
Stabiliteit van tropenconserven

Afstudeeropdracht kwaliteitsafdeling bij Machandel BV.



07-06-2016

Lisa Hengstman, Rimmer Woudstra
Hogeschool Van Hall Larenstein
Leeuwarden

Haulerwijk, februari – juni 2016

Lisa Hengstman

Student Voedingsmiddelentechnologie
Hogeschool Van Hall Larenstein te Leeuwarden
Studentnummer: 921113002

Rimmer Woudstra
Student Voedingsmiddelentechnologie
Hogeschool Van Hall Larenstein te Leeuwarden
Studentnummer: 000003366

Stabiliteit van tropenconserven
Afstudeeropdracht kwaliteitsafdeling bij Machandel BV.

Opdrachtgever:
Machandel BV.
Turfsteker 15
8433 HT Haulerwijk

Afdeling kwaliteitszorg
Locatie Haulerwijk, Nederland

Begeleiding vanuit Machandel BV.: Aad van der Valk

Begeleiding vanuit Van Hall Larenstein: Maarten Mols & Jelle Nauta

Voorwoord

Wij willen iedereen van Machandel BV. bedanken die bijgedragen heeft aan de totstandkoming van dit verslag. Wij willende begeleider vanuit Machandel, Aad van der Valk en de begeleiders vanuit Van Hall Larenstein, Maarten Mols en Jelle Nauta hierbij extra bedanken voor de begeleiding en het bieden van sturing en informatie. Tijdens dit project hebben we veel kennis opgedaan op het gebied van zowel kwaliteit als procestechnologie. We hebben mee mogen maken hoe het is om in een groeiend bedrijf af te studeren, hoe bepaalde aspecten in een korte periode veranderen en hoe het er aan toe gaat in dit bedrijf.

Al met al een leerzaam afstudeerproject. Machandel bedankt!

Samenvatting

Machandel B.V., wil voldoen aan de vraag naar biologisch-dynamische groenteconserven in landen met een tropenklimaat. In dit project wordt onderzocht hoe het productieproces zodanig kan worden aangepast dat de conserven voldoen aan de voor de landen relevante stabiliteitstest. De stabiliteitseisen voor landen met een tropenklimaat zijn dat het product na 7 dagen op 55°C te zijn geïncubeerd niet meer dan 100 mbar en 0,5 pH mag afwijken ten opzichte van de referentie op 22°C. Ook moeten de producten voor 7 dagen op 37°C geïncubeerd worden en voldoen aan dezelfde eisen ten opzichte van de referentie. Daarnaast moeten de producten na het autoclaveren voldoen aan de kwaliteitsnorm zoals die wordt gesteld binnen het bedrijf.

Er is onderzocht welke micro-organismen voor het bederf bij hogere temperaturen zorgen en hoe deze af te doden zijn in een hittesterilisatieproces. Naast de meest hitteresistente pathogeen *Clostridium botulinum* is het proces afgestemd op de reductie van *Geobacillus stearothermophilus*. Dit is een veel voorkomende bederver van conserven die temperaturen van boven de 38°C hebben gehad en is één van de lastigst af te doden veroorzakers van microbiologisch bederf. Er is een voorspellingssheet opgesteld waarmee bepaald kan worden wat de mate van sterilisatie moet zijn aan de hand van de beginbesmetting, D-waarde, z-waarde en doelbesmetting. Er is een processheet opgesteld waarmee temperaturen die tijdens het proces gehaald zijn worden omgezet in F-waarden. Deze zijn geaccumuleerd en zo wordt de F-waarde automatisch weergegeven. Tevens worden de resultaten weergegeven in grafieken. Om het doel te bereiken is de sterilisatietemperatuur verhoogd naar 125°C. Dit verkort de sterilisatietijden aanzienlijk ten opzichte van de benodigde sterilisatietijden bij 121,1°C.

Tijdens het project zijn vele experimenten gedaan om tot de conclusie te komen dat het mogelijk is om de producten stabiel te krijgen met behoud van kwaliteit. Het is dus mogelijk om de producten te exporteren naar warme landen. Ook zijn er in dit verslag bevindingen verwerkt tot aanbevelingen die kunnen leiden tot het verbeteren van de processen. Aanbevelingen betreffende het doel van dit project is om verder te experimenteren en de procesinstellingen te optimaliseren.

Summary

Machandel B.V., has had inquiries for organic-biodynamic preserves from distributors in countries with a tropical climate. During this project for Machandel B.V. research has been carried out to find out how the production process can be adapted so that the preserves meet the lawful stability requirements for preserves in the concerning countries. The requirements of the stability test are that the product cannot differ more than 100 mbar and 0,5 pH after incubation for 7 days on 55°C compared to a reference that has been stored at 22°C. The same applies for products incubated at 37°C for 7 days. Besides the stability requirements, the product has to meet the quality norms of Machandel B.V.

Research has been done to find out which micro-organisms cause spoilage at higher temperatures and how these micro-organisms can be reduced with heat sterilization. Besides the most heat resistant pathogen *Clostridium botulinum*, the process is designed to reduce *Geobacillus stearothermophilus*. This is a common spoiler of preserves that have had a higher temperature than 38°C and is one of the most heat resistant micro-organisms that cause microbiologic spoilage in sterilized foods. A prediction sheet has been developed to determine the necessary degree of sterilization. This is based on initial contamination, D-value, z-value, and target amount of contamination. A process sheet has been developed to calculate the F-value with the measured temperatures during the process. Results are also presented in graphs. To reach the stability requirements, the sterilization temperature has been increased to 125°C. This decreases the sterilization time compared to the required sterilization time at 121°C.

Multiple experiments have been carried out during the project to conclude that it is possible to produce products that meet the stability and quality requirements. It is possible to export to tropical countries. Besides the results this report contains recommendations that can lead to improved processes. Recommendations concerning the goal of this project are to carry on with the experiments and optimize the process settings.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	7
1.1.	Beschrijving van de organisatie – Machandel BV	7
1.2.	Aanleiding onderzoek	8
1.3.	Doelstelling	8
1.3.1.	Hoofdvraag	8
1.3.2.	Onderzoeksvragen	8
	Literaire onderzoeksvragen:	8
	Experimentele onderzoeksvragen:	9
1.4.	Beschrijving onderzoeksopzet	9
1.5.	Opbouw van het verslag	10
2.	Theorie	11
2.1.	Wetgeving	11
2.1.1.	Wetgeving en regulering Nederland en Europa	11
2.1.2.	Wetgeving en regulering Israël - export	11
2.2.	Invloed productieproces	11
2.2.1.	Champignons	12
2.2.2.	Spinazie	12
2.2.3.	Doperwten en Wortelen	12
2.2.4.	Productafwijkingen	12
2.3.	Microbiologische achtergrond	13
2.3.1.	Bederf	13
2.3.2.	Sporenvormers	14
2.3.3.	Micro-organismen	16
2.3.4.	Voorzorgsmaatregelen	19
2.4.	Verpakking	19
3.	Materiaal en methode	23
3.1.	Materiaal	23
3.2.	Methode	23
3.3.	Berekeningen	25
3.3.1.	Berekening F gewenst	25
3.3.2.	Berekening F van het proces	26
3.4.	Variaties	28
4.	Resultaten & Discussie	31
4.1.	Resultaten groenteconserven	31
4.2.	Resultaten drukverschil	40
4.3.	Silgan	41
5.	Conclusie en aanbeveling	42

5.1. Conclusie	42
5.2. Aanbevelingen	43
Bibliografie	44
Bijlage I - Tijdsplanning – fasering.....	i
Bijlage II – Werkinstructie Stabiliteitstesten.....	iii
Bijlage III – Registratieformulieren stabiliteitstesten	iv
Bijlage IV – Wetgeving en regulering NL toepassing op conserveren.....	vi
Bijlage V – Incubatiecriteria	x
Bijlage VI – wetgeving Israël	xi
Bijlage VII – Recepturen groenteconserveren.....	xvi
Bijlage VIII – Stroonschema’s groenteconserveren	xix
Bijlage IX – Gegevens micro-organismen.....	xxii
Bijlage X – Grondstofsspecificaties.....	xxiv
Bijlage XI- Bepaling koudste punt in autoclaaf	xxvi
Bijlage XII – Verloop sterilisatieproces.....	xxvii
Bijlage XIII – Persbericht	xxviii

1. Inleiding

In de inleiding wordt een beeld gegeven van Machandel B.V. en haar organisatiestructuur, wordt de aanleiding van het onderzoek geformuleerd, de probleemstelling met hoofd –en deelvragen behandeld, wordt er beschreven hoe het onderzoek is opgezet en hoe het verslag is opgebouwd. De tijdsplanning van het project is weergegeven in Bijlage I - Tijdsplanning – fasering.

1.1. Beschrijving van de organisatie – Machandel BV.

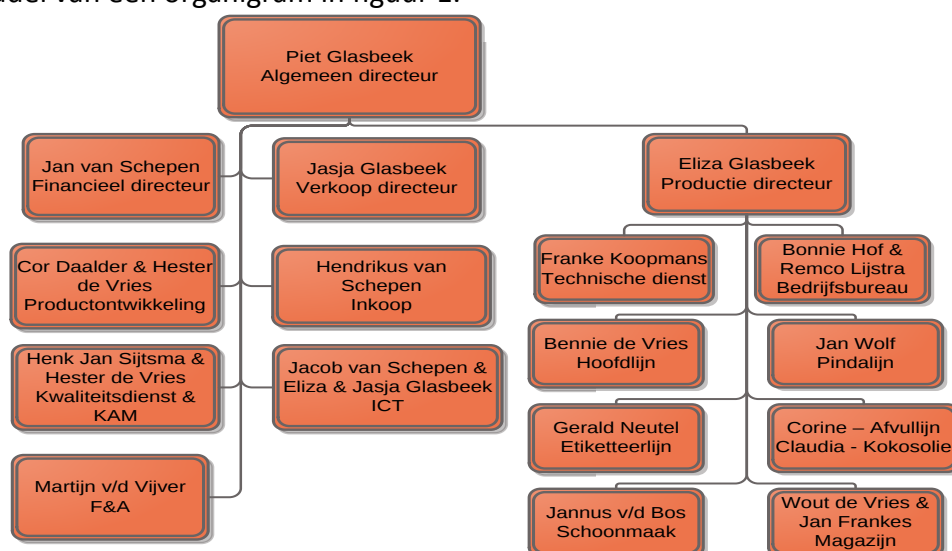
Machandel is een familiebedrijf dat al meer dan 30 jaar een breed scala aan biologisch-dynamische producten verwerkt. Het bedrijf is opgezet door Piet Glasbeek die biologisch-dynamische zuurkool verpakte. Nu worden er producten als kokosolie, spreads, sauzen, notenpasta's, groenten en fruitconserven en soepen gefabriceerd. Er wordt dus meer gefocust op producten met veel toegevoegde waarde. Kwaliteit staat hierbij hoog in het vaandel. De grondstoffen zijn van goede kwaliteit, worden zo min mogelijk bewerkt voor een goede smaak en gezondheid en zijn langdurig houdbaar.

Machandel streeft naar een milieuvriendelijke teelt van de grondstoffen, zo moet de teelt de bodem juist bevorderen en niet aantasten. De grondstoffen van het bestaande assortiment komen voornamelijk van Nederlandse bodem. Bij het inkopen van grondstoffen op de 'wereldmarkt' wordt gelet op milieuvriendelijkheid van de teelt, sociaaleconomische omstandigheden van de telers en werknemers en er wordt gewerkt volgens Fair Trade regels.

Er is ook een nauwe samenwerking met de telers van de oer-Hollandse groentes, die als basis staan voor het bedrijf(Machandel).

Machandel groeit momenteel hard en is aan het uitbreiden. Windmill Organics en de familie Glasbeek zijn de aandeelhouders. Windmill Organics is erg gefocust op trends en probeert hier op in te spelen.

Hieronder is de organisatiestructuur weergegeven binnen het bedrijf Machandel BV. door middel van een organigram in figuur 1.



Figuur 1: Organigram Machandel BV.

1.2. Aanleiding onderzoek

Machandel heeft afnemers die conserven willen verhandelen in mediterrane landen als Israël, Frankrijk, Spanje, Portugal, Italië en Zuid-Korea. Omdat daar de temperatuur gemiddeld hoger is, moeten de conserven aan strengere eisen voldoen.

In landen met een subtropisch klimaat, zoals Frankrijk en Israël, kunnen temperaturen in de zomer gemakkelijk oplopen naar 35 - 40°C. Bij deze temperaturen kunnen thermofiele sporen(vormers) groeien en het product bederven. Om deze reden moeten conserven voor deze landen zwaarder gesteriliseerd worden en gedurende 7 dagen stabiel zijn bij 55°C. In gematigde streken zoals Nederland en Noord Europa komen deze temperaturen slechts zelden en gedurende korte tijd voor en is stabiliteit bij 55°C geen harde eis.

Sterilisatie van groenteconserven wordt voor gematigde streken als veilig en voldoende beschouwd bij een F0-waarde van minimaal 2,5. Dit houdt in dat de hittedosis op elke plaats in de pot minimaal equivalent is aan 2,5 minuten op 121,1°C. Hierbij is de meest hitteresistente pathogene bacterie *Clostridium botulinum* in voldoende mate afgedood om een veilig product te verkrijgen. Naast *C. botulinum* moeten voor de tropenconserven ook de niet pathogene sporenvormers die voor bederf zorgen worden afgedood. Hiervoor moest de F0-waarde moeten worden berekend en bepaald worden of deze in het proces gehaald werd.

1.3. Doelstelling

De doelstelling: het productieproces voor doperwten met wortelen, champignons en spinazie zodanig inrichten dat deze producten stabiel zijn na bebroeding gedurende 7 dagen bij een temperatuur van 55°C. Het eindproduct moet voldoen aan de eisen van de stabiliteitstest en kwaliteit die binnen Machandel wordt voorgeschreven (Bijlage II – Werkinstructie Stabiliteitstesten). Dit houdt in dat het product naast stabiel zijn ook een goede geur/kleur/smaak/textuur moet hebben. De kwaliteit zal bepaald worden door middel van organoleptische testen.

1.3.1. Hoofdvraag

Op welke manier kan het productieproces worden aangepast dat de desbetreffende groenteconserven voldoen aan de stabiliteitseisen die worden gesteld aan tropenconserven?

1.3.2. Onderzoeksvragen

Literaire onderzoeksvragen:

- Wat zijn de gestelde eisen/regels voor de stabiliteit van groenteconserven zowel voor landen met gematigde klimaten binnen Europa als voor landen met een subtropisch klimaat als Frankrijk, Italië, Spanje, Portugal en Israël waar Machandel naar wil exporteren?
- Met welke soorten bederf heb je te maken bij de betreffende conserven? Microbieel en/of chemisch en/of fysisch?
- Wat is de gebruikelijke methode voor het autoclaveren van conserven voor de Europese markt?

Experimentele onderzoeksvragen:

- In welke mate is het in de proefautoclaaf gesteriliseerde product stabiel als het na bebroeding beoordeeld wordt aan de hand van de richtlijn AFNOR-NF V08-408-1997 van het CTCPA?
- Welke invloeden hebben verschillende temperatuurinstellingen in de autoclaaf op het product?
- Hoe is de productkwaliteit van het in de proefautoclaaf gesteriliseerde product beoordeeld aan de hand van de organoleptische test?
- Komen de berekende F-waarden overeen met de F-waarden uit de praktijk voor het verkrijgen van stabiliteit?

1.4. Beschrijving onderzoeksopzet

Er is gebruik gemaakt van een exploratief onderzoek. Daarbij is er eerst een deskresearch gedaan (de literatuurstudie). De volgende bronnen zijn gebruikt: documenten van het CTCPA, Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles (een Frans onderzoeksinstituut voor voedingsmiddelen), wetenschappelijke artikelen en documentatie vanuit het bedrijf zelf. Informatie over processen, pathogenen en sporenvormers is gevonden op wetenschappelijk verantwoorde sites als PubMed, Science direct, Google Scholar, Wageningen Library en documenten. Daarnaast is er gebruik gemaakt van verschillende boeken waaronder: Introduction to Food Engineering 4th edition van R. Paul Sing en Dennis R. Heldman en Food Microbiology 3th edition van Martin R Adams en Maurice V Mors. (Sing & Heldman), (Moss & Adams, 2008).

Met behulp van de gevonden informatie is er een testopzet gemaakt voor de experimenten. De experimenten bestonden uit berekeningen van F-waarden, autoclaaftesten, organoleptische testen en stabiliteitstesten.

Er zijn op basis van de gegevens over beginbesmetting, micro-organismen en de theorie behorend bij het sterilisatieproces voorspellingen gemaakt over benodigde F-waarden per product. Deze waarden zijn vergeleken met de praktijk door een sterilisatieprogramma uit te voeren in de proefautoclaaf en hiervan de behaalde F-waarde te berekenen. Hierbij zijn minimaal 10 potten per productie gebruikt. Wanneer er een product in dezelfde potten werd geproduceerd in de productiehal, zijn de potten met vacuüm gesloten. Er is altijd in minimaal één pot een logger aanwezig geweest om hiermee het druk- en temperatuursverloop in de pot te kunnen meten. Ook is de druk en temperatuur van de autoclaaf gemeten. Het geheel wordt in de proefautoclaaf geplaatst waarna het sterilisatieproces werd gestart. Na de sterilisatieprogramma's zijn de gegevens die de loggers verkregen hebben verwerkt in de processheet. Hierbij zijn de gevonden waarden vergeleken met de berekende F-waarden, temperaturen en drukverschillen. De geautoclaveerde producten hebben vervolgens stabiliteitstesten ondergaan. Een stabiliteitstest binnen Machandel wordt uitgevoerd volgens een werkinstructie (Bijlage II – Werkinstructie Stabiliteitstesten. Deze werkinstructie gaat uit van een batch, daarmee wordt één productie van één autoclaaf bedoeld. Er zijn binnen Machandel vijf autoclaven, de instructie zal dus al vijf keer moeten worden herhaald.

Tijdens dit project is er gewerkt met een proefautoclaaf en is voor de stabiliteitstesten gebruik gemaakt van de uitgebreide methode van het CTCPA volgens de voorschriften NF-V-08-401 en NF-V-08-408. Deze zijn vrijwel gelijk aan het incubatievoorschrift van Machandel alleen dan uitgebreider. Daarnaast is het niet geïncubeerde product organoleptisch beoordeeld (Figuur 2).

Organoleptisch: 1-5 (1slecht, 5 goed)		
kleur	5	5
geur	5	5
textuur	5	5

Figuur 2: Organoleptische beoordeling

De manier waarop gegevens zijn verwerkt is gebaseerd op de invulschema's waarmee binnen het bedrijf wordt gewerkt. Deze zijn weergegeven in Bijlage III – Registratieformulieren stabiliteitstesten en in Excelsheets die bij Machandel beschikbaar zijn. Aan het einde van het project is er een aanbevelingsrapport geschreven en aangeboden aan Machandel.

1.5. Opbouw van het verslag

Na de inleiding staan in hoofdstuk 2 de theoretische achtergronden die betrekking hebben op het project. In hoofdstuk 3 wordt de materiaal en methode met daarin de proefopzet en de variaties weergegeven. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten weergegeven van de testen die zijn uitgevoerd. In hoofdstuk 5 worden de resultaten en het project besproken in de discussie. En in hoofdstuk 6 staan de conclusie en aanbeveling. Aan het einde zijn de bronnen en bijlagen weergegeven.

2. Theorie

In het hoofdstuk theorie komt de theoretische achtergrond aan bod. Dit betreft de wetgeving van de landen waar de producten naar geëxporteerd zullen worden, het productieproces van de desbetreffende groenteconserven, productafwijkingen, de microbiologische achtergrond van de producten en de verpakking.

2.1. Wetgeving

Een belangrijk aspect bij het exporteren van voedingsmiddelen/conserven is de wetgeving over de voedingsmiddelen in het desbetreffende land. Het voedingsmiddel moet voldoen aan de eisen die zijn gesteld zodat een nieuwe afzetmarkt kan worden bediend. Hieronder wordt gekeken naar de Nederlandse én de buitenlandse wetgeving.

2.1.1. Wetgeving en regulering Nederland en Europa

De wetgeving en regulering voor conserven voor de Nederlandse markt zijn gelijk aan de wetgeving voor voedingsmiddelen binnen de EU. In Bijlage IV – Wetgeving en regulering NL toepassing op conserven is de regulering omtrent conservenproducten weergegeven (VERORDENING (EG) Nr. 2073/2005 VAN DE COMMISSIE, 2005). Deze gelden niet alleen voor Nederland, maar ook voor de rest van Europa. Naast deze reguleringen is (Bijlage V – Incubatiecriteria weergegeven welke extra reglementen en incubatietesten er in bepaalde landen binnen Europa naast de Europese wet gehanteerd worden en de reglementen voor conserven voor enkele landen buiten Europa (CTCPA, 2006). Tevens staat vermeld welk reglement uit de Codex Alimentarius voor conserven geldt.

2.1.2. Wetgeving en regulering Israël - export

Omdat er plannen zijn om te exporteren naar Israël is er uitgezocht wat de wetgeving en regulering in Israël is. Uit het document 'Food and Agricultural Import Regulations and Standards – Narrative', (Verdonk, 2013) met daarin de wetgeving over de handel van voedingsmiddelen met Israël, is onder andere informatie weergegeven met betrekking tot het invoeren van conserven naar Israël (Bijlage VI – wetgeving Israël). Hierin wordt vermeldt aan welke voorwaarde de producten moeten voldoen, welke organisaties hierbij betrokken zijn, hoe de registratie verloopt en welke documenten er voor nodig zijn.

Er is niet expliciet weergegeven hoe en welke testen er worden uitgevoerd door de laboratoria in Israël bij binnenkomst van het product. Aangenomen wordt dat om groenteconserven te exporteren naar Israël, het aan dezelfde stabiliteitseisen moet voldoen als de extra reglementen voor warme landen in Europa.

2.2. Invloed productieproces

Tijdens dit project is er gericht getest met de volgende producten: champignons, spinazie en doperwten met wortelen. Van deze producten staan de recepturen vermeld in bijlage VII. De specificaties van de grondstoffen zijn weergegeven in bijlage X. Hierin staan onder andere de microbiologische, chemische en fysische gegevens over de grondstof. De hoogte van de beginbesmetting van de grondstof bepaalt onder andere de benodigde F-waarde. De manier van het verwerken van de grondstoffen heeft daarnaast ook invloed op de hoogte van de beginbesmetting in de pot. Het productieproces heeft dus invloed op de F-waarde die tijdens het steriliseren behaald moet worden.

2.2.1. Champignons

Champignons worden in meerdere maten potten geconserveerd en er zijn de variaties natrium-arm en met natrium. Er zal enkel het proces van champignons worden beschreven die wordt afgevuld in een 314 ml pot. De champignons die worden gebruikt voor productie komen vers binnen. Tijdens het project is er eerst gewerkt met ingevroren gesneden champignons, toen het proces na een aantal testen stabiel bleek is er overgegaan op het testen met verse champignons. Er is gekozen om eerst met bevroren champignons te werken omdat verse champignons verwerken bewerkelijk is en ze tijdens het proces door de lange verwerkingstijd snel afkoelen.

2.2.2. Spinazie

Bij de productie van spinazie wordt er gebruik gemaakt van vooraf geblancheerde en ingevroren grove spinazie. Net als champignons wordt spinazie in verschillende formaten potten verwerkt. Tijdens dit project is gewerkt met grove spinazie in een 720 ml pot, dit is het formaat dat wordt gebruikt voor de export.

2.2.3. Doperwten en Wortelen

Bij doperwten en wortelen is er evenals bij champignons onderscheid te maken in natrium-arm en niet natrium-arm. Daarnaast zijn er ook verschillende formaten potten waarin wordt afgevuld. Tijdens de proeven wordt de 720 ml pot gebruikt, dezelfde als bij de spinazie. De doperwten en wortels worden geblancheerd en bevroren geleverd.

2.2.4. Productafwijkingen

Af en toe kan het gebeuren dat er productafwijkingen voorkomen. Hieronder worden de afwijkingen weergegeven die voorkomen bij champignons, spinazie en doperwten met wortelen. Het is voor alle potten eventueel mogelijk dat er tijdens het proces water uit de autoclaaf in de pot terecht komt door drukverschillen tijdens het proces. Hierin zitten chemicaliën met corrosie-inhiberende, hardheid stabiliserende, dispergerende en desinfecterende eigenschappen.

Champignons

Bij champignons zijn er meerdere soorten productafwijkingen waar te nemen, dit zijn: kleurverschil, geurafwijking, textuurafwijking, smaakafwijking, pH afwijking en drukafwijking. Bij kleurverschil is er sprake van een donkere en een lichte kleur. De lichte kleur is mogelijk te verklaren door een zuur milieu in de pot. Mogelijke oorzaken hiervan zijn dat er te veel citroenzuur toegevoegd is aan de opgieter of doordat er door de aanwezigheid van micro-organismen verzuring (vorm van bederf) is ontstaan. De donkere kleur is mogelijk te verklaren doordat er een te lange tijd of op een te hoge temperatuur is geblancheerd/gesteriliseerd of doordat er te weinig citroenzuur is toegevoegd aan de opgieter (Figuur 3). Ook is er kleurverschil te zien tussen champignons die boven de opgieter uitkomen en champignons in de opgieter door oxidatie.



Figuur 3: Kleurverschil bij champignons

Er wordt over drukafwijking gesproken als het vacuüm in een geïncubeerde pot te veel afwijkt van het vacuüm in de referentiepot. Dit verschil in vacuüm mag maximaal 100 mbar zijn. Is het verschil groter dan kan er sprake zijn van gasvorming door microbiologisch bederf.

Ook kan het voorkomen dat er een geurafwijking is waar te nemen. Het kan zuur of aangebrand ruiken, maar ook naar sulfide. In het eerste en laatste geval is er sprake van bederf. Bij afwijking van textuur is er sprake van taai/papperige champignons, door een combinatie van een te hoge temperatuur en te lange tijd van het blancheren/steriliseren.

Bij smaakafwijking kan het zijn dat er te veel of te weinig zout en/of citroenzuur is toegevoegd. De meest voorkomende pH afwijking is een lage pH, de mogelijke oorzaak daarvan is een micro-organisme dat voor verzuring zorgt. Ook is het mogelijk dat er te veel citroenzuur is gebruikt in de opgieter.

Spinazie

Bij spinazie zijn er minder productafwijkingen dan bij champignons. Bij spinazie kan er een smaakafwijking voorkomen, er is dan een karamel-achtige smaak waar te nemen. Dat is te verklaren door verbranding van suikers (karamelisatie).

Er kan ook een pH afwijking en drukafwijking plaatsvinden. De oorzaak is hetzelfde als bij de champignons.

Doperwtten met wortelen

Bij doperwtten met wortelen zijn dezelfde productafwijkingen waar te nemen als bij champignons. Echter is er niet altijd sprake van dezelfde oorzaak. Bij een kleurverschil is dat te zien bij de wortels, het kan zijn dat er wortels boven de opgieter uit steken in de pot waardoor er oxidatie plaatsvindt. Een kleurverschil is te voorkomen door een antioxidant toe te voegen. Alle wortels in de opgieter hebben wel dezelfde kleur.

De geur-, textuur- pH- en textuurafwijking hebben dezelfde oorzaak als beschreven onder de champignons. Alleen de smaakafwijking kan karamelisatie als oorzaak hebben, door verbranding van de suikers in de doperwtten en wortelen.

2.3. Microbiologische achtergrond

2.3.1. Bederf

Geconserveerde groentes die een hittebehandeling hebben gehad, kunnen nog sporen bevatten die niet kunnen groeien onder normale opslag condities. Deze thermofielen kunnen uit het water dat gebruikt wordt in een flume (waterwasbaan) komen, uit andere machines die in het productieproces worden gebruikt of uit ingrediënten die worden gebruikt in de opgieter of van de rauwe groentes zelf komen.

Bederf in groenteconserven wordt vaak veroorzaakt door een onvoldoende hittebehandeling, lekkage van de potten of een hoge opslagtemperatuur. Bij lekkage van potten kunnen micro-organismen uit de omgeving in de pot gezogen worden en bederf veroorzaken. Om besmetting vanuit de omgeving te reduceren wordt het koelwater gechloreerd, worden de potten na het steriliseren drooggeblazen en zo min mogelijk aan besmetting met handen of een vuile omgeving blootgesteld.

Bij een hoge opslagtemperatuur zijn er drie typen van microbieel groente bederf:

1. Verzuring, veroorzaakt door facultatief anaerobe micro-organismen die zuur produceren maar geen gas. Het bekendste micro-organisme wat dit veroorzaakt is *Geobacillus stearothermophilus*. De kans op bederf is bij milde sterilisatieprocessen groot als er na het sterilisatieproces niet gelijk wordt gekoeld tot 35°C.
2. Thermofiel anaeroob bederf, veroorzaakt door obligaat anaerobe thermofiele sporenvormers. Een voorbeeld hiervan is *C. thermosaccharolyticum*, dit micro-organisme produceert grote hoeveelheden waterstof en koolstofdioxide.
3. Waterstofsulfide bederf, veroorzaakt door de obligaat anaerobe thermofiele sporenvormer *D. nigrificans*.

Onder anaerobe omstandigheden kan het organische verbindingen oxideren wat energie oplevert voor de bacterie en waterstofsulfide als bijproduct. Het vacuüm blijft dan bestaan, maar de geur van waterstofsulfide is waarneembaar. Wanneer er ijzer aanwezig is in het product wordt daarbij ook de groente zwart.

Onvoldoende hittebehandeling kan tot gevolg hebben dat mesofiele sporen overleven, deze veroorzaken in de vegetatieve toestand een aparte geur. Voor conserveringsprocessen is deze het belangrijkste omdat het kan voorkomen dat *Clostridium botulinum* overleeft, zich vermeerderd en dodelijke toxines produceert in het product (ICMSF, 2000).

2.3.2. Sporenvormers

Sporenvormers zijn bacteriën die een overlevingstactiek hebben als hun bestaan bedreigd wordt. Ze vormen dan een endospore. In die spore wordt er erfelijk materiaal opgeslagen en er komt een omhulsel omheen, daarna sterft de oude cel af. De spore die dan is ontstaan is in een rusttoestand en kan daar heel lang in blijven. In deze toestand vindt er geen celdeling en normale stofwisseling plaats. Kenmerkend van sporen is dat ze overleven onder extreme omstandigheden als hoge en lage pH-waarden, hoge temperaturen, droogte, straling en chemicaliën. Het is daarom moeilijk om sporen te vernietigen tijdens een conserveringsproces. Wanneer de omgeving gunstig genoeg is ontkiemen de sporen en gaan ze over in de vegetatieve toestand (Wiersema).

De meest voorkomende sporenvormers zijn bacteriën uit de *Bacillus* of *Clostridium* familie. Bij een omgevingstemperatuur van <38 °C zullen alleen mesofiele soorten groeien. Typische voorbeelden hiervan zijn *C. botulinum*, *C. sporogenes* en *B. subtilis* in zure producten en *C. butyricum* en *C. pasteurianum* in producten met een pH-waarde boven de 4,5 (ICMSF, 2000). *Clostridium botulinum* is de meest hitteresistente pathogeen en dus de langst overlevende pathogene bacterie tijdens een sterilisatieproces. *C. botulinum* moet daarom in producten voor zowel landen met koude en warme temperaturen worden afgedood. *C. botulinum* kan dodelijke toxines vormen. Deze bacterie heeft een relatief korte decimale reductietijd (D) en wordt tijdens sterilisatieprocessen snel afgedood. In de industrie geldt het 12D concept, dit betekent dat een product commercieel steriel is als *C. botulinum* 12 keer een decimale reductie ondergaat. Mocht er 1 spore per container aanwezig zijn, betekent een 12D reductie dat er in 1 op de 10¹² containers nog een spore aanwezig is na behandeling (Adams & Moss, 2008).

Na het conserveringsproces moeten de conserven snel worden gekoeld om bederf te voorkomen door thermofiele sporenvormers. Het is mogelijk dat thermofiele sporenvormers het verhittingsproces overleven, maar dat geeft voor milde klimaten normaal gesproken geen problemen. Wanneer de conserven worden opgeslagen onder subtropische omgevingstemperaturen van >40 °C zal er een strenger proces moeten worden aangehouden om het thermofiele bederf te voorkomen/verminderen (ICMSF, 2000).

De thermofiele organismen die vooral worden geassocieerd met conserven die niet een lage pH-waarde hebben zijn de saccharolytische organismen *T. thermosaccharolyticum*, *G. stearothermophilus*, *Desulfotomaculum nigrificans* en *Moorella thermoacetica* (Moss & Adams, 2008), (André, Zuber, & Remize, 2013).

Naast deze micro-organismen wordt tijdens het onderzoek ook gekeken naar *Clostridium botulinum*, omdat dit de meest hitteresistente pathogene sporenvormer is en daarom belangrijk is om voldoende te reduceren.

Er wordt in dit onderzoek gekeken naar de volgende micro-organismen:

- *T. thermosaccharolyticum*
- *G. stearothermophilus*
- *D. nigrificans*
- *M. thermoacetica/thermoautotrophica*
- *C. botulinum*

Dit omdat deze de hardnekkigste zijn die worden gevonden in conserven, gebleken uit een langdurige studie weergegeven in het artikel: 'Thermophilic spore-forming bacteria isolated from spoiled canned food and their heat resistance. Results of a French ten-year survey' (André, Zuber, & Remize, 2013).

Tijdens dit tienjarige onderzoek zijn bedorven conserven onderzocht door het CTCPA. Aan de hand van hun richtlijnen zijn de conserven getest en via microsequencing of via PCR detectie zijn de bacteriën geïdentificeerd. 122 bedrijven hebben 455 monsters (55% groente conserven) van verschillende conservenproducten ingestuurd, deze waren allemaal bedorven. Hierbij waren er twee genera verantwoordelijk voor meer dan 70% van de instabiele producten, dit waren *Moorella* en *Geobacillus*.

In dit onderzoek is er gewerkt met categorieën: 'groenten, kant-en-klaar maaltijden met vlees, kant-en-klaar maaltijden met vis of anders, producten met vette eend en overig. Wat betreft de categorie groenten waren er 26 verschillende soorten. Hierbij zijn er bij doperwten-wortelen, champignons en spinazie, vele voorkomende bacteriën aangetoond.

Dit betrof in 69% van de gevallen *M. thermoacetica/thermoautotrophica* en *G.*

stearothermophilus. Bij de bedorven doperwten-wortelen was *M.*

thermoacetica/thermoautotrophica in 66% van de gevallen verantwoordelijk voor het bederf (André, Zuber, & Remize, 2013).

2.3.3. Micro-organismen

De micro-organismen die hierboven genoemd zijn hebben overeenkomstig dat ze allemaal onder de thermofiele sporenvormende bacteriën worden gecategoriseerd. Dit betekent dat ze in landen met een tropenklimaat voor bederf kunnen zorgen. In Nederland heeft men van thermofiele sporenvormers nauwelijks last, de temperaturen komen hier bijna nooit boven de minimumtemperatuur die nodig is voor groei. Mesofiele bedervers kunnen in Nederland wel voor moeilijkheden zorgen, maar de mesofiele bedervers hebben over het algemeen een lagere decimale reductietijd en worden veel sneller afgedood tijdens het steriliseren (Sperber, William, Doyle, & P., 2009). Een overzicht gegeven van het minimum, optimum en maximum groeitemperatuur van de 2 groepen micro-organismen (Figuur 4).

Group	Temperature (°C)		
	Minimum	Optimum	Maximum
Thermophiles	40–45	55–75	60–90
Mesophiles	5–15	30–40	40–47

Figuur 4: Groeitemperaturen groepen (Adams & Moss, 2008)

Om er voor te zorgen dat de producten de stabiliteitstest doorstaan en dus voor de tropen stabiel blijven, wordt er berekend hoe lang en op welke temperatuur de producten gesteriliseerd moeten worden om voldoende reductie van thermofiele sporenvormers te bewerkstelligen. De F-waarde is de hittedosis die nodig is om een gepland aantal reducties uit te voeren. Dit hangt af van de hoeveelheid decimale reducties en de tijd die 1 decimale reductie kost. Dit is het aantal keren dat er telkens 90% van de populatie afgedood wordt vermenigvuldigd met de tijd die voor 1 decimale reductie staat. Hier zal in hoofdstuk 3.3 verder op in worden gegaan. Om de F-waarde te berekenen heeft men de toegestane bederfkans (1/r), de beginbesmetting N_0 en de D-waarde van het doelorganisme nodig.

De formule die hiervoor gebruikt wordt is: $\frac{1}{r} = \frac{N_0}{10^{\frac{F}{D}}}$

N_0 is de beginbesmetting in de pot. Deze wordt vastgesteld aan de hand van de specificaties van de leverancier. Het blijft een natuurproduct, dus het kan elke keer weer verschillen hoe hoog de werkelijke besmetting is.

De hoogte van de D-waarde is specifiek voor een bepaalde temperatuur en kan berekend worden als er een D-waarde bekend is bij een bepaalde temperatuur (T) en er een z-waarde bekend is. De formule voor deze berekening is: $D_{nieuw} = D * 10^{\frac{T - T_{nieuw}}{z}}$

De z- waarde van een micro-organisme is de mate van temperatuursverandering die er voor zorgt dat de decimale reductietijd met een factor 10 toeneemt of afneemt. Een D-waarde van 50 minuten bij 121,1 °C, zal dus bij een z-waarde van 10, bij 131,1 °C nog 5,0 minuten zijn en bij 111,1 °C 500 minuten. De D- en z-waarden hangen naast de hiervoor genoemde factoren ook nog af van het medium waarin het micro-organisme zich bevindt.

Het berekenen van de F-waarde hangt af van de D-waarde, z-waarde en het aantal reducties. Het aantal reducties is het verschil tussen de log beginbesmetting $N(0)$ en de log besmetting na het proces $N(t)$. De formule die hiervoor wordt gebruikt is:

$$F = D * (\log(N_0) - \log(N(t))).$$

Men kan de bederfkans bepalen aan de hand van de berekende F-waarde. Dit is weergegeven in hoofdstuk 3.3 berekeningen.

Een sterilisatieproces met $T=121,1^{\circ}\text{C}$ en $z=10$ wordt in de industrie aangeduid als F0. Als er een andere temperatuur of z-waarde gebruikt wordt, wordt dit in het vervolg weergegeven als $F \frac{z}{T}$.

2.3.3.1. Specifieke micro-organismen

De conserven die naar landen met een tropisch klimaat gaan dienen naast de reductie van *C. botulinum* ook een bepaalde reductie van thermofiele sporenvormers te hebben gehad, aangezien deze sporen zich op hun gemak voelen bij temperaturen boven de 37°C en hierdoor kunnen groeien en het product kunnen bederven.

Van de in hoofdstuk 2.3 besproken sporenvormers zijn de D-waarden, z-waarden, groeirange van de pH en de groeirange en optimum groeiwaarden voor de temperatuur onderzocht. De gevonden waarden zijn beknopt weergegeven (tabel 1) en uitgebreid weergegeven in Bijlage IX – Gegevens micro-organismen.

De waarden voor *G. stearothermophilus* die gebruikt zijn voor de afstemming van het proces zijn hieronder weergegeven. Ook de waarden voor *Moorella*, *T. thermosaccharolyticum*, *D. nigrificans* en *C. botulinum* zijn weergegeven.

Tabel 1: Groeiwaarden *G. stearothermophilus*

Organisme	D _{laagst} - D _{hoogst} (min.) Bij 121,1°C	Z laagst -Z hoogst (°C)	Groeirange pH	T _{optimum} (°C)	Groeirang e T (°C)
<i>G. stearothermophilus</i>	0,93 ⁵ - 372 ¹⁴	7 ¹⁰ -12,3 ¹	4,5 ¹³ -8,5 ¹⁰ opt 6,2-7,5 ¹⁰	55-65 ¹⁰	37-75 ¹⁰
<i>M. thermoacetica</i> / <i>M. thermoautotrophica</i>	3 ⁹ -69 ²	6,1-8,2 ²	4,7 ⁹ -7,6 ³	55 ³ -62 ⁹	42-66 ³
<i>T. thermosaccharolyticum</i>	0,83 ¹ -195 ⁸	6-7 ⁶	>4,1 Opt 6,2-7,2 ⁶	55-68 ⁶	30 ³ -75 ⁷
<i>D. nigrificans</i>	3 ¹⁵ - 55 ¹⁶	9,5	>5,6 ¹⁵	55 ³	30-70 ³
<i>C. botulinum</i>	0,018-2,66 ¹	7,4 ¹ -11,1 ¹	>4,5	32,5 ⁸	6-41 ⁸

¹ (Lewis & Heppel, 2000) ² (André, Zuber, & Remize, 2013) ³ (Baumgart, Becker, & Stephan, 2016) ⁵ (Rodrigo, Rodrigo, Fernández, Rodrigo, & Martínez, 1999) ⁶ (Brown, 2000) ⁷ (Pei, Pang, Zhao, Fan, & Shi, 2012) ⁸ (Grecz & Arvay, 1982) ⁹ (CTCPA, 2009) ¹⁰ (Nazina, et al., 2001) ¹³ (ICMSF, 2000) ¹⁴ (Brennan & Grandison, 2012) ¹⁵ (Speck, 1981) ¹⁶ (Busta & Donelly, L.S., 1980)

Er valt te zien dat er erg uiteenlopende waarden zijn gevonden binnen de soorten. De oorzaak hiervan is dat de hitteresistentie van micro-organismen veranderd als omgevingscondities zoals pH, water activiteit of chemische samenstelling veranderen (Brennan & Grandison, 2012). Ze kunnen evolueren om bij bepaalde omstandigheden te overleven. Bij *G. stearothermophilus* verschillen de gevonden waarden voor de decimale reductietijd van 0,93 tot 372 minuten. De waarden die het meest gevonden zijn in de literatuur zijn D waarden van 4 minuten.

Geobacillus stearothermophilus

Voor de reductie van thermofiele sporenvormers wordt als maatstaaf *Geobacillus stearothermophilus* genomen. Dit is een veel voorkomende hitteresistente bederver met een D-waarde van rond de 4 minuten bij 121,1 °C (Brennan & Grandison, 2012). *G. stearothermophilus* is een Grampositieve facultatief anaerobe bacterie en veroorzaakt, wanneer in vegetatieve toestand, verzuring in producten. *G. stearothermophilus* kan lage water activiteit, hoge temperatuur en lange termijnopslag overleven. Het produceert hittestabiele proteïnasen en lipasen die de hittebehandeling kunnen doorstaan en is verantwoordelijk voor het 'flat sour' bederf van mild en laag zure conserven. Dit zijn conserven met een pH van boven de 4,5. Het fermenteert koolhydraten bij de productie van korte keten vetzuren, die de verzuring van het product voor hun rekening nemen. De conserven die bedorven raken moeten boven de 43 graden zijn geweest (Batt & Tortorello, 2014). Als minimumtemperatuur wordt zelfs 37°C genoemd (Nazina, et al., 2001). Boven de 40°C ontkiemen de sporen (ICMSF, 2000).

Het toevoegen van zuur, zoals azijn, verkort de decimale reductietijd. In verschillende substraten met pH 5,28 (zonder toevoegingen) is de D121,1 1,41 minuut. Het toevoegen van soja en azijn tot pH 4,81 reduceerde de hitteresistentie van de sporen tot een D121,1 van 1,28 minuten. Wanneer er alleen azijn werd toegevoegd en de pH 4,81 werd behaald, werd de D121,1 bepaald op 0,93 minuut (Rodrigo, Rodrigo, Fernández, Rodrigo, & Martínez, 1999).

Het toevoegen van zuur, zoals azijn, verkort de decimale reductietijd. In verschillende substraten met pH 5,28 (zonder toevoegingen) is de D121,1 1,41 minuut. Het toevoegen van soja en azijn tot pH 4,81 reduceerde de hitteresistentie van de sporen tot een D121,1 van 1,28 minuten. Wanneer er alleen azijn werd toegevoegd en de pH 4,81 werd behaald, werd de D121,1 bepaald op 0,93 minuut (Rodrigo, Rodrigo, Fernández, Rodrigo, & Martínez, 1999).

Moorella thermoacetica/thermoautotrophica

Moorella thermoacetica en *Moorella thermoautotrophica* zijn van de 6 bekende *Moorella* soorten van toepassing op levensmiddelen (Baumgart, Becker, & Stephan, 2016).

M. thermoacetica en *M. thermoautotrophica* zijn obligaat anaeroob, thermofiel en produceren acetaat en CO₂ uit glucose. *M. thermoacetica* en *M. thermoautotrophica* zorgen voor sterke verzuring van het product en het opzwellen van de verpakking (André, Zuber, & Remize, 2013).

Moorella thermoacetica/thermoautotrophica hebben D-waarden van 3-10 min bij 125 °C. De pH van het medium heeft invloed op de hitteresistentie van *Moorella*. De D-waarde bij 130 °C bij pH 7 = 1,8 min, bij pH 5 is de D-waarde 1,3 min en de z-waarde= 6,7. De waarde van de pH =3,7 tot 5 (CTCPA, 2009).

Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum

T. Thermosaccharolyticum is een thermofiele Grampositieve sporenvormer die voorkomt in aarde. *T. thermosaccharolyticum* is obligaat anaeroob en produceert grote hoeveelheden gassen, vooral CO₂ en waterstofgas. *T. thermosaccharolyticum* is in staat om zure producten te bederven (Ashton, 1981). De groeitemperatuur van *T. thermosaccharolyticum* is 37-75°C. De optimale groeitemperatuur is 55-68°C. (Brown, 2000) (Pei, Pang, Zhao, Fan, & Shi, 2012) De laagste pH waarbij *T. thermosaccharolyticum* groeit is 4,1. Optimumgroei pH-waarde is 6,2-7,2 (Brown, 2000). De D121,1 is 3 tot 4 minuten of hoger. De Z-waarde is 6-7°C. De hoogst gerapporteerde D121,1 is 68 en 195 minuten. De D waarde van 68 minuten behoorde tot sporen gevonden in het gecomposteerde bosschors gebruikt in de voedingsbodem voor het groeien van champignons (Brown, 2000).

Desulfotomaculum nigrificans

Desulfotomaculum nigrificans is een thermofiele anaerobe bacterie die waterstofsulfide produceert en zwarte productverkleuring veroorzaakt wanneer het met ijzer in contact komt door oxidatie. De bacterie is kenmerkend vanwege het produceren van rotte eierlucht. Deze Gram-negatieve bacterie is obligaat anaeroob en reduceert sulfiet naar waterstofsulfide. De optimale groeitemperatuur is 55 °C, de maximale groeitemperatuur 65-70 °C en de minimumgroeitemperatuur 30-37 °C. De pH groeirange: tot 5,6, maar 6,2 wordt over het algemeen genomen als laagste waarde in voeding (Speck, 1981). *D. nigrificans* is met D121,1 waarden van 3-4 minuten over het algemeen meer hitteresistent dan *T. thermosaccharolyticum* maar minder dan *G. stearothermophilus* (Speck, 1981) (Busta & Donnelly, L.S., 1980).

Clostridium botulinum

De meest hitte resistente pathogene sporenvormer, de mesofiel *Clostridium botulinum*, heeft een D-waarde van tussen de 2,66 en 0,018 (Lewis & Heppel, 2000) en een z- waarde van 7,8 tot 10,8.

2.3.4. Voorzorgsmaatregelen

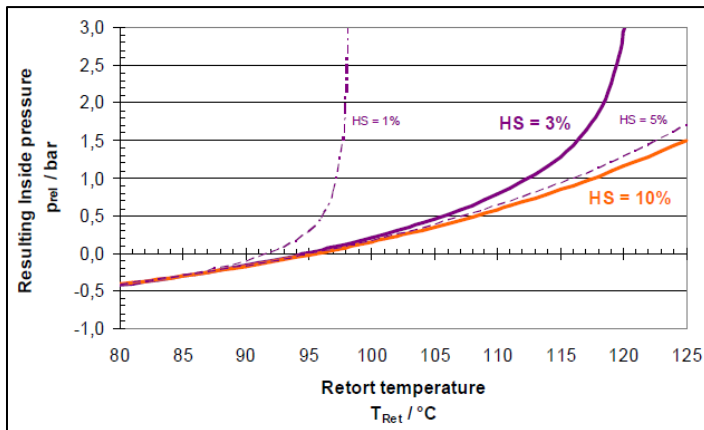
Het is van belang om voorzorgsmaatregelen te treffen bij het verwerken van groenten voor diverse doeleinden, onder andere voor groenteconserven en voor champignons. De hygiëne is vooral van belang, zowel bij de producent van de groenten en champignons als bij de verwerker ervan. Daarnaast speelt bij champignons ook de omgang ermee een rol, gezien het product snel beurs kan worden. Ook de procestijd speelt een rol, hoe sneller het product verwerkt wordt hoe kleiner de kans is op herbesmetting. En de opslagomstandigheden zijn ook van belang, dit zal op gematigde temperatuur zijn tenzij het product een hoge hittebehandeling heeft gehad (ICMSF, 2000).

2.4. Verpakking

Het deksel is het zwakste punt van de verpakking tijdens de sterilisatie. De deksels zijn zo gemaakt, dat de deksels eerder kapot gaan dan de glazen. De maximale proceswaarden die de verpakking aankan zijn daarom hierop afgesteld. Voor de glazen potten geldt dat ze niet te snel verwarmd en afgekoeld mogen worden. Dit om te voorkomen dat ze breken door thermoshock (Brennan & Grandison, 2012).

De deksels die worden gebruikt zijn van de leverancier Silgan. Uit de handleiding voor proceswaarden blijkt dat er drie factoren zijn die er samen voor zorgen dat het deksel op de juiste manier werkt en niet gaat ventileren tijdens het proces.

De eerste factor is kopruimte. Wanneer men een grote kopruimte heeft, kan het product tijdens het verwarmen meer uitzetten zonder dat er een extreme druk opgebouwd wordt. Dit omdat er meer ruimte is voor het product doordat het gas gecompriemd kan worden. De verhouding van de kopruimte en de resulterende druk in de pot is weergegeven in onderstaande grafiek. De waarden zijn in Figuur 5 gegeven, met een vultemperatuur van 85°C en een beginvacuüm van 0,3 bar.

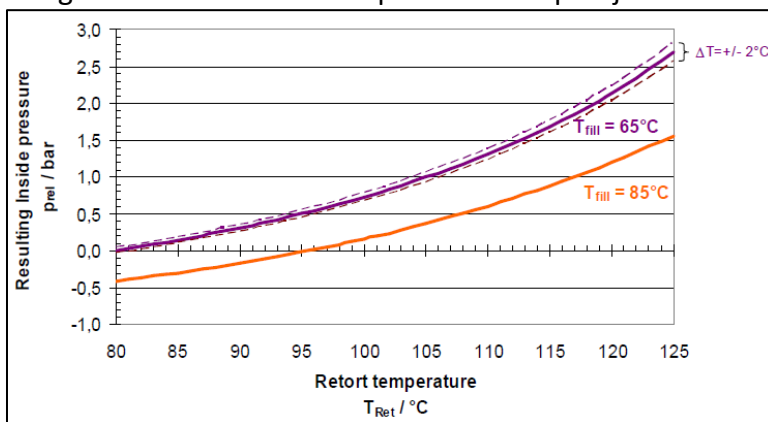


Figuur 5: Invloed kopruimte op drukopbouw in pot bij vultemperatuur van 85°C en een beginvacuüm van 0,3 bar (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

Vultemperatuur

Ook de hoogte van de vultemperatuur heeft veel invloed op de druk in de pot tijdens het opwarmen. Een hogere vultemperatuur resulteert tijdens het proces in een lagere druk in de pot dan wanneer er een lagere vultemperatuur zou worden gebruikt. Hoe lager de vultemperatuur, hoe hoger de druk zal oplopen tijdens het proces. Bij een vultemperatuur van 65 °C kunnen temperatuurfluctuaties van 2°C al verschillen van 0,2bar tijdens het verwarmen teweeg brengen. Ook is de vultemperatuur gelinkt aan het uiteindelijke vacuüm en de kracht die nodig is om het deksel open te maken.

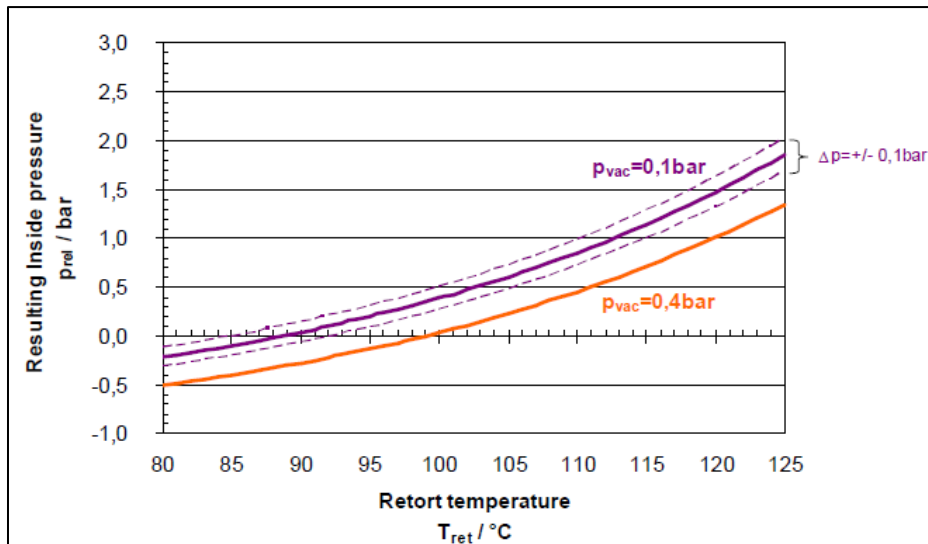
In Figuur 6 is te zien hoe het proces verloopt bij diverse vultemperaturen.



Figuur 6: Vultemperatuur- druk in de pot, kopruimte 7% beginvacuüm -0,3 bar (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

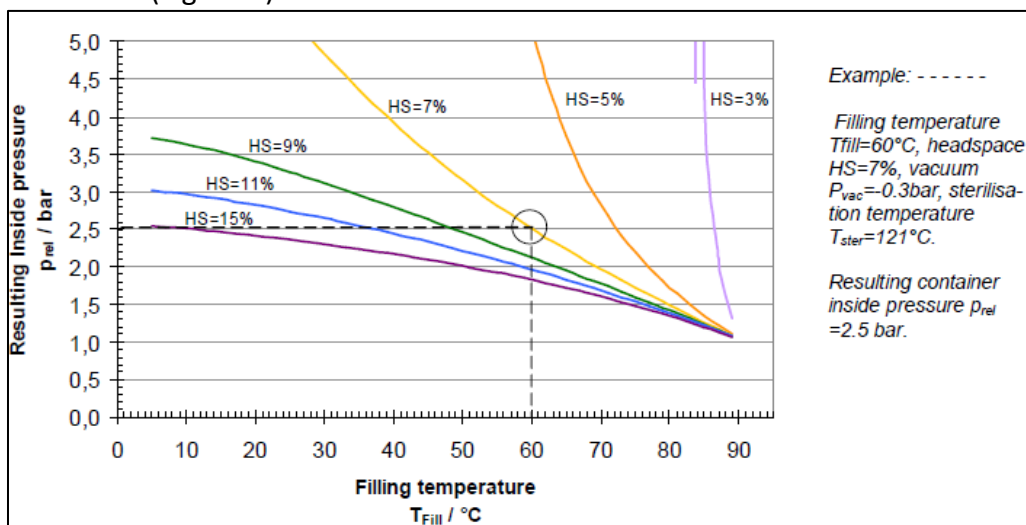
Beginvacuüm

Stoom verwijdert bij optimale omstandigheden ongeveer $\frac{3}{4}$ ^e van de lucht uit de kopruimte, het verdampt en vormt een beginvacuüm (Pvac /bar). Hoe sterker het vacuüm na het cappen, hoe lager de resulterende druk in de pot tijdens het verhitten (Figuur 7). Fluctuaties van +/-0.1 bar resulteren in een verandering van de druk in de pot tijdens sterilisatie van 0.4 bar. Ook zorgt de stoom voor verzachten van de seal die daardoor goed aansluit op de glazen pot.



Figuur 7: Beginvacuüm en de resulterende druk in de pot tijdens steriliseren, vultemperatuur 85°C, kopruimte 9% (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

Steriliseren op 121°C geeft voor elke kopruimte, vultemperatuur en initiële druk een andere resulterende druk. Hoe kleiner de kopruimte en lager de vultemperatuur, hoe hoger de resulterende druk. Afhankelijk van de parameters kan een variatie van 2°C in de begintemperatuur al resulteren in een verandering van resulterende druk onder het deksel van 0.5bar (Figuur 8).

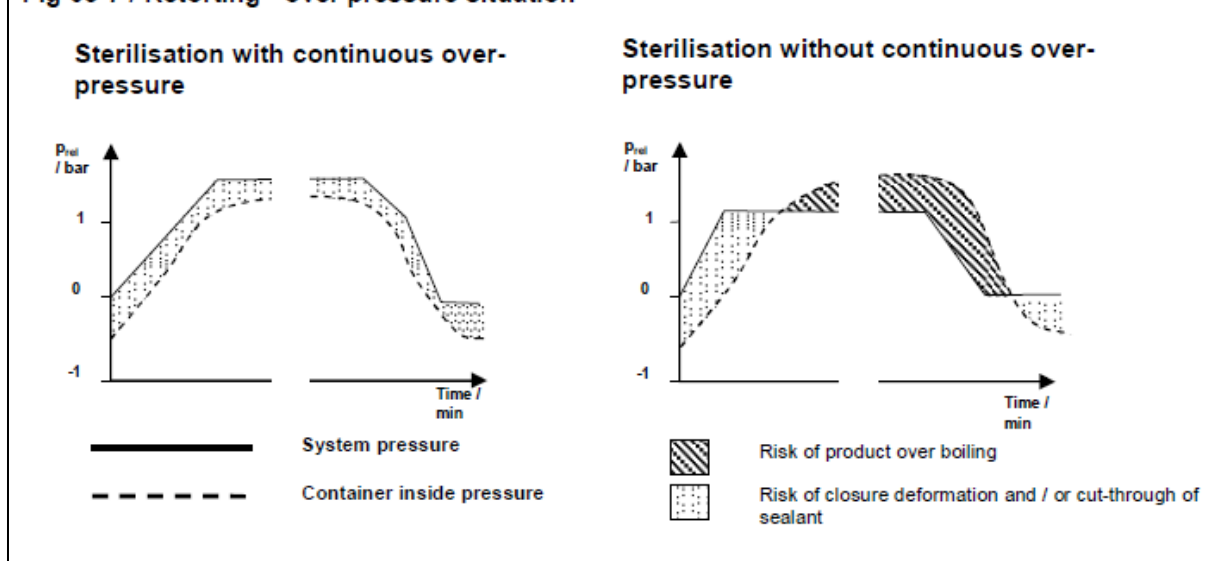


Figuur 8: Invloed begintemperatuur en kopruimte op ontwikkeling druk in container bij proces op 121 °C en een beginvacuüm van 0,3 bar (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

Er zijn enkele regels die gelden voor de systeemdruk (Pret) en de binnendruk (Prel), weergegeven in Figuur 9. Het volgende mag niet gebeuren:

- Overdruk. $P_{ret} \gg P_{rel}$. De seal kan kapot gaan tijdens het sterilisatieproces als de druk van de autoclaaf hoger dan 0.7 bar is dan de binnendruk.
- Excessieve binnendruk: $P_{rel} \gg P_{ret}$, als de binnendruk 0.3-0.5 bar hoger is dan die van de autoclaaf kan de seal verslechteren en de deksel gaan ventileren. Dit kan het product onsteriel maken door het opzuigen van water uit de autoclaaf.
- Overdruk wordt geadviseerd tijdens het proces

Fig 03-7 / Retorting - over pressure situation



Figuur 9: Situatie bij overdruk in de autoclaaf (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

Over het algemeen geldt dat de druk in de pot niet over 0.5 bar mag gaan in verhouding tot de toegepaste druk van de autoclaaf.

Er wordt vanuit gegaan dat er een initieel vacuüm van boven 0.3bar wordt bereikt na cappen.

In Figuur 10 is weergegeven wat de aanbevolen procescondities zijn bij diverse typen hittebehandelingen.

Table 03-2 / System boundaries - Treatment conditions					
Type of treatment	Recommended system pressure	Maximum treatment temperature	Holding time	Minimum filling temperature	Minimum headspace
Pasteurisation in open system	Not applicable	85°C	15min	50°C - 55°C	5% - 7%
Pasteurisation in open system	Not applicable	98°C	15min	70°C - 75°C	5% - 7%
Pasteurisation in closed system	1.0 ± 0.2bar	105°C	15min	55°C - 60°C	7% - 9%
Sterilisation in closed system Low temperature	1,6 ± 0.2bar	115°C	60 min.	65°C - 70°C	7% - 9%
Sterilisation in closed system High temperature	1.8 ± 0.2bar	121°C	60min	65°C - 70°C	7% - 9%

Figuur 10: Aanbevolen procescondities bij typen hittebehandeling (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010)

De deksels moeten droog geblazen worden nadat ze uit de autoclaaf komen, zodat er geen vocht onder de dekselrand blijft zitten. Het product moet afkoelen tot 35°C, waarna het door een droogtunnel gaat met warme lucht.

De opslagruimte moet droog en geventileerd zijn. Extreme fluctuaties in temperatuur moeten worden voorkomen en de luchtvochtigheid moet maximaal 70% zijn (Silgan White Cap Europe/Asia, 2010).

3. Materiaal en methode

In dit onderdeel wordt weergegeven welke materialen en welke methoden er worden gebruikt voor de testopzetten, daarnaast wordt ook uitgelegd welke en hoe de berekeningen worden gedaan.

3.1. Materiaal

- Autoclaaf
- Loggers en uitlezer
- Software op de pc
- Monsters (potten met product)
- pH-meter
- White cap vacuümmeter
- Zeef met een maaswijdte van 2,5 mm en een diameter van 20cm

3.2. Methode

Er is allereerst in de proefautoclaaf geautoclaveerd volgens de standaard procedure van Machandel. De gebruikte potten werden of van de productielijn gehaald voor ze werden geautoclaveerd of zelf klaargemaakt en afgevuld.

Indien het laatste van toepassing was, werd dit op een soortgelijke manier uitgevoerd als het proces tijdens de productie. Dit houdt in dat eerst de groente werd geblancheerd. Dit werd gedaan door de bevroren groentes in de pan te verwarmen tot 85-90°C. De blokken spinazie werden in een pan verwarmd tot de temperatuur bereikt werd. De bevroren champignons en doperwtten/wortelen werden 2 minuten in een pan kokend water gedaan om zo te ontdooien. Vervolgens werd het vocht afgegoten door de pan in een vergiet te legen. Daarna werden de groenten in een pan met kokend water geblancheerd. Voor champignons en dopertwen gold een blanchiertijd van 2 minuten en voor wortelen een tijd van 3 minuten. Daarna werden de geblancheerde groente weer afgegoten in een vergiet en vervolgens handmatig tot de juiste hoeveelheid afgevuld in potten. De vooraf bereide opgieter werd erbij gegoten tot er 4-7 mm kopruimte over blijft. Er werd afgewogen hoeveel opgieter er bij paste en deze hoeveelheid werd in elke pot toegevoegd.

Als in de productie potten met hetzelfde formaat deksel werden verwerkt, werden de potten met de capper in de productielijn gesloten. Dit om de processen zo goed mogelijk na te bootsen. Het is niet mogelijk om handmatig een vacuüm te creëren met behulp van stoominjectie onder de deksel. Daarna werden de potten in de mini-autoclaaf geautoclaveerd volgens een bepaalde instelling/programma. Hoe deze instelling werd bepaald is toegelicht in 3.3.

Tijdens elk proces gingen er in twee potten loggers mee om de temperatuur en druk in de pot te meten. Een logger in de kern en een aan de buitenkant of een in de kern in de onderkant en een in de kern aan de bovenkant van de autoclaaf.

Na het autoclaveren zijn de potten geïncubeerd in broedstoven. Dit hield in dat er minimaal 6 potten zijn uitgezet, twee bij 22°C (kamertemperatuur), twee bij 37°C en twee bij 55°C gedurende 7 dagen. Na 7 dagen zijn de potten beoordeeld volgens de stabiliteitstest van Machandel op druk, pH-waarde, kleur, geur en textuur (Figuur 11).

datum:				
ingezet				
getest				
	Referentie	22°C	37°C	55°C
Vacuüm (mbar)		0	0	0
pH-waarde		0	0	0
Organoleptisch: 1-5 (1slecht, 5 goed)				
kleur		5		5
geur		5		5
textuur		5		5
vacuüm verschil ref/37°C		0 max. 100		
vacuüm verschil ref/55°C		0 max. 100		
pH verschil ref/37°C		0 max. 0.500		
pH verschil ref/55°C		0 max. 0.500		

Figuur 11: Dataformulier stabiliteitstest

Als er na 7 dagen bleek dat er bederf was opgetreden, werd gekeken wat voor soort bederf dit was: microbiologisch/chemisch/fysisch. Wanneer bleek dat de monsters op 55°C instabiel waren na incubatie, of gelijk na het steriliseren bleek dat de F-waarde niet was behaald, werd het programma aangepast. Ook is de kwaliteit van het product beoordeeld.

Omdat spinazie als moeilijkheid een langzame warmteoverdracht met zich meebrengt, is er gekeken of het mogelijk was minder inhoud in de pot in te wegen en aan te vullen met opgieter. Dit had als voordeel dat de warmteoverdracht sneller verliep tijdens het proces. Om een nieuw inweeggewicht te bepalen, werd eerst het uitlekgewicht bepaald. Hiervoor is de methode uit het document van de OEITFL gebruikt (OEITFL, 2004).

Voor het uitlekken werd een zeef met een diameter van 20 cm en een maaswijdte van 2.5 mm gebruikt. Deze zeef werd in een hoek van 20° gezet en de spinazie uit de pot werd hierop gelegd, waarna het gedurende 5 minuten kon uitlekken. Daarna werd het uitlekgewicht berekend.

Het uitlekgewicht werd als volgt bepaald: $P = P_{e2} - P_{e1}$

Hierbij is P: het gewicht van het vocht wat is uitgelekt uit het product.

P_{e1} : Het gewicht van de lege zeef.

P_{e2} : Het gewicht van de zeef en het uitgelekte product.

Met deze gegevens is het inweeggewicht bepaald. Er is eerst een factor bepaald die daarna is vermenigvuldigd met het nominale uitlekgewicht (wettelijk bepaald).

Dit is als volgt bepaald: $f = E/A$ f is de factor, E is het inweeggewicht en A is het gemiddelde gewicht van het uitgelekte product.

Hiermee is het nieuwe inweeggewicht bepaald: $E_c = f_m \cdot A_n$. E_c is het inweeggewicht, f_m is de berekende factor en A_n is het nominale uitlekgewicht (420 gram voor een pot spinazie van 720 ml).

3.3. Berekeningen

3.3.1. Berekening F gewenst

De sterilisatietijd die nodig is voor stabiliteit van het product bij de stabiliteitstest, is berekend met behulp van de beginbesmetting in een container, de sterilisatietemperatuur, de hierbij behorende D-waarden van het micro-organisme en de bederfkans. De bederfkans is na overleg met Machandel gezet op 1 op 1.000.000. Dit betekent dat in principe één op de miljoen geproduceerde producten nog 1 bedervende spore van een micro-organisme bevat na sterilisatie. De bederfkans wordt weergegeven met $\frac{1}{r}$, waarin r het aantal geproduceerde containers is waarop 1 mag bederven.

De beginbesmetting $N(0)$ per container hangt af van het invulgewicht van de container, er is in het voorbeeld gerekend met de container van de champignons. Deze bevat 170 gram champignons. De beginbesmetting per gram voor anaerobe thermofiele sporen is gesteld op 200 kolonievormende eenheden (bijlage X). De decimale reductietijd die uit de gevonden gegevens voor *G. stearothermophilus* gekozen is, is 4 minuten bij 121,1 °C.

Eerst is de formule voor de berekening van de bederfkans omgeschreven zodat hij uitgedrukt wordt in F.

$$\frac{1}{r} = \frac{N_0}{10^{\frac{F}{D}}} \rightarrow 10^{\frac{F}{D}} = \frac{N_0}{r} \rightarrow \frac{F}{D} = \log\left(\frac{N_0}{r}\right) \rightarrow F = D * \log\left(\frac{N_0}{r}\right) \rightarrow F = D * \log(N_0) - \log(r)$$

Voor dit proces bij 121,1°C geldt: $F = 4,0 * (\log(34000) - \log(10^{-6})) = 42,13$ minuten

Er is gekozen om op 125°C te gaan steriliseren, omdat de benodigde reductie van de micro-organismen op 121,1°C dusdanig lang zou duren dat er van het product weinig meer over blijft. Tevens zijn de z-waarden van micro-organismen over het algemeen lager dan die van chemische en fysieke eigenschappen van de voedingsstoffen (Ortega-Rivas, 2010). Omdat er in het proces op 125 °C gesteriliseerd is, gaat de decimale reductietijd omlaag. De z-waarde van *G. stearothermophilus* waar in het begin mee gerekend is, is 7°C. De decimale reductietijd is daarom bij 125 °C:

$$D_{\text{nieuw}} = D_{121,1} * 10^{\frac{T - T_{\text{nieuw}}}{z}} \rightarrow D_{125} = 4 * 10^{\frac{121,1 - 125}{7}} = 1,11 \text{ min.}$$

Dat betekent dat $F_{125} = 1,11 * (\log(34000) - \log(10^{-6})) = 11,68$ minuten

Dit betekent dat er een F_{125}^7 opgebouwd is van 11,68 minuten om het aantal reducties van $\log(34000) - \log(10^{-6}) = 10,53$ te bewerkstelligen. Door dit aantal reducties uit te voeren zit men theoretisch op een bederfkans van 1 op 1 miljoen.

De voorspelling is gemaakt aan de hand van een opgestelde voorspellingsheet in Excel.

Invalblok:									
Hoeveelheid <u>groente</u> in pot		170	gram						
Nieuwe temperatuur		125	°C						
Tropenconserven:									
B. stearothermophilus		Z-waarde		10	Bederf		FTnieuw		125
		D-waarde		4	D				4
CFU per gram		200	Inweeg per po		170	FT		121,1	
Van (N0)		34000	naar (Nt)		0,000001	Z		10	
						10,53		reducties	
F 121,1		42,126		min		1Dnieuw		1,63 min	
						r=		bederfkans 1 op	
						1E-06		1000000	
F Tnieuw		125	17,161		min		10,66276*D		17,16126723 min
is benodigde tijd bij ingestelde temperatuur									

Figuur 12: Bepaling benodigde F-waarde

De z- en D-waarde zijn gegeven. De besmetting per gram is een aanname. De hoeveelheid inweeggewicht is een gegeven.

Men wil terug naar $1 \cdot 10^{-6}$ bacteriën, omdat dit zou betekenen dat er nog 0,000001 bacterie in de pot zou zitten. Dit geeft de bederfkans van 1 op 1 miljoen. Dit is weergegeven in het groene veld. Het aantal reducties is automatisch berekend, dit is in dit geval $\log(34000) - \log(1 \cdot 10^{-6}) = 10,53$ reducties.

De werkwijze die men gebruikt bij het invullen van de Excelsheet, waarvan in Figuur 12 een kopie is weergegeven is als volgt:

1. Men vult de hoeveelheid groente die ingewogen wordt in de pot in het lichtblauwe veld in.
2. De temperatuur waarop gesteriliseerd wordt, wordt ingevoerd in het roze veld.
3. Er wordt nu automatisch berekend welke F-waarde er behaald moet worden bij de ingevulde sterilisatietemperatuur om een reductie te krijgen naar 10^{-6} per pot. De tijd op de ingestelde temperatuur die nodig is, wordt weergegeven in het gele veld.

Hierboven is aangenomen dat de beginbesmetting 200 *G. stearothermophilus* bacteriën/sporen per gram is. Om dit te reduceren naar 10^{-6} is er 11,67 minuten F_{125}^7 nodig.

3.3.2. Berekening F van het proces

Tijdens het proces is de temperatuur in het koudste punt gemeten. Dit ligt 10-15% boven de bodem in het midden van de container (Bijlage XI- Bepaling koudste punt in autoclaaf). De behaalde F is berekend met de temperaturen die de logger heeft vastgelegd tijdens het proces. Het is handig om een pot met logger in de kern en buitenkant van de korf te plaatsen, omdat er aan de buitenkant van de korf in de autoclaaf meer stroming is dan tussen de potten die tegen elkaar aanstaan. Men moet altijd uitgaan van het koudste object, zodat men weet dat het proces voor alle potten in het proces veilig is.

De F wordt in stappen berekend (Figuur 13). Eerst is de lethal rate berekend. Dit wordt gedaan met behulp van de formule: $LR = 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}}$

Hierna is de gemiddelde letaliteit tussen twee na elkaar gemeten temperaturen bepaald (in de formule weergegeven met LR2 en LR1):

De gemiddelde letaliteit is dan vermenigvuldigd met het tijdsverschil in minuten tussen de tijdsintervallen van de meting. Dit geeft aan hoeveel letaliteit er over dit tijdsinterval wordt opgebouwd.

Door de letaliteit van de gemeten tijdsintervallen op te tellen krijgt men de totale letaliteit van het proces. Hiervoor geldt, hoe meer meetpunten er zijn, hoe preciezer de letaliteitsberekening. Wanneer alle punten bij elkaar opgeteld zijn en dit gedeeld is door de decimale reductietijd van een bepaald organisme, vindt men het aantal bewerkstelligde decimale reducties.

Figuur 13: Berekening van de letaliteit in de processheet

27

3.4. Variaties

De geplande testen zijn uitgevoerd op verschillende instellingen. De instellingen bevatten de factoren, druk/tijd/temperatuur. De instellingen van de programma's zijn afhankelijk van de resultaten van de voorgaande test. Met behulp van de gegevens van de voorgaande test is er gekeken en berekend in de processheet hoeveel tijd het product meer of minder zal moeten worden gesteriliseerd. Met die gegevens is een nieuwe test uitgevoerd.

Er is begonnen met de standaard instellingen die worden gebruikt bij Machandel BV. In de standaard instellingen wordt normaal gesproken gewerkt met een D-waarde van 1 en een z-waarde van 10, zodat het afgestemd is op *Clostridium botulinum*. Omdat het nieuwe proces voor tropenconserven afgestemd is op *G. stearothermophilus* is er gerekend met een D-waarde van 4 en een z-waarde van 7 voor bij een temperatuur van 121,1°C.

Aan de hand van de gegevens uit de logger in de processheet is een nieuwe voorspelling gemaakt in de voorspellingssheet bij een sterilisatietemperatuur van 125°C. Er is een z-waarde van 7 en een D-waarde van 1,07 gebruikt. Later in het project is er een z-waarde van 10 gebruikt, de D-waarde die hierbij hoort is 1,59.

De variaties zijn onderscheiden met kleuren (tabel 2,3 en 4) In het grijze gebied is uitgegaan van een z-waarde van 7 en in het groene gebied erna is uitgegaan van een z-10.

Tabel 2: Standaard proceswaarden groenteconserven Machandel BV.

Omschrijving:	Inhoud/ inweeg (ml)	Opgiet temperatuur (°C)	Opwarm temperatuur (°C)	Opwarmtijd (min)	Sterilisatie temperatuur (°C)	Sterilisatietijd (min)	Afkoel temperatuur (°C)	Afkoeltijd (min)	Druk (mbar)
Champignons – 0	314/170	15	116	15	116	25	35	15	3000
Doperwtten – worteltjes – 0	720/420	60	121	15	121	26	35	20	3000
Spinazie – 0	720/690	90	122	15	122	60	35	35	3000

Tabel 3: Nieuwe proceswaarden groenteconserven

Omschrijving:	Inhoud/ inweeg (ml)	Opgiet temperatuur (°C)	Opwarm temperatuur (°C)	Opwarmtijd (min)	Sterilisatie temperatuur (°C)	Sterilisatietijd (min)	Afkoel temperatuur (°C)	Afkoeltijd (min)	Druk (mbar)
Champignons – 1	314/170	15	125	15	125	11	35	15	3150
Champignons – 2	314/170	15	125	15	125	17	35	15	3150
Champignons – 3	314/170	90	125	15	125	25	35	20	3170
Champignons – 4	314/170	90	125	15	125	17	35	15	3170
Champignons – 5	314/170	90	125	15	125	21	35	15	3170
Champignons – 5	314/170	90	125	15	125	21	35	15	3150
Champignons – 6	314/185	90	125	15	125	20	35	15	3170
Champignons – 7	314/185	90	125	15	125	15	35	15	3170
Champignons – 8	314/170	15	125	15	125	22	35	15	3170
Champignons – 9	314/170	15	125	15	125	30	35	15	3170
Champignons – 9 2.0	314/170	15	125	15	125	30	35	15	3170

Tabel 4: Vervolg – Nieuw proceswaarden groenteconserven

Omschrijving:	Inhoud/ inweeg (ml)	Opgiet temperatuur (°C)	Opwarm temperatuur (°C)	Opwarmtijd (min)	Sterilisatie temperatuur (°C)	Sterilisatietijd (min)	Afkoel temperatuur (°C)	Afkoeltijd (min)	Druk (mbar)
Doperwten – worteltjes – 1	720/420	90	125	15	125	34	40	30	3170
Doperwten – worteltjes – 2	720/420	90	125	15	125	15	40	30	3170
Doperwten – worteltjes – 3	720/420	90	125	15	125	25	40	30	3170
Doperwten – worteltjes – 4	720/420	90	125	15	125	32	40	30	3170
Doperwten – worteltjes – 5	720/420	60	125	15	125	36	40	30	3170
Doperwten – worteltjes – 6	720/420	60	125	15	125	45	40	30	3170
Spinazie – 1	720/690	-	125	15	125	34	35	35	3320
Spinazie – 2	720/565	90	125	15	125	45	35	40	3170
Spinazie – 3	720/633	90	125	15	125	65	35	40	3170
Spinazie – 4	720/656	90	125	15	125	90	35	40	3170
Spinazie – 5	720/633	90	125	15	125	90	35	40	3170
Spinazie – 6	720/690	-	125	15	125	90	35	40	3170
Spinazie – 7	720/640	90	125	15	125	100	35	40	3170

4. Resultaten & Discussie

In het hoofdstuk resultaten en discussie worden de gevonden resultaten van de uitgevoerde proeven weergegeven in tabellen en grafieken en daarbij vermeld wat er is weergegeven en besproken. Eerst zullen de resultaten van de groenteconserven besproken worden, vervolgens de resultaten van het drukverschil tussen de autoclaaf en de pot en als laatste het contact met dekselleverancier Silgan.

4.1. Resultaten groenteconserven

Zoals al in het kopje variaties is verteld, is er gewerkt met verschillende z-waarden. Dit omdat dop-wortel -3 ondanks een behaalde F-waarde niet stabiel bleek. De z-waarde is toen bij alle producten verhoogd van 7 naar 10, zodat Doperwten/ worteltjes – 3 volgens de voorspellingsheet ook bederft en de voorspellingsheet weer klopt. Zo is de benodigde F-waarde bijgesteld en ligt de voorspelling dicht bij de werkelijkheid. Deze wijziging geldt vanaf de variaties: Champignons -5, Doperwten/ worteltjes – 3 en Spinazie-2.

In de laatste week van het project is er een fout ontdekt met betrekking tot het vergelijken van de F-waarden in de voorspellingsheet en de F-waarden in de processheet. Doordat in de processheet de F121,1 waarde gedeeld werd door de D-waarde van 4, werd het aantal reducties berekend. Deze waarde werd met de F-waarde in de voorspellingsheet voor 125°C vergeleken. Eigenlijk moest de referentietemperatuur in de processheet op 125°C worden gezet, waarna de F-waarde voor 125°C al juist zou zijn.

Door het onjuist vergelijken van de meetwaarden en voorspelde gegevens kan het voorkomen dat een F-waarde wel behaald is, maar de potten niet zijn uitgezet in een broedstoof. Voor de fout waren de behaalde F-waarden lager dan de gewenste F-waarden, daarom zou de variatie toen theoretisch onstabiel zijn. Ook heeft het invloed gehad op de nieuwe sterilisatietijden die zijn ingesteld. De reden dat de fout laat ontdekt is, is dat de waarden redelijk dicht bij elkaar lagen en er daarom niet opvallend waren.

Als de producten onstabiel blijken terwijl de berekende F-waarde tijdens het proces wel gehaald is, kan dit een aantal oorzaken hebben:

1. De beginbesmetting is in een aantal potten hoger, waardoor $N(t)$ na het proces minder laag is dan aangenomen.
2. Er is een *G. stearothermophilus* aanwezig met een hogere D en/of z-waarde.
3. Er is een andere bederver of combinatie van bedervers aanwezig.
4. Er heeft besmetting plaatsgevonden in de broedstoof of autoclaaf via op het oog onzichtbare beschadigingen aan de verpakking (micro-leaking).
5. De warmteverdeling in de autoclaaf is niet homogeen geweest, zodat sommige producten veel minder gesteriliseerd zijn dan andere.
6. Er heeft een stuk product tussen het deksel en het glas gezeten waardoor de sluiting niet volledig dicht zit en er bederf plaats kan vinden, het zogenaamde slow-leaken.

Als het product wel stabiel blijkt, dient die test nog een aantal keren uitgevoerd te worden om met zekerheid te kunnen zeggen dat het stabiel is. Dit zou statistisch onderbouwd moeten worden om stabiliteit te garanderen.

Een ander belangrijk aspect is de begintemperatuur van het product in de pot. Hoe hoger dit ligt, hoe sneller het product opwarmt en hoe eerder de gewenste F-waarde wordt behaald. Vooral bij spinazie is de snelheid van de warmteoverdracht belangrijk, omdat dit over het algemeen langzaam gaat.

Omdat bij het nabootsen van de productie de potten handmatig zijn gesloten is er m.u.v. de potten die uit een productierun zijn genomen voor elke pot een ander beginvacuüm. Hierdoor zegt de pH in deze processen meer over de stabiliteit dan het gemeten vacuüm.

Ook is er voorgekomen dat er geen warm vulwater beschikbaar was. Hierdoor duurde het enkele minuten langer voordat het water in de autoclaaf op temperatuur was. Normaliter gebruikt men in productie warm vulwater bij het steriliseren.

Tabel 5: Resultaten champignons

Omschrijving	F-gewenst	Sterilisatietijd (min)	F-behaald	Stabiliteit behaalt? ja/nee		
				22°C	37°C	55°C
Champignons – 0	11.345	25 (116°C)	8.103	Ja	Ja	Nee
Champignons – 1	11.345	11	1.167	Niet uitgezet		
Champignons – 2	11.345	17	2.316	Ja	Ja	Nee
Champignons – 3	11.345	25	23.313 kouder 32.578 warmer	Ja	Ja	Ja
Champignons – 4	11.345	17	5.004 onder 7.746 boven	Niet uitgezet		
Champignons – 5	11.345	21	35.483 boven 33.730 onder	Ja	Ja	Ja
Champignons – 5	16.670	21	28.508 boven 27.666 onder	Ja	Ja	Ja
Champignons – 6	16.731	20	25.669 buitenkant 27.028 kern	Ja	Ja	Ja
Champignons – 7	16,731	15	17.914 buitenkant 16.373 kern	Niet uitgezet		
Champignons – 8	16.670	22	13.228 kern 8.834 kern	Niet uitgezet		
Champignons – 9	16.670	30	17.648 kern 28.732 buitenkant	Nee	Nee	Nee
Champignons – 9 2.0	16.670	30	30,019 kern 32,430 buitenkant	Ja	Nee	Nee

In

Tabel 5 zijn de resultaten weergegeven van de metingen van champignons. Sterilisatietijd is de ingestelde tijd waarbij de autoclaaf 125°C is. Dit geldt overal behalve bij het 0 programma. Wanneer het niet expliciet vermeldt wordt is er gewerkt met diepvrieschampignons i.p.v. verse champignons, wat gebruikelijk is in productie. Er is met

diepvrieschampignons gewerkt tijdens de proeven omdat het snijden van verse champignons te veel tijd kost tijdens het bereiden. Hierdoor koelen de potten ten opzichte van elkaar te snel af.

Eerst zijn er potten champignons op de standaard procesinstellingen gesteriliseerd op 116°C. De potten gingen er met een temperatuur van rond de 21°C in en bereikten 118°C als hoogste temperatuur. De potten bleken allemaal onstabiel na incubatie op 55°C. Vervolgens zijn Champignons -1 en -2 op een nieuwe voorspelde instelling gesteriliseerd en is Champignons – 1 niet uitgezet vanwege de lage F0-waarde die behaald was. Champignons – 2 is wel uitgezet omdat deze wel een hogere F-waarde had, maar bleek dat deze variant ook onstabiel was op 55°C. Champignon – 2 ging met 26°C de autoclaaf in en bereikte na 33 minuten 122,75°C. Hierna begon het koelproces.

Omdat er steeds koude opgieter werd gebruikt, zoals gebruikelijk is in productie, is besloten om opgieter te gebruiken van 90°C om te kijken of dat verschil zou geven in de snelheid waarmee de inhoud van de pot op de ingestelde temperatuur komt. Daarnaast is ook de sterilisatietijd verhoogd. De potten gingen met temperaturen van 43°C en 53°C het proces in. Na 23 en 19 minuten zaten de potten op 125°C. Door het temperatuurverschil bij de start van het proces verschilden de uiteindelijke F-waarden van elkaar. Er werden maximumtemperaturen van 127°C in de pot gehaald (de hete eerder dan de koude). De variant Champignons – 3 bleek stabiel. Echter was er één pot op 22°C met een lager vacuüm ten opzichte van de overige potten op 22°C. Hierdoor leken de potten op 37°C en op 55°C onstabiel volgens de methode van de stabiliteitstest. Voor een pot die na incubatie op 55°C een hoger vacuüm heeft dan de pot op 22°C geldt dat dit niet als een argument voor instabiliteit genomen mag worden. Wanneer deze potten van 37°C en 55°C met een andere pot op 22°C werd vergeleken waren deze wel stabiel gevonden. De pot in kwestie op 22°C kan door een andere oorzaak onstabiel zijn, zoals eerder beschreven in de resultaten. Dit lager vacuüm kan komen doordat de potten handmatig zijn gesloten in plaats van machinaal.

Bij Champignons-4 is gekeken of de tijd verminderd kon worden vanwege de hoge behaalde F-waarde bij Champignons-3. Daarnaast is bij een deel van de productie de pH-waarde door toevoeging van citroenzuur van 6,23 naar 4,97 verlaagd, omdat lagere pH volgens de theorie tot lagere D-waarden voor *G. stearothermophilus* zou leiden.

De ene helft van de batch Champignons – 4 is met de standaard opgieter en de andere helft is met extra citroenzuur in de opgieter.

Hoewel er hete opgieter gebruikt is (starttemperaturen 44,43°C pot onderin en 46,13°C pot boven in korf) werd de 125°C bij de pot onderin net niet behaald en bij de pot bovenin de korf net wel, namelijk na 26 minuten.

De gewenste F-waarde werd bij beide potten niet gehaald. Tevens bleek dat de F-waarde van de logger onderin de korf 2,7 minuten lager was dan die in de bovenste laag. Er is daarom besloten om deze variant niet uit te zetten in de broedstoof.

De variant met extra citroenzuur werd als minder smaakvol beoordeeld.

Bij Champignons – 5 is de sterilisatietijd opnieuw verhoogd t.o.v. vorige batches. Ook is de standaardhoeveelheid citroenzuur verdubbeld en dit bracht de pH naar 5,34. De pot onderin de korf ging met 47,05°C de autoclaaf in en bereikte na 20 minuten de 125°C. Voor de pot boven was dit respectievelijk 45,57°C en 18 minuten. De bovenste pot werd dus sneller

warm, ondanks de lagere starttemperatuur. De potten bereikten beide temperaturen van 128°C. De F-waarde is dan ook gehaald en de potten bleken na incubatie stabiel.

Na het verhogen van de z-waarde is gekeken of de F-waarden ook voldoen bij een z-waarde van 10 in plaats van een z-waarde van 7 en dit bleek zo te zijn.

De z-waarde is verhoogd omdat doperwtten-wortels - 3 met een behaalde F-waarde niet stabiel bleek, dit betekent dat de gewenste F-waarde dus hoger moet zijn. Door de z-waarde te verhogen, loopt de F-waarde minder snel op en duurt het dus langer voordat de gewenste F-waarde behaald wordt. Met de z-waarde van 10 bleek champignons - 5 volgens de theorie nog steeds stabiel. De lagere pH had nog steeds een negatief effect op de smaak en er is daarom besloten om in het vervolg het standaardrecept te volgen.

Bij champignons-6 is er gekeken of er met verse champignons ook stabiliteit verkregen kan worden zoals bij Champignons – 5. Er is gewerkt met een standaard hoeveelheid citroenzuur. Echter is er een iets te hoog inweeggewicht (8,8% meer) gebruikt door een afleesfout, dit maakt niet uit omdat er dan ook een hogere F-waarde behaald moet worden en dat is ook gebeurd. Op de warmteoverdracht heeft het vanwege de opgieter weinig tot geen invloed. De pot met logger met starttemperatuur 48,17°C die in de buitenkant van de korf gepositioneerd was, haalde na 17 minuten de 125°C en bereikte als maximumtemperatuur 127,56°C. De pot in de kern met starttemperatuur 49,12°C haalde de 125°C ook na 17 minuten en bereikte als maximum 127,72°C.

Deze variant is stabiel gebleken. Er zijn 6 potten getest, dus er kan een grotere batch worden gemaakt vanuit productie om te controleren of dit klopt.

Bij Champignons – 7 is gekeken of de sterilisatietijd ook omlaag kon ten opzichte van Champignons – 6 omdat er een te hoge F-waarde is behaald. Er is ook bij deze versie een te hoog inweeggewicht gebruikt. Hierdoor moest er wederom een iets hogere F-waarde worden behaald en dat is gelukt. Vanwege de eerder genoemde fout in het vergelijken van de F-waarden, viel de F-waarde na ontdekking van de fout hoger uit dan gedacht, waardoor de F-waarde wel is gehaald. Omdat gedacht werd dat deze niet was behaald is deze variant niet uitgezet.

Bij Champignons – 8 en – 9 is er getest met potten verse champignons uit productie. Omdat er met een volle proefautoclaaf met drie lagen potten is gesteriliseerd, is er bij variant 8 enkele minuten langere sterilisatietijd ingesteld. Dit omdat er bij eerdere proeven met één laag potten is getest en verwacht werd dat de warmteoverdracht langzamer zou verlopen bij grotere hoeveelheden potten. Ook speelde hierbij mee dat er geen warm vulwater was voor in de autoclaaf en er in productie koude opgieter wordt gebruikt. Deze factoren zorgen dat het proces langer duurt. De potten met de logger werden naast elkaar in de kern gepositioneerd, hadden temperaturen van 31,19 en 33,37°C en haalden na 29 en 33 minuten pas de 125°C. Het koelproces startte kort hierna en gewenste de F-waarde werd door beide potten niet behaald.

Door in de processheet de sterilisatietijd te verlengen, werd gevonden dat er 8 minuten extra nodig zouden zijn om de F-waarde te behalen. Dit werd in het proces voor Champignons – 9 geïmplementeerd. Het is tijdens dit proces gelukt om de F-waarde te halen alleen bleken er grote verschillen te zitten tussen de F-waarden die uit de twee meegestuurde loggers werden gehaald (17,648 en 28,732). Dit heeft te maken met dat de

pot aan de buitenkant van de korf na 26 minuten 125°C behaalde en de pot in de kern na 36 minuten. De pot aan de buitenkant heeft namelijk langer op 125/126°C en hoe hoger de temperatuur, hoe sneller de F-waarde opbouwt.

De potten zijn uitgezet en bleken onstabiel te zijn. 2 van de 41 potten die op 55°C waren geïncubeerd, bleken onstabiel op de pH namelijk tegen 6,02 gemiddeld 5,480 en 5,157. Voor de druk werden vele verschillende waarden gevonden. Er is geen verband gevonden tussen de druk en de pH, de pH bleek in alle potten op de 2 hiervoor genoemde potten na rond de 6,0 te zijn.

Bij Champignons – 9 2.0 is er nogmaals geprobeerd om op dezelfde procesinstellingen te steriliseren als bij Champignons – 9, maar dan zijn de potten verder uit elkaar gezet om zo de warmteoverdracht beter te laten verlopen. Dit bleek erg effectief. De pot in de kern met starttemperatuur 26,27°C bereikte na 24 minuten 125°C. De pot in de buitenkant van de korf met starttemperatuur 27,03 bereikte na 22 minuten 125°C. Beide potten haalden als maximumtemperatuur 126,69°C. De F-waarden werden ruim behaald. Na incubatie in de broedstoof bleek 1 van de 20 potten op 37°C en 2 van de 40 potten op 55°C onstabiel. De pot op 37°C werd als instabiel gekeurd op basis van een lager vacuüm en een lagere pH, namelijk 130 mbar en 1,43 pH. De eerste instabiele pot op 55°C werd afgekeurd op basis van het vacuüm, namelijk 300 mbar verschil met de referentie. De tweede instabiele pot werd afgekeurd op basis van vacuüm en pH, namelijk 350 mbar verschil en 1,22 pH verschil. Merkwaardig is dat de vacua van de referentiepotten onderling erg verschilden.

Dit hoeft niet persé aan het hitteproces te liggen, aangezien de F-waarde ruim behaald is met gemeten F-waarden van 30,02 en 32,34. Om de bederfkans op 1 op 20 te krijgen, zou er gesteriliseerd zijn tot 0,050 micro-organisme per pot, zou de D-waarde naar 5 moeten worden verhoogd en de beginbesmetting op 2 miljard per gram moeten staan. Dit lijkt erg onrealistisch. Waarom de producten bedorven zijn is moeilijk te zeggen. Oorzaken van de onstabieleit kunnen een of meerdere van de genoemde mogelijkheden zijn die aan het begin van de resultaten genoemd zijn.

Op organoleptisch gebied is er vooruitgang geboekt tijdens het project. Op gebied van kleur was te zien dat wanneer de pH te laag was de kleur van de champignons ook lichter was en ook de geur vaak afweek. Daarnaast is er een groot verschil op organoleptisch gebied bij diepvries champignons en verse champignons. Diepvrieschampignons hebben vooraf al een hittebehandeling gehad en zijn daarom donker van kleur. Daarnaast werd er waargenomen dat de geur van diepvrieschampignons in alle gevallen voor en na het bebroeden afweek van de geur die bij verse champignons zou horen.

Bij champignons werd het grootste verschil in sterilisatietemperatuur gehanteerd, respectievelijk 116 en 125°C voor standaard en tropenprogramma. Tussen de standaard en de tropenversies werd verschil opgemerkt. De standaard champignons hadden een stevigere textuur en een iets frissere smaak. Het verschil tussen de geteste champignons en de standaard was echter niet groot.

Tabel 6: Resultaten doperwten & wortelen

Omschrijving	F-gewenst	Sterilisatietijd (min)	F-behaald	Stabiliteit behaalt? ja/nee		
				22°C	37°C	55°C
Doperwten/ worteltjes – 0	11.781	26 (121,1°C)	5.637	Ja	Ja	Nee
Doperwten/ worteltjes – 1	11.781	34	32.806	Ja	Ja	Ja
Doperwten/ worteltjes – 2	11.781	15	3.697 buitenkant 2.917 kern	Niet uitgezet		
Doperwten/ worteltjes – 3	11.781	25	17.854 buitenkant 17.208 kern	Ja	Nee	Nee
Doperwten/ worteltjes – 4	17.311	32	39.967 kern 36.782 buitenkant	Ja	Ja	Ja
Doperwten/ worteltjes – 5	17.311	36	32.421 kern 32.491 buitenkant	Ja	Ja	Ja
Doperwten/ worteltjes – 6	17.311	45	40.347 kern boven 41.086 kern onder	Ja	Ja	Ja

In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven van de metingen van doperwten en worteltjes. Sterilisatietijd is de ingestelde tijd waarbij de autoclaaf 125°C is. Dit geldt overal behalve bij het 0 programma.

Eerst zijn er potten doperwten/worteltjes gesteriliseerd volgens de standaard procesinstellingen. Deze bleken onstabiel op 55°C. Vervolgens is Doperwten/worteltjes – 1 op een nieuwe voorspelde instelling gesteriliseerd en uitgezet. Deze bleken stabiel, maar achteraf is gebleken dat de manier van blancheren verkeerd is nagebootst waardoor er te lang is geblancheerd en dat sterk heeft meegespeeld in het behalen van de stabiliteit.

Bij Doperwten/worteltjes – 2 is op de juiste manier geblancheerd en is de sterilisatietijd verkort omdat de F-waarde bij Doperwten/ worteltjes – 1 ruim behaald is. De tijd bleek te kort, waardoor er een te lage F-waarde werd behaald en ze zijn niet uitgezet omdat ze geen kans zouden hebben om stabiliteit te behalen bij hogere temperaturen. Daarnaast was er bij het vullen van de autoclaaf alleen koud vulwater, waardoor het opwarmen wat langer heeft geduurd en de potten aan het begin een paar graden zijn afgekoeld.

Bij Doperwten/worteltjes – 3 is de sterilisatietijd verhoogd ten opzichte van Doperwten/ worteltjes – 2. Hierdoor is er een hoge F-waarde behaald zowel in de pot in de kern van de autoclaaf als in de pot aan de buitenkant van de autoclaaf. Deze potten zijn uitgezet en er is gebleken dat alleen de potten op 22°C stabiel waren en de potten op 37°C en 55°C onstabiel. De potten op 37°C hadden een te hoge druk ten opzichte van de 22°C potten en de potten op 55°C hadden een laag vacuüm en een lage pH-waarde ten opzichte van de 22°C potten. Naar aanleiding van deze bevindingen is besloten om de z-waarde te verhogen naar 10 om zo de stabiliteit wel te kunnen behalen. Vanaf dit punt zijn alle daaropvolgende testen uitgevoerd en berekend met een z-waarde van 10. De varianten waar het om gaat zijn weergegeven in hoofdstuk 3.4.

Bij Doperwten/worteltjes – 4 is de sterilisatietijd verhoogd ten opzichte van Doperwten/worteltjes – 3. Net als bij Doperwten/worteltjes – 2 was er koud vulwater. Er is zowel in de pot in de kern van de autoclaaf als in de pot aan de buitenkant van de autoclaaf een hogere F-waarde behaald dan bij variant 3. De pot in de kern begon op 50,51°C en de pot aan de buitenkant op 57,18°C. De pot aan de buitenkant bereikte na 32 minuten 125°C en de pot in de kern na 31 minuten. Hoogst behaalde temperatuur is voor beide 127,3°C.

Deze potten zijn uitgezet en er is gebleken dat alle potten stabiel waren. Vervolgens zijn deze potten sensorisch gekeurd met een pot uit de standaard productie ter vergelijking en is waargenomen dat de wortelen iets zachter waren dan de wortelen uit productie. Maar wanneer er blind getest zou worden zou er geen verschil worden waargenomen. De doperwten waren vergelijkbaar. Er is vastgesteld dat deze procesinstelling is goedgekeurd.

Bij Doperwten/worteltjes – 5 en 6 zijn er potten gebruikt uit de productie die machinaal gesloten zijn.

Bij Doperwten/worteltjes – 5 is er een volle proefautoclaaf getest (twee lagen potten), hierbij is er ruimte tussen de potten gelaten zodat er een betere doorstroming is van het water en daarmee van de warmteoverdracht. In de proefautoclaaf is namelijk geen circulatiepomp aanwezig, terwijl dit in de grote autoclaven wel aanwezig is. De pot in de kern had een starttemperatuur van 46,42°C en de pot aan de buitenzijde van de korf 44,82°C. Beide potten bereikten de 125°C na 28 minuten procestijd. De potten bleven lang rond de 125/126°C en bereikten maximaal 126,19 en 126,29°C. De behaalde F-waarde is lager dan bij Doperwten/worteltjes – 4, wat te verklaren valt doordat er met een volle proefautoclaaf is getest in plaats van met één laag potten. Er valt te zien dat variatie doperwten/wortels – 4, 6 en 9 minuten lang boven de 127°C is geweest en variant doperwten/wortels – 5, 5 en 9 minuten boven de 126. Er is zo door doperwten/wortels 4 een hogere F-waarde gehaald, ondanks dat er 4 minuten korter gesteriliseerd is. De potten van doperwten/wortels - 5 zijn in de broedstoven gezet en bleken met een afwijking van maximaal 0,1 pH en drukafwijking van 50 mbar zeer stabiel. Dit waren de uiterste afwijkingen. De meeste waarden hadden een afwijking van rond de 0,01 pH en 20 mbar. De kwaliteit van de dopwortels is als goed beoordeeld door de kwaliteitsdienst.

Bij Doperwten/worteltjes – 6 is ook getest met een volle proefautoclaaf op dezelfde manier als bij Doperwten/worteltjes – 5. De sterilisatietijd is nogmaals verhoogd, omdat bij Champignons-9 2.0 de F-waarde ruim was behaald, maar deze toch onstabiel bleek. Achteraf bleek dat het niet persé aan het proces hoeft te liggen waarom de stabiliteit niet is behaald. De Doperwten/ worteltjes – 6 hebben ook de F-waarde die berekend was ruim gehaald en zijn vervolgens ook uitgezet in de broedstoof. Deze potten bleken net als doperwten-wortels 5 zeer stabiel.

Te zien is dat de F-waarden die behaald zijn bij Doperwten/worteltjes – 5 en -6 dichter bij elkaar liggen dan bij bijvoorbeeld Doperwten/ worteltjes – 4, omdat er een betere doorstroming is van het water. Zo wordt de circulatie nagebootst die wel aanwezig is in de grote autoclaven in productie.

Doperwten/worteltjes 5 en 6 zijn op dezelfde dag gemaakt. Ze bleken beide stabiel. Na het steriliseren was nog niet bekend of variant 5 stabiel was, vandaar dat er nog een programma op langere tijd is uitgevoerd.

Op organoleptisch hebben de doperwten-wortels goede beoordelingen gehaald. Over het algemeen was er een kleurafwijking bij de wortelen waar te nemen wanneer deze boven de opgiets uit staken. De oorzaak daarvan is oxidatie. Bij doperwten-wortels die op 125°C langer gesteriliseerd waren, waren de wortels over het algemeen zachter dan de genen die korter gesteriliseerd waren. Ook werden de wortels lichter van kleur en werd de opgiets iets troebel. Tussen doperwten was weinig verschil op organoleptisch gebied. De wortelen in de tropenconserven hadden een opgiets die wat troebeler was ten opzichte van de standaard. Bij kortere processen, zoals 15 minuten op 125°C was de kleur van de wortelen en de helderheid van de opgiets hetzelfde als bij de standaard. De doperwten hadden geen kleurafwijking ten opzichte van de standaard. Er werd wanneer er verzuring plaatsvond enkel een geurafwijking waargenomen en geen kleurafwijking. Het proces doperwten-wortels 5 is tevens door de kwaliteitsdienst goedgekeurd.

Tabel 7: Resultaten spinazie

Omschrijving	F-gewenst	Sterilisatietijd (min)	F-behaald	Stabiliteit behaalt? ja/nee		
				22°C	37°C	55°C
Spinazie – 0	12.020	60 (122°C)	1.543	Ja	Ja	Nee
Spinazie – 1	12.020	34	0.153	Niet uitgezet		
Spinazie – 2	17.521	45	2.615 kern 1.674 buitenkant	Niet uitgezet		
Spinazie – 3	17.601	65	Niet te achterhalen	Niet uitgezet		
Spinazie – 3 2.0	17.601	65	6.464 Buitenkant 8.675 Kern	Ja	Ja	Nee
Spinazie – 4	17.626	90	22.619 Kern 21.422 Buitenkant	Ja	Nee	Ja
Spinazie – 5	17.601	90	72.628 Fijn 48.831 Grof	Niet uitgezet (te weinig monsters)		
Spinazie – 6	17.662	90	45.755 Fijn 25.239 Grof	Niet uitgezet (te weinig monsters)		
Spinazie – 7	17.609	100	41.950 Kern 30.835 Kern	Ja	Ja	Ja

In tabel 7 zijn de resultaten weergegeven van de metingen van spinazie. Sterilisatietijd is de ingestelde tijd waarbij de autoclaaf 125°C is. Dit geldt overal behalve bij het 0 programma.

Eerst zijn er potten spinazie geproduceerd volgens het standaard programma dat bij Machandel gebruikt wordt. Dit heeft geresulteerd in een onstabiel product. Dit was overeenkomstig met de verwachting, aangezien er een zeer lage F-waarde behaald werd.

Bij Spinazie- 1 is het nabootsen van het proces niet goed gegaan, omdat er in de aangeleverde receptuur stond dat de spinazie net ontdooid moest zijn voordat het de pot in ging. Door de lage begintemperatuur en de slechte warmteoverdracht vanwege de grove spinazie, dat samenklontert tot een groot vezelig blok, werd er slechts een kerntemperatuur van 113,66°C gehaald. Dit resulteerde in een dusdanig lage F-waarde dat de potten niet zijn uitgezet.

Bij Spinazie-2 is de spinazie wel verwarmd voor het invullen. Tevens is er minder ingewogen en aangevuld met 90°C warme opgieter om de warmteoverdracht te verbeteren. Om op 420 gram uitlekgewicht te komen zou er 565 gram inweeg moeten worden gebruikt. Er werd met een sterilisatietijd van 45 minuten een kerntemperatuur van 118,26 °C bereikt. De F-waarde bleek dusdanig laag dat de potten niet zijn uitgezet. Het uitlekgewicht bleek lager te zijn dan 420 gram. Er is berekend dat de volgende variatie 633 gram inweeg moet bevatten. Het uitlekgewicht is niet gemakkelijk te bepalen met potten uit eigen proeven, omdat de spinazie ontdooit in de pan (bij productie gebeurt dit in een grote terlet ketel) en de spinazie en het dooiwater beide in de pot geschept moet worden (i.p.v. dat het via een slang in productie naar een vuller wordt gepompt).

Bij Spinazie-3 is de sterilisatietijd verlengd naar 65 minuten. Er is 633 gram spinazie ingewogen. Tijdens het proces is de autoclaaf niet automatisch begonnen met koelen, omdat de koelpomp niet aansloeg. De geproduceerde spinazie moest hierna handmatig gekoeld worden. Het programma was zo afwijkend dat het opnieuw uitgevoerd moest worden.

Bij Spinazie-3 2.0 is op dezelfde wijze geproduceerd als bij spinazie 3 en deze keer sloeg de koelpomp wel automatisch aan. Er is een F-waarde van 6,464 en 8,675 gehaald. Er werd voor de pot aan de buitenkant van de korf met starttemperatuur 61,77°C een kerntemperatuur van 120,98°C gehaald en de pot in de kern van de korf met starttemperatuur 63,78°C haalde 122,26°C. Dit laat zien dat de vultemperatuur bij spinazie erg belangrijk is. Alhoewel er een F-waarde van 17.200 nodig zou zijn, zijn de potten toch uitgezet. Er bleek dat de potten die op 55°C uitgezet waren onstabiel waren. Uit het uitlekgewicht bleek dat er te weinig spinazie overbleef. De hoeveelheid ingewogen spinazie moet daarom verhoogd worden naar 656 gram.

Bij Spinazie- 4 is een mengsel van grove en fijne spinazie, half om half. Dit komt doordat er onvoldoende grove spinazie aanwezig was, er is daarom fijne bijgekocht (de supermarkt had geen grove diepvriesspinazie). Hierdoor is er een betere warmteoverdracht geweest. De gewenste F-waarde is behaald en de potten zijn uitgezet. Er bleek een pot die uitgezet was op 37°C onstabiel te zijn voor de pH-waarden. Dit is opvallend, omdat met de mate van af doden van de thermofiele bacteriën en sporen verwacht werd dat mesofiele bacteriën en sporen niet zouden overleven. Er is mogelijk een andere reden voor het bederf, zoals eerder vermeld in dit hoofdstuk. De overige potten van 55°C zijn organoleptisch en analytisch goedgekeurd.

Tijdens de processen van Spinazie- 5 en -6 is er vergeleken wat het verschil in kerntemperatuur is van twee potten, een met fijne en een met grove spinazie. Bij spinazie -5 werden er 2 potten, een met grove spinazie en een met fijne spinazie, met loggers geautoclaveerd. Beide met 633 gr inweeg + 45 gr opgieter. Te zien is dat de pot met fijne spinazie een veel hogere F-waarde behaalt dan de pot met grove spinazie. Dit is te verklaren doordat de warmteoverdracht makkelijker verloopt in een pot met kleinere stukjes spinazie dan met grotere bladeren spinazie.

Bij Spinazie-6 is hetzelfde gedaan als bij spinazie-5 maar dan met 690 gram inweeg, volgens het standaard recept van Machandel. Uit de resultaten blijkt dat de fijne spinazie veel sneller opwarmt en afkoelt dan de grove spinazie. Dit resulteert ook in een veel hogere F-waarde voor de fijne spinazie. Ook valt er te zien dat het reduceren van de hoeveelheid spinazie in de pot zorgt voor een hogere F-waarde, vanwege een betere warmteoverdracht. Er zijn grote verschillen tussen de F-waarden waarneembaar. Opmerkelijk is dat een pot met fijne spinazie met een inweeg van 690 gr. ongeveer dezelfde F-waarde bereikt als een pot met grove spinazie met een inweeg van 633 gr inweeg + 45 gr opgiet. Varianten spinazie-5 en -6 zijn niet geïncubeerd omdat het slechts twee potten per variant betreft.

Bij Spinazie- 7 is de inhoud verhoogd naar 640 gram om een veilige marge voor het uitlekgewicht aan te houden. Door de fout in het vergelijken van de F-waarden werd er achteraf gezien te lang gesteriliseerd tijdens dit proces. Er is een F-waarde van 41,94 en 30,83 behaald. De potten bleken zeer stabiel. Aan de gemeten F-waarden te zien kan er in theorie nog 10 minuten sterilisatietijd af voor de koudste pot. Voor de warmere pot zou er zelfs 20 minuten van de sterilisatietijd af kunnen.

Op organoleptisch gebied is er weinig verschil geweest tijdens het project ten opzichte van de standaard. Op gebied van kleur is er in alle gevallen geen kleurverschil geweest. Op gebied van geur is er in de gevallen dat er verzuring is opgetreden een zure geur waargenomen, maar bij de overige niet. En op gebied van textuur is er geen verschil waargenomen ten opzichte van de standaard. Over het algemeen bij de stabiele potten is er geen organoleptisch verschil waargenomen ten opzichte van de standaard.

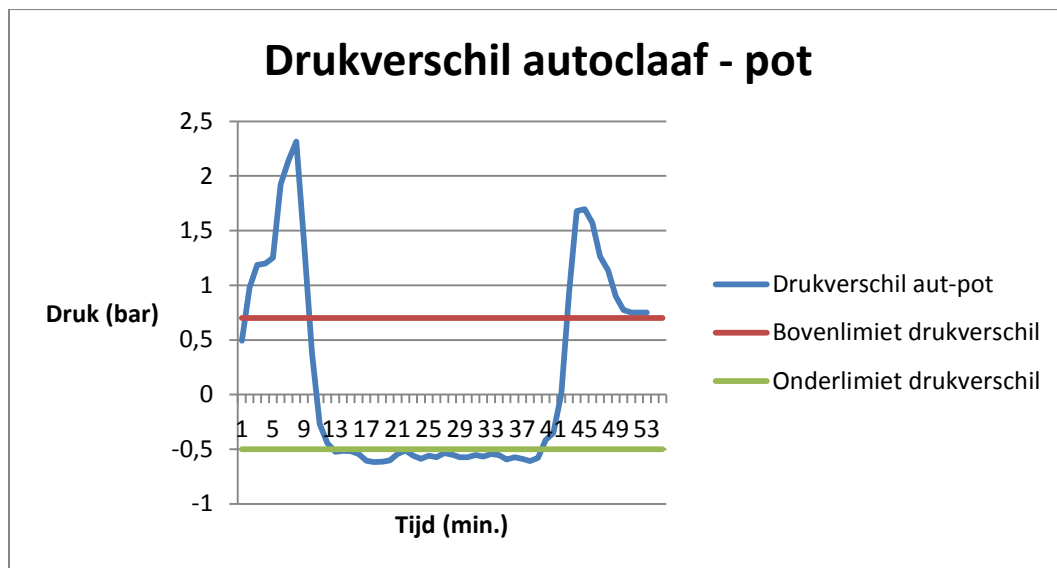
4.2. Resultaten drukverschil

Door tijdens de processen de logger mee te sturen in de pot en de daarbij gevonden druk af te zetten tegen de druk die gemeten is in de autoclaaf, kan er gezien worden wat het drukverschil is geweest tijdens het proces. Uit de resultaten van de loggers bleek dat er vrijwel altijd te grote drukverschillen werden gehaald ten opzichte van de richtlijnen van Silgan. Dit kan de volgende gevolgen hebben:

- Ventilatie, de kopruimte gaat ventileren als de inwendige druk groter wordt dan de uitwendige druk. Hierdoor wordt het deksel iets gelicht en ontsnapt lucht uit de kopruimte of in het ergste geval kookt er opgiet en/of product uit.
- Bij erg hoge buitendruk kan de potrand door de seal gedrukt worden, wat kan leiden tot microlekkage en tenslotte bederf.

Grote drukverschillen kwamen vooral voor bij het opwarmen en afkoelen. Bij het opwarmen gaat de stoomklep vol open en wordt er dus veel druk opgebouwd in de autoclaaf. De druk in de pot neemt lang niet zo snel toe en daardoor wordt het drukverschil groter. Bij het afkoelen wordt er koelwater in de autoclaaf gepompt en dit zorgt voor een flinke drukverhoging. De druk in de pot neemt tijdens het afkoelen echter af en zo worden de verschillen groter.

In figuur 14 is het drukverschil weergegeven tussen de autoclaaf en de druk in de pot. De limieten zijn de limieten die gesteld zijn door Silgan.



Figuur 14: Verschil druk autoclaaf en druk pot t.o.v. tijd

Er is in samenwerking met Eliza Glasbeek geëxperimenteerd met het langzamer opbouwen van de druk door de stoomklep voor 50 procent te sluiten. Dit resulteerde in een maximaal drukverschil tijdens het opwarmen van 1.3 bar, terwijl er bij programma's tijdens het project drukverschillen tot 3.0 bar gemeten. Er is nog niet aan het afkoelproces gewerkt. Het is dus mogelijk om de drukverschillen kleiner te krijgen voor het opwarmen en afkoelen. Machandel is nog bezig om de regelingen te optimaliseren.

4.3. Silgan

Omdat er in de specificaties van het deksel staat dat er tot 121°C verwarmd kan worden en het idee om de conserven stabiel te krijgen op 125°C steriliseren is, is er een afspraak gemaakt met de voedingsmiddelentechnoloog van Silgan. Er is overlegd over hoe bepaald kan worden of er op 125°C gesteriliseerd kan worden. Hiervoor moest de voedingstechnoloog gegevens ontvangen over de druk van de autoclaaf en de druk binnen de pot. Dit zou voor iedere autoclaaf in productie moeten gebeuren. Er zijn tijdens de productie van doperwtten/wortels loggers meegestuurd in de grote autoclaven in productie. Deze gegevens zijn doorgestuurd naar Silgan en hierop kwam als antwoord dat de drukopbouw aangepast moet worden om op hogere temperaturen dan 121°C te steriliseren. Daarop is besloten om de proeven in de proefautoclaaf te blijven uitvoeren. Voordat er gesteriliseerd kan worden op 125°C in de grote autoclaven, worden deze eerst door Machandel geoptimaliseerd.

Uit de gesprekken met de voedingsmiddelentechnoloog van Silgan bleek dat er ook een bedrijf is dat zelfs op 128°C steriliseert. Het is dus eventueel mogelijk om nog heter te steriliseren, waardoor F-waarden sneller worden bereikt en er dus korter gesteriliseerd kan worden.

5. Conclusie en aanbeveling

Hieronder zal de conclusie worden weergegeven gebaseerd op de onderzoeksvragen uit de inleiding. Daarna zal een aanbeveling volgen voor eventueel verder onderzoek.

5.1. Conclusie

Het is gelukt om de spinazie en doperwten/wortels op grotere schaal stabiel te krijgen volgens de richtlijnen van het CTCPA. Dit is gelukt door de sterilisatieprogramma's op een voor het product specifiek berekende tijd op 125°C uit te voeren. Voor spinazie bleek dit 100 minuten op en voor doperwten/wortels 36 minuten. De algemene stabiliteitseisen voor Europese landen zijn terug te vinden in de Europese verordening 852/2004. Europese landen met een warmer klimaat hanteren naast deze verordening ook de richtlijnen AFNOR-NF V08-408-1997 van het CTCPA. Ook wordt er door een aantal landen een aangepaste versie van dit document gehanteerd. De richtlijn is ook voor Israël gehanteerd, omdat er geen richtlijnen zijn gevonden voor Israël. De productkwaliteit van de stabiel gebleken producten is vergelijkbaar met die van de producten geproduceerd door Machandel.

De gebruikelijke methode voor het autoclaveren van conserven voor de Europese markt, is dat het proces afgestemd wordt op de 12D reductie van de meest hitteresistente pathogeen *C. botulinum*. Standaard is een z-waarde van 10 °C en een D van 1 minuut bij 121,1°C. Een temperatuursverhoging heeft over het algemeen meer invloed op de micro-organismen dan op de fysische en chemische eigenschappen van het product. Een langere sterilisatietijd zorgt voor meer teruggang van kwaliteit dan een kortere. De berekende gewenste F-waarden kwamen niet altijd overeen met de behaalde F-waarden in de praktijk die nodig zijn om een stabiel product te krijgen. Na het verhogen van de z-waarde kwamen de F-waarden meer overeen, maar er bleken nog steeds meer potten onstabiel dan theoretisch zou moeten.

Bij de betreffende conserven heeft men te maken met microbiel bederf door thermofiele hitteresistente sporenvormers. Chemische besmetting kan voorkomen doordat er water uit de autoclaaf in de pot komt. In dit water zitten chemicaliën. Wanneer deze chemicaliën in contact komen met het product kan er chemische besmetting optreden. Fysisch bederf kan voorkomen wanneer er op een te hoge temperatuur is gesteriliseerd en de structuur van het product daardoor vernietigd is. Een combinatie van de hiervoor genoemde categorieën bederf is ook mogelijk.

5.2. Aanbevelingen

Naar aanleiding van het project en wat er is voorgekomen zijn er aanbevelingen gedaan.

- Onderzoek wat de oorzaak van het bederf is bij de champignons gezien de F-waarde ruim is behaald.
- Voer de processen van de stabiele producten nog een aantal keren uit en bepaal statistisch of de producten echt stabiel zijn.
- Ga verder met het optimaliseren van de processen van de stabiele producten.
- Overweeg om standaard sterilisatieprogramma's op een hogere temperatuur uit te voeren. Zo zal de procestijd korter zijn en kan er meer geproduceerd worden.
- Zorg voor voldoende warm water, voor gebruik bij het vullen van de autoclaaf. Zorg voor voldoende koud water, voor gebruik bij het koelen van de producten.
- Vul de producten af bij minimaal 50°C om een hogere begintemperatuur en kortere sterilisatietijd te behalen.
- Verhoog de opgiets temperatuur naar 85°C om een hogere begintemperatuur en kortere sterilisatietijd te behalen.
- Zorg dat de potten dezelfde temperatuur hebben wanneer ze de autoclaaf in gaan, zodat de F-waarden van alle potten na sterilisatie zo gelijk mogelijk zijn.
- Voeg een antioxidant toe om verkleuring in de kopruimte tegen te gaan.
- Maak een keuze tussen de grofheid van de grondstof spinazie of overweeg om de inhoud te verminderen en opgiets toe te voegen. Dat wil zeggen: minder grove spinazie met opgiets in een pot of standaard inweeg fijne spinazie.
- Optimaliseer de druk in de autoclaven zodat een geleidelijke op- en afbouw van de druk plaatsvindt.
- Zorg voor een betere doorstroming in de proefautoclaaf zodat er een betere warmteoverdracht plaatsvindt en de potten F-waarden behalen die dichter bij elkaar liggen.

Bibliografie

- Adams, M., & Moss, M. (2008). *Food Microbiology*. Cambridge: RSC Publishing.
- Ananth, E., Heinz, V., Schilter, O., & Knorr, D. (2001). Kinetic studies on high pressure inactivation of *Bacillus stearothermophilus* spores suspended in food matrices. *Innov. Food Sci. Emerging Technol.*, 261-272.
- André, S., Zuber, F., & Remize, F. (2013). Thermophilic spore-forming bacteria isolated from spoiled canned food. Results of a French ten-year survey. *International journal of food microbiology*.
- Ashton, D. (1981). Thermophilic Organisms Involved in Food Spoilage: Thermophilic Anaerobes not Producing Hydrogen Sulfide. *Journal of Food Protection (C)*, 92-163, 146-148.
- Batt, C., & Tortorello, M. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology*. American Press.
- Baumgart, J., Becker, B., & Stephan, R. (2016). *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln: Ein Leitfaden für das Studium*. Hamburg: B. Behrs verlag.
- Bhat, R., Alias, A., & Paliyath, G. (2012). *Progress in Food Preservation*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Brennan, J., & Grandison, A. (2012). *Food Processing Handbook*. Weinheim, Germany: Wiley-vch verlag gmbH.
- Brown, K. L. (2000). Control of bacterial spores. *British medical bulletin, Food hygiene department Campden*, 158-171.
- Burgos, M., Pulido, R., López Aguayo, M., Gálvez, A., & Lucas, R. (2014). The Cyclic Antibacterial Peptide Enterocin AS-48: Isolation, Mode of Action, and Possible Food Applications. *International journal of molecular sciences*.
- Busta, F., & Donnelly, L.S. (1980). Heat resistance of *Desulfotomaculum nigrificans*. *Applied and Environmental Microbiology*, 721-725.
- Byrer, D.E., Rainey, F.A., & Wiegel, J. (200). Novel strains of *Moorella thermoacetica* form unusually heat-resistant spores. *Arch Microbiol*, 334-339.
- CTCPA. (2006, 06 14). Note bibliographique sur les tests d'incubation pour les conserves appertisées. Frankrijk.
- CTCPA. (2009). *Moorella thermoacetica* anciennement *Clostridium thermoaceticum*. *Sporulé anaérobie strict thermophile hautement thermorésistant*. Parijs, Frankrijk: CTCPA.
- EFSA. (2009). Scientific opinion on the use of natamycin. *EFSA Journal*.
- Grecz, N., & Arvay, L. (1982). Effect of temperature on spore germination and vegetative cell growth of *Clostridium botulinum*. *Applied and environmental microbiology*.
- Hoover, D., Metrick, K., Papineau, A., Farkas, D., & Knorr, D. (1989). Biological effects of hydrostatic pressure on food microorganisms. *Food Technology*, 99-107.
- Hughey, V., & Johnson, E. (1987). Antimicrobial activity of Lysozyme against bacteria involved in food spoilage and food-borne disease. *Applied and Environmental microbiology*, 2165-2170.
- Hyldgaard, Mygind, & Meyer. (2012). Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components. *Frontiers in Microbiology*.
- ICMSF. (2000). *Microorganisms in Food 6*. Maryland: Aspen Publishers.
- Kumar, A., Bhattacharya, M., & Blaylock, J. (1990). Numerical simulation of natural convection heating of canned thick viscous liquid food products. *Journal of Food Science*, 1403-1411.
- Kumar, M., & Berwal, J. (1998). Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). *Journal of Applied Microbiology*, 213-215.
- Lewis, M., & Heppel, N. (2000). *Continuous Thermal Processing of Foods*. Gaithersburg, Maryland: Aspen.
- Machandel. (sd). *Bedrijfsinfo*. Opgeroepen op januari 5, 2016, van Machandel BV.: <http://www.machandel.com/html/geschiedenis.html>
- Margosch, Ehrmann, Gänzle, & Vogel. (2005). Comparison of pressure and heat resistance of *Clostridium botulinum* and other endospores in mashed carrots. *Journal of food protection*.
- Moss, M., & Adams, M. (2008). *Food Microbiology*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Nazina, Tourova, Poltarau, Novikova, Grigoryan, Ivanova, et al. (2001). Taxonomic study of aerobic thermophilic bacilli :descriptions of *Geobacillus subterraneus* gen. nov., sp. nov and

- Geobacillus uzenensis sp. nov. from petroleum reservoirs and transfer of bacillus stearothermophilus, bacillus thermocatenulatus, bacillus ther. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 433-446.
- Ocio, M., Fernández, P., Rodrigo, F., & Martínez, A. (1996). Heat resistance of Bacillus stearothermophilus spores in alginate-mushroom puree mixture. *International journal of food microbiology*, 391-395.
- OEITFL. (2004). *CODE OF PRACTICE Heat preserved vegetables*. OEITFL.
- Ortega-Rivas, E. (2010). *Processing effects on safety and quality of foods*. United States: CRC press, Taylor & Francis Group.
- Patterson, D., Ledward, P., & Rogers, N. (2011). *Food Processing Handbook, hoofdstuk 6 High Pressure Processing*. Wokingham: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Pei, J., Pang, Q., Zhao, L., Fan, S., & Shi, H. (2012). Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum β -glucosidase: a glucose-tolerant enzyme with high specific activity for cellobiose. *Biotechnology for biofuels*, biomed central.
- Pflug, I. (1987). *A textbook for introductory course in microbiology and engineering of sterilization processes*. Minneapolis: MN: University of Minneapolis, Environmental sterilization lab.
- Rahman, M. (1999). *Handbook of Food Preservation*. New York: Marcel Dekker.
- Rodrigo, F., Rodrigo, C., Fernández, P., Rodrigo, M., & Martínez, A. (1999). Effect of acidification and oil on the thermal resistance of Bacillus stearothermophilus spores heated in food substrate. *International journal of food microbiology*, 197-201.
- Sikkema, De Bont, & Poolman. (1995). Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological reviews*, 201-222.
- Silgan White Cap Europe/Asia. (2010). *Processing Guideline for Twist-Off closures*. Hanover: Silgan.
- Sing, R., & Heldman, D. (sd). *Introduction to Food Engineering 4th edition*. Elsevier.
- Speck, R. (1981). Thermophilic organisms in food spoilage: sulfide spoilage anaerobes. *Journal of Food Protection*, 149-53.
- Sperber, W. H., William, H., Doyle, M. P., & P., M. (2009). *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. New York: Springer Science.
- Trombetta, D., & et al. (2005). Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.*
- Verdonk, R. (2013). *Food and Agricultural Import Regulations and Standards - Narrative*. Tel Aviv: USDA Foreign Agricultural Service.
- (2005). *VERORDENING (EG) Nr. 2073/2005 VAN DE COMMISSIE*.
- Viedma, P., Abriouel, H., Ben Omar, N., López, R., Valdivia, E., & Gálvez, A. (2009). Inactivation of geobacillus stearothermophilus in canned food and coconut milk samples by addition of enterotoxin as-48. *Food Microbiology*, 289-293.
- Wiersema, I. (sd). *Bacteriespore*. Opgeroepen op februari 15, 2016, van Microbiologie: <http://www.microbiologie.info/bacteriespore.html>
- Wilson, D., Dabrowskia, L., Stringera, S., Moezelaar, R., & Brocklehurst, T. (2008). High pressure in combination with elevated temperature as a method for the sterilisation of food. *Trends in Food Science & Technology*, 289-299.
- Xu, J., Zhou, F., Ji, B.-P., Pei, R.-S., & Xu, N. (2008). The antibacterial mechanism of carvacrol and thymol against Escherichia coli. *Letters in applied microbiology*.
- Zhou, T., Dong, Z., Setlow, P., & Li, Y.-q. (2013). Kinetics of Germination of Individual Spores of Geobacillus stearothermophilus as Measured by Raman Spectroscopy and Differential Interference Contrast Microscopy. *PLOS one*.

Bijlage I - Tijdsplanning – fasering

In deze bijlage wordt, door middel van tabellen, aangegeven welke onderdelen behandeld zullen worden. In Tabel 8: Tijdsplanning wordt het begin en eind aangegeven van een onderdeel. Ook zijn hierbij de fasen aangegeven. Na elke fase is er een overleg met de desbetreffende persoon.

In Tabel 9: Deadlines staan de deadlines aangegeven. Het geheel is overzichtelijk weergegeven in Figuur 15: Gantt Chart planning project.

- Wanneer welke overlegsituaties:

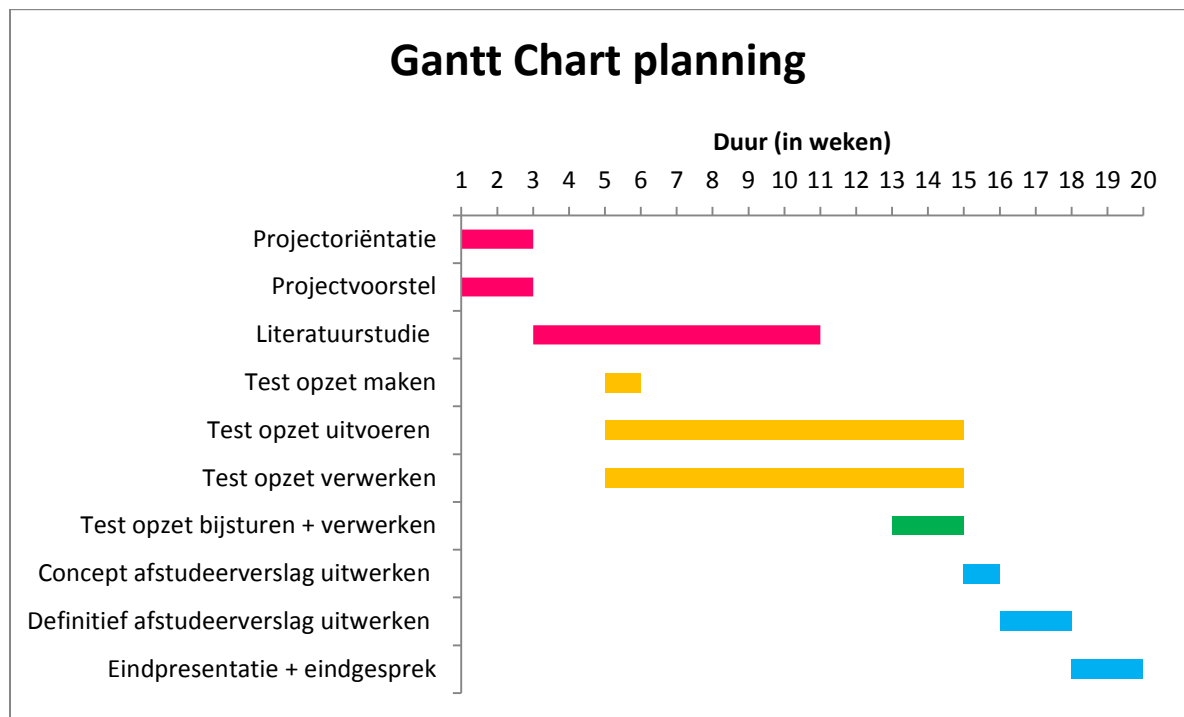
Aan het einde van elke fase vindt er een overleg met daarin een terugkoppeling plaats. Ook is het mogelijk nodig om tussendoor wanneer het project vastloopt een gesprek aan te gaan.

Tabel 8: Tijdsplanning

Fase	Omschrijving	Start	Eind
fase 1	Projectoriëntatie	Week 1	Week 3
	Projectvoorstel	Week 1	Week 3
	Literatuurstudie	Week 3	Week 11
fase 2	Test opzet maken	Week 5	Week 5
	Test opzet uitvoeren	Week 5	Week 15
	Test opzet verwerken	Week 5	Week 15
fase 3	Test opzet bijsturen + verwerken	Week 13	Week 15
fase 4	Concept projectverslag uitwerken	Week 15	Week 16
	Definitief projectverslag uitwerken	Week 16	Week 18
	Eindpresentatie + eindgesprek	Week 18	Week 20

Tabel 9: Deadlines

Omschrijving	Deadline week (begin/eind)
Projectvoorstel	eind week 2
Bespreking projectvoorstel + stagebezoek	week 3
Vergadering met begeleider op school	Week 6
Vergadering met begeleider op school	Week 9
Vergadering met begeleider op school	Week 12
Vergadering met begeleider op school	Week 15
Doorgeven afstudeerpresentatie openbaar	begin week 14
Inleveren conceptverslag	week 16
Inleveren definitief verslag	8 juni (week 18)
Presentaties afstudeeropdracht	week 19 (woe/do)
Eindgesprek afstudeeropdracht	week 20 (di/woe)



Figuur 15: Gantt Chart planning project

KWALITEITSSYSTEEM MACHANDEL BV	WI 12
WERKINSTRUCTIES	06-05-2014 - 1(1)
STABILITEITSTESTEN	Versie 6

1. DOEL

Het doel van deze werkinstructie is te bereiken dat producten, die gesteriliseerd of gepasteuriseerd worden steekproefsgewijs gecontroleerd worden of ze microbiologisch stabiel zijn.

2. VERANTWOORDELIJKHEDEN

Productiechef

- ▲ Registreren aantallen per autoclaaf op RF W12.02
- ▲ Nemen monsters by stabiliteitstesten

Kwaliteitsfunctionaris

- Uitvoeren stabiliteitstesten
- Registreren stabiliteitstesten op RF W12.01
- Archiveren stabiliteitstesten

3. WERKWIJZE

De producten die worden gesteriliseerd of gepasteuriseerd zijn commercieel steriel. Dit betekent dat de producten een zodanige hittebehandeling hebben ondergaan dat er slechts een minimale kans is op bederf.

- Monster name kan op twee manieren:
 1. Standaard: pak drie potjes die naast de referentiepots staan (pot met logger om de F0 waarde te bepalen). Plaats op de referentiepots het volgnummer van één van de drie monsters.
 2. Klant specifiek: neem uit elke autoclaaf uit de bovenste korf drie potten en registreer op RF W12.02 en op de deksels van de drie potten het laatste potnummer uit de betreffende autoclaaf. Als dit wenselijk is zal het tijdens het productieoverleg worden gemeld.
- Bewaar 1 monster bij kamertemperatuur (contramonster)
- Zet 1 monster in de broedstof bij 37 graden Celsius.
- Zet 1 monster in de broedstof bij 55 graden Celsius.
- Bepaal na 7 dagen de pH waarde en onderdruk van de monsters uit de broedstoven bij 37 en 55 graden Celsius en het contramonster. Laat hiervoor de monsters uit de broedstoven eerst afkoelen tot kamertemperatuur.
- Vergelijk de gevonden waarden met de waarden van het contramonster.
 - o Max afwijking pH t.o.v. monster contramonster: $\leq 0,5$ eenheden
 - o Max. afwijking onderdruk t.o.v. contramonster: ≤ 100 millibar
- Beoordeel de broedstofmonsters op kleur en geur.
- Registreer de bevindingen op registratieformulier stabiliteitstesten. (RF W12.01)
- Neem passende maatregelen als de broedstofmonsters afwijken van de norm.
 - o Afwijking bij 37 graden Celsius: product blokkeren en extra monsters in broedstof plaatsen om product-veiligheid te beoordelen.
 - o Afwijking bij 55 graden Celsius: niet geschikt voor export naar warme landen.

Figuur 16: Werkinstructie stabiliteitstesten

KWALITEITSSYSTEEM MACHANDEL BV				RF W12.1	
REGISTRATIEFORMULIER				01-07-09 – 1(1)	
STABILITEITSTESTEN (ENGELS)				EG – versie 5	

Itemcode:		Sampling start:	
Product description:		Sampling report:	
Batchnummer:			

Research areas	Result:		Criteria:
Autoclave			
Sterilization Cycle			
Colour			Product specific colour
Smell			Product specific smell
Texture			Product specific texture
Consistency			
Sterilisation cycle consists of the following jar numbers			
Sampled jar 22°c degrees			
Sampled jar 37°c degrees			
Sampled jar 55°c degrees			
Vacuum (in millibar) of the counter sample			
pH value of the counter sample			
Vacuum (in millibar) of the sample (37°C) after incubation period			
pH value after incubation period (37°C)			
Vacuum (in millibar) of the sample (55°C) after incubation period			
pH value after incubation period (55°C)			
Stability result			
Vacuum difference counter sample / sample 37°C			max. 100
Vacuum difference counter sample / sample 55°C			max. 100
pH value difference after incubation period of 37°C			max. 0.500
pH value difference after incubation period of 55°C			max. 0.500
Stability result			

Result areas are yellow. These are automatically calculated.

Remarks:		Date:	
		Initials:	
		Signature:	

Figuur 18: Registratieformulier (Machandel)

Bijlage IV – Wetgeving en regulering NL toepassing op conserven

Voor conserven gelden dezelfde regels als voor andere voedingsmiddelen, de EU heeft wetgeving opgesteld om er voor te zorgen dat de producten microbiologisch deugen. De criteria die van toepassing zijn op de conserven met doperwtten/wortels, spinazie en champignons zijn opgezocht in de verordening (EG) nr. 2073/2005 van de Commissie van 15 november 2005 inzake microbiologische criteria voor levensmiddelen (Voor de EER relevante tekst). Dit document geldt voor alle levensmiddelen die worden verkocht. Hieronder worden alleen de punten met betrekking tot eerder genoemde conserven weergegeven.

1. Een hoog beschermingsniveau voor de volksgezondheid is een van de fundamentele doelstellingen van de levensmiddelenwetgeving. Microbiologische gevaren in levensmiddelen zijn een belangrijke oorzaak van door voedsel overgedragen ziekten bij de mens.
2. Levensmiddelen mogen geen micro-organismen of toxinen of metabolieten daarvan bevatten in dusdanige hoeveelheden dat er een onaanvaardbaar risico voor de menselijke gezondheid ontstaat.
3. Levensmiddelen die onveilig zijn mogen niet in de handel worden gebracht. Exploitanten zijn verplicht onveilige middelen uit de markt te nemen. Er moeten geharmoniseerde veiligheidscriteria voor de aanvaardbaarheid van levensmiddelen worden vastgesteld, voornamelijk wat betreft de aanwezigheid van bepaalde pathogene micro-organismen.
4. De toepassing van microbiologische criteria moet integrerend deel uitmaken van de uitvoering van op HACCP gebaseerde procedures en andere hygiënemaatregelen.
5. Er moeten microbiologische criteria worden vastgesteld voor de aanvaardbaarheid van processen, en microbiologische voedselveiligheidscriteria die grenswaarden voor bepaalde micro-organismen aangeven waarboven de besmetting van een levensmiddel als onaanvaardbaar beschouwd wordt.
6. Er moet nagegaan worden of de voor de hierboven genoemde criteria vastgestelde waarden worden aangehouden overeenkomstig zijn met de levensmiddelenwetgeving en de instructies van de bevoegde autoriteit. Er moeten daarom uitvoeringsmaatregelen worden vastgesteld betreffende het levensmiddel waarvoor het criterium geldt, de punten in de voedselketen waar het criterium van toepassing is en de stappen die moeten worden genomen ingeval niet aan het criterium voldaan wordt.
7. De controles moeten regelmatig op basis van een risicobeoordeling en met passende frequentie plaatsvinden, op die manier wordt er aan de criteria voldaan.

8. Bij de vaststelling van microbiologische criteria voor levensmiddelen moet de strategie van SANCO/1252/2001, Discussion paper on strategy for setting microbiological criteria for foodstuffs in Community legislation, blz. 34 worden gevolgd.

10. Er moet gestreefd worden naar de concentratie van *Listeria monocytogenes* in levensmiddelen onder de 100 kve/g.

13. Als gelatine gebruikt wordt moet er een verplicht microbiologisch criterium voor *Salmonella* zijn.

16. Advies over salmonella in levensmiddelen. De categorieën: rauw vlees en bepaalde producten die bedoel zijn om rauw te worden gegeten, rauwe en onvoldoende verhitte producten van pluimveevlees, eieren en producten die rauwe eieren bevatten, en ongepasteuriseerde melk en bepaalde producten daarvan. Ook gekiemde zaden en ongepasteuriseerde vruchtensappen vormen een risico. Criteria moeten worden vastgesteld afhankelijk van de mogelijkheid om daarmee de consument te beschermen en de haalbaarheid van de criteria.

21. Als het levensmiddel zonder gebruiksaanwijzing niet behoorlijk gebruikt kan worden, moet op het etiket een gebruiksaanwijzing komen. Hier moet bij het vaststellen van passende bemonsteringsfrequenties voor testen aan de hand van microbiologische criteria rekening mee worden gehouden.

22. Bemonstering van de productie- en verwerkingsomgeving in de levensmiddelenindustrie kan een nuttig hulpmiddel zijn om de aanwezigheid van pathogene micro-organismen in levensmiddelen te constateren en te voorkomen.

23. Levensmiddelenproducenten moeten zelf via HACCP de nodige bemonsterings- en testfrequenties vaststellen.

24. Voor elk microbiologisch criterium moet een bepaalde referentiemethode worden aangegeven. Als de exploitanten van levensmiddelenbedrijven echter andere analysemethoden kunnen gebruiken, die bijvoorbeeld sneller zijn, is dit toegestaan zolang de methoden gelijkwaardige resultaten opleveren. Verder moet er voor elk criterium een bemonsteringschema worden vastgelegd. Het gebruik van andere bemonsterings- en testschema's, inclusief het gebruik van alternatieve indicatororganismen, moet echter worden toegestaan, op voorwaarde dat zij gelijkwaardige garanties voor de voedselveiligheid bieden.

25. Trends in de testuitslagen moeten worden geanalyseerd, zodat ze ongewenste ontwikkeling in het productieproces aantonen en dit gecorrigeerd kan worden.

26. De bij deze verordening vastgestelde microbiologische criteria moeten geëvalueerd en zo nodig bijgesteld of aangevuld kunnen worden in het licht van de ontwikkelingen op het gebied van de voedselveiligheid en de levensmiddelenmicrobiologie. Dit omvat de

voortgang in wetenschap, technologie en methodiek, veranderingen in de prevalentie en de besmettingsniveaus en in de populatie kwetsbare consumenten, evenals de eventuele resultaten van risicobeoordelingen.

29. De lidstaten moeten voor bepaalde voedselveiligheidscriteria een tijdelijke afwijking krijgen waardoor zij minder strenge criteria mogen hanteren, mits de betrokken levensmiddelen alleen op de nationale markt worden verhandeld. De lidstaten moeten de Commissie en de nadere lidstaten informeren als zij van deze tijdelijke afwijking gebruikmaken.

Algemene voorschriften:

Er zijn voorschriften voor groenten die niet gepasteuriseerd worden, dit geldt dus niet voor de producten van Machandel waarvoor wij onderzoek doen.

A) Wel is het van belang dat er in alle stadia van de productie, verwerking en distributie van levensmiddelen gezorgd wordt dat de bevoorrading met en de behandeling en verwerking van de grondstoffen en levensmiddelen zo geschieden dat aan de proceshygiëncriteria voldaan wordt.

B) De producten onder redelijkerwijs te verwachten omstandigheden bij de distributie, de opslag en het gebruik kunnen voldoen aan de voedselveiligheidscriteria die voor hun hele houdbaarheidstermijn gelden.

Waar nodig dienen levensmiddelenbedrijven na te gaan of de producten gedurende de hele houdbaarheidstermijn aan de criteria voldoen. Dit geldt voornamelijk voor kant-en-klaar producten die als voedingsbodem voor *Listeria monocytogenes* kunnen dienen.

BIJLAGE II

De in artikel 3, lid 2, bedoelde studies omvatten:

- specificaties betreffende de fysisch-chemische eigenschappen van het product, zoals pH, aw, zoutgehalte, concentratie conserveermiddelen en aard van het verpakkingssysteem, met inachtneming van de opslag- en verwerkingsomstandigheden, de mogelijkheden van besmetting en de houdbaarheidstermijn, en
- raadpleging van de beschikbare wetenschappelijke literatuur en onderzoeksgegevens betreffende de groei- en overlevingseigenschappen van de betrokken micro-organismen.

Indien dit op grond van bovengenoemde studies nodig geacht wordt, verricht de exploitant van een levensmiddelenbedrijf aanvullende studies, zoals:

- ontwikkeling van wiskundige voorspellingsmodellen voor het desbetreffende levensmiddel met behulp van kritische groei- of overlevingsfactoren voor de relevante micro-organismen in het product;
- testen om na te gaan of het micro-organisme na inoculatie in het product kan groeien of daarin kan overleven onder uiteenlopende redelijkerwijs te verwachten opslagomstandigheden;
- studies ter evaluatie van de groei of overleving van de relevante micro-organismen die in

het product aanwezig kunnen zijn gedurende de houdbaarheidstermijn onder redelijkerwijs te verwachten omstandigheden bij distributie, opslag en gebruik.

Bij bovengenoemde studies moet rekening gehouden worden met de inherente variabiliteit van het product, de desbetreffende micro-organismen en de verwerkings- en opslagomstandigheden.



Bibliografisch document over incubatie testen voor conserven

Dit document geeft een overzicht weer van de belangrijkste regelgeving in Europa en van de wereld voor incubatietesten van conserven.

Afhankelijk van het land, moeten de testen die worden toegepast zijn beschreven in een voorschrift voor voedselveiligheid (a.d.h.v. wetten en besluiten) of in een praktijkhandleiding. De landen zonder specifieke regelgeving moeten verwijzen naar de specifieke regelgeving van de *Codex Alimentarius* of naar de Noord-Amerikaanse regelgeving.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de vereisten.

Land	Wetgeving	Incubatietest	Opmerkingen
EU	Reglement 852/2004	Geen	Verwijzing naar erkende internationale standaarden (zoals CODEX)
Canada	CFIA inspectie handleiding verwerkte producten	10 dgn op 37°C	Verzoek om validatie voor thermische behandelingen naar de tekst van de NFPA
<i>Codex Alimentarius</i>	Code of practice voor conserven CAC/RCP 23 rev 2 1993	10 tot 14 dgn op 37°C	De test op 55°C wordt niet gebruikt voor producten die naar koude landen gaan
<i>Codex Alimentarius</i>	Code of practice conserven aseptisch afgevuld CAC/RCP40 1993	10 dgn op 35°C	
Duitsland	Geen specifieke regelgeving	Geen	De controlerende laboratoria testen 10 dgn op 35°C/37°C
Spanje	Koninklijk besluit 2420/1978	Geen	De controlerende laboratoria testen 14 dgn op 35°C/37°C
Italië	besluit n°155 van 26/05/1997	Geen	Officiële laboratoria testen 14 tot 20 dgn op 32 °C en 7 tot 10 dgn op 55°C
Nederland	Reglement van Produktschap augustus 1989	7 dgn op 37°C of 10 dgn op 35°C	De test op 55°C wordt niet gebruikt voor producten die naar koude landen gaan
Verenigd Koninkrijk	Geen specifieke regelgeving Code of good practise	14 dgn op 37°C, 5 tot 14 dgn op 55 °C	De test op 55°C wordt niet gebruikt voor producten die naar koude landen gaan
VS	FDA 21 CFR part 113/ USDA 9 CFR part 318	10 dgn op 35°C	

Het verslag n, het aantal waargenomen micro-organismen van de geïncubeerde conserven op n_0 , het aantal waargenomen micro-organismen in de bewaarde conserven op kamertemperatuur is vereist in de regelgeving. Verandering in pH-waarden als gevolg van het niet naleven zijn niet gespecificeerd in dit reglement.

Conclusies

Alleen de incubatietest op 35 °C of op 37 °C (minder vaak op 32 °C) **wordt algemeen erkend** voor de stabiliteitscontrole van gesteriliseerde conserven. **De incubatietest op 55°C is alleen aan te raden** om de stabiliteit te controleren bij bewaarcondities met hoge temperaturen (tropische landen) van niet zure conserven.

Bijlage VI – wetgeving Israël

Importlicentie door de FCS (food control service)

Elk product moet voldoen aan de officiële standaarden en regulering van het uitvoerende land, voordat het naar het land van bestemming mag worden geëxporteerd.

De regering van Israël vereist dat voeding en gezondheidsproducten worden geregistreerd bij het Ministerie van Gezondheid alvorens ze kunnen worden verkocht in het land.

Goedkeuring door de Food and Drug Administration (FDA) voor voeding en gezondheidsproducten is niet verplicht, maar Israëlische importeurs geven de voorkeur eraan als het de productregistratie proces en de importlicentie goedkeuring helpt versnellen. Product registratie neemt normaal gesproken 4-6 week in beslag wanneer alle documenten in orde zijn.

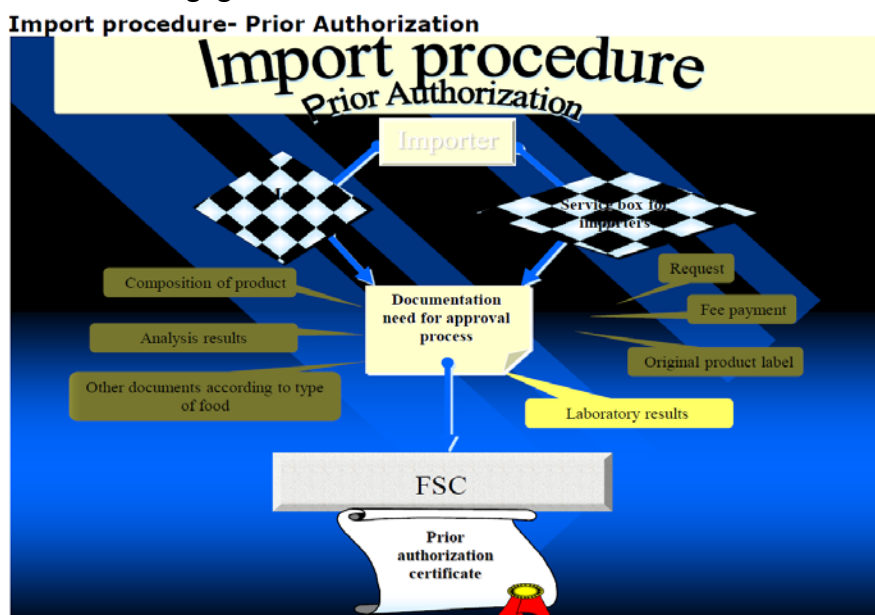
In Israël zijn er vier organisaties die betrokken zijn bij de import procedure. De nationale Food Control Service (FCS), onderdeel van het Ministerie van Gezondheid, het Instituut voor Standaarden van Israël, de Israëlische veterinaire en diergezondheid service en de Plant Protection and Inspection Services.

Het FCS is verantwoordelijk voor voedsel importlicenties en is berucht om zijn moeilijke eisen voor hoogwaardige voedingsmiddelen. Afhangend van het product hebben de Ministeries van Handel en Agricultuur verantwoordelijkheid voor het beheer van de quota in het kader van de vrijhandelsovereenkomst.

Alle voedingsmiddelen die worden geïmporteerd naar Israël moeten voldoen aan de officiële standaarden en reguleringen van het land, dat zijn:

- The Public Health Regulations
- Official Standards
- Relevant Directives of the FCS per voedingsmiddel

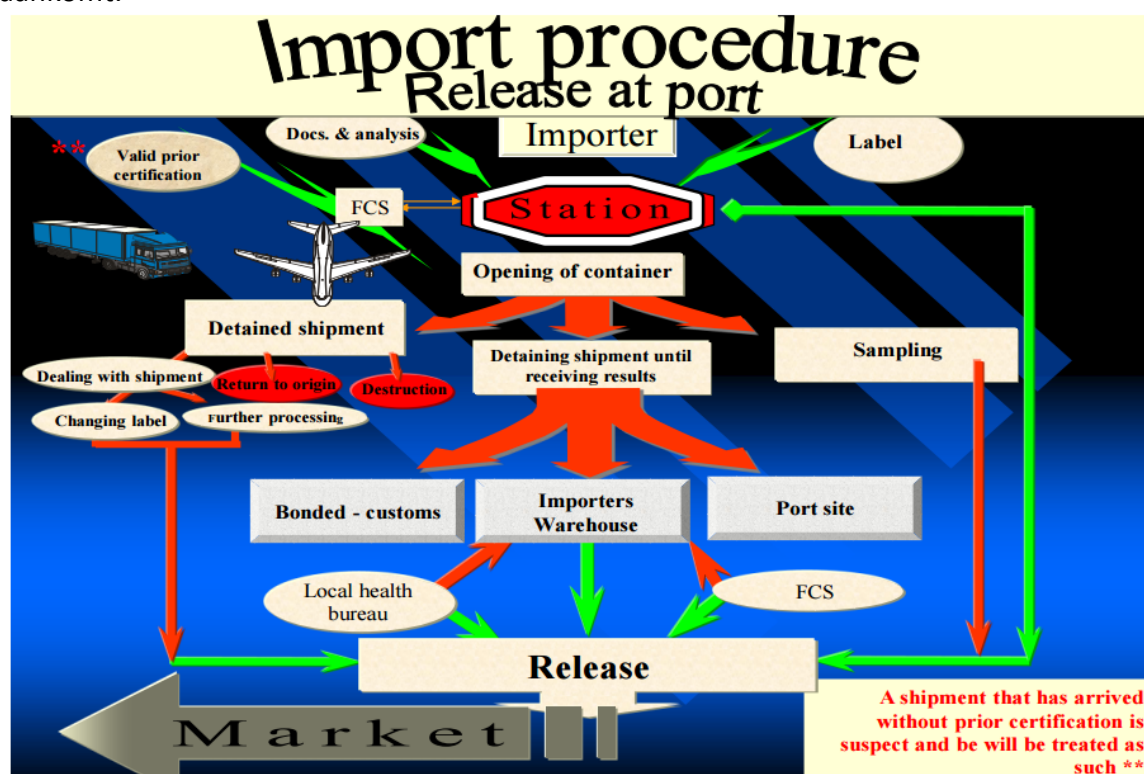
Een visuele weergave van hoe het proces loopt van het verkrijgen van een importlicentie, hieronder weergegeven.



Source: FCS

Voedsel import procedure – vroege registratie en uitvoeren van de haven

Hieronder is visueel weergegeven hoe het proces verloopt vanaf het punt dat het transport aankomt.



Source: FCS

** Geïmporteerde voedingsmiddelen worden verdeeld in twee groepen, "sensitive" en "non-sensitive", weergegeven in de tabel hieronder.

"Sensitive" Food Products (updated on April 6th, 2012 but subject to future modification)

1. Milk products, and milk products substitutes, including canned products
2. Meat and poultry products, and their substitutes, including canned products
3. Fish products and their substitutes, sea food, including canned products.
4 Food supplements: vitamins, minerals and herbs
5. Baby food, including infant formula, follow-up formula, baby porridge, puree baby food,
biscuits baby food, fruit juice baby food,
6. Eggs products, including confectionery products that contain eggs
7. Canned food (pH $\geq$ 4.5)
8. Gelatine products, including products that contain gelatine
9. Honey products according to the Israeli Honey Standards (SI 373)
10. Other food products that have to be storage in low temperature
11. Mineral water and other bottled water
12. Mushroom products, which mushroom is a main ingredient.
13. Food products for people with metabolic disorders (for people with PKU; Gluten-free food
products; Lactose-free food products; Low calorie food products; Free of sugar food products)
14. Beverages that are based on mineral water
15. Food products for athletes
16. Mayonnaise and spreads that contain eggs

17. Fresh fruit and vegetables
18. Vitamins, minerals and amino acids, which is consumed by the food industry
19. Colour additives for the retail market
20. Food products containing caffeine above 150 ppm (excluding coffee and tea)
21. Other kind of foods that the food and nutrition services decided that it's a "sensitive" food product

De met geel gearceerde punten zijn voor Machandel van belang als zijnde "sensitive" voedingsmiddelen productgroep.

Algemeen

De vroege registratie procedure is bedoeld om het importproces van voeding te verkorten en een database te creëren voor alle voeding die geïmporteerd wordt in Israël en door de Palestijnse autoriteit. De procedure stelt de importeur niet vrij van het voldoen aan alle wettelijke eisen.

Doel van de procedure

- Vergroten van de kwaliteit en veiligheid van voeding.
- Verkorten en versimpelen van het import proces en de bijbehorende licenties.
- Een database creëren van de voeding die geïmporteerd wordt in Israël voor diverse doeleinden, vooral voor een efficiënt risico management.

Principiële activiteiten

- Benadrukken van de verantwoordelijkheid van de importeur en verzekering van de veiligheid en kwaliteit van de te importeren voeding, terwijl de FCS (Food Control Service) focust op de betrouwbaarheid van de importeur en de bron van de voeding.
- Inleidende condities voor het vrijlaten van gewone voeding uit de quarantaine hangen af van de registratie van de importeur en een voedingsregistratie van tevoren in de importafdeling in de FCS.
- de registratie bij de importafdeling van de FCS wordt gedaan bij een importeur voor alle reguliere geïmporteerde voeding.
- Het is de verantwoordelijkheid van de importeur om de documenten in bezit te hebben, inclusief labresultaten en gedetailleerde bewijsmaterialen van de kwaliteit en veiligheid van het geïmporteerde voedsel. De documenten moeten beschikbaar zijn wanneer een inspecteur er naar vraagt. De importeur is verplicht om ook de ingrediëntenlijst, de additievenlijst en het Hebreeuwse label(en het origineel, wanneer mogelijk) in bezit te hebben.
- De importeur is verantwoordelijk voor het voldoen aan alle voedselregelgevingen van geïmporteerde voedsel, inclusief de houdbaarheid.
- Ten minste 5% van alle geïmporteerde voeding wordt random getest en de importeur wordt gevraagd om alle documenten te laten zien (of deels) aan de inspecteur als dat wordt gevraagd. Ten minste een product van een groep dat is vrijgelaten wordt random getest, fysiek of door testen op het lab. Bijgevoegde testen worden uitgevoerd wanneer het product op de markt is.

Elk gebrek dat is waargenomen in een fase zal de importeur een statusverandering geven van 'onbetrouwbare importeur' en de producten mogen worden teruggehaald.

- Hebreeuwse labels moeten voldoen aan de gecertificeerde benodigdheden volgens de 'Early Registration of imported food'.

Definities

- "Onbetrouwbare importeur", de status van een importeur die faalde om te voldoen aan de standaarden voor voedselkwaliteit en –veiligheid. Deze tijdelijke status is gedetermineerd door de FCS manager, of door iemand die geaccrediteerd is door de manager. Gedurende deze periode is het bedrijf geïdentificeerd als een "onbetrouwbare importeur", alle geïmporteerde producten zullen worden getest. De status komt tot een eind aan het einde van de gedefinieerde periode of zal worden verlengd aan de hand van de testresultaten (1^e schending, 1 jaar en 10 verscheppingen; 2^e schending, 2 jaar en ten minste 10 verscheppingen).
- Certificaat "Early Registration of imported food", een document ingediend door de FCS, toegekend aan een bepaalde importeur voor een bepaald voedselproduct, geldig tot de gedefinieerde datum aangeduid op het certificaat.
- "Sensitive Food", voeding aangegeven in de lijst met " Sensitive" voedingsproducten.
- "Regular (Non sensitive) Food", elke andere voeding die niet is bijgevoegd in eerdergenoemde lijst.

Registratie en Documentatie

De volgende documenten moeten worden meegeleverd voor een aanvraag voor registratie voor het te importeren voedsel.

- Een compleet ingevuld formulier voor de aanvraag van import van voedsel.
- Factuur van betaling
- Document van de fabrikant, met logo, gericht aan de importeur met daarin de volgende informatie:
 - Volledig naam en adres van de fabrikant
 - Definitie en beschrijving van het product, inclusief de commerciële naam en catalogus nummer (als dat bestaat).
 - Als het gemarkeerd is met een code, de betekenis ervan
 - Voor geconserveerde producten de pH-waarde van het product
 - Volledige naam en adres van de exporteur
 - Als het product niet verkocht wordt in het land waar het is gemaakt, moet er een document bijgevoegd zijn dat bevestigt dat het product is gemaakt voor Israël en het overeenkomt met de standaarden in het land van fabricatie.
- Bevestiging toegevoegd van een gemachtigde instantie dat de fabriek onder zijn inspectie staat. Een van de volgende documenten moeten worden meegeleverd:
 - Toestemming van de fabriek
 - ISO9000 of ISO22000 certificaat
 - Vrije Verkoop certificaat
 - Gezondheidscertificaat

De volgende documenten moeten worden bijgevoegd door een bevoegde autoriteit:

- Een goedkeuring van een bevoegde instantie die de producent onder zijn controle staat
- Fabricagelicentie
- ISO9000 of ISO22000 certificering

- Vrije verkoop certificering
- Gezondheidscertificering

Voor “Sensitive Products” moeten de volgende producten worden meegeleverd in duplo:

- De samenstelling van het product, door de producent
- Chemische en microbiologische testen, ondertekend door de product of bij de tester.
- Originele verpakking van het product zoals het verkocht wordt in het land van fabricage. Voor een product dat speciaal voor Israël of voor de Palestijnse Autoriteit (PA) wordt gemaakt moet een verklaring van de fabrikant worden meegeleverd, dat het product is geproduceerd voor Israël/PA en de etikettering moet overeenkomen met het regels zoals die zijn opgezet in Israël.
- Een goedkeuring van een bevoegde instantie
- Voor laag zure producten (onder of gelijk aan pH-4,5) moet een document worden toegevoegd dat beschrijft hoe het productie proces is. Dat moet voor elke maat van verpakking gebeuren
- Eventueel decoderen van codes
- De documenten moeten origineel zijn en officieel bij de entiteit (fabrikant, leverancier, laboratorium, bevoegde instantie) die ze toevoegt
- Elk ander document wat wordt gevraagd door de FCS

(Verdonk, 2013)

Bijlage VII – Recepturen groenteconserven

Receptuur champignons

- Blancheren Verse champignons aan het stoomkanon toevoegen, 3x per minuut 1 bak à 4kg. Op de langzaamste stand (6,7 minuut) gaan deze er doorheen.
- Stenenvanger Via de stenenvanger worden de champignons terug gekoeld. Deze moet elke pauze worden gecontroleerd en geleegd. De champignons worden opgevangen in een weekbak met plastic zak met koud water. De bak met koud water goed terug koelen en over laten stromen. Wanneer de champignons zijn terug gekoeld, wordt er ca. 850 gr citroenzuur per weekbak (400kg) toegevoegd en goed gemengd.
- Champignonsnijder De champignons worden gesneden. Op het snijmes wordt water gespoten om de champignons eraf te spoelen. De champignons moeten hierna snel worden afgevuld i.v.m. verkleuring.
- Opgiet bereiden De opgiets wordt ondertussen apart bereid in een ketel. Hiervoor wordt het zeezout en citroenzuur afgewogen en toegevoegd aan water. Dit wordt opgewarmd tot gewenste temperatuur. Daarna worden ook de pH en de Brix gemeten en geregistreerd.
- Pottenkeren Controleer voor begin of luchtblazer aan staat en registreer op dagregistratie.
- Trommelvuller De gesneden champignons z.s.m. afvullen. Controleer en registreer voor en na afvullen of alle bouten in de trommelvuller nog aanwezig zijn. Bij afwezigheid blokkade procedure starten en KD waarschuwen. Elk kwartier inweeggewicht meten en registreren.
- Opgiet Potten afvullen tot ca. 4 mm kopruimte. Elk kwartier totaal gewicht meten en registreren.
- Capper De potten worden afgesloten door onder het deksel stoom te spuiten en het deksel erop te zetten. Hierdoor wordt een vacuüm gecreëerd. Indien nodig de champignons aandrukken voor de capper. Daarna potten spoelen. Elk half uur kopruimte, stoomtemperatuur en onderdruk meten en registreren.
Normen: 4-7mm kopruimte, onderdruk: 350-600 mbar, stoomtemperatuur: >90°C.
- Duddetector Potten worden gecontroleerd op vacuüm. Voor het begin registreren op dagregistratie.
- Coderen Op de zijkant of bovenkant deksel, afhankelijk van afnemer.
- Autoclaaf 50 ml schoonmaakmiddel per autoclaaf toevoegen. Elke autoclaafbatch a.d.h.v. de grafiek controleren en registreren.
- Uitkorven Korven uit de autoclaaf halen, de potten wassen, drogen en palletiseren.

Receptuur spinazie

- Bereiding Terlet De spinazie moet licht ontdooit zijn, anders in kleine stukken hakken, bij het toevoegen in de terlet ketel 0,35% zeezout toevoegen.
- Afvullen De middelste pijpjes gebruiken. Elk kwartier afvulgewicht meten en registreren.
- Capper De potten worden afgesloten door onder het deksel stoom te spuiten en het deksel erop te zetten. Hierdoor wordt een vacuüm gecreëerd. Indien nodig de champignons aandrukken voor de capper. Daarna potten spoelen. Elk half uur kopruimte, stoomtemperatuur en onderdruk meten en registreren.
Normen: 4-7mm kopruimte, onderdruk: 350-600 mbar, stoomtemperatuur: >90°C.
- Duddetector Potten worden gecontroleerd op vacuüm. Voor het begin registreren op dagregistratie.
- Coderen Op de zijkant of bovenkant deksel, afhankelijk van afnemer.
- Autoclaaf 50 ml schoonmaakmiddel per autoclaaf toevoegen. Elke autoclaafbatch a.d.h.v. de grafiek controleren en registreren.
- Uitkorven Korven uit de autoclaaf halen, de potten wassen, drogen en palletiseren.

Receptuur doperwten en wortelen

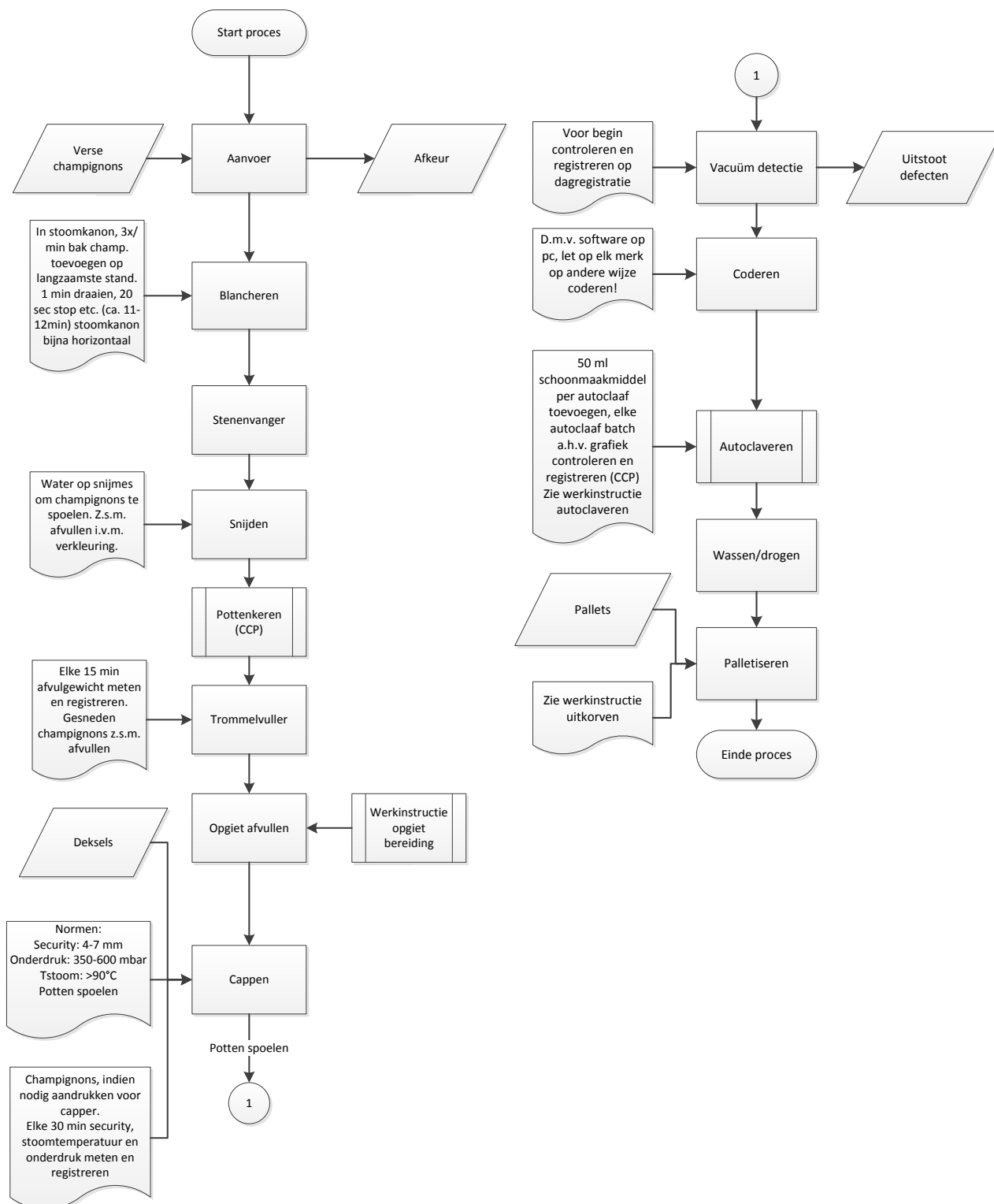
- Kistenkieper wort. Bij diepvries grondstof zorgen dat het niet ontdooit, boven de 0°C niet meer verwerken.
- Opvoerband wort./ Transportband dop. Gelijkmatische invoer naar blancheurs.
- Blancheren De wortelen worden 3-6 minuten op 90-95°C geblancheerd. De doperwten worden 5-6 minuten op 50-55°C geblancheerd.
- Pottenkeren Controleer voor het begin of de luchtblazer aan staat en registreer op dagregistratie.
- Rondvuller doperwten Doperwten goed brokvrij maken, ander problemen met afvullen. Elk kwartier afvulgewicht meten en registreren.
- Trommelvuller wort. Trommelvuller niet te vol, denk om gelijkmatige invoer. Keerschotje niet gebruiken, valstroom op opening richten. Elk kwartier afvulgewicht meten en registreren.
- Opgiet Verwarmen tot boven de 80°C. Potten afvullen tot ca. 4 mm kopruimte. Elk kwartier totaal gewicht meten en registreren.
- Capper De potten worden afgesloten door onder het deksel stoom te spuiten en het deksel erop te zetten. Hierdoor wordt een vacuüm gecreëerd. Indien nodig de champignons aandrukken voor de capper. Daarna potten spoelen. Elk half uur kopruimte, stoomtemperatuur en onderdruk meten en registreren.
Normen: 4-7mm kopruimte, onderdruk: 350-600 mbar, stoomtemperatuur: >90°C.
- Duddetector Potten worden gecontroleerd op vacuüm. Voor het begin registreren op dagregistratie.

- Coderen Op de zijkant of bovenkant deksel, afhankelijk van afnemer.
- Autoclaaf 50 ml schoonmaakmiddel per autoclaaf toevoegen. Elke autoclaafbatch a.d.h.v. de grafiek controleren en registreren.
- Uitkorven Korven uit de autoclaaf halen, de potten wassen, drogen en palletiseren.

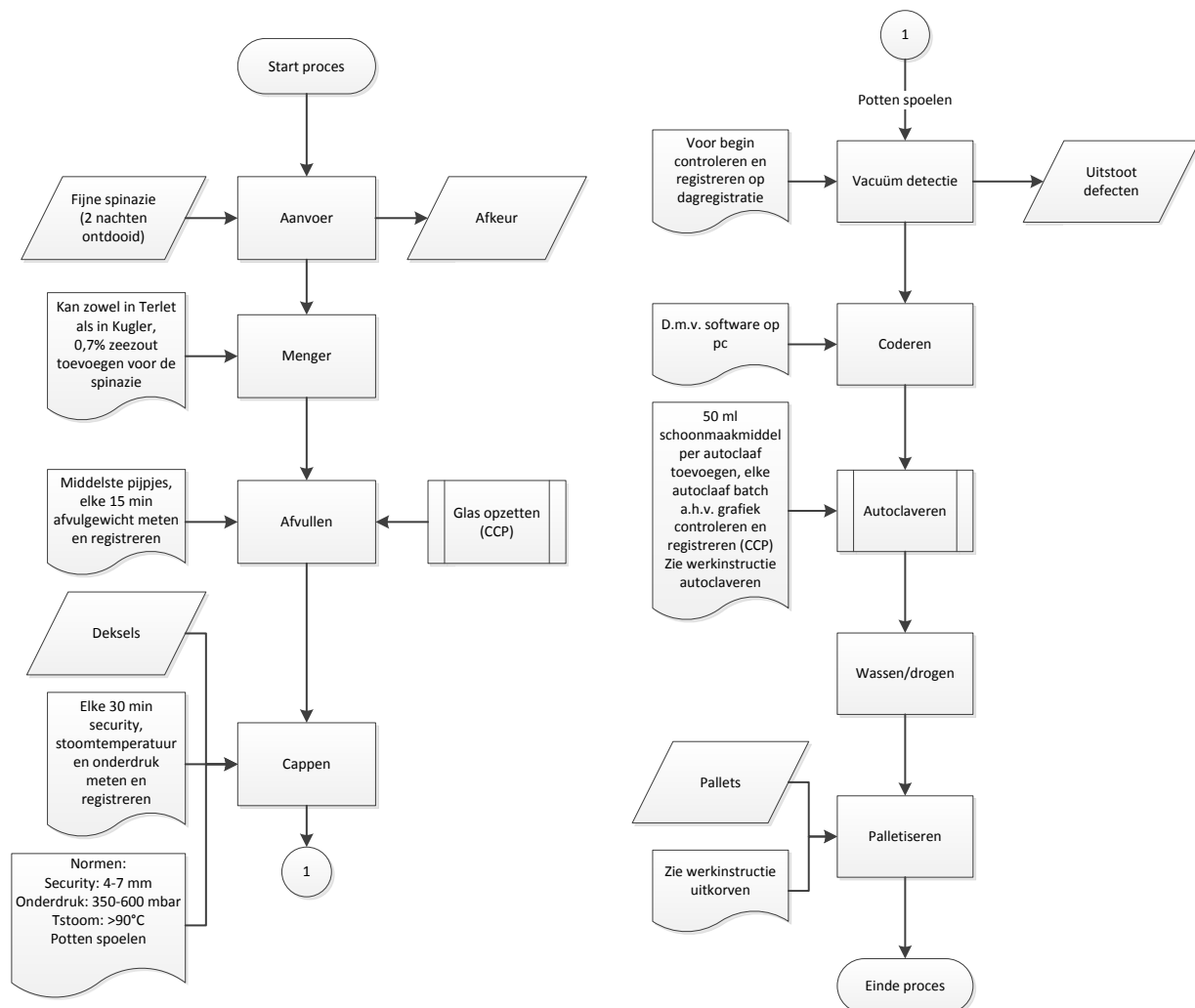
Bijlage VIII – Stroomschema's groenteconserven

In deze bijlage worden de stroomschema's weergegeven behorend bij de groenteconserven waarmee in dit project wordt gewerkt.

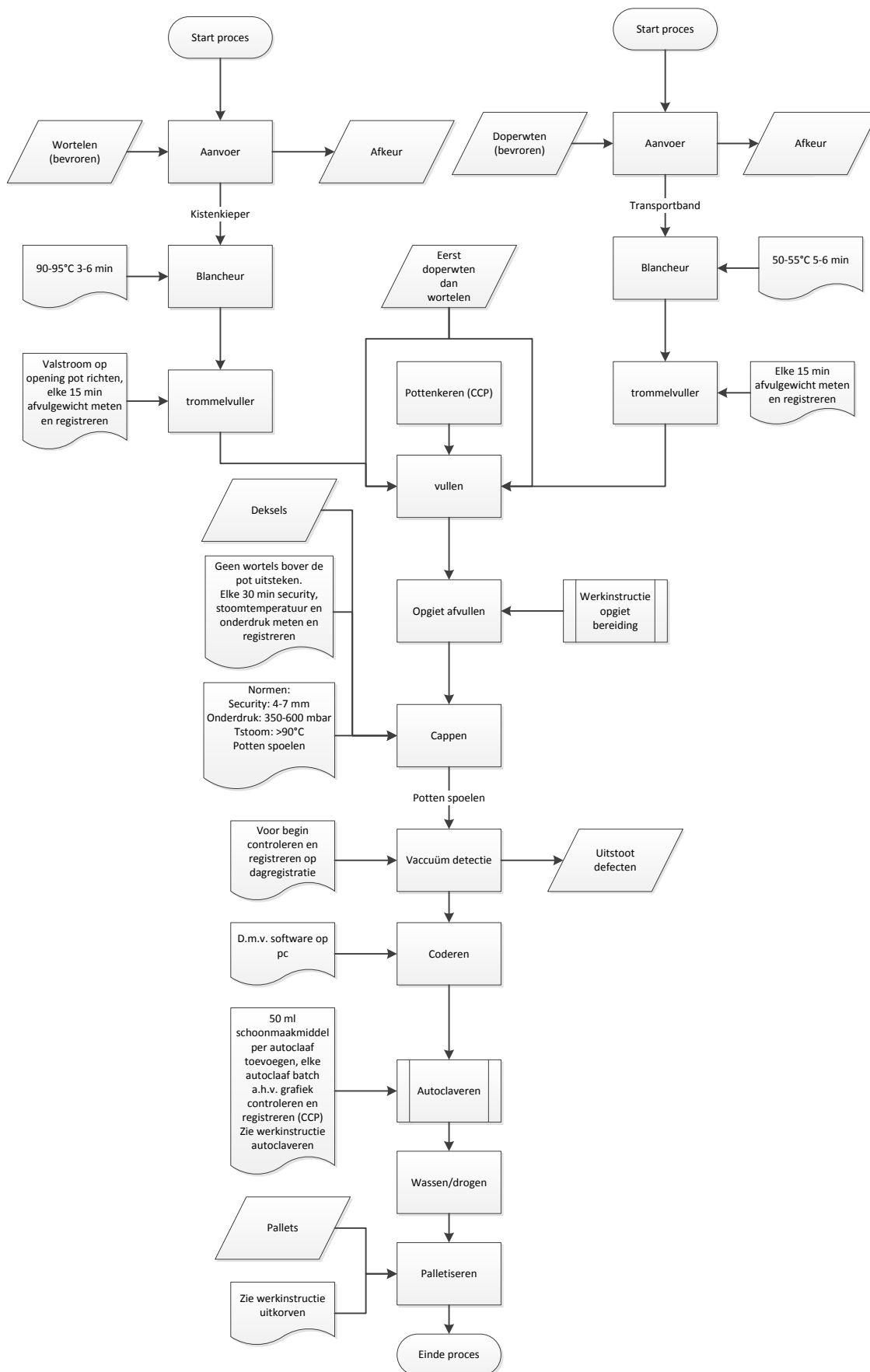
Stroomschema champignons



Stroomschema spinazie



Stroomschema doperwt en wortelen



Bijlage IX – Gegevens micro-organismen

Tabel 10: Gegevens micro-organismen

Organisme	D _{hoogst} (min.) bij 121,1 °C	D _{laagst} (min.) Bij 121,1° C	Z _{hoogst} (°C)	Z _{laagst} (°C)	Groeirange pH	Toptimum °C	Groeirange T °C
Veiligheid NL							
<i>C. botulinum</i> PO buf pH7 ¹	0,13	0,018	10,8	7,8	>4,5	32,5 ⁸	6-41 ⁸
<i>C. botulinum</i> voedsel purees ¹	2,66	0,031	11,1	7,4	>4,5	32,5 ⁸	6-41 ⁸
Thermofiel							
<i>G. stearothermophilus</i>	6,3 ¹	0,93 ⁵	12,3 ¹	7 ¹⁰	4,5 ¹³ -8,5 ¹⁰ opt 6,2- 7,5 ¹⁰	55-65 ¹⁰	37-75 ¹⁰
<i>G. stearothermophilus</i> PObuf pH 7 ¹	6,3 ¹	2 ¹	12,3 ¹	7,3 ¹	>5,2	65 ⁴	
<i>G. stearothermophilus</i> in met alginaat gegeleerde champignonpuree pH6,5	3,97 ¹⁰		7,86 ¹⁰				
<i>G. stearothermophilus</i> in gedistilleerd water pH7	3,08 ¹⁰		7 ¹⁰				
<i>G. stearothermophilus</i> in champignonextract pH 6,7	1,77 ¹⁰		7,32 ¹⁰				
<i>G. stearothermophilus</i> 2804168 blikvoeding	1,86 ²		7,4 ²				
<i>G. stearothermophilus</i> 2804138 blikvoeding ²	1,53 ²		7,6 ²				
<i>G. stearothermophilus</i> 2804173 blikvoeding	1,63 ²		9,4 ²				
<i>G. stearothermophilus</i> substraten pH 5,28	1,41 ⁵						

<i>G. stearotherophilus</i> substraten met azijn pH 4,81	0,93 ⁵						
<i>G. stearotherophilus</i> met soja en azijn pH 4,81	1,28 ⁵						
<i>T. thermosaccharolyticum</i>	0,83 ¹ - 195 ⁸		6-7 ⁶		>4,1 Opt 6,2-7,2 ⁶	55-68 ⁶	30 ³ -75 ⁷
<i>T. thermosaccharolyticum</i> PObuff pH7	3,2 ¹	0,83 ¹	14,7 ¹	6,9 ¹	4,7 opt 6,2-7,2 ⁶	55-68 ⁶	37-75 ⁷
<i>T. Thermosaccharolyticum</i>	68-195 ⁶		6-7 ⁶			55 ¹²	>35 ¹²
<i>D. nigrificans</i>	3 ¹⁵ - 55 ¹⁶		9,5		>5,6 ¹⁵	55 ³	30-70 ³
<i>D. nigrificans</i>	25,8		9,5	6,7			
<i>M. thermoacetica</i> in gistextract glucose bouillon pH 6,5	23-43 ¹¹						
<i>M. thermoacetica</i> / <i>M. thermoautotrophica</i>	3 ⁹ -69 ²		6,1-8,2 ²		4,7 ⁹ -7,6 ³	55 ³ -62 ⁹	42-66 ³
<i>M. thermoacetica</i> 1901058 blikvoeding	41,71 ²		7,9 ²		5,7-7,6 ³	56-60 ³	47-65 ³
<i>M. thermoacetica</i> fosfaatbuffer 0,2M pH 7	36,39 ²		8,2 ²		5,7-7,6 ³	56-60 ³	47-65 ³
<i>M. thermoacetica</i> 1901020 blikvoeding	50,69 ²		6,1 ²		5,7-7,6 ³	56-60 ³	47-65 ³
<i>M. thermoacetica</i>	10 ⁹	3 ⁹	6,7 ⁹		4,7-7,5 ⁹	55-60 ⁹	47-67 ⁹
<i>M. thermoautotrophica</i>					4,8-7,3 ³	60-62 ³	42-66 ³

¹(Lewis & Heppel, 2000) ²(André, Zuber, & Remize, 2013) ³(Baumgart, Becker, & Stephan, 2016) ⁴(Zhou, Dong, Setlow, & Li, 2013) ⁵(Rodrigo, Rodrigo, Fernández, Rodrigo, & Martínez, 1999) ⁶(Brown, 2000) ⁷(Pei, Pang, Zhao, Fan, & Shi, 2012) ⁸(Grecz & Arvay, 1982) ⁹(CTCPA, 2009) ¹⁰(Ocio, Fernández, Rodrigo, & Martínez, 1996) ¹⁰(Nazina, et al., 2001) ¹¹(Byrer, D.E., Rainey, F.A., & Wiegel, J., 200) ¹²(Ashton, 1981) ¹³(ICMSF, 2000) ¹⁴(Brennan & Grandison, 2012) ¹⁵(Speck, 1981) ¹⁶(Busta & Donelly, L.S., 1980)

Quality Assurance		 Organic Spinach <i>"Spinacea oleacea"</i>																						
Version: BH-11/11		Leaf portions																						
Description The product is obtained from fresh and healthy spinach (<i>Spinacea oleacea</i>). The spinach comes from the harvest of only organic cultivations. Homogeneous product, free from foreign impurities. Should appear as firm portions of spinach. The portions of spinach should possess a natural characteristic typical flavour, should not be harsh or bitter in flavour and possess no unpleasant flavours taints or off flavours/odours.																								
General																								
Appearance																								
Odour and taste																								
Microbiological requirements <table border="1"> <tr> <td>Aerobic plate count</td> <td>Ch/g</td> <td>< 1,000,000</td> </tr> <tr> <td>Anaerobic thermophilic spores</td> <td>Ch/g</td> <td>< 200</td> </tr> <tr> <td>Yeast and Moulds</td> <td>Ch/g</td> <td>< 5,000</td> </tr> <tr> <td>Staphylococcus aureus</td> <td>Ch/g</td> <td>< 200</td> </tr> <tr> <td>Salmonella</td> <td>25 gram</td> <td>not detectable</td> </tr> <tr> <td>E.coli / (Escherichia coli)</td> <td>Ch/g</td> <td>Norm < 10 ch/g Tolerance 10² ch/g</td> </tr> </table>				Aerobic plate count	Ch/g	< 1,000,000	Anaerobic thermophilic spores	Ch/g	< 200	Yeast and Moulds	Ch/g	< 5,000	Staphylococcus aureus	Ch/g	< 200	Salmonella	25 gram	not detectable	E.coli / (Escherichia coli)	Ch/g	Norm < 10 ch/g Tolerance 10 ² ch/g			
Aerobic plate count	Ch/g	< 1,000,000																						
Anaerobic thermophilic spores	Ch/g	< 200																						
Yeast and Moulds	Ch/g	< 5,000																						
Staphylococcus aureus	Ch/g	< 200																						
Salmonella	25 gram	not detectable																						
E.coli / (Escherichia coli)	Ch/g	Norm < 10 ch/g Tolerance 10 ² ch/g																						
Physical and chemical requirements <table border="1"> <tr> <td>Peroxidase test</td> <td></td> <td>negative</td> </tr> <tr> <td>Pesticide residues</td> <td></td> <td>Mg/kg < 0,01</td> </tr> <tr> <td>Lead (Vegetables, except cabbage variety's, leaf vegetables, fresh herbs and fungus)</td> <td></td> <td>Mg/kg < 0,10</td> </tr> <tr> <td>Lead (Cabbage variety's, leaf vegetables and cultivated fungi)</td> <td></td> <td>Mg/kg < 0,30</td> </tr> <tr> <td>Cadmium (Cd)</td> <td></td> <td>Mg/kg < 0,10</td> </tr> <tr> <td>Nitrate (NO3)</td> <td></td> <td>Ppm <2000</td> </tr> <tr> <td>Nitrite (NO2)</td> <td></td> <td>Ppm <5</td> </tr> </table>				Peroxidase test		negative	Pesticide residues		Mg/kg < 0,01	Lead (Vegetables, except cabbage variety's, leaf vegetables, fresh herbs and fungus)		Mg/kg < 0,10	Lead (Cabbage variety's, leaf vegetables and cultivated fungi)		Mg/kg < 0,30	Cadmium (Cd)		Mg/kg < 0,10	Nitrate (NO3)		Ppm <2000	Nitrite (NO2)		Ppm <5
Peroxidase test		negative																						
Pesticide residues		Mg/kg < 0,01																						
Lead (Vegetables, except cabbage variety's, leaf vegetables, fresh herbs and fungus)		Mg/kg < 0,10																						
Lead (Cabbage variety's, leaf vegetables and cultivated fungi)		Mg/kg < 0,30																						
Cadmium (Cd)		Mg/kg < 0,10																						
Nitrate (NO3)		Ppm <2000																						
Nitrite (NO2)		Ppm <5																						
Processing details The spinach passes through an aero separator, is washed several times, blanched, pressed into portions and individually quick frozen.																								
Qa - Qc dep.	 04-2012	1 of 2																						

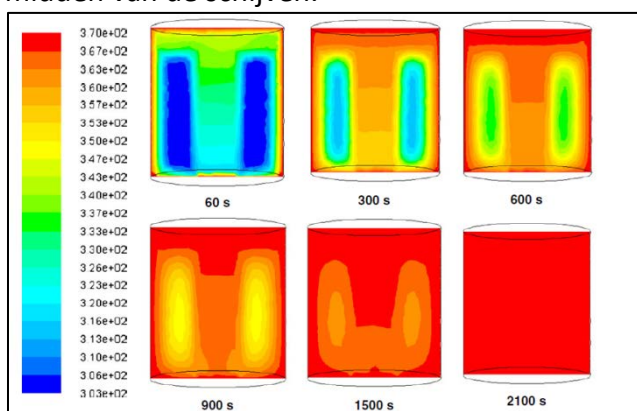
Quality Assurance		Organic Spinach "Spinacea oleracea"	
Version: BH-11/11	BIO CORE		Leaf portions
Defects	Definition	Allowable	
Size	Misshaped portions and broken portions	25% per 1000g	
Clumps	Where three or more pieces are frozen together which cannot be readily separated without causing damage. Any material not derived from the spinach plant or defined as EVM, such as insects, pieces of insects, soil, wood, glass, stones, metal, snails, slugs or any other material which will render the product unacceptable.	10 per 1000 g	
Foreign matter [mm]	Any vegetable material, other than spinach which is derived from the spinach plant, or other harmless vegetable material such as skin or leaf pieces.	nil per 5000g	
Extraneous vegetable matter [mm]	Any vegetable material, other than spinach which is derived from the spinach plant, or other harmless vegetable material such as skin or leaf pieces.	6 per 1000g	
Discoloration leafs	Yellow leaf or discoloured leafs in the portions covering an area greater than 6 mm in diameter but less than 25% of the surface area	12 per 1000g	
Minor blemishes	Discoloured area, either as a single or as an aggregate of blemishes, covering an area of less than 6 mm in diameter, not being a single blemish of.	15 per 1000g	
Packaging	a. cardboard box, 10 kg net weight, incl. PE liner, sealed b. multilayer PE lined paper bags, 25 kg net weight, stretchwrapped on europallets [to be exchanged]		
Pallet factor	720 (10 kg cardboard boxes) 750 (25 kg bags)	Product description	
Labelling	Net weight Production date or code / best before date Supplier details		
Ready to eat	After heating for 5 min – 800 watt		
Best before date	Storage life at –18°C: 3 years after production date		
Qa – Qc dep.	 04-2012	2 of 2	

Quality Assurance				Organic Mushrooms "Agaricus bisporus"
Version: BH-09/01				Sliced 5-7 mm
Description				
General	The product is obtained from fresh and healthy mushrooms (<i>Agaricus bisporus</i>). These mushrooms come from the harvest of only organic cultivations.			
Appearance	Homogeneous product, free from foreign impurities with a creamy brown, typical of frozen mushrooms yellow/white appearance.			
Odour and taste	The slices of mushroom possess a natural characteristic flavour typical for mushrooms, not harsh or bitter in flavour and no unpleasant flavours taste or off flavour/odours			
Microbiological requirements				
Total count	gram	< 5,000,000	cfu	
Aerobic thermophilic spores	gram	< 1,000	cfu	
Anaerobic thermophilic spores	gram	< 200	cfu	
Staphylococcus aureus	gram	< 200	cfu	
Salmonella	25 gram	not detectable		
Physical and chemical requirements				
Pesticide residues	ppm	< 0,01		
Mercury	ppm	< 0,02		
Lead	ppm	< 0,10		
Cadmium	ppm	< 0,05		
Processing details				
The product is manufactured from freshly harvested, organically grown, selected, open mushrooms of <i>Agaricus bisporus</i> . All mushrooms will have all roots removed, are inspected for defects and foreign matter, stored to remove any EVM or other matter, washed and sliced 5-7 mm and then individually quick frozen to -18° C in a free flow condition.				
Qa - Qc dep.	 11-2009		1 of 2	

Quality Assurance				Organic Mushrooms 'Agaricus bisporus'	
Version: BH-09/01				Sliced 5-7 mm	
Defects		Definition		Allowable	
Size	Sliced product in individually quick frozen form.	5-7mm			
Clumps	Where three or more pieces are frozen together which cannot be readily separated without causing damages.	10 per 1000 g			
Foreign matter [fm]	Any material not derived from the mushroom, such as insects, pieces of insects, soil, wood, glass, stones, metal, snails, slugs or any other material which will render the product unacceptable.	nil per 1000g			
Extraneous vegetable matter [evm]	Any vegetable material other than the mushroom cap and stalk such as roots.	2 per 1000g			
Blemishes	Any mushrooms affected by diseases or disorders such as blight, fungal infections, freezer burn or dehydration.	4 per 1000g			
Packaging		a. cardboard box, 10 kg net weight, incl. PE liner, sealed b. multilayer PE lined paper bags, 25 kg net weight, shrinkwrapped on europallets [to be exchanged]			
Labelling		Product description Net weight Production date or code / best before date Supplier details			
Best before date		2 years after production date			
Qa - Qc dep.		 11-2009		2 of 2	

Langzaamst verhitte punt

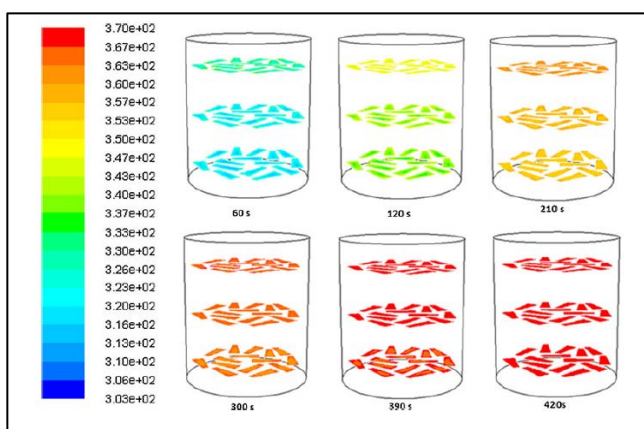
Tijdens conductieverhitting van dik viskeuze vloeistoffen, waar dus wel stroming aanwezig is, is het punt dat het langzaamst warm wordt gepositioneerd in het geometrische centrum van het blik (Kumar, Bhattacharya, & Blaylock, 1990). In het geval van pure convectie verhitting van vloeibare voeding, het langzaamst verhitte punt op 10-15% van de blikhoogte (Pflug, 1987). De vloeistof geleidt beter dan de vaste delen en zal dus sneller op de gewenste temperatuur zijn dan de vaste delen. Ananasschijven worden het langzaamst verhit in het midden van de schijven.



Figuur 19: Temperatuurcontouren in Kelvin van de geblikte ananasschijven in suikeroplossing (Kumar, Bhattacharya, & Blaylock, 1990)

Bovenstaande figuur geeft aan dat de schijven aan de boven en onderkant het snelst verhit worden en de hitte daarna overgaat naar de binnenkant van de schijven, dit gebeurt vanaf de buitenkant van de schijven. Dit geeft aan dat de verhitting door conductie en convectie plaatsvindt. Het baseren van het proces op conductie leidt tot te lange sterilisatietijden en verlies van kwaliteit van het product.

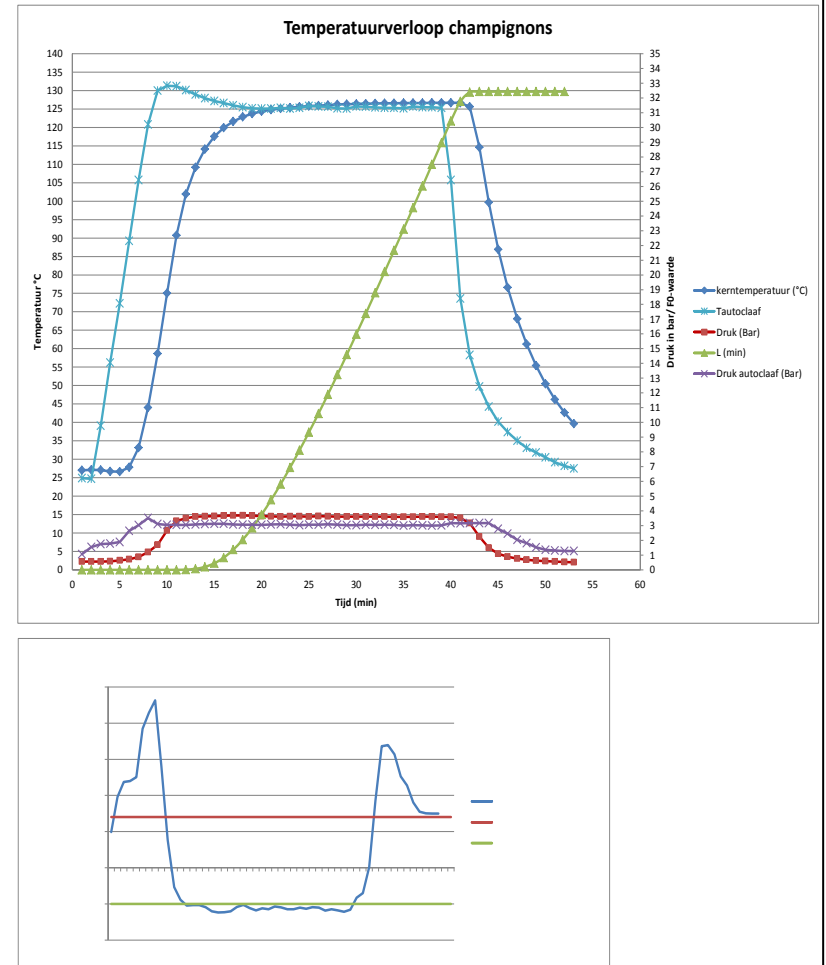
Bij stukjes ananas is de steady state verhitting sneller. Bij de losse stukjes worden de bovenste stukjes in het blik net iets sneller verhit dan de stukjes op de bodem en het midden van het blik. Het midden en bodem waren bijna hetzelfde. Dit kan komen door de natuurlijke convectie, waarbij de warmere vloeistof naar boven gaat en zo de temperatuur in de bovenkant van het blik verhoogt.



Figuur 20: Temperatuurcontouren in Kelvin van de geblikte ananasstukjes in suikeroplossing

Bijlage XII – Verloop sterilisatieproces

Tref	125 °C	proefautoclaaf	125	30 buitenkant
10				
27,0				
ti	27,0			
tijd (min)	kerntemperatuur (°C)	LR	LRgem	AL
1	27,03	1,59588E-10		
2	27,12	1,6293E-10	1,61259E-10	1,61259E-10
3	27,07	1,61065E-10	1,61997E-10	3,23256E-10
4	26,68	1,47231E-10	1,54148E-10	4,77404E-10
5	26,62	1,45211E-10	1,46221E-10	6,23625E-10
6	27,81	1,90985E-10	1,68098E-10	7,91723E-10
7	33,13	6,5013E-10	4,20558E-10	1,21228E-09
8	44,05	8,03526E-09	4,3427E-09	5,55498E-09
9	58,68	2,33346E-07	1,20691E-07	1,26246E-07
10	75,06	1,01391E-05	5,18623E-06	5,31248E-06
11	90,72	0,00037325	0,000191695	0,000197007
12	101,91	0,004909079	0,002641164	0,002838172
13	109,17	0,026121614	0,015515346	0,018353518
14	114,11	0,081470428	0,053796021	0,072149539
15	117,53	0,179060585	0,130265507	0,202415046
16	119,94	0,31188958	0,245474772	0,447889818
17	121,64	0,461317575	0,386603266	0,834493084
18	122,86	0,610942025	0,5361298	1,370622884
19	123,73	0,746448758	0,678695392	2,049318275
20	124,34	0,859013522	0,80273114	2,852049415
21	124,79	0,952796164	0,905904843	3,757954258
22	125,12	1,028016298	0,990406231	4,748360489
23	125,39	1,093956366	1,060986332	5,809346821
24	125,63	1,156112242	1,125034304	6,934381126
25	125,8	1,202264435	1,179188338	8,113569464
26	125,93	1,238796587	1,220530511	9,334099975
27	126,07	1,279381304	1,259088945	10,59318892
28	126,22	1,324341535	1,30186142	11,89505034
29	126,31	1,352072563	1,338207049	13,23325739
30	126,38	1,374041975	1,363057269	14,59631466
31	126,43	1,389952631	1,381997303	15,97831196
32	126,48	1,406047524	1,398000078	17,37631204
33	126,53	1,422328787	1,414188156	18,79050019
34	126,57	1,435489433	1,42890911	20,2194093
35	126,6	1,445439771	1,440464602	21,65987391
36	126,61	1,448771854	1,447105812	23,10697972
37	126,64	1,45881426	1,453793057	24,56077278
38	126,65	1,462177174	1,460495717	26,02126849
39	126,68	1,472312502	1,467244838	27,48851333
40	126,69	1,475706533	1,474009518	28,96252285
41	126,7	1,479108388	1,477407461	30,43993031
42	125,63	1,156112242	1,317610315	31,75754063
43	114,59	0,090991327	0,623551785	32,38109241
44	99,65	0,002917427	0,046954377	32,42804679
45	86,9	0,000154882	0,001536154	32,42958294
46	76,57	1,43549E-05	8,46183E-05	32,42966756
47	68,12	2,05116E-06	8,20303E-06	32,42967576
48	61,19	4,15911E-07	1,23354E-06	32,429677
49	55,37	1,08893E-07	2,62402E-07	32,42967726
50	50,45	3,50752E-08	7,19841E-08	32,42967733
51	46,2	1,31826E-08	2,41289E-08	32,42967735
52	42,62	5,78096E-09	9,48176E-09	32,42967736
53	39,66	2,92415E-09	4,35256E-09	32,42967737
F totaal		32,42967737		



Figuur 21: Verloop sterilisatieproces

PERSBERICHT 01-06-2016, Haulerwijk

Groenteconserven uit Friesland naar de tropen

Twee voedingsmiddelentechnologie studenten van Van Hall Larenstein hebben vanaf februari groenteconserven tropenbestendig gemaakt. Machandel BV. kan nu ook exporteren naar warme landen.

Fabrikant van biologische conserven Machandel BV. uit Haulerwijk, kan groen licht geven aan de verzending van geconserveerde champignons, doperwten en wortels en spinazie naar (sub)tropische landen. De studenten van het van Hall Larenstein hebben vanaf februari onderzoek gedaan en testen uitgevoerd om de producten stabiel te krijgen bij temperaturen boven de 40 graden. Dit is nu gelukt met behoud van de kwaliteit.

Door eerst het huidige productieproces te na te bootsen zijn er met behulp van die gegevens voorspellingen en berekeningen gemaakt waarmee uiteindelijk een nieuw proces is ontworpen. Met dit proces is de stabiliteit van de producten geborgd volgens de regelgeving in (sub)tropische landen. Er zijn hiervoor modellen gemaakt die ook toepasbaar zijn op andere producten. Naast de stabiliteit voldoet ook de kwaliteit aan de normen van het bedrijf.

Het bedrijf kan op deze manier voldoen aan de groeiende vraag naar groenteconserven in (sub)tropische landen en heeft zo een goede opstap om van de overige (groente)conserven het productieproces om te zetten naar een proces dat geschikt is om de stabiliteit te behouden in warme landen. Eigenaar van familiebedrijf Machandel BV., Piet Glasbeek, is 30 jaar geleden begonnen met een klein bedrijf dat biologisch-dynamische zuurkool produceerde. Nu jaren later heeft het bedrijf een breed scala aan biologisch-dynamische conserven producten. Er worden er producten als kokosolie, spreads, sauzen, notenpasta's, groenten en fruitconserven en soepen geproduceerd. Kwaliteit staat hierbij hoog in het vaandel.

Voor meer informatie over het bedrijf en voor een uitgebreid overzicht van het assortiment, zie de website: <http://www.machandel.com/>