



Mikrobiologiska risker vid odling av kryddor på friland och hantering till färdig produkt

Richard Karlsson & Pernilla Arinder

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Mikrobiologiska risker vid odling av kryddor på friland och hantering till färdig produkt

Rickard Karlsson & Pernilla Arinder

Sammanfattning

Under primärproduktionen och vidareförädling via torkning av kryddor kan kontamination ske med sjukdomsframkallande mikroorganismer, vilket kan orsaka att personer som konsumerar produkter blir sjuka. Det är inte säkert att vidare behandling av kryddorna såsom värme sker innan konsumtion och därmed sker ingen reduktion av mikroorganismer. Kryddorna kan, om de är råvara i andra produkter och om de är kontaminerade med sjukdomsframkallande mikroorganismer, kontaminera de nya produkterna. För att minska sannolikheten att detta sker måste smittkällor och spridningsvägar kontrolleras och styras i möjligaste mån. Detta innebär att det måste finnas effektiva grundförutsättningar, det vill säga rutiner för hur odling, bevattning, gödsling, skörd, torkning, lagring med mera utförs för att minimera den mikrobiologiska kontamineringen och tillväxten av mikroorganismer på kryddorna. Om man med dessa grundförutsättningar som bas i processen utför en faroanalys och implementerar åtgärder för att styra farorna enligt HACCP-metodiken får man säkra kryddor som inte medför någon fara för slutkonsumenten oavsett användning.

Nyckelord: Mikrobiologiska risker, kryddväxter, Haccp, Standarder

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2015:22
ISSN 0284-5172
Borås 2015

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	4
1 Bakgrund	5
2 Mikrobiologiska faror	5
3 Provtagning för mikrobiologisk analys	7
4 Mikrobiologiska analyser	7
5 Hantering av mikrobiologiska faror	7
5.1 Vatten	8
5.2 Mark & jord	9
5.3 Växtnäring	10
5.4 Personal	10
5.5 Utrustning	10
5.6 Transport	11
5.7 Påverkan på mikrobiologiska faror under torkning av kryddor	11
5.8 Påverkan på mikrobiologiska faror under blandning, förpackning och lagring av kryddblandningar	11
6 Bilaga A. Standarder	13
7 Bilaga B. Exempel på HACCP – torkad kryddblandning	17
8 Referenser	27

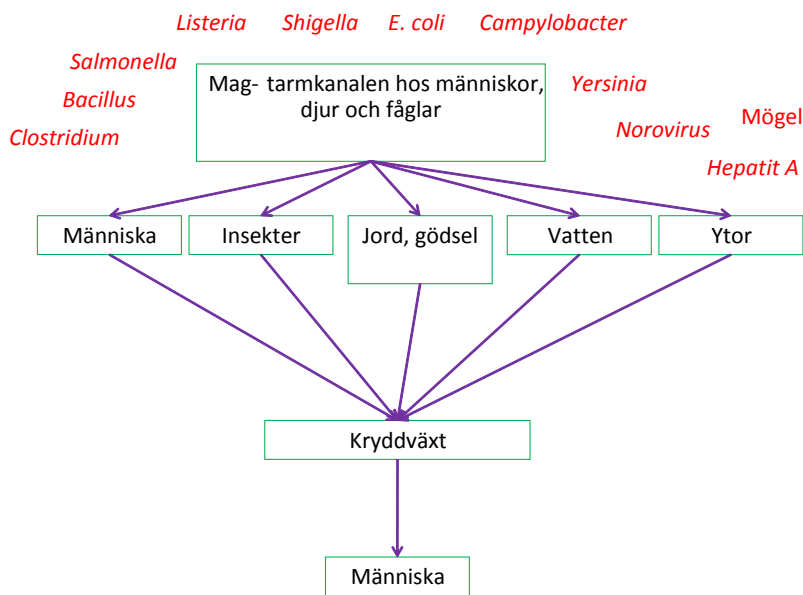
1 Bakgrund

Under primärproduktionen och vidareförädling via torkning av kryddor kan kontamination ske med sjukdomsframkallande mikroorganismer vilket kan orsaka att personer som konsumerar produkter blir sjuka. Det är inte säkert att vidare behandling av kryddorna såsom värme sker innan konsumtion och därmed sker ingen reduktion av mikroorganismer. Kryddorna kan däremot vara råvara i andra produkter och om de är kontaminerade med sjukdomsframkallande mikroorganismer så kontaminerar de den nya produkten. För att minska sannolikheten att detta sker måste smittkällor och spridningsvägar kontrolleras och styras i möjligaste mån.

Det är många olika mikroorganismer som kopplas till sjukdom orsakade av grönsaker och därmed även är potentiella risker för kryddor. Dessa beskrivs av Livsmedelsverkets riskprofil för frukt och grönsaker (Lindmark 2002).

2 Mikrobiologiska faror

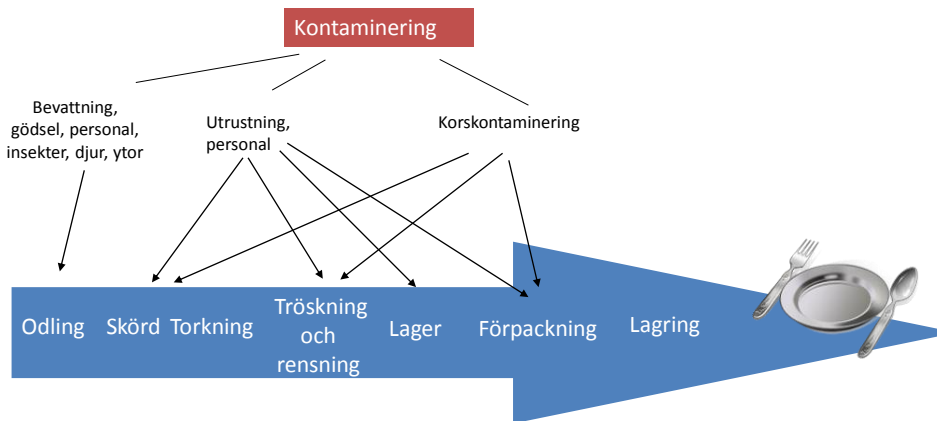
Sjukdomsframkallande mikroorganismer kan kontaminera kryddväxter och grönsaker på flera olika sätt. Mikroorganismerna finns i mag- tarmkanalen hos djur och människor och kan därifrån spridas till grönsaker via människor, insekter, jord och gödsel, vatten och ytor (figur 1). Mikroorganismerna finns även spridda mer eller mindre allmänt i miljön och kan kontaminera kryddor inte enbart i primärproduktionen utan även senare under hantering, förädling, och transport innan de konsumeras.



Figur 1. Illustration av spridningsvägar för sjukdomsframkallande bakterier, mögel och virus till människa via kryddväxter

För produkter som är färdiga att äta såsom kryddor sker inget reducerande steg där mikroorganismer avdödas eller med säkerhet tas bort från produkten. Kontamineringen kan ske dels i primärproduktionen men även via kontaminering i samband med skörd, tröskning och rensning, förpackning och transport (figur 2). Kontamineringen kan då ske från personal, utrustning och vatten. Det kan även ske en korskontaminering mellan olika

kryddväxter under hanteringen. Även om kontaminering på fält enbart skett på enstaka plantor så kan kontamineringen spridas till en större mängd kryddor från icke kontaminerade plantor under skörd, rensning tröskning och blandning inför torkning osv. Beroende på tid- och temperatur förhållanden under lagring före torkning och i början av torkningen kan mikroorganismer tillväxa.



Figur 2. Möjliga kontamineringsvägar för mikroorganismer under odling, skörd, torkning, tröskning, lagerhållning och förpackning av kryddväxter.

Om mikroorganismerna behöver tillväxa eller ej för att kunna orsaka sjukdom beror på den specifika organismen. Verotoxinproducerande *E. coli* som t.ex. *E. coli* O157 kan orsaka sjukdom vid låga halter som 100 organismer medan andra mikroorganismer behöver tillväxa till högre halter för att orsaka sjukdom. Virus kan inte föröka sig på kryddorna men det krävs endast låga halter av virus för att orsaka sjukdom.

De mikroorganismer som främst kopplas till grönsaker och därmed även till kryddväxter är *Salmonella*, verotoxinproducerande *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, norovirus, hepatit A virus och vattenburna parasiter som *Cryptosporidium*, *Cyclospora* och *Giardia*. Även *Yersinia enterocolitica* *Clostridium botulinum* och *Bacillus cereus* kan vara aktuella.

I riksprojektet 2002 undersökte Livsmedelsverket förekomst av *Salmonella* i frukt och grönsaker (Livsmedelsverket organiserar olika riksprojekt med olika tema där fördjupade analyser görs på vissa produktkategorier.). *Salmonella* påträffades i 10 av 2392 prov. Av dessa prov var ett från Tyskland, ett från Egypten och resten från Thailand. Resultaten sammanfattas med att svenskproducerande vegetabilier inte utgör problem avseende *Salmonella*. Det finns dock fynd av *salmonella* även på svenskodlade grödor. 2009 undersökte Livsmedelsverket och Sveriges kommuner *Salmonella*, *Campylobacter* och *E. coli* i färska kryddor och bladgrönsaker från Asien (Karnehed & Lindblad 2010). Man fann *Salmonella* i 18 av 489 analyserade prover, *Campylobacter* i 1 av 478 analyserade prover och *E. coli* i 148 av 493 analyserade prover. *E. coli* behöver inte orsaka sjukdom men indikerar att någon form av kontaminering skett vilket medför en ökad sannolikhet för att sjukdomsframkallande bakterier också kan förekomma. Troligen varierar kontaminationsnivåerna på grönsaker och kryddväxter mellan olika delar av världen beroende på miljö och odlingsbetingelser. Förutom sjukdomsframkallande mikroorganismer kan mögel och mögel som kan bilda toxin kontaminera kryddorna.

3 Provtagning för mikrobiologisk analys

Vid mikrobiologisk analys för verifieringen av den mikrobiologiska kvaliteten är provtagning på produkt som är torkad, tröskad, rensad och lagerhållen samt förpackad av intresse. Provtagningen kan göras direkt för det sker ingen ytterligare tillväxt under den kommande lagringen och inte heller någon kontamination i konsumentförpackningen. Det kan även vara värdefullt att följa den mikrobiologiska statusen från icke torkad produkt tillfärdig produkt för att få mer kunskap om produkten.

4 Mikrobiologiska analyser

De mikrobiologiska analyser som utförs på produkter bör ge information som kan användas antingen för att utvärdera trender eller för att verifiera frånvaro av specifika mikroorganismer. Även om inte det sker tillväxt av mikroorganismer i produkten då den är för torr, ska produkten ibland användas som råvara till annan produkt, och då är det av intresse vilken den mikrobiologiska kvaliteten är, även om den som torkad krydda inte är problem varken hälsomässigt eller kvalitetsmässigt.

De parametrar som IFST -Professional Food Microbiology Group (1997) rekommenderar analys av är *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* samt mögel. Totalantalet bakterier och halt av *Enterobacteriaceae* kan vara högt i produkterna utan att det är ett problem men kan vara bra att analysera för att följa trender. Anledningen till att andra riskorganismer som kan orsaka sjukdom inte tas med är att förekomsten är så sporadisk att det är osäkert hur mycket nytta det finns av resultaten och i vissa fall har man inte analysmetoder som är implementerade för standardanalyser på kommersiella labb. Rekommendationer kring analyser kan förändras med tiden då utveckling av metoder och även kunskapen ökas. Det är troligt att analyser av virus och vattenburna protozoer kan bli aktuella.

5 Hantering av mikrobiologiska faror

För att hantera mikrobiologiska faror och minimera risken att produkten orsakar sjukdom måste riskhantering ske genom att identifierade faror hanteras på ett sätt som minimerar sannolikheten att produkten är kontaminerad i sådan grad då den konsumeras att den kan orsaka sjukdom. Hygieniska grundförutsättningar måste finnas på plats som möjliggör en hygienisk produktion. För att styra produktsäkerheten proaktivt skall livsmedelsindustrin arbeta enligt HACCP principerna (EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 852/2004 av den 29 april 2004 om livsmedelshygien).

Grundförutsättningarna som avser primärproduktionen beskrivs till stor del i standarder som IP frukt & grönt (Sigill) och GLOBALG.A.P. Integrerad Kvalitetssäkring av Lantbruk Gårdsbas | Växtodlingsbas | Frukt och Grönsaker. Det finns ytterligare två standarder, som inte berör odlingen av frukt- och grönsaksprodukter, men som beskriver kraven på produktionsanläggningar för förädling och hantering av sådana produkter, BRC, Global Standard Livsmedelssäkerhet och FSSC 22000 (Food Safety System Certification 22000). Hur standarderna hanterar olika faror beskrivs i bilaga A.

Syftet med HACCP är att genom faroanalys förutsäga vilka punkter som är kritiska för att uppnå en god hygien och förhindra skada och därefter identifiera hur dessa skall styras och övervakas. För vissa produktioner kan inte kritiska punkter identifieras utan det är enbart i grundförutsättningarna som säkerheten kan styras. Dock kan och bör även kritiska styrpunkter i grundförutsättningarna identifieras och hanteringen av dessa ska fastställas och övervakas. Genom att arbeta med ett förebyggande system skall avvikelser

kunna upptäckas och åtgärdas innan de orsakar skada. HACCP principerna beskrivs i Bilaga B för exemplet; torkad kryddblandning.

Nedan följer en allmän beskrivning av mikrobiologiska faror under primärproduktionen och förslag på hur dessa kan förebyggas och kontrollen verifieras. Denna sammanställning är ett underlag som kan användas i faroanalysen för HACCP-arbetet. Farorna och hanteringen av dem tas även upp i standarderna vilket beskrivs i bilaga A.

5.1 Vatten

Fara

Vatten kan sprida mikroorganismer i samband med bevattning, kylning av produkter efter skörd eller i samband med spridning av växtskyddsmedel. Vattnet kan kontamineras på olika sätt beroende på var det kommer ifrån såsom från ytvatten, djupborrad brunn eller från kommunalt eller privat reningsverk.

- Ytvatten kan kontamineras via tillrinning från betesmark, via regn, via djur och fåglar. Sannolikheten för att ytvatten skall vara kontaminerat ökar om mycket djur och fåglar rör sig nära vattnet och om betesmarker finns inom nära avstånd där tillrinning sker.
- Brunnar kan kontamineras om sprickor och läckage uppstår. Det är troligen mindre sannolikhet för sjukdomsframkallande bakterier i en djupborrad brunn än i en grund brunn om inte skador och läckage uppstått.
- Vatten från dammar/magasin kan kontamineras via fåglar och om dammen är öppen även från djur.
- Vatten från privat eller kommunalt reningsverk bör ha god kvalitet. Reningsverkets mikrobiologiska barriärer skall vara anpassade efter det råvatten som används.

Oavsett var vattnet kommer ifrån kan det kontamineras under distribution i rör och i samband med bevattningsmunstycken och kranar. Sjukdomsframkallande bakterier kan få fäste i biofilm i rörledning. Bakterierna kan komma från jord till rör via rörändar. Djur kan sprida bakterier i rör som de kommer åt då de inte används. Vid stillastående vatten i rör finns risk för bakterietillväxt.

Bevattningsmetoden påverkar hur vattnet kan kontaminera kryddväxten. Om vattnet är kontaminerat och bevattning sker ovanifrån med spridare eller liknande kan vattnet kontaminera plantan. Vid bevattning under jord kontamineras jorden men inte plantan. Mikroorganismerna måste då kontaminera plantan via jorden som kan stänka upp på plantan eller genom att de tas upp av plantan via rötterna. Bevattningen påverkar även kontamination till planta från jord genom att jord stänker upp på plantan i olika stor omfattning. Om vatten recirkuleras finns det risk för anrikning av sjukdomsframkallande mikroorganismer.

Förebyggande åtgärder

Förebyggande åtgärder som kan användas för att minska sannolikheten för att sjukdomsframkallande mikroorganismer sprids via vatten till kryddväxter är att välja och säkerställa vattenkällan så att det är låg sannolikhet för att den är kontaminerad. Grundvatten från djupborrad brunn bör säkerställas kvalitetsmässigt genom underhåll och bra konstruktion av brunnen. Användning av ytvatten är riskfyllt då kontamination kan ha skett från olika håll. Bedömning bör göras om kontamination av vattnet är troligt. I bedömningen bör tillrinning, närhet till betande djur, gödsellager, närliggande enskilda och kommunala avlopp ingå. Åtgärder för att minska sannolikheten för att vattnet kontamineras bör göras. Reservplaner bör tas fram för varifrån vatten kan hämtas om

något händer med den ordinarie vattenkällan och den tappar tillförlitlighet. Om vatten tas från dammar eller vattenmagasin skall dessa skyddas från betande djur och hygienzoner kring vattnet skall finnas.

Löpande underhåll och kontroll av vattenledningar och bevattningsmunstycken skall göras för att minska kontaminationsrisken. Vid behov kan system för vattenrening precis före bevattning användas.

Bevattningen bör inte ske för tätt inpå skörd. Om vattnet är kontaminerat och mikroorganismerna kontaminerar plantan så finns det en möjlighet att alla mikroorganismerna inte överlever utan minskar något i antal på plantan med tiden under förutsättning att plantan är oskadad.

Verifiering

Verifiering av vattenkvalitet kan göras genom provtagning. Provtagningen är stickprovsmässig och det är viktigt att ha ett system för att följa trender i vattenkvaliteten och för att identifiera om avvikelser uppstår. Provtagning kan med fördel göras på olika ställen längs vattentransporten. Det är viktigt att vattenkvaliteten i hela distributionssystemet från vattentäkt till bevattningsmunstycke. Kontaminering av vattnet kan ske i vattenledningar och bevattningsutrustning. En handlingsplan bör upprättas för vilka åtgärder som skall vidtas om kvaliteten på vattnet gradvis försämras eller om trendbrott sker.

5.2 Mark & jord

Fara

Jord innehåller mikroorganismer. Sporbildande mikroorganismer som *B. cereus*, *C. perfringens* och *C. botulinum* finns i jord och kan orsaka sjukdom. Även vegetativa mikroorganismer som kan orsaka sjukdom finns i jorden. Mikroorganismer som kontaminerat jorden kan överleva under långa tider. Jorden kontamineras via vatten och via djur. Risken för fekal förorening från djur ökar med närhet till betesmark. Spridning till odlingsjorden kan även ske via kontamination från däck, utrustning och personal som varit på andra ställen såsom gård med djur. Plantor kan kontamineras med mikroorganismer i jorden i samband med bevattning eller regn då jord skvätts upp på plantan. Vissa mikroorganismer kan även kolonisera rötter.

Förebyggande åtgärder

Korskontaminering från annan mark till odlingsmark bör minimeras genom rutiner för hur fordon och utrustning flyttas mellan olika platser och hur personal rör sig mellan olika marker. Odlingsmarken bör väljas så att kontaminationsrisken är så liten som möjligt. Mark som översvämmas är mindre lämpligt. Stänk från jord till planta kan minskas genom att jorden täcks av duk, grus eller dylikt men även genom att välja en lämplig bevattningsmetod.

Verifiering

Verifiering av jordkvaliteten med avseende på förekomst av sjukdomsframkallande mikroorganismer är troligen inte tillämpligt, men det bör finnas rutiner som minimerar risken för att jorden kontamineras och för att kontamination från jord till planta sker. Detta gäller även då odling sker i annat odlingssubstrat än jord.

5.3 Växtnäring

Fara

Organisk gödsel som inte hygieniserats tillräckligt kan innehålla sjukdomsframkallande bakterier både om det kommer från animaliskt och icke animaliskt ursprung. Stallgödsel är en källa till många sjukdomsframkallande mikroorganismer om den inte behandlats så att bakterierna dött. Användningen av gödseln leder då till att jorden där odlingen sker kontamineras och i samband med stänk vid regn eller bevattning kan plantan kontamineras. Gödsel som tillförs ovan jord kommer i kontakt med plantan direkt.

Förebyggande åtgärder

Mineralgödsel eller hygieniserad organisk gödsel minskar risken för kontaminering av plantor. Om organisk gödsel används måste det vara behandlat så att det är mycket låg sannolikhet att sjukdomsframkallande bakterier förekommer. Hygieniseringen måste ha resulterat i tillräcklig avdödning av mikroorganismer och de eventuellt överlevande organismer får inte ha haft möjlighet att tillväxa. Det måste alltså ha skett en styrning och kontroll av hygieniseringen.

Verifiering

Avstämning med leverantören bör göras kring hur de verifierar att hygieniseringen fungerat.

5.4 Personal

Fara

Personal som bär på smitta kan kontaminera plantor i samband med skörd och annan kontakt med plantorna. Personal kan även sprida smitta från andra personer, från djur och från gödsel. Detta kan t.ex. ske om personer går mellan delar på gård där man har djur och odlingsmarken. Spridning kan då ske via skor. Spridning kan ske via arbetskläder i övrigt om arbete görs både med kryddväxten och med djur eller gödsel.

Förebyggande åtgärder

Förutsättningar för att följa hygienrutiner måste finnas. Kläder och skyddsutrustning måste hanteras så att smittspridning minimeras. Toalett och handtvättsmöjligheter måste finnas. Utbildning kring vikten av goda hygienrutiner måste hållas regelbundet och det måste finnas förutsättningar hatt hålla god hygien. Rutiner skall finnas dels kring personlig hygien men även kring hur utrustning hanteras och hur rengöring och desinfektion utförs. En positiv attityd och en medvetenhet om hygienens betydelse för säkra produkter bland alla anställda är viktigt för att minska risken för kontaminering av produkter.

Verifiering

Revision utförs för att verifiera att hygienrutiner finns och efterföljs.

5.5 Utrustning

Fara

Utrustning kan föra smitta från jord, gödsel, vatten och andra växter till plantan via utrustning. Utrustning som används på olika ställen kan sprida mikroorganismer från ett ställe till ett annat. Vid smutsansamlingar finns möjlighet för tillväxt av mikroorganismer på utrustningen.

Förebyggande åtgärder

Smittspridning via utrustning minimeras genom att rutiner för användning och rengöring och desinfektion av utrustning tas fram och implementeras. Detta gäller utrustning som fordon, maskiner, skörderedskap, transportband, emballage osv. som kommer i kontakt med växterna.

Verifiering

Revision utförs för att verifiera att hygienrutiner finns och efterföljs.

5.6 Transport

Fara

Under transport kan kontaminering ske från fordonet och mellan olika produkter. Temperatur och tid under transport har betydelse för tillväxt av de sjukdomsframkallande bakterierna på grödorna.

Förebyggande åtgärder

Smittspridning under transport minimeras genom att rutiner för rengöring och desinfektion av emballage och fordon tas fram och implementeras.

Verifiering

Revision utförs för att verifiera att rutiner för rengöring finns och efterföljs.

5.7 Påverkan på mikrobiologiska faror under torkning av kryddor

Fara

Den största faran under torkningsprocessen är att vattenhalten i kryddorna och luftfuktigheten under torkprocessen blir för hög. Följden av detta är framförallt en tillväxt av mögel med bildning av mögeltoxiner som Ochratoxin och Aflatoxin.

Förebyggande åtgärd

För att förebygga för hög vattenhalt i kryddorna måste torkningsprocessen utformas så att detta undviks och parametrar som luftfuktighet och vattenhalt i kryddorna måste övervakas.

Verifiering

Vattenhalt och vattenaktivitetsmätningar på den torkade kryddan verifiera att torkningen fungerat.

5.8 Påverkan på mikrobiologiska faror under blandning, förpackning och lagring av kryddblandningar

Fara

De största farorna under blandning, förpackning och lagring är att vattenhalten i kryddorna och luftfuktigheten under lagringen är för hög. Följden av detta är framförallt en tillväxt av mögel med bildning av mögeltoxiner som Ochratoxin och Aflatoxin. Andra faror kan uppkomma på grund av bristande rengöring eller skadedjur.

Förebyggande åtgärd

Förebyggande åtgärder för detta är en effektiv torkprocess i den föregående torkprocessen och att lagringsförhållandena för de färdigtorkade kryddorna är torra med en låg

luftfuktighet. Hanteringen av kryddorna under blandning skall ske under torra förhållande för att inte fukt skall tas upp av kryddorna. Förpackningarna skall vara sådana att den låga vattenhalten bevaras.

De förbyggande åtgärderna för att minimera kontaminering är att använda för produkten avsedd utrustning och lokal som rengörs med ett effektivt rengöringsprogram och har ett effektivt skadedjursprogram.

Verifiering

Kvaliteten verifieras genom analys från produktprovtagning och provtagning från ytor i produktionsmiljön.

6 Bilaga A. Standarder

Standarden ”GLOBALG.A.P. Integrerad Kvalitetssäkring av Lantbruk Gårdsbas | Växtodlingsbas | Frukt och Grönsaker, räknar med att det finns fem stycken troliga och stora källor till mikrobiologisk kontaminering, som en odlare måste ha vetskap om och analysera. När man bestämt de aktuella riskerna, måste man ta med i beräkningen att en korskontaminering kan ske när som helst i produktionskedjan. De fem källorna utgörs av:

1. Vatten
 2. Skadedjur i form av däggdjur, fåglar och kräldjur
 3. Stallgödsel och organisk gödsel
 4. Personal
 5. Material i form av maskiner, verktyg, förvaringsbehållare m.m.
- De standarder som kan användas för att säkerställa sin kvalitet och livsmedelssäkerhet vid odling och produktion av frukt- och grönsaksprodukter är:

- IP frukt & grönt (Sigill)
- GLOBALG.A.P. Integrerad Kvalitetssäkring av Lantbruk Gårdsbas | Växtodlingsbas | Frukt och Grönsaker

Det finns ytterligare två standarder, som inte berör odlingen av frukt- och grönsaksprodukter, men som beskriver kraven på produktionsanläggningar för förädling och hantering av sådana produkter.

- BRC, Global Standard Livsmedelssäkerhet
- FSSC 22000 (Food Safety System Certification 22000)

Vilka krav dessa standarder ställer, anges i korthet enligt nedanstående beskrivning för odling (avsnitt A.) samt för lagring, transport och förädling (avsnitt B.). Varken BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet eller FSSC 22000 är några standarder för odling. Däremot ställer båda två krav på säkra råvaror in till produktionen, varför det finns ett indirekt krav på säkra produkter ifrån odlingen.

Odling (A)

1. Vatten

När det gäller IP frukt & grönt och GLOBALG.A.P. säger dessa att:

- Obehandlat avloppsvatten får inte användas till bevattning eller växtnäring/bevattning
- Om behandlat avloppsvatten används måste WHO:s krav uppfyllas (Guideline for the safe use of wastewater and excreta in agriculture or aquaculture 1989)
- En årlig riskbedömning med avseende på livsmedelssäkerhet, ska göras för allt vatten som används till bevattning
- Bevattningsvattnet ska analyseras så ofta som riskbedömningen kräver och åtgärder ska vidtas vid oacceptabla resultat
- Recirkulering av bevattningsvattnet i odlingen ska ske så att risk för kontaminering av produkter undviks

2. Skadedjur i form av däggdjur, fåglar och kräldjur

GLOBALG.A.P. anger att:

- Utsädet ska vara fritt ifrån skadedjur och sjukdomar
- Vatten som används vid bevattning kan vara förorenat av både människor och djur och därigenom patogena mikroorganismer, vilket man måste ta hänsyn till vid bedömningen
- Speciellt gäller ovan nämnda fara vid översvämning, då framförallt djur men även människor kan drunkna
- Det finns ett speciellt beslutsträd för att bedöma riskerna på grund av förekomst av djur vid skörd

3. Stallgödsel och organisk gödsel

När det gäller IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** innebär de att:

- Lagring av gödsel ska ske så att foder och livsmedel inte förorenas
- Före användning ska organisk gödsel bedömas med avseende på risker för livsmedelssäkerhet
- Stallgödsel och organisk gödsel måste hanteras så att dessa inte utgör en risk för mikrobiell kontaminering i samband med skörd av produkter som växer i marken eller nära marken
- För färsk frukt och grönsaker gäller, att till dessa får inte obehandlad organisk gödsel användas senare än 60 dagar före skörd
- man ska vara observant på gödsel föroreningar från omkringliggande områden
- Ingen körning av transportfordon eller skörderedskap ut till fält för skörd, genom områden med obehandlad organisk gödsel. Transportfordon eller skörderedskap som används vid skörd, måste kunna rengöras.
- Förbud mot humant avloppsslam

4. Personal

GLOBALG.A.P. säger att:

- Det ska finnas sanitära fältstationer som är lättillgängliga och full användbara, med tillgång till rent vatten och tvål
- Om vattentankar används måste dessa vara slutna och försedda med kran samt stå skuggigt. Vattentankarna måste rengöras ofta och noggrant.
- De sanitära fältstationerna ska vara hela och rena, för att förhindra förorening av omgivningen och personalen
- Det ska finnas tydliga skyltar med instruktioner för handtvätt
- Borttagandet av avfall ifrån de sanitära fältstationerna, måste ske så att inte gröda, mark eller produkter förorenas
- Personalen ska utbildas i hygien och efterlevnaden ska kontrolleras.

Hygieninstruktionerna ska ange:

- Hur man tvättar händerna
- När man ska tvätta händerna
- Hur man hanterar sår och skärskador
- Vad man ska göra i händelse av blödning
- Anslagna skyltar som förbjuder förtäring, rökning, tuggummi och att spotta ute i fält
- Att toaletterna ska användas

- Hur man upptäcker icke sanitära förhållanden i området

5. Material i form av maskiner, verktyg, förvaringsbehållare m.m.

När det gäller IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** innebär de att:

- Redskap och utrustning som används vid skörd ska rengöras, underhållas och förvaras så att skördade produkter inte utsätts för kontaminering
- Redskap och utrustning som används vid skörd ska vara speciellt avsedda för ändamålet
- Förpackningsmaterial som lagras på fält, ska vara skyddat

Lagring, transport och förädling (B)

1. Vatten

Både BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet och FSSC 22000 ställer krav på att vatten som används under produktionen, oavsett vilket användningsområdet är, ska vara av dricksvattenkvalitet. Vatten från alla tappställen ska övervakas med avseende på kvalitet och säkerhet. När det gäller IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** anger dessa att:

- Vid sköljning och tvättning av produkt ska vatten av dricksvattenkvalitet användas
- Om annat vatten används, ska det behandlas så att dricksvattenkvaliteten uppnås
- Det finns en anvisning (beslutsträd) för bedömning av riskerna för mikrobiell förorening från vatten efter skörd

2. Skadedjur i form av däggdjur, fåglar och kräddjur

När det gäller skadedjur ställer BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet, FSSC 22000, IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** krav på att det ska finnas ett effektivt skadedjursprogram.

3. Stallgödsel och organisk gödsel

Varken BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet eller FSSC 22000 säger någonting specifikt om stallgödsel eller organisk gödsel. Däremot ställer båda två krav på att alla råvaror ska vara bedömda och säkra. Riskerna med råvarorna ska då bedömas, med hänsyn taget till vilken typ av gödsel som använts vid odlingen. När det gäller IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** anger de att lagring av gödsel ska ske så att foder och livsmedel inte förorenas.

4. Personal

I standarderna BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet och FSSC 22000 anges att:

- Det ska finnas dokumenterade hygieninstruktioner för handtvätt, täckning av sår, skyddskläder, begränsning rökning och medhavd mat, rapportering av sjukdom, smycken, personliga saker och täckning av hår
- Det ska genomföras en årlig grundläggande hygienutbildning, utbildning avseende övervakning i HACCP - systemet och allergener
- Alla hygienrutiner ska följas och att kompetensen hos personalen är tillräcklig ska övervakas och kontrolleras

IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** säger att:

- All personal ska ha skyddande arbetskläder som är rena,
- Det ska finnas skriftliga hygienrutiner
- Personalen ska utbildas i hygienrutinerna och mikrobiologi med skriftliga belägg för mottagna instruktioner
- Det ska finnas tillgång till handtvättmöjligheter, personalutrymmen eller goda sanitära förhållanden
- Man är skyldig att anmäla ohälsa och andra infektioner
- man ska följas upp och övervaka att hygienrutinerna fungerar
- Det ska finnas regler för:
 - personlig hygien och toalettbesök
 - sårvård och handrengöring
 - personligt beteende, t.ex. regler för bruk av tobak, spottning etc.
 - anvisningar om arbetskläder/skyddskläder
 - anvisade platser för mat och dryck
 - hantering av färska produkter och skördeemballage

5. Material i form av maskiner, verktyg, förvaringsbehållare m.m.

BRC Globala Standarden för Livsmedelssäkerhet och FSSC 22000 anger tydligt att:

- Alla maskiner och all utrustning ska vara livsmedelssäkra och lättrengörbara
- Det ska finnas väl fungerande underhålls- och serviceprogram
- Det ska finnas effektiva och väl fungerande rengöringsprogram

När det gäller IP frukt & grönt och **GLOBALG.A.P.** innebär de att:

- Det ska finnas ett effektivt rengöringsprogram
- Det ska finnas väl fungerande underhålls- och serviceprogram
- Utrustningen och materialet ska vara speciellt avsedd för produkten
- Vid transport av frukt och grönsaker får inte tidigare transporter innebära någon risk för produkten
- Lokaler där färska produkter sorteras, putsas, packas etc. ska uppfylla krav för livsmedelslokal

7 Bilaga B. Exempel på HACCP – torkad kryddblandning

Det som är väldigt viktigt är att hygieniska grundförutsättningar är på plats innan HACCP-studien genomförs. Dessa grundförutsättningar skall sörja för att det finns förutsättningar för en god hygienis nivå för att minimera kontaminering av produkter. Standarderna Global G.A.P. och IP frukt & grönt hanterar grundförutsättningar (se bilaga A). Utan väl fungerande grundförutsättningar blir HACCP-planen verkningslös. Med grundförutsättningarna på plats genomförs sedan själva faroanalysen.

Nedan beskrivs de olika principerna i HACCP-arbete och exemplifieras utifrån tillverkning av torkad kryddblandning.

1. **Bilda en HACCP-grupp** där så många kompetenser som möjligt ingår. De som kan ingå är någon som är duktig på odlingen, någon som är duktig på förädlingsprocessen och någon som är duktig på mikrobiologi. Dessa personer ska skrivas in i en lista. Gruppen ska också utbildas i HACCP-metodiken.
2. **Beskriv i ett dokument vad HACCP-planen omfattar**, exempelvis torkade kryddor från odling fram till färdig produkt, som säljs till konsument. Här talar man också om vilka kryddor det är fråga om.
3. **Beskriv de hälsofaror som kan förekomma** i de kryddblandningar som produceras. Exempel anges nedan.

Mikrobiologiska: *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, humanpatogener av VTEC (EHEC), *Salmonella*

Mögelgifter: Ochratoxin, Aflatoxin

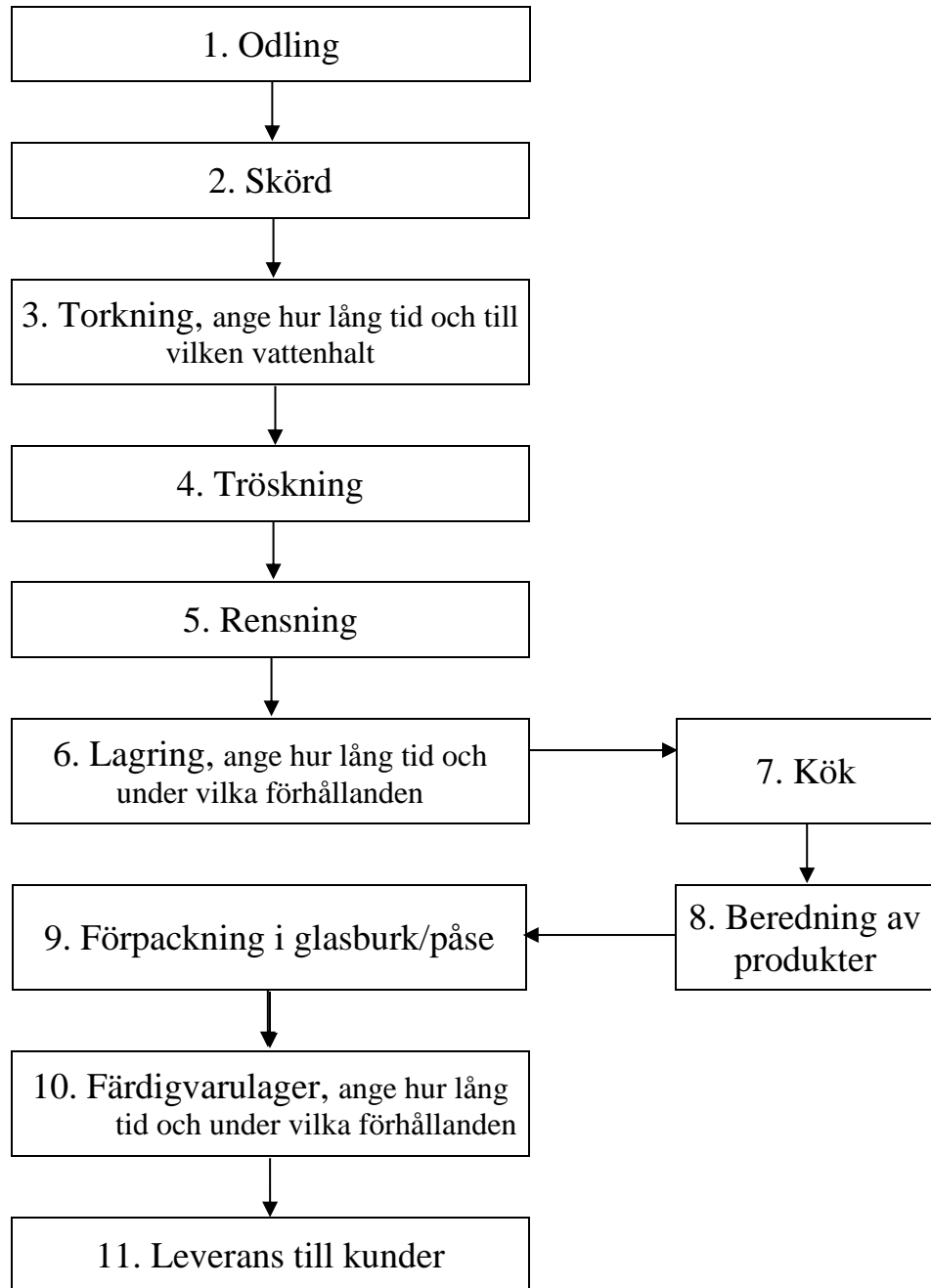
Allergener: Bockhornsklöver hög allvarlighetsgrad (en baljväxt)

Pepparrot medium allvarlighetsgrad

Övriga kryddor har låg allvarlighetsgrad

Främmande föremål: Småsten, metallbitar, träbitar

4. **Beskriv råvarorna och produkten**, d. v. s. vilka kryddor och ingredienser som ingår i kryddblandningen, vilken vattenhalt det ska vara på råvaran och färdig produkt, vilka mikrobiologiska gränsvärden som gäller ex: *Salmonella* fritt i 25 g, *E. coli* 100 cfu/g, gränsvärden för mögelgifter och eventuell förekomst av allergener.
5. **Beskriv användningen av produkten**. Ange om produkten används till livsmedel där värmebehandling av maten inklusive kryddblandningen inte genomförs och vilka konsumenter som kommer att äta produkten. Brukar oftast vara vanliga konsumenter utom spädbarn.
6. **Rita ett flödesschema**. Ett flödesschema kan ritas enligt följande:

FLÖDESSCHEMA

7. **Kontrollera att** det uppritade flödesschemat stämmer överens med verkliga förhållanden, speciellt vattenhalt, tider och lagringsförhållanden.
8. **Analysera varje steg i flödesschemat och ange vilka hälsofador (mikrobiologiska, främmande föremål, kemikalier, allergener) som kan uppstå just där.** Ange allvarlighetsgrad, sannolik förekomst av hälsofaran samt effekt av hälsofaran. Exempel på hur detta kan graderas i olika poäng ses i tabell nedan.

Effekt	Allvarlighetsgrad	Poäng	Frekvens	Poäng
Förekomst Mikro/Kem/Fys	Mkt hög (dödsfall)	8	Dagligen (definitiv)	4
Kontaminering Mikro /Kem/Fys	Hög (sjukhusvistelse)	6	Sällan (sannolik)	3
Tillväxt Mikro	Medium (sjuk)	4	Mkt sällan (möjlig)	2
Överlevnad Mikro/Fys	Låg (knappt märkbar)	2	Osannolik	1

9. **Skriv in förbyggande åtgärder för alla hälsofador**

Nedan redovisas ett exempel på hur en faroanalys kan genomföras, men en faroanalys måste alltid göras med befintliga grundförutsättningar och förebyggande åtgärder. Faroanalysen ska göras med verkliga förhållanden och inte efter hur man vill att det ska vara!

Nr.	Processteg	Nr.	Orsak/Hälsofara	Effekt	Allv. grad/ Frekv.		Total- bedömn.	Förebyggande åtgärd
1	Odling	1.1	Från mark och jord <i>Bacillus cereus</i>	Konta- minering	6	3	9	Rutin för säkrade fordon, utrustning och personal
		1.2	Från mark och jord <i>Clostridium perfringens</i>	Konta- minering	6	3	9	Rutin för säkrade fordon, utrustning och personal
		1.3	Från stallgödsel EHEC	Konta- minering	8	2	10	Rutin för säker gödsel
		1.4	Från bevattning EHEC, Salmonella	Konta- minering	8	2	10	Rutin för säkert bevattningsvatten
2	Skörd	2.1	Från mark och jord <i>Bacillus cereus</i>	Konta- minering	6	3	9	Rutin för säkrade fordon, utrustning och personal
		2.2	Från mark och jord <i>Clostridium perfringens</i>	Konta- minering	6	3	9	Rutin för säkrade fordon, utrustning och personal
		2.3	Från stallgödsel EHEC	Konta- minering	8	2	10	Rutin för säker gödsel

Nr.	Processteg	Nr.	Orsak/Hälsofara	Effekt	Allv. grad/ Frekv.		Total- bedömn.	Förebyggande åtgärd
2	Skörd	2.4	Från mark och jord småsten, metallbitar, träbitar	Kontaminering	4	3	7	Rutin för säker skörd
3	Torkning	3.1	Otillräcklig torkning, mögelgifter Ochratoxin, Aflatoxin	Tillväxt	6	2	8	Styrd torkning till rätt vattenhalt
		3.2	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		3.3	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		3.4	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
4	Tröskning	4.1	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		4.2	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		4.3	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
5	Rensning	5.1	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		5.2	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		5.3	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
6	Lagring	6.2	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		6.3	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring

Nr.	Processteg	Nr.	Orsak/Hälsofara	Effekt	Allv.		Total- bedömn.	Förebyggande åtgärd
					grad/	Frekv.		
6	Lagring	6.4	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		6.5	Skadedjur, EHEC, <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Skadedjursprogram
7	Kök	7.1	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		7.2	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		7.3	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
8	Beredning	8.1	Bristande rengöring, EHEC	Kontaminering	8	2	10	Rutin rengöring
		8.2	Bristande rengöring, <i>Bacillus cereus</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
		8.3	Bristande rengöring, <i>Clostridium perfringens</i>	Kontaminering	6	2	8	Rutin rengöring
9	Förpackning		Inga hälsofara					
10	Färdigvarulager		Inga hälsofara					
11	Leverans till kunder		Inga hälsofara					

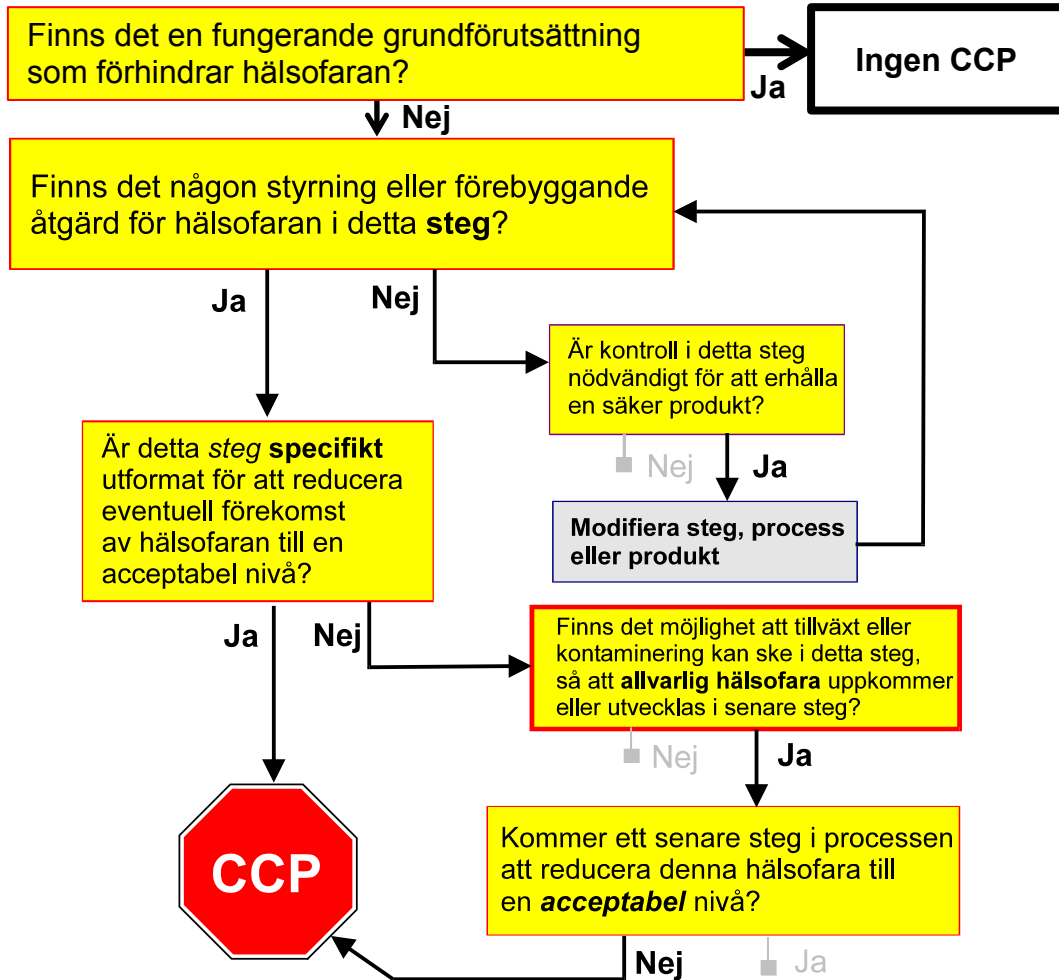
De mikrobiologiska hälsofarna som tagits upp som de mest aktuella är:

- *Bacillus cereus*
 - *B. cereus* är en sporbildande bakterie som förekommer i jord och på växter. Bakterien förekommer vanligast på torra livsmedel då den kan förekomma i sporform. Det finns två varianter, antingen kan bakterien tillväxa i livsmedlet och bilda toxin eller så bildas toxin i tarmen. Låga halter av *B. cereus* orsakar sällan sjukdom, men om bakterien tillväxer kan den orsaka illamående, diarrée och kräkning.
- EHEC, Enterohemorragisk *Escherichia coli*

- EHEC, *Enterohemorrhagisk Escherichia coli* är en bakterie benämns även som shigatoxinproducerande *E. coli* (Stec) eller verotoxinproducerande *E. coli* (Vtec). Bakterien finns i tarmen hos idisslande djur, kor får, getter. Bakterien kan orsaka sjukdom i låga doser. Symptomen är magsmärtor och diarréer som kan bli blodiga. Bakterien kan ge njurskador och andra allvarliga skador hos människor. Små barn är särskilt känsliga och dödsfall förekommer.
- *Clostridium perfringens*
 - *C. perfringens* är en sporbildande bakterie som förekommer allmänt i jord, damm och vatten, men även i tarmen hos däggdjur. Bakterien orsakar sjukdom om tillväxt har kunnat ske till höga halter. Bakterien tillväxer inte i kylskåpstemperatur. Symptomen är buksmärtor, illamående och kraftiga diarréer.
- Mykotoxiner
 - Vissa typer av mögel kan bilda mykotoxiner. Produktionen av mykotoxiner beror bland annat på temperatur, fukt. Aflatoxin och ochratoxin är exempel på mögeltoxin som kan hittas på kryddor beroende på tukt och temperaturförhållande. Toxinerna kan bland annat ge skador på njurar.

10. Identifiera kritiska styrpunkter

En kritisk styrpunkt är ett steg som man måste övervaka för att produkten ska bli säker att äta. Dessutom måste man också kunna mäta och övervaka steget hela tiden, för att livsmedelet ska bli säkert. De steg som man ska granska och analysera är de med höga sammanlagda poäng d. v. s. 8 poäng eller högre. Man brukar använda ett så kallat beslutsträd för att bestämma om en punkt är en kritisk kontrollpunkt (CCP).



Nedan beskrivs huruvida det finns kritiska punkter (CCP:er) eller ej i de olika processstegen. Observera att det ändå finns delar i grundförutsättningarna i de olika processdelarna som bör övervakas och verifieras men de kan inte plockas ut som kritiska kontrollpunkter enligt beslutsträdet ovan då de inte kan mätas och övervakas hela tiden. Viktiga delar i grundförutsättningarna som går att verifiera med mätningar bör göras. Verifiera vattenkvaliteten, verifiering av hygien på utrustning, verifiera hygienrutiner för personal, verifiering av kvalitet på växtnäring.

Steg 1 Odling

Här finns flera hälsofaror som måste åtgärdas, men ingen av dessa kan övervakas effektivt genom någon typ av övervakning i en specifik punkt. Här måste man förlita sig på att göra rätt. Man måste med andra ord ha bra förebyggande åtgärder som beskrivs i grundförutsättningarna enligt standarderna för odlingen (Bilaga A). I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Steg 2 Skörd

Det är samma sak i detta steg, att här finns flera hälsofaror som måste åtgärdas, men ingen av dessa kan övervakas effektivt genom någon typ av mätning. Man måste också här helt förlita sig på att göra rätt. Man måste med andra ord ha bra förebyggande åtgärder som beskrivs i grundförutsättningarna enligt standarderna för odlingen (Bilaga A). I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Steg 3 Torkning

I detta steg finns det en hälsofara som kan övervakas genom mätning. Steget syftar till att sänka vattenaktiviteten a_w eller vattenhalten så att tillväxt av mögel undviks. För att steget skall bli en kritisk kontrollpunkt **CCP** så skall det styras med specifika parametrar på ett sätt så att den önskade vattenaktiviteten/vattenhalten uppnås. Kritiska gränsvärde skall sättas för dessa parametrar så att man vet att om dessa hålls så får man en säker produkt. Parametrarna som styr är luftflöde, luftens relativa fuktighet och temperatur (JTI-Rapport 429). När det gäller hälsofarorna som kan uppkomma på grund av bristande rengöring, måste man dock helt förlita sig på att ha ett effektivt rengöringsprogram som beskrivs i de egna grundförutsättningarna. I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Steg 4 Tröskning och steg 5 Rensning

När det gäller hälsofarorna som kan uppkomma på grund av bristande rengöring i dessa två steg, måste man helt förlita sig på att ha ett effektivt rengöringsprogram som beskrivs i de egna grundförutsättningarna. I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Steg 6 Lagring

När det gäller hälsofarorna som kan uppkomma på grund av skadedjur är det den förebyggande åtgärden skadedjursbekämpningsprogram, som måste fungera. När det gäller rengöringen gäller samma sak som i ovanstående punkter. I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Steg 7 Kök och steg 8 Beredning

När det gäller hälsofarorna som kan uppkomma på grund av bristande rengöring i dessa två steg, måste man helt förlita sig på att ha ett effektivt rengöringsprogram som beskrivs i de egna grundförutsättningarna. I detta exempel antar vi att det finns **fungerande grundförutsättningar**.

Sammanfattningsvis finns det en **kritisk styrpunkt (CCP)**, som måste övervakas och som kan övervakas och det är torkningen av kryddorna. De faror som finns i övriga steg måste förbyggas och förhindras genom effektiva grundförutsättningar som beskrivs i egna grundförutsättningar inkluderande rengöringsprogram, IP frukt & grönt samt **GLOBALG.A.P.**

11. **Kritiska gränsvärden för kritisk styrpunkt**

Torkning kan vara en kritisk styrpunkt CCP om kritiska gränsvärden kan sättas för t.ex. luftfuktighet och temperatur på ett sådant sätt att det önskade gränsvärdet för vattenaktivitet nås. Ett gränsvärde för a_w (vattenaktivitet) som nämns, för att förhindra tillväxt av mögel och bakterier i kryddor, är 0,75 (http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2007/2007_livsmedelsverket_13_riksprojekt2006.pdf?id=5832). Om man mäter vattenhalten istället kan gränsvärdet sättas på en vattenhalt som för den aktuella produkten motsvarar vattenaktiviteten 0,75.

Förutom relativ fuktighet i torkluften i kombination med temperaturen behöver luftflödet också fastställas så att man vet att kryddan torkas till önskad vattenaktivitet/vattenhalt (JTI Rapport 429).

12. **Övervakning kritisk styrpunkt**

Man ska beskriva hur man gör, när man mäter processparametrarna som bestämts för att kryddorna ska bli tillräckligt torra. Här bör man även beskriva hur man gör för att mäta att vattenaktiviteten eller vattenhalten blivit tillräckligt låg. Man ska beskriva om man använder ett mätinstrument för mäta a_w eller vattenhalt eller om man använder känslan, d. v. s. bladdelarna är spröda och trillar sönder lätt, när man hanterar dem. Man ska också ange hur ofta man mäter.

13. **Korrigerande åtgärder**

Man ska beskriva hur man gör, när det kritiska gränsvärdet överskrids d. v. s. om a_w ligger över 0,75, om vattenhalten ligger över 12 % eller om kryddorna inte är spröda och trillar sönder lätt. Den korrigerande åtgärden blir i så fall att torkningsproceduren fortsätter tills gränsvärdet uppnåts.

14. **Verifikationsrutiner**

Man ska beskriva hur man gör för att kontrollera att HACCP-planen fungerar. Med andra ord om man använder de grundförutsättningar, förebyggande åtgärder och kritiska styrpunkter som finns i HACCP-systemet, blir kryddorna säkra då? Ett sätt är att genomföra en mikrobiologisk analys på färdiga produkter. Hittar man inga sjukdomsframkallande mikroorganismer då, har man verifierat att HACCP-systemet fungerar. Ett annat sätt är att genomföra en intern revision av hela sitt HACCP-system, då man granskar alla grundförutsättningar, förebyggande åtgärder och kritiska styrpunkter som finns från odling fram till färdig produkt. Man kontrollerar att alla de rutiner som finns används och fungerar.

15. **Dokumentation**

Man ska också beskriva hur man protokollför de mätningar man genomför i de kritiska styrpunkterna.

16. **Uppdatering av HACCP-planen**

Man ska beskriva vilken rutin man har för att hela tiden hålla HACCP-planen aktuell. Att man exempelvis har regelbundna möten, där man stämmer av att de förhållanden som gällde när man gjorde HACCP-planen, fortfarande gäller.

8 Referenser

Alsanius, B. 2014, Mikrobiologiska faror I grönsakskedjan under primärproduktionen. Rapport 2014:12.

IFST Professional Food Microbiology group 1997. Food Science and Technology Today 11 (3)

Johansson, P och Thim, A M. 2007 Riksprojekt 2006 Mögel och mykotoxin, Livsmedelsverket Rapport 13 2007

Karnehed, N, Lindblad, M. 2010. Riksprojekt 209. Salmonella, Campylobacter och E. coli i färska kryddor och bladgrönsaker från Sydostasien. Rapport 5-2010

Norberg, P., 2004 Riksprojekt 2002. Salmonella i frukt och grönsaker. Rapport 6-2004

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2015:22

ISBN

ISSN 0284-5172