

Tillväxt av bakterier under avsvälning, förvaring och upptining

Riskhanteringsrapport

av Åsa Rosengren

Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets publikationer](#)

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2017.

Författare:

Åsa Rosengren.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Rosengren, Å. 2017. L 2017 nr 02 del 1: Tillväxt av bakterier under avsvälning, förvaring och upptining, riskhanteringsrapport. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.

Denna rapport har uppdaterats på sidan 11, september 2025

L 2017 nr 02 del 1

ISSN 1104–7089

Innehåll

Förord.....	4
Tillväxt av bakterier vid avsvälning av värmebehandlad mat	5
Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets råd om avsvälning	5
Konsumentråd	5
Underlag för hanteringsåtgärden.....	5
Matförgiftningar i Sverige	5
Riskvärdering om mikrobiologisk tillväxt vid avsvälning.....	6
Lagstiftning och kontroll.....	9
Miljöaspekter	9
Andra relevanta faktorer.....	10
Livsmedelsverkets slutsats	10
Motiv till Livsmedelsverkets råd om avsvälning av upphettad mat	10
Konsumentråd	10
Tillväxt av bakterier vid förvaring av livsmedel.....	11
Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets råd om kylförvaring*	11
Konsumentråd	11
Underlag för hanteringsåtgärden.....	11
Riskvärdering om mikrobiologisk tillväxt vid förvaring.....	11
Lagstiftning och kontroll.....	19
Miljöaspekter	19
Andra relevanta faktorer.....	20
Livsmedelsverkets slutsats	20
Motiv till Livsmedelsverkets råd om hur man ska kylförvara mat	21
Konsumentråd	21
Tillväxt av bakterier vid upptining av livsmedel.....	23
Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets information om upptining	23
Information omformuleras till konsumentråd	23
Underlag för riskhanteringen	23
Riskvärdering om upptining av livsmedel	23
Lagstiftning och kontroll.....	24
Miljöaspekter	25
Andra relevanta faktorer.....	25
Livsmedelsverkets slutsats	26
Motiv till Livsmedelsverkets råd om upptining.....	26
Konsumentråd	26
Datum för beslut om godkännande av riskhanteringen av avsvälning, förvaring och upptining av livsmedel.....	27

Referenser	28
Bilaga 1	30
Livsmedelsverket tidigare råd om avsvälning och förvaring samt information om upptining	30
Råd om avsvälning.....	30
Bilaga 2	31
Antal bakterier som det får finnas från början utan att avsvälningen gör maten hälsoskadlig, några räkneexempel	31
Bilaga 3	34
Tid till tio gångers förökning vid förvaring, några räkneexempel	34

* Uppdaterat råd finns

Förord

Livsmedelsverkets arbetar för att skydda konsumenternas intressen genom att arbeta för säker mat och bra dricksvatten, att informationen om maten är pålitlig så ingen blir lurad och för att främja bra matvanor

En av Livsmedelsverkets uppgifter är att ta fram och förvalta olika konsumentråd som rör livsmedel och dricksvatten. Dessa baseras på vetenskapliga rön och behöver löpande uppdateras.

Livsmedelsverkets rapport nr 2 om tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer vid avsvälning, förvaring och upptining av livsmedel består av två delar, dels en oberoende riskvärdering, dels en riskhanteringsrapport. I denna riskhanteringsrapport redovisas de avvägningar mellan riskvärderingen och andra faktorer som till exempel, miljöaspekter, lagstiftning och kontroll samt andra relevanta faktorer. Rapportens syfte är att redovisa och motivera vad som lett fram till de åtgärder som Livsmedelsverket anser vara nödvändiga för att minska risken för att sjukdomsframkallande mikroorganismer ska föröka sig under avsvälning, förvaring och upptining.

Följande personer har arbetat med att ta fram denna hanteringsrapport: Åsa Rosengren, mikrobiolog; Emma Halldin Ankarberg, toxikolog; Catarina Flink, mikrobiolog; Christina Lantz, mikrobiolog; Sanna Lignell, toxikolog; Rickard Bjerselius, toxikolog; Anna-Karin Johansson, miljöstrateg och Charlotte Lagerberg Fogelberg, rådgivare miljö.

Livsmedelsverket september 2017

Tillväxt av bakterier vid avsvälning av värmebehandlad mat

Denna hanteringsrapport beskriver hur värmebehandlade livsmedel ska kylas ner på ett sätt som minskar risken för att sjukdomsframkallande bakterier förökar sig till hälsoskadliga nivåer.

För Livsmedelsverkets tidigare råd om avsvälning av livsmedel, se Bilaga 1.

Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets råd om avsvälning

Konsumentråd

- Mat i volymer över en halvliter bör kylas ner i kallt vattenbad eller utomhus om utetemperaturen är några plusgrader eller kallare. Ställ in maten i kylskåpet eller frys när maten har svalnat.
- Alternativt, dela upp maten i mindre behållare så att den svalnar snabbare i rumstemperatur. Ställ in maten i kylskåpet eller frys när maten har svalnat.

Underlag för hanteringsåtgärden

Matförgiftningar i Sverige

Livsmedelsverket har i olika studier uppskattat att omkring en halv miljon personer i Sverige varje år drabbas av magsjuka som orsakats av mat eller vatten (Norling, 1994; Toljander J et al., 2016; Toljander and Karnehed, 2010). Utöver själva sjukdomsbesvären, vilka kännetecknas med kräkning och/eller diarré och som ibland kan vara allvarliga, så utgör matförgiftningarna en ekonomisk belastning för såväl individen som för samhället. Risken att drabbas är större när man äter på restaurang, men en väsentlig andel av matförgiftningarna orsakas i hemmet (Lindqvist, 1999).

Riskvärdering om mikrobiologisk tillväxt vid avsvälning

Livsmedelsverkets Risk- och nyttoavdelning har tagit fram ett vetenskapligt underlag om risk för tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer vid avsvälning av livsmedel (Nyberg and Lindqvist, 2017). Denna sammanfattas nedan.

Clostridium perfringens och Bacillus cereus

I riskvärderingen om avsvälning ingår *Bacillus cereus* och *Clostridium perfringens*. De kan orsaka matförgiftning om värmebehandlade livsmedel inte kyls ned tillräckligt snabbt. *Clostridium perfringens* förökar sig snabbast i temperaturintervallet 43–47 °C men förökar sig inte i temperaturer under 12-15 °C. *Bacillus cereus* förökar sig snabbast mellan 30 och 40 °C och kan föröka sig ner till 4 °C.

Sporer

Båda dessa bakterier bildar värmetåliga sporer som kan hamna i värmebehandlade rätter via olika råvaror. Sporor i låga halter är inget hälsoproblem, men sporerna överlever värmebehandling och under goda tillväxtbetingelser, till exempel vid gynnsam temperatur, kan sporerna gro ut till aktivt delande celler. Utan konkurrens från andra mikroorganismer kan halterna öka till hälsoskadliga nivåer, vilket är i storleksordningen över 100 000 *B. cereus* per gram livsmedel och cirka 1 miljon *C. perfringens* per gram livsmedel. De flesta matförgiftningar som orsakats av *B. cereus* och *C. perfringens* har involverat värmebehandlade livsmedel som blivit nedkylda för långsamt eller har förvarats felaktigt med avseende på tid och temperatur (Lawley et al., 2012).

Förekomst och symtom

Clostridium perfringens finns naturligt i jord och även i avföring. Den kan därför finnas i lågt antal i många råvaror. Särskilt bra trivs den i proteinrika livsmedel som till exempel rött kött och fågelkött (Lawley et al., 2012). Symtom på matförgiftning orsakad av *C. perfringens* uppkommer 8–22 timmar efter konsumtion av ett förorenat livsmedel och består av kraftiga magsmärtor, gasbildning och kraftig diarré. Tillfrisknande sker efter cirka 24 timmar.

Bacillus cereus i låga halter är vanligt kolhydratrika produkter som pasta och ris men även kryddor, mjölk och mjölkprodukter. Bakterien kan orsaka två typer av matförgiftning, en typ som ger diarré och en som ger kräkningar. Symtom för diarré-typen är mycket lik den matförgiftning som orsakas av *C. perfringens*. De symtom som kräkvarianten ger orsakas av ett toxin (gift) som bakterien bildar när den förökar sig i livsmedlet och som efter kort tid, 0,5 - 6 timmar, ger plötsligt illamående, magkramper och kräkningar. Normalt avklingar symtomen inom ett dygn (Lawley et al., 2012).

Rapporterade antal matförgiftningar för B. cereus och C. perfringens

Mellan 2011 och 2015 rapporterade kommunerna sammanlagt 178 misstänkta fall av matförgiftning orsakad av *B. cereus* och 262 fall av *C. perfringens* (Lindblad et al., 2012; Sjölund et al., 2013; Sjölund et al., 2014; Sjölund et al., 2015, 2016). Sannolikt är detta en liten andel av det verkliga antalet fall eftersom underrapporteringen bedöms vara stor (Lindqvist et al., 2001). Förgiftningar orsakade av *C. perfringens* och *B. cereus* är inte anmälningspliktiga enligt smittskyddslagen (SFS, 2004).

Avsvalning av värmebehandlad mat – temperatursimuleringar och prognosmodeller

Tillväxt av bakterier vid avsvalning av livsmedel bygger dels på data från prognos-modeller, dels på simuleringar framtagna vid Livsmedelsverket. I temperatur-simuleringarna för avsvalning av livsmedel användes ärtsoppa som modell-livsmedel. Prognosmodeller baserade på olika datorprogram användes för att beräkna hur mycket de sporbildande bakterierna *C. perfringens* och *B. cereus* kan föröka sig under olika avsvalningsförfaranden.

Lagtid

I beräkningarna av tillväxt under avsvalning finns resultat både med och utan lagtid, det vill säga den tid det tar innan bakterier anpassat sig till plötsliga miljöförändringar och börjar föröka sig. Dess längd påverkas av bakteriens ”historia”, vilket till exempel kan vara bakteriens tidigare miljö eller om bakterien befinner sig i sporform eller i aktivt delande form. Lagtiden varierar väldigt mycket beroende på hur stora miljöförändringar en bakterie utsätts för. Lagtiden ökar med sjunkande förvaringstemperatur eller om det är skillnader mellan den gamla och den nya miljön avseende på näringstillgång, pH och vattenaktivitet. Även bakterieart har betydelse för lagtiden eftersom olika bakterier förökar sig olika snabbt. Det finns även rapporter om att lagtiden är längre och varierar mer om det från början finns få bakterier i ett livsmedel jämfört med om det finns många.

Observera!

Resultaten från prognosmodellerna och simuleringarna bygger på antaganden och teoretiska modeller. De visar framför allt på inbördes skillnader mellan olika avsvalningssätt och ska inte ses som absoluta sanningar. Redovisade tider och temperaturer kan alltså skilja sig i praktiken eftersom en faktisk process påverkas av de förhållanden som gäller just där och då.

Undersökta scenarion

Ärtsoppa användes som modell-livsmedel och beräkningarna gjordes på tillagad soppa i ett runt kärl av storlekarna 4, 2 eller 0.5 liter som kyls ner från 60 °C till under 10 °C. Kärlen kyls ner var för sig under tre olika betingelser. Dessa ska motsvara olika tillvägagångssätt för avsvalning av tillagad mat. (Tabell 1).

Tabell 1. Beskrivning av undersökta scenarier vid simuleringarna och vilket ned-kylningssätt de motsvarar när tillagad mat i volymerna 4, 2 samt 0,5 liter kyls ner

Betingelse	Motsvarar avsvalningssätt i köket
1. Isvattenbad, 7 °C	Avsvalning i ett kallt vattenbad med konstant temperatur*
2. Kylrum, 7 °C	Avsvalning utomhus en dag med utetemperatur strax över 0 °C eller i kylskåp för mindre mängder mat
3. 20 °C till soppan är 25 °C, därefter 7 °C	Avsvalning på bänk i rumstemperatur och sen till kylskåp

*Isvattenbad använd som modell i scenariot. Kallvatten direkt från kranen har dock oftast högre temperatur än 7 °C.

Resultat avsvalningshastighet och bakteriell tillväxt

Av riskvärderingens figurer 1–3 framgår att om 4 liter ärtsoppa först får svalna av i rumstemperatur (20 °C) ner till 25 °C och sen flyttas till 7 °C för fortsatt avsvalning, så tar det i den varmaste punkten över 30 timmar att kyla soppan från 60 °C ner till under 10 °C. Om soppan istället först delas upp i 0.5 liters volymer och sen kyls på motsvarande sätt, kommer temperaturen ner under 10 °C inom cirka 11

timmar. Avsvalning i isvattenbad går snabbast. För volymen 0,5 liter soppa går temperaturen i isvattenbad ner till under 10 °C på ca två timmar (Tabell 2). Modelleringen med avsvalningen i isvattenbad förutsätter att vattentemperaturen hålls konstant under avsvalningen.

Tabell 2. Ungefärlig beräknad tid för avsvalning av olika volymer ärtsoppa från 60 °C till under 10 °C vid olika avsvalningsbetingelser. Tiderna är framtagna vid Livsmedelsverkets simuleringar baserade på litteratordata. Hämtade från riskvärderingen figur 1-3.

Ungefärligt antal timmar från 60 °C till <10 °C			
Volym (liter)	Isvattenbad 7 °C	Kylrum 7 °C*	Rumstemp till 25 °C, sen 7 °C
0,5	2	8	11
2	4	14	23
4	7	19	32

*Tiden att kyla direkt i ett konsumentkylskåp är inte lämpligt för stora volymer då dessa inte har kylkapacitet för det.

Den största beräknade tillväxten sker som väntat i en 4-liters volym som först avsvalnat i rumstemperatur (20 °C) ner till 25 °C och sedan flyttats till kyl med temperaturen 7 °C. Om lagtiden inräknas skulle halten av *C. perfringens* i detta scenario teoretiskt kunna öka ca 2000 gånger och om den börjar föröka sig på en gång skulle halten, så kallat "worst case" skulle halten öka ca 60 000 gånger. Om en volym på 0,5 liter kyls ner på motsvarande sätt ökar halten ca 10 gånger utan lagtid och knappt två gånger om lagtiden inkluderas. En 4-liters volym som kyls i kylrum, skulle teoretiskt ge mellan ca 10 och 300 gångers haltökning av *C. perfringens* beroende på om lagtiden inräknas eller inte. Om 4 liter istället kylts i ett isvattenbad beräknas den bakteriella tillväxten till ca 3 gångers ökning utan lagtid och som försumbar om lagtid inräknas (Tabell 3).

Tabell 3. Ungefärlig tillväxt med och utan lagtid, uttryckt som antal gånger förökning, av antingen *B. cereus* eller *C. perfringens* för olika volymer ärtsoppa och olika avsvalningssätt från 60 °C till under 10 °C. Tillväxten är beräknad med en prognosmodell och data är hämtade från riskvärderingens figur 1-3. Arten som växer snabbast vid respektive betingelse anges. Vid avsvalning i kylrum förökar sig till exempel *C. perfringens* snabbare än *B. cereus* i volymerna 2 och 4 liter, men inte i volymen 0,5 liter.

Bakteriell tillväxt under avsvalningstiden (ca antal gånger förökning) vid olika avsvalningssätt			
Volym (liter)	Vattenbad 7 °C	Kylrum 7 °C	Rumstemp till 25 °C, sen 7 °C
0,5	<2 ^a	8 ^a	10 ^a
0,5 (med lagtid)	<2 ^a	<2 ^a	<2 ^a
2	2 ^b	60 ^b	3000 ^b
2 (med lagtid)	<2 ^b	3 ^b	3 ^b
4	3 ^b	300 ^b	60000 ^b
4 (med lagtid)	<2 ^b	10 ^b	2000 ^b

^a *B. cereus*

^b *C. perfringens*

Hur många bakterier får det finnas från början utan att avsvälningen gör maten hälsoskadlig?

Om avsvälningen kan göra ett livsmedel hälsofarligt eller inte beror dels på vilken sorts bakterie, dels hur många av dessa som finns i maten innan avsvälningen påbörjas. Det går inte att veta utan att livsmedlet analyseras. För de olika avsvälningssätten går det dock att räkna på hur många *C. perfringens* eller *B. cereus* som får finnas i maten från början för att inte halten ska nå upp till en nivå som riskerar att orsaka matförgiftning. Det ger en uppfattning om hur stora marginaler det rör sig om vid de olika avsvälningssätten. Olika räkneexempel redovisas i Bilaga 2.

Lagstiftning och kontroll

Det saknas lagstiftning och kontroll om avsvälning för eget bruk. Följande regler och kontroll av avsvälning gäller för de livsmedel som ska säljas eller skänkas:

Generellt gäller att alla livsmedel som släpps ut på den europeiska marknaden ska vara säkra (EG nr 178/2002.).

Av EG-förordningen om livsmedelshygien framgår att livsmedel som ska förvaras eller serveras kyllda, så fort som möjligt efter upphettning, eller efter den slutliga beredningen om ingen värmebehandling sker, ska kylas ned till en temperatur som inte medför att en hälsorisk uppstår (EG nr 852/2004.).

I Livsmedelsverkets vägledning om hygien framgår att värmebehandlade livsmedel som ska serveras kyllda, eller ska förvaras kyllda före återuppvärmning bör kylas ner på kortare tid än 4 timmar. Detta gäller generellt vid de konventionella matlagningsteknikerna. I fråga om andra tillagningstekniker bör de rekommendationer tillämpas som gäller respektive teknik (Livsmedelsverket, 2006).

I Livsmedelsverkets kontrollhandbok för storhushåll anges också fyra timmar till en temperatur under 8 C. Det finns inga krav på att använda någon speciell utrustning utan flera sätt anges (Livsmedelsverket, 2017b).

Miljöaspekter

All livsmedelsproduktion har en miljöpåverkan och om livsmedlen kastas har denna miljöpåverkan skett i onödan. Hushållen står för den största andelen av matsvinnet i Sverige. Under 2014 kastade hushållen per person totalt 50 kg mat och dryck som skulle kunnat ätas eller drickas. Klimatpåverkan från hushållens totala mängd matsvinn, 444 000 ton/år, motsvarar växthusgasutsläppen från genomsnittlig körning av 360 000 bilar under ett år (Livsmedelsverket et al., 2016).

Råd om avsvälning kan bidra till både säker mat och ger förutsättning för att maten får längre hållbarhet, vilket i sin tur kan ge minskat matsvinn (Jensen et al., 2013).

Avsvälning, sker genom att maten kyls av antingen förbiströmmande luft, vatten eller isvatten. Det kan beroende på metod, ge en ökning av energianvändningen och i vissa fall utrustning. Med en lämplig avsvälningssätt så går avsvälningen tillräckligt fort utan att det ger upphov till en onödig energianvändning. Exempel på en avsvälningssätt som inte kräver extra energianvändning är att ställa ut maten när det är kallt ute.

Sammantaget så bedöms den resursanvändning som krävs för avsvälning av mat vara rimlig och ha mindre miljöpåverkan jämfört med om maten istället skulle behöva kastas.

Andra relevanta faktorer

Möjligheten att kyla mat utomhus varierar mellan olika boenden.

Livsmedelsverkets slutsats

Livsmedelsverket anser att det är befogat med fortsatta, men omformulerade råd om hur tillagad mat ska svalna. Snabb avsvälning minskar risken för matförgiftning. Råd om avsvälning gör även att maten håller längre, vilket leder till minskat matsvinn.

Motiv till Livsmedelsverkets råd om avsvälning av upphettad mat

Konsumentråd

Mat i volymer över en halvliter bör kylas ner i vattenbad eller utomhus om utetemperaturen är några plusgrader eller kallare. Ställ in maten i kylskåpet eller frys när maten har svalnat.

Enligt scenarioräkningarna så är avsvälning i ett vattenbad det snabbaste sättet att kyla ned ett värmebehandlat livsmedel. Det är därför det sätt som ger minst tillväxt av bakterier under avsvälningstiden. Avsvälning på ett sätt som motsvarar en sval utomhustemperatur går inte lika fort som vattenbad, men fungerar också. Avsvälning i rumstemperatur och överflyttning till kylskåp är det långsammaste sättet.

I ett "worst case" scenario med stor volym (4 liter) flytande livsmedel som kyls på det långsammaste avsvälningssättet finns det risk för matförgiftning. Det skulle då från start kunna räcka med ett fåtal upp till några hundra sporbildande bakterier av exempelvis *C. perfringens* i livsmedlet för att bakterien ska hinna uppnå hälsoskadliga halter under avsvälningen.

Om maten delas upp i mindre behållare så svalnar den snabbare

Volymen påverkar avsvälningstiden. I en volym av 0,5 liter soppa så går det enligt temperatursimuleringarna, oavsett avsvälningssätt, två till nästan fyra gånger snabbare att kyla ned ett flytande livsmedel från 60 °C till under 10 °C jämfört med en volym på 4 liter.

Tillväxt av bakterier vid förvaring av livsmedel

Denna hanteringsrapport beskriver optimal förvaringstemperatur för att minimera risken för att sjukdomsframkallande bakterier förökar sig till hälsoskadliga nivåer i livsmedel.

För Livsmedelsverkets tidigare råd om förvaring av livsmedel, se Bilaga 1.

Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets råd om kylförvaring

Konsumentråd

- Sätt in kylvaror, som färsk fisk, kött och mejerivaror, i kylskåpet så fort som möjligt.
- Sätt in matrester i kylskåpet så fort som möjligt.
- **Inaktuellt råd:** Låt inte kylvaror stå framme i rumstemperatur eller sommarvärme längre än två timmar.
- **Reviderat råd¹:** Låt inte kylvaror stå framme längre än
 - fyra timmar om det är högst 20 °C
 - tre timmar om det är högst 25 °C
 - två timmar om det är 26 - 30 °C.
- Undvik att förvara mat i direkt solljus.
- Förvara kylvaror vid ca 4 °C, då håller maten längre och risken för att sjukdomsframkallande bakterier förökar sig till ohälsosamma nivåer minskar.

Underlag för hanteringsåtgärden

Riskvärdering om mikrobiologisk tillväxt vid förvaring

Livsmedelsverkets Risk- och nyttoavdelning har tagit fram ett vetenskapligt underlag om bland annat tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer vid förvaring av livsmedel (Nyberg and Lindqvist, 2017). Denna sammanfattas nedan.

Prognoser för tillväxt

Prognoserna baseras på buljongförsök utan konkurrens från andra mikroorganismer och under i övrigt optimala förhållanden avseende på pH, vattentillgång, näring. Tillväxttiderna ska alltså ses som ”worst case” scenarier.

Då livsmedel kan ha inneboende egenskaper som bromsar eller delvis hämmar bakteriell tillväxt så är den beräknade tillväxtökningen sannolikt snabbare än vad som normalt sker i olika typer av livsmedel.

¹. Beslut om ändring av råd om kylvaror i rumstemperatur. Livsmedelsverkets ärende Dnr 2025/02670

Bakterier

Förökningshastigheten vid olika temperaturer har tagits fram i prognosprogrammet ComBase för sju olika sjukdomsframkallande bakterier (tabell 4). Arterna beskrivs nedan.

Tabell 4. Namn och utmärkande egenskaper på de bakterier som ingått i riskvärderingens prognoser.

Bakterie	Utmärkande egenskaper
Bacillus cereus	Sporbildare; växer ner till 4 °C; föredrar att växa i syre, men tål syrefritt
Clostridium botulinum (icke-proteolytisk²)	Sporbildare; växer ner till 3 - 4 °C; kräver syrefritt, tål endast syre i undantagsfall
Clostridium perfringens	Sporbildare; växer ner till 15 °C; föredrar syrefritt, men tål syre i mycket låga doser
Listeria monocytogenes	Växer ner till 4 °C; föredrar att växa i syre men tål syrefritt
Salmonella	Växer ner till 8 °C; föredrar att växa i syre men tål syrefritt
Staphylococcus aureus	Växer ner till 8 °C; föredrar att växa i syre men tål syrefritt
Yersinia enterocolitica	Växer ner till 4 °C; föredrar att växa i syre men tål syrefritt

Clostridium perfringens och Bacillus cereus

Se beskrivningar av C. perfringens och B. cereus i kapitlet i om avsvälning, sidan 5.

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum är en sporbildande bakterie som finns naturligt i jord, växer i syrefria miljöer och producerar det mycket kraftfulla nervgiftet botulinumtoxin när bakterien förökar sig.

Botulinumtoxinet orsakar botulism, som är ovanligt men mycket allvarligt. Det finns två typer av C. botulinum som människor kan bli sjuka av, grupp I och grupp II. Grupp I finns naturligt i jord och är förknippad med livsmedel som till exempel grönsaker och kött. Grupp II finns i vattenmiljöer och kopplas därför ofta till fisk.

Symtom på botulism visar sig oftast 18–36 timmar efter konsumtion av ett livsmedel som innehåller giftet. Symtomen är först illamående och kräkningar följt av synrubbningar, muskelsvaghet, tal- och sväljsvårigheter samt andningssvårigheter. Om den insjuknade inte snabbt får vård kan andningsmuskulaturen slås ut och förgiftningen leda till döden. Det räcker med några nanogram av giftet för att orsaka botulism (Nyberg and Lindqvist, 2017).

Botulism är mycket sällsynt i Sverige. Sen 2006 har det som mest rapporterats ett eller två fall av botulism per år, totalt nio fall fram till och med 2016. Sedan slutet av 60-talet har det anmälts 24 fall (Folkhälsomyndigheten, 2017).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes finns naturligt i vår omgivning och kan därför finnas i jord, vatten och i tarmen hos många däggdjur. Den kan därför finnas i olika livsmedelsråvaror. Den kan även förorena ätfärdiga produkter efter värmebehandlingen. Bakterien har förmåga föröka sig vid låga temperaturer

² C. botulinum grupp II. Psykrotrof, kan växa i låga temperaturer. Förekomst i livsmedel visar inga märkbara tecken på nedbrytning. Icke-proteolytisk innebär att den inte orsakar förskämning när den förökar sig i livsmedel.

vilket innebär att den kan föröka sig i kylvaror om dessa blivit förorenade med bakterien (Lawley et al., 2012).

Listeria monocytogenes orsakar invasiv listeriainfektion, även kallad listerios. Det är en ovanlig, men allvarlig sjukdom med hög dödlighet. Symtom är bland annat blodförgiftning och hjärnhinneinflammation. Äldre och immunsvaga personer är mest mottagliga för infektion, men bakterien kan också infektera gravida och leda till missfall, fosterdöd eller allvarligt sjukt barn. För att uppnå sjukdomsframkallande nivåer krävs oftast att bakterien förökat sig i ett livsmedel, men infektionsdosen kan variera beroende på hur infektionskänslig mottagaren är. Det finns även en mild icke-invasiv variant av listeriainfektion som ger maginfektion (Lawley et al., 2012; Schlech, 1997).

Mellan 2012 och 2016 har ca 70–125 personer årligen insjuknat i listerios. Majoriteten smittas i Sverige. Toppen på 125 fall orsakades av ett utbrott som pågick under 2013 och 2014. De flesta som insjuknar är äldre och immunsvaga personer. Varje år rapporteras genomsnitt 1-2 fall av listerios i samband med graviditet.

Sett över en längre tidsperiod ökar antalet fall. Anledningen är inte helt klarlagd, men kan det bero på en kombination av en åldrande befolkning, ökad användning av immunförsvarshämmande mediciner samt förändrade matvanor med ökad konsumtion av ätfärdiga rätter (Folkhälsomyndigheten, 2017).

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus kan finnas naturligt i och omkring näsan, på huden, i hudsprickor och sår samt i svalget hos många friska människor och djur. Ungefär 20–50 procent är friska bärare av bakterien. Därför är de som hanterar livsmedel en viktig källa för spridning av bakterien. Andra föroreningskällor är ladugårdar och lokaler där livsmedel tillverkas. Bakterien kan även orsaka juverinflammationer hos idisslare. Vissa stammar producerar ett värmetåligt gift, stafylokockenterotoxin, vilket kan orsaka matförgiftning (Rørvik and Granum, 2007).

Matförgiftning orsakad av stafylokockenterotoxin har ett dramatiskt förlopp med illamående, kräkningar, magkramper, diarré, huvudvärk och blodtrycksfall. Ibland kan den drabbade få feber alternativt onormalt låg kroppstemperatur. Symtomen kommer snabbt, vanligtvis 2–4 timmar efter konsumtion av livsmedel som innehåller giftet. Förgiftningen är normalt över inom ett till två dygn (Lawley et al., 2012).

Mellan 2011 och 2015 rapporterade Sveriges kommuner in sammanlagt 98 misstänkta matförgiftningsfall orsakade av stafylokockenterotoxin (Lindblad et al., 2012; Sjölund et al., 2013; Sjölund et al., 2014; Sjölund et al., 2015, 2016). Sannolikt är detta en liten andel av det verkliga antalet fall eftersom underrapporteringen bedöms vara stor (Lindqvist et al., 2001). Förgiftning orsakad av stafylokockenterotoxin är inte anmälningspliktig enligt smittskyddslagen (SFS, 2004).

Salmonella

Salmonella har sitt ursprung i tarmen hos människor och djur inklusive fåglar. Den kan förekomma i de flesta livsmedel, både animaliska och vegetabiliska. *Salmonella* sprids via avföringen till andra miljöer, exempelvis jord, betesmarker och vatten. Där kan den överleva flera månader. I råvaror av animaliskt ursprung kommer *Salmonella* oftast från infekterade djur. Fukt och grönsaker förorenas när de kommer i kontakt med jord och/eller vatten som innehåller *Salmonella* (Kapperud, 2007a).

Salmonella ger illamående, magkramper och kräkningar. Ofta anges att det krävs över 100 000 salmonellabakterier för att orsaka sjukdom, men mycket lägre infektionsdos har också rapporterats. Infektionsdosen beror på aktuell undergrupp (serotyp) av *salmonella*, livsmedelstyp samt konsumentens infektionskänslighet. Till skillnad från *Campylobacter* och shigatoxinproducerande *E.*

coli (STEC) krävs oftast att salmonella förökar sig i livsmedel för att nå upp till sjukdomsframkallande nivåer (Nyberg, 2017).

Varje år rapporteras drygt 2000 fall av salmonellainfektion i Sverige. Av dessa smittas ungefär tre fjärdedelar utomlands. Sett över tid så har antalet fall av salmonella gått ner och sen 2007 har den totala incidensen halverats. Minskningen är främst bland de som smittas utomlands, men ses även för fall smittade i Sverige. Den minskande trenden ses även i övriga Europa. Förbättrade kontrollprogram inom kycklingindustrin kan vara en förklaring till minskningen (Folkhälsomyndigheten, 2017).

Yersinia enterocolitica

Endast några få varianter av *Yersinia enterocolitica* ger sjukdom hos människa, dessa kallas humanpatogena *Y. enterocolitica*. De övriga är antingen sjukdomsframkallande för djur eller är harmlösa miljöstammar.

Tamgris är det enda djuret som regelbundet bär på de humanpatogena *Y. enterocolitica*. Därför är fläskkött och fläskprodukter en smittkälla. Det kan dock finnas andra smittkällor och bakterien har också isolerats från andra djur som till exempel hund, katt, får, nöt, vildsvin och gnagare (Thisted-Lambertz, 2007; Wacheck et al., 2010).

Humanpatogena *Y. enterocolitica* kan föröka sig vid kyltemperaturer från -2 upp till 42 °C. Bakterierna växer snabbast vid 28–29 °C. Tillväxten går mycket långsamt runt 0 °C. Den kan även föröka sig i närvaro och frånvaro av syre. Sammantaget innebär dessa egenskaper att när konkurrerande mikroorganismer inte längre kan föröka sig på grund av syrebrist och/eller kyla, får humanpatogena *Y. enterocolitica* chans att föröka sig under exempelvis en lång kylagring (Thisted-Lambertz, 2007).

Symtom på yersiniainfektion skiljer sig mellan olika åldersgrupper. De vanligaste symtomen hos barn under fem år är diarré (ibland blodig), illamående, feber, buksmärtor och kräkningar. Hos äldre barn och unga vuxna dominerar diarré, feber och kraftigt magsmärtor i bukens högra nedre del, vilket ofta misstas som blindtarmsinflammation. Vuxna får ospecifika buksmärtor och diarré och äldre personer kan få ont i halsen. I ungefär 10 procent av yersinios-fallen kan långvariga komplikationer uppstå i form av led-, hud- och njurbesvär samt ögoninflammation. I sällsynta fall kan yersiniainfektion ge upphov till kronisk reumatisk sjukdom (Thisted-Lambertz, 2007).

Mellan 2012 och 2016 år rapporterades cirka 200 - 300 fall av yersiniainfektion per år. Majoriteten har smittats i Sverige. Antalet anmälda fall av yersiniainfektion har sjunkit till nästan en fjärdedel sen 2004 då 800 fall anmälades (Folkhälsomyndigheten, 2017). Åtgärder för att minska smittriskerna vid grisslakt har bidragit till att bakterien inte längre är lika vanlig på fläskkött jämfört med förr (Kapperud, 2007b).

Tillväxt vid temperaturer mellan 4 och 30 °C

Temperatur

Vid låga temperaturer sker biologiska processer långsamt. Det gör att bakteriers förökningshastighet sjunker. När temperaturen ökar, så ökar även bakteriens metaboliska processer. Det snabbar på tillväxten tills temperaturen är så pass hög att bakteriecellen skadas och slutar att fungera.

Olika bakterier har olika nedre och övre temperaturgränser för både när de kan föröka sig samt när de slutar fungera. De har även olika temperaturintervall för när tillväxten går snabbast. Så när som på några grader uppåt och nedåt så har de sjukdomsframkallande bakterierna i tabell 4 gemensamt att de förökar sig snabbast mellan 30 och 40 °C. *Clostridium perfringens* förökar sig inte alls under 15 °C och utgör alltså inget problem vid normal kylförvaring (< 8 °C). Övriga arter kan föröka sig ner till 8 °C. Tre av dessa, *C. botulinum*, *L. monocytogenes* och *Y. enterocolitica* kan till och med föröka sig ner till 4 °C. Vid denna temperatur är dock förökningstakten mycket långsam.

Beroende på om lagtid förekommer eller inte, så har lagtidens längd mycket stor påverkan på den totala tillväxttiden, särskilt i kyltemperaturer. Lagtiden varierar väldigt mycket och uppskattningen av dess längd är alltid förknippad med en osäkerhet (tabell 5). Tillväxtscenarier utan lagtid räknas som ett så kallat "worst-case", det vill säga den allra snabbaste tiden för tillväxt.

Tabell 5. Medelvärde $\pm$ 1 standardavvikelse^a av lagtider angivna i antal timmar för olika bakterier vid temperaturer mellan 4 och 30 °C. Tiderna är beräknade i prognosprogrammet ComBase. Variationen i lagtiden är inte normalfördelad. Streck (-) betyder att bakterien inte växer vid den aktuella temperaturen. Tabellen är baserad på data från riskvärderingens tabell 3 och 6.

Temperatur (°C)	<i>B. cereus</i>	<i>C. botulinum</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>S. aureus</i> ^b	Salmonella	<i>C. perfringens</i>
4	-	334 (206-539)	99 (43-230)	26 (12-56)	-	-	-
6	123 (58-260)	131 (99-260)	67 (29-153)	20 (9-42)	-	-	-
8	85 (40-180)	85 (35-137)	45 (20-105)	15 (7-32)	157 (89-280)	65 (37-115)	-
10	59 (28-124)	48 (30-78)	31 (13-72)	12 (5-25)	90 (51-160)	40 (22-70)	-
15	25 (12-52)	15 (10-25)	14 (6-33)	7 (3-14)	11 (15-48)	13 (7-23)	63 (34-115)
20	11 (5-24)	8 (5-13)	8 (3-18)	4 (2-9)	11 (6-19)	6 (3-10)	24 (14-45)
25	6 (3-12)	6 (4-10)	5 (2-11)	3 (1-6)	5 (3-10)	3 (2-5)	12 (6-21)
30	3 (2-7)	7 (5-12)	4 (2-8)	2 (1-5)	4 (2-6)	2 (1-3)	6 (4-12)

^aMotsvarar ca två tredjedelar av alla värden.

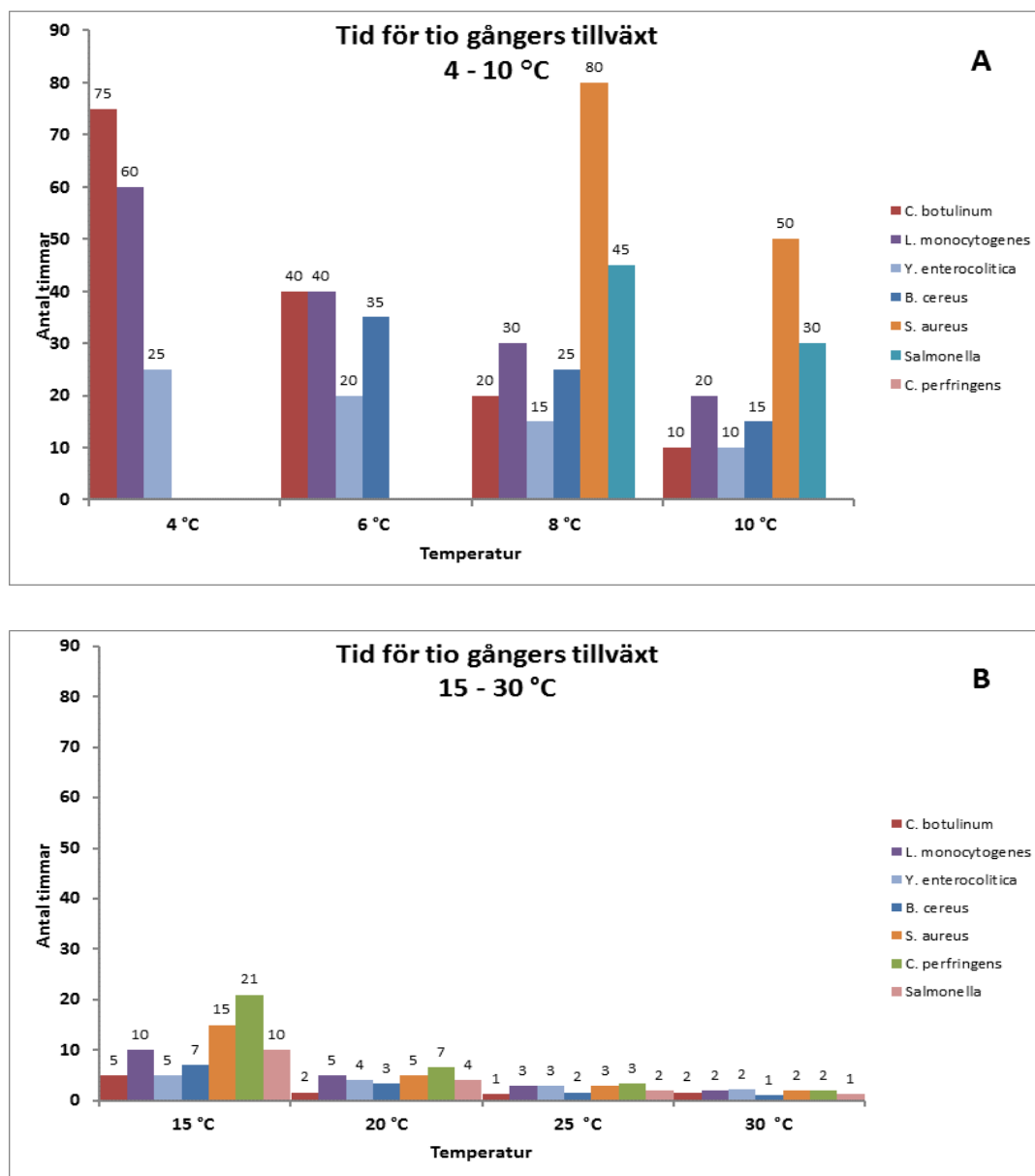
^bAvser förökning av bakterien, produktion av stafylokockenterotoxin sker inte under 10 °C (ICMSF, 1996).

Tid till tio gångers förökning vid förvaring

Bakterieart, förvaringstemperatur och lagtidens längd påverkar den tid det tar för bakterier att föröka sig i ett livsmedel. Det är stora skillnader i både förökningsförmåga och förökningshastighet beroende på art och temperatur (figur 1 A och B). Vid 8 °C kan fler arter föröka sig och förökningshastigheten är betydligt högre jämfört med både 6 °C och 4 °C. Till exempel så förökar sig *L. monocytogenes*

dubbelt så fort vid 8 °C jämfört med vid 4 °C (figur 1 A). I Bilaga 3 redovisas några räkneexempel för hur lagtiden kan påverka tiden för *C. botulinum*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* och *S. aureus* att föröka sig tio gånger i temperaturerna 4, 8, 10, 25 och 30 °C.

Det är dock inte säkert att en tiofaldig haltökning automatiskt leder till hälsofara. Det beror på hur många och vilka bakterier som finns i livsmedlet från början. För till exempel *B. cereus* och *S. aureus* krävs i storleksordningen 100 000 bakterier per gram för att orsaka matförgiftning, vilket sannolikt kräver mer än en tiofaldig haltökning. För andra arter, till exempel *C. botulinum* och *L. monocytogenes* är den sjukdomsframkallande halten svårare att uppskatta.



Figur 1A och B. Beräknat antal timmar för olika sjukdomsframkallande bakterier att föröka sig tio gånger vid temperaturer mellan 4 och 10 °C (A) samt mellan 15 och 30 °C (B). Lagtiden ingår inte i tidsberäkningen, vilket innebär att detta är en "worst case" uppskattning. Figuren är baserad på data från riskvärderingens tabell 2 och 5.

Temperaturförändringar i livsmedel som fraktas mellan butik och det egna kylskåpet

Temperaturökning från butik till egna kylskåpet

I en opublicerad studie gjord av Livsmedelsverket undersöktes temperaturökningen i olika kylvaror under transport från butik till hemmet under svenska sommark dagar. Temperaturen mättes i köttfärs, mjölk och strömming. När utetemperaturen var 28 °C, ökade temperaturen i livsmedlen fortast, i genomsnitt ca 6,5 °C per timme. När utetemperaturen var 24 °C ökade temperaturen i livsmedlen i genomsnitt ca 3,5 grader per timme. När temperaturen i en kylväska med kylklamp var 16 °C ökade temperaturen i genomsnitt ca 2,3 grader per timme (tabell 6).

Efter tre timmar i 28 °C hade temperaturen i livsmedlet nått upp i nästan samma temperatur som omgivningen, särskilt i de fall livsmedlet höll 8 °C från början. Det är rimligt att anta att motsvarande temperaturökning skulle ske i mat som förvaras i rumstemperatur eller ute i sommarvärmen under flera timmar (tabell 6).

Tabell 6. Ungefärlig temperatur i livsmedel efter 1, 2, och 3 timmar vid olika luft-temperaturer. Starttemperatur i livsmedlet är 4 °C respektive 8 °C.

Start-temperatur	Antal timmar	Lufttemperatur (°C)		
		16*	24	28
4 °C		Temperatur i livsmedlet		
	1	6,3	7,5	10,5
	2	8,6	11	17
	3	10,9	14,5	23,5
8 °C				
	1	10,3	11,5	14,5
	2	12,6	14	21
	3	14,9	17,5	27,5

*Motsvarar förvaring i kylväska med en kylklamp

Om temperaturen i livsmedlet har ökat under transporten tar det även tid att sänka den till kylskåpstemperatur igen. Av riskvärderingens figur 6 framgår att det tar 5-6 timmar för ett köttfärspaket på 800 gram att från 25 °C kylas ner till ca 10 °C om kylskåpet håller 4 °C. Motsvarande temperatursänkning tar 8-9 timmar i ett kylskåp som håller 8 °C. Tillväxten är som snabbast i början av temperatursänkningen. Därefter bromsas den när temperaturen gradvis blir kallare. Beroende på om förvaringstemperaturen är 4 eller 8 °C, kan det ta 3–4 timmar att kyla ner 800 gram köttfärs från 25 °C ner till 15 °C (figur 6, Nyberg och Lindqvist 2017).

Vid optimala tillväxtbetingelser skulle det kunna vara teoretiskt möjligt att det sker viss tillväxt av bakterier under denna tid. Det är dock omöjligt att bedöma hur mycket eftersom det beror på bakterieart och aktuellt livsmedel. För att få en uppfattning om skillnaden i antalet bakterier som efter en viss tid kan förväntas förekomma i ett livsmedel efter hemtransport från butik, jämfördes skillnaden i tillväxthastighet, det vill säga utan inräknad lagtid, för utvalda sjukdomsframkallande bakterier vid 15 °C respektive 20 °C (figur 7, Nyberg och Lindqvist (2017)). Efter en timme är skillnaden i antal bakterier försumbar mellan temperaturerna, men efter tre timmar finns ungefär två till tre gånger fler bakterier vid 20 °C jämfört med vid 15 °C. Det senare gäller i alla bakteriemodeller utom för *C. botulinum*. För *C. botulinum* kan det efter tre timmar finnas cirka tio gånger fler bakterier vid 20 °C

jämfört med vid 15 °C. Det förutsätter förstås helt optimala tillväxtförhållanden och syrefri (anaerob) atmosfär.

Tillväxt och sjukdomsstatistik för *Clostridium botulinum*

Tillväxt enligt riskvärderingens prognosmodeller

Vid optimala miljöbetingelser för *C. botulinum* med avseende på pH-värde, vattenaktivitet och i syrefri miljö så visar prognosmodellerna i riskvärderingen att *C. botulinum* skulle kunna föröka sig mycket snabbt i rumstemperatur. Enligt riskvärderingen så skulle till exempel bakterien utan lagtid teoretiskt kunna föröka sig drygt trettio gånger under två timmar i rumstemperatur (tabell 5, Nyberg och Lindqvist, 2017). Om miljöbetingelserna i våra livsmedel gynnar *C. botulinum* så borde det således avspegla sig i flera fall av botulism per år.

Sjukdomsstatistik

Trots att prognosmodellerna visar på en möjlig snabb tillväxt ger sjukdomsstatistiken emellertid en annan bild. Den visar att botulism är mycket sällsynt i Sverige, se beskrivning av *C. botulinum*, sidan 11.

Även om bakterien i värsta fall kan föröka sig snabbt i rumstemperatur, så finns det alltså inget stöd varken i sjukdomsstatistiken eller i litteraturen om att botulism är ett utbrett problem. Botulism är alltså ovanligt, men det är en mycket allvarlig förgiftning som kan ha dödlig utgång om den inte behandlas. Sannolikheten är alltså mycket låg, men med mycket allvarliga konsekvenser ger det sammantaget en påtaglig hälsorisk som inte får förbises.

Tillväxt i livsmedel

Mycket tyder på att miljöbetingelserna i livsmedel i form av olika tillväxthämmande kombinationer begränsar bakteriens förmåga att gro, tillväxa och skapa hälsoproblem. Faktorer som begränsar tillväxt av *C. botulinum* framgår av tabell 7. Därutöver tillkommer att det i många livsmedel förekommer tillsats av konserveringsmedel, exempelvis nitrit och sorbat (Gilbert, 2006). I värmebehandlade rätter är det dessutom troligt att eventuella botulinusporer är delvis eller helt avdödade då de gradvis avdödas i temperaturer runt 100 °C (Lawley et al., 2012). Mat som tillagas och konsumeras i det egna hemmet förvaras normalt inte heller syrefritt, vilket också missgynnar tillväxt.

Tabell 7. Faktorer som begränsar tillväxt av *C. botulinum* typ I och II. Värdena gäller under i övrigt optimala betingelser och i syrefri (anaerob) miljö (Lawley et al. 2012)

	Grupp I (proteolytisk) ^a	Grupp II (icke-proteolytisk)
pH	< 4,6	< 5,0
Vattenaktivitet	< 0,94	< 0,97
Saltkoncentration (NaCl)	≥ 10 %	≥ 3,5 %
Temperatur	< 10 °C	< 3,3 °C
Värmeinaktivering, sporer	121 °C, 3 min ^b	90 °C, 10 min

^aBryter ner proteiner och ger synbara tecken på förskämning när den förökar sig i ett livsmedel. *C. botulinum* i grupp I utgör inte något bekymmer i kylvaror som förvaras under 10 °C.

^b”Botulinum cook”, 10¹² gångers haltreduktion

Lagstiftning och kontroll

Det saknas lagstiftning och kontroll om all livsmedelshantering för eget bruk. Följande regler och kontroll av förvaring gäller för de livsmedel som ska säljas eller skänkas:

Generellt gäller att alla livsmedel som släpps ut på den europeiska marknaden ska vara säkra (EG nr 178/2002.)

Råvaror, ingredienser, halvfabrikat och färdiga produkter i vilka patogena mikro-organismer kan förökas eller gifter kan bildas får inte förvaras vid temperaturer som kan medföra att hälsofara uppstår. Kylkedjan får inte brytas. Begränsade perioder utan temperaturkontroller skall dock tillåtas av praktiska skäl vid beredning, transport, lagring, utbudande till försäljning eller servering av livsmedel, förutsatt att detta inte medför en hälsorisk (EG nr 852/2004.).

För olika livsmedelskategorier med animaliskt ursprung finns även särskilda temperaturkriterier (EG nr 853/2004).

I Livsmedelsverkets vägledning om hygien framgår att temperatur och förvaringstid är av avgörande betydelse både för livsmedels hållbarhet och för säkerhet. Om ett livsmedel förvaras lång tid vid en temperatur som är gynnsam för tillväxt av mikroorganismer ökar risken för att en matförgiftning ska inträffa. Vilka temperaturer som medger tillväxt varierar mellan olika organismer, men ofta anges ett temperaturintervall på ca + 8 till + 60°C. Detta gäller vid såväl förvaring av kylda produkter som vid transporter, vid avsvälning, varmhållning och återupphettning av färdiglagad mat (Livsmedelsverket, 2006).

Livsmedelsverkets kontrollhandbok för storhushåll framhåller att hålltider och temperatur är de enskilt viktigaste faktorerna att uppmärksamma vid livsmedelshantering samt att risken för tillväxt av bakterier minskar ju kallare det är i kylarna (Livsmedelsverket, 2017b).

Miljöaspekter

All livsmedelsproduktion har en miljöpåverkan och om livsmedlen kastas har denna miljöpåverkan skett i onödan. Hushållen står för den största andelen av matsvinnet i Sverige. Under 2014 kastade hushållen per person totalt 50 kg mat och dryck som skulle kunnat ätas eller drickas. Klimatpåverkan från hushållens totala mängd matsvinn, 444 000 ton/år, motsvarar växthusgasutsläppen från genomsnittlig körning av 360 000 bilar under ett år (Livsmedelsverket et al., 2016).

För att undvika matsvinn råder Livsmedelsverket konsumenter att förvara maten rätt samt att titta, lukta och smaka och våga lita på sina sinnen för att avgöra om ett livsmedel går att äta eller inte vid utgången bäst före-datum (Livsmedelsverket, 2017).

Råd om kylförvaring kan bidra till både en säker mat och ger förutsättning för att maten får längre hållbarhet, vilket i sin tur kan minska matsvinnet (Jensen et al., 2013).

Kylförvaring, kan ge en ökning av energianvändningen och i vissa fall utrustning. Konstant temperatur i kylen minskar dock energianvändningen. Även kylens ålder har betydelse. Genom att byta ut en tio gammal kyl kan man minska sin energianvändning till hälften och till en tredjedel om kylen är femton

år gammal. Nyare kylar och frysar har effektivare kompressorer och tjockare isolering än äldre (Energimyndigheten, 2017).

Sammantaget bedöms den resursanvändning som krävs för att kylförvara mat vara rimlig och ha mindre miljöpåverkan jämfört med om maten istället skulle kastas.

Andra relevanta faktorer

Försämning av livsmedel

Ett livsmedels hållbarhet begränsas av huvudsakligen av försämning, vilket betyder att dess egenskaper har försämrats till den grad att det inte kan accepteras som människoföda.

Tecken på försämning kan vara missfärgning, slembildning, kolonibildning, nedbrytning av struktur och gasbildning i förpackningen. Illaluktande ämnen bildas och livsmedlets smak förändras genom bismaker eller smakar surt. I de flesta fall orsakas försämning av mikroorganismer, men det kan även orsakas av insektsangrepp, uttorkning, missfärgningar samt kemiska reaktioner som leder till unkenhet och härskning (Adams and Moss, 1995).

I första hand förstör försämningsorganismer livsmedel och normalt orsakar de inte sjukdom. Det finns många arter av försämningsorganismer som långsamt kan föröka sig i kyltemperaturer, men även dessa har en nedre temperaturgräns under vilken de inte kan föröka sig. Lågst temperaturminimum har mögel- och jästsvampar. Därefter kommer mjölksyrabakterier följt av *Pseudomonas* (Blackburn, 2006). Förmågan att framkalla försämning varierar mycket mellan olika arter dels beroende på hur snabbt de förökar sig i kyla, dels vilka nedbrytningsprodukter som bildas. Genom att förvara livsmedel i så låg temperatur som möjligt går alltså försämningsprocessen långsamt och hållbarheten blir längre med avseende på lukt, smak och konsistens.

Även försämningsorganismer kan föröka sig under avsvälning, förvaring och upptining om temperaturen tillåter. Tillväxsförhållanden för försämningsorganismer påskyndar alltså även försämning och kan då även minska hållbarheten på livsmedlet (Blackburn, 2006).

Livsmedelsverkets slutsats

Livsmedelsverket anser att det är befogat med fortsatta, men omformulerade råd om hur livsmedel ska förvaras. Rätt förvaring av livsmedel minskar risken för matförgiftning. Det leder också till att maten håller längre, vilket kan ge minskat matsvinn.

Motiv till Livsmedelverkets råd om hur man ska kylförvara mat

Konsumentråd

Sätt in kylvaror, som färsk fisk, kött och mejerivaror i kylskåpet så fort som möjligt. Temperaturen har mycket stor betydelse för hur snabbt bakterier förökar sig. I rumstemperatur, cirka 20 °C, så är förökningshastigheten beroende på bakterieart mellan cirka fyra till sexton gånger snabbare jämfört med vid 8 °C.

Under varma sommandagar ökar temperaturen i livsmedel under exempelvis hem-transport från butik. Är det riktigt varmt, till exempel 28 °C, går det fort och efter tre timmar har livsmedlet ungefär samma temperatur som omgivningen. Återkylningen till kylskåpstemperatur kan ta flera timmar. För att minska temperaturhöjningen i kylvaror under hemtransport från butik under varma sommandagar bör tiden vara så kort som möjligt, under en timme. Alternativt kan kylväska med kylklampar användas.

Förvara kylvaror vid ca 4 °C, då håller maten längre och risken minskar för att sjukdomsframkallande bakterier förökar sig till ohälsosamma nivåer.

Flera, men inte alla, livsmedelsburna sjukdomsframkallande bakterier kan föröka sig under 10 °C. Vid dessa temperaturer går det dock långsamt och det kan ta flera dagar till veckor för att halten ska öka tio gånger.

Lagtiden har mycket stor påverkan på tillväxten av de studerade sjukdomsframkallande bakterierna. Den varierar särskilt mycket i kyltemperaturer.

Ju lägre förvaringstemperatur, desto långsammare sker den mikrobiologiska tillväxten i livsmedel. Det är dock stor skillnad i tillväxthastighet mellan olika bakteriearter även i temperaturintervallet 4 - 8 °C. För de sjukdomsframkallande bakterier som kan föröka sig i kyla är tillväxthastigheten, beroende på art, ungefär dubbelt till fyrdubbelt så hög vid 8 °C jämfört med 4 °C. Förvaring i 4 °C ger därför bättre livsmedelssäkerhet.

Även tillväxten av produktförstörande mikroorganismer går långsammare ju lägre temperaturen är. Genom att förvara maten i 4 °C istället för 8 °C håller maten längre, vilket i sin tur minskar matsvinn.

Genom att sänka den rekommenderade kylskåpstemperaturen till 4 °C för alla kylvaror behövs inget specifikt förvaringsråd för rökt och gravad fisk.

Sätt in matrester i kylskåpet så fort som möjligt, låt inte kylvaror stå framme i rumstemperatur eller sommarvärmen längre än två timmar och undvik att förvara mat i direkt solljus.

I de prognostiserade worst-case scenarierna, det vill säga utan hänsyn tagen till lagtid, tar det 2 timmar för *B. cereus* samt 3 timmar för *L. monocytogenes* och *S. aureus* att föröka sig tio gånger vid 25 °C. Om en kort lagtid inräknas, är tiden för en tiofaldig ökning 5 - 6 timmar för dessa bakterier.

För *S. aureus*, som kan vara en problemorganism i livsmedel som utsätts för manuell hantering, till exempel plock-, buffemat och vissa rester, är tidsintervallet till en tiofaldig ökning 3-6 timmar i ett worst-case scenario utan lagtid vid 25 °C.

En tiofaldig haltökning innebär inte automatiskt hälsofara, det beror på hur många och vilka bakterier som finns i livsmedlet från början. För till exempel *B. cereus* och *S. aureus* krävs i storleksordningen 100 000 bakterier per gram för att orsaka matförgiftning, vilket sannolikt kräver mer än en tiofaldig haltökning.

Enligt prognosmodellerna skulle *C. botulinum* under optimala och helt syrefria förhållanden teoretiskt kunna föröka sig till över det tiodubbla på några få timmar. Då botulism är sällsynt i Sverige, så tyder det på att de förhållanden som råder i de flesta livsmedel inte är optimala för bakterien.

Även tillväxten av produktförstörande mikroorganismer går långsammare ju lägre temperaturen är. Genom att förvara maten i kyl håller maten längre, vilket i sin tur minskar matsvinn.

Då Livsmedelsverket arbetar för att minska matsvinn har rådet med uppmaning om att slänga rester tagits bort och ersatts med råd om hur maten ska förvaras.

Tillväxt av bakterier vid upptining av livsmedel

Denna hanteringsrapport beskriver hur frysta livsmedel ska tinas på ett sätt som förhindrar att sjukdomsframkallande bakterier förökar sig till hälsoskadliga nivåer.

För Livsmedelsverkets tidigare information om upptining av livsmedel, se Bilaga 1.

Riskhanteringsåtgärder: uppdatering av Livsmedelsverkets information om upptining

Information omformuleras till konsumentråd

Fryst kött, fisk och fågel tinas med fördel i kylskåp eller kallt vattenbad, men andra sätt kan också fungera. Upptining i mikrovågsugn fungerar också om tillagning sker i direkt anslutning.

Underlag för riskhanteringen

Riskvärdering om upptining av livsmedel

Livsmedelsverkets Risk- och nyttoavdelning har tagit fram ett vetenskapligt underlag om bland annat risk för tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer vid upptining av livsmedel (Nyberg and Lindqvist, 2017). Denna sammanfattas nedan.

Allmänt om upptining

Bakterier finns på ytan av helt kött och andra livsmedel, men kan också finnas inne i livsmedel som malet kött eller sammansatta livsmedel. Under tining kan oönskade bakterier föröka sig om de finns i någon del av livsmedlet som når tillväxttemperatur under upptiningen. Hur mycket de förökar sig beror på tiden för upptining och lagtidens längd.

Olika sätt att tina livsmedel

Det finns bara några få studier gjorda om upptining av livsmedel. De som finns har undersökt kyckling och köttfärs i kylskåp, rumstemperatur och mikrovågsugn.

Andra upptiningssätt än i kylskåp kan vara säkra, men beror på livsmedlets egenskaper. Det som har betydelse för säkerheten är förpackningens storlek och form samt vid vilken temperatur och under hur lång tid upptiningen sker. Dessutom påverkas även säkerheten av hur, och hur länge som livsmedlet har förvarats mellan upptining och tillagning/konsumtion.

Kylskåp

Livsmedel som tinas i kylskåp eller kallt vatten blir aldrig högre än den temperatur som den tinas i. Upptiningen tar dock längre tid, vilket kan ge längre tid för tillväxt av psykrotrofa

försämringsbakterier och sjukdomsframkallande bakterier som *L. monocytogenes* och *Y. enterocolitica*. I kyla sker dock tillväxt av de flesta andra sjukdomsframkallande bakterier inte alls eller mycket långsamt.

Rumstemperatur

Upptining av livsmedel i rumstemperatur går snabbare än i kylskåp, men risken är större att delar av den uppnår tillväxttemperatur för sjukdomsframkallande bakterier. Den risken verkar vara ett större problem för mindre mängder livsmedel än för större. Temperaturen på ytan i en stor mängd stiger inte lika mycket som i en mindre eftersom uppvärmningen från omgivningen sker genom en förhållandevis mindre yta i relation till den frysta produktens hela volym.

I de enstaka försök som är gjorda på upptining av hel fryst kyckling i rumstemperatur har inte olika sjukdomsframkallande bakterier börjat föröka sig varken inom 9 eller 14 timmar. I ett försök undersöktes även upptining av köttfärs i två olika mängder. Slutsatsen från försöket var att upptining av cirka ett halvt kilo köttfärs eller mer vid 22 °C i 9 timmar inte var ett riskabelt tillvägagångssätt.

Mikrovågsugn

Upptining i mikrovågsugn skulle kunna ge möjlighet för tillväxttemperaturer eftersom värmefördelningen i livsmedlet kan variera. Å andra sidan går det förhållandevis snabbt att tina i mikrovågsugn, vilket inte ger bakterier tillräcklig tid att hinna föröka sig.

Det finns ett rapporterat försök som studerat upptining av köttfärs i mikrovågsugn. Resultat från försöket visade på att halten av olika stammar av tillsatta *E. coli* O157 minskade i varierande grad under upptiningen. Temperaturen i ytan kan alltså bli så hög i mikrovågsgugnen att det leder till att bakterier skadas eller dör.

Lagstiftning och kontroll

Det saknas lagstiftning och kontroll för all livsmedelshantering för eget bruk. Följande regler gäller för livsmedel som ska överlåtas eller säljas:

Generellt gäller att alla livsmedel som släpps ut på den europeiska marknaden ska vara säkra (EG nr 178/2002.).

Upptining av livsmedel skall göras på ett sådant sätt att risken för tillväxt av sjukdomsframkallande mikroorganismer eller toxinbildning i livsmedel minimeras. Vid upptining får livsmedlen inte utsättas för temperaturer som skulle kunna innebära en hälsorisk. Om smältvatten från upptiningen kan innebära en hälsorisk måste det ledas bort på lämpligt sätt. Efter upptining skall livsmedel behandlas så att risken för tillväxt av sjukdomsframkallandemikroorganismer eller toxinbildning minimeras (EG nr 852/2004.).

I Livsmedelsverkets vägledning om hygien anges att upptining av livsmedel bör ske på ett sådant sätt att inga delar av livsmedlet överskrider högre temperatur än 8°C annat än kortare tid, under förutsättning att det inte innebär att en hälsofara uppstår (Livsmedelsverket, 2006).

Av Livsmedelsverkets Kontrollhandbok för storhushåll framgår att frysta livsmedel bör tinas utan att ytan når så hög temperatur att mikroorganismer växer till. I de flesta fall är det lämpligast att tina i kylskåp, det är också mest skonsamt för exempelvis kött. Ibland vill företagaren att upptiningen ska gå fortare. Förpackade produkter i täta plastförpackningar kan då tinas i kallt vatten, vilket går mycket fortare tack vare vattnets förmåga att transportera värmeenergi (Livsmedelsverket, 2017b).

Miljöaspekter

All livsmedelsproduktion har en miljöpåverkan och om livsmedlen kastas har denna miljöpåverkan skett i onödan. Hushållen står för den största andelen av matsvinnet i Sverige. Under 2014 kastade hushållen per person totalt 50 kg mat och dryck som skulle kunnat ätas eller drickas. Klimatpåverkan från hushållens totala mängd matsvinn, 444 000 ton/år, motsvarar växthusgasutsläppen från genomsnittlig körning av 360 000 bilar under ett år (Livsmedelsverket et al., 2016).

Råd om hur livsmedel bör tinas kan bidra till att minska matsvinnet både på grund av att det minskar risken oönskade bakterier förökar sig. Det gäller både de som är sjukdomsframkallande och de som orsakar förskämning.

Andra relevanta faktorer

Förskämning

Ett livsmedels hållbarhet begränsas huvudsakligen av förskämning, vilket betyder att dess egenskaper har försämrats till den grad att det inte kan accepteras som människoföda. Genom att förvara livsmedel i så låg temperatur som möjligt går alltså förskämningsprocessen långsamt och hållbarheten blir längre med avseende på lukt, smak och konsistens (Adams and Moss, 1995; Blackburn, 2006).

Mikrovågsugn

Upptining i mikrovågsugn är ett vanligt sätt att snabbt tina mat. Även om temperaturen i ytan stiger under upptiningen, så hinner inte bakterier föröka sig om livsmedlet tillagas i anslutning till upptiningen.

Fisk

Det är ovanligt med sjukdomsframkallande bakterier på färsk fisk, men den är ändå känslig för förskämning (Lindblad, 2011). För att behålla vätska och struktur bör ändå fisk tinas skonsamt till exempel i tätslutande plastpåse i ett kallt vattenbad eller i kylskåp (Sjömatsfrämjandet, 2017).

Livsmedelsverkets slutsats

Livsmedelsverket anser att det är befogat med ett råd om hur kött, fisk och fågel ska tinas. Råd om upptining minskar risken för matförgiftning. Det gör även att maten håller längre, vilket leder till minskat matsvinn.

Motiv till Livsmedelsverkets råd om upptining

Konsumentråd

Fryst kött, fisk och fågel tinas med fördel i kylskåp eller kallt vattenbad, men andra sätt kan också fungera.

Vid upptining i kylskåp och kallt i vattenbad kan temperaturen i livsmedlet aldrig överstiga kylskåpets eller vattenbadets temperatur. Det gör att både sjukdomsframkallande bakterier och förskämningsorganismer förökar sig långsamt under upptiningen.

Livsmedel kan också tinas i mikrovågsugn om tillagning sker direkt efter upptiningen

Upptining i mikrovågsugn är ett vanligt sätt att snabbt tina mat och bedöms vara säkert om tillagning sker i direkt anslutning till upptiningen. Även om temperaturen i ytan stiger under upptiningen, så hinner inte bakterier föröka sig om livsmedlet tillagas i anslutning till upptiningen.

Andra upptiningssätt kan också fungera

Andra upptiningssätt än i kylskåp kan också vara säkra, men det finns få studier gjorda. En studie har studerat tillväxt vid upptining i rumstemperatur. I denna bedöms tillväxten av sjukdomsframkallande bakterier vara begränsad vid upptining av livsmedel som är större än ett halvt kilo i rumstemperatur upp till åtta - tio timmar. Det är dock inte tillräckligt med data för att ge ett generellt råd om att tina mat i rumstemperatur.

Datum för beslut om godkännande av riskhanteringen av avsvälning, förvaring och upptining av livsmedel

Livsmedelsverket september 2017

Ulla Nordström

Avdelningschef, Råds- och beredskapsavdelningen

Referenser

- Adams, M.R., Moss, M.O., 1995, Microbiology of primary food commodities, In: Food Microbiology. The royal society of chemistry. pp. 103-132.
- Blackburn, C.d.W., 2006, Food spoilage organisms, 1 Edition. CRC press, Woodhead publishing limited, Cambridge, England.
- EG, 178/2002. Europaparlamentets och Rådets förordning (EG) nr 178/2002 om allmänna principer för livsmedelslagstiftning, om inrättande av Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet och om förfaranden i frågor som rör livsmedelssäkerhet.
- EG, 852/2004. Europaparlamentet och rådets förordning (EG) nr 852/2004 om livsmedelshygien.
- EG, 853/2004. Europaparlamentet och rådets förordning (EG) nr 853/2004 om om fastställande av särskilda hygienregler för livsmedel av animaliskt ursprung.
- Energimyndigheten 2017. Energieffektivisering/hemmet/vitvaror/
- Folkhälsomyndigheten 2017. Sjukdomsstatistik.
- Gilbert, S.L., R. Hudson, A. and Cressey, P 2006. Risk profile: Clostridium botulinum in ready-to-eat seafood in sealed packaging. (New Zealand Food Safety Authority).
- ICMSF, 1996, *Staphylococcus aureus*, In: Roberts, T.A., Baird-Parker, A.C., Tompkin, R.B. (Eds.) Microorganisms in Foods 5: Microbiological specification of food pathogens Blackie Academic & Professional, London, UK, pp. 299-333.
- Jensen, S., Båth, K., Lindberg, U. 2013. Vilken effekt skulle sänkt temperatur i kylkedjan få på matsvinnet? Rapport nr 6596.
- Kapperud, G., 2007a, Kapitel 8. Salmonella. In: Granum, P.E. (Ed.) Matförgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikasjoner. 3e utgave. Høyskoleforlaget AS-Norwegian Academic Press, Kristiansand, Norge
- Kapperud, G., 2007b, Kapitel 11. Yersinia enterocolitica., In: Granum, P.E. (Ed.) Matförgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikasjoner. 3e utgave. Høyskoleforlaget AS-Norwegian Academic Press, Kristiansand, Norge.
- Lawley, R., Curtis, L., Davis, J., 2012, The Food Safety Hazard Guidebook, 2nd Edition. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Lindblad, M. 2011. Vetenskapligt underlag om parasiter i fisk. RN028_2011. Livsmedelsverket.
- Lindblad, M., Sjölund, C., Hjertqvist, M., Ivarsson, S., Löfdahl, M. 2012. Rapporterade misstänkta matförgiftningar 2011.
- Lindqvist, R., Andersson, Y., Lindback, J., Wegscheider, M., Eriksson, Y., Tidestrom, L., Lagerqvist-Widh, A., Hedlund, K.O., Löfdahl, S., Svensson, L., Norinder, A., 2001, A one-year study of foodborne illnesses in the municipality of Uppsala, Sweden. Emerging Infectious Diseases 7, 588-592.
- Lindqvist, R., Andersson, Y., Lindback, J., Wegscheider, M., Eriksson, Y., Tidestrom, L. 1999. MAT UPP- intensivstudie av matförgiftningar i Uppsala kommun under ett år. In Livsmedelsverkets rapport nr 12 1999.

- Livsmedelsverket 2006. Vägledning om hygien.
- Livsmedelsverket 2017. Ta hand om maten, minska svinnet.
- Livsmedelsverket 2017b. Kontrollhandbok för storhushåll, Del 2 - Kontrollmetoder och kontrollområden inom storhushåll.
- Livsmedelsverket, Jordbruksverket, Naturvårdsverket 2016. Slutrapport Regeringsuppdrag för minskat matsvinn 2013-2015 - En bra start.
- Norling, B. 1994. Matförgiftningar i Sverige - resultat av en intervju-undersökning. (Uppsala, National Food Agency).
- Nyberg, K. 2017. Avdödning av bakterier, parasiter och virus In Livsmedelsverkets Rapport nr 3, 2017.
- Nyberg, K., Lindqvist, R. 2017. Tillväxt av sjukdomsframkallande bakterier under avsvälning, förvaring och upptining. Livsmedelsverkets rapport nr 2, 2017.
- Rørvik, L.-M., Granum, P.E., 2007, Kapitel 17. Staphylococcus aureus, In: Granum, P.E. (Ed.) Matförgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikasjoner. 3e utgave. Høyskoleforlaget AS-Norwegian Academic Press, Kristiansand, Norge.
- Schlech, W.F., 3rd, 1997, Listeria gastroenteritis--old syndrome, new pathogen. N Engl J Med 336, 130-132.
- SFS 2004. Svensk författningssamling. Smittskyddslag (2004:168).
- Sjölund, C., Lindblad, M., Eberhardsson, M., Ivarsson, S., Löfdahl, M. 2013. Rapporterade misstänkta matförgiftningar 2012.
- Sjölund, C., Lindblad, M., Eberhardsson, M., Löfdahl, M. 2014. Rapporterade utredningsresultat av misstänkta matförgiftningar 2013.
- Sjölund, C., Lindblad, M., Löfdahl, M. 2015. Rapporterade utredningsresultat av misstänkta matförgiftningar 2014.
- Sjölund, C., Lindblad, M., Löfdahl, M. 2016. Rapporterade utredningsresultat av misstänkta matförgiftningar 2015.
- Sjömatsfrämjandet 2017. Fisk i köket.
- Thisted-Lambertz, S. 2007. Riskprofil Yersinia enterocolitica. Livsmedelsverkets rapport nr 8, 2007.
- Toljander J, Säve-Söderbergh, M., Simonsson, M. 2016. Risken att bli magsjuk av dricksvatten-en svensk kohortstudie.
- Toljander, J., Karnehed, N. 2010. Vad gör de som drabbas av magsjuka och matförgiftningar? – resultat från en nationell intervjuundersökning. In Livsmedelsverkets rapport nr 6, 2010.
- Wacheck, S., Fredriksson-Ahomaa, M., König, M., Stolle, A., Stephan, R., 2010, Wild boars as an important reservoir for foodborne pathogens. Foodborne Pathog Dis 7, 307-312.

Bilaga 1

Livsmedelsverket tidigare råd om avsvälning och förvaring samt information om upptining

Råd om avsvälning

Sätt in tillagad mat i kylan så fort som möjligt.

Varm mat som inte ska ätas direkt ska snabbt kylas ned.

Små mängder varm eller ljummen mat kan ställas in i kylan direkt. Större mängder kan delas upp i mindre behållare så att de svalnar snabbare, eller kylas i vattenbad eller utomhus, om det är kallt.

Använd ett kallt vattenbad och eller dela upp stora volymer till flera små vid avsvälning av värmebehandlade livsmedel.

Råd om förvaring

Sätt in kylvaror, som färsk fisk, kött och mejerivaror, i kylan så fort som möjligt

Förvara livsmedel i kylskåp, 4 eller 8 °C, kyl ned snabbt

Sätt in matrester i kylan så snart som möjligt. Om maten står framme i rumstemperatur mer än ett par timmar kan bakterier hinna växa till

Förvara rökt och gravad fisk med lång hållbarhet i kylskåp i högst 4 grader

Rester som varit ute i rumstemperatur mer än två timmar bör slängas

Information om upptining

Upptining av fryst kött görs bäst i kylskåp

Bilaga 2

Antal bakterier som det får finnas från början utan att avsvälningen gör maten hälsoskadlig, några räkneexempel

Beroende på vilken bakterie som under avsvälningen beräknas föröka sig mest så redovisas nedan tre räkneexempel för hur många *C. perfringens* respektive *B. cereus* per ml som högst kan finnas i en tillagad soppa innan avsvälningen för att inte halten efter avsvälningen inte ska överstiga en halt som riskerar att orsaka matförgiftning.

Det går inte att avgöra vilken "historia" bakterierna har haft innan de hamnat i soppan. Därför inkluderar räkneexemplen beräknad förökning med respektive utan lagtid (hämtas från tabell 3). Den högsta halten vid avsvälningens start anges därför som ett intervall. Räkneexemplen visar att beroende på avsvälningssätt, så är det stora skillnader för hur många bakterier det får finnas vid början av avsvälningen för att inte hälsoskadliga nivåer riskerar att uppnås under avsvälningen.

Räkneexempel 1:

Maximal halt av *C. perfringens* vid avsvälningens start för att inte överstiga en miljon per ml efter avsvälning från 60 till under 10 °C.

Volym: 4 liter

Avsvälningssätt: Rumstemp till 25 °C, sen 7 °C, 32 timmar

Med lag-tid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 2000 gångers förökning = 500 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 60 000 gångers förökning = 20 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ca 20–500 C. perfringens per ml – Stor risk för att livsmedlet blir hälsoskadligt

Avsvälningssätt: Kylrum 7 °C, 19 timmar

Med lag-tid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 10 gångers förökning = 100 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 300 gångers förökning = 3333 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ca 3000–100 000 C. perfringens per ml

Avsvälningssätt: Isvattenbad 7 °C, 7 timmar

Med lag-tid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 2 gångers förökning³ = >500 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 *C. perfringens* per gram / 3 gångers förökning = 333 333 bakterier per ml

³ Mindre än 2 gångers förökning (se tabell 3)

Maximal halt vid start: ca 300 000–>500 000 C. perfringens per ml

Räkneexempel 2:

Maximal halt av C. perfringens vid avsvälningens start för att inte överstiga en miljon per ml efter avsvälning från 60 till under 10 °C.

Volym: 2 liter

Avsvälning: Rumstemp till 25 °C, sen 7 °C, 23 timmar

Med lag-tid:

1000 000 C. perfringens per gram / 3 gångers förökning = 333 333 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 C. perfringens per gram / 3000 gångers förökning = 333 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ca 300–300 000 C. perfringens per ml

Avsvälning: Kylrum 7 °C, 14 timmar

Med lag-tid:

1000 000 C. perfringens per gram / 3 gångers förökning = 333 333 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 C. perfringens per gram / 60 gångers förökning = 16 667 bakterier per ml

Maximal halt vid start : ca 17 000–300 000 C. perfringens per ml

Avsvälning: Isvattenbad 7 °C, 4 timmar

Med lag-tid:

1000 000 C. perfringens per gram / 2 gångers förökning⁴ = >500 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

1000 000 C. perfringens per gram / 2 gångers förökning = 500 000 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ≥500 000 C. perfringens per ml

⁴ Mindre än 2 gångers förökning (se tabell 3).

Räkneexempel 3:

Maximal initial halt *B. cereus* för att inte överstiga 100 000 per ml efter avsvälning från 60 till under 10 °C.

Volym: 0,5 liter

Avsvälning: Rumstemp till 25 °C, sen 7 °C, 11 timmar

Med lag-tid:

100 000 *B. cereus* per gram / 2 gåingers förökning⁵ = 50 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

100 000 *B. cereus* per gram / 10 gåingers förökning = 10 000 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ca 10 000 → 50 000 B. cereus per ml

Räkneexempel 3, forts

Avsvälningssmetod: Kylrum 7 °C, 8 timmar

Med lag-tid:

100 000 *B. cereus* per gram / 2 gåingers förökning⁵ = >50 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

100 000 *B. cereus* per gram / 8 gåingers förökning = 12 500 bakterier per ml

Maximal halt vid start: ca 12 000 → 50 000 C. perfringens per ml

Avsvälning: Vattenbad 7 °C, 2 timmar

Med lag-tid:

100 000 *B. cereus* per gram / 2 gåingers förökning⁵ = >50 000 bakterier per ml

Utan lagtid:

100 000 *B. cereus* per gram / 2 gåingers förökning = > 50 000 bakterier per ml

Maximal halt vid start: > 50 000 B. cereus per ml

⁵ Mindre än 2 gåingers förökning (se tabell 3).

Bilaga 3

Tid till tio gångers förökning vid förvaring, några räkneexempel

I räkneexempel 4-7 nedan redovisas hur lagtiden kan påverka tiden för *C. botulinum*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* och *S. aureus* att föröka sig tio gånger i temperaturintervallet 4-30 °C. Alla data har hämtats och beräknats (25 °C) från tabell 2, 3, 5 och 6 i Nyberg och Lindqvist (2016).

Då det inte går att avgöra bakteriens ”historia” innan den hamnat i ett livsmedel, anges det i räkneexemplen tiden till tio gångers förökning dels utan lagtid (”worst case”), dels som ett intervall. Intervallets nedre gräns är lagtidens medelvärde minus en standardavvikelse (motsvarar kort lagtid) och dess övre gräns är medelvärdet plus en standardavvikelse (motsvarar lång lagtid). Det angivna intervallet utgör statistiskt två tredjedelar av alla beräknade lagtider i modellen.

Observera att även dessa räkneexempel baseras på data framtagna i en prognosmodell som baseras på data från försök under optimala betingelser vad avser pH, vattenaktivitet och näringstillgång.

Räkneexempel 4

C. botulinum

4 °C

Worst case (utan lagtid): **75 timmar**

Med kort lagtid: 206 timmar +75 timmar = 281 timmar

Med lång lagtid: 539 timmar +75 timmar = 641 timmar

Intervall : 281 – 641 timmar, vilket motsvarar **ca 12 – 27 dygn**

8 °C

Worst case (utan lagtid): **20 timmar**

Med kort lagtid: 35 timmar +20 timmar = 55 timmar

Med lång lagtid: 137 timmar +20 timmar = 157 timmar

Intervall : 55 – 157 timmar, vilket motsvarar **ca 2 – 7 dygn**

10 °C

Worst case (utan lagtid): **10 timmar**

Med kort lagtid: 30 timmar +10 timmar = 40 timmar

Med lång lagtid: 78 timmar +10 timmar = 88 timmar

Intervall : 40 – 88 timmar, vilket motsvarar **ca 2 – 4 dygn**

25 °C

Worst case (utan lagtid): 1,3 $\approx$ **1 timme**⁶

Med kort lagtid: 4 timmar +1 timmar = 5 timmar

⁶ Framräknad ur tabell 5 i Nyberg och Lindqvist 2017.

Med lång lagtid: 10 timmar + 1 timmar = 11 timmar
Intervall : **ca 5 – 11 timmar**

C. botulinum, forts.

30 °C

Utan lagtid: 1,7 ≈ 2 timmar⁷

Med kort lagtid: 4 timmar + 2 timmar = 6 timmar

Med lång lagtid: 10 timmar + 2 timmar = 12 timmar

Intervall: **ca 6–12 timmar**

Räkneexempel 5

L. monocytogenes

4 °C

Worst case (utan lagtid): **60 timmar**

Med kort lagtid: 43 timmar + 60 timmar = 103 timmar

Med lång lagtid: 230 timmar + 60 timmar = 290 timmar

Intervall : 103–290 timmar, vilket motsvarar **ca 4–12 dygn**

8 °C

Worst case (utan lagtid): **30 timmar**

Med kort lagtid: 20 timmar + 30 timmar = 50 timmar

Med lång lagtid: 105 timmar + 30 timmar = 135 timmar

Intervall : 50 –135 timmar, vilket motsvarar **ca 2–6 dygn**

10 °C

Worst case (utan lagtid): **20 timmar**

Med kort lagtid: 13 timmar + 20 timmar = 33 timmar

Med lång lagtid: 72 timmar + 20 timmar = 88 timmar

Intervall : 33– 88 timmar, vilket motsvarar **ca 1–4 dygn**

25 °C

Worst case (utan lagtid): 2,9 ≈ **3 timmar**⁶

Med kort lagtid: 2 timmar + 3 timmar = 5 timmar

Med lång lagtid: 11 timmar + 3 timmar = 14 timmar

Intervall: **Ca 5–11 timmar**

30 °C

Worst case (utan lagtid): **2 timmar**⁶

Med kort lagtid: 2 timmar + 2 timmar = 4 timmar

Med lång lagtid: 8 timmar + 2 timmar = 10 timmar

Intervall : **ca 4–10 timmar**

⁷ Framräknad ur tabell 5 i Nyberg och Lindqvist 2017

Räkneexempel 6

B. cereus

4 °C

Utgår. Tillväxtdata saknas, B. cereus förökar sig inte vid denna temperatur

8 °C

Worst case (utan lagtid): **25 timmar**

Med kort lagtid: 40 timmar+25 timmar = 65 timmar

Med lång lagtid: 180 timmar +25 timmar = 205 timmar

Intervall : 65 – 205 timmar, vilket motsvarar **ca 3–9 dygn**

10 °C

Worst case (utan lagtid): **15 timmar**

Med kort lagtid: 28 timmar + 15timmar = 43 timmar

Med lång lagtid: 124 timmar +15 timmar = 139 timmar

Intervall : 43 – 139 timmar, vilket motsvarar **ca 0,6– 6 dygn**

25 °C

Worst case (utan lagtid): 1,7 ≈ **2 timmar**⁸

Med kort lagtid: 3 timmar +2 timmar =5 timmar

Med lång lagtid:12 timmar +2 timmar =14 timmar

Intervall : **ca 5–14 timmar**

30 °C

Worst case (utan lagtid): **1 timme**⁷

Med kort lagtid: 2 timmar +1 timme = 3 timmar

Med lång lagtid: 7 timmar + 1 timme = 8 timmar

Intervall : **ca 3–8 timmar**

⁸ Framräknad ur tabell 5 i Nyberg och Lindqvist 2017

Räkneexempel 7

S. aureus

4 °C

Utgår. Tillväxtdata saknas, S. aureus förökar sig inte vid denna temperatur.

8 °C

Worst case (utan lagtid): **80 timmar**

Med kort lagtid: 89 timmar +80 timmar = 169 timmar

Med lång lagtid: 280 timmar+80 timmar = 360 timmar

Intervall : 80 – 360 timmar, vilket motsvarar ca 3–15 dygn

10 °C

Worst case (utan lagtid): **50 timmar**

Med kort lagtid: 51 timmar +50 timmar =101 timmar

Med lång lagtid:160 timmar +50 timmar = 210 timmar

Intervall : 50 – 210 timmar, vilket motsvarar **ca 2–9 dygn**

25 °C

Worst case (utan lagtid): 2,9 ≈ **3 timmar**⁹

Med kort lagtid: 3 timmar +3 timmar =6 timmar

Med lång lagtid:10 timmar +3 timmar=13 timmar

Intervall : **ca 6–13 timmar**

30 °C

Worst case (utan lagtid): **2 timmar**⁸

Med kort lagtid: 2 timmar +2 timmar = 4 timmar

Med lång lagtid: 6 timmar + 2 timmar = 8 timmar

Intervall : **ca 4–8 timmar**

⁹ Framräknad ur tabell 5 i Nyberg och Lindqvist 2017

