



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap
Institutionen för livsmedelsvetenskap

Lägre förvaringstemperatur för kylda livsmedel

- En väg mot ökad hållbarhet och minskat matsvinn i butiker?

Lower storage temperature of cold storage foods

- A way to extend shelf life and decrease the food waste in retail stores?

Sanna Lindberg

Lägre förvaringstemperatur för kylda livsmedel – en väg mot ökad hållbarhet och minskat matsvinn i butiker?

Lower storage temperature of cold storage foods

- A way to extend shelf life and decrease the food waste in retail stores?

Sanna Lindberg

Handledare: Mattias Eriksson, institutionen för energi och teknik

Examinator: Lena Dimberg, institutionen för livsmedelsvetenskap

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap - magisterarbete

Kurskod: EX0727

Program/utbildning: Agronomprogrammet - livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Serietitel: Publikation/ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap
nr: 426

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Matsvinn, livsmedel, temperatur, hållbarhet, datummärkning

Sammanfattning

Matsvinn är ett aktuellt problem som behöver minskas i alla led av livsmedelskedjan. Varje år slängs ungefär en miljon ton mat i Sverige, varav butiks- och grossistled står för ca 70 000 ton. Förlängd hållbarhet skulle kunna vara en väg mot ett minskat svinn. Målet med denna uppsats är att undersöka i vilken omfattning sänkt temperatur i kylkedjan påverkar hållbarheten av kylförvarade livsmedel. Syftet är att bistå butiker och producenter med information om fördelarna med en lägre förvaringstemperatur. Förhoppningen är att kunskapen från studien ska kunna användas som ett underlag vid diskussioner om förlängd hållbarhet på livsmedel. Uppsatsen är en litteraturstudie som sammanställer information om mikroorganismer och hållbarhet av livsmedel i olika temperatur- och tidsintervall. Resultaten visar att låg temperatur är en viktig faktor för att förhindra mikrobiell tillväxt i livsmedel. En temperatursänkning från 8°C till 4°C ger en ökning av hållbarheten på 25-44% och en sänkning från 4°C till 2°C ger en ökning på 28-35% på de undersökta livsmedlen. Lägre förvaringstemperatur kan således ge förlängda datummärkingar, en åtgärd som i sin tur kan komma att minska svinet i både butik- och konsumentled.

Nyckelord: Matsvinn, livsmedel, temperatur, hållbarhet, datummärkning

Abstract

Food wastage is a problem that needs to be reduced at all stages in the food supply chain. Each year approximately 1 million tons of food is thrown away in Sweden, whereas the retail sector being responsible of about 70 000 tons. Extended shelf life is one possible way towards reducing waste. The goal with this thesis is to study to what extent a lower temperature in the cold chain affects the shelf life of cold storage foods. The purpose is to provide retailers and producers with information regarding the advantages of a lower storage temperature. The expectation is that knowledge from the study will be used as a base in discussions about extended shelf life of food. This thesis is a literature review combining information about microorganisms and shelf life of foods in different temperature and time intervals. The results indicate that a lower temperature is an important factor to reduce the growth of microorganisms in food. A lowering in temperature from 8°C to 4°C extended the shelf life by 25-44% and a lowering from 4°C to 2°C extended the shelf life by 28-35% for the studied foods. Lower storage temperatures may provide extended shelf life, which could reduce the waste at both retail and consumer stage.

Keywords: Food waste, food, temperature, shelf life, food labelling

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
1.1 Matsvinn i butik	6
1.2 Syfte och mål	6
2 Bakgrund	8
2.1 Temperaturens betydelse för hållbarhet	9
2.2 Datummärkning	9
2.3 Bakterietillväxt och datummärkning	10
2.3.1 Specifik förskämningens organism (SSO)	11
2.4 Produktförstörare	12
2.4.1 Psykrotrofa mikroorganismer	12
Pseudomonas	13
Bacillus cereus	13
2.4.2 Lactobacillus	13
2.4.3 Jäst- och mögelsvampar	14
2.5 Livsmedelsgrupper	14
2.5.1 Köttprodukter	14
2.5.2 Charkprodukter	15
2.5.3 Mejeriprodukter	15
2.5.3.1 Yoghurt	16
2.5.3.2 Ost	17
2.6 Metoder för att kunna beräkna hållbarhet	17
3 Material och Metod	20
3.1 Metod för att beräkna samband mellan hållbarhet och temperatur	50
4 Resultat	23
4.1 Fläsk	24
4.2 Nöt	25
4.3 Fågel	26
4.4 Mjök	27
4.5 Yoghurt	28
4.6 Halloumi	29
5 Diskussion	30
6 Slutsats	33
Referenslista	34

1 Inledning

Matsvinn är ett aktuellt och omdiskuterat välfärdsproblem som helt kort innebär att mat slängs fast att den är ätbar. Beräkningar av matavfall för 2012 visar att det sammanlagda svinnet i Sverige uppgick till 1,2 miljoner ton i hela livsmedelskedjan (primärproduktion ej inräknad) (Naturvårdsverket, 2014). Resultatet; en onödigt stor livsmedelsproduktion, ett ökat nyttjande av naturresurser vilket leder till en onödigt stor miljöpåverkan. Att vi i västvärlden slänger fullt ätbar mat medan människor i andra delar av världen svälter väcker moraliska frågor och vi bör arbeta för att balansera den orättvisa spridningen av tillgång på mat. Matsvinn är också en kostnadsfråga eftersom stora summor går till spillo. Ett minskat svinn skulle ge både en ekonomisk och miljömässig vinning för alla led i kedjan (Eriksson et al, 2014; Naturvårdsverket, 2014).

Sverige har som mål att matsvinnet ska minska. På uppdrag av regeringen har Naturvårdsverket lämnat förslag på etappmål där matavfallet ska minska med 20 % från 2010 till 2020 (Naturvårdsverket, 2014). Men hur ska vi göra för att minska svinnet? Det finns idag en allmänpolitisk debatt kring frågan och flera olika aktörer arbetar för att hitta lösningar. Dattummärkning har pekats ut som en orsak och ett förslag för minskat svinn är ökad hållbarhet på livsmedel. Försäljning, förvaring och konsumtion av varor skulle då kunna ske under en längre tidsperiod. Ett sätt att öka hållbarheten på livsmedel skulle kunna vara att sänka temperaturen i butikskylarna, då mikrobiologiska angrepp minskar i takt med att gradantalet sänks. Naturvårdsverket genomförde en undersökning 2013 där de intervjuade producenter och butikschefen om hur en sänkt temperatur i kylkedjan skulle påverka matsvinnet i butik- och konsumentled. Enligt producenterna skulle sänkt temperatur innebära förlängda hållbarhetstider vilket skulle kunna minska svinnet i butik. Butikscheferna trodde att förlängd hållbarhet i kombination med ändrad dattummärkning skulle minska svinnet på de undersökta varorna köttfärs, packad chark, packad sallad och mjölk (Naturvårdsverket, 2013). Konsumentföreningen Stockholm bedriver en kampanj för sänkt temperatur i kylkedjan i både konsument-, distributörs- och butiksled (KfS, 2011; KfS, 2013; KfS, 2014). Sänkt tem-

peratur medför högre energiåtgång men det är få studier som jämför nyttan av en ökad hållbarhet på livsmedel i butik med den kostnad och miljöpåverkan som ges av den ökade energiförbrukningen

1.1 Matsvinn i butik

Definitionen av matsvinn för detaljhandel och grossister definieras av Svenska Miljö Emissions Data (SMED) enligt:

”Livsmedel som kastas men som hade kunnat konsumeras eller säljas om de hanterats annorlunda.” (SMED, 2011).

Naturvårdsverket uppger i sin senaste rapport om matsvinn att butik och livsmedelsgrossister står för ett sammanlagt svinn på 70 000 ton matavfall. Av dessa ton betraktas 91 % som onödigt (Naturvårdsverket, 2014). Jensen m.fl (2011) visar i en rapport från SMED att butiksledet endast står för 3,8 % av den sammanlagda summan matsvinn. Svinnet i butik står alltså för en mindre del av den totala mängden matsvinn. Det är dock fortfarande stora siffror och butikssvinnet bidrar till samma negativa miljöpåverkan som nämnts ovan. Av den anledningen bör inte svinnet i butik försummas och ett aktivt arbete för minskat svinn bör ske i alla led av livsmedelskedjan (SMED, 2011).

Flera studier listar begränsad kylteknik, felaktig eller bristande kylförvaring och för kort kvarvarande bäst före-datum som orsaker till matsvinn i butik (Barilla center, 2012; Naturvårdsverket, 2014; Eriksson et al, 2014). Identifierade åtgärder för minskat svinn i butik i Sverige redovisas i en rapport från Naturvårdsverket där miljönyttan beräknas till mellan 150 till 300 miljoner kronor. Siffrorna baseras på åtgärderna kampanjstopp, försäljning av fryst köttfärs istället för kyld, nedfrysning av varor som närmar sig sitt bäst före-datum (alternativt att skänka till välgörenhet) och ökad användning av datoriserade beställningsverktyg (Naturvårdsverket, 2014).

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka i vilken utsträckning hållbarhet hos olika kylda livsmedel inom kategorierna kött och mejeri ökar vid en temperatursänkning i butikskylar från 8 °C till 4 °C respektive från 4 °C till 2 °.

Målet med studien är att bistå butiker och livsmedelsföretag med information om vad en sänkning av förvaringstemperaturen i butikskylar kan leda till avseende förlängd hållbarhet på livsmedel. Förlängd hållbarhet är lika med längre bäst före-datum och skulle kunna vara en väg mot ett minskat matsvinn, både i butik- och

konsumentled. Förhoppningen är att resultaten kan komma att leda till en bättre informerad diskussion om temperatursänkning i butikskylar och därmed även en minskning av matsvinnet i butik.

2 Bakgrund

Det har genomförts en del studier på livsmedel och dess hållbarhet i olika temperatur- och tidsintervall (Kamleh m.fl, 2012; Zhang m.fl, 2011; Mataragas m.fl, 2011; Bruckner, 2010; Duyvesteyn m.fl, 2001; Borch m.fl, 1996; Daud m.fl, 1978). Hållbarhet, alltså tiden mellan förpackning- eller produktionsdag fram till bäst före-datum eller sista förbrukningsdag på ett livsmedel, karaktäriseras av den tid det tar för produkten att bli oacceptabel ur ett sensoriskt, näringsmässigt eller hygieniskt perspektiv (Bruckner, 2010). Försämrad kvalitet på livsmedel och förändringar som leder till en förkortad hållbarhet kan orsakas under hela livsmedelskedjan från råvara till färdig produkt. Ett förskämt livsmedel karaktäriseras av en förändring av produkten som gör den oacceptabel för konsumenten ur ett sensoriskt perspektiv. I de flesta fall orsakas förskämning av mikroorganismer (smakförändringar, odörer samt förändring i utseende och textur) men kan också bero på både fysiska (krosskador) och kemiska (härskning, oxidation, färgförändringar) reaktioner. Livsmedel slängs vanligtvis vid utgången bäst före-datum eller då förändringar i utseende, smak eller lukt riskerar att göra livsmedlet oacceptabelt för konsumenten (Livsmedelsverket, 2014; McMeekin & Ross, 1996).

Mikrobiell tillväxt är den vanligaste orsaken till att ett livsmedel klassas som utgången och en viktig del i arbetet med säkra livsmedel är att minimera tillväxt av just mikroorganismer (Gould, 1996). Det finns flera exempel på metoder för inhibering av mikroorganismer; temperatur (varm eller kall), reducering av vattenaktivitet (torkning, saltning), förändring av pH (fermentering, tillsats av syror), kemiska tillsatser (nitrat, nitrit, sulfiter), förpackningar i vakuum eller med modifierad atmosfär (MAP) (tillsats av syre, koldioxid, kväve) (Albarracin m.fl, 2011). Temperatur är en avgörande faktor för mikrobiell tillväxt. Ju kallare ett livsmedel förvaras desto långsammare blir tillväxthastigheten (Livsmedelsverket, 2011).

2.1 Temperaturens betydelse för hållbarhet

Många livsmedel förvaras och distribueras kylda idag. Att använda kyla som konserveringsmetod baseras på att kvalitetsförsämringar av livsmedel ofta är ett resultat av kemiska reaktioner orsakat av enzymer från mikroorganismer. Kemiska reaktioner är temperaturberoende och i takt med att temperaturen sänks minskar också reaktionshastigheten och därmed även hastigheten för ett livsmedel att bli oätligt (Moss, 2008; Monroe, 2005).

Av den mat som kastas i hushållen är en stor del livsmedel som förvaras kylt som t.ex. färskt kött, färsk kyckling och färsk fisk, mjölkprodukter och färsk frukt och grönsaker (WRAP, 2013). Temperatur är den viktigaste parametern som under lagring påverkar förskämning av lättfördärliga livsmedel som köttfärs, rå korv och färsk fisk. Daud m.fl (1978) visar att hastigheten av förskämning av färsk fågel vid 10 °C är dubbelt så snabb som vid 5 °C, och tre gånger så snabb vid 15 °C. Naturvårdsverket visar i en undersökning av en packad sallad att hållbarheten vid 8 °C är 6-7 dagar, vid 6 °C är 8-9 dagar och vid 4 °C är 11-12 dagar (Naturvårdsverket, 2013b). WRAP (2013) visar att hållbarheten skulle förlängas vid en temperatursänkning i hushållens kylar från 7 °C till 4 °C för en majoritet av de kylda livsmedlen (WRAP, 2013).

Animaliska livsmedel kan kylförvaras vid temperaturer strax ovanför livsmedlets fryspunkt, vanligtvis ca 0 °C. Vid denna temperatur uppnås den längsta hållbarhetstiden, förutsatt att produkten inte fryses, som sedan minskar i takt med att temperaturen ökar (Livsmedelsverket, 2011). Studier visar att flera av de processer som orsakar försämrade kvalitet på livsmedel, inklusive tillväxt av bakterier, svarar liknande på temperatur och att det är viktigt att kunna beskriva olika bakteriers tillväxt vid olika temperaturer (Ross & McMeekin, 1994; McMeekin m.fl, 2008)

Mikrobiologiska angrepp av bakterier, mögel- och jästsvampar försämrar kvaliteten på livsmedel och är också det som avgör hur länge ett livsmedel anses säkert att äta. Många av de vanligaste patogena bakterierna kan tillväxa vid en temperatur på 8 °C men inte vid 4 °C (Livsmedelsverket, 2015).

2.2 Datummärkning

Konsumenterna ställer idag höga krav på maten de köper. Livsmedel köps med förväntan att god kvalitet ska hållas tiden mellan köp och konsumtion. Dessa förväntningar reflekteras i det datummärkningsarbete som livsmedelföretag måste anpassa sig efter. Det finns två typer av datummärkning; bäst före och sista förbrukningsdag. Bäst före är en kvalitetsmärkning som innebär att tillverkaren garanterar att livsmedlet har kvar dess förväntade egenskaper vad gäller smak, färg, lukt och konsistens, förutsatt att livsmedlet förvaras enligt tillverkarens anvisningar. Varan får säljas efter att datumet passerats, men då är det säljaren och inte till-

verkaren som ansvarar för kvaliteten. Säljaren ansvarar emellertid alltid för säkerheten på produkten, oavsett om datumet gått ut eller inte. Sista förbrukningsdag handlar om livsmedelssäkerhet och datumet anger den sista dagen som livsmedlet anses säkert att konsumera. Lättfördärliga livsmedel hör till den grupp som märks med sista förbrukningsdag. Ett livsmedel märkt med sista förbrukningsdag får inte säljas efter passerat datum (Livsmedelsverket, 2014).

Alla livsmedelsföretag måste följa gällande livsmedelslagstiftning. Enlig denna måste datum för minsta hållbarhetstid anges på alla livsmedel utom färska frukter och grönsaker, socker, vinäger, tuggummi och koksalt. Livsmedel som ur en mikrobiologisk synpunkt är lättfördärliga måste märkas med sista förbrukningsdag (LIVSFS 2004:27)

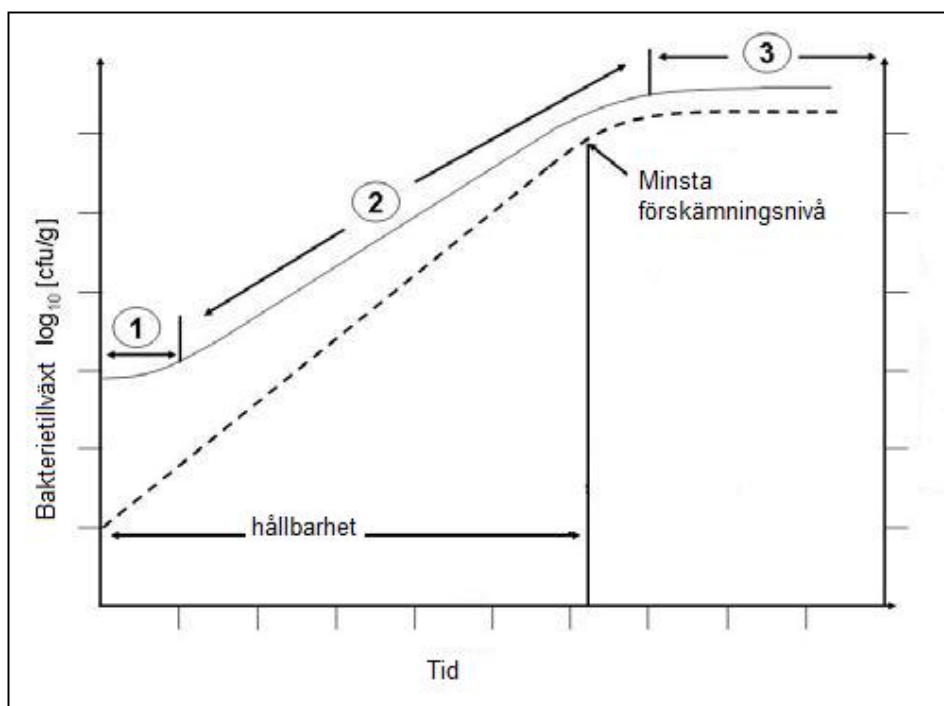
Butiker räknas till livsmedelsföretag enligt (EG) 178/2002 artikel 2 och måste således också följa lagstiftningen. Det är livsmedelsföretagen själva som bestämmer utgångsdatum och ska kunna garantera att deras produkter är säkra att konsumera. Det finns inga krav på hur företagen ska testa hållbarhet. EG-förordning nr 2072/2005 visar en sammanställning över de mikrobiologiska kriterier som livsmedel måste uppfylla men det är upp till varje enskilt livsmedelföretag att avgöra hur dessa krav uppfylls (Moller m.fl, 2014). Kriterier som mängden mikroorganismer och deras tillväxtmönster, vitamininnehåll och sensoriska kännetecken är mycket viktiga vid datummärkning, och mer eller mindre lätta att bestämma (Livsmedelsverket, 2014). Till sin hjälp att följa de krav som finns i föreskrifter, lagar och förordningar har livsmedelföretagen branschriktlinjer. Riktlinjerna är tolkningar av gällande livsmedelslagstiftning och det finns olika riktlinjer för olika livsmedelföretagare (Omberg, 2011).

2.3 Bakterietillväxt och datummärkning

Mikroorganismers potential att förstöra/förskämma ett livsmedel handlar om deras möjlighet att producera metaboliter som orsakar slembildning eller producerar illaluktande dofter/odörer. De flesta organismer som isoleras från livsmedel har möjlighet att göra just detta, vid obegränsad tillväxt. För tillväxt krävs näring, neutralt pH och en hög vattenaktivitet. Proteinrika livsmedel som kött, fågel, fisk och mjölk passar in på ovan nämnda tillväxtkrav och fungerar optimalt som tillväxtsubstrat för flera olika mikroorganismer (Jos, 1996). Några exempel på processer som kan verka inhiberande på mikroorganismer är förvaring i låga temperaturer, förvaring i modifierad atmosfär, vakuumpackning, värmebehandling, tillsats av salt och rökning/torkning (Gram m.fl, 2002).

Bakteriell tillväxt beskrivs med en tillväxtkurva innehållande olika faser; (1) lag-fas, ingen tillväxt, bakterien bekantar sig med den nya miljön, syntetiserar

enzymer som behövs för tillväxt alternativt reparerar sig från skador från process (t.ex. värme, frysning, torkning) (2) log-fas, i den exponentiella fasen sker en ökning av antalet celler, (3) stationär fas, tillväxten avtar på grund av att mängden näringsämnen avtar allt inibitoriska metaboliter börjar ackumuleras (Daalgard, 1993). Figur 1 visar en generell tillväxtkurva som beskriver bakteriell tillväxt.



Figur 1. Tillväxtkurva över bakteriell tillväxt innehållande de tre olika faserna;

- (1) lag-fas, ingen tillväxt.
 - (2) log-fas, exponentiell ökning av antalet celler.
 - (3) stationär fas, tillväxten avtar.
- (Översatt från Dalgaard, 1993).

2.3.1 Specifik förskämningorganism

Vid den tidpunkt då ett visst livsmedel anses förstört ur ett sensoriskt perspektiv består mikrofloran av; (1) organismer som tillväxt utan att förändra produkten negativt och (2) organismer som tillväxt och förändrat produktens utseende, egenskaper och lukt på ett negativt sätt. De sistnämnda kallas specifik förskämningorganism (SSO) (Gram m.fl, 2002).

Det kan antas att mikrofloran på ett livsmedel inledningsvis består av flera olika mikroorganismer. Efter lagring och selektering lämnas ett fåtal arter kvar.

Det är dessa som benämns SSO. Liknande mikrofloror hittas i livsmedel som lagras under samma förhållanden, trots heterogeniteten som fanns i början (Gram m.fl, 2002). I startläget består SSO endast av en liten del av mikrofloran men under lagring växer dessa bakterier generellt fortare än den resterande mikrofloran och producerar metaboliter som orsakar förändringar i både smak, lukt och utseende. Då produkten anses förskämd kallas cellkoncentrationen av SSO för minsta förskämningsnivå och koncentrationen av metaboliterna som orsakar förskämningen kan användas som ett kemiskt förskämningsindex (Jos, 1996).

Under lagring regleras tillväxten av SSO av fyra olika grupper av faktorer; (1) interna; kemiska, fysiska och strukturella aspekter av livsmedlet, ex tillgänglig näring, vattenaktivitet, pH, (2) externa; miljön i vilket livsmedlet lagras, ex luftfuktighet, temperatur, (3) processfaktorer; fysiska och kemiska behandlingar av livsmedlet och (4) implicita; faktorer som relaterar till mikroorganismerna själva, t.ex. deras möjligheter att integrera med varandra, motstå stress och ta upp näring (Bruckner, 2010; Gram m.fl, 2002; Nychas m.fl, 2008).

2.4 Produktförstörare

Det finns mikroorganismer som orsakar sjukdom och mikroorganismer som orsakar förskämning. Denna uppsats fokuserar på förskämningsbakterier då det oftast är dessa som påverkar vilken hållbarhetstid livsmedlet får vid datummärkning (Livsmedelsverket, 2014).

Mikroorganismer i mat kan förändra kvaliteten genom en eller flera olika mekanismer:

- i. Produktion av enzymer med möjlighet att bryta strukturella komponenter i produkten vilket resulterar i vätskeförlust eller en mjukare/lösare textur.
- ii. Produktion av enzymer som bryter ned större molekyler i produkten vilket resulterar i frisättning av ex fria fettsyror, organiska syror och flyktiga komponenter. Resultatet blir odörer och smakförändringar.
- iii. Produktion av pigment som förändrar färg på produkten.
- iv. Produktion av extracellulära polysackarider som ger slem på produkten.
- v. Syraproduktion som förändrar smak och pigment och gasproduktion som kan få produkten att svälla eller spricka (Fellows, 2009).

2.4.1 Psykrotrofa mikroorganismer

En psykrotrof (köldtolerant) organism kan tillväxa mellan 0 °C och 7 °C (Monroe, 2008). De växer bra i kylskåpstemperatur och orsakar ofta förskämning av protein-

rika livsmedel som kött, fisk, fågel, mjölk och ägg (Monroe, 2008). De representeras av släktena *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* (Sörhaug & Stepaniak, 1997). Nedan beskrivs *Pseudomonas*, som är vanlig vid förskämning av proteinrika livsmedel som kött och mjölk, och *Bacillus*, som kan förskämma pastöriserad mjölk.

Pseudomonas

Pseudomonas är gram negativa psykrotrofa bakterier som tillväxer 30 % fortare än andra bakterier i livsmedel som förvaras kylt, förutsatt att kylan är den främsta restriktionsåtgärden för tillväxt av mikroorganismer. Arten är aerob och kräver således syre för tillväxt. Generellt är *Pseudomonas* dominerande vid förskämning av kylda och aerobt förvarade proteinrika livsmedel som rått kött, fisk, fågel och mjölk. (Livsmedelsverket, 2011; Raab m.fl, 2008; Koutsoumanis m.fl, 2006; Monroe, 2005).

Vid tillväxt kan *Pseudomonas* bilda värmeresistenta enzymer (proteaser och lipaser) som kan katalysera reaktioner som påverkar degradering av proteiner och fetter. Resultatet blir utseende- och smakfel hos livsmedel (Walker, 1988).

Bacillus

Organismer från släktet *Bacillus* kan bilda värmeresistenta sporer. *Bacillus cereus* är den dominerande bakterien som förskämmer pastöriserad mjölk. Sporererna kan orsaka sötkoagulering i pastöriserad och annan värmebehandlad dryckesmjölk (Moss, 2005, Ternström et al, 1993., Livsmedelsverket, 2014). Deras generations-tid och lagfas är mycket längre än *Pseudomonas* vid lagring i 2-7 °C men kan dominera förskämningsfloran vid lagring runt 10 °C (Sörhaug & Stepaniak, 1997).

2.4.2 *Lactobacillus*

Mjölksyrabakterier (*Lactobacillus*) har definierats som SSO för vakuumpförpackade kött- och fågelprodukter. Bakterierna växer långsamt i kylskåpstemperatur och blir i syretillgängliga miljöer oftast ”slagna” av arter från släktet *Pseudomonas*. De kan växa i miljöer med ett lågt pH och reducerad vattenaktivitet och kan alltså förskämma charkprodukter. De konserveringsmetoder som charkprodukter genomgår förhindrar tillväxt av den normala förskämningsfloran. Mjölksyrabakterier förskämmer livsmedel genom att bryta ned fermenterbara kolhydrater till mjölksyra, slemämnen och koldioxid. Resultatet blir ett sänkt pH och odörer (Monroe, 2005; Jos, 1996).

Närvaro av mjölksyrabakterier är inte enbart negativ utan bakterierna har länge använts till fermentering av olika livsmedel, en process som utvecklar både smak och textur på livsmedel. Vid fermentering omvandlar bakterierna laktos till mjölksyra och är vanliga vid produktion av syrade mjölkprodukter som exempelvis yog-

hurt. Ost, surkål och fermenterade korvar har fått sina karaktäristiska smaker ifrån mjölksyrabakterier. Dessa livsmedel har en längre hållbarhetstid tack vare mjölksyrabakteriernas inhiberande processer gentemot andra mikroorganismer (Monroe, 2005; Stiles & Holzapfel, 1997).

2.4.3 Jäst- och mögelsvampar

Mögel är filamentösa svampar som växer genom att bilda trådar, ett så kallat mycel (Monroe, 2005). De är toleranta mot lågt pH, låg vattenaktivitet, låg temperatur och närvaron av konserveringsmedel. Mögel finns i olika miljöer tack vare att de kan tillgodogöra sig näring från många olika substrat (kolhydrater, fetter, proteiner och organiska syror till exempel). De kan växa i ett bredare spann av temperaturer och pH än bakterier och flera arter kan växa i kylskåpstemperatur. Mögeltillväxt på livsmedel resulterar i färgförändringar, toxinbildning och smakförändringar. De kan bilda flertalet enzymer, bland annat proteaser och lipaser, som väl inne i livsmedlet kan fortsätta att vara aktiva oavsett om mycelet (det synliga möglet) tas bort (Jos, 1996).

Den viktigaste aspekten vid förskämning av mat på grund av mögel är mykotoxiner. Mykotoxiner är sekundära metaboliter som är giftiga. Det finns över 400 kända mykotoxiner där aflatoxin är den mest kända (Filtenborg m.fl, 1996).

2.5 Livsmedelsgrupper

Mat är näringsrikt och alla livsmedel har sin egen karaktäriserande bakterieflora. Ofta orsakar organismerna ingen skada och maten konsumeras utan konsekvenser. Det är när de orsakar kvalitetsförsämringar på livsmedlet som mögeltillväxt, odorer, färg- och texturförändring, matförgiftning eller förändringar av livsmedlets egenskaper, som det är viktigt med kontroll av antalet organismer (Moss, 2008).

2.5.1 Köttprodukter (färskt kött)

Kött från friska djur anses sterilt vid tidpunkt för slakt och det är först under slakt och process som köttet kontamineras av en blandning av mikroorganismer. Baserat på färg kan kött delas in i två kategorier, rött kött (ex. nöt, fläsk) och vitt kött (kyckling). Skillnaden i färg beror på olika innehåll av myoglobin i musklerna. Båda kategorierna består till 70 % av vatten, 20 % av protein och mindre än 10 % av fetter. Kolhydrater står för endast 0,5 % - 2 % (Bruckner, 2010). Vid slakt slutar syret att transporteras till musklerna varpå nedbrytningen av glykogen istället sker anaerobt. Anaerob nedbrytningen av glykogen leder till att mjölksyra bildas. Mjölksyran ackumuleras i musklerna varpå pH i köttet sjunker till omkring 5,4 - 5,8. Högt vattenhalt, tillgängliga näringsämnen och modererat pH gör färskt kött

till ett idealiskt tillväxsubstrat för mikroorganismer (Bruckner, 2010; Monroe, 2008). Mikroorganismer bryter ned glukos, mjölksyra och aminosyror samt nukleotider, urea och vattenlösliga proteiner. Processen ger nedbrytningsprodukter vilket resulterar i sensoriska och strukturella förändringar som illaluktande odörer och slembildning (Nychas m.fl, 2008). Eftersom organismerna främst finns på ytan av köttet är risken för tillväxt mycket större i malet kött, där den totala ytan är större (Livsmedelsverket, 2011).

Vid kylförvaring är det de psykrotrofa mikroorganismerna som dominerar förskämningensfloran av färskt kött (Livsmedelsverket, 2014). Arter av släktet *Pseudomonas* har identifierats som SSO för färskt rött kött och fläsk- och fågelkött som förvaras kylt i aeroba förpackningar med normal syrehalt (Bruckner, 2010; Jos, 1996; Borch m.fl, 1996). Kött som förvaras i modifierad atmosfär (MAP) kan förskämmas av både *Pseudomonas* och mjölksyrabakterier (Borch m.fl, 1996). Vakuumpackat kött förskäms främst av mjölksyrabakterier (Livsmedelsverket, 2011; Borch m.fl, 1996).

2.5.2 Charkprodukter

Kött som saltas/konserveras, röks eller kokas kallas processat kött och hit räknas charkuteriprodukter som rökt och kokt skinka, korv, salami etcetera. Förutom själva köttet ingår även kryddor, fosfater, socker och salt i t.ex. korv. Det finns således flera olika källor till vilken mikroorganismer kan introduceras till den slutgiltiga produkten (Monroe, 2008). Tillsats av salt motverkar tillväxt av mikroorganismer, utvecklar smak och färg samt ökar vattenabsorptionen hos köttet. Saltets förmåga att reducera vattenaktivitet sänker hastigheten på mikrobiella processer. Kryddor tillsätts till korv primärt för smakens skull men kan också ha en inhiberande effekt på tillväxt av mikroorganismer (Albarracin m.fl, 2011; Moss, 2005). Rökning är en konserveringsmetod som ökar hållbarhet och ger smak (Monroe, 2008).

Charkprodukter som korv och skinka har låg vattenaktivitet i jämförelse med rått kött. Vid aerob förvaring är det jästsvampar som dominerar förskämningensfloran (Livsmedelsverket, 2011; Borch m.fl, 1996). MAP-förpackade charkprodukter domineras av mjölksyrabakterier och psykrotrofa mikroorganismer. I vakuumpförpackningar dominerar mjölksyrabakterier (Livsmedelsverket, 2014).

2.5.3 Mejeriprodukter

Mjölk består av 86,8 % vatten, 4,3 % fett, 3,4 % protein, 4,56 % kolhydrater samt vitaminer och mineraler (Lindmark Månsson m.fl, 2003). När mjölken finns i juvret innehåller den låga halter av mikroorganismer som har liten inverkan på mjölkens kvalitet. Från mjölkning till det att mjölken förpackas finns det däremot flera källor till kontaminering. Färsk mjölk kyls omgående (4 °C) efter mjölkning och

att hålla den kyld från gård till konsument är en viktig faktor för att förhindra tillväxt av mikroorganismer (Bylund, 2003). Sedan separeras, standardiseras, homogeniseras och pastöriseras mjölken. Separering innebär att grädden frånskiljs skummjölken. Vid standardisering återförs grädden för att mjölken ska få önskad fetthalt. Vid homogenisering slås mjölkfettet sönder i mindre delar. Membranet på fettpartiklarna går sönder och ersätts av mjölkproteiner vilket förhindrar att mjölken skiktat sig. Vid pastörisering, ca 72 °C i 15 sekunder, dör alla mikroorganismer men värmeresistenta sporer kan överleva. I Sverige är det lagkrav på att all mjölk som säljs ska vara pastöriserad. Efter pastörisering förvaras mjölken kylt hela vägen fram till konsument (Bylund, 2003; Monroe, 2008).

Mjölk är generellt ett livsmedel som har ett högt näringsinnehåll och agerar därmed som ett bra tillväxtsubstrat för bakterier. Mjölken har ett pH kring 6,5 och flera mikroorganismer har ett pH-optimum på 6-7,5 (Goff, 2015). På grund av mjölkens kylförvaring orsakas förskämning oftast av psykrotrofa mikroorganismer där arter av släktet *Pseudomonas* hör till de vanligaste SSO (Duyvesteyn m.fl., 2000). *Pseudomonas* i mjölk är ett resultat av återkontaminering eftersom de dör under pastörisering. Mjölk kan också förskämmas av psykrotrofa *Bacillus cereus* vars värmeresistenta sporer överlever pastörisering och kan orsaka sötkoagulering och bitter smak (Livsmedelsverket, 2014; Gram m.fl., 2002; Stepaniak & Sorhaug, 1997).

2.5.3.1 Yoghurt

Yoghurt är en fermenterad mjölkprodukt som produceras från mjölk. Den råmjölk som används måste ha ett lågt antal bakterier och vara fri från antibiotika och mastitbakterier. Mjölken genomgår separering och standardisering precis som den mjölk som ska bli dryckesmjölk. Pastöriseringen skiljer sig för yoghurtmjölken i det avseende att den antingen värms upp till 85 °C i 30 minuter eller 95 °C i 10 minuter. Denna höga temperatur är viktig dels för att skapa en steril miljö för den starterkultur som ska tillsättas yoghurtmjölken och dels för bildning av yoghurtens viskositet och textur. Den höga temperaturen denaturerar vassleproteinerna som därmed koagulerar och mjölken tjocknar. Efter pastörisering homogeniseras yoghurtmjölken för att förhindra skiktning av den färdiga produkten. När yoghurtmjölken nått en optimal tillväxttemperatur tillsätts starterkulturen som är viktigt för yoghurtens utveckling av smak, konsistens och syrlighet. Vanliga fermenteringsbakterier som tillsätts vid yoghurtproduktion är bakterier från släktet *Streptococcus* och *Lactobacillus*. Fermenteringsprocessen bidrar till att mjölkens laktos omvandlas till mjölksyra varpå pH sjunker och yoghurten koagulerar. Normalt pH för yoghurt är 4,5 och yoghurten förvaras i 42 °C tills rätt syrlighet uppnås. Övriga fermenteringsprodukter som bildas och bidrar till smak utöver mjölksyra är acetaldehyd, avetylsyra och diacetyl. När rätt pH är nått kyls yoghurten till 5-22 °C och

ytterligare önskade ingredienser (olika sötnings- och stabiliseringsmedel, aromer och fruktblandningar) tillsätts. Yoghurten förvaras sedan i 4 °C (Goff, 2015).

Den dominerande mikrofloran i yoghurt är mjölksyrabakterier men de vanliga förskämningssystemerna är jäst och mögelsvampar (Mataragas m.fl (2011)).

2.5.3.2 Ost

Av den totala mängden mjölkprodukter som säljs står ost för 30 %. En tredjedel av världens mjölkproduktion går till osttillverkning (Farkye, 2004).

Att göra ost kan beskrivas som en process där vatten, laktos och en del mineraler tas bort från mjölken för att producera ett koncentrat av mjölkfett och protein. Ingredienserna är mjölk, löpe (innehållande det koagulerande enzymet kymosin), starterkultur (bakteriekultur) och salt. Kymosin får mjölkproteinerna att aggregera med varandra varpå mjölken koagulerar. Koaglet av den påbörjade ostmassan skärs sedan i små kuber från vilka vassle (mestadels vatten och laktos) synerer. Starterkulturen är viktig för ostens mognad, struktur och smak. Syraproduktionen från starterkulturen påskyndar syneresen av vassle och har stor inverkan på ostens slutresultat (Goff, 2015).

För att producera en högkvalitativ ost krävs det att mjölken har en låg bakteriehalt och är fri från antibiotika. Mjölakens kvalitet beror på vilket foder kon äter, när på säsongen mjölkning sker, vilket steg i laktationen kon är i samt kons genetik och hälsa. För att hålla bakterieantalet nere får mjölken genomgå en baktofugering. En baktofug är en centrifug som är designad till att ta bort bakterier och bakteriella sporer från mjölken vid en hög temperatur (Farkye, 2004).

Det finns olika varianter av ostar där variation i smak och textur beror på vilket sätt osten produceras. Halloumi tillhör en variant av ost som kallas löpekoagulerande färska ostar. Denna typ av ost produceras med ingen eller lite starterkultur och därmed blir det inte någon hög syraproduktion. Ostens pH sjunker alltså inte i lika hög grad som vid jämförelse med en ost med hög tillsats av starterkultur och koaguleringen sker enbart med hjälp av löpe och mjölakens naturliga pH. Resultatet blir en ost som inte smälter vid varm tillagning. Ostens höga pH gör den extra utsatt för förskämning och kylförvaring är viktigt. Jästsvampar finns i mjölk och är vanliga vid kontaminering under ostproduktion. Jästsvampar klarar av att växa i miljöer med lägre pH (Goff, 2015).

2.6 Metoder för att kunna bestämma hållbarhet

En norsk studie genomförd hos 64 nordiska livsmedelsföretag visade att 58 % bestämde hållbarheten (färsighet, förskämning och säkerhet) genom lagringsexpe-

riment i kombination med mikrobiologiska och sensoriska analyser (Möller m.fl, 2014). Datummärkning hos svenska livsmedelsföretag görs med hjälp av sensoriska och mikrobiologiska hållbarhetstester, både inom mejeri- och köttbranschen. De sensoriska testerna utförs ofta internt på företagets kvalitetsavdelning och de mikrobiologiska testerna skickas iväg till ett ackrediterat laboratorium. Testerna genomförs i en temperatur på 8 °C trots att de har 4 °C i sina egna anläggningar. Således är det också 8 °C som företagen rekommenderar som förvaringstemperatur på sina förpackningar. EG-förordning 2073/2005 säger att hållbarhetstiden ska kunna garantera kvalitetskraven även om det sker avbrott i kylkedjan, exempelvis vid transport av varor hem från butik (EG nr 2073/2005; Jonsson, 2012).

Sensoriska paneler, både tränade paneler och vanliga konsumenter, deltar i tester av livsmedelsprodukter under lagring. Texturen på livsmedlet, som hårdhet, krispighet, viskositet och syrlighet är alla exempel på faktorer som mäts. Det är dyrt och tidskrävande, framförallt vid hållbarhetsbedömningar då upprepade tester krävs. Ofta sker liknande tester internt inom företaget just på grund av kostnaden. Dessutom är det oftast inte ur hållbarhetssynpunkt som produkterna testas utan målet är att förändra och förbättra både smak och textur för att höja konsumtionsvärdet för konsument.

Förutsäggande mikrobiologi är ett begrepp som används vid framtagandet av matematiska modeller för att bestämma hållbarhet på ett livsmedel, baserat på kunskap om hur tillväxt av mikroorganismer påverkas av miljöfaktorer. Med hjälp av resultaten kan modeller tas fram som förutsäger tillväxt eller inte tillväxt av mikroorganismer i mat. Modellerna kan beräkna hur tillväxten påverkas av process, lagring och distribution (Fu m.fl, 1993; Bruckner, 2012).

Ett sätt att bestämma hållbarhet är att identifiera den specifika förskämning-bakterien för livsmedlet i fråga samt välja en matematisk modell för tillväxt. Modeller för beräkning av mikrobiell tillväxt är en viktig del vid bestämning av hållbarhet på ett livsmedel (Zhang m.fl, 2011; Gospavic m.fl, 2008) och idag finns det flera olika alternativ (Bruckner, 2012; Zhang m.fl, 2011; Gospavic m.fl, 2008). Trots nackdelar med traditionella mikrobiella metoder som att det tar lång tid, kräver rutinerad personal och är dyrt (Nychas m.fl, 2008; Moss, 2005) är det få beräkningsmodeller som används utanför forskarvärlden (Buchanan, 1990).

Tillväxt av mikroorganismer i mat kontrolleras av livsmedlets sammansättning och dess lagringsmiljöer. Kunskap om hur dessa faktorer enskilt och tillsammans påverkar tillväxt av specifika mikroorganismer är utgångspunkten i förutsäggande mikrobiologi, tillsammans med matematiska och statistiska modeller (Buchanan, 1990).

Kemiska analyser är ett sätt att kontrollera mängden mikroorganismer i mat. Kemiska reaktioner sker kontinuerligt i livsmedel under lagring, men endast de reaktioner som leder till försämrad produktkvalitet behöver mätas i hållbarhetstes-

ter. Ett exempel är mängden fria fettsyror och peroxidvärdet, som båda är markeringar för härskning (Fellows, 2009). Mikrobiella mätningar genomförs genom att lagra den produkt där hållbarhetstid ska bestämmas i passande temperatur och mäta mängden mikrobiell tillväxt/aktivitet vid olika tidpunkter. Här mäts både mikrobiell tillväxt och tillväxt av patogener. Så kallade ”challenge”-tester kan användas för att bestämma tillväxt av en viss mikroorganism i ett livsmedel. I dessa fall inokuleras den specifika mikroorganismen på livsmedlet varpå tillväxten utvärderas efter en viss tids lagring. För att ha säkerhetsmarginal brukar 70 % av tiden det tar för en produkt att bli dålig ur ett sensoriskt perspektiv sättas som hållbarhetstid (Monroe, 2008).

3 Material och metod

För att få ett underlag för hur en temperatursänkning påverkar hållbarheten av kylda livsmedel har en litteraturstudie genomförts. Livsmedelsgrupperna kött, chark, ost och mejeri har undersökts, då dessa grupper anses representativa och täcker en stor del av de kylda livsmedel som konsumeras idag. I Sverige datummärks flera kylda livsmedel som mjölk och kokt/rökt skinka efter en förvaringstemperatur på 8 °C. Färskt kött (nöt, fågel, fläsk), rå korv och köttfärs datummärks efter en förvaringstemperatur på 4 °C (Möller m.fl, 2014; Omberg, 2011). I Finland och Norge märks både mjölk och kokt skinka efter en förvaringstemperatur på 4 °C (Möller m.fl, 2014).

Skriftligt material/artiklar har inhämtats via vetenskapliga databaser, hemsidor och databaser hos organisationer och myndigheter. De resultat som presenteras är en sammanställning av tidigare presenterade resultat från artiklar som avgränsats till ett livsmedel eller en livsmedelsgrupp.

Studien ämnar inte vara heltäckande med avseende på studier om hållbarhet av kylda livsmedel. Det finns många faktorer som spelar roll vid hållbarhetsberäkningar/bedömningar. Fokus i studien ligger på hur temperaturen påverkar hållbarhet och avgränsningar har gjorts vid exempelvis tillsatser och förpacknings- och processtekniker.

3.1 Metod för att beräkna samband mellan hållbarhet och temperatur

Metoden i studien är en kvantitativ studie över hållbarhet på livsmedel i olika förvaringstemperaturer. En sammanställning har gjorts av redan presenterad data över hållbarhet vid olika förvaringstemperaturer. Studierna som använts har redovisat data över mikrobiell tillväxt och hållbarhet i timmar eller dagar. Med hjälp av dessa värden har en graf skapats för varje kategori av livsmedel, där hållbarhetsvärden (i timmar eller dagar) plottats mot olika förvaringstemperaturer. Exponentiella eller linjära trendlinjer adderades till graferna där den trendlinje som gav

högst r^2 -värde användes och därmed avgjorde lutningen på grafen. R^2 -värdet är ett värde mellan 0 och 1 som avgör hur väl trendlinjen stämmer överrens med de värdena grafen baseras på. Ju närmre 1 desto bättre stämmer linjen överrens med värdena. Intrapolerade och extrapolerade värden har tagits fram för de gradantal som behövts men inte redan funnits angivna. Extrapolerade värden ligger utanför de ordinarie mätområden som använts varför dessa ger en svagare bedömning av verkligheten. Vidare har hållbarheten, beräknad i timmar eller dagar, vid de olika temperaturvärdena använts för att procentuellt beräkna hur mycket hållbarheten för varje livsmedelkategori ökar vid en temperatursänkning från 8 °C till 4 °C, respektive från 4 °C till 2 °C.

De artiklar som använts som underlag i denna studie har studerat färskt kött (nöt, fläsk och fågel), mjölk, halloumiost och fruktyoghurt.

Studien om färskt fågel- och fläskkött har undersökt 124 respektive 147 prover. Tillväxten av *Pseudomonas*, totala antalet bakterier och sensoriska förändringar har undersökts i fem olika konstanta temperaturer (2, 4, 7, 10, 15 °C) och minsta förskämningnivå för både fläsk och fågel bestämdes. Undersöktes gjorde också faktorer som pH, vattenhalt, fett- och proteininnehåll och mängd mjölksyra. Den sensoriska analysen genomfördes av en tränad panel där smak, textur och färg utvärderades (Bruckner, 2010).

Studien som använts för nötkött bestämde minsta förskämningnivån av *Pseudomonas* på färskt nötkött förvarat i 4 °C genom att mäta mängden *Pseudomonas*, totala antalet bakterier och sensoriska värden som smak, textur, lukt och färg. Köttet förvarades sedan i olika förvaringstemperaturer (0, 4, 7, 10, 15 och 20 °C) där mängden *Pseudomonas* räknades vid varje temperatur. Tre prover testades vid varje temperatur och alla experiment upprepades tre gånger. Baserat på *Pseudomonas* tillväxtmönster utformades en formel för beräkning av hållbarheten i timmar (Zhang m.fl, 2011).

Studien som baseras på resultatet för mjölk har förvarat fettfri mjölk i fem temperaturer (2, 5, 7, 12 och 15 °C). Totala mängden bakterier och mängden psykrotrofa bakterier har räknats för att bestämma värden för lag-tid och tillväxt. Sensoriska tester genomfördes där 33 panelister fick dricka mjölkprover från varje temperatur och svara om provet var acceptabelt eller inte. För att vara acceptabelt skulle panelisten kunna dricka ett helt glas av mjölkprovet (Duyvesteyn m.fl, 2000).

Studien om fruktyoghurt genomförde förvaringsexperiment av yoghurtprover i 5, 10, 15 och 20 °C. Totala mängden bakterier, mjölksyrabakterier, jäst- och mögel-

svampar analyserades vid varje temperatur, liksom kemiska analyser av pH, syrlighet och koncentrationen av glukos, fruktos och laktos (Matargas m.fl, 2011).

Studien som genomförts på Halloumi lät block av Halloumiost förvaras i 5, 15 och 25 °C. Prover från varje ostblock togs på utvalda dagar och varje prov testades av en konsumentpanel. För varje prov mättes också förändringar i totala mängden bakterier, mjölksyrabakterier, totala mängden anaeroba bakterier, jäst- och mögelsvampar, pH och syrlighet (Kemle m.fl, 2012).

4 Resultat

Resultaten i Tabell 1 visar att hållbarheten för respektive livsmedelskategori ökade vid en temperatursänkning. För mjölk, yoghurt och ost, som har en nuvarande förvaringstemperatur på 8 °C, gav en sänkning till 4 °C en procentuell ökning av hållbarheten med 29, 24 respektive 20 %. För färskt nöt-, fläsk- och fågelkött, som i dagsläget förvaras i 4 °C, gav en sänkning till 2 °C en ökning av hållbarheten med 34, 26 och 22 %. Troligtvis har färskt fläskkött en kortare hållbarhetstid än charkprodukter, som ofta har genomgått någon slags hållbarhetsförlängande process (förutom rå korv). Det tillsätts ofta både salt, kryddor och konserveringsmedel till charkprodukter. Detta betyder dock endast att gruppen charkprodukter skulle ha en ännu längre hållbarhetstid än färskt fläskkött vid en temperatursänkning.

Tabell 1: Förändring av hållbarhetstid (%) i relation till nuvarande förvaringstemperatur (NF) (4 °C, 8 °C).

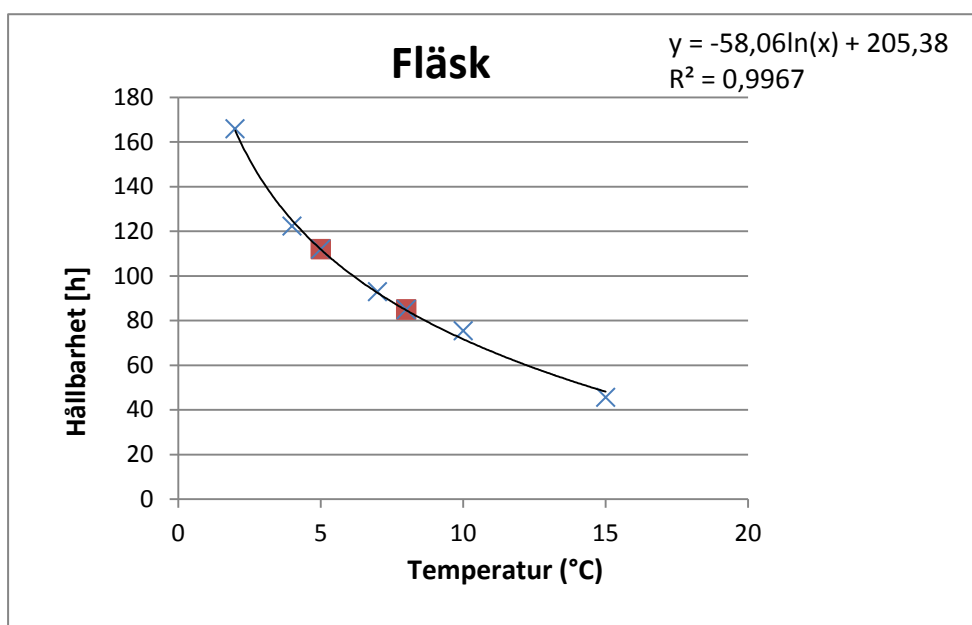
Livsmedel		Förvarade i 8°C	Förvarade i 4°C	Förvarade i 2°C	Referens
Kött	Fläsk		NF	26%	Bruckner (2010)
	Nöt		NF	26%	Zhang m.fl (2011)
	Fågel		NF	22%	Bruckner (2010)
Mejeri	Mjölk	NF	29%	35%	Duyvesteyn m.fl (2001)
	Yoghurt	NF	24%	32%	Mataragas m.fl (2011)
	Halloumi	NF	20%	26%	Kemle m.fl (2012)

4.1 Fläsk

Hållbarheten på fläsk förlängdes med 26 % vid en temperatursänkning från 4 °C till 2 °C (Tabell 2). Studien baserades på mätvärden gällande tillväxten av arter från *Pseudomonas* på färskt fläskkött i temperaturer mellan 2-15 °C (Bruckner, 2010). Figur 2 visar ett negativt exponentiellt samband mellan hållbarhet och temperatur inom intervallet 2-15 °C.

Tabell 2. Förändring av hållbarhetstid (%) för fläsk vid förvaringstemperatur 2 °C jämfört med förvaring i 4 °C.

Temp (°C)	Förändrad hållbarhet i relation till 4 °C förvaring [%]
2	26



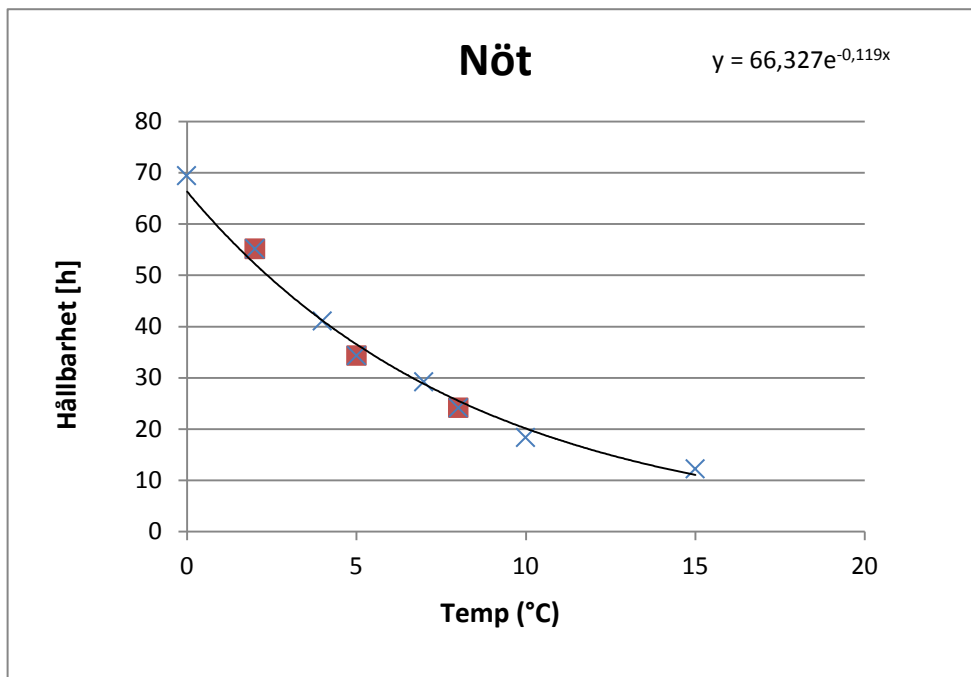
Figur 2. Hållbarhet av fläsk vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Intrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

4.2 Nöt

Resultaten för nöt visar att en sänkning från 4 °C till 2 °C ger en ökning av hållbarheten med 26 % (Tabell 3). Mätvärdena baseras på tillväxten av *Pseudomonas* på färskt nötkött under ett temperaturintervall mellan 0-20 °C (Zhang m.fl, 2012). Figur 3 visar ett negativt exponentiellt samband mellan hållbarhet och temperatur inom intervallet 0-20 °C.

Tabell 3. Förändring av hållbarhetstid (%) för nöt vid olika förvaringstemperaturer, 0 °C och 2 °C jämfört med 4 °C.

Temp (°C)	Förändrad hållbarhet i relation till 4 °C förvaring [%]
0	40
2	26



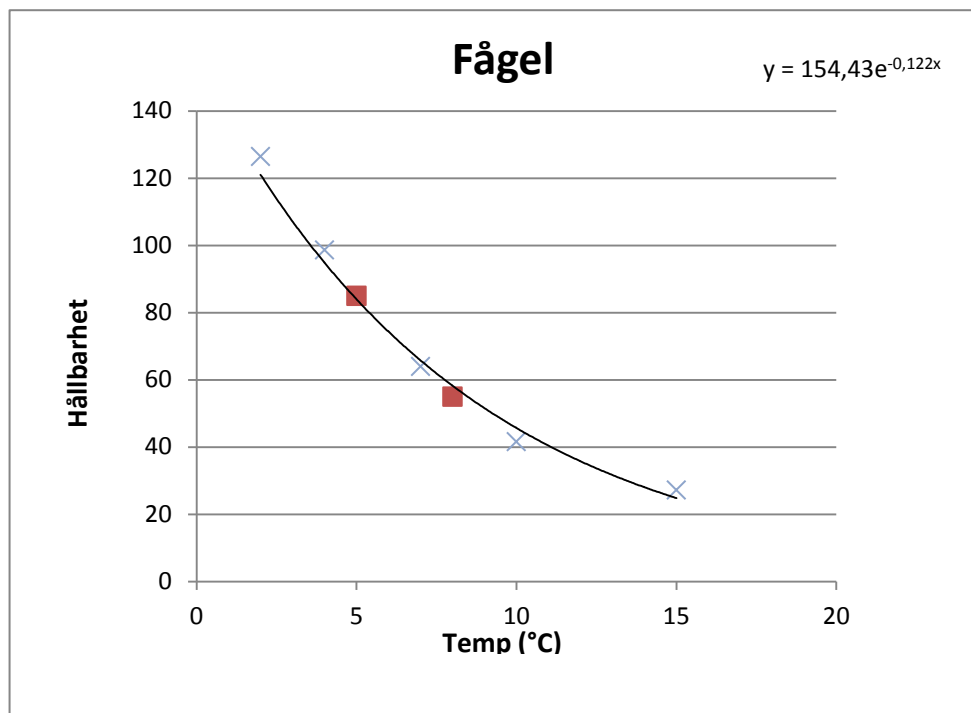
Figur 3. Hållbarhet av nöt vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Intrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

4.3 Fågel

Hållbarheten på fågel förlängdes med 22 % vid en temperatursänkning från 4 °C till 2 °C (Tabell 4). Studien baserades på mätvärden gällande tillväxten av arter från *Pseudomonas* på färskt fågelkött i temperaturer mellan 2-15 °C (Bruckner, 2010). Figur 4 visar ett negativt exponentiellt samband mellan temperatur och hållbarhet inom intervallet 2-15 °C.

Tabell 4. Förändring av hållbarhetstid (%) för fågel vid förvaringstemperaturer 2 °C jämfört med 4 °C.

Temp (°C)	Förändrad hållbarhet i relation till 8°C förvaring [%]
2	22



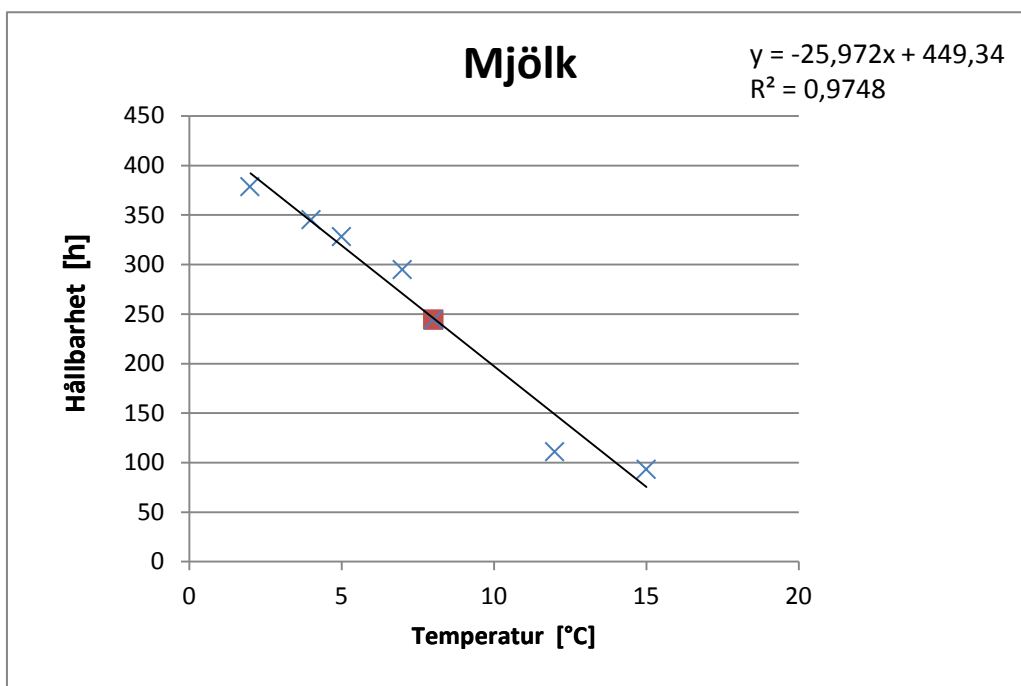
Figur 4. Hållbarhet av fågel vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Intrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

4.4 Mjök

Resultaten för mjök visar att hällbarheten ökar i takt med att temperaturen sänks. Figur 5 visar ett negativt linjärt samband mellan temperatur och hällbarhet inom intervallet 2-15 °C. Hällbarheten ökade med 29 % vid en sänkning av temperaturen från 8 °C till 4 °C (Tabell 5). Mätvärdena från studien grundar sig på sensoriska tester av hällbarheten samt mätningar av den totala mängden mikroorganismer och mängden psykrotrofa mikroorganismer vid fem olika temperaturer: 2, 5, 7, 12 och 15 °C (Duyvesteyn m.fl, 2000).

Tabell 5. Förändring av hällbarhetstid (%) för mjök vid förvaringstemperatur 2 °C och 4 °C jämfört med förvaring i 8 °C.

Temp [°C]	Förändrad hällbarhet i relation till 8°C förvaring [%]
2	35
4	29



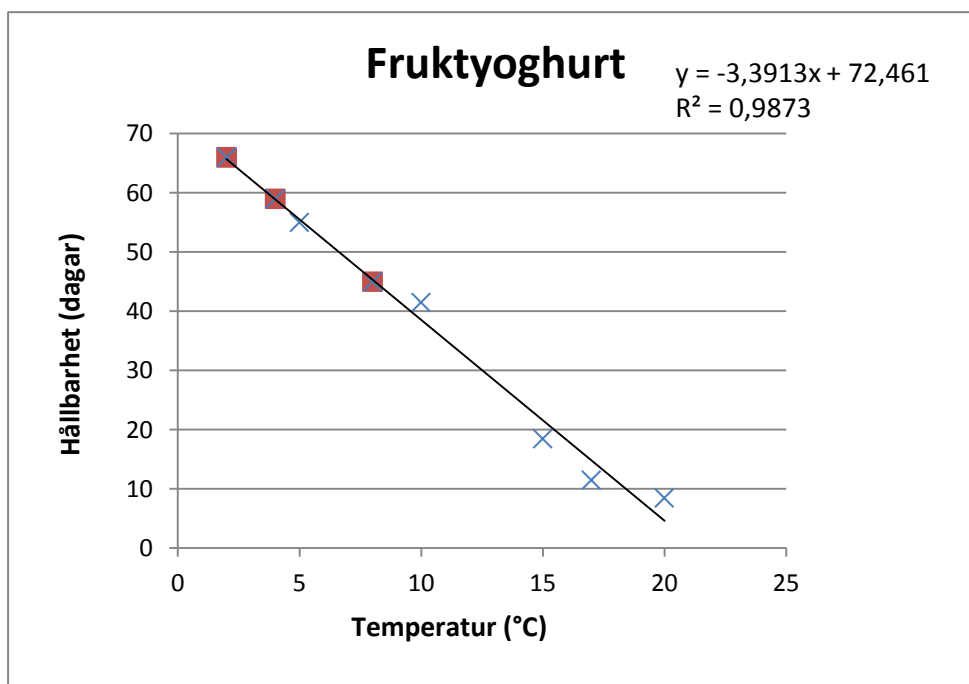
Figur 5: Hällbarhet av mjök vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Intrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

4.5 Yoghurt

Resultaten visar att hållbarheten på yoghurt ökar med 24 % vid en temperatursänkning från 8 °C till 4 °C (Tabell 6). Mätvärdena baseras på tillväxten av jästsvampar under ett temperaturintervall mellan 5-20 °C (Matargas m.fl, 2011). Figur 6 visar ett negativt linjärt samband mellan hållbarhet och temperatur inom intervallet 2-20 °C.

Tabell 6. Förändring av hållbarhetstid (%) för fruktyoghurt vid förvaringstemperatur 2 °C, 4 °C och 5 °C jämfört med förvaring i 8 °C. Extrapolerade värden: 4 °C och 2 °C.

Temp (°C)	Förändrad hållbarhet i relation till 8°C förvaring [%]
2	32
4	24
5	18



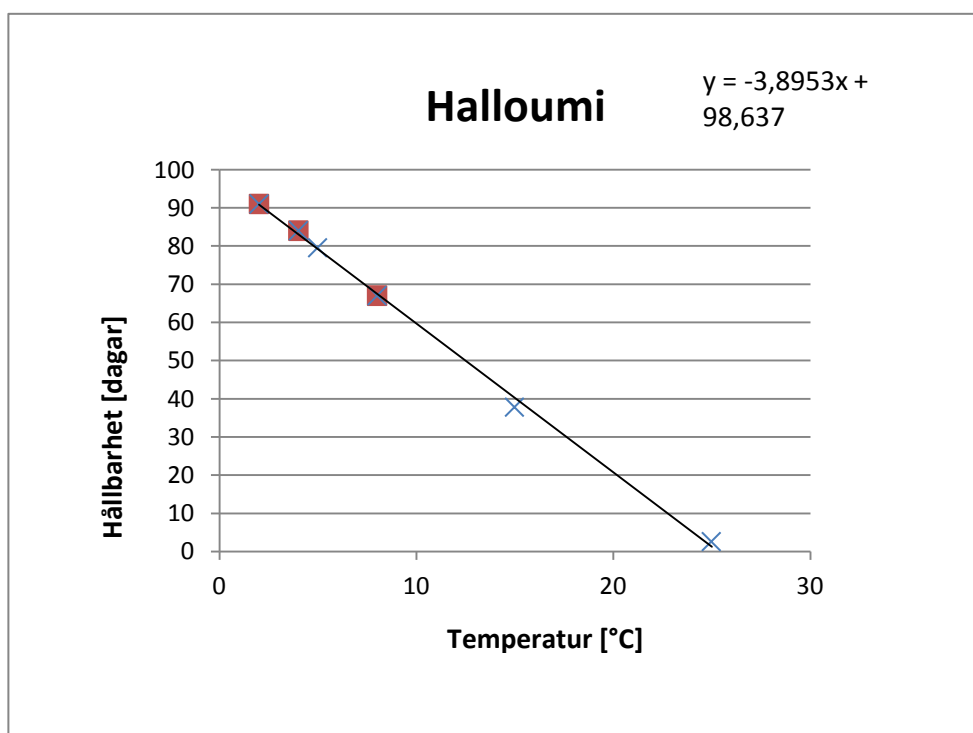
Figur 6. Hållbarhet yoghurt vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Extrapolerade och ntrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

4.6 Halloumi

Resultaten för Halloumi visade att hållbarheten ökar med 24 % vid en temperatur-sänkning från 8 °C till 4 °C (Tabell 7). Mätvärdena baseras på konsumenttester och mängden bakterier samt jäst- och mögelsvampar (Kemle m.fl, 2012). Figur 7 visar ett negativt linjärt samband mellan temperatur och hållbarhet inom intervallet 2-25°C.

Tabell 7. Förändring av hållbarhetstid (%) för Halloumi vid förvaringstemperatur 2 °C, 4 °C och 5 °C jämfört med förvaring i 8 °C. Extrapolerade värden: 2 °C och 4 °C.

Temp [°C]	Förändrad hållbarhet i relation till 8°C förvaring [%]
2	26
4	20
5	16



Figur 7. Hållbarhet av Halloumi vid olika förvaringstemperaturer. Varje punkt i grafen baseras på ett värde. Intrapolerade värden är markerade med fyrkant i grafen.

5 Diskussion

Resultaten i Tabell 1 visar att hållbarheten på samtliga kylda livsmedel ökar vid en sänkt förvaringstemperatur. För varor som förvaras i 8 °C (mejeri) gav en sänkning av temperaturen till 4°C en ökning av hållbarheten mellan 25-41%. För de varor som förvaras i 4 °C (färskt kött) gav en sänkning till 2 °C en ökning av hållbarheten med 28-35%. Resultaten stämmer överrens med en omfattande studie utförd av WRAP som visar att hållbarheten för kylda livsmedel skulle förlängas vid en temperatursänkning från 7 °C till 4 °C i hushållens kylar. Hållbarheten ökade i den studien mellan 26-67 % för de undersökta livsmedlen (WRAP, 2013).

I Sverige märks många livsmedel med datum satta efter en förvaringstemperatur på 8 °C (Möller m.fl, 2014). För mjölk innebär detta en hållbarhet på nio dagar. Studiens resultat för mjölk visar att hållbarheten ökar med 41 % vid en temperatursänkning från 8 °C till 4 °C. En ökning på 41 % innebär att datummärkningen på mjölk skulle kunna förlängas med ca fyra dagar. En norsk studie som undersökt hållbarhet och datummärkning i de nordiska länderna visar att hållbarhetstiden på mjölk skulle kunna förlängas med ca fem dagar, vid en temperatursänkning från 8 °C till 4 °C (Möller m.fl, 2014). Mjölk i Norge märks med en förvaringstemperatur på 4 °C och en hållbarhet på upp till 14 dagar. Samma studie visar att kokt MAP-skinka kan ha en hållbarhet på 45 dagar vid förvaring i 4 °C, istället för 20 dagar som erhålls vid 8 °C (Möller m.fl, 2014). Båda resultaten visar tydligt att lägre temperatur ökar hållbarheten. I studien genomförd av WRAP gav en temperatursänkning från 7 °C till 4 °C en ökning av hållbarheten på fläskkött på 67 % (WRAP, 2013).

För yoghurt blev hållbarhetsökningen 31 % vid förvaring i 4 °C jämfört med 8 °C. För kategorin ost blev hållbarhetsökningen 25 % vid förvaring i 4 °C. Båda värdena vid 4 °C är extrapolerade, dvs. sträcker sig utanför det kända mätområdet, och ger därför en svagare bedömning.

Hållbarheten ökade med 28 % för fågel, 34 % för nöt och med 35 % för fläsk vid en temperatursänkning från 4 °C till 2 °C. *Pseudomonas* har betraktats som

SSO. En jämförelse mellan fläsk, fågel och nöt visar att tillväxten av *Pseudomonas* är snabbare på fågel än på nöt och fläsk. Faktorer såsom pH och näringssammansättning skulle kunna påverka tillväxt av *Pseudomonas* men studier visar att interna faktorer har liten påverkan. Temperatur är den faktor som spelar störst roll vid tillväxt, med snabbare tillväxt vid högre temperaturer (McMeekin & Ross, 1996; Nychas m.fl, 2008; Bruckner, 2010).

Resultaten visar att hållbarheten för varje livsmedelskategori förlängs i takt med att förvaringstemperaturen sänks. Datummärkning av livsmedel är inte reglerat i livsmedelsförordningar utan det är upp till varje enskilt företag att bestämma hållbarhetsangivelse både vad det gäller förvaringstemperatur och hållbarhetstid. Företagen måste dock enligt lag kunna garantera säkra livsmedel för konsumtion. I EG förordning 2073/2005 beskrivs mikrobiologiska kriterier för livsmedelssäkerhet och processhygien. Till sin hjälp har företagen också branschriktlinjer (Omberg, 2011). De flesta svenska livsmedelsföretagen har 8 °C som förvaringstemperatur och sätter datumet därefter (Möller m.fl, 2014; Omberg, 2011).

Det är stor skillnad på både datummärkning och förvaringstemperatur mellan Sverige, Danmark, Norge och Finland. Den lagstiftning som gäller märkning av livsmedel är samma i hela EU och för de länder som är en del av det Europeiska ekonomiska samarbetsområdet (ESS), alltså Norge, Island och Liechtenstein. Trots detta finns det olikheter i hur lagstiftningen utövas. Sista förbrukningsdag för köttfärs i Norge är upp till efter 18 dagar medan det i Sverige är endast efter 8 dagar, men olika gassammansättningar i MAP-förpackningen ligger bakom de olika datumerna då köttfärsen förvaras i 4 °C i båda länderna (Norden, 2014).

Det finns en rädsla bland dagens konsumenter för tillsatser i livsmedel. Nitrit tillsätts i charkprodukter för sin konserverade effekt och för att förhindra tillväxt av *Clostridium botulinum* (Livsmedelsverket, 2012). Danmarks maxnivå av tillsatt nitrit är 60-100 mg/kg och deras rekommenderade högsta temperatur i kylkedjan är 5 °C. Den låga nivån av tillsatt nitrit möjliggörs av deras temperaturkrav. Mängden tillsatt nitrit i Sverige är 150 mg/kg produkt. En lägre temperatur kan innebära en minskad mängd salt, fett och tillsatser utan att försämra livsmedelssäkerheten (KfS, 2009).

Studien visar att tillväxt av mikroorganismer ökar i takt med att temperaturen höjs. Det finns få tidigare studier som visar exakt hur mycket längre hållbarhet olika livsmedel får vid olika förvaringstemperaturer. Resultaten av denna litteraturstudie är en sammanställning av tidigare studier och belyser vikten av att förvara livsmedel i låga temperaturer och indikerar att en förlängd hållbarhet är möjlig vid en temperatursänkning i kylkedjan. De intrapolerade och extrapolerade värden som använts kan inte betraktas som definitiva men ämnar ge en generaliserbar bild av att hållbarheten ökar vid förvaring i lägre temperatur.

Det krävs uppföljande studier för att svara på frågan om en ökning av hållbarheten av livsmedel automatiskt medför ett minskat matsvinn. I en rapport från Naturvårdsverket uppger butiker att de tror att en ökad hållbarhet i kombination med ett förlängt utgångsdatum skulle minska butikssvinn. De butiker som deltog uppgav också att de har lägre temperatur i kylarna än vad som anges på förpackningen, sex av åtta hade 3-5 °C i mejerikylrummet (Naturvårdsverket, 2013b). Om så är fallet borde producenterna ha möjlighet att ändra sina utgångsdatum på exempelvis mjölk vars hållbarhet vid 8 °C är nio dagar.

Det som talar emot en temperatursänkning är den ökade energi, och eventuellt kostnaden för nya energieffektiva kylar, åtgärden kräver. Handeln menar att det blir för dyrt och ger en negativ påverkan på miljön (Dagens nyheter, 2014; Ömberg, 2011). Kostnaden för energin som krävs skulle behöva mätas och jämföras med kostnadsvinsten som uppstår tack vare ett möjligt minskat svinn. Uppföljande studier krävs inom detta område. Handeln har också påpekat att en lägre förvaringstemperatur i produkternas märkning kan leda till problem om inte konsumenterna också sänker temperaturen i kylskåpen (Dagens nyheter, 2014). Det finns dock studier som visar att konsumenter redan har en temperatur lägre än 8 °C i sina kylskåp (Eriksson & Marklinder, 2012).

Denna studie har enbart tittat på hur temperaturen påverkar hållbarheten. Butikerna skulle dra nytta av sänkta temperaturkrav. Effekten skulle bli både ökad hållbarhet och en bättre kvalitet på produkterna. Bättre kvalitet ger nöjdare kunder och förlängd hållbarhet skulle kunna ge ett minskat svinn. Andra saker som bör tas med i beräkning av hållbarhet är förpackningsval, luftfuktighet, pH, processmetoder med mera. Då studien är en litteraturundersökning skulle mikrobiologiska tester på respektive livsmedelsgrupp kunna genomföras för att styrka resultaten.

6 Slutsats

- Det finns ett tydligt samband mellan sänkt förvaringstemperatur och minskad tillväxt av mikroorganismer i livsmedel.
- En temperatursänkning på mellan 2 °C och 4 °C medför en ökning av hållbarheten på livsmedel mellan 25-44 %.
- En temperatursänkning skulle ge livsmedelsbutiker möjlighet att förvara sina kylda livsmedel en längre period och producenter en chans att förlänga sina bäst-före-datum.

Referenslista

- Albarracin, W., Sanchez, I., Grau, R., Barat, J. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: a review. *International Journal of Food Science & Technology* 46, 1329-1336
- Barilla Center for Food & Nutrition. (2012). *Food waste: causes, impacts and proposals*.
- Bruckner, S. (2010). Predictive shelf life model for the improvement of quality management in meat chains. *Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn*
- Bylund, G., (2003). *Dairy processing handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB, Lund. ISBN: 91-631-3427-6
- Borch, E., Kant-Muermans, M., Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 33, 103-120
- Buchanan, R. (1990). Using spreadsheet software for predictive microbiology applications. *U.S Department of Agriculture, Philadelphia*
- Dalgaard (1993). Evaluation and prediction of microbial fish spoilage. *Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, Lyngby, Denmark, 169 p.*
- Dagens nyheter (2014-09-06). Krav på sänkt temperatur i de svenska kyldiskarna. <http://www.dn.se/ekonomi/krav-pa-sankt-temperatur-i-de-svenska-kyldiskarna/> [2015-02-26]
- Daud, H.B., McMeekin, T., Olley, J. (1978). Temperature function Integration and the development and metabolism of poultry spoilage bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 36 650-654
- Duyvesteyn, W.S., Shimoni, E., Labuza, T.P. (2001). Determination of the end of shelf-life for milk using Weibull hazard method. *LWT – Food Science and Technology* 34 143-148
- Eriksson, M., Strid, I., Hansson, P. (2014). Waste of organic and conventional meat and dairy products – A case study from Swedish retail. *Department of Resources, conservation and recycling, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, vol. 83 s. 44-52*
- Eriksson & Marklinder. (2012). Forskarfredag, bästföreförsök. http://publikationer.slu.se/Filer/SLUTRAPPORT_bastfore2011.pdf [2015-04-07]
- Farkye, Nana. (2004). Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology* 57
- Filtenborg, O., Frisvad, J.C., Thrane, U. (1996). Moulds in food spoilage. *International Journal of Food Microbiology* 33, 85-102
- Fellows, P.J. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Woodhead Publishing, Cambridge
- Fu, B., Labuza, T. (1993). Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control* 4, 125-133

- (EG) Förordning nr 2073/2005 om mikrobiologiska kriterier för livsmedel
- Goff, G. (2015). *The Dairy Science and Technology eBook*. Dairy science and technology education serier, university of Guelph, Canada.
<https://www.uoguelph.ca/foodscience/industryoutreach/dairy-education-ebook-series>
 [2015-08-24]
- Gospavic, R., Kreyenschmidt, J., Bruckner, S., Popov, V., Haque, N. (2008). Mathematical modeling for the growth of *Pseudomonas* spp. In poultry under variable temperature conditions. *International Journal of Food Microbiology* 127, 290-297
- Gould, G. (1996). Methods for preservation and extension of shelf life. *International Journal of Food Microbiology* 33, 51-64
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J., Christensen, A. (2002). Food spoilage – interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 78 79-97
- Jos, H.J., Huis in't Veld. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology* 33, 1-18
- Jonsson, C. (2012). *Datummärkning av livsmedel – till nytta för producenter, handlare och konsumenter?* Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, ISSN 1101-8151
- Konsumentföreningen Stockholm (2014-09-06). *Sänk temperaturen i butikernas kyldiskar!*
<http://louisekonsumentkoll.se/sank-temperaturen-i-butikernas-kyldiskar/>
 [2015-02-22]
- Konsumentföreningen Stockholm (2009-08-06). *Sänkt temperatur i kyldiskarna!*
<http://louisekonsumentkoll.se/sank-temperaturen-i-kyldiskarna/>
 [2015-04-26]
- Kamleh, R., Toufeili, I., Ajib, R., Kanso, B., Haddad, J. (2012). Estimation of the shelf-life of haloumi cheese using survival analysis. *Czech J. Food Science* 30, 512-519
- Konsumentföreningen Stockholm. (2011). *Temperatur i hushållens kylskåp*. Rapport 2011, Konsumentföreningen, Stockholm
- Konsumentföreningen Stockholm. (2013). *Konsumenten om kylskåpstemperatur och hållbarhetsmärkingar – Uppföljning av 2011 års enkät*. Rapport 2013, Konsumentföreningen, Stockholm
- Kilcast, D. & Subramaniam, P. (2000). *The Stability and shelf-life of Food*. Woodhead Publishing Limited
- Koutsoumanis, K., Stamatiou, A., Skandamis, P., Nychas, G-J.E. (2006). Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on Spoilage of ground meat, and Validation of the model under dynamic temperature conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 72, 124-134
- Lindmark Månsson, H., Fondén, R. & Pettersson, H.-E. (2003). Composition of Swedish dairy milk. *International Dairy Journal*, vol. 13,
- LIVSFS 2004:27. Livsmedelsverkets föreskrifter om märkning och presentation av livsmedel.
- Livsmedelsverket. (2014-06-09). *Miljöfaktorer*.
<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Bakterier-virus-och-parasiter/Miljofaktorer/>
 [2015-01-28]
- Livsmedelsverket (2014-06-09). *Risker med mat: Bakterier och virus: Miljöfaktorer*.
<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Bakterier-virus-och-parasiter/Miljofaktorer/>
 [2015-02-18]
- Livsmedelsverket (2014-01-30). *Skadliga nitrosaminer*.
<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Kemiska-amnen/Skadliga-amnen-vid-tillagning/Skadliga-nitrosaminer1/>
 [2015-02-22]

- Livsmedelsverket. (2014). *Vad är det som slangs vid utgången hållbarhetsdatum?-en mikrobiologisk kartläggning av utvalda kylvaror*. Rapport 6, Livsmedelsverket, Uppsala
- Livsmedelsverket. (2011). *Förvara maten rätt så håller den längre – vetenskapligt underlag om optimal förvaring av livsmedel*. Rapport 20, Livsmedelsverket, Uppsala
- Mataragas, M., Dimitriou, V., Skandamis, PN., Drosinos, EH. (2011). Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology* 28 611-6
- McMeekin, T., Bowman, J., McQuestin, O., Mellefont, L., Ross, T., Tamplin, M. (2008). The future of predictive microbiology: Strategic research, innovative applications and great expectations. *International Journal of Food Microbiology* 128, 2-9
- McMeekin, T., Ross, T. (1994). Predictive microbiology. *International Journal of Food Microbiology* 33, 241-264
- McMeekin, T., Ross, T. (1996). Shelf life prediction: status and future possibilities. *International Journal of Food Microbiology* 33, 65-83
- Monroe, J. (2005). *Modern food microbiology*. Springer, New York
- Moss, A. (2008). *Food microbiology*. Royal Society of Chemistry, Cambridge
- Möller, H., Lodrup, N., Madsen, P., Rosengren, Å., Nurtiyala, A. (2014). Datelabelling in the Nordic countries. *Nordic Council of Ministers*
- Naturvårdsverket. (2014). *Vad görs åt matsvinnet?* Rapport 6620. ISBN 978-91-620-6620-8
- Naturvårdsverket. (2013a). *Svinnreducerande åtgärder i butik*. Rapport 6594. ISBN 978-91-620-6594-2
- Naturvårdsverket. (2013b). *Vilken effekt skulle sänkt temperatur i kylkedjan få på matsvinnet?* Rapport 6596. ISBN 978-91-620-6596-6
- Norden. (2014-11-25). *Stora skillnader i datummärkning i Norden*.
<http://www.norden.org/sv/nordiska-ministerraadet/samarbetsministrarna-mr-sam/norden-ifokus/norden-i-fokus-sverige/stora-skillnader-i-datummerkning-i-norden>
 [2015-02-26]
- Nychas, G., Skandamis, P., Tassou, C., Koutsoumanis, K. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science* 78, 77-89
- Omberg, H. (2011). *Temperaturer i kött- och charkkylar*. Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap, institutionen för livsmedelsvetenskap. Publikation nr. 321
- Raab, V., Bruckner, S., Kreyenschmidt, J., Petersen, B., Kampmann, Y., Beierle, E. (2008). Generic model for the prediction of remaining shelf life in support of coldchain management in pork and poultry supply chains. *Journal on Chain and Network Science* 8
- Smith, K. (1992). Shelf life of cottage cheese using hazard analysis. *Journal of Dairy Science* 75, 11
- Stiles, Micheal E., Holzappel, Wilhelm H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology* 36, 1-29
- SMED (2011). *Matavfall 2010 från jord till bord*. Rapport Nr 99, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Norrköping
- Sørhaug, T., Stepaniak, L. (1997). Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. *Trends in Food Science & Technology* 8 35-41
- Zhang, Y., Mao, Y., Li, K., Dong, P., Liang, R., Luo, X. (2011). Models of Pseudomonas Growth kinetics and shelf life in chilled longissimus dorsi muscles of beef. *Collage of Food Science and Engineering*, Vol. 24, 713 - 722
- Walker, S.J. (1988). Major spoilage micro-organisms in milk and dairy products. *Journal of the Society of Dairy Technology* 41
- WRAP (2013). *Impact of more effective use of the fridge and freezer*. WRAP. ISBN: 978-1-84405-466-4

Appendix

Matsvinn är ett aktuellt problem som behöver minskas i alla led av livsmedelskedjan. Varje år slängs ungefär en miljon ton mat i Sverige, varav butiks- och grossistled står för ca 70 000 ton. Svinnet resulterar i ekonomiska förluster, onödigt miljöpåverkan och väcker moraliska frågor kring den orättvisa spridningen av mat i världen. Sverige har som mål att matsvinnen ska minska och naturvårdsverket har på uppdrag av regeringen lämnat förslag på etappmål som säger att matsvinnen ska minska med 20 % från 2010 till 2020. Olika alternativ för att minska svinnet har diskuterats av flera olika aktörer där förlängd hållbarhet är ett av dem. Datummärkning av livsmedel har pekats ut som en orsak till varför mat kastas och förlängd hållbarhet skulle kunna vara en väg mot ett minskat matsvinn då det skulle kunna innebära ett förlängt bäst före – datum.

Ett sätt att öka hållbarheten är att sänka förvaringstemperaturen för livsmedel. I takt med att temperaturen sänks minskar tillväxthastigheten av förskämningsorganismer i mat. Kyla är en viktig restriktionsåtgärd vid bakterietillväxt och mikrobiell tillväxt är den vanligaste orsaken till förskämning av livsmedel. Mikroorganismers möjligheter att förstöra ett livsmedel handlar om deras möjlighet att producera metaboliter som bildar slem eller illaluktande dofter. Vid obegränsad tillväxt har de flesta mikroorganismer möjlighet att göra just detta. Hållbarhet karaktäriseras av den tid det tar för produkten att bli oacceptabel ur ett sensoriskt, näringsmässigt eller hygieniskt perspektiv. En viktig del i arbetet med säkra livsmedel är att minimera tillväxt av just mikroorganismer.

Konsumenter ställer idag höga krav på maten de köper. God kvalitet ska hållas tiden mellan köp och konsumtion. Dessa förväntningar reflekteras i det datummärkningsarbete som livsmedelsföretag måste anpassa sig efter. Alla livsmedelsföretag måste följa gällande livsmedelslagstiftning. Det innebär att minsta hållbarhetstid måste sättas på alla livsmedel utom färsk grönsaker, frukt, socker, vinäger, tuggummi och koksalt. Sista förbrukning måste sättas på lättfördärliga livsmedel som till exempel köttfärs och rå korv. Själva datummärkningen är inte reglerad i livsmedelsförordningar utan livsmedelsföretagen bestämmer själva vilket utgångsdatum och vilken förvaringstemperatur deras produkter ska ha. De är dock enligt lag skyldiga att se till att deras produkter ska vara säkra att konsumera. Det finns en EG förordning som listar mikrobiologiska kriterier för livsmedelsäkerhet som livsmedel måste uppfylla men hur företagen uppfyller dem är upp till varje enskilt företag att avgöra.

Målet med denna uppsats är att undersöka i vilken omfattning sänkt temperatur i kylkedjan påverkar hållbarheten av kylförvarade livsmedel. Syftet är att bistå butiker och producenter med information om fördelarna med en lägre förvaringstemperatur. Förhoppningen är att kunskapen från studien ska kunna användas som ett underlag vid diskussioner om förlängd hållbarhet på livsmedel. Uppsatsen är en litteraturstudie som sammanställer information om mikroorganismer och hållbarhet av livsmedel i olika temperatur- och tidsintervall. Resultaten visar att låg temperatur är en viktig faktor för att förhindra mikrobiell tillväxt i livsmedel. En temperatursänkning från 8°C till 4°C ger en ökning av hållbarheten på 25-44% och en sänkning från 4°C till 2°C ger en ökning på 28-35% på de undersökta livsmedlen. Lägre förvaringstemperatur kan således ge förlängda datummärknings, en åtgärd som i sin tur kan komma att minska svinnet i både butik- och konsumentled.