



## NOTAT: Bestemmelse af effektkriterier for fødevarebarne sygdomsfremkaldende sporedannere ved varmebehandling af færdigretter

Hansen, Tina Beck

*Publication date:*  
2018

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Hansen, T. B. (2018). *NOTAT: Bestemmelse af effektkriterier for fødevarebarne sygdomsfremkaldende sporedannere ved varmebehandling af færdigretter*. Technical University of Denmark.

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# NOTAT: Bestemmelse af effektkriterier for fødevarerborne sygdomsfremkaldende sporedannere ved varmebehandling af færdigretter

---

Tina Beck Hansen

DTU Fødevareinstituttet, september 2018

Målet med dette notat er at opsummere eksisterende viden, i form af guidelines og videnskabelige studier, der kan støtte op om beslutningen af effektkriterier for de sygdomsfremkaldende sporedannere *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* og *Clostridium perfringens* ved en varmebehandling. Sporer af de kuldetolerante *C. botulinum* bør inaktiveres svarende til 6 log-reduktion i alle typer færdigretter, hvis holdbarheden efter varmebehandling ønskes længere end 10 dage ved maks. 5 °C. For sporer af kuldetolerante *B. cereus* bør inaktiveringen svare til 1 log-reduktion, når pH ≤ 6,0, og 3 log-reduktion når pH er over 6,0, hvis holdbarheden efter varmebehandling ønskes længere end 21 dage men kortere end 90 dage ved maks. 5 °C. De vegetative celler af *C. perfringens* bliver relevante at inaktivere i kødprodukter, der opvarmes langsomt. Hvis den tid, der går, inden 53 °C er opnået under varmebehandlingen, overstiger 90 min. bør den videre varmebehandlingsproces sørge for, at *C. perfringens* cellerne inaktiveres med 3 log-reduktion.

## Formål

Dette notat skal støtte op om beslutningen af effektkriterier for de sygdomsfremkaldende sporedannere, når det kræves, at disse inaktiveres tilstrækkeligt under varmebehandlingsprocessen af færdigretter.

Det gælder for færdigretter med en holdbarhed længere end 10 dage ved maks. 5 °C, da disse vil kræve en vis reduktion af sporerne af fødevarerborne sygdomsfremkaldende bakterier (Peck 1997, Peck et al. 2006). Dette gør sig gældende for de kuldetolerante typer af *Clostridium botulinum* og *Bacillus cereus*, da disse ellers kan spire, vokse og evt. danne toksiner under køleopbevaringen. Håndtering af denne risiko kan ske ved at definere effektkriterier, der sikrer, at sporerne inaktiveres tilstrækkeligt til, at udspiringen forsinkes således, at der ikke kan forekomme unødigt vækst og/eller toksindannelse under holdbarhedsperioden.

En anden problemstilling, hvor bakteriesporer kan spire ud og vokse frem, er færdigretter, der opvarmes meget langsomt. Hvis opvarmningen ind til 53 °C er opnået tager længere end 90 min. er der risiko for vækst af *Clostridium perfringens* under opvarmningsforløbet (Duan et al. 2016). Dette kan dog håndteres ved at have et effektkriterium, der sørger for, at tilstedeværelsen af *C. perfringens* minimeres således, at antallet af vegetative celler, der er tilbage i færdigretten efter den fulde varmebehandling, ikke giver anledning til fødevarerborne sygdom på tidspunktet for indtagelse.

Formålet med dette notat er at præsentere, hvilke retningslinjer der er anbefalet i den videnskabelige litteratur, når det handler om styring af ovennævnte risikofaktorer ved en varmebehandlingsproces.

## *Clostridium botulinum*

I 1992 udkom ACMSF første gang med retningslinjer for sikker produktion af vakuumpakkede og MA-pakkede kølede fødevarer med hensyn til *C. botulinum*. I de efterfølgende år er der publiceret mere end 30 andre guidelines relateret til dette emne, som er blevet gennemgået i 2006 (Peck et al. 2006) med henblik på opdatering af de britiske retningslinjer. Følgende anbefalinger er resultatet af undersøgelsen:

1. Opbevaring ved  $< 3,0$  °C.
2. Opbevaring ved  $\leq 5,0$  °C og en holdbarhed på  $\leq 10$  dage.
3. Opbevaring ved  $5 - 8$  °C og en holdbarhed på  $\leq 5$  dage.
4. Varmebehandling ved  $90$  °C i 10 min. eller ækvivalent behandling (fx  $80$  °C i 129 min.,  $85$  °C i 36 min.) i kombination med opbevaring på køl (designet til at give 6 log-reduktion af kuldetolerante *C. botulinum*).
5. En pH-værdi  $\leq 5,0$  overalt i fødevaren i kombination med opbevaring på køl.
6. Et saltindhold  $\geq 3,5$  % overalt i fødevaren i kombination med opbevaring på køl.
7. En vandaktivitet  $\leq 0,97$  overalt i fødevaren i kombination med opbevaring på køl (ifølge Resnik & Chirife (1988) svarer dette til 4,5 % salt-i-vand).
8. Kombinationer af varmebehandling og andre konserverende parametre som konsekvent kan vises at forhindre vækst og toksindannelse af kuldetolerante *C. botulinum*, når de kombineres med opbevaring på køl.

Så længe mindst en af disse retningslinjer er opfyldt, er vækst og toksindannelse af kuldetolerante *C. botulinum* styret i kølede færdigretter. De punkter, hvor formuleringen "opbevaring på køl" er anvendt, er køl specificeret til  $5 - 8$  °C (Peck et al. 2006). Det påpeges også, at disse retningslinjer ikke kun dækker vakuumpakkede og MA-pakkede kølede fødevarer. De dækker også fødevarer pakket i atmosfærisk luft, idet flere studier har vist, at der ikke er forskel på *C. botulinum*'s vækst og toksindannelse i pakninger med og uden ilt. Det konkluderes derfor, at pakning med ilt ikke kan bruges som styrende foranstaltning i forhold til *C. botulinum* (Peck et al. 2016).

På baggrund af ovenstående retningslinjer kan det udledes, at inaktivering af sporer af kuldetolerante *C. botulinum* er relevant for færdigretter med mere en 10 dages holdbarhed ved maks.  $5$  °C, når pH er højere end  $5,0$  og salt-i-vandindholdet er lavere end  $4,5$  %. I disse tilfælde anbefales en varmebehandling, der fører til 6 log-reduktion, svarende til  $90$  °C i 10 min. eller en anden temperatur/tid-kombination med tilsvarende drabseffekt. Der skelnes ikke mellem forskellige fødevarekategorier i anbefalingerne.

## *Bacillus cereus*

Sporer af kuldetolerante *B. cereus* kan overleve en varmebehandling på 90 °C i 10 min. som ellers giver en tilstrækkelig reduktion af kuldetolerante *C. botulinum* (Daelman et al. 2013a). Ved en efterfølgende opbevaring på køl er der risiko for, at sporerne spirer ud og vokser til sygdomsfremkaldende niveauer eller evt. danner toksiner. Da toksinerne er varmostabile, vil de ikke kunne fjernes fra produktet ved almindelige genopvarmninger (Daelman et al. 2013b). For færdigretter med ekstra lang holdbarhed kan det derfor være relevant at inaktivere sporerne af kuldetolerante *B. cereus* således, at en evt. toksindannelse forhindres inden for den ønskede holdbarhed.

I studiet af Daelman et al. (2013a) er det foreslået at bruge nølefasens længde som udtryk for, hvor lang holdbarhed man kan tillade efter forskellige varmebehandlinger. I studiet bruges denne tilgang også til udvikling af en prædiktiv model, der ud fra varmebehandlingsprocessen, produktets pH og vandaktivitet samt opbevaringstemperaturen, forudsiger, hvornår væksten af *B. cereus* forventes at kunne detekteres. I modellen, der er baseret på 434 datapunkter, indgår to matematiske udtryk; et for pH-værdier over 6,0 og et for pH mindre eller lig med 6,0 (Daelman et al. 2013a).

Et projekt gennemført af Selma Kulenovic, under vejledning af professor Susanne Knøchel på KU, har taget Daelman et al. (2013a) modellen i brug til at forudsige sikre varmebehandlingstider for færdigretter produceret ved den såkaldte henkogningsmetode (Kulenovic 2016). Heraf ses det, at et produkt med pH 6,3, der opbevares ved 7 – 8 °C, bør varmebehandles i mindst 230 min. ved 90 °C, 95 min. ved 95 °C eller 50 min. ved 98 °C, hvis holdbarheden skal være mindst 3 måneder. For et produkt med pH 5,8 er varmebehandlingstiderne lidt kortere, nemlig ca. 100 min., 40 min. eller 20 min. ved hhv. 90, 95 eller 98 °C (Kulenovic 2016). Sammenlignes disse tider med den værst tænkelige D-værdi for kuldetolerante *B. cereus*, på 91 min. ved 90 °C (Daelman et al. 2013c), kommer man frem til, at produkter med pH over 6,0 kræver 2,5 til 3 log-reduktion, mens produkter med pH 6,0 og derunder kun kræver ca. 1 log-reduktion for at kunne have en holdbarhed på 90 dage under køleopbevaring. For omregning fra en temperatur til en anden, foreslår Kulenovic (2016) at bruge en z-værdi på 9,6 °C.

På baggrund af ovenstående kan det opsummeres, at for færdigretter med holdbarheder op til 90 dage er der brug for inaktivering af sporer af kuldetolerante *B. cereus*. I disse tilfælde anbefales en varmebehandling, der fører til mindst 1 log-reduktion for produkter med pH ≤ 6,0 og 3 log-reduktion for produkter med pH over 6,0, når en D-værdi på 91 min. ved 90 °C anvendes.

## *Clostridium perfringens*

I studiet af Duan et al. (2016) er det vist, at sporer af *C. perfringens* kan spire ud og vokse i kyllingekød og i svinekød under en varmebehandlingsproces, hvis den er tilstrækkelig langsom. Dette er også vist i oksekød bl.a. af Willardsen et al. (1978). Af disse studier kan det udledes, at det er relevant at inaktivere vegetative celler af *C. perfringens*, hvis varmebehandlingen er så langsom, at det tager mere end 90 min. at opnå 53 °C i kødet (Tabel 1). Endnu langsommere stigetider vil føre til stigende grad af vækst af *C. perfringens*, hvis den er til stede (Tabel 1).

**Tabel 1.** Prædikteret tilvækst af *Clostridium perfringens* ved forskellige stigetider indtil 53 °C er opnået. Den prædiktive vækstmodel, publiceret af Duan et al. (2016), er anvendt.

Stigetid fra køl til 53°C (timer)	<i>C. perfringens</i> tilvækst (log-stigning)
½	<1
1	<1
1½	<1
2	1
2½	1,3
3	1,6
3½	2,0
4	2,5
> 4	3,0

Duan et al. (2016) foreslår, at man designer varmebehandlingsprocessen således, at den tilvækst af *C. perfringens*, der har været under en LTLT behandling, reduceres, så man kommer tilbage på det niveau af *C. perfringens*, som man startede med. Som det ses af Tabel 1, vil dette fx betyde, at der er brug for 2 log-reduktion af *C. perfringens*, når det tager 3½ time før 53 °C er opnået. Duan et al. (2016) argumenterer for, at den maksimale log-reduktion, der kan blive brug vil være 3. Det skyldes, at de højeste koncentrationer af *C. perfringens*, der er fundet i kødprodukter med vækst af *C. perfringens*, sjældent har oversteget 10<sup>8</sup> cfu/g, svarende til 8 log cfu/g (Roy et al. 1981), en 3 log-reduktion vil derfor føre til, at *C. perfringens* niveauet kommer ned på maks. 5 log cfu/g, der betragtes som et sikkert niveau. Vurderingen af, at 5 log cfu/g, svarende til 100.000 cfu/g af *C. perfringens*, er sikkert, fremgår af tidligere notater (Hansen & Møller 2016, Hansen & Møller, 2017).

På baggrund af ovenstående kan det opsummeres, at for kødprodukter er der brug for inaktivering af *C. perfringens* celler, når opvarmningstiden til 53 °C er over 90 min. I disse tilfælde anbefales en varmebehandling, der fører til 3 log-reduktion.

## Kilder

ACMSF (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food) (1992): Report on Vacuum Packaging and Associated processes. HMSO, London.

Daelman et al. (2013a): Development of time-to-detect growth model for heat-treated *Bacillus cereus* spores. International Journal of Food Microbiology 165, 231-240.

Daelman et al. (2013b): A quantitative microbiological exposure assessment model for *Bacillus cereus* in REPFEDs. International Journal of Food Microbiology 166, 433-449.

Daelman et al. (2013c): Growth/no growth models for heat treated psychrotrophic *Bacillus cereus* spores under cold storage. International Journal of Food Microbiology 161, 7-15.

Duan et al. (2016): Predicting outgrowth and inactivation of *Clostridium perfringens* in meat products during low temperature long time heat treatment. International Journal of Food Microbiology 230, 45-47.

Hansen & Møller (2016): NOTAT: Anvendelse af Monte Carlo simulering til bestemmelse af effekt kriterium for *Clostridium perfringens* for lun opbevaring af varmebehandlede færdigretter. DTU Fødevareinstituttet, Juni 2016.

Hansen & Møller (2017): NOTAT: Anvendelse af Monte Carlo simulering til bestemmelse af effektkriterium for *Clostridium perfringens* og *Bacillus cereus* for nedkølingen af varmebehandlede færdigretter. DTU Fødevareinstituttet, November 2017.

Kulenovic (2016): Examination of the risk of growth of pathogenic spore-formers in REPFED. Department of Food Science, Copenhagen University, November 2016.

Peck (1997): *Clostridium botulinum* and the safety of refrigerated processed foods of extended durability. Trends in Food Science and Technology 8, 186-192.

Peck et al. (2006): *Clostridium botulinum* in vacuum packed (VP) and modified atmosphere packed (MAP) chilled foods. Final project report (B13006) July 2006.

Resnik & Chirife (1988): Proposed theoretical water activity values at various temperatures for selected solutions to be used as reference sources in the range of microbial growth. Journal of Food Protection 51(5), 419-423.

Roy et al. (1981): Thermal inactivation of *Clostridium perfringens* after growth at several constant and linearly rising temperatures. Journal of Food Science 46, 1586-1591.

Willardsen et al. (1978): Growth and survival of *Clostridium perfringens* during constantly rising temperatures. Journal of Food Protection 43, 470-475.