# Sikker og sund fermentering af grøntsager.

Anne Marie Fuglsang-Damgaard, Heidi Friis Hansen og Ulla Uebel.

## 1. Abstract

Fermentering af grøntsager er blevet moderne i Danmark samtidig med, at myndighederne advarer om, at danskernes høje indtag af salt er skadeligt for danskernes helbred. Derfor er fokus i dette forskningsprojekt om, det er muligt at fremstille sauerkraut med lavt tilsætning af salt og samtidig opnå velsmagende produkter, som man kan spise uden at få fødevareforgiftning.

Der er lavet 2 forsøg i projektet.

1. et fuldfaktorforsøg med 2 faktorer på 2 niveauer. De to faktorer er salt og starterkultur. Niveauerne for salt var 0,75% og 2,0%. Starterkulturen var Lactobacillus plantarum. Niveauerne for starterkulturen var 0g/3 kg kål og 1g/3 kg kål. Forsøget blev gennemført ved en temperatur på ca. 16oC.
2. det andet forsøg blev gennemført på sammen måde, men ved ca. 19oC.

Der er opsamlet temperaturer og pH under fermenteringen ved begge forsøg.

Forsøg 1 er analyseret ved en sensorisk analyse (profilanalayse), hvor den sure, den salte og den fermenterede smag samt sprød textur blev bedømt. Desuden blev der lavet mikrobielle analyser for mælkesyrebakterier. pH-målingerne fra forsøgene er brugt i præditive modeller for at vurdere risikoen for udvikling og for muligt henfald af Listeria samt udvikling af Safylokokkus aureus og dannelse af toksin. Desuden er der lavet en risikofaktoranalyse på produktionen.

Vore forsøg viser:

* at fermentering ved 20oC giver hurtigere pH-fald end 16oC og er dermed et bedre temperaturvalg,
* at starterkultur ligeledes giver hurtigere pH-fald end spontan fermentering,
* at lav saltprocent kan påvirke konsistensen negativt, idet kålen kan blive blød, men vores forsøg giver ikke et helt klart billede af salts påvirkning af pH-faldet og konsistensen
* og at det er vigtigt, at kålen er dækket med væske, og miljøet dermed er iltfrit.

På baggrund af vores forsøg og litteraturstudier samt DTU’s beregninger vil vi anbefale, at man ved fremstilling af fermenterede grøntsager overholder følgende for at få sikre og velsmagende produkter:

* anvender friske råvarer,
* bruger rene hansker ved håndtering under fremstillingen,
* tilsætter 2-2,5% salt,
* bruger starterkultur og dermed får et hurtigt pH-fald,
* sikrer, at kålen er dækket af væske,
* og sikrer, at temperaturen er 20oC under fermenteringen.

## 2. Keywords: Sauerkraut, fermentation, sensory analysis, sodium chloride, texture, HACCP, CCP, PRP.

## 3. Introduktion

”Levende mad: Den gamle konserveringsform fermentering er blevet moderne igen. Fermenteret grønt er nemlig fyldt med gavnlige bakterier og kan nemt laves der hjemme.” skrev Politiken den 25. oktober 2015. Desuden kan fermentering medvirke til mindre madspild, skabe sunde fødevarer og udvikle nye smage. Det er bare nogle af de gode sider ved fermentering, som fremhæves i artiklen (Bencke & Ehrbahn, 2015).

Kendskabet til metoden udbredes ved udsendelse af bogen Fermentering (Ejlersen, Peterson, & Ingemann, 2015) og via [Kamilla Plums hjemmeside](http://fuglebjerggaard.dk/fermentering/maelkesyregaering.html) . Desuden udbydes kurser af [Meyers Mad](http://www.meyersmad.dk/book/madkurser-og-events/madhandvark/fra-ol-til-kimchi---kursus-i-fermentering-v-erik-lautrup-nielsen/) og [Københavns Madhu](http://shop.kbhmadhus.dk/kurser/begivenhed/447-fermentering)s. Metoden kan derfor hurtigt finde indpas i restauranter og private hjem. På [Meyers Hjemmeside](https://www.meyersmad.dk/lav-mad/opskrifter/fermenteret-kal-med-hvidlog-og-chili/) findes der også opskrifter på fermenterede produkter. Her foreslås det at styre processen ved hjælp af løbende smagsprøver. Men er det godt nok?

Hvis man ønsker at spise de fermenterede grøntsager med levende bakterier i, skal produkterne indtages uden en forudgående varmebehandling. Det betyder, at det er ekstra vigtigt at styre hele fremstillingen, så man opnår et produkt af høj sensorisk kvalitet, der samtidigt er sikkert at indtage. Det er netop høj sensorisk kvalitet og sikkerheden ved fermentering, som er fokus for dette projekt, hvor der eksperimenteres med salt og starterkultur.

### 3.1. Baggrundsviden.

Der findes en del fermenterede produkter i vores hverdag f.eks. øl, ost, pølser, yoghurt, syltede agurker og soja. Ved fermentering er det vækst af mikroorganismer: gær, bakterier eller skimmel, der ændrer fødevarens smag, textur og holdbarhed. Så fermenterede produkter indeholder mange mikroorganismer.

En del undersøgelser tyder på, som Susanne Knøchel udtaler til Politiken den 25. oktober 2015, at det er godt for os at blive eksponeret for nogle forskellige typer mikroorganismer og stoffer, de producerer, og her kan fermenterede madvarer jo spille en væsentlig rolle. Men derhjemme kan man også komme galt af sted med dårlig hygiejne, fejlfermenteringer m.m., så man skal tage sine forholdsregler og vide, hvad man gør. Så det kan stadig være svært at finde balancen mellem, hvordan vi holder os fri af sygdomsfremkaldende bakterier, og så stadig have adgang til the good guys (bakterier, som er sundhedsfremmende).

På alle grøntsager findes forskellige mikroorganismer, nogle kan ødelægge råvaren, andre er sygdomsfremkaldende og atter andre kan danne syre og dermed konservere grøntsagerne. Når grøntsager fermenteres, styres sammensætningen af mikroorganismer med tilsætning af salt (Bøgh-Sørensen & Zeuthen, 2002). Men danskerne får for meget salt. Fødevarestyrelsen skrev den 16. oktober 2015 på hjemmesiden [Alt Om Kost](http://altomkost.dk/nyheder/nyhed/nyhed/danskernes-hang-til-salt-koster-statskassen-milliarder/): ”9 ud af 10 danskere får for meget salt – mange af os får dobbelt så meget som anbefalet.” ”Et overforbrug af salt kan give forhøjet blodtryk og forøget risiko for at udvikle hjertekarsygdomme. Vi kan forvente 400.000 færre danskere med forhøjet blodtryk, hvis vi skærer 3 gram af vores af vores saltforbrug.” Men hvis de 3 gram salt spares i forbindelse med fermentering af grøntsager, kan det betyde, at der sker en fejlfermentering, som kan resultere i fødevareforgiftning. Derfor er det vigtigt at have en god forståelse af fermenteringsprocessen, før man går i gang.

#### Definition på fermentering:

Ved enhver fermentering skal kun de ønskede bakterier, gær og/eller skimmel vokse i fødevaren. De vil undertrykke andre mikroorganismer, som enten er patogene, nedbryder produktet eller forårsager en fejlfermentering. De fleste mikroorganismer, som nedbryder fødevarer kan hverken overleve alkohol eller syre i omgivelserne. Begge stoffer virker derfor konserverende. (FAO, 1998). Grøntsager kan fermenteres af de mælkesyrebakterier, som naturligt findes på dem. Mælkesyrebakterierne stammer fra marken og skal være intakte ved fermenteringens start. Grøntsagerne blancheres derfor ikke før processen (Tortorello, 2000).

#### Afgrænsning:

Der findes mange typer af fermenterede produkter inden for alle råvaregrupper. Men det aktuelle fremstød for fermentering handler om grøntsager. Det område er meget omfattende. Dette working paper er derfor afgrænset til sauerkraut som eksempel på en grøntsag.

#### Sauerkraut:

Sauerkraut eller surkål er konserveret af mælkesyre, iltfrit miljø og salt. Mælkesyren bliver dannet ved mikrobiel omsætning af sukkerarter fra kålråvaren. Mikroorganismerne kan enten stamme fra marken, som kålen er dyrket på eller en starterkultur bestående af mikroorganismer, som er i stand til at nedbryde sukkerarter til mælkesyre, eddikesyre, alkohol og kuldioxid. En vellykket fermentering giveren sauerkraut med syrlig smag, fast konsistens, knasende textur, ingen off-flauvor og et normalt niveau af kål-svovl-smag (Johanningmeier, 2007).

#### Hvad sker der under fermenteringen?

De bakterier, som dominerer fermenteringen af hvidkål, er mælkesyrebakterier. Mælkesyrebakterier er en gruppe gram-positive bakterier, som er ikke-aerobe, ikke-sporedannende kokke eller stave, og hvis hoved-slut-produkt er mælkesyre ved en fermentering af kulhydrater. Til gruppen hører Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus og Streptococcus. De danner mælkesyre, kuldioxid og andre organiske syrer uden brug af ilt. De er mikroaerofile (de kræver kun et lavt indhold af ilt). Nogle er homofermentative – det vil sige, at de kun producerer mælkesyre -, mens andre er heterofermentative og foruden mælkesyre producerer flygtige forbindelser og alkohol (FAO, 1998). De flest Lactobacilli’s vækst stopper ved pH 3.6 til 4.0. Enkelte stammer af Lactobacillis plantarum vokser dog ned til pH 2,8 (Parte, 2009).

Homofermentative bakterier producerer 2 mol mælkesyre af 1 mol glucose.

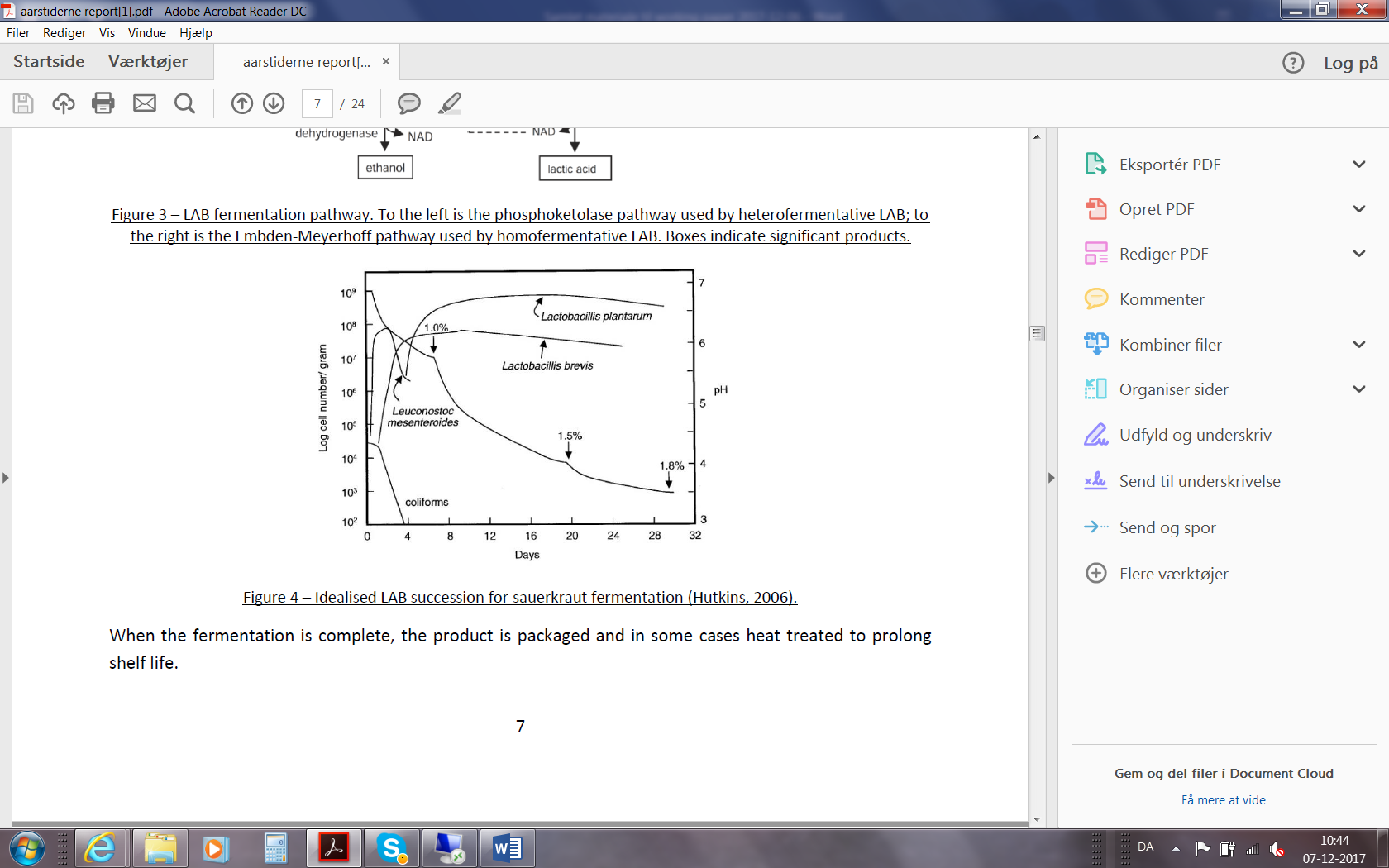
|  |  |
| --- | --- |
| C6H12O6 | 2CH3CHCOOH  OH |
| Glucose | Mælkesyre |

Heterofermentative bakterier producerer af 2 mol mælkesyre, 1 mol eddikesyre, 1 mol ethanol og 2 mol kuldioxid samt 1 mol vand af 2 mol glucose.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2C6H12O6 + O2 | 2CH3CHCOOH +  OH | CH3COOH + | C2H5OH + | 2CO2 + H2O |
| Glucose og ilt | Mælkesyre | Eddikesyre | Etanol | Kuldioxid og vand |

(Bøgh-Sørensen & Zeuthen, 2002)

Leuconostoc mesenteroides, som er en gram-positiv heterofermentativ kok, er associeret med sauerkraut og initierer den ønskede mælkesyrefermentering. Den er meget tolerant over for høje koncentrationer af salt og sukker. L. mesenteroides starter vækst i vegetabilier hurtigere end andre mælkesyrebakterier. Den producerer kuldioxid og syre, som hurtigt sænker pH og inhiberer vækst af uønskede mikroorganismer. Kuldioxid erstatter ilt og gør miljøet anaerobt, hvilket fremmer vækst af forskellige arter af lactobacillus. Når syreindholdet bliver 0,25 til 0,3% (regnet som mælkesyre) (FAO, 1998) og pH flader til 4,6-4,9 (Tortorello, 2000), hæmmes L. mesenteroides og dør langsomt ud (henfalder). Væksten overtages af L. plantarum og L. cucumeris indtil syreindholdet når 1,5 til 2%. Til slut fortsætter L. plantarum, som er homofermentativ og kun producerer mælkesyre, fermenteringen og bringer syreindholdet op på 2 til 2,5% (FAO) og pH ned til 3,5 -3,8 (Tortorello, 2000). (se Figur 1)



Figur 1: Idealiseret succession af mælkesyrebakterier ved fermentering af sauerkraut, pH-sænkningen og procent dannet mælkesyre (Hutkins, 2006).

Andre bakterier, som er en del af sauerkrauts fermentering er E. faecalis, Lb. brevis, Lb. confusus, Lb. curvatus, Lb. sakei, L. lactis, subsp. lactis, Ln. fallax, Pd. Pentosaceus. (Xiong, et al., 2013)

I løbet af de første 24 til 48 timer produceres CO2, mælkesyre og eddikesyre (Doyle og Buchanan, 2013).

Slutprodukterne for en sauerkraut-fermentering er mælkesyre og i mindre omfang eddikesyre og propionsyre samt en blanding gasser, hvor kuldioxid er den primære. Desuden er der små mængder alkohol og aromatiske estre. Det er esterne, som giver den karakteristiske smag (FAO, 1998).

#### Parametre for sauerkrautfermentering:

**Temperaturen:** FAO’s anbefaling lyder: optimumtemperaturen for sauerkraut fermentering er omkring 21oC. En fravigelse på bare få grader vil ændre aktiviteten af den mikrobielle proces og påvirke kvaliteten af det endelige produkt (FAO, 1998). Mens Doyle & Buchanan 2013 finder, at sauerkraut af høj kvalitet kan fremstilles ved brug af den naturlige flora, hvis NaCl koncentrationen er justeret til 2% og temperaturen holdes på 18oC (Doyle & Buchanan, 2013).

**Salt:** Høj saltkoncentration inhibere alle bakterier afhængigt af deres salttolerance. Salten skal trække væske ud af kålen for at give et optimalt miljø for udvikling af de ønskede bakterier. Slut koncentration af salt er 2,0 til 2,5%. Det er derfor det sure miljø, som dannes under fermenteringen, der hæmmer såvel patogene som nedbrydende bakterier. Ud over betydning for udviklingen af fermenteringsbakterierne har saltet også betydning for kålens fasthed. Tørsaltning med 2 til 3% salt anbefales (FAO, 1998).

**Ilt** skal være udelukket fra produktet for at undgå overfladevækst af gær, som vokser pH 4 og 4,5, og skimmel, som kan vokse mellem pH 2 og 8, samt vækst af fordærvelsesflora. (Tortorello, 2000).

**Starterkultur:** I stedet for at udnytte en naturlige bakterieflora, som findes på kålen, kan en starterkultur tilsættes. Starterkulturen består af en eller flere bakterier, som er kendte og velegnede til fermentering. Startekulturen gør fermenteringen mere sikker, idet en ønskede fermenteringskultur hurtigt kommer til at dominere og undertrykker fordærvelsesfloraen og de patogene mikroorganismer. I dette projekt er anvendt L. plantaruim som starterkultur. Denne kultur kan ifølge databladet (Datablad Chr. Hansen, 2015) vokse fra 15oC til 42oC og har optimum ved 30oC.

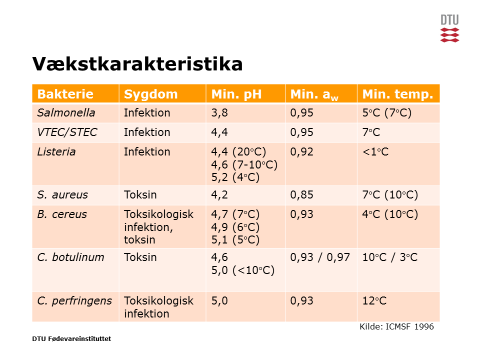
Johanningsmeiers forsøg fra 2007 viser, at fermentering med 1% salt påvirker flere kvalitetsfaktorer bl.a. blødgøring af kålen og dannelse off-flavour. Tilsætning starterkulturen L. mesenteroides giver uanset om saltkoncentrationen er 0,5%, 1,0% eller 2,0%, den ønskede fermentering, som sikrer en produktion af højkvalitetssauerkraut. Fermentering af kål med tilsætning af kun 1% NaCl og starterkulturen L. mecenteroides initierer en hurtig og sikker fermentering og giver en sauerkraut med fast konsistens, knasende textur, ingen off-flauvor og et normalt niveau af kål-svovl-smag. Desuden var off-flavour signifikant reduceret ved tilsætning af starterkulturen L. mesenteroides uanset saltkoncentration (Johanningmeier, 2007).

Leuconostoc mesenteroides er vigtig i starten af fermentereingen af mange grøntsager f.eks. kål. L. mesenteroides vokser hurtigere end andre mælkesyrebakterier i temperaturområdet 5oC til 35oC. og en NaCl- koncentration på 0 til 5%. L. mesenteroides laver en heterolactisk fermentering af grøntsagernes sukkerarter, typisk fructose og glucose, og producerer derved kuldioxid (CO2) og syrerne: mælkesyre og eddikesyre. Produktionen af syre inhiberer udviklingen af uønskede mikroorganismer og aktiviteten af deres enzymer. Den producerede CO2 erstatter luften og giver anaerobe forhold, som stabiliserer askorbinsyren og grøntsagernes farve. Den dannede syre inhiberer efter en uge de heterofermentative mikroorganismer og favoriserer mere syre-tolerante homofermentative mælkesyrebakterier. Lactobacillus plantarum danner mælkesyre af sukker og udkonkurrerer andre mælkesyrebakterier på grund af sin store syretolerance (Doyle & Buchanan, 2013).

pH-værdierne på alle sauerkrautprodukterne var efter 10 måneders fermentering ved 18oC ikke signifikant forskellige uanset saltkoncentration eller starterkulturtilsætning (Johanningmeier, 2007).

Kvalitetsfejl ved sauerkraut.

**Patogene mikroorganismer:** Kombinationen salt og syre i rå fermenteret produkter kan ikke tages, som en garanti mod vækst af vegetative celler af fødevarebårne patogener. Vegetative patogene henfalder (dør ud) med en hastighed påvirket af pH, saltkoncentration og temperatur (Tortorello, 2000)



Tabel 1: Vækstbetingelser for patogene bakterier.

Ovenstående Tabel 1 viser, at de patogene bakterier kan vokse under den første del af fermenteringen, idet rå grøntsagers pH ligger mellem 5,5 og 6,5 (Justesen, Uebel, & Østergaard, 2014). Det kræver, at de findes på råvaren eller, at de tilføres under produktionen.

Listeria er en miljøbakterie og findes naturligt i jord, på planter, i spildevand og i tarmen hos dyr og mennesker. Listeria kan også gemme sig i produktionsmiljøer på fødevarevirksomheder, hvor de kan etablere sig som "husinfektioner", som kan være svære at komme af med for virksomheden (Fødevarestyrelsen a, 2017). Der kan derfor være Listeria i fødevarer, f.eks. rå grøntsager. Dog er kimtallet for Listeria lavt i grøntsager (tabel 7). Listeria er meget robust. Den tåler udtørring og høje saltkoncentrationer. Tabel 1 viser, at Listeria kan vokse ned til pH 4,4, hvis temperaturen er 20oC. Kimtallet kan derfor stige væsentligt, hvis pH-faldet under fermenteringen sker langsom, og det efterfølgende henfald af Listeria som følge af lavt pH vil tage lang tid. Børn, gravide og folk med svagt immunforsvar er særligt følsomme over for infektion med Listeria. Infektionen kan i værste fald medføre døden (Fødevarestyrelsen a, 2017)

Stafylokokker kan findes på hud og slimhinder hos både dyr og mennesker, hvor de kan give betændelse i sår. Stafylokokker fra næse eller svælg og inficerede sår er den vigtigste kilde til forurening af fødevarer (Fødevarestyrelsen b, 2017). Stafylokokker kan altså blive tilført under fremstilling af fermenteret kål ved snitning af kålen og ved blandingen af kål og salt. Stafylokokker kan vokse i et bredt temperaturinterval (ned til 8-10 °C) og i saltede fødevarer (op til 20 % salt) (Fødevarestyrelsen b, 2017). S. aureus er den af de i tabel 1 nævnte bakterier, som kan tåle den laveste pH-værdi (4,2). Stafylokokker kan hurtigt vokse til et antal (> 100.000 cfu/g), der kan medføre fødevareforgiftning Nogle af stafylokokkerne kan danne et giftstof (Fødevarestyrelsen b, 2017), som giver fødevareforgiftning. Giftstoffet ødelægges ikke ved varmebehandling og henfalder ikke under lagring.

For at undgå vækst af patogene bakterier er det vigtigt, at pH-faldet under fermenteringen sker hurtigt.

**Blød**: Fermentering med lave saltkoncentrationer tillader produktion eller øget aktivitet af blødgørende enzymer, som fører til blødere og mindre knasende sauerkraut. (Johanningmeier, 2007). Her spiller coliforme bakterier en rolle. (Tortorello, 2000). Også Lactobacilli, som favoriseres af høje temperaturer og lav saltkoncentration, kan give blød textur (FAO, 1998).

Stokken af kål indeholder sucrose. L. mesenteroides kan forårsage dannelsen af dextran fra sucrose. Dextran giver en slimet og trævlet textur (Doyle & Buchanan, 2013).

F**arve:** Mørk farveskyldes nedbrydende bakterier, som fremmes af ujævn fordeling af salt, og for lidt juice til at dække kålen. Bliver kålen rød skyldes det vækst af gær. Ujævn fordeling af salt kan give de rette betingelser for vækst af gær. Ændringer i grøntsagernes farve kan også skyldes et restindhold af ilt. (FAO, 1998).

**Off-flavor:** proteinnedbrydende mikroorganismer producerer uønsket lugt og smag. (FAO, 1998).

#### Opsummering:

Hidtidige undersøgelser viser, at det er muligt med brug af starterkultur (L. mesenteroides) at opnå en god kvalitet sauerkraut med helt ned til 0,5% salt. Spørgsmålet er dog om pH falder tilstrækkeligt hurtigt til at undgå vækst af patogene bakterier og dannelse af toksiner. Vi har derfor lavet forsøg med 2 koncentrationer af salt samt med og uden starterkultur. Som starterkultur brugte vi L. plantarum, som kunne skaffes fra Chr. Hansen. Under forsøgene vi opsamlede pH, som blev brugt i prædiktive modeller for at undersøge om, pH faldt tilstrækkeligt hurtigt til at undgå vækst af patogene bakterier og dannelse af toksiner. Der er desuden lavet sensorisk analyse og kimtalsbestemmelse.

### 3.2 Samarbejde med DTU og studerende.

Vi har i projektet samarbejdet med seniorforsker Tina Bech Hansen, DTU Fødevareinstitut, som har afprøvet vores resultater i prædiktive modeller for at vurdere om, produkterne kunne give anledning til fødevareforgiftning.

Studerende fra procesteknologologens studieretning fødevarer 2. og 3. semester har lavet forsøg med sauerkraut og kimchi. Resultater er inddraget i projektet.

Desuden har studerende fra 2. og 3. semester på procesteknologologens studieretning ernæring i forbindelse med Store Smagedag brugt fermenterede produkter i forskellige retter. Retterne blev uddelt som smagsprøver til besøgende på ErhvervsAkademi Sjælland.

### 3.3.Vores arbejde.

Vi ønskede at undersøge fermenteringsforløbet ved forskellige saltkoncentrationen, samt med og uden en starterkultur *(Lactobacillus plantarum)*. Vi brugte fuldfaktorforsøget med to faktorer på to niveauer som forsøgsmodel (Blom-Hanssen J. , 2002)

## 

Figur 2 EcoZone system blev brugt til forsøg

## 4. Materialer og metoder

### 4.1. Materiale

* Fermenteringsbeholdere 8: EcoZone system (Datablad Pasco, 2018)
* Snittet hvidkål (foodprocessor (Kenwood) med bølget spalte. Yderest blade på kålen og eventuelle stød fjernes, hvidkålen skæres groft og stokken skæres fra.)
* Dokumentation af pH og temperatur. Thermo Scientific Orion, VERSA STAR pH / temperature module
* Starterkultur; *Lactobacillus plantarum.* Bactoferm®Vege- Start 60 (CHR. Hansen)
* Vaccumsalt (uden tilsætning af iod)

### Metode

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 batch a 3 kg |  |  | Salt | |
|  |  |  | 0,75% (22,5g) | 2% (60g) |
| Starterkultur | 0g | | Forsøg 4 | Forsøg 2 |
| 1g | | Forsøg 3 | Forsøg 1 |

Tabel 2 De to faktorer i fuldfaktorforsøget er starterkultur og salt. De to niveauer for salt er 0,75% og 2%. Niveauerne for starterkulturen er 0g og 1g (25 g til 1000 kg (Datablad Chr. Hansen, 2015) 0,025 g pr 1 kg. 3x 0,025 =0,075. anbefalet mængde forøges med faktor 10 pga. prøvestørrelsen og afrundes til 1 g.)

Kulturen og saltet blev fordelt i 3 kg kål efter skemaet og blev maseres ind i 10 min. (håndkraft), hvorefter kålen trak i mindst 30 min. Hver portion kål deles i to fermenteringsbeholdere. Kålen blev trykket sammen, så der blev udskilt væske. Kålen blev på den måde dækket, og den forblev nedpresset under fermenteringen.

Hullerne i beholdernes låg lukkes med propper. I et hul for hvert af de 4 forsøg blev anbragt en pH elektroderne. Beholderne blev lukket helt tæt. Fermenteringen forgik i en refritherm indstillet til 18oC. Fermenteringen blev stoppet efter 7 døgn.

Forsøget blev gentaget ved højere 19-20oC (samme salt-procenter og m/u starterkultur).

### 4.2. Analyser

#### 4.2.1.Sensorik

Fermenteringsforsøget blev bedømt sensorisk med profilmetoden (Studiegruppe, 2015), hvor de 4 egenskaber: fermenteret duft, sur- og saltsmag samt sprød konsistens blev bedømt. Der blev brugt en 15-pointskala. Bedømmelsen blev udført efter fermentering i 7 dage ved 16-18°C og opbevaring i 21 dage ved ca. 5° C. Dommerpanelet bestod af 15 utrænede dommer.

Alle prøver blev serveret ved stuetemperatur i hvide plastik krus (9 cm høje 6,5 cm i diameter) med plastik folie. Alle prøver til træning og til selve bedømmelsen var på forhånd placeret på dommernes bord. Til selve bedømmelse bestod af 4 prøver fra fermenteringsforsøget serveret i forskellig rækkefølge for dommerne.

Dommerpanelet blev trænet med salt (NaCl) opløsninger 0,75% og 2 % og med rå hvidkål, dampet hvidkål og kommerciel indkøbt sauerkraut (mærket Alpengut (hvidkål, hvidvin (2%), salt (1,1 %)).

Egenskaberne duft og konsistens blev beskrevet i samarbejde mellem dommerpanelet og panellederen.

Duften blev beskrevet, ud fra den kommercielle sauerkraut som fermenteret lugt (ikke rå og ikke dampet kål) og fastlagt på skalaen på 7,5. Konsistensen blev beskrevet som sprød ud fra rå hvidkål, dampet og den kommercielle sauerkraut. På skalaen for den sprøde konsistens blev sauerkraut fastlagt på 7,5, den dampede kål på 1,0 og den rå hvidkål på 14,0. Under træningen havde dommer mulighed for at udfylde samme skema, som de skulle bruge til den efterfølgende bedømmelse.

De 2 smagsegenskaber salt og sur var på forhånd fastlagt af panellederen. De 2 saltopløsninger blev brugt til træne smagen salt. Placeringen på skalaen blev fastsat af panellederen til 3 for 0,75 % og 12 for 2% salt. Smagen sur blev trænet ud fra den kommercielle Sauerkraut og blev fastlagt, af panellederen til 7,5. De 2 smagsegenskaber blev bedømt uden at tygge i kålen.

De 4 forsøg og de 4 egenskaber blev herefter bedømt individuelt af de 15 dommere på det dommerskema, hvor skalaen var inddelt i fra 0-15.

#### Mikrobiologiske analyser

Der er lavet bestemmelse af mælkesyre bakterier på fuldfaktorforsøget gennemført ved 16oC og den rå kål. (NMKL nr. 140, 2007).

#### Risikofaktoranalyse.

Risikofaktor analyse er lavet i overensstemmelse med vejledningen fra EU (EU, 2016). Vi har lavet en risikofaktoranalyse ud fra HACCP principperne på vores sauerkrautproduktion dog kun med fokus på de mikrobiologiske risikofaktorer. Vi har udarbejdet procesdiagram for fermentering med og uden tilsætning af starterkultur og Beskrevet rå- og færdigvaren i forhold til faktorer af relevans for fødevaresikkerheden.

Vi har identificeret relevante mikrobiologiske risikofaktorer for produktionen, vurderet på styringsmuligheder for de relevante risikofaktorer, og fastsat forslag til kritiske grænser for fastsatte CCP og OPRP.

### 4.3. Resultatbehandling

#### 4.3.1. Statistik

Der blev gennemført fuldfaktorforsøg med 2 faktorer på 2 niveauer. Resultaterne af de sensoriske analyser blev behandlet i tosidet variansanalyse (Blom-Hanssen J. , 2017)

#### 4.3.2. Prædiktive modeller (mikrobiologi)

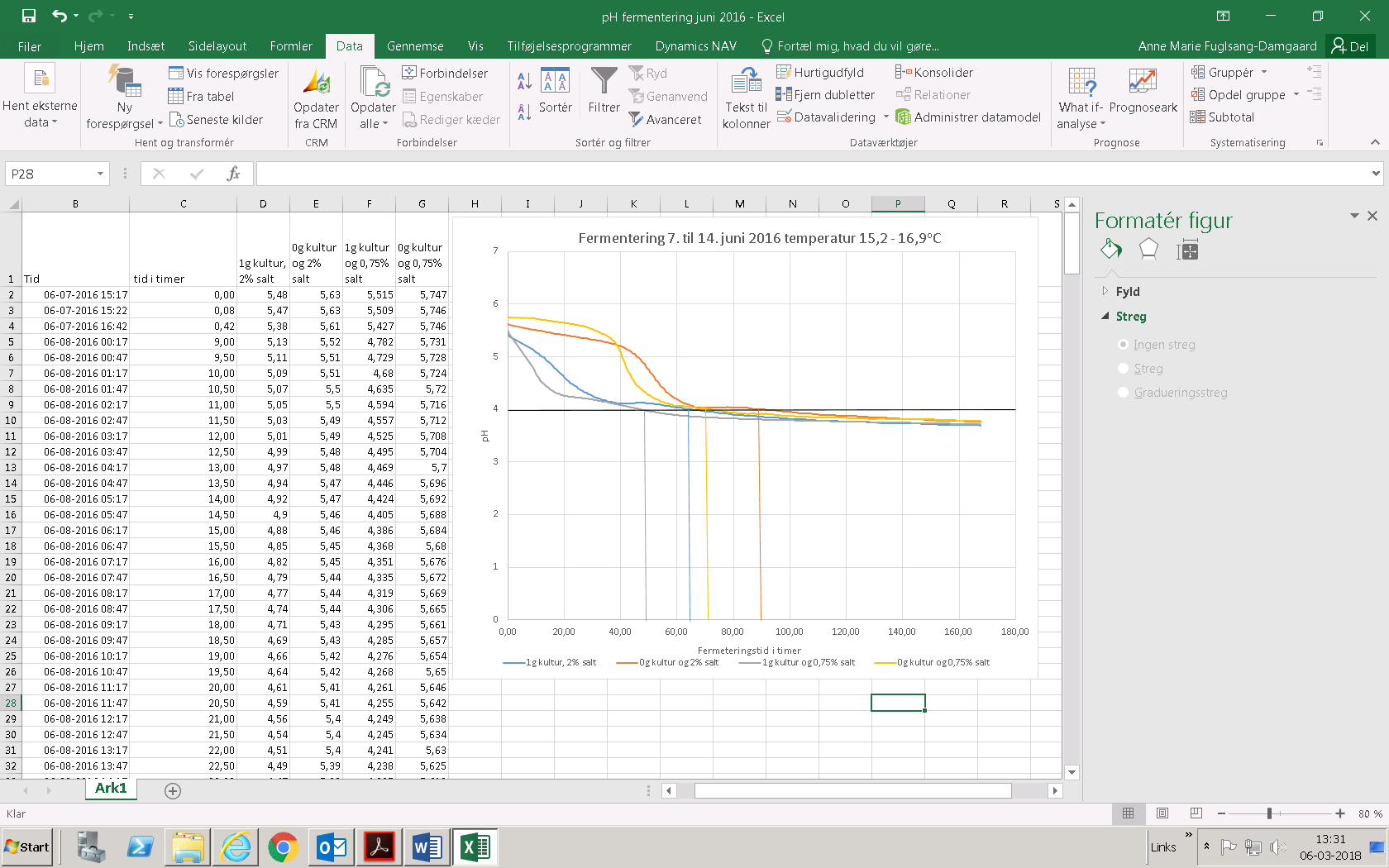
Til brug til risikoanalysen har vi i samarbejde med DTU Food (Tina Beck Hansen) brugt prædiktive modeller og Challenge test.

Herudfra har vi fundet hvor hurtigt pH fald skal være under fermenteringen for at sikre færdigvaren mod uacceptabel indhold af Listeria og S. aureus

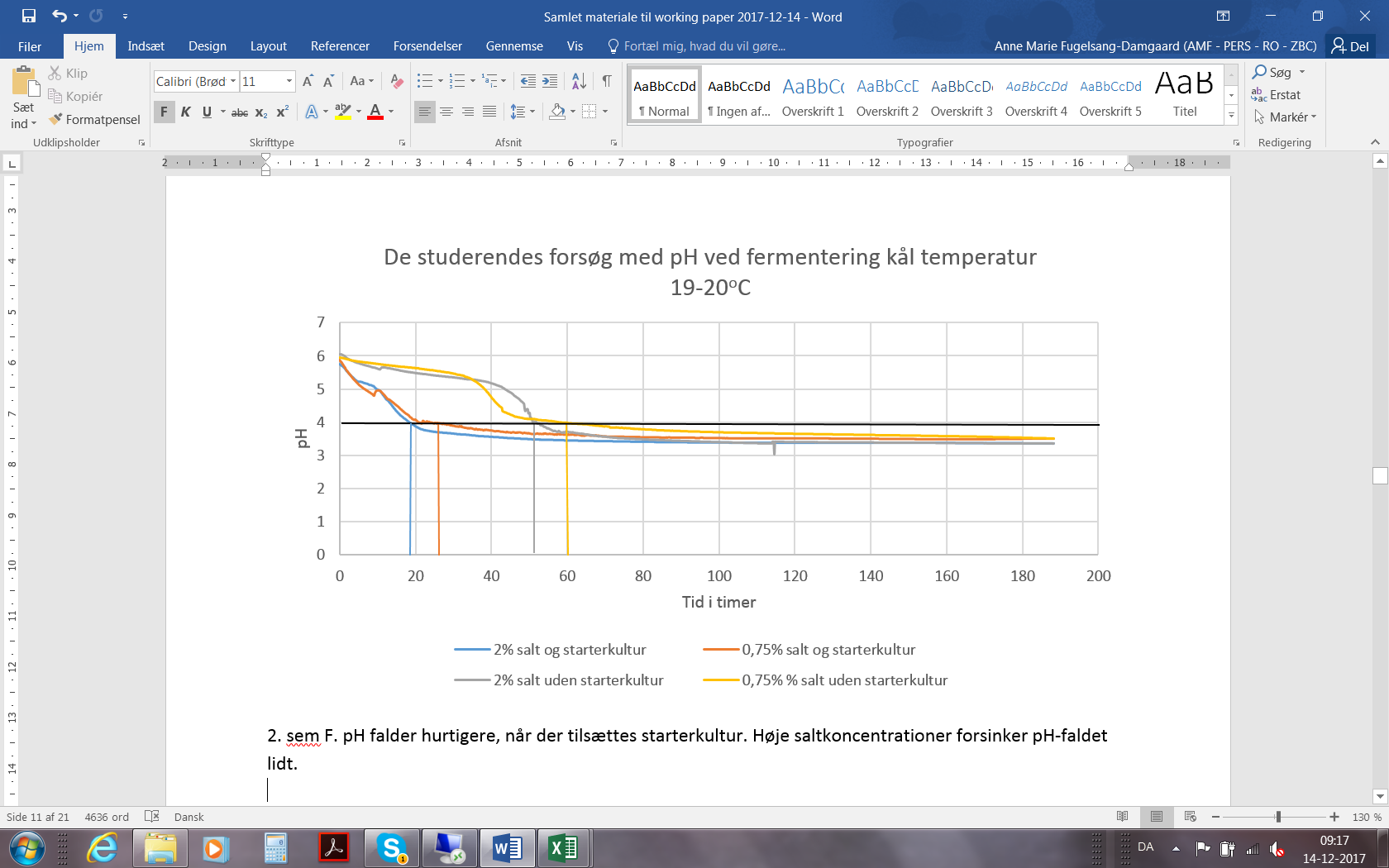
## 5. Resultater og diskussion

I det følgende vil pH-kurverne for de to fermenteringsforsøg blive analyseret og diskuteret. Desuden vil kimtallene på de fermenterede kål og de sensoriske resultater blive forklaret. Til sidst vil risikoanalysen for sauerkraut blive præsenteret, prædiktionerne for vækst af Listeria og S. aureus vil blive diskuteret.

### 5.1. Betydningen af saltkoncentration, starterkultur og temperatur for pH-faldet.



Figur 3. pH-kurver fra forsøg gennemført ved 15,2-16,9oC med 0,75%/2% salt og u/m starterkultur. Skæringen mellem de lodrette linjer og tidsaksen viser, hvor lang tid der går, før pH 4 nås. Resultaterne er samlet i tabel 3.



Figur 4. pH-kurver fra forsøg gennemført ved 19-20oC med 0,5/2% salt og u/m starterkultur. Skæringen mellem de lodrette linjer og tidsaksen viser, hvor lang tid der går, før pH 4 nås. Resultaterne er samlet i tabel 3.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 15,2-16,9oC | | 19-20oC | |
|  |  |  | Salt | | Salt | |
|  |  |  | - | + | - | + |
|  |  |  | 0,75% | 2% | 0,75% | 2% |
| Starter-  kultur | - | 0 g | 71 | 90 | 60 | 51 |
| + | 1 g | 47 | 64 | 26 | 19 |

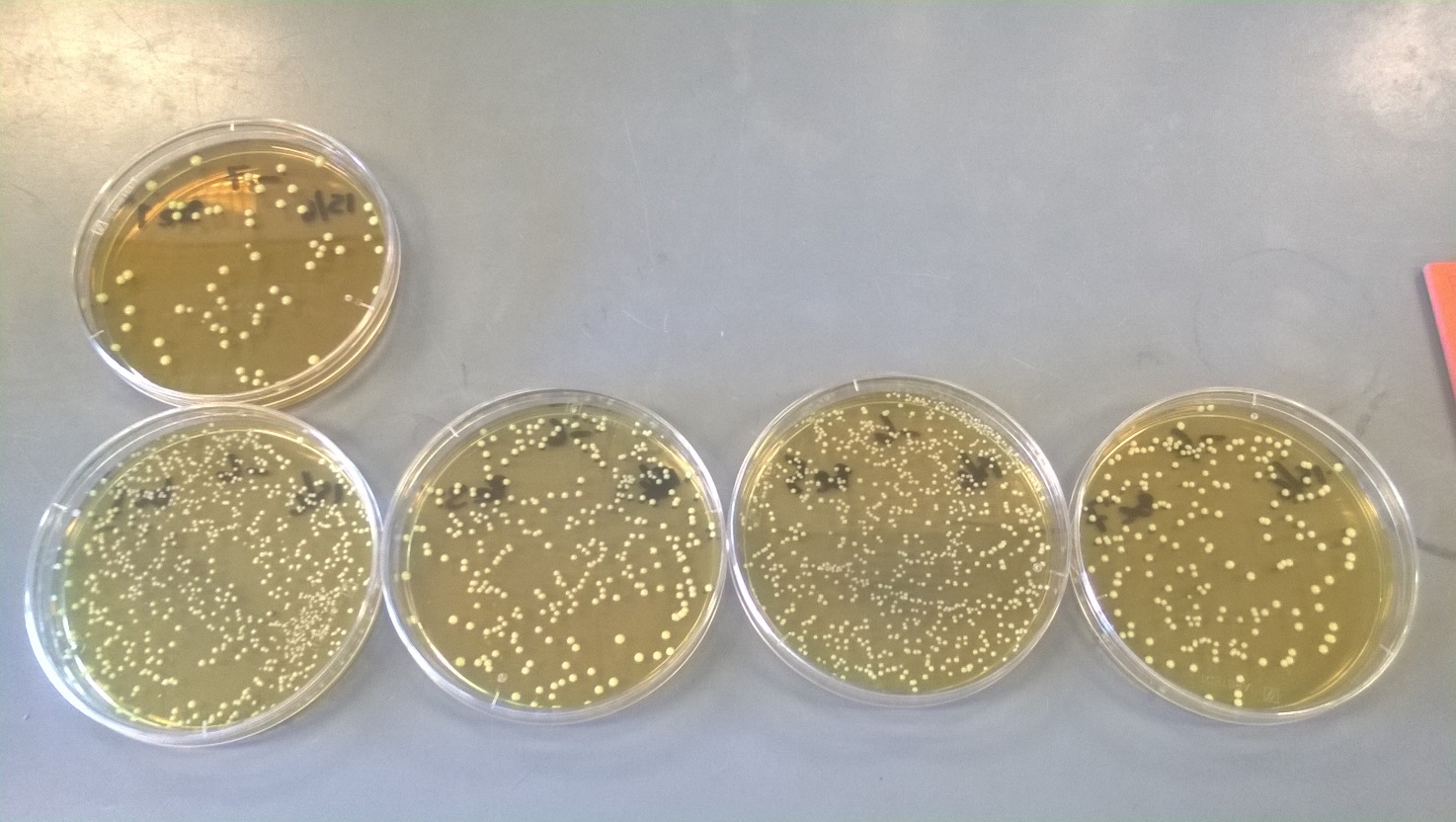
Tabel 3 Tiden i timer (aflæst på figur 3 og 4), der går fra forsøgets start til, pH er faldet til 4.

Tabel 3 viser, at pH 4 nås hurtigere, når der tilsættes starterkultur end, når fermenteringen foregår med de bakterier, som naturligt findes på kålen. Det er i overensstemmelse med det forventede, idet tilsætning af starterkultur betyder, at mælkesyrebakterierne bliver dominerende fra starten af fermenteringen. Det ses ved, at pH-kurverne (figur 3 og 4) begynder at falde straks efter fermentringens start, når der er tilsat starterkultur.

Højere fermenteringstemperatur giver hurtigere pH-fald. Lactobacillus vokser mellem 2 og 53oC og har optimum mellem 30 og 40oC (Parte, 2009). Det passer med, at pH-faldet sker hurtigere, når fermenteringen foregår ved 19-20oC end, når den foregår ved 15-16oC.

De to forsøgsrækker giver til sammen ikke et klart billede af salts indflydelse på fermenteringsforløbet, som ellers var en af intentionerne med dette arbejde. Litteraturstudierne viser, at det er muligt at opnå god sensorisk kvalitet med en saltprocent så lav som 0,5%, hvis der anvendes starterkultur (Johanningmeier, 2007). Men vi har ikke så lav en saltkoncentration af hensyn til fødevaresikkerheden.

### 5.2. Kimtal for mælkesyrebakterier i den rå og fermenterede kål.



rå kål

uden kultur og med 2% salt

uden kultur med 0.75%salt

med kultur og 0,75% salt

med kultur og 2% salt

Figur 5 MRS-plader: fra venstre 1g kultur og 2% salt, 0g kultur og 2,0% salt, 1g kultur og 0,75 salt samt 0g kultur og 0,75% salt. De nederste plader er alle 10-6 fortynding, mens den øverste plade er 10-7. Kimtallene fremgår af tabel 4.

Kålen har efter fermenteringen stået på køl 1 døgn.

Pladerne blev sat til inkubering 5 dage.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CFU/g kål | | | Salt | |
|  |  |  | - | + |
|  |  |  | 0,75% | 2% |
| Starter-  kultur | - | 0 g | 1,8\*108 | 2,7\*108 |
| + | 1 g | >6\*108 | 6,2\*108 |

Frisk kål mindre <100 CFU/g kål.

Tabel 4 Kimtal i kålen efter 7 døgns fermentering.

Der er ikke den stor forskel på de fire kimtal for mælkesyrebakterier. Men kimtallene bliver dog lidt højere, når der er tilsat starterkultur.

### 5.3. Sensoriske resultater.

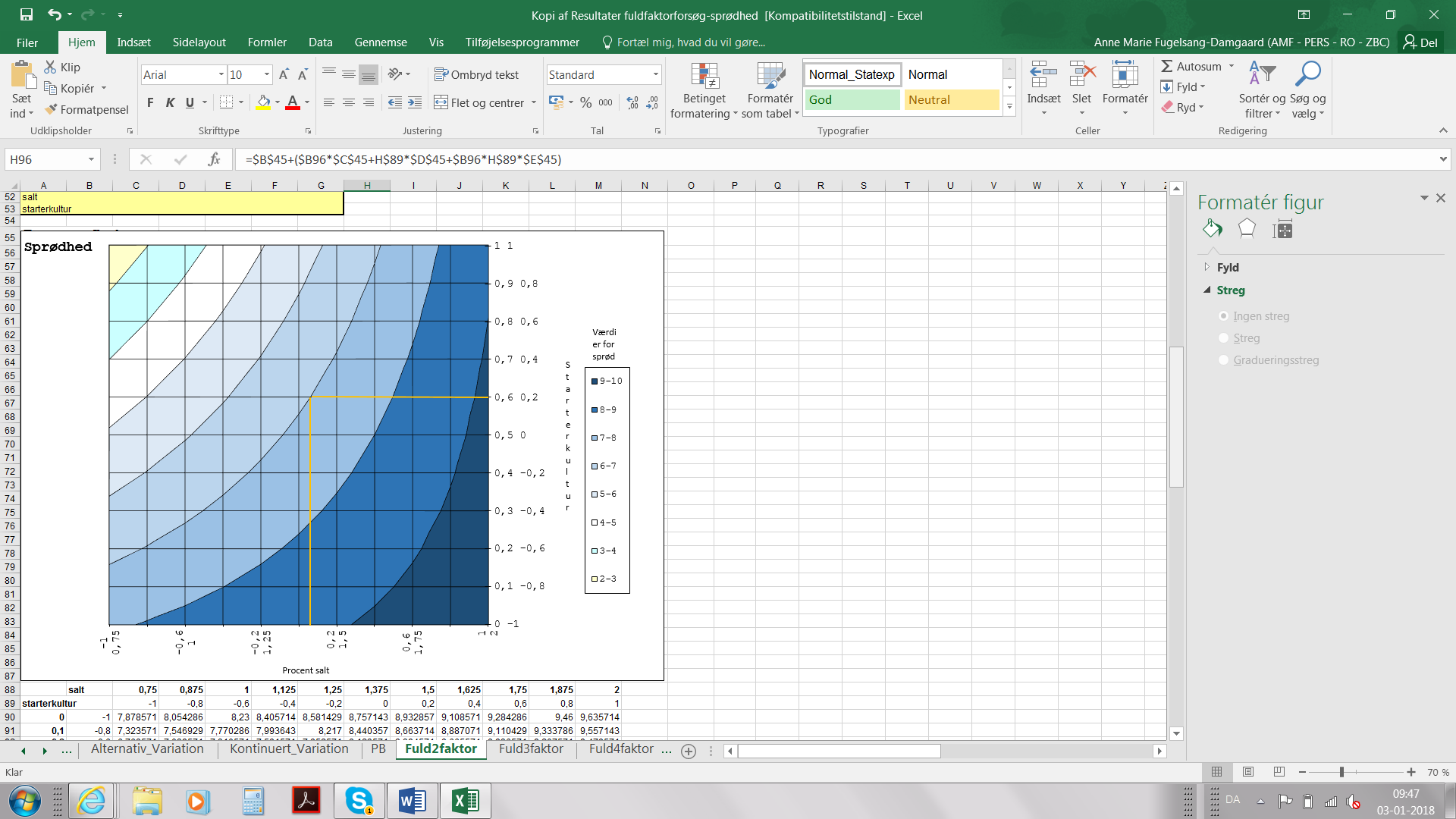
Sprødhed:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Salt | |
|  |  |  | - | + |
|  |  |  | 0,75% | 2% |
| Starter-  kultur | - | 0 g | 7,88 | 9,636 |
| + | 1 g | 2,33 | 8,85 |

Vekselvirkningen har betydning

Tabel 5 Gennemsnits værdierne for sprødhed bedømt ved profilmetoden.

Jo højere saltkoncentration jo sprødere bliver sauerkrautens konsistens. Dette stemmer med tidligere forsøg, som viser, at lave saltkoncentrationer tillader produktion eller øget aktivitet af blødgørende enzymer (Johanningmeier, 2007). Resultaterne af starterkulturens betydning for sprødhed er lidt overraskende, idet starterkulturen sikrer et hurtigt pH-fald, som burde hæmme både produktion og aktivitet af blødgørende enzymer. Årsagen til dette overraskende resultat kan skyldes, at dommerne trods træning ikke var rutinerede og vant til at smage på sauerkraut.



Figur 6. Responsflade for sprødheden af sauerkraut. Ud for hver gitterlinje på akserne er angivet 2 værdier. På x-aksen er værdien til venstre faktorværdien og til højre saltprocenten. På y-aksen er værdien til venstre gram starterkultur, som er sat til 3kg kål. Til venstre er faktorværdien. De gule linjer viser et eksempel på, hvordan man kan opnå en sprødhed på 7. Nemlig ved en saltkoncentration på 1,4% og 0,6g starterkultur til 3 kg kål.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Salt | |
|  |  |  | - | + |
|  |  |  | 0,75% | 2% |
| Starter-  kultur | - | 0 g | 4,1 | 6,6 |
| + | 1 g | 3,02 | 5,4 |

Salt smag:

Tabel 6 Gennemsnittene for den salte smag bedømt ved profilmetoden.

Jo mere salt der tilsættes, jo saltere smager sauerkrauten (signifikant). Dette er ikke overraskende, da den salte smag kommer fra saltet. Fermenteringen dækker altså ikke over den salte smag.

Der blev ikke fundet nogle signifikante forskelle mellem forsøgene ved bedømmelse af fermenteret lugt og sur smag.

## 5.4. Fødevaresikkerhed i fermenterede grøntsager.

### 5.4.1. Den mikrobielle del af risikofaktoranalyse for fermenterede grøntsager.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | Forhold af betydning for mikrobiologiske risikofaktorer |
| Råvarer: grøntsager | pH | 5,5 – 6.3 |
|  | Aw | ca. 0,99 (optimal for vækst) |
|  | Næringsstofkilde | Primært kulhydrat |
|  | Særlige forhold | Cellestruktur giver beskyttelsesbarriere |
|  | Kimtal i råvaren | Totalkim hvidkål 103 – 107 CFU/g, men stor variation. |
|  | Listeria | Her forudsættes det, at startkim for Listeria i den rå rensede kål er lav (se resultater for FVST analyser 2012 – 2013 hvor de med kvantitativ analyse fandt < 10 CFU/g Listeria i grøntsager og med kvalitativ analyse for grøntsager fandt for alle grøntsager ikke påvist i 25g) |
| Fermenteret grønt | pH | Under 4 |
|  | Aw | Afhænger af salttilsætning |
|  | Næringsstofkilde | Kulhydrater |
|  | Listeria | Listeria må være tilstede i den færdige kål med højst 100 CFU/g, da kålen er en stabiliseret spiseklar fødevare |
| Kultur /salt | Se under materialer | |

Tabel 7 Oversigt over vækstbetingelser i rå og fermenterede grøntsager

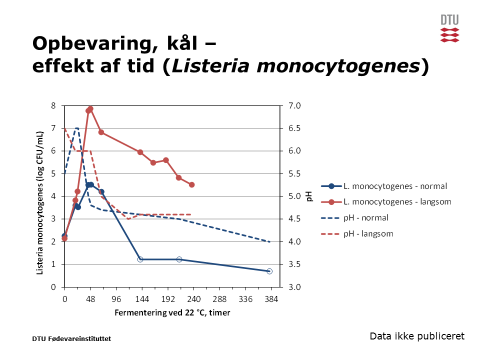
| **Mikrobiologisk risikofaktor** | **Hvorfra er introduktion mulig**  **+/- opformering nødvendig før sygdom** | **Hvor styres risikofaktoren** |
| --- | --- | --- |
| Listeria | Fra råvaren som er i kontakt med kimreservoir - jord  Fra produktionsmiljøet, udstyr, kloak m.m.  + opformering | Høj produktionshygiejne  Hurtigt pH-fald ved tilsætning af starterkultur. Slut pH under 4,0 (og pH efter 3 døgn 4,5)  Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier(\* se note nederst) |
| Staph. aureus | Fra human håndtering  + opformering | Brug af rene handsker under håndtering  Hurtigt pH-fald og lavt slut-pH <4,5 på max 2 døgn  Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier |
| Salmonella | Fra råvaren som er i kontakt med fugle  + opformering | Hurtigt pH fald og lavt slut pH Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier |
| Skimmel | Fra råvaren – kimreservoir i jord  + opformering | Iltfrit miljø |
| Bacillus cereus | Fra råvaren – kimreservoir i jord  + opformering | Hurtigt pH fald og lavt slut pH Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier |
| Cl. perfringens | Fra råvaren – kimreservoir i jord  + opformering | Hurtigt pH fald og lavt slut pH Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier |
| Cl. botulinum | Fra råvaren – kimreservoir i jord  + opformering | Hurtigt pH fald og lavt slut pH Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier |
| norovirus | Fra human håndtering  - opformering | Brug af rene handsker under håndtering, politik for sygdom |
| VTEC, Shigella, Vibrio, Campylobacter | Kun fra grøntsager med forurenet vanding  - opformering | Kun modtagelse af råvarer som ikke er vandet med forurenet vand (brug danske råvarer eller lign)  Tid for henfald kendes ikke. |
| \*Gode vækstbetingelser for mælkesyrebakterier er temp. ca. 20 °C, iltfrit miljø, velegnede grøntsager, (ca. 2% salt). | | |

Tabel 8. Relevante patogener: hvor kommer de fra? og hvordan kan de styres?

| **Flow** | **Styring** | **Begrundelser for styring** | **CCP/ PRP**  (EU, 2016) |
| --- | --- | --- | --- |
| **Råvarer modtagelse** | Råvarer uden forurenet vand, uden råd, stød og synlig skimmel. Slatne grøntsager pga. vandmangel er ok | Sunde råvarer giver mindst mulig introduktion af uønskede patogener med kimreservoir jord.  Tilstedeværelse af patogener, som kan give sygdom uden opformering, må ikke findes på råvaren, hvis det fermenterede produkt spises uden efterfølgende pasteurisering. | PRP/CCP |
| **Skylning og rensning** | **Fjern** yderste og beskadiget blade og skyl snavs væk | Minimere introduktion af patogene kim fra kimreservoir jord |  |
| **Snitning evt.** | **God** personlig **hygiejne** og produktionshygiejne | Undgå at tilføre Staph. aureus, norovirus og Listeria |  |
| **Blanding med salt og starterkultur** | Sikre **rette mængder** i forhold til råvaremængden salt (og starter kultur)  Brug **handsker** til blanding | Salt og starterkultur hæmmer uønskede bakterier og rette mængder sikre hurtig vækst af mælkesyrebakterier og dermed hurtigt pH fald. Hurtigt pH fald hindre opformering af patogener  Ved brug af rene handsker undgås at tilføre Staph. aureus, norovirus og Listeria under blanding | PRP |
| **Pakning i beholder** | Sikre at alt produkt er dækket af saltlage/ kållage og **iltfrit miljø** | Herved undgås vækst af skimmel i overfladen under fermentering | PRP |
| **Fermentering** | Temperaturen skal være **min. 16°C** (max 22 pga. kvalitet)  Mål pH 2 døgn som skal være under 4,5, herefter min 4 dages fermentering  Mål **pHslut** som skal være **under 4,0**  Ved synlig vækst af skimmel/ gær skal **produktet kasseres**. | Temperatur skal sikre god vækst af mælkesyrebakterier.  Tiden skal være tilstrækkelig til, at pH kommer under 4,0 og pH fald skal gerne være hurtigt. Fermenteringstid bør være ca. 1 uge ved spontan fermentering, så der er tid til tilstrækkelig henfald af patogene, hvis de har nået at vokse i starten af fermentering.  Slut pH skal måles og dokumenteres. Ved spontan fermentering måles desuden pH2 døgn  Slut pH under 4,0 standser vækst af alle patogener fra skema 1 undtagen skimmel. | CCP |
| **Efterfølgende opbevaring** | Kålen skal opbevares **iltfrit** og ved temp. **under 5 °C** | Skimmel kan fortsat vokse i produktet ved  5 °C, men iltfrit miljø sikrer mod skimmel.  Øvrige patogene kan ikke vokse, men henfald. | PRP |

Tabel 9 viser et procesflow for fermentering af grøntsager, samt hvilken styring der skal være på de enkelte trin. Der er kort begrundelse for valg af styring samt udpegning af CCP samt PRP eller gode arbejdsgange med særlig betydning for fødevaresikkerheden. Endvidere viser tabellen forslag til kritiske grænser.

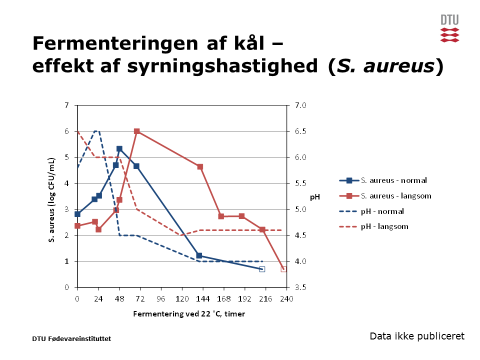
#### 5.4.2. Prædiktionsresultat



Figur 7 viser Listerias forventede vækst-og henfaldskurve under fermentering af grøntsager med (normal – blå kurver) og uden (langsom - røde) starterkultur.

Prædiktionen af vækst af Listeria under fermentering uden starterkultur viser, at kimtallet for Listeria i værste fald kan stige med en faktor 106 i startfasen (langsomt pH fald), men kun med en faktor 10 ved fermentering med starterkultur (hurtigt pH fald). For begge prædiktioner er startkim for Listeria sat til under 10 CFU/g, Som er normalt for hvidkål.

Hvis de fermenterede grøntsager skal være sikre at spise, skal kimtallet for Listeria være mindre end 100 CFU/g i hele holdbarhedsperioden (EU, 2015). Det betyder, at det kun er produktet, som er fermenteret ved 22oC, 2% salt og ved brug af starterkultur, som kan leve op til det efter 7 dages fermentering. Forsøgene med 0,75% salt er ikke afprøvet i den prædiktive model. pH-kurverne (figur 3 og 4) viser at salt koncentrationen kun har lille indflydelse på pH-faldet. Det er altså primært starterkulturen, som er bestemmende for om Listeria kan udgøre en risiko for fødevareforgiftning.



Figur 8 viser den forventede vækst og henfald af S. aureus under fermentering af kål ved henholdsvis hurtigt (med starterkultur) og langsomt (uden starterkultur) pH-fald.

Prædiktionen af vækst af S. aureus under fermentering uden starterkultur viser, at kimtallet for S. aureus i værste fald kan stige med en faktor lige under 104 i startfasen (langsomt pH fald), men med en faktor lige over 102 ved fermentering med starterkultur (hurtigt pH fald). Infektiøs dosis er 105- 106CFU/g (Fødevarestyrelsen b, 2017). Hvis S. aureus findes i råvaren inden fermentering, og den når at vokse under fermentering på grund af langsom pH fald, kan det medføre sygdom, da toxiner dannet under fermentering ikke nedbrydes under en efterfølgende lagring.

#### 5.2.3. Kritiske grænser for CCP-er.

| **STYRING PRP og CCP** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Flow** |  | **Spontan fermentering** |  | **Starterkultur** |
| **Råvarer og evt. snitning** |  | Ingen ydre blade, stød, råd  Rent udstyr |  | Ingen ydre blade, stød, råd  Rent udstyr |
| **Recept** |  | Salt 2% - 2,5% |  | Starterkultur ifølge datablad Salt ca. 2% |
| **Blanding** |  | Rene handsker God produktions-hygiejne |  | Rene handsker God produktions-hygiejne |
| **Fermentering** |  | pH2 døgn max. 4,5  pHslut max. 4,0  Temperatur min 16°C Tid min 1 uge iltfrit miljø (dækket af lage) Kasser ved synlig vækst af skimmel og gær |  | pHslut max. 4,0  Temperatur min 16°C iltfrit miljø (dækket af lage) Kasser ved synlig vækst af skimmel og gær |
| **Opbevaring** |  | Temperatur max 5°C  iltfrit miljø Fastsæt holdbarhed Kasser ved synlig vækst af skimmel og gær |  | Temperatur max 5°C iltfrit miljø Fastsæt holdbarhed Kasser ved synlig vækst af skimmel og gær |

Tabel 10 viser de kritiske grænser for fermentering af grøntsager med og uden starterkultur

For fermentering uden starterkulturer er valgt en grænseværdi for pH-fald efter 2 dage, fordi S. aureus ellers vil kunne vokse frem og danne toksin. Denne værdi vurderes ikke relevant, hvis der fermenters med starterkultur, fordi det hurtige pH-fald hæmmer vækst af S. aureus. Øvrige grænseværdier og overvågningsforslag er de samme.

## Konklusion

Konklusionen på vores forsøg med fermentering af hvidkål med og uden starter kultur (Lactobacillus plantarum) med 0,75% eller 2% salt er:

* pH-faldet sker hurtigere, hvis temperaturen hæves fra 15-16oC til 19-20oC. 19-20oC er derfor et bedre temperaturvalgvalg.
* Ligeledes giver starterkultur hurtigere pH-fald end spontan fermentering (uden starterkultur). Anvendelse af starterkultur er derfor at foretrække.
* Der ikke er fundet en klar sammenhæng mellem pH-faldets hastighed og den tilsatte mængde salt.
* For sprødheden har både koncentrationen af salt og mængden af tilsat starterkultur betydning. Virkningen af salt og starterkultur har indflydelse på hinandens virkning på sprødheden. Lav saltprocent kan påvirke konsistensen negativt, idet kålen kan blive blød.
* Saltsmagen bliver kraftigere jo mere salt der tilsættes.
* Kimtallet for mælkesyrebakterier bliver lidt højere, når der er anvendt starterkultur.
* Desuden er det vigtigt, at kålen er dækket med væske, og miljøet dermed er iltfrit.

Ved HACCP-analysen er fundet følgende PRP’er:

* Anvend friske råvarer, som ikke er forurenet fra vand, er uden råd, stød og synlig skimmel.
* Anvend 2-2,5% salt
* Anvend handsker ved blanding af kål og salt
* Sikre iltfrit miljø ved dækning med lage
* Når fermenteringen er afsluttet, skal der stadig være iltfrit miljø, og temperaturen skal være under 5oC.

Ved HACCP-analysen er desuden fundet følgende CCP’er:

* Fermenteringstemperaturen skal være mindst 16oC.
* pH skal efter 2 dage være under 4,5 og slut-pH skal under 4,0.

På baggrund af vores forsøg og litteraturstudier samt DTU’s beregninger vil vi anbefale, at man ved fremstilling af fermenterede grøntsager overholder følgende for at få sikre og velsmagende produkter:

* anvender friske råvarer,
* bruger rene handsker ved håndtering under fremstillingen,
* tilsætter 2-2,5% salt,
* bruger starterkultur,
* sikrer, at kålen er dækket af væske,
* og sikrer, at temperaturen er 20oC under fermenteringen.

## 7. Perspektivering:

Det kunne være interessant at lave flere fermenteringsforsøg. Vores fermenteringsbeholdere er valgt ud fra, at det skal være muligt kunne måle pH kontinuerligt under forsøget, men de er ikke ideelle og bør videreudvikles.

En del private er også i blevet interesseret i fermentering. Derfor er det relevant at afprøve starterkulturer til hjemmebrug, som kan købes via internettet.

Da økologiske og konventionelle grøntsager kan have forskellig mikroflora og måske variation i næringsstoffer pga. forskel i sorter, vil det være relevant at lave forsøg med økologiske kontra konventionelle grøntsager. Ligeledes ville det være interessant at lave forsøg med andre grøntsagsråvarer – f.eks. gulerødder, selleri, peberfrugter.

# Referencer

Bencke, S. H., & Ehrbahn, J. (15. oktober 2015). Levende mad. *Politiken - Mad, vin, bolig design, arkitektur*, s. 3-9.

Blom-Hanssen, J. (2002). *Statistik for praktikere .* Nyt Tekniks Forlag .

Blom-Hanssen, J. (2017). *Praxis*. Hentet fra Stikprøvetagning: https://webshop.praxis.dk/produkter/statistik-for-praktikere/#beskrivelse

Bøgh-Sørensen, L., & Zeuthen, P. (2002). *Konserveringsteknik 2.* Frederiksberg: DSR Forlag.

Datablad Chr. Hansen. (10. 02 2015). Datablad Vege - starter 2.0 CN Bactoferm. *Product information*. Chr. Hansen.

Datablad Pasco. (25. 01 2018). *Ecozone-system*. Hentet fra https://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6668\_ecozone-system/index.cfm

Doyle, M., & Buchanan, R. (2013). *Food Microbiology: Fundamentals and Fromtiers, 4. udgave.* Washington d.C.: ASM Press.

Ejlersen, S., Peterson, S., & Ingemann, D. (2015). *Fermentering.* Aarstiderne.

EU. (15. 11 2015). *Kommisionens forordning nr. 2073/2015 om mikrobiologiske kriterier i fødevarer.* Hentet fra http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=celex%3A32005R2073

EU. (2016). *Meddelelse fra Kommissionen om implementering af ledelsessystemer for fødevaresikkerhed omfattende basisprogrammer (PRP'er) og procedurer baseret på HACCP-principperne, herunder lettere/fleksibel implementering i visse fødevarevirksomheder.* Hentet fra C/2016/4608: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX%3A52016XC0730%2801%29

FAO. (1998). *Fermented fruits and vegetables, a global perspektiv*. Hentet fra http://www.fao.org/3/a-x0560e/index.html

Fødevarestyrelsen a. (25. juni 2017). *Listera*. Hentet fra https://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Listeria.aspx

Fødevarestyrelsen b. (25. juli 2017). *Staphylococcus aureus*. Hentet fra https://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Staphylococcus-aureus.aspx

Han, X. m. (vol 79 2014). Improvement of Fermented Chinese Cabbage Characteristics by Selected Starter Cultures. *Journal of Food Science*, 1387- 1392.

Hutkins, R. W. (2006). *Microbiology and Technology.* IFT Press .

Johanningmeier, S. m. (2007). Effect of Leuconostoc mesenteroides Starter Culture om Fermentation of Cabbage with Reduced Salt Concentrations. *Journal of Food Sciense Vol. 72 nr 5* , 166- 172.

Justesen, L., Uebel, U., & Østergaard, K. (2014). *Fødevarer og kvalitet - råvarer og forarbejdning.* København: PRAXIS - Nyt Teknisk Forlag.

Meyer, C. (7. 12. 2017). *Meyers mad*. Hentet fra https://www.meyersmad.dk/lav-mad/opskrifter/fermenteret-kal-med-hvidlog-og-chili/

NMKL nr. 140. (2007). Lactic acid bacteria. Determination in food in assocaition with food spoilage. *Nordic Committee on Food Analysis*.

Paramithiotis, S. (2017). *Lactic Acid Fermentation of Fruit and Vegetables.* CRC Press Taylor & Francis Group.

Parte, A. C. (2009). *Bergey's Systematic Bacteriologi.* Springer.

Studiegruppe, S. (2015). *Sensorikk.* Oslo.

Tortorello, M. L. (2000). *Microorganisms in Foods 6 2. ed.: Microbial Ecology of Food.* New York: ICMSF.

Wiander, B. m. (2011, vol 20(2011)). Sauerkraut and sauerkraut juice fermented spontaneously using mineral salt, garlic and alge. *Agricultural and Food Science*, 169-175.

Xiong, T., Song, S., Huang, X., Feng, C., Liu, G., Huang, J., & Xie, M. (Vol 78, nr.1 2013). Screening and Identrificastion of Functional Lactobacillus Specific for Vegetable Fermentation. *Journal of Food Science*, s. M84-M89.