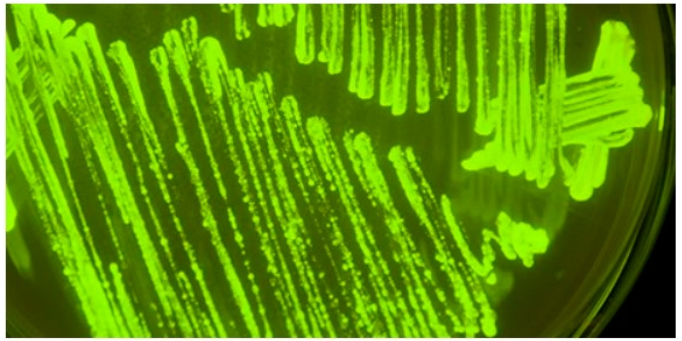
Mikrobiologisk risikovurdering – hvordan vurderer vi om fødevarer er sikre?

Lisbeth Truelstrup Hansen
Professor
Fødevaremikrobiologi og Hygiejne
DTU Fødevareinstituttet
litr@food.dtu.dk

Forskningsgruppens mission

- Bedre og sikre fødevarer ved brug af effektive og bæredygtige forarbejdningsmetoder

- Forskning i virkningen af interventioner i fremstillingen af fødevarer
- Formål:
  - Holdbarhed
  - Mikrobiologisk sikkerhed



Forskningsgruppen for
Fødevaremikrobiologi og Hygiejne

Mikrobiologisk risikovurdering vs. Mikrobiologisk sikkerhedsvurdering af en fødevarer

- Mikrobiologisk risikovurdering

- Fokus på en risikofaktor ad gangen, fx *Salmonella* i kyllinger
- Er en fokuseret vurdering af en risikofaktor gennem en produktionskæde

- Mikrobiologisk sikkerhedsvurdering

- Fokus på alle de risikofaktorer (fx *Clostridium botulinum, Listeria monocytogenes*), som er relevante for fødevaren
- Er en helhedsvurdering, da der tages højde for alle risikofaktorer, fra jord/fjord til bord

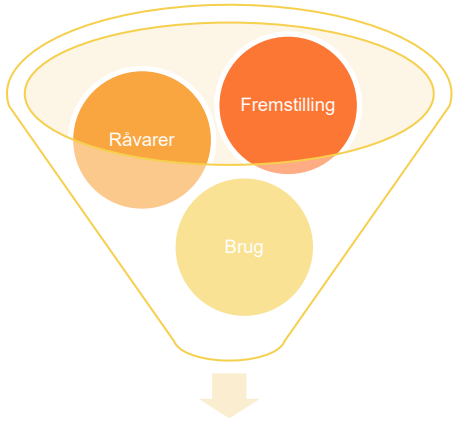
Hvordan vurderer man om en fødevare er sikker?

- **Risikofaktorer: I råvarer? Forekomst? Startniveau?**

- **Fremstilling – kan det opnås kontrol med risikofaktoren?**
  - Kritiske kontrolpunkter i processen, hvor:
    - Mikroorganismen dræbes
    - Vækst af mikroorganismen hæmmes pga. ændring af produktegenskaber

- **Anvendelse – kan risikofaktoren blive et problem senere hen?**
  - Hvordan bruges fødevaren? Spiseklar? Steges? Koges?
  - Er der risiko for krydskontaminering under tilberedning?

- **Holdbarhedsperiode – kan fødevaren blive farlig over tid?**
  - Opbevaringstemperatur
  - Mulighed for vækst under opbevaring?



Sikkerhed tid x temperatur

Mikrobiologisk sikkerhedsvurdering - trin

- Bruger elementer af HACCP

1. Beskriv produktet og dets anvendelse
2. Liste over råvarer, ingredienser og emballage
3. Proces- og produktegenskaber
4. Liste over alle risikofaktorer og vurdering af deres relevans (forekomst, niveau, alvorlighed)
5. Identifikation af forarbejdningstrin, hvor risikofaktorer kan elimineres eller bringes under kontrol
6. Vurdering af nuværende proces
7. Evt. anbefaling af ændringer til nuværende proces

Forskel på patogener

- **Lav** infektionsdose:
  - *Salmonella* spp.
  - *Campylobacter* spp.
  - Shiga toksin producerende *Escherichia coli*

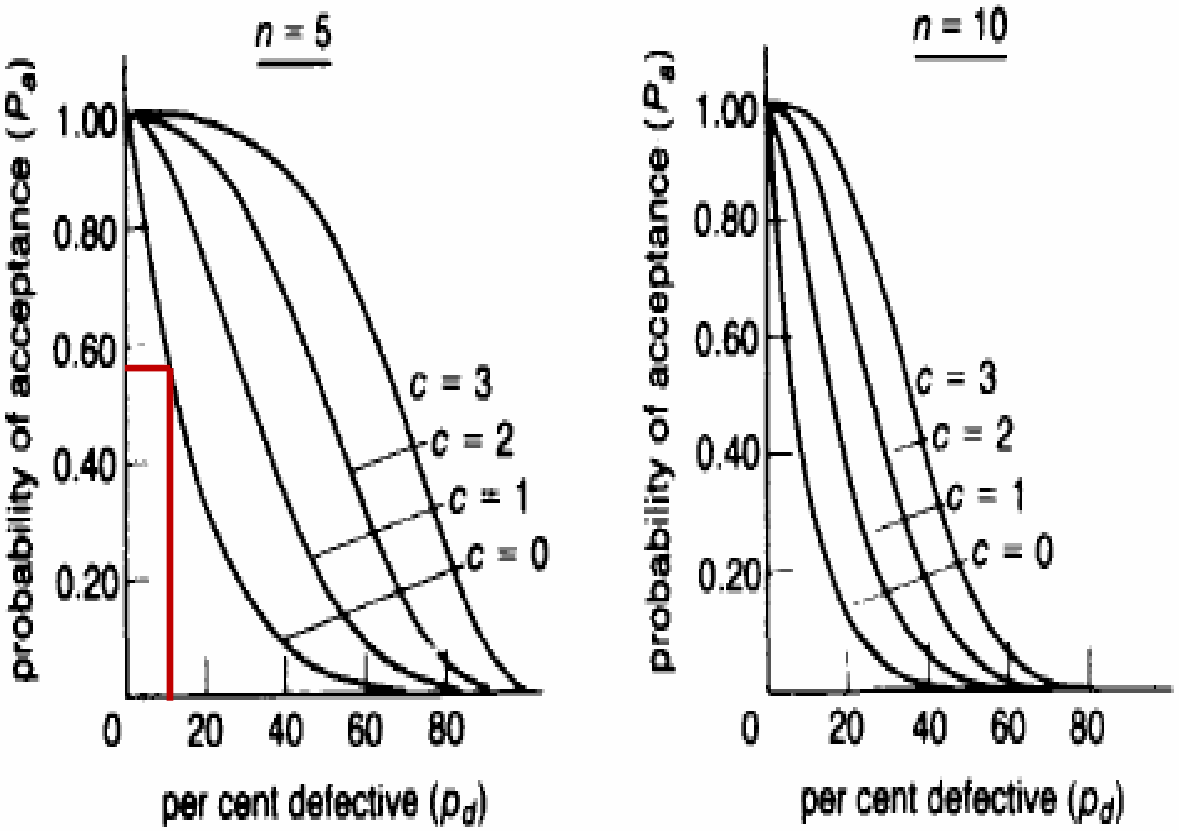
Fravær i 25 g (Mikr. kriterie)
Vokser **ikke** ved lave temperaturer

- **Høj** infektiv dose eller antal celler til toksinproduktion
  - *Listeria monocytogenes*
  - *Bacillus cereus*
  - *Clostridium botulinum*

Mikr. Kriterier for *L. monocytogenes* og *B. cereus*
Botulinum kog til dåsemad
Vokser ved lave temperaturer

Fødevaresikkerhed kan ikke kontrolleres ind i produkter

- Antal prøver/analyser (n) og kriterium for accept af resultat (c) bestemmer styrken af en prøveudtagningsplan (”Operational characteristic curve”)
- Eksempel med n = 5, c = 0 samt 10 % forurenede enheder i et parti → 59 % sandsynlighed for at accepterer partiet



Hygiejne lægger fundamentet men kan ikke stå alene

Grundliggende krav/gode arbejdsgange:

- Fysiske bygninger, indretning, beliggenhed
- Transport og opbevaring
- Udstyr
- Personlig hygiejne og uddannelse
- Rengøring og skadedyrssikring
- Vand og is
- Affaldshåndtering

Retsinformation

Udskriftsdato: 6. september 2022

VEJ nr 9866 af 27/07/2022 (Gældende)

Vejledning om fødevarehygiejne

2014 Listeriosis udbrud:
42 syge 17 døde

https://www.dr.dk/nyheder/indland/udskaeldte-joern-om-rullepoelse-skandalen-derfor-gik-det-saa-galt

Brug af værktøj til design af sikre fødevarer

- Ved **mikrobiologisk sikkerhedsvurdering** opstår der tit spørgsmål som:
  - Er skinken blevet kogt ved den rette tid og temperaturkombination?
  - Hvad sker der med sikkerheden af lagerejer, hvis saltprocenten sænkes?
  - Hvordan undgås vækst af *Listeria* i rullepølse?

- **Belastningsforsøg** kan bruges til at teste processer eller formuleringer
  - Dyrt med mange forsøg

- **Værktøjer** baseret på prædiktive modeller kan hjælpe
  - Matematiske modeller til forudsigelser af vækst eller drab
  - Kræver kendskab til proces og produktegenskaber
  - Forudsigelser kan suppleres med belastningsforsøg

Værktøjer udviklet i forskningsgruppen

- **FSSP – Food Spoilage and Safety Predictor ver. 4**
  - Forudsiger ud fra op til 14 produktegenskaber vækst af *Listeria monocytogenes*, mælkesyrebakterier, og andre bakterier under kølelagring af letkonserverede fødevarer (kød, fisk, mejeriprodukter)
  - Nye *Clostridium* modeller på vej (ver. 5, se senere)
  - Kan bruges til at tjekke om produkter understøtter vækst af *L. monocytogenes* og snart også *C. botulinum*

- **SiTTi – Sikre tids- og temperaturkombination** for:
  - Varmebehandling
  - Nedkøling
  - Lunholdelse

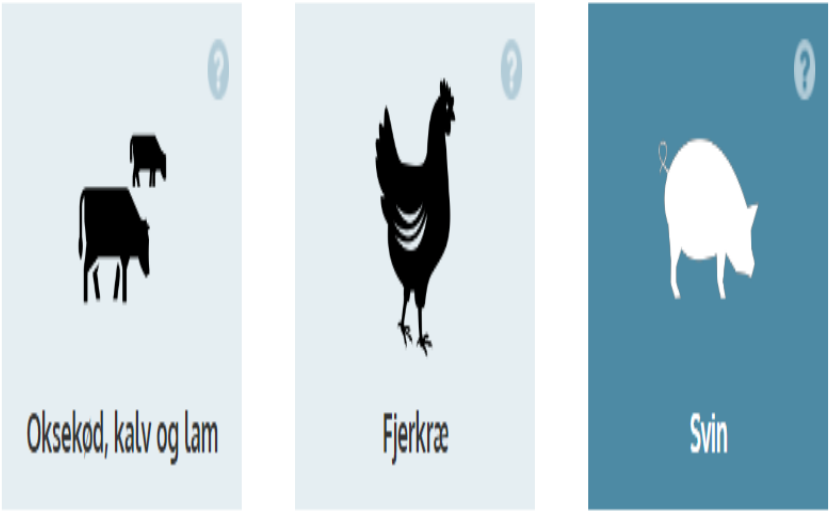
Eksempler på anvendelse af værktøjerne i mikrobiologisk sikkerhedsvurdering

Sikkerhedsvurdering af kogt skinke i skiver

TRIN	Parametre/vurdering
Beskriv produktet og dets anvendelse	Kogt skinke, spiseklart, skiveskåret Holdbarhed 28 dage
Liste over råvarer, ingredienser og emballage	Svinekød, salt, i vakuumpakning, køleopbevaring
Proces- og produktegenskaber	Stiksaltes (4,6 % i vandfasen) og koges. pH 6,1, vandindhold 73,3%
Liste over alle risikofaktorer og vurdering af deres relevant (forekomst, niveau, alvorlighed	Sporeformende bakterier, *Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*
Identifikation af forarbejdningstrin, hvor risikofaktorer kan elimineres eller bringes under kontrol	Saltning Kogning Vakuumpakning
Vurdering af nuværende	
Anbefalinger	

Først kigger vi på kogningen med SiTTi

Hvis din fødevare består af flere faste råvarer, f.eks frikadeller med både kalv og flæsk el postej med grønsager og hakket oksekød, så prøv dig frem og vælg den tid – temperatu giver størst sikkerhed.



2 Kender du saltindholdet i fødevaren?

Hvis du har saltet din fødevare meget, kan det have betydning. En saltet fødevare kan f.eks. være hamburgerryg, postej eller bacon.

Fødevarestyrelsen har indlagt en standardværdi for salt i produktet. Du kan se den Se en oversigt over standard salt og pH-værdier her.

Ja | Nej

Udregn saltindholdet

A Produktets vandindhold: 73,3 pr. 100 gram

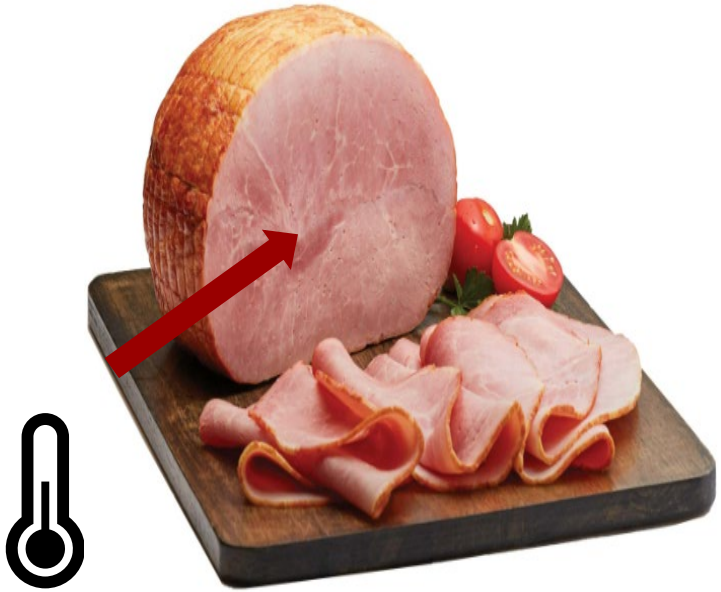
Du kan finde produktets vandindhold i **Frida Food Data**.

Se hvordan du finder produktets vandindhold **her**.

B Tilføjet salt iflg opskrift: 3,5 pr. 100 gram

C Udregn salt i produktet: 4.6 % salt i produktets vandfase

Holdbarhed og centrumstemperatur



https://www.heb.com/product-detail/h-e-b-old-fashioned-ham-off-the-bone-sliced/1445271

4 Hvor længe skal fødevaren gemmes ved maks 5 grader?

Maks. 24 timer | 1 - 5 dage | 6 - 10 dage | **11 - 21 dage** | 22 - 90 dage

5 Forhold mellem temperatur og holdetid

Holdetid er den tid, den ønskede temperatur i fødevaren skal fastholdes efter opvarmning. Fx Hvis du ønsker at varmehandle ved 60 grader, og beregneren viser 20 min, så betyder det, at temperaturen i fødevaren skal holdes på min. 60 grader i 20 min.

Når du skal måle temperaturen i fødevaren, skal du være opmærksom på, hvor du måler.

Læs hvordan du måler temperaturen **her**.

Vælg om temperatur eller holdetid skal være udgangspunktet for din beregning.

Temperatur det koldeste sted i produktet

53 — 100 — 80 °C

Din varmebehandling er sikker!

For den ønskede temperatur skal holdetiden være mindst: 2 timer 9 min.

Forstå hvorfor?

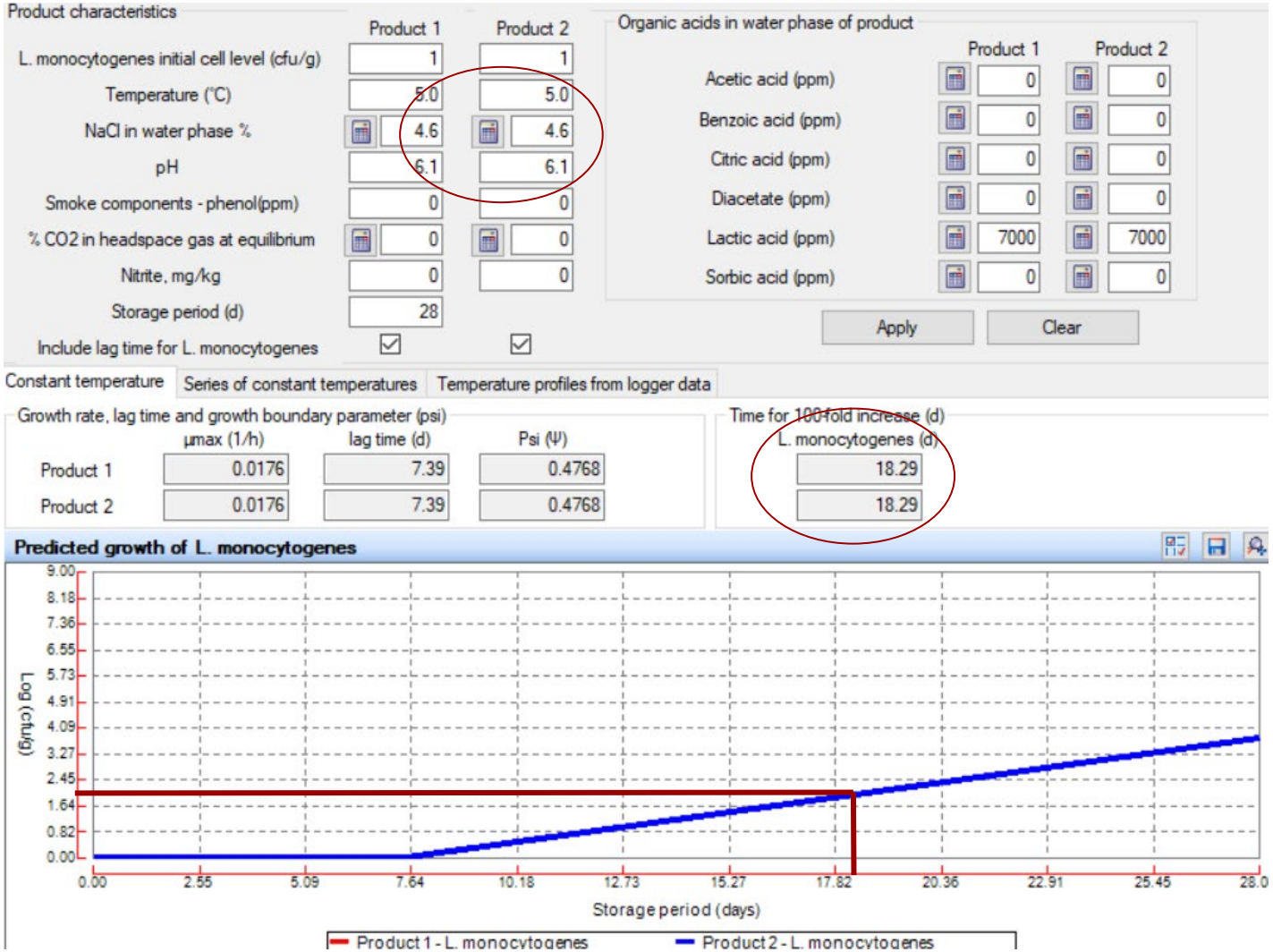
Gem resultat som pdf

Sikkerhedsvurdering af kogt skinke i skiver

TRIN	Parameter/vurdering
Beskriv produktet og dets anvendelse	Kogt skinke, spiseklart Holdbarhed 28 dage
Liste over råvarer, ingredienser og emballage	Svinekød, salt, i vakuumpakning, køleopbevaring
Proces- og produktegenskaber	Stiksaltes (4,6 % i vandfasen) og koges. pH 6,1
Liste over alle risikofaktorer og vurdering af deres relevant (forekomst, niveau, alvorlighed	Sporeformende bakterier, *Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*
Identifikation af forarbejdningstrin, hvor risikofaktorer kan elimineres eller bringes under kontrol	Saltning **Kogning (Hold ved 80 °C i 2 timer, 9 min)** Vakuumpakning
Vurdering af nuværende	
Anbefalinger	

Er *L. monocytogenes* hæmmet under kølelagring?

- **FSSP**
  - Indtastet produktegenskaber
- **Forudsigelsen** viser *L. monocytogenes* vokser med 2 log (fra 1 til 100 CFU/g) på 18 dage
- **Holdbarheden** på 28 dage kan ikke bruges uden at produktet ændres
- **Muligheder:**
  - Kortere holdbarhed (<18 dage)
  - Ændre produkt med organiske syrer
  - Opbevaring på frost



Sikkerhedsvurdering af kogt skinke i skiver

TRIN	Parameter/vurdering
Beskriv produktet og dets anvendelse	Kogt skinke, spiseklart Holdbarhed 28 dage
Liste over råvarer, ingredienser og emballage	Svinekød, salt, i vakuumpakning, køleopbevaring
Proces- og produktegenskaber	Stiksaltes (4,6 % i vandfasen) og koges. pH 6,1
Liste over alle risikofaktorer og vurdering af deres relevant (forekomst, niveau, alvorlighed	Sporeformende bakterier, *Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*
Identifikation af forarbejdningstrin, hvor risikofaktorer kan elimineres eller bringes under kontrol	**Saltning hæmmer ikke *Lm*** Kogning (Hold ved 80 °C i 2 timer, 9 min) Vakuumpakning
Vurdering af nuværende	**Produktet er kun sikkert i op til 18 dage**
Anbefalinger	**Formulering af produktet skal ændres, hvis længere holdbarhed ønskes**

Efter udbruddet ……!

Rullepølse med listeria var årsag til sygdomsudbrud

Rullepølse har været årsag til et sygdomsudbrud med listeria. Det viser et stort opklaringsarbejde, som er udført i tæt samarbejde mellem Fødevarestyrelsen, Statens Serum Institut og DTU Fødevareinstituttet, bistået af Danish Crown. Rullepølsen er kaldt tilbage, og er ikke længere i butikkerne.

Senest redigeret den 20. juli 2022

https://www.ssi.dk/aktuelt/nyheder/2022/rullepoelse-med-listeria-var-aarsag-til-sygdomsudbrud

”Vi har netop fundet et match mellem otte sygdomstilfælde og listeria fra en Danish Crown virksomhed i Oldenburg i Tyskland, der producerer rullepølse. Syv at de otte patienter blev interviewet og de havde alle spist rullepølse. Når vi efterfølgende har været i kontakt med de supermarkeder, som patienterne havde handlet i, har vi konstateret, at rullepølse fra Danish Crown i Oldenburg gik igen flere steder,” siger Annette Perge, sektionsleder i Fødevarestyrelsen.

Alle rullepølser trukket tilbage

For lidt over en uge siden har Danish Crown kaldt alle rullepølseprodukter produceret efter 1. juni tilbage fra markedet. Det skete fordi virksomheden havde fundet listeria i produktionen på virksomheden i Oldenburg. Virksomheden har bistået til opklaringsarbejdet med prøver fra virksomheden.

”DTU Fødevareinstituttet, SSI og Fødevarestyrelsen har analyseret og sammenlignet de listeria-bakterier, der blev fundet i patienterne og i rullepølse fra virksomheden i Oldenburg, ved brug af DNA typning. Bakterierne viste sig at være helt ens, og sammenholdt med at patienterne har oplyst at de har spist rullepølse, så kan man være sikker på, at smitten er kommet fra rullepølsen,” siger Steen Ethelberg, der er seniorforsker på Statens Serum Institut.

Epidemiologisk udredning - kildesporing

- **Patient interviews**:
  - Finde fødevare(r) som er årsag
  - Mistanke om forårsagende mikroorganisme

- **Påvise og DNA typning (Sekventering af hele genomet, WGS)**
  - Identificer mikroorganisme
  - Match mellem DNA typer fra isolater fra patienter og fødevarer – **bevis = årsag fundet**
  - Identifikation af producent og produkt
  - Tilbagekald for at begrænse sygdomsudbruddet

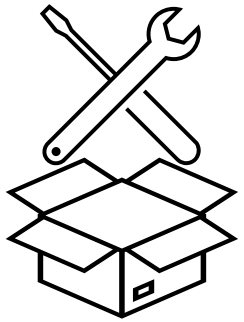
CGE værktøjer

- **Næste kapitel: Hvad nu????**

Rullepølse med listeria var årsag til sygdomsudbrud

Hvordan forhindres fremtidige udbrud af listeriose fra rullepølse?

- Forbud mod produktion og salg af rullepølse?
- Flere analyser for forekomst af *Listeria* i rullepølse?
- Forbedret hygiejne under produktion?
- Lavere temperature ved distribution?
- Oplysning til forbrugere i risikogrupper?
- Kortere holdbarhed af rullepølse på køl?
- Stabilisering af produkt mod vækst af Listeria?
- Andet?



Fakta om listeria

Listeria er særlig farlig for syge, svækkede, ældre og gravide. Fødevarestyrelsen har en række råd til, hvordan disse særligt sårbare grupper kan undgå listeria:

- Spis koldrøget fisk, gravad fisk og kødpålæg så friskt som muligt
- Hold køleskabstemperaturen på 5 °C eller koldere
- Undgå upasteuriseret mælk og bløde råmælksoste

Læs mere

Læs mere om det nu opklarede udbrud samt det andet udbrud på SSI's hjemmeside.

Sådan undgår du listeria, hvis du er syg.

Sådan undgår du listeria, hvis du er gravid.

https://www.ssi.dk/aktuelt/nyheder/2022/rullepoelse-med-listeria-var-aarsag-til-sygdomsudbrud

Rullepølse med listeria var årsag til sygdomsudbrud

- Hvordan forhindres fremtidige udbrud af listeriose fra rullepølse?
  - Forbud mod produktion og salg af rullepølse?
  - Flere analyser for forekomst af *Listeria* i rullepølse?
  - Forbedret hygiejne under produktion?
  - Lavere temperature ved distribution?
  - Oplysning til forbrugere i risikogrupper?
  - Kortere holdbarhed af rullepølse på køl?
  - Stabilisering af produkt mod vækst af Listeria?
  - Andet?

Myndighedernes råd

Men hvad siger den mikrobiologiske sikkerhedsvurdering?

Kan virksomheden gøre noget andet?

L. monocytogenes – mikrobiologiske kriterier

- EU forordninger (EF nr. 2073/2005 og EF nr. 1441/2007)
- Spiseklare fødevarer deles ind i kategorier baseret på anvendelse og om *Lm* kan eller ikke kan vokse i fødevaren under opbevaring

Kategorier af spiseklare fødevarer	Kritisk grænseværdi	Kommentar
Til spædbørn og medicinske formål	Ingen påvist i 25 g	I hele holdbarhedsperioden
Vækst er mulig	Ingen påvist i 25 g	Måles efter umiddelbart efter fremstilling
Vækst er mulig	100 CFU/g	Ikke overskrides i holdbarhedsperioden
Vækst er forhindret	100 CFU/g	**Dokumentation af hæmning** pH ≤ 4,4 eller a_w ≤ 0,92, eller pH ≤ 5,0 og a_w ≤ 0,94, eller holdbarhed < 5 dage

Vækst af *Listeria*? 2014 rullepølseudbrud i Danmark

- Produktegenskaber bestemt i foråret 2017
- Deklareret holdbarhed på 28 dage ved køleopbevaring
- Vækst?

Produkt	Kogt	Kogt og røget
Tørsstof, %	40.4	42.4
Salt i produktet, %	1.6	1.2
Salt i vandfasen i produktet, %	**2.6**	**2.0**
pH	**5.8**	**6.0**
Eddikesyre i produktet, mg/kg	0	3400
Eddikesyre i vandfasen i produktet, mg/L	**0**	**5900**
Mælkesyre i produktet, mg/kg	4450	4200
Mælkesyre i vandfasen i produktet, mg/L	**7450**	**7300**
Phenoler (Røgintensitet), mg/kg	**-**	**2.1**

DTU

http://fssp.food.dtu.dk

Product characteristics

	Product 1	Product 2
L. monocytogenes initial cell level (cfu/g)	1	1
Temperature (°C)	5.0	5.0
NaCl in water phase %	2.61	2.0
pH	5.8	6.0
Smoke components - phenol(ppm)	0	2.1
% CO2 in headspace gas at equilibrium	0	0
Nitrite, mg/kg	0	0
Storage period (d)	28	
Include lag time for L. monocytogenes	☐	☐

Organic acids in water phase of product

	Product 1	Product 2
Acetic acid (ppm)	0	5900
Benzoic acid (ppm)	0	0
Citric acid (ppm)	0	0
Diacetate (ppm)	0	0
Lactic acid (ppm)	7450	7300
Sorbic acid (ppm)	0	0

Apply Clear

Constant temperature | Series of constant temperatures | Temperature profiles from logger data

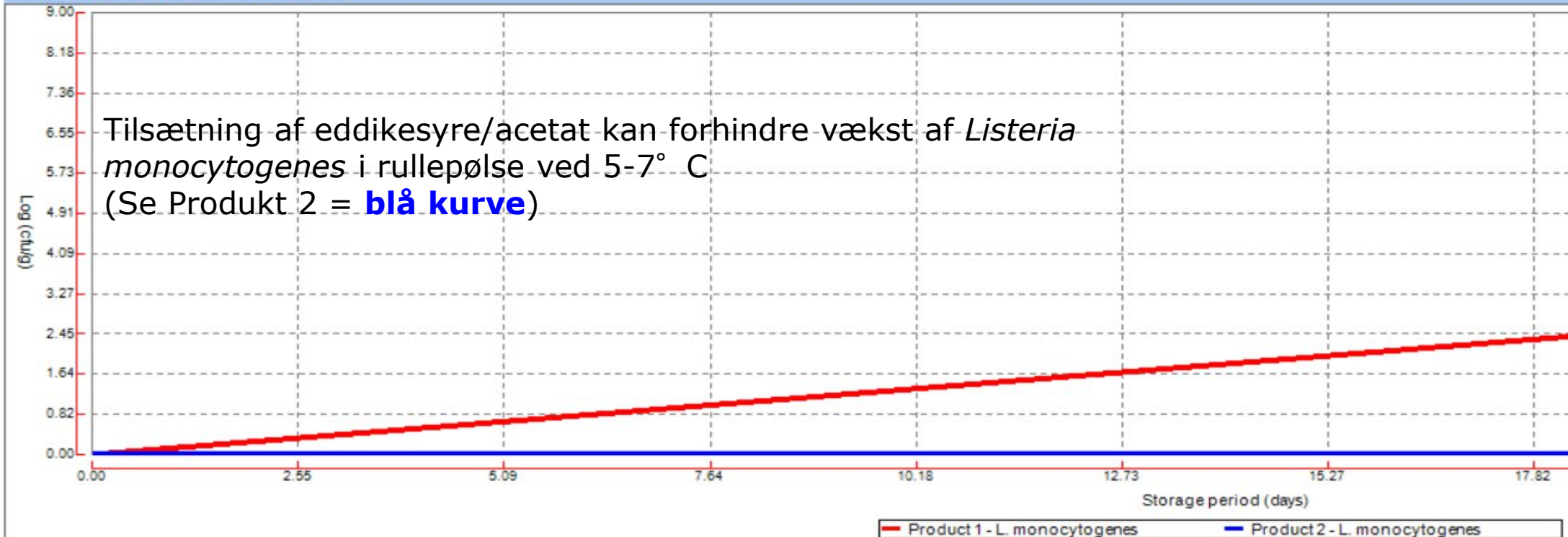
Growth rate, lag time and growth boundary parameter (psi)

	μmax (1/h)	lag time (d)	Psi (Ψ)
Product 1	0.0126	0	0.6319
Product 2	0	0	1.5884

Time for 100-fold increase (d)

	L. monocytogenes (d)
Product 1	15.2
Product 2	Not reached

Predicted growth of L. monocytogenes



Tilsætning af eddikesyre/acetat kan forhindre vækst af *Listeria monocytogenes* i rullepølse ved 5-7° C
(Se Produkt 2 = **blå kurve**)

ESSP

Rullepølse med listeria var årsag til sygdomsudbrud

- Hvordan forhindres fremtidige udbrud af listeriose fra rullepølse?
  - Forbud mod produktion og salg af rullepølse?
  - Flere analyser for forekomst af *Listeria* i rullepølse?
  - Forbedret hygiejne under produktion?
  - Lavere temperature ved distribution?
  - Oplysning til forbrugere i risikogrupper?
  - Kortere holdbarhed af rullepølse på køl?
  - Stabilisering af produkt mod vækst af *Listeria*?
  - Andet?

Ja, virksomheden kan gøre noget

1. Forkort holdbarhed til 15 dage
2. Ny opskrift til at ”flytte” produktet til ikke at understøtte vækst

Myndighedernes rolle her?

Hjælp til selvhjælp værktøjer

Ph.d. afhandling om koldrøget laks 1995!

- I mit resumé skrev jeg følgende:

Hazard analysis of factors (microbiological, biological and chemical), which may affect the quality and safety of the product, showed that it is possible under proper conditions to control all potential hazards except the risk of growth of *Listeria monocytogenes* to unacceptable levels in the final product during chill storage. It is therefore recommended that incorporation of additional hurdles into the product is considered.

2015!

FORBRUGERSIKKERHED 30. JUL., 2015 KL. 14:45

En person er død af listeria-inficeret fisk

En er død og tre andre er blevet syge af mad med listeria fra jysk fiskeproducent.

2019!

PENGE

Røget fisk gav ni voksne listeria: Nu trækkes det tilbage

Røget ørred bliver trukket tilbage grundet sygdomsmistanke. To er døde.

2022!

Forside / Forbrug

Forbrug

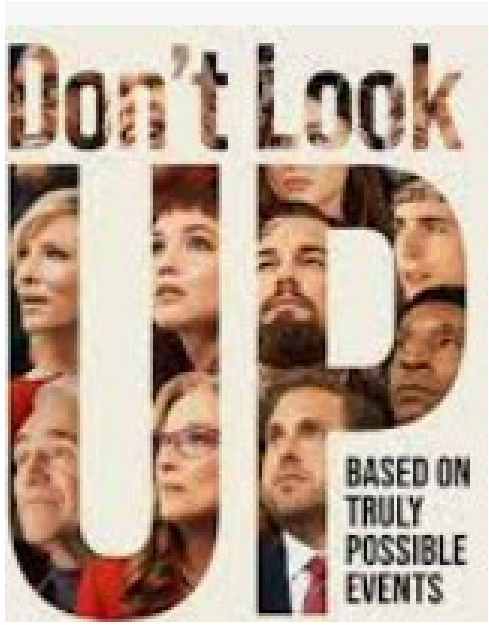
Listeria-bakterien er i udbrud: Her er de bedste råd til risikogruppen

Særligt syge og gravide bør være opmærksomme, inden de sætter tænderne i kødpålæg eller røget fisk fra buffeten. Den dødelige listeriabakterie er i fremgang.

/ritzau/ Opdateret: 17. juni 2022

Konklusion

- **Mikrobiologisk sikkerhedsvurdering involverer:**
  - Evaluering af alle risikofaktorer
  - Karakterisering af proces og produktegenskaber
  - Integrering af elementer af HACCP, fx. anvendelse, produktbeskrivelse

- **Matematiske værktøjer er udviklet til at forudsige vækst/ikke-vækst og sikkerhed ud fra:**
  - Varmebehandling og lunholdelse: tid og temperatur
  - Nedkøling: tid og temperatur
  - Produktegenskaber og køleopbevaringstemperaturer

Spørgsmål?