

<150 dage; enterovirus <100 dage; thermotolerante coliforme / *Salmonella* <70 dage, WHO, 2006).

Rå

- Størst risiko for grøntsager som ikke vaskes og renses for jord inden spising
- Mindre risiko for grøntsager som skrælles/pilles (løg) da det vil fjerne (reducere) bakterier på overfladen
- Risikoen mindskes ved vask i rent vand, om end det indebærer en risiko for krydskontaminering

Varmebehandlet

- Minimal risiko (evt. krydskontaminering mellem rå og kogte)

Grøntsager og bær hvor den spiselige del vokser over og tæt jorden f.eks. salater, kål, blegselleri, porrer og jordbær:

Vanding

- Stor risiko for smitte af grøntsager og bær hvis vandingsmetoden gør at forurenede vandingsvand rammer planteoverflader direkte
- Indirekte risiko for smitte af afgrøde hvis vandingsmetoden resulterer i plask af forurenede jord op på planten
- Mindst risiko hvis vandingsvandet ikke kommer i direkte kontakt med planteoverflader og metoden ikke forårsager plask

Rå

- Større risiko – grøntsager og bær som ikke vaskes inden spising udgør den største risiko.

Varmebehandlet

- Minimal risiko (evt. krydskontaminering mellem rå og kogte)

Grøntsager og bær hvor den spiselige del vokser et stykke over jorden f.eks. tomat, agurk, peberfrugter og hindbær:

Vanding

- Stor risiko for smitte af grøntsager og bær hvis vandingsmetoden gør at evt. forurenede vandingsvand rammer planteoverflader direkte
- Mindre risiko hvis vandingsmetoden gør at evt. forurenede vand ikke kommer i direkte kontakt med planteoverflader
- Lille risiko for indirekte kontaminering via plask pga. afgrødens afstand til jorden

Rå

- Mellem risiko – grøntsager og bær som ikke vaskes inden spising udgør den største risiko.

Varmebehandlet

- Minimal risiko (evt. krydskontaminering mellem rå og kogte)

Mikroorganismernes overlevelse på planter

Patogene mikroorganismer deponeret på overflade af planter er udsat for en række stressfaktorer. Blandt andet ultraviolet lys fra solen, store temperaturudsving og lav relativ fugtighed, hvilket påvirker deres overlevelse (Tetltsch and Katzenelson, 1978; Beattie and Lindow, 1995; Brandl, 2006). Umiddelbart patogener sværere ved at persistere på planter end i jord, hvor konkurrerende mikroorganismer dog evt. vil øge henfaldet (Jiang, et al 2002).

Phyllosferen (den samlede overjordiske overflade af planter) er kendetegnet ved en række ekstreme og ofte svingende miljøforhold kombineret med unikke fysio-kemiske egenskaber, som typiske phyllosphere mikroorganismer har tilpasset sig og kan vokse under. Humane patogener anses normalt ikke for at være en del af den mikrobielle population i phyllosferen, men de kan forekomme her, jævnfør de fødevarebårne udbrud relateret til grøntsager (Beuchat, 2002). Undersøgelser gennemført mht. adfærd og overlevelse af humane patogener på planter har mest fokuseret på *E. coli* (stort set *E. coli* O157: H7) og *Salmonella*. Under eksperimentelle forhold er bakterier påført direkte på enten blade, rødder, frø eller til jorden vha. mange forskellige teknikker. Manglende sammenlignelighed ved mange af disse forsøg, gør det svært at komme med entydige konklusioner mht. dynamik og overlevelse af humane patogener på planter. Forskellige temperaturforhold vil typisk have en stor indvirkning på overlevelse af mikroorganismer. Lave temperaturer nedsætter typisk henfaldet, men evt. vil høje temperaturer fremme vækst af bakterier. Ifølge WHO (2006) er overlevelsen af mikroorganismer på planter ved 20-30°C som følger: indvoldsorm (æg)/virus <60 dage; thermotolerante coliforme / *Salmonella* <30 dage og shigella <10 dage protozoer (cryptosporidier) <3 dage. *E. coli* og *Salmonella* har dog overlevet på persille under naturlige forhold i hhv. 177 og 231 dage (Islam et al, 2004a, b). Sprøjtning af salatplanter med vand forurenede med *E. coli* O157: H7 resulterede i genfund af bakterien på bladene 30 dage senere (Solomon et al. 2003). I et enkelt studie observerede man, at seks humane patogener (både bakterier og virus) overlevede 14 dage i phyllosferen af cantaloupe, salat og peber under kontrollerede miljø betingelser (Stine et al, 2005). I tilfælde hvor frugt og grønt har læsioner i bladene forårsaget af plantesygdomme eller fysisk beskadigelse herunder afskæring/findeling, vil humanpatogene organismer evt. lettere kunne kolonisere og vokse på planterne (Brandl 2006). Formodentlig vil der kunne frigives næringsstoffer til fordel for de patogene bakterier, men omvendt vil plantens naturlige population af bakterier i visse tilfælde have en antagonistisk effekt på de humane patogener (Delaquis et al, 2006; Johnston et al, 2009). Med hensyn til mulig optag af patogener (*E. coli* O157 og *Salmonella*) ind i plantevævet via jord/rødder er der modstridende rapporter hvor (Wachtel et al, 2002;. Islam et al, 2004a, b;. Jablasone et al, 2005;. Jeter og Matthyse, 2005) argumenterer for og (Jablasone et al. 2005;. Sharma et al, 2009) imod.

HØST / EFTER-HØST

Både når grøntsager og bær høstes og håndteres, herunder pakning enten direkte i marken eller i pakkerum samt evt. vask og forarbejdning, er der en risiko for at introducere mikrobiel forurening fra omgivende miljø eller mennesker. Et væsentligt kendetegn ved disse operationer er, at de indebærer en betydelig kontakt mellem friske råvarer og arbejdere, mellem friske råvarer og forskellige typer af redskaber og overflader af udstyr, mellem friske råvarer og vand eller is, og endelig mellem friske råvarer og det omgivende miljø (jord, støv, insekter osv.), der alle repræsenterer potentielle muligheder for overførsel af mikrobiel forurening (FAO/WHO, 2008).

Human forurening

Manuel håndtering er almindelig både ved høst, pakning forarbejdning og distribution. Det betyder at personer tilstede ved høst og videre håndtering, både arbejdere og besøgende, der har kontakt med grøntsagerne eller udstyr kan være en kilde til forurening. Inficerede personer kan overføre patogener via den fækal-orale rute og i tilfælde af virus også via opkast. Udskillelse kan forekomme i løbet af inkubationsperioden (f.eks. hepatitis A), i løbet af infektion (f.eks. salmonellose, shigellose, viral og parasitære infektioner) eller under rekonvalescens (f.eks. salmonellose). Nogle personer kan blive raske smittebærere og fortsætte intermitterende udskillelse i måneder eller år (f.eks. salmonellose). Således kan arbejdere være uvidende om at de er smittede, eller de er ikke tilstrækkeligt syge til at standse arbejdet, inficerede personer vil ved dårlig hygiejne og / eller manglende adgang til vaskefaciliteter kunne smitte grøntsager og bær. Eksempelvis sås et udbrud med hepatitis A fra snittet salat, som var skåret af en inficeret medarbejder (Harris et al. 2003) og *Vibrio cholerae* i skåret frugt var også forbundet med dårlig hygiejnepraksis (Ackers et al, 1997). Wachtel et al. (2003) viste, at salat let kan forurennes af urene hænder. I Danmark blev udbrud med norovirus i polske frosne hindbær linket til syge bærplukkere.

Beskadigede grøntsager

Mekaniske skader på plantevævet enten utilsigtede eller ved afskæring og findeling kan skabe åbninger til indvendige overflader, hvilket er befordrende for mikrobiel kontaminering og vækst (Doyle et al, 2007). Fasthæftelse af bakterier og potentialet for infiltration, internalisering eller begge (herefter benævnt internalisering) er blevet påvist eksperimentelt og bakterier der sidder i skårne overflader kan f.eks. være vanskelige at fjerne ved efterfølgende sanitære foranstaltninger (Takeuchi et al, 2000; Takeuchi, Hassan og Frank, 2001; Siggers et al, 2008). Plantesygdomme vil også øge risikoen for kolonisering med humanopatoogene bakterier (Brandl 2006). Selvom meget af denne viden stammer fra eksperimentelle undersøgelser, indikerer det, at plantesygdomme og utilsigtede skader bør minimeres. Ikke mindst i marken, hvor der er en stor eksponering til patogene mikroorganismer fra miljøet.

Høst

Grøntsager, bær og krydderurter kan høstes med håndkraft eller mekanisk, hvor der eventuelt vil ske en sortering i hånden, fjernelse af yderblade, vask eller sprøjtning. Grøntsagerne samles enten i større beholdere, eller pakkes direkte i kasser der evt. overdækkes med plastfilm og er klar til transport. Ved emballering ude på åben mark kan der være betydelig eksponering til mikrobiel forurening fra støv og fauna. Generelt involverer disse processer mange trin, hvor råvarer er i kontakt med mennesker, over-

flader, vand og miljø (jord, støv). Nedfaldsfrugter vil være udsat for smitte fra jorden (f.eks. dyreekskrementer) og upasteuriseret juice lavet af nedfaldsfrugter har været årsag til fødevarebårne udbrud. Graden af håndtering vil typisk variere med arten. De mere sarte grøntsager, som salater og urter, vil være mere følsomme over for skader og mærker, hvilket kan fremme mikrobiel kontaminering og vækst (se ovenfor). Praksis med fjerne de yderste snavsede blade af f.eks. salathoveder ved høst vil umiddelbart være med til fjerne mikroorganismer. Der kan også potentielt ske en forringelse af fødevareresikkerheden pga. (i) afskæring skaber åbninger i plantevævet, som gør dem mere sårbare over for patogenforurening og vækst (Doyle et al, 2007), (ii) afskårne produkter går ofte direkte videre uden yderligere sortering eller kontrol, (iii) patogener der internaliseres eller hæfter sig til skårne overflader, er yderst vanskelige at fjerne ved efterfølgende sanitære foranstaltninger (iv) udstyr som anvendes i marken til at afskære afgrøder med, kan let forurenes og derved overføre smitte til afgrøder (v) de sanitære forhold i markmiljøet er langt sværere at opretholde sammenlignet med indendørs miljøer. En udbrudsundersøgelse viste, at manglende rengøring af en salat snittemaskine forårsagede smitte af efterfølgende partier med *Salmonella* (Stafford et al, 2002). Høstmaskiner der er nær i kontakt med jord, f.eks. ved høst af lavt-voksende afgrøder som f.eks. babyspinat, vil sandsynligvis let kunne forurenes med jord, og derved smitte de efterfølgende høst slet. McEvoy et al. (2008) viste, at en forurenede afskæringskniv overførte *E. coli* O157: H7 til de næste 20 salathoveder. Udover forurening med *E. coli* O157: H7 i snitfladen, så voksede bakterien også markant i afskæringsområdet inden for 4 timer ved 30°C og voksede yderligere indenfor 8 timer, mens vækst ikke forekom ved 5°C (McEvoy et al, 2008). Dette indikerer vigtigheden af at opretholde en god hygiejne mht. høstudstyr og at påbegynde afkøling hurtigst muligt, for at minimere eventuel opformering af patogene bakterier. Høstet salat transporteres ofte til kølingsanlæg og afkøles til under 5°C kort tid efter høst. Nedkøling kan evt. forsinkes på grund af afstand fra mark til køleanlæg, eller hvis den høstede mængde overstiger kapaciteten af køleanlægget. Kasser og beholdere der anvendes til de høstede produkter, vil også let kunne forurenes af planterester og jord, især hvor afgrøder høstes med rødder. Eftersom bakterier er i stand til at vokse under gunstige betingelser, og vira og parasitter kan overleve, er det vigtigt at undgå en ophobning af organisk materiale i beholdere. Især hvis de skal bruges igen, da niveauet af forurening må forventes at stige, hvis der ikke foretages en regelmæssig rengøring. Der mangler stadig viden mht. til hvilke praksis og hygiejne foranstaltninger, som er mest hensigtsmæssige ved høst. Umiddelbart bør opmærksomheden dog rettes mod høstmaskiner og udstyr der kan forurenes af jord mv., og beskadigelse af planterne samt person adgang og deres hygiejne.

Pakning - forarbejdning

Transportkasser og afgrøder, som kommer ind fra marken og ind i pakkerum og/eller forarbejdningsrum, kan være forurenede med mikroorganismer og derved fungere som vektor for forurening af miljøet. Således vil der også kunne ske en forurening af grøntsagerne under pakning og forarbejdning. Desuden vil beskadigelser af plantevævet i forbindelse med transport fra marken og under forarbejdning sandsynligvis fremme internalisering (Takeuchi et al, 2000, 2001, Beuchat, 2002, Siggers et al, 2008; CCFRA, 2007). Da beskadigede eller overmodne råvarer indebærer en risiko for forhøjede niveauer af mikrobiel forurening, som samtidig vil være vanskelig at vaske af, vil det være hensigtsmæssigt at kassere sådanne råvarer for at undgå krydskontaminering. Ligeledes vil der være stor risiko for krydskontaminering, hvis kasser og paller ikke er tilstrækkeligt rengjort, og hvis brug af gaffel-

trucks mv. ikke er begrænset i forhold til hhv. beskidte (modtagelse) og rene (forarbejdning) områder. Generelt vil et ikke-adskilt flow af indgående råvarer og udgående produkter indebære risiko for krydskontaminering.

Ved pakning og evt. primær forarbejdning i form af rensning, trimning og beskæring af grøntsagerne, vil råvarerne komme i kontakt med personale, overflader, udstyr og evt. vand. Herunder kontakt til håndteringsudstyr, transportbånd, sorteringsborde, beholdere/bokse, vandslanger osv. Johnston et al. (2006) foretog en undersøgelse af 8 pakkerifaciliteter i USA og Mexico, hvor der blev pakket 11 forskellige produkttyper, herunder grønne grøntsager og urter. For bladgrøntsager (rød mangold, majroer og grønkål) og urter (persille og koriander), var de gennemsnitlige tællinger af mikrobiologiske indikatorer lave. Tællinger af totale aerobe bakterier på produkterne hhv. før vask, under vask og efter vask gav $5,2 (\pm 1,05)$, $5,2 (\pm 1,05)$ og $5,5 (\pm 0,88)$ log cfu/g mens *E. coli* tallene alle steder var $0,7 (\pm 0,00)$ log cfu/g. Overfladerne i beholdere før vask havde signifikant højere gennemsnitlige antal total aerobe bakterier ($3,7 (\pm 1,10)$ log cfu/g) end i vaske-området ($2,5 (\pm 0,96)$ log cfu/g) og i kasserne efter vask ($3,0 (\pm 0,72)$ log cfu/g), mens alle havde *E. coli* tællinger på $0,70 (\pm 0,00)$ log cfu/g. Dårligt rengjort og vedligeholdt udstyr kan udgøre et reservoir for patogen forurening (Stafford et al, 2002). Johnston et al. (2006) observerede at antallet af *E. coli* på kål steg fra $0,7$ log cfu/g til $0,86$ cfu/g ved flytning fra transportbåndet til den endelige kasse. Prazak et al. (2002) fandt ligeledes *E. coli* og *L. monocytogenes* på transportbeholdere, transportbånd og køleoverflader i forbindelse med forarbejdning af kål i pakkerum. Eftersom almindelige typer af *L. monocytogenes* blev fundet i pakkerumsmiljøet, konkluderede de, at kontaktoverflader var en vigtig kilde til forurening, og fremhævede vigtigheden af god hygiejne i forhold til udstyr. Desuden kan der i forbindelse med overflader eventuelt dannes biofilm, som gør det endnu sværere at fjerne eller inaktivere patogene mikroorganismer (Carpentier og Cerf, 1993; Czechowski, 1991). Der er imidlertid endnu en manglende viden mht. de specifikke bidrag fra de forskellige typer af udstyr mht. krydskontaminering og evt. opformering af patogene bakterier.

Vand bruges i stort omfang i pakke- og forarbejdningsrum til vask af både af råvarer, udstyr og overflader samt til nedkøling. Den mikrobiologiske kvalitet af vand er vigtig da der for meget bladgrønt og urter ofte er tale om spiseklare produkter, hvor der ikke sker yderligere behandling, som vil kunne fjerne evt. forurening. Prazek et al. (2002) analyserede vand brugt til vask, sprøjtning og køling af kål på gårde og i pakkerum og de påviste *L. monocytogenes* i chloreret vaskevand selvom der ikke blev fundet *E. coli*.

Videre forarbejdning

For skårne bladgrøntsager og krydderurter er der yderligere en række forarbejdningstrin som afhængig af produkttype og anvendelse, inkluderer snitning, vask, desinficering, emballering og opbevaring på køl. Forarbejdning kan omfatte udskæring, rivning og snitning og dårlig håndtering i køkkener og forarbejdningsanlæg er blevet linket epidemiologisk til fødevarerudbrud. Dårlig hygiejne i forbindelse med snitning af salat har f.eks. været impliceret i udbrud af hepatitis A (Lowry et al. 1989) og *Shigella sonnei* (Davis et al, 1988). Forurenede overflader i forbindelse med forarbejdning kan resultere i krydskontaminering af råvarer. En forurenede salatsnittemaskine var f.eks. årsag til et fødevarerudbrud af *Salmonella* fra strimlet salat fra en kommerciel producent (Stafford et al, 2002). Her blev

udbrudsstammen fundet på knivene i snittemaskinen, hvilket viste, at forureningen havde persisteret i en periode minimum svarende til patienternes inkubationsperiode.

Der findes referencer for patogen forekomst i hele produkter, men generelt er der manglende sammenligninger mellem hele og skårne produkter og især for produkter fra samme parti. Selvom det forekommer logisk, at findeling af produkter vil øge sandsynligheden for mikrobiel vækst under opbevaring, var dette ikke tilfældet for salat og spinat (Doering et al, 2009). Vækst af *L. monocytogenes* var ikke signifikant forskellig på snittet og hel salat ifølge Beuchat og Brackett (1990). Delaquis et al. (2006) fandt, at anti-listerielle stoffer blev frigivet, når der blev skåret i iceberg salat. Ligeledes fandt man på frisk-skåret iceberg salat og spinat en antagonistisk effekt fra naturligt forekommende flora mod *E. coli* O157 (Johnston et al, 2009). Forskellene i vækst og overlevelse af patogener på hele og frisk-skårne bladrigte grøntsager er endnu ikke tilstrækkeligt dokumenteret og fuldt forstået.

Opbevaring - køl

Opretholdelse af produktkvaliteten og herunder friskhed, er et vigtigt element for frugt og grønt, hvor køling er et middel til at forlænge holdbarheden. For forskellige rodfrugter/knolde samt f.eks. faste kåltyper og porrer er den gavnlige effekt af køling mht. holdbarhed dog eventuel minimal. Effektiv køling indebærer, at man hurtigst muligt får reduceret varmen i grøntsagerne forud for langtidsopbevaring. Dermed et det første skridt for at opnå en god nedkøling, at høste afgrøderne i køligt vejr (især om morgenen). Mindre avlere kan også sænke temperaturen af produkterne ved at placere dem udenfor natten over. Mere kontrollerede typer af nedkøling kan opnås med vakuumpkøling, hydro-køling, (højhastigheds-) luftkøling og knust is. Ved vakuumpkøling fordampes vand under lavt tryk og er særlig velegnet for grøntsager med stort areal i forhold til volumen. For at undgå udtørring, sprøjtes grøntsagerne evt. med vand inden vakuum. Hydrikøling foregår ved at sprøjte med koldt vand eller nedsænke produkterne i koldt vand, mens luftkøling gør brug af kold luft. Endelig kan nedkøling ske ved at placere knust is over produkterne, såfremt de ikke tager skade af kontakt med isen. Disse nedkølingsmetoder indebærer brug af vand i større eller mindre omfang, og da der typisk er direkte kontakt til produkterne, er det essentielt at vandet er af høj mikrobiologisk kvalitet. Et udbrud af shigellose blev f.eks. tilskrevet persille der kom fra et pakkerum, hvor is var fremstillet af kommunalt kloreret vand recirkuleret gennem en hydro-køler (CDC, 1999). Det tryk som er forbundet med vakuum nedkøling indebærer evt. en risiko for internalisering af patogener. Li et al (2008) viste f.eks., at vakuum nedkøling øgede internaliseringen af *E. coli* O157: H7 i salatvæv signifikant, sandsynligvis pga. ændringer i vævsstrukturer som stomata. Efterfølgende kunne de internaliserede bakterier hverken fjernes ved overflade sterilisation eller firedobbelt vask. Disse eksperimentelle undersøgelser indikerer behovet for at undgå forurening på bladene og at sikre den mikrobiologiske kvalitet af anvendt vand. Mens den præcise betydning af forskellige nedkølingsteknikker mht. eventuelt af fremme overlevelsen af patogener er endnu uklar.

I større butikskæder anvendes evt. luffugtere for at forlænge holdbarheden af frugt og grønt, hvilket indebærer fordampning der fjerner varme, hvorved der opnås en kølende effekt. Her er filter og UV-behandling af vandet med til at sikre en høj hygiejne. Længere holdbarhed af frugt og grønt betyder evt. også større risiko for brud på køle-kæden undervejs, mere tid til opformering af eventuelle patogener bakterier, samt længere eksponering til forurening for uemballerede produkter (De Roever, 1999).

Selv kort opbevaringstid kan dog forårsage vækst af patogene bakterier, hvis opbevaring sker uden køl. Eksempelvis observerede man, at bladgrøntsager og krydderurter opbevaret i forsejlet emballage med høj luftfugtighed efter én dag ved stuetemperatur (20°C) resulterede i >1 log cfu/g vækst af *E. coli* O157 (Abdul-Raouf et al, 1993) og *L. monocytogenes* (Nguyen-The og Carlin, 2000). Tilsvarende steg *Salmonella* på frisk koriander opbevaret én dag ved 22°C med 0,7 log cfu/g (Brandl og Mandrell, 2002).

Generelt vil overlevelse og vækst af mikroorganismer i forbindelse med opbevaring af grøntsager og bær både afhænge af det specifikke patogen, produkt type, temperatur, relativ luftfugtighed, atmosfære og emballage (ICMSF, 2006; Harris et al, 2003). Temperatur er dog en væsentlig faktor mht. vækst og overlevelse. Selvom nedkøling ikke fjerner eksisterende forurening, vil væksten af bakterier være nedsat. (Abdul-Raouf et al, 1993). Dermed vil køling under opbevaringen sandsynligvis nedsætte risikoen for bakterielle infektioner, især hvor vækst af patogenet er nødvendig for at opnå infektionsdosis, mens patogener med lav infektionsdosis stadig vil kunne udgøre en risiko. Eksempelvis er der vist en tydelig sammenhæng mellem niveauer af *L. monocytogenes* i spise-klare fødevarer og antal humane tilfælde (FAO / WHO, 2004). Lave temperaturer vil hæmme væksten og overlevelsen af de fleste bakterier, men psychrotrofer, herunder *L. monocytogenes* kan overleve og formere sig ved køleskabs-temperatur, selvom væksthastigheden var lavere end ved 37°C (Beuchat og Brackett, 1990; Carlin et al, 1995). Crepet et al. (2007) estimerede den gennemsnitlige forurening med *L. monocytogenes* på friske råvarer til at være mellem 0,1 og 1 cfu/100 g. Også *E. coli* har vist sig at overleve i flere dage under nedkølede forhold (Abdul-Raouf et al, 1993).

Virus har typisk en god overlevelse på friske råvarer, der er opbevaret koldt (DeRoeve, 1999; Beuchat, 1996; Konowalchuk og Spir, 1974, 1975). Rotavirus overlevede f.eks. 25-30 dage på salat, radiser og gulerødder opbevaret ved 4°C, men kun 5-25 dage uden køl (Badawy et al, 1985)

Køling er altså vigtig mht. holdbarhed og mulig vækst af bakterier (Johnston et al. 2009a). Imidlertid kan små men hyppige brud på kølekæden gennem produktionsforløbet let forekomme, f.eks. ved lastning og losning af produkter under køletransport, temperaturvariationer i køleudstyr samt korte strømsvigt og sandsynligheden for kortere afvigelser fra den optimale temperatur er høj. Effekten af disse temperaturafvigelser mht. mulighed for bakteriel vækst er dog usikre. Alligevel bør alle trin der indebærer en mulig opvarmning af produkterne forsøges minimeret, for flere bakterier vil kunne vokse ved opbevaringstemperaturer over 5°C, dog afhængig af varigheden. O157 *E. coli* viste f.eks. ikke vækst ved 5°C, men voksede ved 8°C eller derover (Abdul-Raouf et al 1993, Francis og O'Beirne, 2001; Koseki og Isobe, 2005; Luo et al, 2008). Mens Estrada-Flores og Tanner (2005) fandt, at temperaturafvigelser inden for 4 timer med en maksimal produkt temperatur på 9°C ikke forårsagede betydelig vækst af *E. coli* på friske råvarer. Er der tale om produkter der udsættes for højere temperaturer eller i længere tid, vil det sandsynligvis øge risikoen, men den eksisterende viden er endnu mangelfuld (Tanner et al, 2005; Smale, 2004; Estrada-Flores et al, 2006; 2007).

I forbindelse med transport, opbevaring og markedsføring vil grøntsager og bær kunne forurennes ved kontakt med forurenede overflader, gennem luftstrømme i forbindelse med nedkøling og opbevaring (f.eks. beskidte fordampere), eller gennem dryp af forurenede kondensvand i køleanlæg (Evans et al, 2004). Der er kun få data mht. betydning af forskellige afsætningskanaler, men der er en tendens til at

produkter fra grønthandler butikker og bod er har højere kimtal end i supermarkeder (FAO/WHO, 2006). I en nylig undersøgelse (Valentin-Bon et al, 2008) af 100 poser af salat og spinat købt fra butikker i Washington DC, USA svingede det totale kimtal (4 til 7 log cfu/g) og coliforme bakterier (1 til 4 log MPN/g). Generelt var der en betydelig variation ikke kun mellem produkttyper, men også inden for samme produkt med ens holdbarhedsdata

Forebyggelse af mikrobiologiske risici ved frugt og grønt

Ved gødning af grøntsager med husdyrgødning i Danmark, anbefales det at anvende kompostet gødning, men det er ikke et lovmæssigt krav (Rådets forordning (EF) nr. 834/2007 og Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion 2010. Desuden er der ingen anbefalinger for et minimum tidsinterval mellem udbringning af husdyrgødning og plantning/såning eller høst.

I USA er der regler for anvendelse af ubehandlet husdyrgødning (7 CFR 205,203; National Organic Program under USDA, United States Department of Agriculture). Ubehandlet husdyrgødning må senest udbringes 120 dage før høst af produkter, hvis den spiselige del har direkte kontakt med jordoverfladen eller jordpartikler, og senest 90 dage før høst hvis den spiselige del ikke har direkte kontakt med jordoverfladen. Behandling af husdyrgødning indebærer kompostering. Ved kompostering sker en varmeudvikling, og der skal minimum opnås en temperatur på mellem 55° og 70°C i 3-15 dage (afhængig af komposteringssystemet) og der skal ske en omrøring/vending af gødningsstak undervejs.

Også i Storbritannien er der krav til kompostering af husdyrgødning og tidsinterval mellem anvendelse og høst (Microbiological Guidance for Produce Suppliers to Chilled Food Manufacturers, 2nd ed. 2007. CFA, Chilled Food Association). Ved kompostering skal der minimum opnås en temperatur på 55° i 3 dage, og komposten skal efterfølgende gemmes mindst 3 mdr. inden anvendelse.

Ifølge Global G.A.P (Good Agricultural Practice; Control Points and Compliance Criteria Integrated Farm Assurance. Crops Base, Annex CB.1 GLOBAL G.A.P Guideline – Microbiological Hazards) som er et privat certificeringsorgan, bør intervallet mellem udbringning af husdyrgødning og høst maksimeres (minimum 60 for ubehandlet husdyrgødning).

Desuden angiver en række guidelines, at en god praksis mht. anvendelse af husdyrgødning betyder, at man IKKE benytter ubehandlet gødning eller at man maksimerer tidsintervallet mellem anvendelse og høst. Eksempelvis, "Five Keys to Growing Safer Fruits and Vegetables: Promoting Health by Decreasing microbial Contamination, WHO 2011", "Guidance for Industri, Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables" 1998 og "Commodity Specific Food Safety Guidelines for the Production and Harvest of Lettuce and Leafy Greens", 2007 (begge fra FDA (US Food and Drug Administration) samt Codex-code of Hygienic Practice for Fresh Fruit and Vegetable , CAC/RCP 53-2003 (revideret 2010)

Referencer

Abdul-Raouf, U.M., Beuchat, L.R. & Ammar, M.S. 1993. Survival and growth of *E. coli* O157:H7 on salad vegetables. *Applied and Environmental Microbiology*, 59: 1999–2006.

- ACMSF [Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food. UK]. 2008, ACMSF Minutes 11 March 2008. Available at <http://acmsf.food.gov.uk/acmsfmeets/acmsf2008/acmsf110308/acmsfmin110308>
- Ackers, M., Pagaduan, R., Hart, G., Greene, K.D., Abbott, S., Mintz, E. & Tauxe, R.V. 1997. Cholera and sliced fruit: probably secondary transmission from an asymptomatic carrier in the United States. *International Journal of Infectious Diseases*, 1: 212–214.
- Amoah, P., Drechsel, P. & Abaidoo, R.C. 2005. Irrigated urban vegetable production in Ghana: sources of pathogen contamination and health risk reduction. *Irrigation and Drainage*, 54: S49–S61.
- Andersen og Hald, 2001. Risikovurdering ved anvendelse af vandingskanoner til udsprengning af gylle fortyndet med vand, Miljøprojekt Nr. 606, 2001. Miljøstyrelsen.
- Avery, L.M., Hill, P., Killham, K. & Jones, D.L. 2004. *Escherichia coli* O157 survival following the surface and sub-surface application of human pathogen contaminated organic waste to soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 2101–2103.
- Badawy, A.S., Gerba, C.P. & Kerby, M.L. 1985. Survival of rotavirus SA-11 on vegetables. *Food Microbiology*, 2: 199–205.
- Bastos, R.K.X. & Mara, D.D. 1995. The bacterial quality of salad crops drip and furrow irrigated with waste stabilization pond effluent: an evaluation of the WHO guidelines. *Water Science and Technology*, 31: 425–430.
- Beattie, G.A. & Lindow, S.E. 1995. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. *Annual Review of Phytopathology*, 33: 145–172.
- Beuchat, L.R. 2002. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables *Microbes and Infection*, 4: 413–423, 59: 204–216.
- Beuchat, L.R. 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*, 59: 204–216.
- Beuchat, L.R. & Brackett, R.E. 1990. Survival and growth of *L. monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *Journal of Food Science*, 55: 755–758, 870.
- Borchardt, M.A., Bertz, P.D., Spencer, S.K. & Battigelli, D.A. 2003. Incidence of enteric viruses in groundwater from household wells in Wisconsin. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(2): 1172–1180
- Brackett, R.E. 1999. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 305–311.
- Brandl, M.T. 2006. Fitness of human enteric pathogens on plants and implications for food safety. *Annual Review of Phytopathology*, 44: 367–392.
- Brandl, M.T. & Mandrell, R.E. 2002. Fitness of *Salmonella enterica* serovar Thompson in the cilantro phyllosphere. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 3614–3621.
- Carlin, F., Nguyen-The, C. & Abreu da Silva, A. 1995. Factors affecting the growth of *L. monocytogenes* on minimally processed fresh endive. *Journal of Applied Bacteriology*, 78: 636–646.
- CCFRA. 2007. Ranking of cross-contamination vectors of ready-to-eat foods: a practical approach. CCFRA Guideline No. 54, Campden & Chorleywood Food Research Association, UK.
- CDC [Centres for Disease Control and Prevention]. 1999. Outbreaks of *Shigella sonnei* infection associated with eating fresh parsley – United States and Canada, July–August 1998. *MMWR – Mortality and Morbidity Weekly Report*, 48: 285–289.
- Codex. 2010. Codex-code of Hygienic Practice for Fresh Fruit and Vegetable, CAC/RCP 53-2003 (revideret 2010)
- Crepet, A., Albert, I., Dervin, C. & Carlin, F. 2007. Estimation of microbial contamination of food from prevalence and concentration data: application to *Listeria monocytogenes* in fresh vegetables. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 250–258.

Appendiks 4

Referencer

Referencer (Afsnit 3 og 4)

Berger, C.N., Shaw, R.K., Brown, D.J., Mather, H., Clare, S., Dougan, G., et al. (2009a) Interaction of *Salmonella enterica* with basil and other salad leaves. *ISME J* 3: 261–265.

Domingues A. R., S. M. Pires, T. Halasa, T. Hald. Source attribution of human salmonellosis using a meta-analysis of case-control studies of sporadic infections (revised manuscript submitted to *Epidemiology and Infection* June 2011)

Evers E G, Van Der Fels-Klerx H J, Nauta M J, Schijven J F and Havelaar A H (2008). *Campylobacter* source attribution by exposure assessment. *Int J Risk Assess Manag*, 8, 174-190.

FDA (2003). Quantitative assessment of relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. Available from <http://www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html>.

Hald T, S M Pires (2011). "Attributing the burden of foodborne disease to specific sources of infection" in *Tracing pathogens in the food chain*. Eds. S Brul, P M Fratamico and T A McMeekin. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition No. 196. ISBN 1 84569 496 1.

Lynch M. F., R. V. Tauxe and C. W. Hedberg (2009). The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. *Epidemiology and Infection*, 137: 307-315.

McBride G, Meleason M, Skelly C, Lake R, van der Logt P and Collins R (2005). Preliminary relative risk assessment for *Campylobacter* exposure in New Zealand: 1. National model for four potential human exposure routes; 2. Farm environmental model. NIWA Client Report: HAM2005-094. Available at <http://www.zoonosesresearch.org.nz/reports/PreliRelativeriskAssessment.pdf> [Accessed February 9, 2010]

Nauta, M. and Christensen, B. 2011 The impact of consumer phase models in microbial risk analysis. *Risk Analysis* 31:255-265.

Nauta, M.J., Fischer, A.R.H., Van Asselt, E.D., De Jong, A.E.I, Frewer, L.J. and De Jonge, R., 2008. Food Safety in the Domestic Environment: the effect of consumer risk information on human disease risks. *Risk Analysis*, 28, 179-192.

