



SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE VID LTJ-FAKULTETEN

Trädgårdsingenjörsprogrammet
15 hp

Hygienstatus i ytvattenkällor vid bevattning av frilandsgrödor

**Assessment of the hygienic status of surface water used
for irrigation of crops**

Lilly Kristensen
2009

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare:

Lilly Kristensen

Titel:

Hygienstatus i ytvattenkällor vid bevattning av frilandsgrödor.

Assessment of the hygienic status of surface water used for irrigation of crops

Program:

Trädgårdsingenjör

Huvudområde:

Biologi

Nyckelord:

Hygien, ytvatten, bevattning, frilandsgrödor, indikatororganismer, heterotrofa organismer, totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier, *E. coli*, fekala streptokocker, *salmonella* spp.

Handledare:

Professor Beatrix Alsanus. SLU, LTJ-fakulteten, område Hortikultur

Examinator:

Forskarsassistent Malin Hultberg. SLU, LTJ-fakulteten, område Hortikultur

Kurskod:

EX0365

Kurstitel:

Examensarbete för trädgårdsingenjörer

Omfattning:

15 hp

Nivå och fördjupning:

Grund C

Utgivningsort:

Alnarp

Utgivningsår:

2009

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

FÖRORD

Jag vill tacka odlarna och deras medarbetare som hjälpte mig ute i fält. Dessutom vill jag tacka medarbetarna på Hortikulturell mikrobiologi, SLU Alnarp för deras stöd på vägen.

Undersökningen har fått finansiellt stöd av Tillväxt Trädgårds tillväxtfond.

Lilly Kristensen

Lomma den 28 augusti 2009

SAMMANFATTNING

Denna uppsats är ett förarbete för att formulera ett protokoll för provtagning och för bedömning av hygienstatus av ytvatten som ska användas för bevattning av frilandsgrödor. Studiens syfte var att beskriva hygienstatus hos ytvatten med hjälp av heterotrofa organismer vid 22°C, totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier, *Escherichia coli*, fekala streptokocker och *Salmonella* spp. Erhållna resultat jämfördes med tyska DIN 19650 och kanadensiska *Water Quality Criteria for Microbiological Indicators*. Försöket gjordes i två odlingar och för varje odling genomfördes två provtagningsserier. En serie bestod av fem provtagningstillfällen vilka genomfördes inom en 30-dagarsperiod. Vid varje provtagningstillfälle togs fem individuella prover med fem minuters intervall. Proverna lämnades sedan in till ett ackrediterat laboratorium för analys. Resultatet visar att provtagning under våren inte gav någon prognos för utfallet resten av säsongen. Det var en variation i antal indikatororganismer både inom och mellan provtagningstillfällena. Även resultaten mellan de olika provtagningsserierna skilde sig åt, vilket gällde för båda odlingarna. En möjlig strategi är att i framtiden fokusera på analys av *E. coli* för att studera förekomst av fekala föroreningar. *Salmonella* spp. misstänktes två gånger men kunde inte verifieras. För utveckling av framtida regelverk bör även förekomst av *Salmonella* spp. inkluderas.

SUMMARY

This work is a prestudy for a future protocol for sampling and assessment of the hygienic status of surface water used for irrigation of crops. The purpose of this study was to describe the hygienic status of surface water regarding microorganisms at 22°C, total coliform bacterias, fecal coliform bacterias, *Escherichia coli*, fecal streptococci and *Salmonella*. The results were compared to the German standard DIN 19650 and British Columbia guidelines *Water Quality Criteria for Microbiological Indicators*. The trial was performed at two farms as two test sets on each farm. A test set included five test occasions and each test set was performed within a 30-day period. At every test occasion five individual samples were taken every five minutes. The samples were analyzed by an accredited laboratory. The results showed that sampling during spring gave no prognosis for the rest of the season. The occurrence of indicator organisms varied within and between the test occasions and also between the two different sets for both farms. *Salmonella* spp. was suspected two times but could not be verified. Future regulations should include *Salmonella* spp. and focus on analysis of *E. coli* to verify fecal contamination.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INTRODUKTION	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och hypotes	1
1.3 Problemställning i Sverige	1
1.3.1 Smittspridning	1
1.3.2 <i>Betydelsen av ett utbrott</i>	3
1.3.3 <i>Vattenburna infektioner</i>	4
1.4 Lagar och föreskrifter för bevattningsvatten	13
1.4.1 <i>Naturvårdsverket</i>	14
1.4.2 <i>Socialstyrelsen</i>	15
1.4.3 <i>DIN 19650</i>	15
1.4.4 <i>BC-guidelines</i>	15
1.4.5 <i>Sammanställning av indikatororganismer</i>	16
1.5 Beskrivning av indikatororganismer	16
1.5.1 <i>Heterotrofa organismer vid 22°C</i>	16
1.5.2 <i>Totalantal koliforma bakterier</i>	17
1.5.3 <i>Fekala koliforma bakterier</i>	17
1.5.4 <i>Escherichia coli</i>	17
1.5.5 <i>Fekala streptokocker</i>	17
1.5.6 <i>Salmonella spp.</i>	18
2. MATERIAL OCH METOD.....	19
2.1 Provtagning	19
2.2 Analys.....	19
2.3 Beräkningar	19
3. RESULTAT	20
3.1 Heterotrofa organismer vid 22°C	23
3.1.1 <i>Odling 1</i>	23
3.1.2 <i>Odling 2</i>	23
3.2 Totalantal koliforma bakterier.....	23
3.2.1 <i>Odling 1</i>	23
3.2.2 <i>Odling 2</i>	24
3.3 Fekala koliforma bakterier	24
3.3.1 <i>Odling 1</i>	24
3.3.2 <i>Odling 2</i>	24
3.4 <i>E. coli</i>	25
3.4.1 <i>Odling 1</i>	25
3.4.2 <i>Odling 2</i>	25
3.5 Fekala streptokocker	26
3.5.1 <i>Odling 1</i>	26
3.5.2 <i>Odling 2</i>	26
3.6 <i>Salmonella spp.</i>	26
3.6.1 <i>Odling 1</i>	26
3.6.2 <i>Odling 2</i>	26
4. DISKUSSION	27
4.1 Förekomsten av indikatororganismer varierar under säsongen.....	27
4.2 Hygieniska kvaliteten kan beskrivas med hjälp av indikatororganismer.....	27
4.3 Detektion av humanpatogener.....	29
5. SLUTSATS	31
6. REFERENSER.....	32

1. INTRODUKTION

1.1 Bakgrund

Vattenhygien kan beskrivas genom ett antal indikatororganismer och patogener, dvs mikroorganismer som kan orsaka sjukdom hos människor. Val av indikatororganismer är beroende av vattenkällans natur och användningsändamål. Sverige har ingen kvalitetsstandard för bevattningsvatten än. I några länder inom EU respektive i Kanada finns regelverk för vatten som används inom växtproduktionen. Val av indikatororganismer och beräkningssättet för tröskelvärden skiljer sig. Denna studie fokuserar på ett antal indikatororganismer som tas upp i nationella och internationella standarder, nämligen heterotrofa organismer vid 22°C , totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier, *Escherichia coli* (*E. coli*) och fekala streptokocker. Humanpatogenerna *Salmonella* spp. används också för bedömning av vattnets lämplighet. Resultaten ska ge en bas för ett framtida tillvägagångssätt för bedömning av vattnets hygieniska status. Erhållna resultat jämförs med tyska och kanadensiska regelverk.

1.2 Syfte och hypotes

Studiens syfte är att undersöka hygienstatus hos ytvatten. Denna uppsats är ett förarbete för att formulera ett protokoll för provtagning och för bedömning av hygienstatus av ytvatten som ska användas för bevattning av frilandsgrödor.

Undersökningen bygger på följande hypoteser:

1. Den hygieniska kvaliteten av ytvatten kan beskrivas med hjälp av indikatororganismer som används för bedömning av dricksvatten ur enskild brunn eller strandbadvatten.
2. Gränsvärden i tyskt och kanadensiskt regelverk med avseende på kvalitet för bevattningsvatten lämpar sig för bedömning av vattenhygien.
3. Förekomsten av indikatororganismer varierar under tiden för provtagningarna.
4. Indikatororganismer ger inte ett generellt svar på förekomst av humanpatogener av betydelse.

1.3 Problemställning i Sverige

1.3.1 Smittspridning

Kontaminering av grödor kan ske under alla utvecklingsstadier och längs hela produktkedjan, från frö och ända till konsumentledet, för produkter avsedda för direktkonsumtion (Johannessen et al., 2002). Det finns många steg i produktionskedjan och därmed många

tillfällen då kontaminering av produkterna kan ske. Innan skörd kan exempelvis kontaminerat vatten ha använts för bevattning eller för att blanda bekämpningsmedel. Smitta kan även spridas med stallgödsel, djur eller människa. Efter skörd kan kontaminering ske vid användning av smittat tvättvatten eller is, olämplig hantering och av oönskade djur i lokalerna. Även utrustning och fordon kan föra smittan vidare. Under och efter processning av livsmedel är hygien samt kontroll av temperatur i lager, transport och butik viktiga. Mekanisk processning, såsom att skära och strimla, gör produkterna mer känsliga och risken för bakteriell tillväxt ökar. Vattenkvaliteten i produktion och processning är speciellt viktiga på grund av att smittspridningsrisken är stor via kontaminerade vattenbad. En smittad produkt kan föra smittan vidare till hela partier (Tauxe et al., 1997).

Under en studie om ekologiskt odlad sallat utförd av Loncarevic et al. (2005) visade det sig att *E. coli* påträffades i prover från åtta producenter av totalt tolv producenter vid ett provtagningstillfälle, vilket indikerar att kontamineringen var slumpmässig. En av producenterna hade fem positiva prov vid ett och samma provtagningstillfälle, men inga vid nästa, vilket visar på att sporadisk kontaminering via avföring kan förekomma. En möjlig föroreningskälla i denna studie kan vara bevattningsvatten. Men grödan kan även ha blivit kontaminerad i fält av gnagare, fåglar insekter och jordblandat stänk. Skörd, efterskörsbehandling samt redskap är även de potentiella föroreningskällor.

I en studie av Islam m.fl. (2004) visade det sig att sallat och persilja som bevattnades med vatten smittat med *E. coli* O157:H7 var de yttre delarna av grödan kontaminerade. Resultaten visade även på vikten av vara noggrann med gödselhanteringen för att inte sprida smitta till grödor, detta speciellt med tanke på att *E. coli* O157:H7 kan överleva >7 månader under milda vinterförhållanden (USA).

Detta examensarbete är begränsat till att undersöka endast bevattningsvatten.

1.3.1.1 Vatten

Vatten är viktigt inom växtproduktionen eftersom det används för bevattning, tvättning och kylning. Varje gång kontaminerat vatten kommer i kontakt med grödan finns det en risk för att patogener överförs till produkterna. De mikrobiella riskerna beror på grödans beskaffenhet, vattenkällan, bevattningsmetod och tidsintervallet mellan bevattning och skörd. Men även på mottagligheten hos den som konsumerar produkten och infektionsdos och patogenicitet är av betydelse. Frukt och grönsaker med stor yta, såsom sallat, kan fånga upp och bibehålla fukt och kan därmed innehålla levande patogener. Frukt och grönsaker som konsumeras råa eller

oskalade utgör även de en högre risk. Tillagning av råvaror reducerar patogeners möjlighet att överleva (Jones & Shortt, 2005).

Bevattningsvatten kan vara en smittkälla därmed är kvaliteten viktigt för vatten som regelbundet används till grödor. Bevattningsvatten kan vara grundvatten, ytvatten eller renat spillvatten (Steele et al., 2005). Ytvatten inkluderar sjöar, åar, vattendrag och dammar. Eftersom det mikrobiella samhället är större i ytvatten än i grundvatten är det generellt större risk för kontamination. Vid häftigt regn kan bottensediment röras upp i öppna vattendrag vilket medför att bakterier följer med upp (Jones & Shortt, 2005).

1.3.1.2 Frön

Frön i sig kan vara en källa för spridning av humanpatogener. Smittor har spridits med groddar som har visat sig vara kontaminerade med *E. coli* och *Salmonella* spp. Smittade frön kan även kontaminera ytan på bland annat spenat, sallat och koriander (Warriner et al., 2005). Undersökningar visar på att *E. coli* O157:H7 och *Salmonella* Typhimurium kan växa till på ett antal olika groende frön under fältmässiga temperaturer om 10-15°C (Jablasone et al., 2005). För frön som lagras en längre tid sker smittspridningen ofta via gnagare och fåglar (Livsmedelsverket, 2007).

1.3.1.3 Processing

Information om smittorisk via ätfärdiga grönsaker (fresh-cut /ready to use) är begränsad. Ätfärdiga grönsaker genomgår ett antal processteg såsom manuell ansning, processning, tvätt, centrifugering, packning och lagerhållning. Grönsakerna behåller mycket av sin mikroflora även efter att ha genomgått processtegen varav patogener kan vara en del av denna mikroflora och utgör därmed en smittorisk (Francis et al., 1999).

1.3.2 Betydelsen av ett utbrott

Tidigare var matförgiftningsutbrott mer lokala än vad de är idag. Nu för tiden är produktion och processning mer centraliserade vilket gör att fallen av matförgiftning är mer spridda. Utbrott kan orsakas av livsmedel som har blivit kontaminerade innan transport ut till konsumentledet (Tauxe, 2002). Statistik för åren 1981-2005 från Jordbruksverket (2008) visar på att tendensen för Sverige är att det är allt färre trädgårdsodlare som odlar frilandsgroddor samtidigt som den odlade arean ökar. I och med att både odlingar och odlade volymer från en producent ökar kan man anta att utbrott orsakade av livsmedel får större genomslag, eftersom att fler konsumenter riskerar att bli sjuka om en odling drabbas av smitta.

Statistik från USA över insjuknande människor för utbrott orsakade av trädgårdsprodukter för åren 1973-1997 visar på att fler människor smittades vid varje utbrottstillfälle under 1990-talet än under 1970-talet. Dessutom ökade utbrotten orsakade av ett specifikt livsmedel under samma period (Sivapalasingam et al., 2004).

1.3.3 Vattenburna infektioner

Vattenburna infektioner är infektioner som orsakas av smittämnen som kan förorena dricksvatten eller badvatten (Smittskyddsinstitutet, n.d.). Bland smittämnena finns protozoa (*Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica* och *Giardia*), bakterier (*Campylobacter*, *E. coli*, *Francisella tularensis*, *Legionella*, *Shigella*, *Salmonella* spp., *Vibrio* och *Yersinia*) och virus (hepatit A, hepatit E och norovirus).

Ett antal av de uppräknade infektionerna är antingen allmänfarliga sjukdomar (Socialdepartementet, 2004c) och/eller är anmälningspliktiga enligt smittskyddsförordningen (Socialdepartementet, 2004b). Dessutom kan sjukdomarna även vara smittspårningspliktiga (Smittskyddsinstitutet, 2008n).

Med allmänfarlig sjukdom avses smittsamma sjukdomar som kan vara livshotande, innebära långvarig sjukdom eller svårt lidande eller medföra andra allvarliga konsekvenser och där det finns möjlighet att förebygga smittspridning genom åtgärder som riktas till den smittade. De allmänfarliga sjukdomarna och vissa andra smittsamma sjukdomar ska anmälas eller bli smittspårade. Sådana sjukdomar benämns anmälningspliktiga sjukdomar respektive smittspårningspliktiga sjukdomar (Socialdepartementet, 2004a).

Socialstyrelsen ansvarar för samordning av smittskyddet på nationell nivå och Smittskyddsinstitutet ska som expertmyndighet bland annat följa och analysera det epidemiologiska läget nationellt. Dessutom ska varje landsting ansvara för att smittskyddsåtgärder vidtas och i varje landsting skall det finnas en smittskyddsläkare.

Om en behandlande läkare misstänker eller konstaterar fall av allmänfarlig sjukdom eller anmälningspliktig sjukdom, ska detta anmälas till smittskyddsläkaren och till Smittskyddsinstitutet. Anmälan ska göras även för annan sjukdom som är eller som misstänks vara smittsam, om sjukdomen har fått en anmärkningsvärd utbredning inom ett område eller uppträder i en elakartad form (Socialdepartementet, 2004a). Förutom ovan nämnda aktörer kan även Jordbruksverket, Statens Livsmedelsverk, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Naturvårdsverket, kommunernas miljö- och hälsoskyddsnämnder samt länsveterinären komma att kopplas in vid eventuell smitta (Socialstyrelsen, 2008).

I tabellen nedan framkommer det vilka av tidigare nämnda vattenburna infektionerna som är allmänfarliga, anmälningspliktiga och smittspårningspliktiga.

Tabell 1. Sammanställning över vattenburna infektioner i Sverige

Infektion	Anmälningspliktig	Allmänfarlig	Smittspårningspliktig
Protozoa			
<i>Cryptosporidium</i> spp.	X		X
<i>Entamoeba histolytica</i>	X		X
<i>Giardia</i> spp.		X	X
Bakterier			
<i>Campylobacter</i> spp.	X	X	
<i>E. coli</i> (EHEC)	X	X	
<i>Francisella tularensis</i>	X		
<i>Legionella</i> spp.	X		X
<i>Salmonella</i> spp.	X	X	X
<i>Shigella</i> spp.		X	X
<i>Vibrio cholerae</i>		X	X
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	X		X
<i>Vibrio vulnificus</i>	X		X
<i>Yersinia</i> spp.	X		X
Virus			
Hepatit A		X	X
Hepatit E		X	X
Norovirus			

1.3.3.1 Protozoa

1.3.3.1.1 *Cryptosporidium* spp.

Cryptosporidium parvum är ett encelligt djur och finns hos många olika djurslag över hela världen. *Cryptosporidium* måste ha en värd varför ingen förökning sker fritt i miljön.

Smittämnet utsöndras med avföringen och smitta sker framför allt via fekalt förorenat vatten eller via födoämnen. Smitta från person till person genom direkt och/eller indirekt kontakt kan också förekomma. Infektion med *Cryptosporidium* är en zoonos, det vill säga en sjukdom som

kan överföras mellan djur och människa (Smittskyddsinstitutet, 2008c). Infektionsdosen är mycket låg, mindre än 10 organismer kan leda till infektion (Livsmedelsverket, 2009a). Sjukdomsbilden karaktäriseras av vattniga diarréer, buksmärtor, illamående, huvudvärk och feber men en del smittade får inga symtom alls. Något vaccin mot sjukdomen finns inte. God hand-, vatten- och livsmedelshygien förebygger smitta. *Cryptosporidium* är mycket motståndskraftiga mot klorering.

Ett enda dricksvattenburet utbrott är känt här i Sverige då avloppspåverkat vatten från en å hade tryckts in i det kommunala nätet. Två vattenburna utbrott associerade med bassängbad inträffade sommaren 2002. Det största av dem drabbade en kommunal utomhusbassäng med ca 1000 besökare per dag. Mer än 500 personer insjuknade (Smittskyddsinstitutet, 2008c).

1.3.3.1.2 *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica är en encellig parasit. I tarmen förekommer amöborna i en vegetativ form, trofozoiter. De lämnar dock kroppen som cystor (viloform). Trofozoiterna är känsliga för intorkning och omgivningstemperatur och är inte smittsamma i sig. Cystorna tål större temperaturvariation, men inte kokning, och kan leva och bibehålla sin förmåga att infektera under en längre tid. Smittämnet sprids oftast via vatten och livsmedel och finns i huvudsak bara hos människa och andra primater. Det förekommer även andra amöbor som dock inte ger sjukdom hos människa. Amöborna kan inte föröka sig utanför människokroppen och smittan utsöndras via avföringen. Smittspridning sker främst via vatten och/eller livsmedel men också direkt via händer och avföringsförorenade föremål. (Smittskyddsinstitutet, 2008d). Infektionsdosen är låg, teoretiskt räcker en enda organism för att framkalla sjukdom (Livsmedelsverket, 2009a).

Sjukdomsbilden vid vad som hittills har kallat amöbainfektion varit mycket varierande, från inga symtom till allvarliga. Infektionen kan vara helt symtomfri och amöban lever då i tarmen utan att skada tarmslemhinnan. Amöbainfektion kan också ge diarrésjukdom samt påverkat allmäntillstånd. I enstaka fall kan amöbor spridas till andra organ och orsaka varhärddar, vanligtvis i levern. Inget vaccin finns mot sjukdomen. God vatten- och livsmedelshygien samt god handhygien förebygger smitta. Amöbor är mycket motståndskraftiga mot vattenklorering (Smittskyddsinstitutet, 2008d).

1.3.3.1.3 Giardia spp.

Giardiasis är en tarminfektion orsakad av *Giardia lamblia*, en encellig protozoa som infekterar övre delen av tunntarmen. Hur parasiten orsakar sjukdom är inte helt känt. Symtomen är långvarig diarré med magkramper som följs av trötthet och viktminskning. Flera genotyper av *Giardia lamblia* finns, av dessa infekterar endast genotyp A och B människan. Den förekommer i två former, som vegetativ form i tarmen, trofozoit, och som ett vilostadium, cysta. Cystorna är den smittsamma formen och är relativt motståndskraftiga. De överlever vid temperaturer från 0° till +60°C men är känsliga för intorkning. *Giardia* kan inte föröka sig utanför sin värd och invaderar inte vävnader. Den kritiska infektionsdosen är låg, färre än 100 cystor kan ge infektion. Parasiten kan förekomma hos de flesta däggdjur och utsöndras via avföringen. Smittan sker vanligen via avföringsförorenat vatten och ibland via livsmedel. Även smitta person till person förekommer. God hand-, vatten- och livsmedelshygien förebygger giardiasis. *Giardiacystor* är mycket motståndskraftiga mot vattenklorering och något vaccin finns inte.

Störst risk för spridning av *Giardia* via livsmedel är med grönsaker som har bevattnats med avloppspåverkat vatten. Vid ett utbrott med *Shigella* via isbergssallad fann man hos någon person även *Giardia lamblia*. Flera dricksvattenburna utbrott har förekommit i Sverige sedan början av 1980-talet. Ett stort utbrott inträffade i Sälen 1986, totalt 3600 insjuknade i diarré och hos fler än 1500 personer påvisades *Giardia lamblia* (Smittskyddsinstitutet, 2008f) och hos drygt 100 personer påvisades amöba (Smittskyddsinstitutet, 2008d).

1.3.3.2 Bakterier

1.3.3.2.1 Campylobacter spp.

Infektion med *Campylobacter* är en zoonos och förekommer hos många olika djurarter. Bakterien utsöndras med avföringen hos människor och djur. Sjukdomen sprids huvudsakligen via förorenade livsmedel. Bakterien tillväxer dåligt i de flesta födoämnen, men den kritiska infektionsdosen är låg.

Vad gäller vattenburna utbrott i Sverige är *Campylobacter* den vanligast diagnostiserade mikroorganismen. Vid de fyra största vattenburna *Campylobacter*utbrotten insjuknade minst 2 000 vid varje utbrott. Det tycks inte finnas något direkt samband mellan sedvanliga indikatorbakterier och vattenkvalitet, vilket försvårar möjligheterna att hitta orsaken till utbrotten. Oftast ses ett akut insjuknande med diarréer, magsmärtor, illamående,

kräkningar och feber. Något vaccin mot sjukdomen finns inte. Allmänt god hygien förebygger smitta (Smittskyddsinstitutet, 2009a).

1.3.3.2.2 *Escherichia coli*

Av *Escherichia coli* finns ett flertal olika bakteriestammar varav EIEC, enteroinvasiva *E. coli*; EPEC, enteropatogena *E. coli*; ETEC, enterotoxinogena *E. coli* och EHEC, enterohemorragiska *E. coli*, bildar toxiner och ger upphov till diarréer (Nationalencyklopedin, 2009). Infektionsdosen är låg, mindre än 100 bakterier kan räcka för att få en människa att insjukna (Albihn & Berggren, 2005). I Sverige kallas sjukdomen EHEC (enterohemorragisk *E. coli*) om den förekommer hos människan och VTEC (verotoxinproducerande *E. coli*) om sjukdomen förekommer hos djur. Sjukdomen är en zoonos och utbrott har beskrivits från många olika typer av förorenade livsmedel. Människor har också insjuknat efter friluftsbad i förorenat vatten eller efter att ha druckit smittat kommunalt vatten. Även smitta från person till person har förekommit. EHEC producerar ett gift som svarar för många av symtomen. I sjukdomsbilden kan såväl diarréer, sönderfall av röda blodkroppar, njursvikt, koagulations- och blödningsrubbnings samt neurologiska symtom ingå. God hand- och livsmedelshygien förebygger smitta (Smittskyddsinstitutet, 2008e).

I Sverige rapporteras ca 200 fall bland människor varje år, flertalet är smittade inom landet (Smittskyddsinstitutet, 2008e). Det hittills största och kända utbrottet som har orsakats av grönsaker var ett fall i Halland år 2005 där drygt 110 personer smittades av EHEC. Smittan spreds med isbergssallad som hade konditionerats med kontaminerat vatten (Smittskyddsinstitutet, 2005; Jordbruksverket, 2005; Västra Götalandsregionen, 2005).

1.3.3.2.3 *Francisella tularensis*

Harpest, eller tularemi, är en zoonos som orsakas av bakterien *Francisella tularensis*. Den drabbar främst olika gnagare, men smittan kan på flera olika sätt överföras till människan. Exempel på det är bett av smittad mygga eller fästing, direkt beröring med smittat djur, inandning av damm som är förorenat med sjuka djurs urin eller avföring samt intag av smittat vatten. Sjukdomen smittar dock inte från människa till människa. Vid tularemi insjuknar den smittade akut med hög feber, huvudvärk och illamående. Om man smittats via direktkontakt med sjukt djur eller via insektbett, uppstår i regel ett sår lokalt, och de näraliggande lymfknutorna förstoras och blir ömma. Personer som smittats via luftvägarna insjuknar i lunginflammation (Smittskyddsinstitutet, 2008g).

1.3.3.2.4 *Legionella* spp.

Legionellainfektion, eller legionärssjuka, orsakas främst av bakterien *Legionella pneumophila* som är vanligt förekommande i jord- och vattensamlingar. Bakterierna anrikas lätt i stillastående vatten och växer till vid temperaturer mellan +18°C och +45°C i vanliga vattenledningar, klimatanläggningar, duschar och bubbelpooler. Smitta sker genom inandning av förorenat vatten i aerosolform. Sjukdomen smittar inte mellan människor.

Legionellabakterierna kan också ge upphov till pontiacfeber, en lindrigare form med influensaliknande symtom med feber och muskelvärk. Legionärssjuka yttrar sig som en lunginflammation med oftast hög feber, huvudvärk, muskelvärk och diarré. Smittdos och hälsotillstånd spelar sannolikt viss roll. Det finns inte något vaccin mot sjukdomen.

År 1990–1991 smittades 29 personer på ett sjukhus, varav tre av patienterna avled. Flera sjukhus i Sverige har haft problem med *Legionella* i sina vattensystem och patienter med nedsatt immunförsvar har smittats. År 2004 insjuknade 15 personer i Lidköping varav två avled. År 1979 insjuknade över 50 personer i Västerås och en person avled (Smittskyddsinstitutet, 2006a).

1.3.3.2.5 *Salmonella* spp.

Sjukdomen är en zoonos och bakterierna kan växa till i flertalet livsmedel. Normalt krävs upp till 100 000 bakterier för att sjukdomssymtom ska uppstå. Detta förutsätter oftast att bakterien först har förökats i livsmedlet. För vissa feta livsmedel, som choklad och ost, tycks infektionsdosen vara lägre, så låg som några få bakterier. Vanligen ses ett akut insjuknande med buksmärtor, feber, diarréer och ibland kräkningar. Komplikationer i form av ledbesvär förekommer. Inget vaccin finns framtaget mot sjukdomen. Allmänt god hygien förebygger dock smitta. Under de senaste åren har smittspridning skett av *Salmonella* Typhimurium, fagtyp 104, vilken uppvisar multiresistens mot vanligt använda antibiotika.

Det har under senare år förekommit salmonellautbrott där ursprunget har varit ovanligare smittkällor som böngroddar, avokado, vitpeppar och ruccolasallad. I början av år 2002 insjuknade 88 personer i framför allt Stockholmsområdet. Alfalfagroddar tros vara orsaken till utbrottet (Smittskyddsinstitutet, 2008b).

Paratyfoidfeber räknas tillsammans med tyfoidfeber till de svåraste salmonellainfektionerna och orsakas av *Salmonella* Paratyphi. Paratyfoidfeber förekommer nästan bara hos människa. Bakterien utsöndras med avföringen och smittöverföring sker via

förorenat vatten och livsmedel eller från person till person. Bakterien kan dessutom föröka sig i olika livsmedel och infektionsdosen är ca 1000 bakterier.

Bland symtomen är feber, diarré och buksmärtor de vanligaste. Bakterierna kan via blodbanan spridas till andra organ och bland annat orsaka infektioner i benvävnad, leder och njurar. Vaccin mot paratyfoidfieber saknas i Sverige. Allmänt god hygien och strikta livsmedelshygieniska rutiner är de viktigaste förebyggande åtgärderna. Exempel på smitta var en kronisk smittbärare som hjälpte till att göra en smörgåstårta varvid nio personer insjuknade (Smittskyddsinstitutet, 2008i).

Tyfoidfieber orsakas av *Salmonella Typhi*, vilken endast förekommer hos människor och som utsöndras med avföringen. Bakterien kan föröka sig i olika födoämnen och smittöverföring sker via förorenat vatten eller livsmedel, i sällsynta fall från person till person. Infektionsdosen är låg, ca 100 celler räcker för att ge sjukdom. Huvudvärk, hosta och muskelvärk och feber är vanliga begynnelse-symtom och röda utslag på bålen är ett ganska typiskt tecken. Utan behandling är dödligheten hög och patienten kan avlida av exempelvis blödning, tarmbristning med bukhinneinflammation. Det finns vaccin mot sjukdomen, som framför allt rekommenderas till utlandsresenärer. Allmänt god hygien och strikta livsmedelshygieniska rutiner är de viktigaste förebyggande åtgärderna.

Tidigare kallades tyfoidfieber för nervfeber. Fram till början av 1900-talet var sjukdomen vanligt förekommande i Sverige. Ofta spreds smittan via opastöriserad mjölk eller förorenat vatten vid disk av utrustningen. Under 1918–1919 förekom ett stort vattenburet utbrott med tyfoidfieber i Göteborg med 1800 sjukdomsfall och 200 dödsfall (Smittskyddsinstitutet, 2006b).

1.3.3.2.6 *Shigella* spp.

Sjukdomen orsakas av fyra olika arter shigellabakterier; *Shigella dysenteriae*, *Shigella boydii*, *Shigella flexneri* och *Shigella sonnei*. Bakterien utsöndras med avföringen och sprids främst genom smittade födoämnen såsom grönsaker sköljda med avloppsvatten. En infektionsdos om 10–100 bakterier räcker för att framkalla sjukdom och något vaccin för allmänt bruk finns inte. Symtomen är måttlig feber, buksmärtor och diarré. Komplikationer, framför allt i form av ledbesvär, kan förekomma.

Shigellabakterierna är svåra att spåra i livsmedel, och ett negativt resultat utesluter inte att livsmedlet kan vara infekterat. Under 1994 rapporterades i Sverige 20 utbrott orsakade av importerad isbergssallad. Vid ett annat utbrott hade troligen förorenat vatten sprutats in i en vattenmelon köpt i Nordafrika varpå 15 personer insjuknade. Vattenburna

shigellautbrott har förekommit och år 1975 inträffade ett utbrott i Skåne. Vid dåliga sanitära förhållanden är det inte ovanligt med direkt kontaktsmitta från person till person. Vid ett utbrott smittade en person 15 andra utan att någon matförtäring skett (Smittskyddsinstitutet, 2008d).

1.3.3.2.7 *Vibrio* spp.

Exempel på vibrier är *Vibrio parahemolyticus*, *Vibrio vulnificus* och *Vibrio cholerae*. Infektioner med bakterien *Vibrio parahemolyticus* är relativt ovanliga i Sverige. Bakterien förekommer i salta, relativt varma havsvatten och kan förekomma i svenska vatten. Smittspridning sker vanligen genom förtäring av rå fisk eller råa skaldjur. Infektionsdosen är ganska stor. Smitta från person till person tycks inte förekomma. Symtomen är diarrée, buksmärter, illamående, kräkningar, feber och huvudvärk. Två kända utbrott har förekommit i Sverige med *Vibrio parahemolyticus*. Vid bägge utbrotten var smittkällan importerade kräftor och vid det ena utbrottet insjuknade fler än 350 personer (Smittskyddsinstitutet, 2008k).

Bakterien *Vibrio vulnificus* tillhör samma släkte som kolerabakterien och kan förekomma i varma kustvatten över hela världen. Vid förtäring av skaldjur från riskområden ska dessa vara tillräckligt upphettade och dessutom bör man undvika att bada vid algblomning i varma havsvatten. Smitta från person till person förekommer inte och infektion med bakterien är ovanlig. Via livsmedel kan man drabbas av matförgiftning och friska personer kan få mag- och tarmsymtom. Personer med nedsatt immunförsvar och leversjukdom kan drabbas av allvarlig blodförgiftning, sepsis, där dödligheten är hög. Infektion i sår kan uppkomma efter bad i kontaminerade vatten. Vid infektion i sår kan nekrotisering ske i såret och personer med nedsatt immunförsvar kan även drabbas av blodförgiftning. (Smittskyddsinstitutet, 2008l).

Badsårsfeber orsakas av olika vattenlevande vibriobakterier, till exempel *Vibrio vulnificus* och *Vibrio cholerae*, och uppstår om bakterierna kommer in i ett sår som man har när man badar. Vibriobakterier finns i de flesta badvatten och gynnas om vattentemperaturen har varit mer än 20°C i en vecka. Bakterierna är vanliga i bräckt vatten men finns ibland även i sötvatten. Symtomen kan vara yttre hörselgångsinfektion, sårinfektion, rosfeberliknande tillstånd samt livsfarlig blodförgiftning. Sjukdomen är inte smittsam från person till person (Smittskyddsinstitutet, 2008m).

1.3.3.2.8 Yersinia spp.

Infektion med *Yersinia* är en zoonos och sjukdomen orsakas av bakterierna *Yersinia enterocolitica* eller *Yersinia pseudotuberculosis*. *Yersinia* kan växa vid så låg temperatur som +4°C och kan därför växa till i kylförvarade livsmedel. Smittvägarna är inte helt klarlagda och den kritiska infektionsdosen är inte känd. Smittan förekommer hos bland annat svin, hundar och fåglar och sprids sannolikt via infekterade livsmedel eller förorenat vatten. Smittan utsöndras med avföringen och något vaccin finns inte. Symtomen är diarré, kräkningar, buksmärter feber, huvudvärk, hudutslag och ledinflammation. Antibiotika ges endast vid mer svårartad sjukdomsbild.

Allmänt god hygien och ordentlig tillagning av livsmedel, speciellt fläskkött, förebygger smitta. Vid de få utbrott som förekommit i Sverige har någon smittkälla sällan kunnat påvisas. Under 1994 inträffade ett utbrott med 13 smittade personer där samtliga hade ätit sylta av samma fabrikat (Smittskyddsinstitutet, 2008a).

1.3.3.3 Virus

1.3.3.3.1 Hepatit A

Hepatit A orsakas av ett virus och sprids främst via avloppsförorenat vatten. Virusets utsöndras med avföringen och kan spridas via livsmedel eller vatten. Hepatit A-virus överlever länge i vatten och kan anrikas i till exempel ostron och musslor. Sjukdomen drabbar endast människan och smittan kan spridas direkt från person till person vid mycket nära kontakt. Årligen rapporteras 100-150 fall och under senare år har upp till 50% varit inhemskt smittade. Hepatit A-virus orsakar inflammation i levern. Sjukdomen karakteriseras av feber, illamående och så småningom gulhet i huden. De flesta är ofta besvärade av trötthet och dålig matlust. Hepatit A läker normalt utan bestående men och någon specifik behandling finns inte. Handhygien är viktigt när det gäller att komma till rätta med fortsatt smittspridning. Importerade hallon och björnbär har misstänkts som smittkälla vid några utbrott (Smittskyddsinstitutet, 2008h).

1.3.3.3.2 Hepatit E

Hepatit E orsakas av ett virus som sprids främst via vatten och yttrar sig ungefär som hepatit A. Hepatit E-virus utsöndras med avföringen och sprids via förorenat vatten eller förorenat livsmedel. Virus har isolerats från framför allt gris. Någon specifik behandling finns inte. Sjukdomen kan inte förebyggas genom vaccination eller med gammaglobulin. Noggrannhet

med mat och dryck under utlandsresor utgör det enda skyddet. De fåtal rapporterade svenska fallen har i nästan samtliga fall smittats utomlands.

1.3.3.3 Norovirus

I gruppen humana norovirus ingår noro- och sapovirus. Andra benämningar är norwalkinfektion, vinterkräksjuka, akut smittsam icke bakteriell gastroenterit och winter vomiting disease. Virus utsöndras i mycket stora mängder främst i avföringen. De kan överleva men inte växa till utanför värden. Symtomen är illamående, kräkningar, diarré, buksmärter, huvudvärk, yrsel och feber. Viruset har vid utbrott visat sig vara synnerligen smittsamt och något vaccin finns inte. Det är viktigt med god personlig hygien och bra livsmedelshygien. Viruset smittar via dricksvatten, råa skaldjur, direkt eller indirekt kontakt med smittade personer eller via grönsaker som har förorenats med avloppsvatten. Smitta kan även överföras via livsmedel som har förorenats vid hantering. Flera livsmedelsburna utbrott rapporteras årligen. Djupfrysta importerade hallon, ostron och livsmedel som har förorenats av en sjuk person är vanliga orsaker till utbrotten (Smittskyddsinstitutet, 2009c).

1.4 Lagar och föreskrifter för bevattningsvatten

Sverige har idag inga lagar eller föreskrifter som reglerar kvalitet för vatten som används för bevattning av frilandsgöröror. För att få en fingervisning om vad som kan anses vara tjänligt vatten för livsmedelsproduktion hänvisas man till författningssamlingar om enskild brunn (Socialstyrelsen, 2003; Socialstyrelsen, 2005) och föreskrifter om strandbadvatten (Statens naturvårdsverk, 1996; Statens naturvårdsverk, 2008). Gränsvärden redovisas i separata kapitel nedan.

Svenskt Sigill (2009b) har som organisation ställt egna villkor för anslutna odlare. Enligt regelverket *IP sigill frukt & grönt* ska odlare av bär, frukt, potatis, frilands- och växthusgrönsaker beakta ett antal krav gällande bevattningsvatten. Bland annat ska en årlig riskbedömning av förorening av bevattnings-/växtnäringsvattnet genomföras där potentiella mikrobiella, kemiska och fysikaliska föroreningar från alla typer av källor till bevattningsvatten och/eller växtnäringsvatten beaktas. De har dock inte definierat vilka organismer som ska analyseras. För certifiering enligt KRAV (2009) finns det inga specifika krav för bevattningsvatten.

Via certifieringsorganet SMAK är det möjligt att certifiera verksamheten enligt den internationella standarden GLOBALG.A.P. för trädgårds- och lantbruksprodukter (SMAK, 2006a). Standarden syftar till bland annat till att öka livsmedelssäkerheten och visa

på odlarnas förmåga att producera säker och ren mat. Standarden är uppbyggd på villkor i tre olika nivåer: obligatoriska krav, krav och rekommendationer. För nivån krav måste 95% av ställda krav vara uppfyllda vid sammanräkning för att bli godkänd (SMAK, 2006b).

Laboratorieanalys av vattenkvalitet för frukt- och grönsaksodling enligt GLOBALG.A.P. (2007a) ligger på nivån krav. För lantbruksprodukter är regelverket något utförligare och laboratorieanalys av vattenkvalitet utförs enligt nivån krav (GLOBALG.A.P. , 2007b).

Frånvaron av lagar och föreskrifter i Sverige för undvikande av smittor i produktionskedjan vid odling av frilandsgöröror gör att andra länders regler är av intresse. Som jämförande underlag för denna undersökning har därför tyska regelverket *Bewässerung. Hygienische Belange von Bewässerungswasser* (DIN 19650, 1999) och kanadensiska regelverket *Water Quality Criteria for Microbiological Indicators* (BC-guidelines, 2001) som båda berör kvaliteten för bevattningsvatten använts.

1.4.1 Naturvårdsverket

Kvalitetskraven för inlandsvatten NFS 2008:8 (Statens enligt naturvårdsverk, 2008) redovisas i tabell nedan.

Tabell 2. Gränsvärden för inlandsvatten enligt NFS 2008:8.

Indikatororganism	Utmärkt kvalitet (CFU/100 ml)	Bra kvalitet (CFU/100 ml)	Tillfredsställande kvalitet (CFU/100 ml)
<i>E. coli</i>	500	1000	900
Fekala streptokocker	200	400	330

Som jämförelse redovisas även kvalitetskrav enligt tidigare regelverk, NFS 1996:6 (Statens naturvårdsverk, 1996), för badvatten i tabell nedan.

Tabell 3. Gränsvärden för badvatten enligt NFS 1996:6.

Indikatororganism	Riktvärde (CFU/100 ml)	Högsta tillåtna värde (CFU/100 ml)
Fekala koliforma bakterier eller <i>E. coli</i>	≤100	≤1000
Totalantal koliforma bakterier	≤500	≤10 000
Fekala streptokocker*	≤100	≤300
<i>Salmonella</i> spp.		0 CFU/1000 ml

*Analys av fekala streptokocker är obligatorisk endast i marina vatten, vid badplatser belägna i närheten av avloppsreningsverk med kemisk fällning samt i områden påverkade av cellulosa-, textil- eller livsmedelsindustri.

1.4.2 Socialstyrelsen

Kvalitetskraven för enskild brunn enligt SOSFS 2003:17 och SOSFS 2005:20 (Socialstyrelsen, 2003; Socialstyrelsen, 2005) redovisas i tabellen nedan.

Tabell 4. Gränsvärden för enskild brunn enligt SOSFS 2003:17 och SOSFS 2005:20 .

Indikatororganism	Tjänligt med anmärkning	Otjänligt (CFU/100 ml)
<i>E. coli</i>	Påvisade	10
Koliforma bakterier	50 CFU/100 ml	500
Heterotrofa organismer vid 22°C	1000 CFU/ml	-

1.4.3 DIN 19650

Kvalitetskraven för frilands- och växthusodlade kulturer för färskkonsumtion enligt tyskt regelverk (DIN 19650, 1999) redovisas i tabellen nedan.

Tabell 5. Gränsvärden för bevattningsvatten enligt tyskt regelverk (DIN 19650, 1999).

Indikatororganism	Gränsvärde (CFU/100 ml)
<i>E. coli</i>	≤200
Fekala streptokocker	≤100
<i>Salmonella</i> spp.	Ej påvisbar

1.4.4 BC-guidelines

Kvalitetskraven för bevattningsvatten till grönt, frukt och bär för direktkonsumtion enligt kanadensiskt regelverk (BC-guidelines, 2001) redovisas i tabellen nedan. Gränsvärdet är ett geometriskt medel från fem oberoende prov under en 30-dagars period.

Tabell 6. Indikatororganismer och gränsvärden för bevattningsvatten till grönt, frukt och bär för direktkonsumtion enligt kanadensiskt regelverk (BC-guidelines, 2001).

Indikatororganism	Gränsvärde (CFU/100 ml)
Fekala koliforma bakterier	≤200
<i>E. coli</i>	≤77
Fekala streptokocker	≤20

1.4.5 Sammanställning av indikatororganismer

Förutom tidigare nämnda regler och standarder har ej publicerade undersökningar utförts av SLU, Alnarp år 2008. I sammanställningen nedan framkommer det vilka indikatororganismer som då undersöktes.

Tabell 7. Sammanställning av indikatororganismer och regelverk

Indikatororganism	NFS 2008:8	SOSFS 2003:17/2005:20	DIN 19650	BC- guidelines	Undersökning Alnarp 2008
Heterotrofa organismer vid 22°C		x			x
Totalantal koliforma bakterier		x			x
Fekala koliforma bakterier				x	
<i>E. coli</i>	x	x	x	x	x
Fekala streptokocker	x		x	x	x
<i>Salmonella</i> spp.			x		x

1.5 Beskrivning av indikatororganismer

Det är möjligt att ta prover för specifika patogener, men det är billigare att analysera organismer som indikerar för eventuella patogener i vattnet (Jones & Shortt, 2005). För att kunna beskriva vattenkvaliteten för denna undersökning har ett antal indikatororganismer analyserats. De är heterotrofa organismer vid 22°C, totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier, *E. coli*, fekala streptokocker och *Salmonella* spp.

1.5.1 Heterotrofa organismer vid 22°C

Heterotrofa organismer vid 22°C används för att beskriva den allmänna populationen av mikroorganismer (Alsanius et al., 2009). Dessa mikroorganismer är normalt inte av fekalt ursprung (Socialstyrelsen, 2003).

1.5.2 Totalantal koliforma bakterier

Totalantal koliforma bakterier är en heterogen grupp bakterier som indikerar den allmänna hygieniska statusen för vatten men är inte direkt relaterad till fekal kontamination (Alsanius et al., 2009). Bakterierna indikerar både fekal och annan förorening som kan innebära hälsorisk (Socialstyrelsen, 2003). Denna grupp av bakterier är en bra indikator för dricksvattenkvalitet trots att somliga koliforma bakterier växer till i organiskt material (Jones & Shortt, 2005).

1.5.3 Fekala koliforma bakterier

Fekala koliforma bakterier är en delmängd av totalantal koliforma bakterier som används för att uppskatta mängden *E. coli* (Alsanius et al., 2009). Denna grupp kan också inkludera andra bakterier (Jones & Shortt, 2005).

1.5.4 *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*), är en fekal koliform bakterie (Alsanius et al., 2009). Bakterierna finns i tarmen hos i första hand kor och får och finns även i avföringen från dessa djur.

Människor smittas genom direkt kontakt med djur som är bärare av bakterien eller via vistelse i miljöer som till exempel beteshagar eller via livsmedel (Livsmedelsverket, 2009b). Närvaron av *E. coli* är idag det bästa beviset för att vattnet är kontaminerat av fekalier (Jones & Shortt, 2005). Kontaminering och överlevnad av *E. coli* i naturliga vattendrag gör dessa till potentiella källor för distribution av infektioner, speciellt om obehandlat vatten konsumeras direkt eller används för att tvätta livsmedel som konsumeras i rå form (Francis et al., 1999). Produkterna kan innehålla patogener och därmed utgör livsmedlet en hälsorisk för konsumenterna. Det är viktigt att hålla god hygien genom hela kedjan från jord till bord (Johannessen et al., 2002).

1.5.5 Fekala streptokocker

Fekala streptokocker är en heterogen grupp av bakterier som indikerar fekal kontamination av vatten. Från fekala streptokocker erhålls annan information än från fekala koliforma bakterier och *E. coli*. Fekala streptokocker förökar sig inte i vatten men överlever i högre grad än fekala koliforma bakterier och *E. coli*. Fekala streptokocker kan användas som indikatorer för kontaminering under längre tid medan fekala koliforma bakterier och *E. coli* kan användas som indikatorer för kontaminering under kortare tid (Alsanius et al., 2009).

1.5.6 *Salmonella* spp.

Livsmedel är den primära smittovägen för överföring av *Salmonella* spp. till människa, speciellt via animaliska produkter och produkter utsatta för föroreningar från gödsel eller spillvatten (Francis et al., 1999). *Salmonella* spp. är en bakterie som kan etablera sig i många olika miljöer och som har sitt ursprung i tarmen hos olika djur. Spridning kan även ske från person till person. Vegetabilier är inte en naturlig miljö för salmonellabakterien, men kan spridas via bevattning med kontaminerat vatten eller genom dålig hantering (Livsmedelsverket, 2007).

2. MATERIAL OCH METOD

2.1 Provtagning

Vid tio tillfällen samlades vattenprover (2 liter) in från två skånska företag med öppna uppsamlingsdammar för ytvatten som används för bevattning av frilandsgrödor. Innan provtagningarna påbörjades spolades vatten genom ledningarna i 15 minuter. Proverna kylförvarades och lämnades inom 1,5 timmar efter provtagning till ett ackrediterat laboratorium.

Försöket utfördes i två provtagningsserier om fem tillfällen vardera och varje serie hölls inom en 30-dagarsperiod. Vid varje provtagningstillfälle togs fem individuella prover med fem minuters intervall. Provtagningsdatum för första serien var 3 juni, 8 juni, 15 juni, 22 juni, 29 juni. Provtagningsdatum för andra serien var 13 juli, 20 juli, 27 juli, 3 augusti och 10 augusti.

2.2 Analys

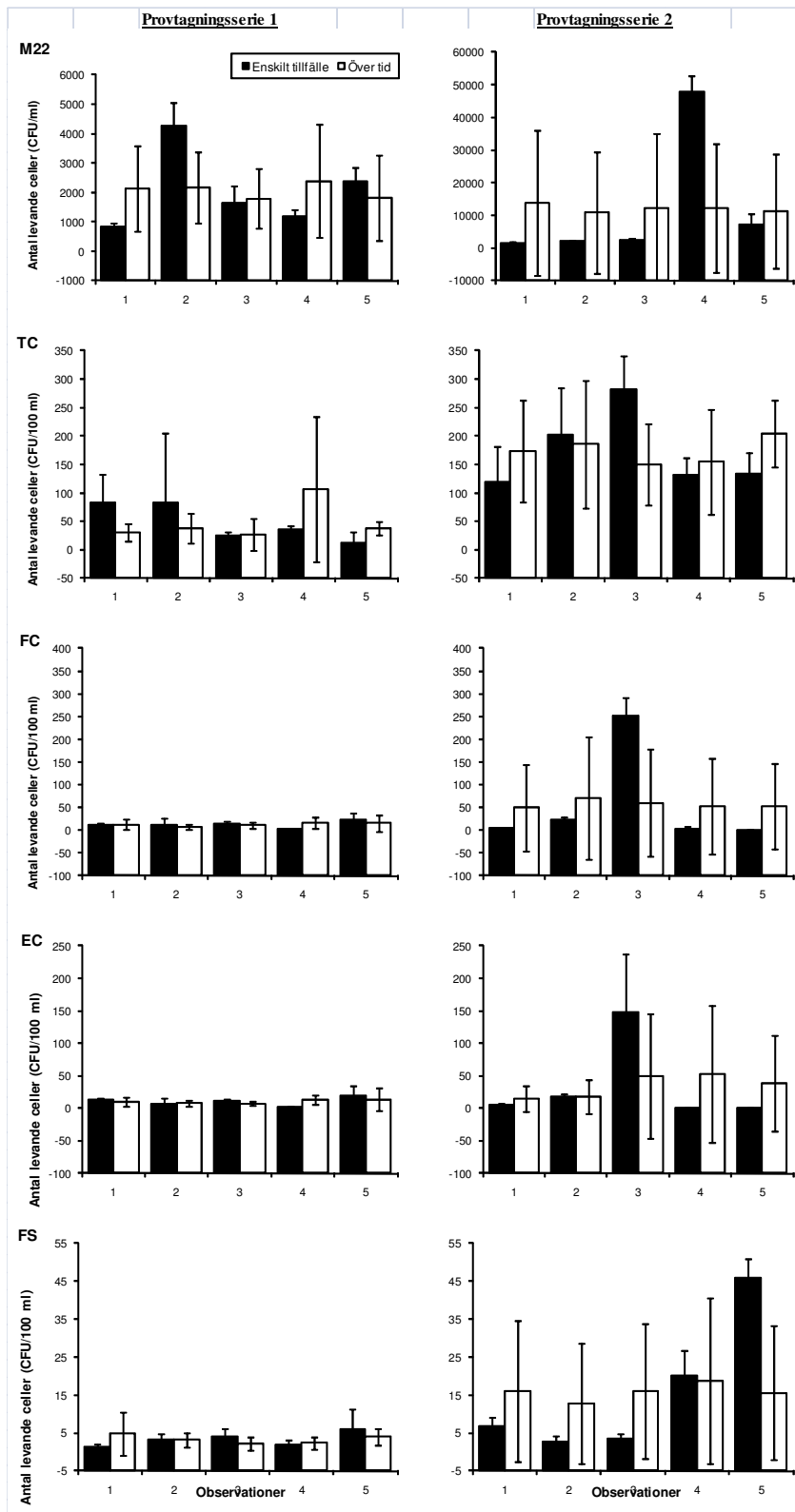
Analysen var inriktad på följande indikatororganismer för vattenhygien; heterotrofa organismer vid 22°C, totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier, *E. coli* och fekala streptokocker. För heterotrofa organismer vid 22°C anges resultaten i antal CFU/ml vatten. För övriga indikatororganismer anges resultaten i antal CFU/100 ml vatten. Förekomst av *Salmonella* spp. analyserades med hänsyn till positiv eller negativ förekomst i 1000 ml vatten.

2.3 Beräkningar

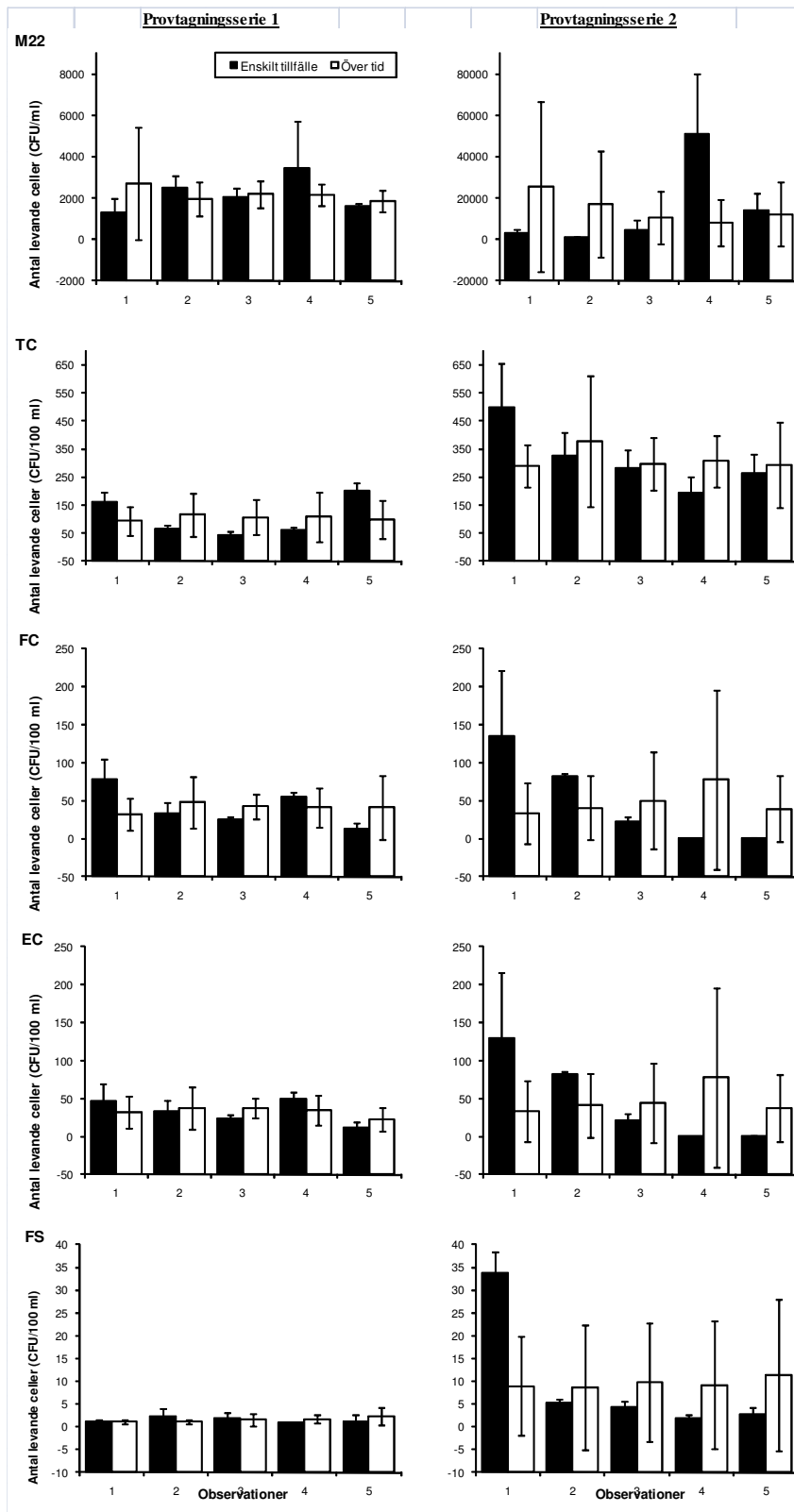
Data analyserades med hänsyn till de två valda faktorerna. Replikat vid samma provtagningstillfälle och fem replikat i samma provserie. Det aritmetiska medelvärdet med standardavvikelse bildades för fem provtagningstillfällen under en 30-dagarsperiod samt över replikat vid provtagning.

3. RESULTAT

Värdena för samtliga indikatororganismer varierade både inom och mellan provtagningstillfällena. Även provtagningsserierna i båda odlingarna skilde sig åt. Antalet mikroorganismer var generellt sett fler under den andra provtagningsserien. Vid beräkning av aritmetiskt medelvärde är medelvärdena relativt homogena samtidigt som stora standardavvikelser uppstod (figur 1 och 2).



Figur 1. Förekomst av heterotrofa organismer vid 22°C(M22) (CFU/ml), totalantal koliforma bakterier (TC), fekala koliforma bakterier (FC), Escherichia coli (EC) samt fekala streptokocker (FS) (CFU/100 ml) i uppsamlingsdamm för bevattningvatten (odling 1). Vattenprover togs i två serier. I varje provtagningsserie ingick fem provtagningsstillfällen under en 30-dagarsperiod. Vid varje provtagningsdag togs fem prover med fem minuters intervall. Staplarna indikerar medelvärden av provtagningsstillfällen (svart) respektive över tid (vit) samt standardavvikelser.



Figur 2. Förekomst av heterotrofa organismer vid 22°C (M22) (CFU/ml), totalantal koliforma bakterier (TC), fekala koliforma bakterier (FC), *Escherichia coli* (EC) samt fekala streptokocker (FS) (CFU/100 ml) i uppsamlingsdamm för bevattningsvatten (odling 2). Vattenprover togs i två serier. I varje provtagningsserie ingick fem provtagningsstillfällen under en 30-dagarsperiod. Vid varje provtagningsdag togs fem prover med fem minuters intervall. Staplarna indikerar medelvärden av provtagningsstillfällen (svart) respektive över tid (vit) samt standardavvikelser.

3.1 Heterotrofa organismer vid 22°C

För båda odlingarna varierade förekomsten av heterotrofa mikroorganismer vid 22°C kraftigt vilket återspeglas i standardavvikelserna för aritmetiska medelvärden. Under den första provtagningsserien var halterna som lägst för att sedan tiofaldigas till den andra provtagningsserien. En kraftig topp noterades den 3 augusti i båda odlingarna.

3.1.1 Odling 1

Medelvärdena varierade kraftigt mellan 822-47800 CFU/ml. Högsta medelvärdet noterades vid provtagningen den 3 augusti, antalet organismer var då 20 gånger fler än veckan innan (27 juli). Den 10 augusti hade nivån gått ner men var ändå tre gånger fler än vad som noterades den 27 juli. Den 3 augusti var standardavvikelsen större än föregående provtagningarnas medelvärden. För den 10 augusti var standardavvikelsen 50% av medelvärdet (se fig. 1, s. 25).

3.1.2 Odling 2

Medelvärdet varierade kraftigt mellan 1014-50800 CFU/ml. Högsta medelvärdet noterades vid provtagningen den 3 augusti, antalet organismer var då tio gånger fler än veckan innan (27 juli). Den 10 augusti hade nivån gått ner men var ändå nästan tre gånger fler än vad som noterades den 27 juli. Den 27 juli, 3 augusti och 10 augusti var standardavvikelserna större än föregående provtagningarnas medelvärden. Den 27 juli var standardavvikelsen nästan lika stor som medelvärdet (se fig. 2, s. 26).

3.2 Totalantal koliforma bakterier

För provtagningsserie 2 var halterna högre än för provtagningsserie 1 i båda odlingarna. Beräkningar med aritmetiska medelvärden jämnade ut de olika observationerna men fick till följd att standardavvikelserna blev stora.

3.2.1 Odling 1

Medelvärdena varierade mellan 12-282 CFU/100 ml och högst medelvärde erhöles den 27 juli. Resultaten visar på stora standardavvikelser den 8 juni och 29 juni då de var runt 1,5 gånger större än medelvärdet (se fig. 1, s. 25).

3.2.2 Odling 2

Medelvärden varierade mellan 42-498 CFU/100 ml. Högst medelvärde erhöles den 13 juli och lägst medelvärde den 15 juni, mellan de två tillfällena skiljer sig värdena åt med en faktor tio (se fig. 2, s. 26).

3.3 Fekala koliforma bakterier

En topp i förekomst av fekala koliforma bakterier noterades i båda odlingarna, vilka inträffade vid olika tidpunkter. Låga värden noterades 3 augusti och 10 augusti.

3.3.1 Odling 1

Medelvärdena varierade mellan 1,5-252 CFU/100 ml och högst medelvärde erhöles den 27 juli. Bakteriehålden hade då ökat med 11,5 gånger jämfört med tillfället innan, 20 juli, och veckan efter, 3 augusti, hade halten sjunkit och var 63 gånger lägre. De tre första provtagningarna, 3 juni, 8 juni och 15 juni, hade likvärdiga medelvärden med den skillnaden att den 8 juni noterades en standardavvikelse som var 1,3 gånger större än medelvärdet. Störst standardavvikelse erhöles den 3 augusti. Den 27 juli överskred samtliga individuella provgränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standardavvikelsen för serie 2, observation 2 överskred gränsvärdet. Det aritmetiska medelvärdet var betydligt större för serie 2 än för serie 1, dessutom varierade standardavvikelsen betydligt mer för serie 2 (se fig. 1, s. 25).

3.3.2 Odling 2

Medelvärdena varierade mellan 0-132 CFU/100 ml. Högst medelvärde och standardavvikelse erhöles den 13 juli, bakteriehålden hade då ökat med 5 gånger jämfört med tillfället innan, 29 juni, och veckan efter, 20 juli, hade halten sjunkit och var 3,5 gånger lägre. Den 3 augusti och 10 augusti var medelvärdena i princip nere på noll. Den 13 juli överskred ett individuellt provgränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standardavvikelsen för serie 2, observation 4 överskred gränsvärdet. De aritmetiska medelvärdena var relativt jämna över båda provtagningsserierna men standardavvikelsen var betydligt större under serie 2 (se fig. 2, s. 26).

3.4 *E. coli*

Resultaten för *E. coli* följde i stor utsträckning resultaten för fekala koliforma bakterier i respektive odling och låga värden noterades 3 augusti och 10 augusti. Båda odlingarna överskred gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999) vid varsitt tillfälle.

3.4.1 Odling 1

Medelvärdena varierade mellan 0-148 CFU/100 ml och högst medelvärde erhöles den 27 juli. Bakteriehålden hade då ökat åtta gånger jämfört med tillfället innan, 20 juli, och veckorna efter, 3 augusti och 10 augusti, hade halten sjunkit och var nära detektionsgränsen. De tre första provtagningarna, 3 juni, 8 juni och 15 juni, hade likvärdiga medelvärden med den skillnaden att den 8 juni noterades den största standardavvikelsen som var 1,1 gånger större än medelvärdet. Den 27 juli var halterna av *E. coli* generellt sett höga och två individuella prov överskred gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999) och tre individuella prov överskred gränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standardavvikelsen för serie 2, observation 3, 4 och 5 överskred gränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Det aritmetiska medelvärdet var betydligt större för serie 2 än för serie 1, dessutom varierade standardavvikelsen betydligt mer för serie 2. Samma tendenser observerades även för fekala koliforma bakterier (se fig. 1, s. 25).

3.4.2 Odling 2

Medelvärdena varierade mellan 0-129 CFU/100 ml. Högst medelvärde och standardavvikelse erhöles den 13 juli, bakteriehålden hade då ökat nästan 11 gånger jämfört med tillfället innan, 29 juni, och veckan efter, 20 juli, hade halten sjunkit och var 1,5 gånger lägre. Den 3 augusti och 10 augusti var medelvärdena nära detektionsgränsen. Den 13 juli var halterna av *E. coli* generellt sett höga och ett individuellt prov överskred gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999). Den 3 juni, 13 juli och 20 juli överskred ett, fyra respektive fem individuella prov gränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standardavvikelsen för serie 1, observation 2, 3, 4 och samtliga observationer för serie 2 överskred gränsvärdet. De aritmetiska medelvärdena var relativt jämna över båda provtagningsserierna men standardavvikelsen var betydligt större under serie 2. Samma tendenser observerades även för fekala koliforma bakterier (se fig. 2, s. 26).

3.5 Fekala streptokocker

En topp i förekomst av fekala streptokocker noterades i båda fallen, men de inträffade vid olika tidpunkter. Båda odlingarna höll sig inom gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999).

3.5.1 Odling 1

Medelvärdena varierade mellan 1-46 CFU/100 ml. Högst medelvärde erhöles den 10 augusti medan störst standardavvikelse erhöles 29 juni. Halterna av fekala streptokocker höll sig inom gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999) under hela perioden. Den 3 augusti och 10 augusti överskred tre respektive fem individuella prov gränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standard-avvikelsen för samtliga observationer i serie 2 överskred gränsvärdet. Både aritmetiska medelvärden och standardavvikelser var större för serie 2 än för serie 1 (se fig. 1, s. 25).

3.5.2 Odling 2

Medelvärdena varierade mellan 1-34 CFU/100 ml. Högst medelvärde erhöles den 13 juli medan störst standardavvikelse erhöles 29 juni. Halterna av fekala streptokocker höll sig inom gränsvärdet enligt DIN 19650 (1999) under hela perioden. Den 13 juli överskred samtliga individuella prov gränsvärdet enligt BC-guidelines (2001). Detta medförde att även sammanlagda medelvärdet och standardavvikelsen för samtliga observationer i serie 2 överskred gränsvärdet. Både aritmetiska medelvärden och standardavvikelser var större för serie 2 än för serie 1 (se fig. 2, s. 26).

3.6 Salmonella spp.

3.6.1 Odling 1

Salmonella spp. varken misstänktes eller påträffades i odling 1.

3.6.2 Odling 2

Salmonella spp. misstänktes två gånger för odling 2 men förekomst kunde inte verifieras.

4. DISKUSSION

4.1 Förekomsten av indikatororganismer varierar under säsongen

Förekomsten av indikatororganismer varierade vid ett och samma provtagningstillfälle och även mellan olika provtagningstillfällen samt mellan provtagningsserierna i båda odlingarna. Vid ett flertal gånger överskreds regelverkens gränsvärden. Vid jämförelse mot DIN 19650 (1999) går det direkt att utläsa om provtagningarnas medelvärde och standardavvikelse klarar gränsvärden för *E. coli*, fekala streptokocker och *Salmonella* spp. Vid jämförelse mot BC-guidelines (2001) är det inte lika tydligt om proverna klarar gränsvärden för fekala koliforma bakterier, *E. coli* och fekala streptokocker. I detta fall får man ta standardavvikelserna till hjälp för att utläsa resultaten. Utfallet visar på att ytvattenkällorna inte var föremål för kontroll av mikroorganismer. De undersökta ytvattenkällorna var till exempel inte skyddade från yttre påverkan. Frågan är dock hur man ska definiera vattenkvalitet för bevattningsvatten.

4.2 Hygieniska kvaliteten kan beskrivas med hjälp av indikatororganismer

Resultaten visar på att kvaliteten på vattnet skiftar betydligt med hänsyn tagen till gränsvärden för indikatororganismer enligt regelverk för bedömning av dricksvatten ur enskild brunn (Socialstyrelsen, 2003; Socialstyrelsen, 2005) och strandbadvatten (Statens naturvårdsverk, 1996; Statens naturvårdsverk, 2008). Kontroll av bevattningsvatten sker idag mer eller mindre på frivillig basis och det är certifieringsorganens regler som styr snarare än lagar och myndigheter. Även om de olika certifieringsmetoderna föreskriver analys av laboratorium finns det inga uppgifter om vilka organismer som ska analyseras och vilka gränsvärden som ska tillämpas. Lindqvist (2005) har gjort en liknande reflektion över avsaknaden av gränsvärden. Denna jämförande undersökning är den första av sitt slag i Sverige.

Gränsvärden i tyskt och kanadensiskt regelverk lämpar sig för bedömning av vattenhygien med avseende på kvalitet för bevattningsvatten även om de inte är samstämmiga. För det kanadensiska regelverket, som tillämpade geometriskt medelvärde, var det genomgående lägre gränsvärden än för det tyska regelverket. Resultaten visade på att beräkningar av geometriska medelvärden enligt BC-guidelines (2001) ger homogenare resultat och att medelvärdena jämnade ut sig med tiden samtidigt som större standardavvikelser erhöles än vid beräkning av medelvärde enligt DIN 19650 (1999). Detta är ett förväntat resultat och betyder att beräkning enligt BC-guidelines (2001) ger en större tillförlitlighet. Tillvägagångssättet medför dock ett antal konsekvenser som att grödor med kort odlingstid då hinner skördas, säljas och konsumeras innan analyserna är färdiga. I värsta

fall kan därför de inbyggda tidsfördröjningarna leda till att problemen inte uppmärksammas i tid och sjukdomsutbrott orsakade av *E. coli* och *Salmonella* spp. hinner uppstå i konsumentledet. Dessutom visar höga värden av fekala koliforma bakterier, som beskriver den allmänna sanitära nivån i vattnet, och fekala streptokocker, som indikerar fekal kontaminering under längre tid, på att ordentliga åtgärder bör vidtas för att förbättra vattenkvaliteten för ytvattenkällan.

Standardavvikelse beräknade enligt DIN 19650 (1999) och BC-guidelines (2001) för de undersökta indikatororganismerna var i många fall stora. En möjlighet att styra resultaten är att utföra provtagningar under den delen av säsongen då det kan antas vara höga bakteriehalter i vattnet. I och med att prover under våren inte gav en prognos för utfallet resten av säsongen är det tveksamt om en provtagningsserie under 30 dagar är tillräckligt för att få ett svar. Detta stöds också av Jones & Shortt (2005) som konstaterade att kontaminering av vatten ofta är intermittent och patogener inte är homogent fördelade. Därför är ett negativt prov ingen garanti för att vattnet är fritt från patogener och regelbunden provning ökar möjligheten att påvisa kontamination. Eftersom ytvatten, särskilt i vattendrag, ständigt omsätts och utsätts av miljöpåverkan gör det att man inte utan kontinuerliga mätningar kan säga att det är tillräckligt säkert som bevattningsvatten (Lindqvist, 2005).

Vid en undersökning utförd av Steele et al. (2005) visade det sig att totalantal koliforma bakterier, fekala koliforma bakterier och *E. coli* varierade med en stor spridning och en hög standardavvikelse som följd. Deras slutsats var att vattenprover bör tas från varje bevattningskälla under en period för att erhålla ett mer precist värde på vattenkvaliteten. Dessutom menade de att bevattningsvatten för grödor avsedda för direktkonsumtion bör provas regelbundet för att på så sätt försäkra sig om kvaliteten och om vattnet behöver behandlas om kvaliteten är för dålig. Variationer i koncentrationen av indikatororganismer visar på att det är klokast att ta vattenprover under hela säsongen. Bara för att man inte hittar en indikatororganism i ett prov är frånvaron av patogena bakterier inte garanterad och det betyder heller inte att kontaminering inte kan komma att uppstå.

För detta arbete har olika omgivningsfaktorers påverkan på bakteriehalterna inte undersökts. Mätning av bland annat nederbörd och temperatur skulle kunna visa på intressanta samband. Steele et al. (2005) pekar på sambandet mellan nederbörd och antalet totalantal koliforma bakterier och fekala streptokocker. De menar att regn ökar koncentrationen av indikatororganismer i vattnet, men även andra faktorer som vattentemperatur eller omgivningsfaktorer kan påverka resultatet. Tauze et al. (1997) anser även de att omgivningsfaktorer som till exempel regn och pH påverkar mikroorganismers tillväxt och

överlevnad men även att organismernas särdrag och växelverkan mellan ett antal olika faktorer spelar roll.

4.3 Detektion av humanpatogener

Indikatororganismer ger inte ett generellt svar på förekomst av humanpatogener. Vid jämförelse av regelverken skiljer sig gränsvärdena åt för de olika indikatororganismerna, vilka kriterier som ligger bakom de olika värdena är okänt. I vissa fall tycks det heller inte finnas något direkt samband mellan indikatororganismer och hälsofara. Enligt Socialstyrelsen (2003) är heterotrofa organismer vid 22°C mer en allmänstatus för vattnet och Alsanius et al. (2009) och Jones & Shortt (2005) menar på att totalantal koliforma bakterier och fekala koliforma bakterier inte är direkt relaterade till fekal kontamination.

E. coli verkar vara den organism som indikerar fekala föroreningar som är av störst intresse. Denna undersökning stödjer Steele et al. (2005) som observerade korrelationer mellan olika indikatororganismer och som säger att det borde räcka med att analysera en organism, till exempel *E. coli*, för att få reda på vattenkvaliteten. Dessutom kom Johannessen et al. (2002) i sin undersökning fram till att *E. coli* antagligen är en bättre indikatororganism än fekala koliforma bakterier för att bestämma den hygieniska kvaliteten i färska produkter. Analyser av vattenprover tar inte hänsyn till vilka stammar av *E. coli* som förekommer i provet och om de är humanpatogena eller inte. Den enda slutsatsen man därmed kan dra vid förekomst av *E. coli* är att vattnet är kontaminerat av fekalier. Även Hörman et al. (2004) menar att närvaro eller frånvaro av *E. coli* och andra fekala koliforma bakterier framstår som ett bättre sätt att förutse förekomst av patogener än att se till en viss nivå för dessa. Vidare menar de att förekomst av traditionellt använda indikatororganismer har ett signifikant värde för att kunna förutsäga närvaron av undersökta patogener men att ingen signifikant korrelation finns mellan en viss nivå av indikatorer och förekomst av patogener. Mikrobiell övervakning av vatten genom att endast undersöka fekala indikatororganismer är därmed inte tillräckligt för att bedöma förekomst av en särskild patogen.

Ett framtida regelverk för bevattning borde även beakta förekomst av *Salmonella* spp. Frågan är dock vilken analysmetod som kan anses vara mest lämplig. Vid analys av tagna vattenprover misstänktes *Salmonella* spp. två gånger men laboratoriet kunde sedan inte verifiera förekomst av bakterien.

Kostnaden för analyser av bevattningsvatten bör ställas i relation till kostnaderna för ett sjukdomsutbrott orsakat av frilandsgrödor. De drabbade, samhället och

branschen kommer att bli lidande av att det saknas regler att förhålla sig till. Om provtagning sker rutinmässigt kommer priset för analys av bevattningsvatten förhoppningsvis att sjunka.

5. SLUTSATS

1. Vattenkvaliteten för frilandsgrödor bör regleras i någon form av svenska myndigheter.
2. Det räcker med att analysera *E. coli* för att ta reda på förekomst av fekala föroreningar.
3. Ett framtida regelverk bör även ta hänsyn till förekomst av *Salmonella* spp.
4. Även om grödorna kan smittas under alla stadier i produktionskedjan fråntar det inte odlarna ansvaret att leverera en frisk produkt.

6. REFERENSER

- Albihn A & Berggren I (2005) *EHEC-bakterien kan smitta via gödsel och gröda*. Livsmedel i Fokus 8:48.
- Alsanius B W, Gustafsson A K & Hultberg (2009) *Microbiological Aspects on Irrigation Water Quality to Field Grown Vegetables*, Acta Horticulturae (In print).
- BC-guidelines (2001) *Water Quality Criteria for Microbiological Indicators*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/microbiology/microbiology.html (2009-08-23).
- DIN 19650 (1999) *Bewässerung. Hygienische Belange von Bewässerungswasser*. Berlin: Beuth.
- GLOBALG.A.P. (EUREPGAP) (2007a) *Control Points and Compliance Criteria Integrated Farm Assurance. Fruit and vegetables*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smak.se/website1/1.0.1.0/86/IFA_CPCC_Fruit_and_Vegetables.pdf (2009-07-12).
- GLOBALG.A.P. (EUREPGAP) (2007b) *Control Points and Compliance Criteria Integrated Farm Assurance. Crops base*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smak.se/website1/1.0.1.0/86/IFA_CPCC_Crop_Base.pdf (2009-07-12).
- Francis G A, Thomas C & O'Beirne D (1999) *The microbiological safety of minimally processed vegetables*. International Journal of Food Science and Technology 34, 1-22.
- Hörman A, Rimhanen-Finne R, Maunula L, von Bonsdorff C-H, Torvela N, Heikinheimo A & Hänninen M-L (2004) *Campylobacter spp., Giardia spp., Cryptosporium spp., Noroviruses, and Indicator Organisms in Surface Water in Southwestern Finland, 2000-2001*. Applied and Environmental Microbiology 70 (1), 87-95.
- Islam M, Doyle M P, Phatak S C, Millner P & Jiang X (2004) *Persistence of Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in Soil and on Leaf Lettuce and Parsley grown in Fields Treated with Contaminated Manure Composts and Irrigation Water*. Journal of Food Protection, 67 (7) 1365-1370.
- Jablasone J, Warriner K & Griffiths M (2005) *Interactions of Escherichia coli O157:H7, Salmonella typhimurium and Listeria monocytogenes plants cultivated in a gnotobiotic system*. International Journal of Food Microbiology 99, 7-18.
- Johannessen G S, Loncarevic S & Kruse H (2002) *Bacteriological analysis of fresh produce in Norway*. International Journal of Food Microbiology 77, 199-204.

- Jones S & Shortt R (2005) *Improving On-Farm Food Safety Through Good Irrigation Practices*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/05-059.htm (2009-07-24).
- Jordbruksverket (n.d.) *Arealer och antal företag med frilandsodling 2002 och 2005. Län*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Tradgardsodling/JO33/JO33SM0601/JO33SM0601_tabeller8.htm (2009-08-05).
- Jordbruksverket (2005) *Jordbruksverket utreder EHEC-utbrott*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.sjv.se/nyhetsarkiv/nyheter/jordbruksverketutrederehecutbrott.5.93f13f10653d6ed4e8000796.html (2009-06-17).
- Jordbruksverket (2008) *Jordbruksstatistisk årsbok 2008* (Elektronisk) Tillgänglig: www.sjv.se/download/18.677019f111ab5ecc5be8000259/Tr%C3%A4dg%C3%A5rsoodling+sid+79-86.pdf (2009-06-23).
- KRAV ekonomisk förening (2009) *Regler för KRAV-certifierad produktion Januari 2009*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.krav.se/Documents/Regler/utgavor/aktuellaRegler.pdf (2009-07-02)
- Lindqvist K (2005) *Patogena mikroorganismer i bevattningsvatten*. SWECO VIAK AB: Malmö.
- Livsmedelsverket (2007) *Salmonella* (Elektronisk) Tillgänglig: www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat2/Mikroorganismer/Salmonella/Salmonella (2009-06-26).
- Livsmedelsverket (2009a) *Parasiter i vatten*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Bakterier-virus-och-parasiter/Parasiter/Parasiter-i-vatten (2009-07-26).
- Livsmedelsverket (2009b) *Viktigt arbete mot EHEC-smitta*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.slv.se/templates/SLV_Page.aspx?id=20559&epslanguage=SV (2009-06-26).
- Loncarevic S, Johannessen G S & Rörvik L M (2005) *Bacteriological quality of organically grown leaf lettuce in Norway*. *Letters in Applied Microbiology* 41, 186-189.
- Nationalencyklopedin (2009) *Escherichia*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.ne.se/lang/escherichia (2009-06-26).
- SMAK (2006a) *Certifiering av trädgårds-, lantbruks- förädlings och importföretag*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smak.se/website1/1.0.1.0/84/1/index.php (2009-07-12).
- SMAK (2006b) *GlobalGAP-certifiering*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smak.se/website1/1.0.1.0/85/1/index.php (2009-07-12).

- Smittskyddsinstitutet (n.d.) *Vattenburna infektioner*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/statistik/sok-pa-sjukdomskategori/?c=252 (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2005) *EHEC på Västkusten*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/publikationer/smis-nyhetsbrev/epi-aktuellt/epi-aktuellt-2005/epi-aktuellt-vol-4-nr-38-22-september-2005/#p7235 (2009-06-17).
- Smittskyddsinstitutet (2006a) *Sjukdomsinformation om legionellainfektion och pontiacfeber*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/legionellainfektion-och-pontiacfeber (2009-07-07).
- Smittskyddsinstitutet (2006b) *Sjukdomsinformation om tyfoidfeber*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/tyfoidfeber (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008a) *Sjukdomsinformation om yersiniainfektion*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/yersiniainfektion (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008b) *Sjukdomsinformation om salmonellainfektion* (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/salmonellainfektion (2009-06-26).
- Smittskyddsinstitutet (2008c) *Sjukdomsinformation om cryptosporidiuminfektion*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/cryptosporidium-infektion (2009-06-26).
- Smittskyddsinstitutet (2008d) *Sjukdomsinformation om amöbainfektion*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/amobainfektion (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2008e) *Sjukdomsinformation om enterohemorragisk E. coli infektion (EHEC)*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/enterohemorragisk-e-coli-infektion (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2008f) *Sjukdomsinformation om giardiainfektion*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/giardiainfektion (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2008g) *Sjukdomsinformation om harpest*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/harpest (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2008h) *Sjukdomsinformation om hepatit A*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/hepatit-a (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2008i) *Sjukdomsinformation om paratyfoidfeber*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/paratyfoidfeber (2009-07-07).

- Smittskyddsinstitutet (2008j) *Sjukdomsinformation om vibrioinfektioner*. (Elektronisk)
Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/vibrioinfektioner (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008k) *Sjukdomsinformation om Vibrio parahemolyticus*
(Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/vibrio-parahemolyticus (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008l) *Sjukdomsinformation om Vibrio vulnificus*. (Elektronisk)
Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/vibrio-vulnificus (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008m) *Sjukdomsinformation om badsårsfeber*. (Elektronisk)
Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/badsarsfeber (2009-07-09).
- Smittskyddsinstitutet (2008n) *Anmälningspliktiga sjukdomar*. (Elektronisk) Tillgänglig:
www.smittskyddsinstitutet.se/amnesomraden/overvakning/anmalningspliktiga-sjukdomar (2009-07-23).
- Smittskyddsinstitutet (2009a) *Sjukdomsinformation om campylobacterinfektion*. (Elektronisk)
Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/campylobacterinfektion (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2009b) *Sjukdomsinformation om hepatit E*. (Elektronisk) Tillgänglig:
www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/hepatit-e (2009-07-06).
- Smittskyddsinstitutet (2009c) *Sjukdomsinformation om calicivirus (noro- och sapovirus)*.
(Elektronisk) Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/calicivirus-noro-och-sapovirus (2009-07-07)
- Smittskyddsinstitutet (2009d) *Sjukdomsinformation om shigellainfektion*. (Elektronisk)
Tillgänglig: www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/shigellainfektion (2009-07-09).
- Socialdepartementet (2004a) *Smittskyddslag (2004:168)*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<https://lagen.nu/2004:168> (2009-07-23).
- Socialdepartementet (2004b) *Smittskyddförordning (2004:255)*. (Elektronisk) Tillgänglig:
<https://lagen.nu/2004:255> (2009-07-23).
- Socialdepartementet (2004c) *Lag om ändring i smittskyddslagen (2004:168) SFS 2004:877*.
(Elektronisk) Tillgänglig: <http://62.95.69.3/SFSdoc/04/040877.PDF> (2009-07-23).
- Socialstyrelsen (2003) *Allmänna råd (SOSFS 2003:17) om försiktighetsmått för dricksvatten*,
(Elektronisk) Tillgänglig: www.sos.se/sosfs/2003_17/2003_17.pdf (2009-06-15).
- Socialstyrelsen (2005) *Ändring i allmänna råden (SOSFS 2003:17) om försiktighetsmått för dricksvatten: SOSFS 2005:20(M)*. (Elektronisk) Tillgänglig:
www.sos.se/sosfs/2005_20/2005_20.pdf (2009-06-15).
- Socialstyrelsen (2008) *Vem gör vad inom smittskydd?* (Elektronisk) Tillgänglig:

- www.socialstyrelsen.se/Amnesord/smittykydd/smittykydd_sverige.htm (2009-07-23).
- Sivapalasingam S, Friedman C R, Cohen L & Tauxe R V (2004) *Fresh Produce: A Growing Cause of Outbreaks of Foodborne Illness in the United States, 1973 through 1997*. Journal of Food Protection 67 (10), 2342-2353.
- Statens naturvårdsverk (1996) *Statens Naturvårdsverks föreskrifter om strandbadvatten: NFS 1996:6* (Elektronisk) Tillgänglig: www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs1996/SNFS1996_06.pdf (2009-06-15).
- Statens naturvårdsverk (2008) *Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om badvatten: NFS 2008:8* (Elektronisk) Tillgänglig: www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2008/nfs_2008_08.pdf (2009-06-15).
- Steele M, Mahdi A & Odumeru J (2005) *Microbial Assessment of Irrigation Water Used for Production of Fruit and Vegetables in Ontario, Canada*. Journal of Food Protection 68 (7), 1388-1392.
- Svenskt Sigill (2009a) *IP Sigill basregler*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.svensksigill.se/website2/1.0.2.0/489/Sigill_Handbok_Basregler.pdf (2009-07-02)
- Svenskt Sigill (2009b) *IP sigill frukt & grönt*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.svensksigill.se/website2/1.0.2.0/489/Handbok_Frukt-Gront-2009.pdf (2009-07-02)
- Tauxe R, Kruse H, Hedberg C, Potter M, Madden J & Wachsmuth K (1997) *Microbial Hazards and Emerging Issues Associated with Produce, A Preliminary Report to the National Advisory Committee on Microbiologic Criteria for Foods*. Journal of Food Protection 60 (11), 1400-1408.
- Tauxe R V (2002) *Emerging foodborne pathogens*. International Journal of Food Microbiology 78, 31-41.
- Västra Götalandsregionen (2005) *EHEC-samband fastslaget mellan provtagna gårdar och sjukdomsfall*. (Elektronisk) Tillgänglig: www.vgregion.se/upload/Smittskyddsensheten/Nyheter/Nyheter%202005/EHEC;051004.pdf?epslanguage=sv (2009-06-17)
- Warriner K, Ibrahim F, Dickinson M, Wright C & Waites W M (2005) *Seed decontamination as an intervention step for eliminating Escherichia coli on salad vegetables and herbs*. Journal of the Science of Food and Agriculture 85, 2307-2313.