakse veel kord külma veega, seejärel lisatakse konservi segusse; tatar pruunistatakse pannil, leotatakse kuumas, 1,5-protsendilise soolasisaldusega vees (vee ja kruupide suhe 1:1) 10 minuti jooksul.

Kastmete valmistamine. Iga konserviliigi jaoks kasutatava kastme koostis on toodud retseptis. Enamikul juhtudel kuulub kastmete koostisse kuputamisel või keetmisel saadud või kontidest valmistatud puljong, tomatipasta või -püree, nisujahu, rasv, sibul, juurviljad, sool, suhkur, maitseained. Esmalt praetakse tükeldatud sibul ja juurviljad (näiteks porgand). Seejärel peenestatakse praetud juurviljade segu hundis. Jahu praetakse koos sibulaga või passeeritakse, s.o kuumutatakse väheses rasvaines helepruuniks. Praetud või passeeritud jahule lisatakse puljong ja keedetakse tükkide kadumiseni (umbes 15 minutit). Seejärel lisatakse maitseained. Kastet säilitatakse karpide täitmiseni temperatuuril 70–75 °C.

Taara ettevalmistamine

Metallkarbid ja kaaned võetakse pakendist lahti; hinnatakse visuaalselt ning eraldatakse deformeerunud ja defektidega taara. Visuaalselt kontrollitud metallkarbid paigutatakse etteandmiskonveierile. Metallipuru eemaldatakse suruõhuga. Karbid töödeldakse otseauruga steriliseerimiskambris (120 °C) ja suunatakse täitmisele. Karbikaaned valatakse sulgemisseadme kaante magasini.

Valikuliselt kontrollitakse valtsitud (kolmeosaliste) tühjalt kaanetatud metallkarpide hermeetilisust. Selleks võib kasutada suruõhu testrit (kirjeldatakse osas „Metallkarpide her-

meetilisuse kontroll“, kuvatõmmis 3).

Klaaspurgid kontrollitakse visuaalselt ja suunatakse etteandmislaualt konveierile. Väikeste klaasikildude ja klaasitolmu eemaldamiseks töödeldakse klaaspurke suruõhuga (2–3 sekundit rõhul 0,2–0,3 MPa) või keeratakse etteandmisliinil iga purk põhjaga ülespoole. Katkise transpordipakendi ja määrdunud klaaspurkide puhul on vaja neid pesta joogivee nõuetele vastava kuuma veega.

Taara täitmine

Taara täidetakse vastavalt retseptile kindlas järjekorras. Vedelaid aineid doseeritakse mahu järgi, tahkeid aineid tükkide suuruse, arvu või mahu järgi. Taara täidetakse käsitsi või eriseadmetega sõltuvalt ettevõtte mehhaniseerituse astmest. Täidetud karbid kaalutakse, et kindlaks määrata täitekogus (netomass) ja suunata kaanetamismasinasse üksnes need karbid, mille mass on lubatud piirides.

Konservikarbid/-purgid täidetakse tihedalt, vedelat faasi lisatakse niipalju, kui on vaja tühimike täitmiseks tahkete komponentide vahel (70% tahkeid komponente, 30% vedelat faasi). Vedel osa konservis, sisaldades tomatipüreed, suhkrut, soola, maitseaineid, rasva jt komponente, parandab konservi maitset ja soodustab soojuse ülekannet steriliseerimisel. Liiga vähene kogus vedelat osa muudab konservi ülearu kuivaks ja raskemini steriliseeritavaks.

Karpe ei tohi üle täita, arvestada tuleb väikese tühiruumiga. On oluline, et täitekogused oleksid ühesugused, sest erinevad täitekogused võivad mõjutada kuumtöötlemise tulemusi ning konservikarpide mehaanilist vastupidavust.

Karpide täitmise koefitsient on tavaliselt vahemikus 0,85–0,95.

Ületäitmine vähendab tühiruumi ning pärast sulgemist polegi tahkete toodete puhul karbis vaakumit. Selle tagajärjeks on metallkarpide põhja ja kaane liialt kummis välimus pärast steriliseerimist. Ületäitmine võib vähendada termilise töötlemise efektiivsust. Lisaks satuvad karpide ühendus- ja sulgemisõmblused ületäitmise korral termilisel töötlemisel liigse pinge alla. Ületäitmisele võib viidata asjaolu, et karbi netomass ületab märkimisväärselt deklareeritud või kehtestatud netomassi lubatud kõikumist. [3]

Õhu eemaldamine

Vakumeerimine ehk ekshausteerimine on õhu eemaldamine enne karpide hermeetilist sulgemist. Õhk vähendab toote säilivust ja soodustab aeroobsete mikroorganismide arenemist; hapniku olemasolu võib esile kutsuda metalltaara korrosiooni steriliseerimisel ja säilitamisel; ekshausteerimine vähendab rõhku konservikarbis/-purgis steriliseerimisel. Konservikarbiga võib õhku eemaldada termiliselt ja mehaaniliselt.

Termilisel ekshausteerimisel juhitakse tootega täidetud purgisuule aurujuga kaanetusseadmes või aurutunnelis vahetult enne sulgemist või täidetakse konservikarbid/-purgid kuuma konserviseguga ning jahtudes tekib vaakum.

Mehaanilisel ekshausteerimisel eemaldatakse õhk vaakumi abil vaakumsulgemismasinas. Vakumeerimisega eraldatakse 80–90% konservidesse jäänud õhust. Vakumeerimisel on rõhk karbis tunduvalt madalam kui ümbritsevas keskkonnas, mistõttu võib karp deformeeruda. Seepärast peab vaakumi sügavus olema kooskõlas karbi suurusega.

Taara hermeetiline sulgemine, hermeetilisuse kontrollimine

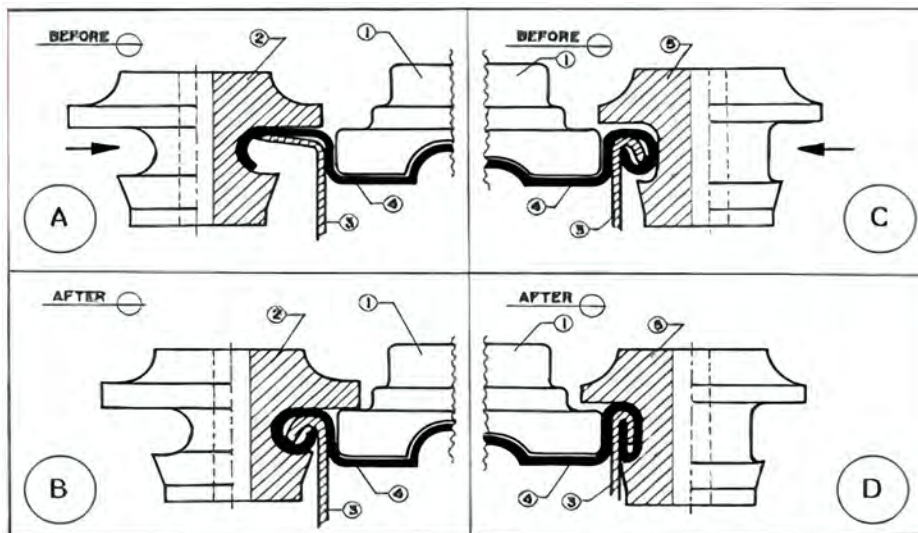
Metallkarpide sulgemine

Metallkarbid kaanetatakse poolautomaat- või automaatkanetusmasinatega. Karpide sulgemisel võib praagi tekke põhjuseks olla sulgemismehhanismi vale reguleerimine või karbi ja/või kaane vead: kulunud rullikud moodustavad kortsulise õmbluse, liiga paksust plekist kaas võib aga karbi korpuse sisse lõikuda.

Kaas ja karp ühendatakse õmblusega, mille keskel on kiht tihenduspastat. Õmblus koosneb viiest kihist. Kaanetamisõmblus peab olema hermeetiline. Kaanetusmasinate tööorganiks on rullikud. Esimesel operatsioonil (joonis 1 A ja B) painutab rullik kaane ääre karbi korpuse paindes ääre alla (sulgemisõmbluse moodustamine). Teisel operatsioonil (joonis 1 C ja D) vormib rullik lõplikult kaanetusõmbluse (sulgemisõmbluse kahekordistamine ja selle kinnitamine, s.o hermeetilise sulgemisõmbluse loomine karbi kaane ja korpuse vahel).

Õigesti kokkuvaltitud karpidele või selle õmbluskoha kõrgusele ja paksusele on antud juhtväärtus, millega võib võrrelda suletud karbi õmbluskohta. Metallkarbi ülemise ääre ja karpi pakitud toote pealmise kihi kõrguste vahe peab olema 3–5 mm, alumiiniumkarpidel üle 5 mm. Joonisel 2 on toodud kahekordse sulgemisõmbluse parameetrid. Kahekordne sulgemisõmblus peab olema hermeetiline, mehaaniliselt vastupidav (peab vastu siserõhule 0,4–0,5 MPa), korrosioonikindel, sile, ilma kortsude ja kiskudeta, ühesuguse laiusuga kogu karbi ulatuses, sulgemisõmbluse alumine osa tihedalt surutud vastu karbi korpust. Kaante tihenduspasta ei tohi sulgemisõmbluse alt välja tungida.

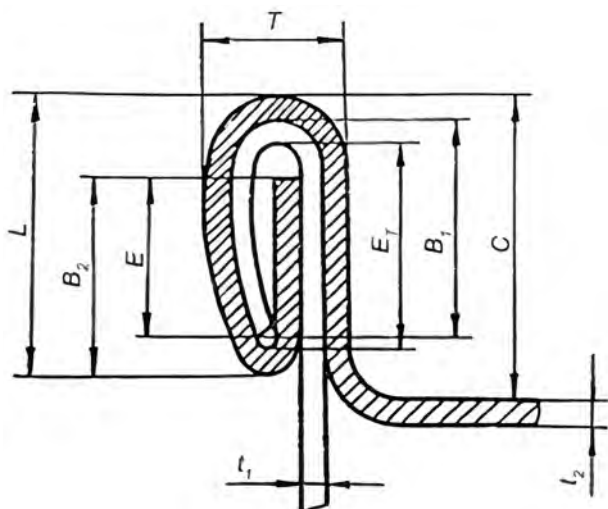
Metallkarpide sulgemisel ei tohi konservisisu valtside vahele jääda.



Joonis 1. Kahekordse sulgemisõmbluse moodustumine.

- 1 – padrun,
- 2 – esimene rullik,
- 3 – karbi korpus,
- 4 – karbi kaas,
- 5 – teine rullik. [17]

Sulgemisõmbluse ülekatte laius sõltub karpide diameetrist ja pleki (alumiiniumi) paksusest. Kaane ääriku sügavus peab olema sulgemisõmbluse kõrgusest suurem. Surve tugevus õmblusele peab olema ühesugune kõikidel sulgemismasina splintidel. Karbi kaane ja korpuse haagete pikkused peavad olema ühesuurused, kaane haake pikkus ei tohi mingil juhul ületada korpuse haake pikkust. Karbi korpuse haake pikkuse kõikumine erinevates punktides võib olla kuni $\pm 0,1$ mm. Kontrollimiseks valitakse üks karp sulgemismasina igalt spindlilt.



Joonis 2. Kahekordne sulgemisõmblus:

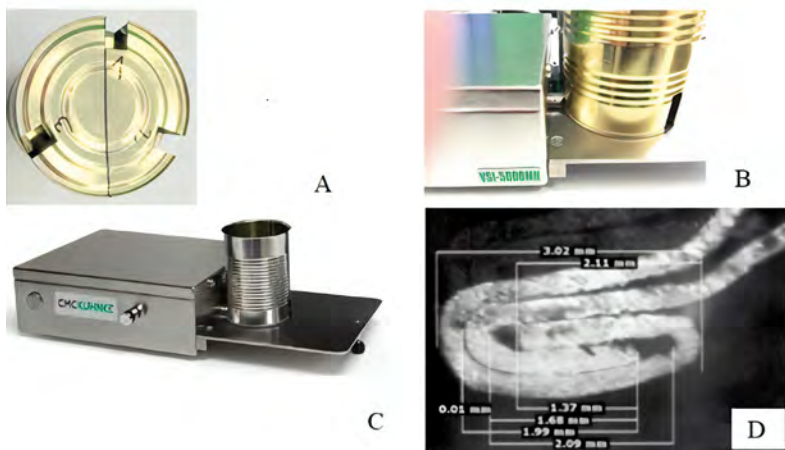
t_1 – karbi korpuse pleki/alumiiniumi paksus;
 t_2 – kaanepleki (alumiiniumi) paksus; L – sulgemisõmb-luse kõrgus; C – ääre sügavus; B_1 ja B_2 – karbi korpuse ja kaane haake pikkus; T – sulgemisõmb-luse paksus; E – sulgemisõmb-luse tegelik ülekatte laius; E_T – sulgemisõmb-luse teoreetiline ülekatte laius. [8]

Sulgemisõmb-lust kontrollitakse enne vahetuse algust ning pärast sulgemismasina rullide vahetamist ja reguleerimist või pikaajalisele seisakule järgneva käivitamise järel.

Sulgemisõmb-luse kontrollimine: visuaalne vaatlus, väliste ja sisemiste parameetrite mõõtmine, sulgemisõmb-luse hermeetilisuse kontrollimine. On äärmiselt oluline meeles pidada, et kahekordse sulgemisõmb-luse kvaliteeti ei saa hinnata ainult mõõtmete järgi. Visuaalne kontroll tiheduse ja nähtavate kõrvalekallete suhtes on sama oluline. Sulgemisõmb-luse väli-sel vaatlusel kontrollitakse õmb-luse vastavust nõuetele ja defektide olemasolu (õmb-luse kortse, kiskusid, väljaulatuvaid metall- või tihendi osasid, tina- ja lakikorra terviklikkust jne).

Sulgemisõmb-luse korrektsuse kontrollimiseks ja selle parameetrite mõõtmiseks on vaja, et igal konserve tootval ettevõttel oleks etalon, mis kujutab endast õigesti suletud karpi läbi-lõigatud ja avatud sulgemisõmb-lusega.

Sulgemisõmb-luse parameetreid saab mõõta metallkarpide sulgemisõmb-luse **analüsaatori** (kuvatõmmis 1), spetsiaalse **mikromeetri** (kuvatõmmis 2) või **nihiku** (joonis 3) abil. Metallkarpide sulgemisõmb-luse parameetrid (numbrilised väärtused) ning kaanetamis-seadme rullikute profiil sõltuvad karpide tootmiseks kasutatud pleki paksusest. Siinkohal tuleb täpselt järgida metallkarpide tootja ja kaanetamis-seadme tootja/tarnija antud juhiseid.

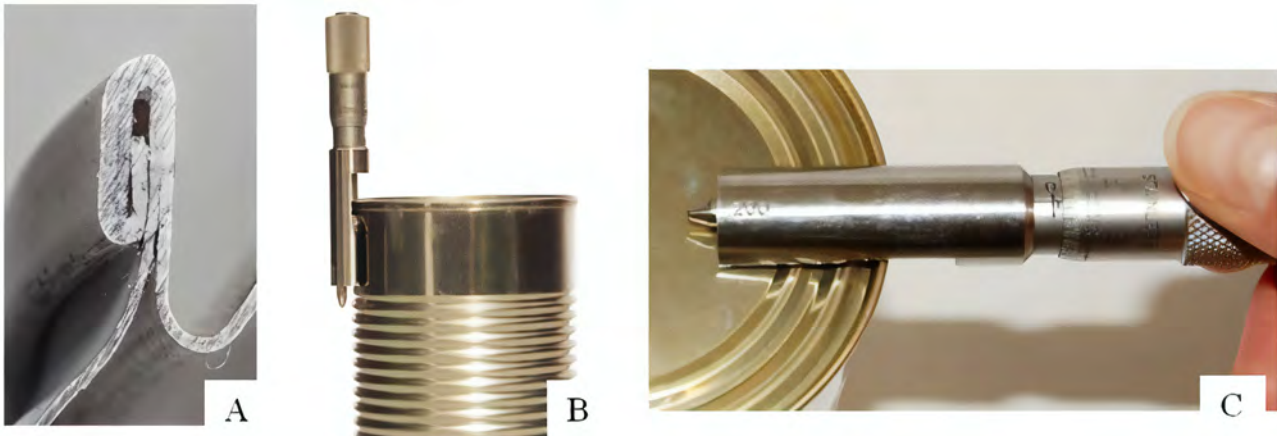


Kuvatõmmis 1. SEAMscan System

9 Lite kasutusjuhendist. A – sis-selõiked tehakse kolmes punktis, arvestades 120-kraadiste vahedega ning kolmeosalise karbi puhul umbes 1,5 cm kaugusel küljeõmb-lusest; B – purk tsentreeritakse automaatselt kahe klambri vahele; C – mõõdetakse sulgemisõmb-luse paksus ja kõrgus, ääre sügavus, karbi korpuse haake pikkus, karbi kaane haake pikkus, sulgemisõmb-luse tegelik ülekatte laius; D – kui metallkarp on õiges asendis, peaks ekraani keskel nägema kaanetus-õmb-luse ristlõike selget pilti.

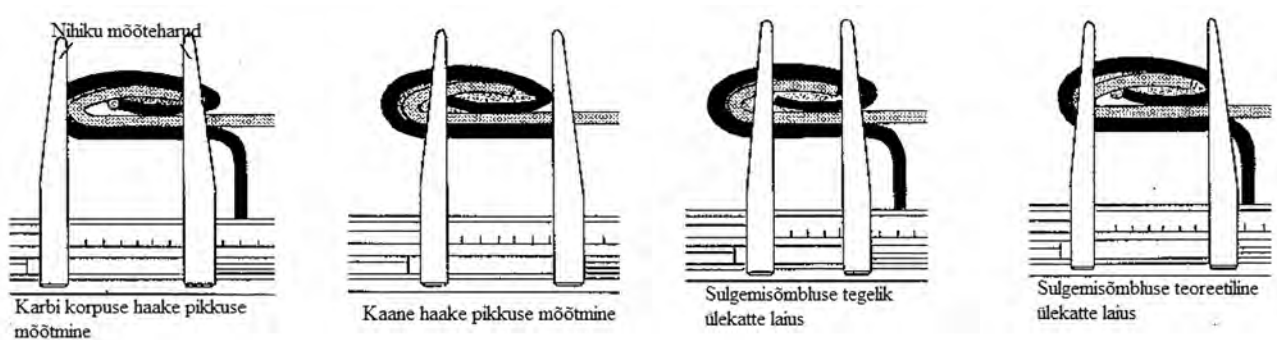
Metallkarpide sulgemisõmbuse analüsaatoriga on kaasas lisaseadmed: käsitsi sulgemisõmbuse paksuse mõõtur, käsitsi ääre sügavuse mõõtur, seade automaatseks sulgemisõmbuse lahtilõikamiseks, saag kahekordse sulgemisõmbuse lõikamiseks.

Sulgemisõmbuse parameetrite mõõdistamist mikromeetriga on käsitletud soovituslikus rahvusvahelises hügieenieeskirjas, kus on toodud, et silindriliste metallkarpide puhul tuleb mõõta vähemalt kolmest kohast umbes 120° raadiuses ümber sulgemisõmbuse (välja arvatud küljeõmbuse ühenduskoht kolmeosalise karbi puhul). [3] Täpsemad juhised mikromeetriga mõõdistamiseks annab seadme tootja.



Kuvatõmmis 2. Sulgemisõmbuse mõõtmine spetsiaalse mikromeetriga. A - sulgemisõmbuse ristlõige, B - sulgemisõmbuse kõrguse mõõtmine, C - sulgemisõmbuse paksuse mõõtmine. [18, 19]

Sulgemisõmbuse parameetrite mõõdistamist nihikuga on käsitletud materjalis „Metal can defects: identification and classification” [9].



Joonis 3. Nihiku mõõteharude asend kahekordse sulgemisõmbuse parameetrite mõõtmisel. [9]

Metallkarpide hermeetilisuse kontroll

Suletud, tühjade metallkarpide hermeetilisuse kontrolli viisid

1. kasutades suruõhku. Õppevideo: <https://www.saksavorst.ee/videod/>

Konservikarpide hermeetilisuse kontrollimiseks kaanetatakse tühi konservikarp, keeratakse kontrollseadme kruviotsik läbi konservikarbi kaane kuni kummitihend on tihedalt vastu kaant. Seade ühendatakse suruõhuvoolikuga, survestatakse ettevaatlikult kuni surveni umbes 2 bar, kergesti avatavate (*easy open*) kaante puhul umbes 1,5 bar (kuni kaane avanemiseni). Seejärel asetatakse konservikarp veevanni kontrollimaks hermeetilisust.

Külje- või kaanetusõmbluse mittehermeetilistest kohtadest väljuvad õhumullide read.

Kui tekib üksikuid õhumullikesi, siis see ei tähenda mittehermeetilisust, vaid need tulevad õmbluse välispinnalt. Vajalik on kaanetamiseseadme rullikuid uuesti seadistada ning hermeetilisuse katset korrata kuni kaanetamiseseadme töö on korrektne.

2. kasutades testpumpa

Kaanetatakse tühi konservikarp, tehakse metallkarbi põhja auk, keeratakse testpumba tihvt karbi sisse ja pingutatakse (NB! mitte üle pingutada). Konservikarpi pumbatakse õhku, kuni on saavutatud rõhk 1,5 baari (kuvatatakse skaalal). Seejärel asetada konservikarp vette. Kui karp lekib, tekiavad õmbluse ümbrusse õhumullid.



Kuvatõmmis 3. Konservikarbi hermeetilisuse kontrollseade. [20]



Kuvatõmmis 4. Testpump konservikarpide hermeetilisuse kontrollimiseks. [21]

Hermeetilisuse kontrollimine metallkarpidel, mis ei ole kaanetatud vaakumkaanetusmasinaga. Tavaliselt kontrollitakse hermeetilisust karpide asetamisega 1–2 minutiks kuuma vette, temperatuuriga 85–90 °C. Mittehermeetilistel karpidel ilmuvad topeltõmblustest (metallkarbi korpusest, põhjast/kaanest) õhumullid, sest õhk karbis paisub. Vannid on seest valgeks värvitud ja valgustatud, et õhumulle oleks kergem märgata. Sel viisil ei ole võimalik avastada väikesi augukeisi karpides, sest rõhk tõuseb karbis kuni 0,3 MPa võrra, millest ei piisa väikeste aukude avastamiseks. Seetõttu ei anna hermeetilisuse kontroll vanides täielikku garantiid karpide hermeetilisuse kohta. Nii kontrollitakse konserve, milles puudub lisatud vedel faas (nt hautatud liha).

Metallkarpide sulgemisõmbluse võimalikud defektid ja nende kõrvaldamisviisid on kirjeldatud raamatus „Toiduainete konserveerimise ja säilitamise alused” [8]. Metallkarpide ning nende sulgemisõmbluse defekte on põhjalikumalt kirjeldatud juhendis „Double Seam Examination and Measurement Procedures” [10].

Klaaspurkide sulgemine

Täidetud klaaspurgid suletakse spetsiaalse sulgemismasinaga. Keeratava kaanega klaaspurkide sulgemisel jooksevad purgid küljelt juhitud läbi kaanetusmasina. Purkide vead, mis põhjustavad sulgemisel häireid, on järgmised: katkine purgisuu, vormimata suu tihenduspiind, seina paksus alla miinimumi, purgi kõrguse muutus üle lubatud maksimumi, suu kõverus üle lubatud maksimumi, keere üle lubatud maksimumi, suu ovaalsus üle lubatud maksimumi, õhuke põhi.

Kaanetamist kontrollitakse visuaalsel ja füüsilisel meetodil. Kaane nuki istu (pealoleku) visuaalsel kontrollimisel hinnatakse, kas nukk ei ole deformeerunud ja keermekäigu alla haardunud või kas kaas sai nukiga küllalt kaugele keermekäigule keeratud.

Purkide kaanetamisel on oluline jälgida, et täidetud purkidest ei ulatuks välja konserveerimisvõime, purgi korpus ei oleks õli/rasvaga määrdunud ja kaanetusmasinasse sisenemisel oleks purkide vahemaa piisav.

Klaaspurkidel võib kaanetuse hermeetilisuse kontrollimiseks kasutada valguskiire suunamist purgikaanele (pidev joon – kaas on hermeetiline, katkendlik joon – mittehermeetiline) või vaakumdetektori abil purgi kaane nõgususe mõõtmist pärast steriliseerimist ja jahutamist. Selleks mõõdetakse vaakummeetriga pärast steriliseerimist ja jahutamist purgi sees olev alarõhk ning detektor reguleeritakse vastavalt kaane nõgususe astmele. Kaane nõgusus sõltub täitmise ja kaanetamise tingimustest, kaane läbimõõdust jne, seetõttu tuleb iga konkreetse juhu jaoks välja töötada kindel piirväärtus.

Konservide steriliseerimise tehnika

Konservide valmistamiseks võib kasutada erinevaid autoklaave. Olenevalt toote sisse- ja väljaladimismeetodist jaotatakse autoklaavid vertikaalseteks ja horisontaalseteks ning vastavalt tööpõhimõttele staatilisteks, rotatsioon- või pendelautoklaavideks. Steriliseerimine võib toimuda otseauruga, veega (vette sukeldatuna), veekaskaadiga või kuuma vee pihustamisega (veepihustite paiknemine võib olla ülemine, külmine) jne.

Tootekohane steriliseerimisprotsess toimub automaatselt mikroprotsessor-programmaatorisse sisestatud andmete kohaselt (konservi nimetus, pakendi suurus ja materjal, steriliseerimisrežiimi nr).

Kogu tsükli jooksul reguleeritakse rõhku autoklaavis suruõhu injektsiooniga või väljalaskmise teel kahe automaatklapi kaudu, mida juhib autoklaavi töö kontrolli ja seire süsteem. Autoklaavi töö kuvatakse reaajas jälgimismonitoril ning salvestatakse protsessi üksikasjalik aruanne.

Autoklaavis temperatuuri ühtlase jaotumise ja saavutatud temperatuuri kontrollimiseks (ka autoklaavide töö valideerimisel) võib paigutada erinevatesse autoklaavi korvidesse spetsiaalseid indikaatoreid, mis tõendavad steriliseerimisrežiimi korrektset toimimist. Indikaatorribad säilitatakse tõestusmaterjalina. Suurettevõtetes kasutatakse indikaatoreid ka autoklaavikorvide liikumise jälgimisel, et ükski korv poleks lükatud järgmise etappi kuumtöötlemist läbimata. [3] Keemiline indikaator muutub lillast roheliseks, kui see on olnud kokkupuutes küllastunud auruga ettenähtud temperatuuril ja ajal.



Valik bioloogilisi indikaatoreid erinevate Keemiline indikaator. [23]
kasutusvõimalustega. [22]

Kuvatõmmis 5. Bioloogilised ja keemilised indikaatorid kuumtöötlemise tõhususe hindamiseks.

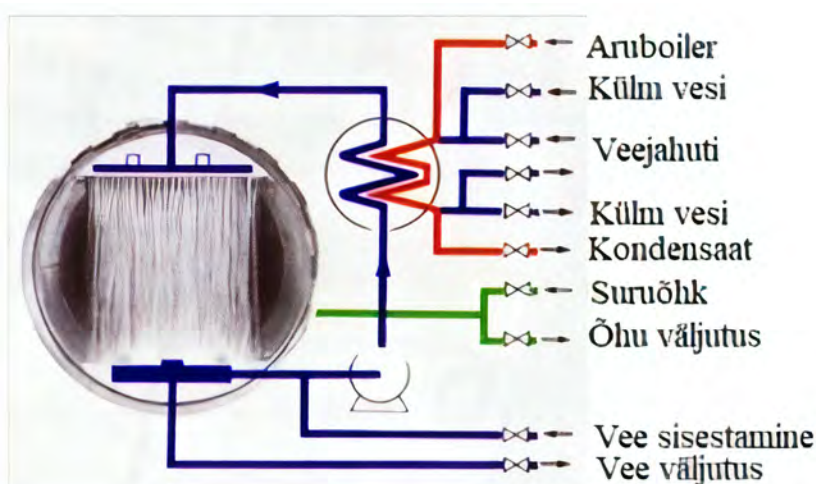
Vertikaalse autoklaavi kaas suletakse tiibmutriga poltide abil või spetsiaalse rõngasklambri abil hermeetiliselt. Autoklaavi põhja on auru sissetoomiseks paigutatud spiraali- või ristküjuliselt barbotöör. Aurutorust 10–20 cm kõrgusele põhja juurde on kere seintele kinnitatud nurgikud või karprauast talad, millele asetatakse alumine autoklaavikorv. Järgmised korvid pannakse üksteise peale.

Vee sisselaskmiseks aparraati on selle küljel ventiil; autoklaavi kaane all asetseb ringdušš. Autoklaavi põhjas on kondensaadi ja vee ärajuhtimiseks ventiil, kaanel asetsevad läbipuhumisventiil (kraan) ja kaitseklapp. Toodang pannakse perforeeritud korvidesse ning tõstetakse autoklaavi telfri abil.

Horisontaalse autoklaavi kere alumises osas on rööbastee, mida mööda lükatakse autoklaavi karpidega/purkidega täidetud korvid. Uks suletakse käsitsi, misjärel silinder lukustab selle automaatselt. Steriliseerimine toimub auruga ülekuumutatud vee juhtimisega dušiseadeldisest tootele. Samuti toimub jahutamine külma veega. Soojuskandjana kasutatakse autoklaavides vett, mida kuumutatakse või jahutatakse soojusvahetis. Selleks, et vesi saaks kuumeneda steriliseerimistemperatuurini, tõstetakse autoklaavisest rõhku suruõhu abil. [10]



Foto 1. Horisontaalne autoklaav (foto autor A. Tänavots).



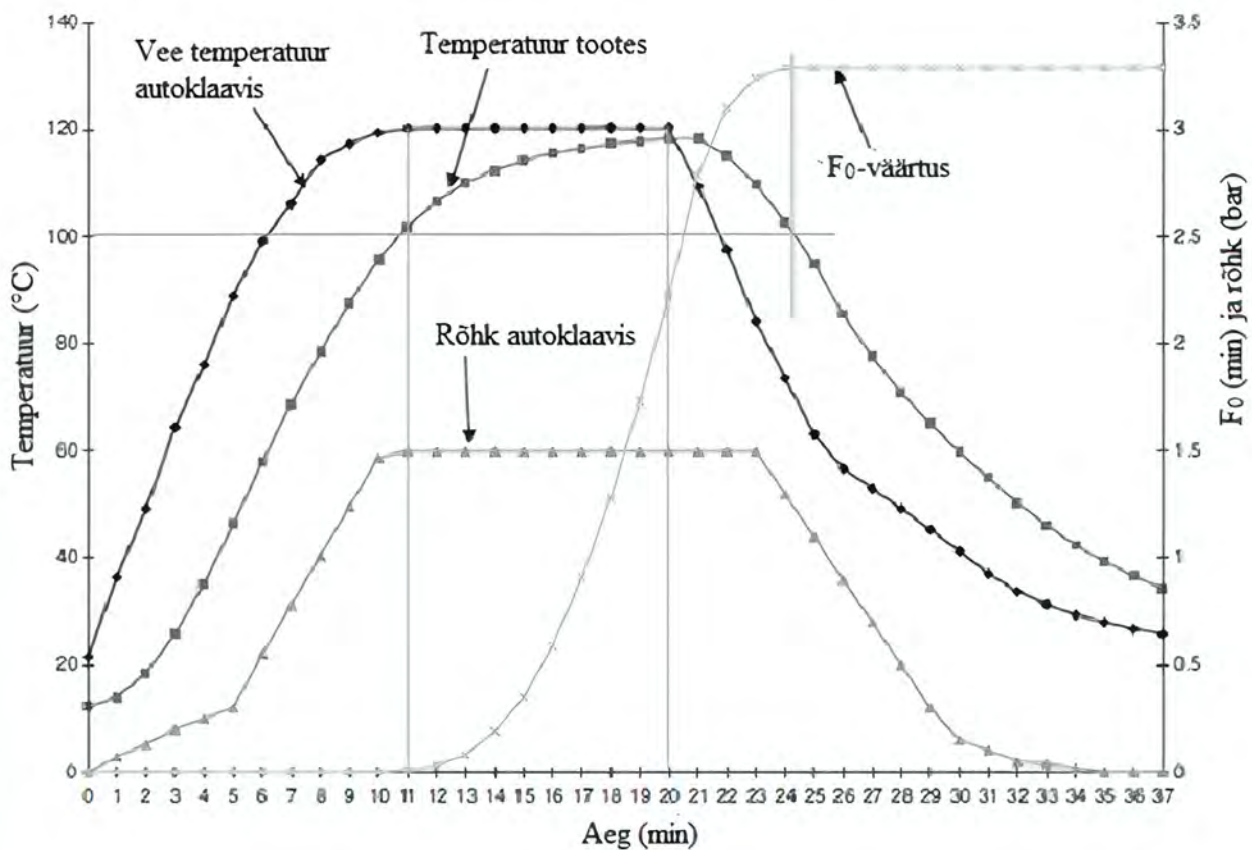
Joonis 4. STERIFLOW horisontaalse autoklaavi tööpõhimõte. [10]

Kaasaegsed autoklaavid on varustatud logeritega temperatuuri mõõtmiseks konservisisus koos F_0 -väärtuse arvutusprogrammiga. Seega on pärast steriliseerimisprotsessi kohe näha F_0 väärtus (joonis 5).

Steriliseerimisprotsessi läbiviimisel ning ka steriliseerimisrežiimide sisestamisel tuleb juhinduda seadme kasutusjuhendist.

Protsessi temperatuuri autoklaavis kontrollib automaatne temperatuuri kontrollsüsteem ja registreerib temperatuuri/aja salvestusseade.

Täidetud konservikarbid või -purgid tuleb asetada autoklaavi korvidesse, kasutades kihide vahel vaheplaate ja vältides lisapingete tekitamist konservikarbi õmblustele.



Joonis 5. Steriliseerimisprotsessi kirjeldus. [24]

Et vähendada täidetud, kaanetatud konservikarpide ooteaega ning võimalikku mikroorganismide arvu suurenemist tootes enne steriliseerimist, on oluline, et autoklaavi korvide täitmine toimuks võimalikult kiiresti. Konservide steriliseerimise režiimile avaldab olulist mõju kuuma tootega (nt kastmega) täidetud suletud karpide seismine enne steriliseerimist. Toote jahtumine karbi seinte ääres põhjustab temperatuuri ebahütlust konservisisus, mida tuleb steriliseerimisrežiimi väljatöötamisel arvestada.

Konservide soojusliku steriliseerimise alused

Mikrobioloogilised alused

Happelises keskkonnas mikroorganismid mitte ainult ei arene visalt, vaid taluvad halvasti ka kõrgete temperatuuride toimet, hukkudes kuumutamisel kiiresti. Vähehappelises keskkonnas, vastupidi, mikroorganismid taluvad mitmetunnist keetmist ehk on termostabiilsed.

Konservide jaotamise (vähese happesusega (pH > 4,6) ning happelised (pH < 4,6)) aluseks on võetud tervisele kõige ohtlikum riknemist põhjustav bakter *Clostridium botulinum*, kelle reaktsioon keskkonna happelisusele on toodud tabelis 1. *C. botulinum* – botulismi tekitaja – on gramm-positiivne neurotoksiine ning kuumuskindlaid eoseid moodustav anaeroob.

Tabel 1. Temperatuuri, pH- ja a_w -väärtuste mõju *C. botulinum*'i kasvule [2]

Mikroorganism	Temperatuur, °C			pH-väärtustel kasvu ei toimu	a_w -väärtustel kasvu ei toimu
	Minimaalne	Optimaalne	Maksimaalne		
<i>C. botulinum</i> 'i grupp I (proteolüütiline)	10–12	35–40	40–42	<4,6	<0,94
<i>C. botulinum</i> 'i grupp II (mitte-proteolüütiline)	3–4	28–30	34–35	<5,0	<0,97

Patogeensed *C. botulinum*'i tüübid jagunevad kahte gruppi: mitteproteolüütiline e saharolüütiline (eraldub gaas) ja proteolüütiline (on võimeline lõhustama loomseid ja taimseid valke). Proteolüütiline *C. botulinum* moodustab kõrge kuumuskindlusega eoseid. Konservid, milles on tekkinud *C. botulinum*'i toksiin, on riknemistunnustega: koed on pehmenenud, neil on iseloomulik roiskunud lõhn, võib olla moodustunud gaas; konservikarbid on kummunud (bombaažis). Ohtlikud on juhud, kui *C. botulinum*'iga saastunud konservidel puuduvad välised riknemistunnused ning konserve tarvitatakse külmalt.

Mikroorganismide hävimine kuumtöötlemisel

Suure arvu sama liiki mikroorganismide hävimine kuumutamisel ei toimu korraga, vaid nõuab teatud aega. Aega, mille kestel kindlal letaalsel temperatuuril väheneb mikroorganismide arv kümme korda (= 90%), nimetatakse **D**-väärtuseks. Et D-väärtus kehtib kindlal temperatuuril, kirjutatakse temperatuur D-väärtuse juurde tavaliselt alaindeksina, nt $D_{70\text{ °C}} = 2,95$ min.

D-väärtus on mikroorganismide kuumatundlikkus. See on aeg, mis kulub ühe logaritmilise tsükli läbimiseks (ehk mikroorganismi arvukuse 1-Log (Log_{10}) languseks). Teatud faktorid võivad põhjustada kõrvalekaldeid logaritmilise hävimise seaduspärasuses. D-väärtus sõltub mikroorganismist, temperatuurist ja keskkonnast (pH, redokspotentsiaal, koostis). D-väärtust temperatuuril 121,1 °C tähistatakse ka kui D_r -väärtust, kuna temperatuuri 121,1 °C (250 °F) kasutatakse kui referentstemperatuuri.

z-väärtus kujutab endast kraadide arvu, temperatuuri vahemikku, mille jooksul **D-väärtus** muutub kümme korda. z-väärtus on igale mikroobiliigile erinev.

Tabelis 2 on antud D- ja z-väärtused mõningatele mikroobiliikidele. Vähesse happesusega konservide kuumtöötlemisrežimide arvutamine põhineb *C. botulinum*'i inaktiveerimisel ning tüüpilised arväärtused on $D_r = 0,21$ ja $z = 10$ °C.

Tabel 2. Mõningate mikroobiliikide D- ja z-väärtused [14]

Temp	Mikroobiliik	D (min)	z (°C)
65,6 °C	<i>Salmonella</i> spp.	0,02-0,25	4,4-5,5
	<i>Stapylococcus aureus</i>	0,2-2,0	4,4-6,6
	<i>Lactobacillus</i> spp.	0,5-1,0	4,4-5,5
	<i>Leuconostoc</i> spp.	0,5-1,0	4,4-5,5
	Riknemist tekitavad bakterid, pärmid, seemed	0,5-3,0	4,4-6,6
121,1 °C	<i>C. botulinum</i>	0,1-0,21	7,7-10,0
	<i>C. sporogenes</i>	0,1-1,5	8,8-12,2
	<i>C. nigrificans</i>	2,0-3,0	8,8-12,2
	<i>C. thermosaccharolyticum</i>	3,0-4,0	7,7-12,2
	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	4,0-5,0	8,0-13,0
100 °C	<i>Bacillus polymyxa</i> , <i>B. macerans</i>	0,1-0,5	6,6-8,9
	<i>C. botulinum</i> , tüüp E	0,01	7,5-12,8

Mikroorganismide termostabiilsust mõjutavateks teguriteks võivad olla toote pH, toote vee aktiivsus (a_w), rasvade, soolade ja süsivesikute mõju, algne mikrofloora, bakterirakkude hulk ja vanus jms.

Mikroorganismide letaalsuse all mõistetakse kuumsteriliseerimisel mikroorganismidele surmavaid temperatuuri-aja kombinatsioone. Letaalsuse ühikuks on kuumutamise mõju ühe minuti vältel referentstemperatuuril T_x , mis tavaliselt on 121,1 °C (250 °F) ja mida tähistatakse tähega **F** (**F** = Fahrenheiti sümbol). $F = 2,5$ tähendab, et temperatuur 121,1 °C mõjub 2,5 minutit.

Konservide kuumtöötlemisel ei oma surmavat efekti mitte ainult see aeg, mil hoitakse steriliseerimistemperatuuri, vaid surmav mõju on ka juba ülessoojendamisel ja mahajahutamisel letaalsete temperatuuride piirkonnas. Seega tähistab F-väärtus 2,5 kõigi konservi sisule mõjuvate temperatuuri-aja kombinatsioonide letaalefektide summat, mis on oma mõjult võrdsed letaalse efektiga 2,5 minutit 121,1 °C juures.

Sellise protsessi F_0 -väärtuse arvutamiseks tuleb muutuvate temperatuuride mõju teisen-dada samaväärseks referentstemperatuuri (121,1 °C) mõjuga. See saavutatakse L-väärtusi kasutades.

Letaalsusväärtus **L** defineeritakse kui surmamise efekti mis tahes letaalsel temperatuuril, kattudes surmamise efektiga üks minut temperatuuril T_x . See on aeg minutites, mida peaks 121,1 °C juures rakendama, et saavutada sama letaalset efekti kui mingil teisel temperatuuril.

ril ühe minuti vältel.

L-väärtuse põhjal võrreldakse eri termiliste töötluste kuumutamise intensiivsust. L-väärtus sõltub vaadeldava mikroorganismi z-väärtusest, kuid enamikul juhtudel arvutustes $z = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

L-väärtus arvutatakse järgmise valemi abil:

$$L = 10^{\frac{T-T_x}{z}} \quad (1)$$

kus

T - letaalne temperatuur;

T_x - referentstemperatuur (121,1 °C).

L-väärtused erinevatel z-väärtustel ja temperatuuridel vahemikus 100–135 °C on toodud konservide termilist töötlemist käsitlevates raamatutes (vt kirjandus 8), mõnes kirjandusallikas (nt 7, 11) on toodud F-väärtuse tabelid.

Näide:

Temperatuur (°C)	101	111	121	131
L-väärtus / F-väärtus	0,01	0,1	1	10

See tähendab, et 111,1 °C juures vastab 10-minutiline kuumutamise aeg ühele minutile 121,1 °C juures (või temperatuuri 111,1 °C mõju on 10 korda nõrgem mõjust 121,1 °C juures).

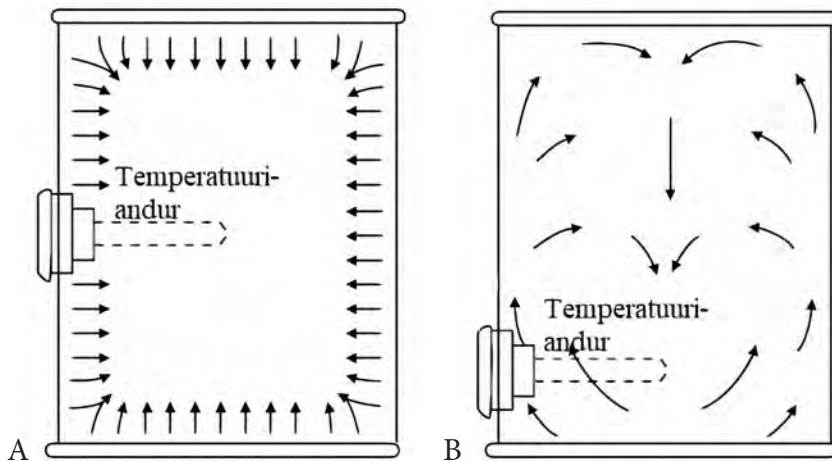
Tänapäeval on võimalik konservisisus minutiliste vaheaegadega mõõdetud temperatuuridele vastavad letaalsusväärtused jooksvalt arvutada ja summeerida. Kui temperatuuri mõõtmised tehakse teistsuguste vaheaegadega, siis tuleb arvutatud letaalsusväärtused selle ajavahemikuga korrutada.

Soojuse levik konservisisus

Steriliseerimisväärtuse (F-väärtuse) arvutamiseks on vaja mõõta konservisisu läbisoojenemist. Kuumutamisel ja jahutamisel mõõdetakse temperatuuri punktis, mis soojeneb ja jahutub kõige aeglasemalt. Seda punkti nimetatakse kriitiliseks punktiks ning tahketel ja pooltahketel konservidel, kus soojuse levik toimub peamiselt soojusjuhtivuse teel, langeb see punkt kokku karbi/purgi geomeetrilise keskpunktiga. Vedelates toodetes, kus soojuse levik toimub läbi aktiivse konvektsiooni, ei mõõdetata temperatuuri karbi/purgi geomeetrilises keskpunktis, kuna temperatuuride erinevus toote selles kohas on väga väike. Konvektiivsel kuumutamisel seisvate silindriliste karpide korral asub kriitiline punkt silindri teljel ~12–18 mm põhjast ning andmeloger soovitatatakse asetada sinna.

Karpides, kus sisuks on tahked tükid vedelikus (vorstikesed puljongis, guljašš jne), tuleb temperatuuriandur panna tahke tüki sisse ning see peaks asetsema silindrilise karbi keskteljel, kusjuures temperatuuriandur peaks asetsema võimalikult geomeetrilises keskpunktis.

Toote läbisoojenemist mõjutavad järgmised faktorid: toote füüsikalised omadused, taara füüsikalised omadused, karbi seina paksus ja karbi geomeetrilised mõõtmed, toote algtemperatuur, toote lõpptemperatuur (kõrgeim temperatuur tootes), steriliseerimise temperatuur, staatilise või rotatsioonautoklaavi kasutamine.



Joonis 6.

Temperatuurianduri paigutamine konservikarpi.

A - tahke sisuga konserv, B - vedela sisuga konserv. [12]

Toote füüsikalised omadused. Lihatoodete puhul on enamjaolt tegemist soojuse leviku segavormiga: soojusjuhtivus ja konvektsioon. Määritavatel toodetel, mis kuumutamisel veelduvad, on ülekaalus konvektiivne kuumutamine, vorstikonservide puhul konkreetne. Segavormid esinevad guljaši, konservviinerite ja teiste toodete puhul, millele lisatud kastme või puljongi kuumutamine on konvektiivne; lihatükkide ja vorstikeste kuumutamisel ning jahutamisel toimub soojuse levik soojusülekanne teel.

Taara füüsikalised omadused. Ühesuguste mahtudega karpidel on läbisoojenemise aeg pikem neil, mille kõrgus on võrdne diameetriga. Efektivsemad on madalad suurema läbimõõduga konservikarbid ehk lamedad karbid. Nendes langeb ühele pinnale väiksem kogus konservimassi.

Toote alg- ja lõpptemperatuur (kõrgeim temperatuur) tootes. Kui tõsta toote temperatuuri karpide täitmisel, siis vedela konsistentsiga konservide puhul mõjutab see konservisisu läbisoojenemise aega vähe. Tahke konsistentsiga konservide puhul on vahe ca 20% (konservisisu läbisoojenemise aeg lüheneb). Kui tõsta autoklaavi temperatuuri (protsessitemperatuuri), siis soojusliku töötlemise aeg lüheneb.

Vajalik letaalsus steriliseerimisel

Steriliseerimise eesmärk on saada „kaubanduslikult steriilne“ ehk pika säilimisajaga ja jahtingimusi mittevajav (ümbritseva keskkonna temperatuuril säilitatav) toit, mille suletud või aseptiliselt täidetud pakend püsib tervena. Patogeenne sihtmikroorganism on mesofiilne proteolüütiline *C. botulinum* ja soovitud tulemuslikkuse kriteerium vähese happesusega toitudes ($\text{pH} \geq 4,6$) on vähenemine 12 Log_{10} võrra, mis võrdub ellujäämistõenäosusega 10^{-12} [1], st kasutatakse 12 D kontseptsiooni.

Vähese happesusega ($\text{pH} > 4,6$) toitu tuleb töödelda üle $100 \text{ }^\circ\text{C}$ juures kumulatiivse suremusega $F_0 = 3$ (st 3 min $121,1 \text{ }^\circ\text{C}$ juures, ingl. k *botulinum cook*). Kuid praktikas kasutatakse tavaliselt suuremat intensiivsust ($F_0 = 6-10$), et tagada riknemist põhjustavate eostega termofiilsete bakterite inaktiveerimine [1, 2].

Termofiilsete riknemist põhjustavate mikroorganismide (D_r väärtusega 4,0–5,0) mahasurumiseks konservides, mida säilitatakse kõrgetel välistemperatuuridel (nn troopikakonservid), kasutatakse F_0 väärtusi 16,0–20,0 [3].

L-väärtuse arvutamiseks on vaja mõõta konservide kuumtöötlemisel temperatuuri muutust konservikarbi sisus. Selleks paigutatakse konservikarpi andmeloger (aja-temperatuuriandur) kõige raskemini soojenevasse punkt (kriitilisse punkti) konservi sisus (foto 3) ning

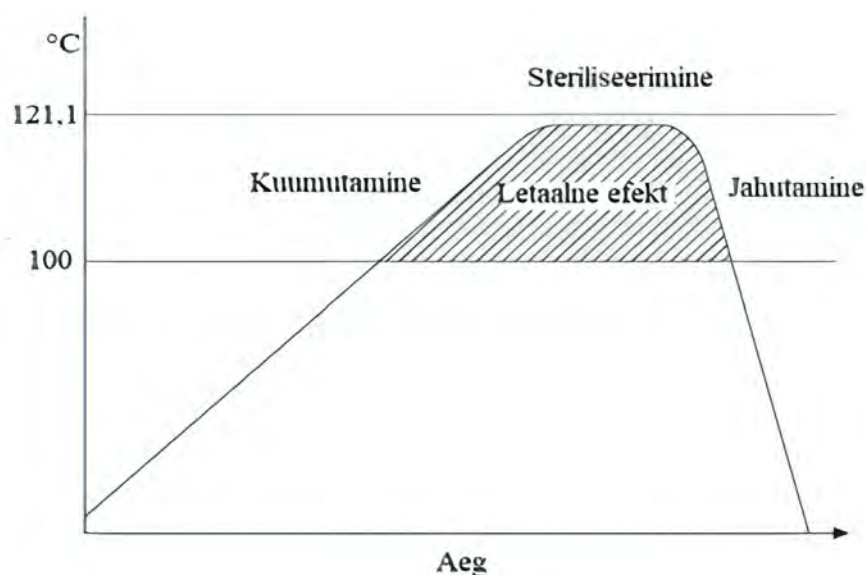
minutiliste vaheaegadega mõõdetud temperatuuridele vastavad letaalsusväärtused saab jooksvalt arvutada ja summeerida, kasutades tabelarvutusprogrammi Excel.

L-väärtused, mis on seotud temperatuuriga alla 100 °C, on väga väikesed ega mõjuta seega oluliselt toote F-väärtust. Joonisel 7 on toodud näitlik graafik, arvestades konservide steriliseerimisel kuumutamise, steriliseerimise ja jahutamise faase. Kui temperatuuri mõõtmised tehakse teistsuguste vaheaegadega, tuleb arvutatud letaalsusväärtused selle ajavahemikuga korrutada.



Foto 2. Tarkvara andmelogeri aktiveerimiseks. Foto 3. Andmelogeri paigutamine metallkarpi

Sama kuumtötluse tulemuse võib saada, kui kasutada madalamat temperatuuri pikema aja vältel või kõrgemat temperatuuri lühema aja jooksul.



Joonis 7. F-väärtuse arvutamine [13].

Letaalsusväärtuse arvutamiseks on konstantseteks suurusteks z-väärtus ja temperatuur 121,1 °C vastavalt valemile 1.

Temperatuurikõver ja seega ka antud temperatuurile vastavad surmamiseefektid on kindlale tootele ja steriliseerimisrežiimile tüüpilised ja konstantsed, kui täidetakse konkreetseid tingimusi.

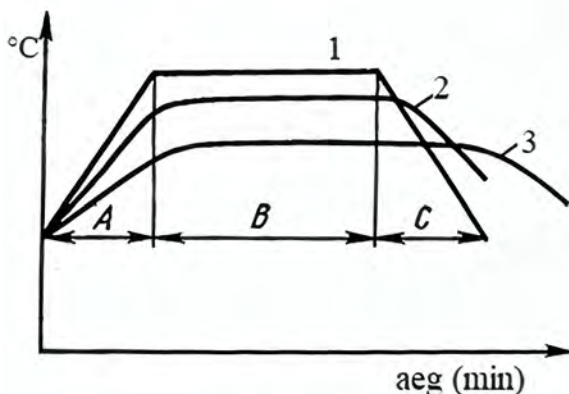
Need on:

- karbi/purgi sisu ühesugune koostis;
- sama karbi materjal ja mõõtmed;
- sama algtemperatuur steriliseerimise alustamisel;
- sama täitmisaste ja autoklaavi asetamise viis;
- sama protsessitemperatuur (autoklaavi temperatuur);
- sama ülessoojendamise aeg kuni protsessitemperatuuri saavutamiseni;
- sama protsessi kestus, kui on saavutatud protsessitemperatuur kuni jahutusfaasi alguseni;
- sama jahutusfaas, sh sama temperatuurikõver jahutamise ajal.

Igale konkreetsele konservile töötatakse välja temale omane steriliseerimisrežiim. Kui soovitakse teha muutusi näiteks retseptis, konservikarbi materjalis või suuruses, siis väljatöötatud steriliseerimisrežiim ja sellega seonduv surmamise efekt tuleb korrigeerida.

Tänapäevastes autoklaavides on vastav tarkvara, mikroprotsessor, mis arvutab temperatuuride põhjal F_0 väärtuse ja kontrollib seega kuumutamise protsessi.

Konservide steriliseerimise režiim või -valem. Autoklaavi soojenemise kõver kujutab endast trapetsit (joonis 8). Steriliseerimisvalemis on tinglikult kirja pandud autoklaavi töörežiim, steriliseerimisetappide kestus, temperatuuri maksimumväärtus ja rõhk järgmiselt:



Joonis 8. Temperatuurigraafikud steriliseerimisel: 1 – autoklaavis; 2 – vedelas tootes; 3 – tiheda konsistentsiga tootes. [8]

$$\frac{A - B - C}{t^{\circ C}} p$$

kus

A – aeg temperatuuri tõstmiseks steriliseerimistemperatuurini, min;

B – aeg, mille kestel steriliseerida toodet antud temperatuuril, min;

C – aeg, mis kulub konservide jahutamiseks, min;

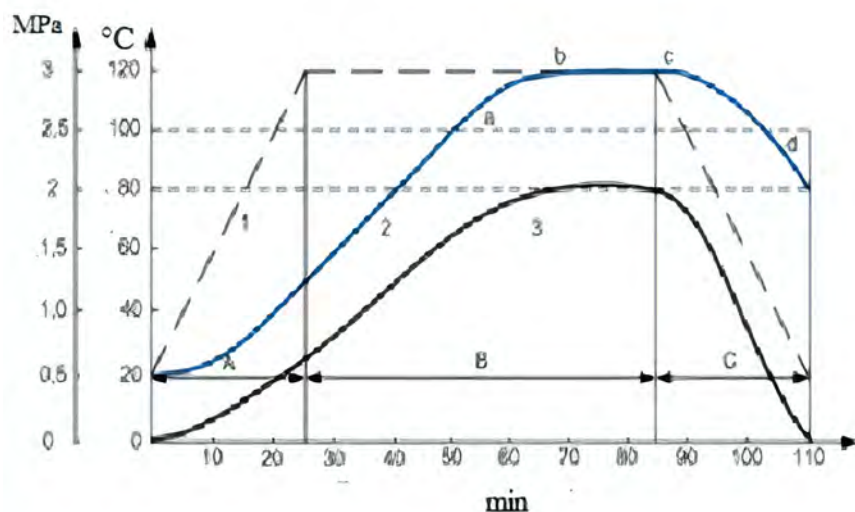
p – vasturõhk toote siserõhule, MPa;

t – steriliseerimistemperatuur, °C.

Aeg temperatuuri tõstmiseks steriliseerimistemperatuurini sõltub mingil määral autoklaavi konstruktsioonist, peamiselt konservitaara mahust ja materjalist ning planeeritava steriliseerimistemperatuuri ja toote algtemperatuuri erinevusest. Mida kõrgem on konservisisu algtemperatuur, seda vähem aega kulub soojuskandja temperatuuri tõstmiseks steriliseerimistemperatuurini.

See aeg on ühesuuruse konservitaara jaoks enam-vähem püsiv: metallkarpidele, mille maht on kuni 1 kg, – 20 minutit; suurema mahuga karpide puhul – 30 minutit; klaaspurkidele, mille maht on 0,5 kg, – 25 minutit; mahuga 1 kg – 30 minutit (lihakonservide puhul). [11]

Aeg konservide jahutamiseks (C) on vajalik karbis oleva rõhu võrdsustamiseks atmosfäärirõhuga nii, et rõhu langus karbis ja autoklaavis oleks küllaldane selleks, et väljalaadimisel ei tuleks klaaspurkidelt ära kaaned ja metallkarbid ei deformeeruks.



Joonis 9. Temperatuuri ja rõhu muutuste graafikud steriliseerimisel. 1 – temperatuur autoklaavis; 2 – temperatuur tootes; 3 – rõhk karbis; A – aeg temperatuuri tõstmiseks autoklaavis; B – steriliseerimise aeg; C – jahutusaeg külma veega; a – steriliseerimise algus; (b–c) – steriliseerimine antud temperatuuril; d – jahutamine. [25]

Rõhk konservikarbis oleneb lisaks gaaside ja aurude partsiaalrõhule ka karbi sisu paisumisest (arvestada tuleb karbi täitmise koefitsiendiga).

Steriliseerimisrežiimi väljatöötamine ja valideerimine

Uue toote termilise protsessi kavandamisel tuleks toiduohutuse tagamiseks arvesse võtta kõiki tootmisprotsessis olulisi tegureid.

1. Tootega seotud tegurid:

- suuretükiline, peenestatud või peenpeenestatud konservisisu; tooraine eelnev kuumtöötlemine (praadimine, blanšeerimine); tahke osa ja vedeliku suhe; konservisisu keemiline koostis (pH, süsivesikute, keedusoola ja rasvasisaldus avaldavad mõju mikrofloora kuumuskindlusele). Toote vedela ja tahke osa suhe mõjutab toote läbisoojenemise kiirust, karbi siserõhku steriliseerimisel;
- konservisisu temperatuur karpide täitmisel: mida kõrgem on algtemperatuur, seda lühem on nõutav protsessiaeg;
- viivitus enne steriliseerimist (viivitused mõjutavad konservisisu esialgset temperatuuri). Kui suletud konservikarpe tuleb enne kuumtöötlemist tavapärasest pikemat aega hoida, tuleb seda teha temperatuuril, mis minimeerib mikroobide kasvu;
- sihtmikroobiliikide z- ja D-väärtus. *C. botulinum*'i spoorid: $D_r = 0,21$, arvutustes kasutatakse $z = 10$.

2. Konservitaaraga seotud tegurid:

- taara materjalid: metall, klaas, plast. Metallkarpide termiline takistus on palju madalam kui klaaspurkidel või plastmaterjalil;
- taara kuju: kõige kiiremini kuumeneb taara, millel langeb ühele pinnauhikule väiksem kogus konservimassi;
- taara seina paksus. Pleki paksuse kõikumised ei mõjuta eriti metallkarbi termilist takistust. Klaastaara seina paksuse muutused mõjutavad termilist takistust vedela konsistentsiga toodete puhul;
- tühiruum konservikarbis/purgis: eriti oluline rotatsioonsteriliseerimisel;
- konservikarpide/-purkide asetus autoklaavikorvis (metallkarpe võib laadida autoklaavikorvi puistes, läbi veepadja).

3. Seadmetega seotud tegurid:

- a) autoklaavi tüüp – partii kaupa või pidevatoimeline;
- b) soojusülekanne kuumutavalt keskkonnalt – aur, vesi (pihustatuna või kaskaadina), õhu-auru segu;
- c) aeg, mis kulub autoklaavi läbipuhumiseks (õhu väljasurumiseks autoklaavist auru või kuuma veega enne steriliseerimist) või kuuma veega täitmiseks. [3, 4, 15]

Steriliseerimisprotsessi valideerimine koosneb mitmest etapist.

1. **Toote kirjeldamine.** Toote koostis, pH, vee aktiivsus (a_w), soolasisaldus, pakendi tüüp, kuju ja suurus, säilitustingimused, eeldatav säilivusaeg, tarbija (nt lastetoit).
2. **Sihtmikroobide määratlemine.** Kõige levinum inimesele patogeenne konservide tootmisega seotud sihtmikroorganism on *C. botulinum* (proteolüütilised tüved) ning toote riknemist põhjustavad termofiilsed eoseid moodustavad mikroorganismid (*B. stearothermophilus*).
3. **Sihtmikroobide arvu vähendamine.** Kuumtöötlusprotsessi eesmärgiks on **tagada toote mikrobioloogiline ohutus**. Selleks on piisav kuumutusaeg mille puhul *C. botulinum*'i spoorid oleksid vähendatud tasemeni 10^{-12} (12 D kontseptsioon). **Vähese happesusega konserve tuleb kuumtöödelda kumulatiivse suremusega $F_0 = 3$ minutit temperatuuril 121 °C.** Termofiilsete riknemist põhjustavate mikroorganismide (D-väärtusega 4,0–5,0) mahasurumiseks konservides kasutatakse F_0 väärtusi 6,0–10,0. Konserve võib steriliseerida erinevatel temperatuuridel, muutub protsessi kestus. Näide: et tagada konservi töötlemisel $F_0 = 7$, tuleb seda töödelda temperatuuril 112 °C 64 minutit, temperatuuril 114 °C 41 minutit ning temperatuuril 118 °C 17 minutit (ajad algavad siis, kui kõige külmem punkt (kriitiline punkt) konservisisus on saavutanud vastavad steriliseerimistemperatuurid).

Kuigi paljude patogeeni kohta on olemas teaduslikud andmed, siis uute või ebatavaliste toodete väljatöötamisel peavad toidukäitlejad ise koguma andmeid, et välja töötada kuumtöötlusprotsess sihtpatogeeni jaoks nende konkreetsetes tootes.

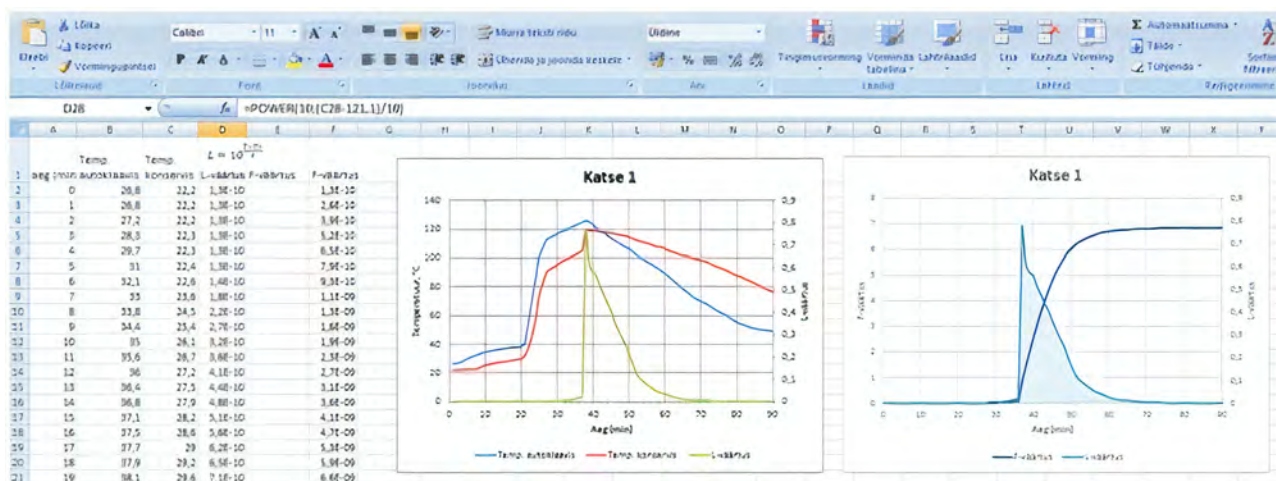
4. **Sihtmikroobide arvu vähendamise verifitseerimine.** Mõõtmistulemused andmelogoriga konservisisu kriitilises punktis kinnitavad, et steriliseerimisprotsess (aeg/temperatuur) on piisav patogeeni hävitamiseks soovitud tasemeni. Termogrammil salvestatud andmete (aeg/temperatuur/rõhk) analüüs.
5. **Kontrollmeetodite ja kriitiliste piiride kehtestamine.** Autoklaavis temperatuuri ühtlase jaotumise kontroll autoklaavi paigutatud indikaatorite abil või konservi karpi/purki paigutatud andmelogoriga. Mõõta tuleks autoklaavi erinevatest piirkondadest. Kogutud andmeid analüüsitakse ning hinnatakse nende stabiilsust, vajadusel tehakse parandused.
6. Korrigeerivad meetodid HACCP plaanis, et tagada toote järjepidev ohutus.

Üheks võimaluseks uue toote steriliseerimisrežiimi väljatöötamisel on võtta aluseks analoogse toote (ettevõtte toodangu hulgast või erialakirjandusest) steriliseerimisrežiim ning teha katseid toote läbisoojenemise uurimiseks.

Lähtuda tuleks temperatuurist konservikarbi kõige raskemini soojenevas kohas (kriitilises punktis), kusjuures vaadeldakse karpi, mis asub kõige aeglasemalt kuumenevas kohas autoklaavis. Katsete läbiviimisel saab kasutada andmelogerit (fotod 3 ja 4). Andmelogerilt (aja-temperatuurianturilt) minutiliste vaheaegadega mõõdetud temperatuuridele vastavad letaalsusväärtused saab jooksvalt arvutada ja summeerida, kasutades tabelarvutusprogrammi Excel (joonis 10).

Oluline on vajaliku arvu katsete sooritamine, et määrata kindlaks variatsioone, mida planeeritud protsessi väljatöötamisel arvesse võtta.

Joonisel 10 toodud näites on temperatuuri andmed registreeritud iga minuti järel. $F_0 = 6,8$ (L-väärtuste graafiku alune pindala).



Joonis 10. Näide steriliseerimistsükli andmete töötlemisest tabelarvutusprogrammis Excel (L. Rusalepp)

Kõik valideerimisprotsessi käigus kogutud andmed tuleb salvestada ja säilitada.

Enesekontrolli- ja HACCP-süsteemist

Toidukäitleja peab kontrollima toidu ja selle käitlemise nõuetekohasust (enesekontroll) ja rakendama abinõusid selle tagamiseks. Meetmeid tuleb kirjeldada enesekontrolliplaanis.

Konservide ohutuse tagamise kontroll

Konservid peavad olema tarbijale ohutud. Seda aitavad tagada tooraine, taara, tehnoloogiliste protsesside ja väljastatava toodangu kontroll.

Tooraine kontroll. Toorainet hinnatakse visuaalselt, kontrollitakse liha temperatuuri, saatedokumente, pakendite korrasolekut, säilivust.

Tehnoloogiliste protsesside kontrollimine. Konservide ohutus oleneb ka tehnoloogilisest protsessist ja tootmise hügieenitingimustest.

Eriti tuleks jälgida

- taara ettevalmistamist: puhtus, defektid;
- konservikarbi täitmist: täitekogus (netomass) st täitmisaste;
- kaanetamist: sulgemisõmbluse kvaliteet (visuaalne vaatlus, sulgemisõmbluse parameetrite mõõtmine), hermeetilisus;
- aega konservikarbi sulgemisest kuumtöötlemise alguseni;
- steriliseerimise parameetreid (temperatuur, aeg, rõhk);
- termostaatilist kontrolli (kasutatud kuumtöötlemise tõhusust).

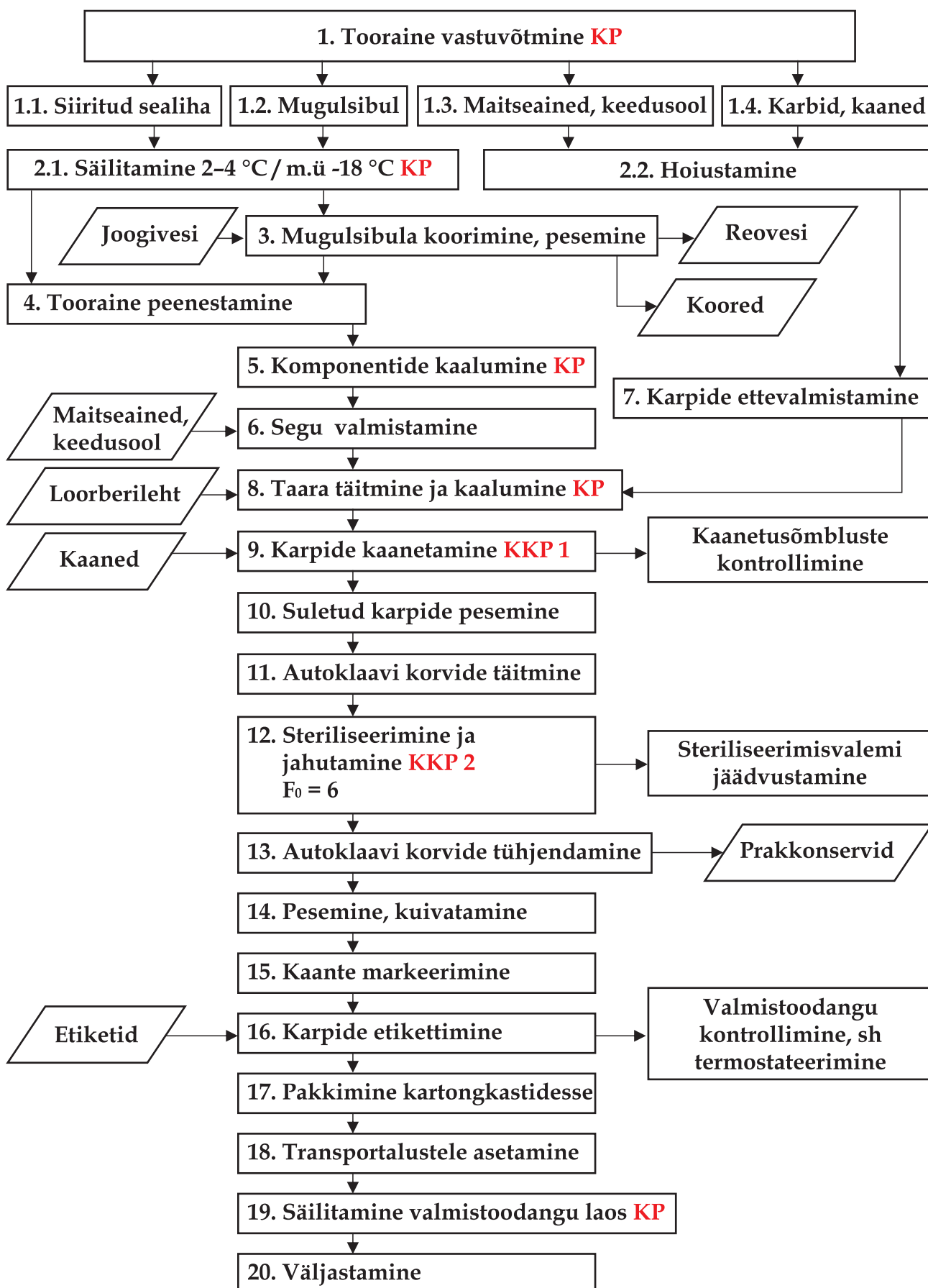
Väljastatava toodangu kontroll. Konservide kvaliteedi hindamisel kontrollitakse etiketil esitatud teavet ning taara välisseisundit. Karbid avatakse, hinnatakse konservi koostisosade (liha/kaste/puljong/želee) suhet, karpide sisepinna seisundit. Seejärel hinnatakse toodet organoleptiliselt ja määratakse füüsikalise-keemilised ning mikrobioloogilised näitajad.

Konservide mikrobioloogiline kontroll. Termostaatiliseks kontrolliks võetakse proove 2–4 karpi igast autoklaavitäiest. Proove hoitakse termostaadis mikroorganismide kasvuks sobival temperatuuril, s.o 30 °C juures 14 päeva ja/või 37 °C juures 10–14 päeva. Inkubeerimise eesmärgiks on suurendada järgneva mikrobioloogilise uuringu käigus elujõuliste mikroorganismide avastamise tõenäosust. [3]

Pärast inkubeerimist hinnatakse konservikarbi deformeerumist (klaaspurgi kaane kummumist). Seejärel konservid avatakse ja hinnatakse toidu nähtavat riknemist (värvuse, konsistentsi ja lõhna muutused) ning mõõdetakse pH-d. Järgneb mikroskopeerimine ning aeroobsete ja anaeroobsete mesofiilide või termofiilide arvu määramine, mis võimaldab hinnata eoseid moodustavate riknemist põhjustavate mikroorganismide mitte-aktsepteeritavaid väärtusi. [16]

Alljärgnevalt on toodud näidisenähtena ühe toote tehnoloogiliste etappide, tehnoloogilise skeemi ja HACCP-plaani üks võimalikest variantidest.

Tehnoloogiline skeem konservile “Hautatud sealiha”



Konservi “Hautatud sealiha” tootmise tehnoloogiliste etappide kirjeldus

1. Tooraine vastuvõtmine KP

1.1. Siiritud sealiha

Tarnija on kõik vajalikud dokumendid esitanud ja edastanud vajaliku informatsiooni. Liha peab pärinema tegevusloaga ettevõttest. Liha liik ja tarnekogus (kg) vastab dokumentatsioonis toodule.

Organoleptiline hinnang: külmutatud plokkliha – pakendite seisukord, märgistuse olemasolu ja nõuetele vastavus; lõhn ja värvus lihale iseloomulikud, puhta pinnaga, hallitusteta.

Sisetemperatuuri kontroll: jahutatud, siiritud sealiha – vastavalt tarnija ettekirjutusele, mitte üle 4 °C; külmutatud plokkliha (pakendatud) m.ü -18 °C.

1.2. Mugulsibul

Tooraine kvaliteeti kontrollitakse visuaalselt. Sibulad valminud, terved, haigusteta, kuivad, määrdumata, sordile omase kuju ja värvusega, hästi kuivatatud pealmiste lihavsoomustega, 2–5 cm pikkuse kuivatatud kaelaga.

Kooritud sibul (vaakumpakendatud) – visuaalne kvaliteedi kontroll. Korrektses pakendis.

1.3. Maitseained, keedusool

Maitseained: korrektses pakendis, kehtiva säilivusega, kvaliteet peab vastama spetsifikatsioonis toodud näitajatele, tootele omase lõhna ja maitsega, ilma kõrvallõhna ja võõrlisanditeta, ei tohi esineda hallitust.

Keedusool korrektses pakendis. Piiramatu säilimisaeg.

1.4. Karbid ja kaaned

Vastuvõtul saatedokumentide kontroll, asjakohase materjali puhul vastavusdeklaratsioon tarnijalt. Tarnitakse kartongtaaras. Lakeeritud valgemetall.

2.1. Säilitamine KP

Jahutatud siiritud sealiha säilitatakse hoiukambris temperatuuril 0–4 °C, külmutatud plokkliha temperatuuril -18 °C.

Koorimata mugulsibul. Säilitatakse temperatuuril 5–7 °C, õhu suhteline niiskusesisaldus 65–70%. Kooritud mugulsibul: säilivus temperatuuril 2–6 °C 24 tundi.

2.2. Hoiustamine

Karbid ja kaaned hoiustatakse temperatuuril 0–20 °C; õhu suhteline niiskusesisaldus <75%.

Maitseained, keedusool. Säilitatakse ventileeritavas kuivas ruumis, temperatuuril 0–20 °C.

3. Mugulsibula koorimine, pesemine

Mugulsibul puhastatakse koorest ning pestakse joogivee kvaliteedile vastava veega.

4. Tooraine peenestamine

Liha peenestamine lihahundis, šroti restiga (või käsitsi 50–120 g tükkideks). Mugulsibula peenestamine lihahundis, resti ava Ø 6 mm.

5. Komponentide kaalumine KP

Komponendid kaalutakse vastavalt retseptile.

6. Segu valmistamine

Segu valmistatakse segistis. Lihahundis peenestatud liha segatakse segistis soola ja peenestatud musta pipraga. Peenestatud sibul lisatakse segistis olevale massile ning segatakse kuni ühtlase massi saamiseni.

7. Karpide ettevalmistamine

Metallkarbid ja kaaned võetakse pakendist lahti, hinnatakse visuaalselt ning eraldatakse deformeerunud ja defektidega taara. Seejärel paigutatakse karbid etteandmiskonveierile, kus neid töödeldakse otseauruga steriliseerimiskambris ning saadetakse täitmisele. Karbikaaned valatakse sulgemisseadme kaante magasinini.

8. Taara täitmine ja kaalumine **KP**

Metallkarbid täidetakse doseerimisautomaadiga. Loorberileht asetatakse karpi käsitsi enne nende täitmist konserviseguga. Kasutatakse metallkarpe mahutavusega 250 g. Jälgitakse, et karpide täitekogused oleksid ühesugused, selleks kaalutakse täidetud karpe netomassi (täitekoguse) korrigeerimiseks.

9. Karpide kaanetamine **KKP 1**

Kasutatakse vaakumkaanetusseadet. Kaanetamise kvaliteeti kontrollitakse visuaalselt ning sorteeritakse välja defektsed tooted. Regulaarselt (vahetuse alguses) kontrollitakse kahekordse sulgemisõmbuse parameetreid mikromeetriga mõõtes. Metallkarpide õmbus peab jääma tihe ja ühtlane. Metallkarpide sulgemisel ei tohi sulgemisõmbuse vahele jääda konservisisu massi. Kaanetusõmbuse hermeetilisust kontrollitakse suruõhu meetodil tühjal karbil üks kord vahetuse alguses. Kontrolli tulemused registreeritakse.

10. Suletud karpide pesemine

Suletud karbid suunatakse konveieril pesemisseadmesse, et eemaldada karpide välispinnale valgunud mass. Pestakse joogivee nõuetele vastava kuuma veega (85 °C).

11. Autoklaavi korvide täitmine

Autoklaavi korvid täidetakse käsitsi. Karbiriidade vahele asetatakse vaheplaat.

12. Steriliseerimine ja jahutamine **KKP2**

Konservide steriliseerimiseks kasutatakse horisontaalset, kolme korviga autoklaavi. Autoklaav on varustatud vastava tarkvaraga ning andmelogeriga temperatuuri mõõtmiseks konservisisus, mikroprotsessor arvutab temperatuuri kõvera järgi F_0 väärtuse ja kontrollib seega kuumutamisprotsessi.

Steriliseerimisrežiim (temperatuur, rõhk, aeg) on välja töötatud arvestusega, et $F_0 = 6$. Protsessi parameetreid jälgitakse pidevalt, registreeritakse automaatselt ning termogramme säilitatakse/arhiveeritakse kuni tootepartii säilivusaja lõpuni (+ üks kuu). Steriliseerimise järel konservikarbid jahutatakse kohe (35–40 °C). Konservikarpe jahutatakse veega autoklaavis rõhu all.

13. Autoklaavi korvide tühjendamine

Autoklaavi korvid tühjendatakse käsitsi. Konservikarbid laotakse konveierile, millega suunatakse need järgmisele operatsioonile.

Sorteerimine. Konservide väljalaadimisel vaadeldakse igat karpi. Mittehermeetilised ja tugevasti deformeerunud karbid pannakse eraldi. Karpide hermeetilisus tehakse kindlaks

otseste (praod, lõhed, augud karbis) või kaudsete tunnuste järgi (puudulik mass, mittekummunud kaas/põhi, sisu valangud taaral). Defektsete toodete arv registreeritakse.

Liiga tugeva deformatsiooni korral muutub karp tavaliselt mittehermeetiliseks.

14. Karpide pesemine, kuivatamine

Steriliseeritud konservid suunatakse transportööri abil pesemisseadmesse (vee temperatuur seadmes 40–45 °C), et eemaldada karpide välispinnal olev võimalik mustus. Seejärel suunatakse karbid kuivatusmasinasse, kus kuuma õhuga (60 °C) toimub karpide kuivatamine, mis tagab etikettide kleepumise konservikarpidele.

15. Kaante markeerimine

Metallkarpide kaanele kantakse tindiprinteriga pesemisel mitte eemalduva värviga valmistamisaeg, säilimisaeg (parim enne), toote kood, partii tähis ja identifitseerimismärk.

16. Etikettimine

Etiketile kantakse märgistus vastavalt määruse (EL) nr 1169/2011 art 9 nõuetele.

Valmistoodangu kontrollimine. Kõigepealt kontrollitakse etiketil esitatud teavet ning hinnatakse taara välisseisundit, seejärel karpide sisepinna seisundit. Järgnevalt hinnatakse toodet organoleptiliselt ja määratakse füüsikalise-keemilised näitajad ning vajadusel tehakse mikrobioloogiline analüüs.

Termostateerimine temperatuuril 37 °C seitse ööpäeva. Kui esineb karbi kaane/põhja kummumine (bombaaz), tehakse mikrobioloogiline analüüs aeroobsete ja anaeroobsete mesofiilide arvu määramiseks.

17. Pakkimine kartongkastidesse

Etikettimisseadmest suunatakse karbid kogumiskonveierile ning pakitakse käsitsi vastupidavast kartongist kastidesse (24 tk ühte kasti). Kastide mõõtmed valitakse olenevalt pakitavate karpide mõõtmetest nii, et karbid asetseksid kastis tihedalt. Iga karbirea vahele pannakse paberist või papist vaheleht. Kastide mõlemale otsale kleebitakse etikett.

18. Transpordialustele asetamine

Pakitud toodang asetatakse transpordialustele ja ümbritsetakse kilega, seejärel transporditakse kaup lattu.

19. Säilitamine valmistoodangu laos **KP**

Laoruumid peavad olema kuivad ja hea ventilatsiooniga, temperatuur umbes 20 °C, õhu suhteline niiskusesisaldus 75%. Vältida tuleb temperatuuri kõikumisest põhjustatud veeauru kondensatsiooni. Tootte säilimisaeg on 3 aastat (täiskonserv).

20. Väljastamine

Vormistatakse saatedokumendid ning tooted väljastatakse vastavalt tellimustele.

Näide ohtude analüüsist konservi "Hautatud sealiha" tootmisel

Nr	Tehnoloogiline etapp	Oht	K1	K2	K3	K4	KKP/KP	Märkused, ennetav tegevus
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Tooraine vastuvõtmine	Patogeenide arvukuse kasv tooraine vale temperatuuri tõttu	Jah	Ei	Jah	Jah	KP	Ennetusabinõusid (etteantud temperatuuridest kinnipidamine, saatedokumentide kontroll) rakendades on risk madal, seega pole KKP
2	2.1. Säilitamine (liha, mugulsibul)	Mikroorganismide, sh patogeenide kasv valede säilitamistingimuste tõttu	Jah	Ei	Jah	Jah	KP	Ohtu saab maandada liha säilitamisega ettenähtud temperatuuril
	2.2. Hoiustamine (maitseained, sool, karbid, kaaned)	Ohtu ei täheldatud Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	Eeltingimusprogrammidega (ruumide puhutus ja mikrokliima, töötajate koostis) hoitakse ohud kontrolli all
3	Mugulsibula koorimine, pesemine	Liha ristsaastamine mikroorganismidega Võõrkeha oht töövahendilt	Jah	Ei	Jah	Jah	-	Sibul koorida nn mustas tsoonis
4	Tooraine peenestamine	Mikroorganismide, sh patogeenide kasv pika ooteaja ja soojenemise tõttu Saastumine seadmetelt	Jah	Ei	Jah	Jah	-	Eeltingimusprogramm: töötajate koostis Õige tööde planeerimine
5	Komponentide kaalumine	Mikrobioloogiline saastumine inventarilt Komponentide üle-/aladoseerimine	Jah	Ei	Jah	Jah	-	Eeltingimusprogramm: efektiivne seadmete puhastamine Kaalud peavad olema taadeldud, personal vastavalt koolitatud. Sel juhul on risk madal ja see ei ole KKP
6	Segu valmistamine	Mikrobioloogiline saastumine seadmetelt Võõrkeha oht tootmiskeskonnast	Jah	Jah	-	-	KP	Eeltingimusprogramm: efektiivne puhastamine
			Jah	Ei	Jah	Jah	-	Eeltingimusprogramm: efektiivne puhastamine
7	Karpide ettevalmistamine	Metallipuru Deformeerunud, defektidega taara	Jah	Jah	-	-	-	Eeltingimusprogramm: efektiivne puhastamine, koolitatud personal Ei ole KKP

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Taara täitmine ja kaalumine	Füüsikaline oht Üledoseerimine	Jah	Jah	-	-	KP	Ei ole KKP
9	Karpide kaanetamine	Mikrobioloogiline oht defektse kaanetamisõmbluse tõttu	Jah	Jah	-	-	KKP 1	Eeltingimusprogramm: koolitatud personal Rullikute reguleerimine Kaanetamisõmbluse kontrollimine Eeltingimusprogramm: koolitatud personal
10	Suletud karpide pesemine	Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	
11	Autoklaavi korvide täitmine	Karpide deformeerumine, kui vaheplaati ei kasutata	Jah	Ei	Jah	Ei	-	Eeltingimusprogramm: koolitatud personal
12	Steriliseerimine ja jahutamine $F_0 = 6$	Termofiilsete ja patogeensete mikroorganismide (sh <i>C. botulinum</i> eoste) ellujäämine toodete mittenõuetekohase sisetemperatuurini töötlemisel	Jah	Jah	-	-	KKP 2	Ennetav abinõu on tootele etteantud steriliseerimisrežiimist kinnipidamine (temperatuur, aeg, rõhk) Eeltingimusprogramm: koolitatud personal Täiendav steriliseerimine või prakkeerimine
13	Autoklaavi korvide tühjendamine	Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	
14	Karpide pesemine, kuivatamine	Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	
15	Kaante markeerimine	Vale märgistus või märgistuse puudumine	Jah	Ei	Ei	Ei	-	Ennetusabinõusid (jälgitavuse süsteemi) rakendades on risk madal, ei ole KKP
16	Etiketamine	Vale märgistus	Jah	Ei	Ei	Ei	-	Ennetusabinõusid (jälgitavuse süsteem) rakendades on risk madal, ei ole KKP Eeltingimusprogramm: koolitatud personal
17	Pakkimine kartongkastidesse	Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	
18	Transpordialustele asetamine	Ohtu ei täheldatud	-	-	-	-	-	
19	Säilitamine valmistoodangu laos	Karpide välispinna korrodeerumine temperatuuri kõikumise ja kõrge õhu suhtelise niiskuse korral	Jah	Ei	Jah	Ei	KP	Kontrollida hoiutingimusi
20	Väljastamine	Metallkarpide deformeerumine Vale saadetus	Jah	Ei	Jah	Ei	-	Eeltingimusprogramm: koolitatud personal (komplekteerijad ja tõstukijuhid) Ennetusabinõud (jälgitavuse süsteem)

Näide ohtudest ja kriitilistest kontrollpunktidest konservide "Hautatud sea-liha" valmistamisel

KKP	Oht	Kriitilised piirid	Seire			Korrigeeriv tegevus	Verifitseerimine
			Kontroll, meetod	Sagedus	Teostaja		
1	Mikrobioloogiline oht defektse kaanetamisõmbluse tõttu	Nõuetekohane kaanetamisõmblus	Kaanetamisõmbluse visuaalne kontrollimine, Kaanetamisõmbluse parameetrite mõõtmine mikromeetri või nihikuga	Vahetuse alguses Sulgemisrullikute vahetamisel ja reguleerimisel	Tehniline personal registreerib kontrollitulemused žurnaali/kontroll-lehele	Rullikute reguleerimine või väljavahetamine	Metallkarpide tootja juhiste ja kaanetusseadme kasutusjuhendi järgimine
			Hermeetilisuse kontrollimine 1) testpumbaga 2) kuumaveevannis	Üks kord vahetuse alguses testpumbaga			Mõõtmistulemuste sissekannete analüüs ja järeldused. Prakeeritud karpide väike %
2	Termofiilide ja <i>Clostridium botulinum</i> 'i ellujäämine vähesel kuumutamisel Termofiilide ellujäämine liiga aeglasel ja kõrgetel temperatuuridel jahutamisel	Steriliseerimisrežiimist kinnipidamine	Steriliseerimisprotsessi jälgimine ja andmete (temperatuur, aeg, rõhk) jäädvustamine termogrammile	Pidev, iga steriliseeritav autoklaavitäis	Autoklaavi operaator registreerib kontrollitulemused žurnaali/kontroll-lehele	Tooted täiendavalt töödelda Steriliseerimisrežiimi üle vaatamine, täiendamine Autoklaavi tehniline kontroll	Mõõtmistulemuste, termogrammade analüüs ja järeldused Konservide mikrobioloogilise analüüsi rahuldavad tulemused Sise- või välis-auditite/riikliku järelevalve kontrollitulemused Tarbija kaebuste puudumine

Kasutatud kirjandus

1. Suunised säilimisaja määramise ja toidulase teabe kohta 1. Osa. Vastu võetud: 21. oktoober 2020 doi: 10.2903/j.efsa.2020.6306. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/valjaanded/valjaanne-2020-efsa-suunised-sailimisaeg-margistus.pdf>
2. EFSA, European Food Safety Authority. 2005. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to *Clostridium* spp in foodstuffs. The EFSA Journal (2005) 199, 1-65. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2005.199>
3. CAC/RCP 23, 1979. Code of hygienic practice for low-acid and acidified low-acid canned foods. http://www.fao.org/input/download/standards/24/CXP_023e.pdf.
Juhendi 1. Lisa eestikeelne tõlge vt <https://pta.agri.ee/media/1873/download>
4. CAC/RCP 46, 1999. Code of Hygienic Practice for Refrigerated Packaged Foods with Extended Shelf Life. <https://www.fao.org/faoterm/viewentry/en/?entryId=173162>
5. Marianski, S., Marianski, A. 2013 Home Canning Meat, Poultry, Fish and Vegetables. Bookmagic LLC
6. Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus nr 1935/2004, toiduga kokkupuutumiseks ettenähtud materjalide ja esemete kohta, millega tunnistatakse kehtetuks direktiivid 80/590/EMÜ ja 89/109/EMÜ. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A02004R1935-20210327>
7. Heinz, G., Hautzinger, P. 2007. Meat Processing Technology for small- to medium-scale Producers. Canning / Sterilization of meat products. <http://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf>
8. Soidla, R., Elias, P., Mahla, T. 2004. Toiduainete konserveerimise ja säilitamise alused. Halo Kirjastus Tartu.
9. Double Seam Examination and Measurement Procedures <https://inspection.canada.ca/food-safety-for-industry/archived-food-guidance/fish-and-seafood/manuals/metal-can-defects/eng/1348848316976/1348849127902?chap=6>).
10. Toiduainete tehnoloogia. 2017. Kõrgkooliõpik. Koostaja Vilma Tatar. Tartu. <https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/3770>
11. Зонин В.Г. 2008. Современная технология мясных консервированных продуктов. Издательство: Профессия. Санкт-Петербург
12. Thermal Food Processing. New Technologies and Quality Issues. 2006. Edited by Da-Wen Sun.
13. Feiner, G. 2006. Meat products handbook. 1st Edition. Practical Science and Technology.
14. Heiss, R., Eichner, K. 1994. Haltbarmachen von Lebensmitteln: chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren. Springer, Berlin, S. 4-263.
15. Mohan, C.O., Ravishankar, C. N., Srinivasa Gopal, T.K. 2015. Canning of Fishery Products <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.1201/b19397-4>

-
16. Roasto, M., Laikoja, K. 2020. Toidu säilimisaja määramine. II osa (täiendatud ja parandatud väljaanne). Mikrobioloogilised näitajad toidugruppide kohta. Tartu. https://toidu-teave.ee/wp-content/uploads/2020/09/Toidu_s%C3%A4ilimisaja_m%C3%A4%C3%A4ramise_juhend_II-osa_2020.pdf
 17. Canning / Sterilization of meat products. <http://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf>
 18. Quality Can Seam. <https://www.qualitycanseams.com/inspection-tools>
 19. <https://www.caprosol.com/qube-ld-en>
 20. Konservikarbi hermeetilisuse kontrollseade. <https://www.saksavorst.ee/toode/konservikarbi-hermeetilisuse-kontrollseade/>
 21. Dosenprüfpumpe.
<https://www.hodum.com/sonderartikel/detail/dosenpruefpumpe-762>
 22. Biological Indicators. www.mesalabs.com
 23. Cannery Checks. <https://temperature-indicators.co.uk/collections/cannery-checks>
 24. Fish Canning Handbook.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444323405>
 25. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации. https://openbooks.itmo.ru/read_processes/14223/14223.pdf

ISBN 978-9916-669-19-8



9 789916 669198

