



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för Biosystem och Teknologi
Beatrix Alsanius

YTTRANDE

2014-11-19

Christina Huhtasaari
Länsstyrelsen Gotlands län
621 85 Visby

Kunskapsunderlag avseende avloppsvatten för bevattning

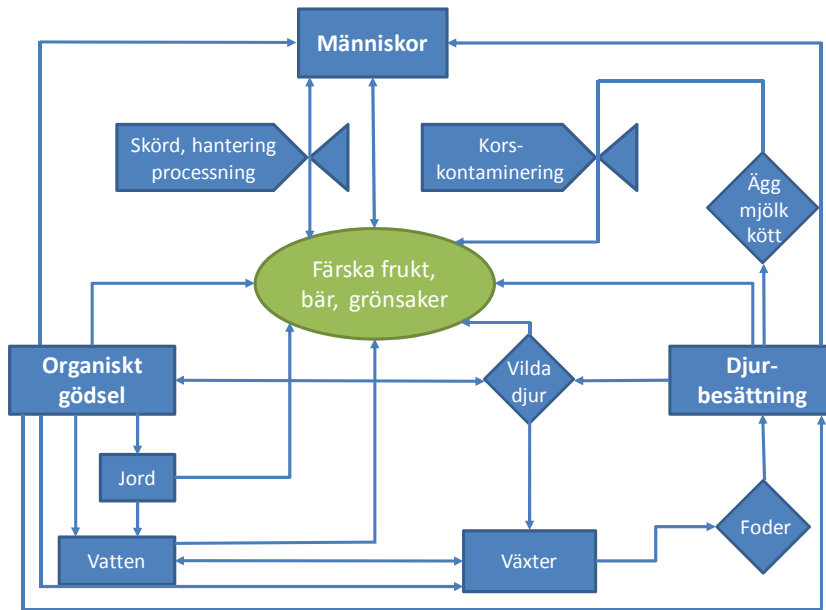
Förutsättningarna och direktiv

Christina Huhtasaari kontaktade undertecknad under sommaren 2014 rörande lämplighet av avloppsvatten för bevattning av fältgrönsaker på Gotland. Ett första möte skedde den 23 september 2014 på SLU i Alnarp och uppdragsbeskrivningen skickades den 2 oktober 2014. Enligt direktivet har avloppsvatten använts på Gotland för bevattning av fältgrödor sedan 1980. År 2004 ändrades minimikravet för lagringstid av avloppsvattnet före användning från 3 månader till 5 månader.

Användning av avloppsvatten för bevattningsändamål på Gotland avser fältgrödor som inte konsumeras rå eller efter minimal tillredning (växtföljd: potatis – spannmål – vall). För att kunna bedöma lagringstidens varaktighet ur ett hygieniskt perspektiv omfattar uppdraget en sammanställning av kunskapsläget inkl. internationellt tillämpade operativa normer för bevattningsvatten. Resultat från upprepade provtagningar i dammar, då valda indikatororganismer (heterotrofa bakterier, koliforma bakterier, *Escherichia coli* [*E. coli*] samt förekomst av *Salmonella* spp.) analyserades ingår som en bas i denna redogörelse.

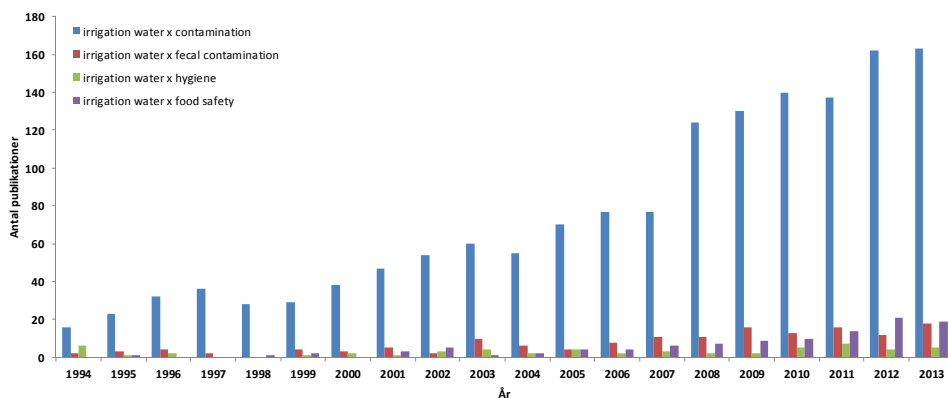
Bakgrund

Som en respons till många och delvis mycket omfattande utbrott av magsjukor relaterat till vegetabilier har de hygieniska betingelserna under primärproduktion (på friland/fält, i växthus eller tunnel) internationellt fått ökad uppmärksamhet. Bland smittkällorna och spridningsvägarna har i synnerhet betydelsen av växtmaterial, vatten, organiskt gödsel, förekomst av betande tamboskap resp. vilt, mark, redskap och personalens hälsostatus och hygien samt krosskontaminering nämnts. Figur 1 visar poolar och flöden för tarmsmittor vid produktion av frukt och grönsaker. Den gäller också för annan produktion av vegetabilier.



Figur 1. Poolar, flöden och smittvägar vid produktion av frukt och grönsaker (enligt Beuchat (5) och Köpke et al. (15), modifierad). Grafiken återges från Handbook of organic food safety and quality, J. Cooper, U. Niggli, C. Leifert (eds), kapitel 19 "Pre-harvest strategies to ensure the microbiological safety of fruit and vegetables from manure-based production systems" (U. Köpke, J. Krämer, C. Leifert), fig. 19.1, s. 415 (2007) med tillstånd av copyright-innehavaren Elsevier Limited, Oxford.

Internationellt sett understryks bevattningsvattnets hygieniska kvalitet. Detta visar sig inte minst genom ökad forskningsintensitet. Figur 2 visar på antalet internationella publikationer i referee-granskade tidskrifter som handlar om bevattningsvattnets hygien under åren 1994-2013 (3). Forskningsintensiteten återspeglar tillfällena för internationellt stora utbrott av magsjukor.



Figur 2. Antal internationella publikationer i referee-granskade tidskrifter som ägnar sig åt bevattningsvattnets hygien. Sammanställningen genererades ur databasen Web of Knowledge, och nyckelorden "irrigation water x contamination", "irrigation water x fecal

contamination”, ”irrigation water x hygiene” och ”irrigation water x food safety” användes som bas för selektion med Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded) och Social Science Citation Index (SSCI) och har tagits fram inom ramen för rapporten ”Hygien och bevattning” (3).

Kunskapsläge

Källor för bevattningsvatten kan vara

- Grund-/borrhvatten
- Kommunalt vatten
- Regnvatten
- Ytvatten (stående vatten: uppsamlat dammvatten genom ytavrinning; sjö; rinnande vatten: bäck; å)
- Avloppsvatten (behandlat eller obehandlat).

Av dessa fem källor håller de tre förstnämnda vanligtvis hög hygienisk kvalitet, medan kvaliteten hos ytvatten och avloppsvatten är variabel respektive låg. Kontamination av grundvatten kan förekomma i grunt borrhade brunnar eller genom sidvattenintrång. Vad gäller regnvatten är upptagningsområdet och uppsamlings sättet (Vilka ytor används för uppsamling? Hur hålls de rena? Hur lagras uppsamlat regnvatten?) avgörande.

I samband med avloppsvatten som bevattningskälla skiljer man åt obehandlat och behandlat avloppsvatten. Användning av avloppsvatten som källa för bevattningsvatten är ingen ny företeelse utan har tidigare praktiserats i många länder inom och utanför Europa. Under senare år har diskussionen kring användning av avloppsvatten som bevattningskälla återupptagits som ett led i en uthållig utveckling och vattenbrist.

Rått, obehandlat avloppsvatten förekommer som vattenkälla vid bevattning i regioner med stor vattenbrist. Behandlat avloppsvatten har genomgått steg för avskiljning av fast material, partiklar och mikroorganismer samt näringsämnen. Potentialen och begränsningar av avloppsvatten vid efficient nyttjande av begränsade resurser beskrivs i många undersökningar (13)

- Potential: vatten och näringsämnen
- Begränsningar: förekomst och spridning av humanpatogener till mark, gröda och akvifer samt ytvatten, spridning av organiska föroreningar inkl läkemedelsrester till mark, odlade grödor och ytvatten, ökad salinitet och anrikning av tungmetaller.

Inverkan av avloppsvatten på jordbruksmark med hänsyn till markens syrhetsgrad (pH), ledningstal, organisk substans, halt av kväve, fosfor samt tungmetaller (Cu, Pb, Cd) samt mikronäringsämnen (Zn, Fe, Mn) har beskrivits i korttids- (1-5 år)

och långtidsundersökningar (10-20 år). Dessa studier har främst genomförts i regioner som är mer utsatta för begränsad vattentillgång, bland andra USA (Kalifornien), medelhavsområde och mellanöst (Jordanien, Saudiarabien), Kina (19, 21, 22). Resultaten varierar mellan de olika undersökningarna och slutsatserna avviker på så sätt studierna emellan.

Folkhälsoaspekter lyfts i synnerhet fram i samband med användning av avloppsvatten för bevattning av vegetabilier. I detta sammanhang understryks i synnerhet sådana grödor (kulturer) som konsumeras råa utan uppvärmning (6, 12).

Temperatur, halten organiskt material, grumlighet, solinstrålning och väderlek är avgörande faktorer för överlevnad av bakteriella tarmsmittor i vatten. Temperaturstudier visar att bakteriella tarmsmittor överlever bättre vid låga vattentemperaturer (10, 20). Men också virus överlever under lång tid i låggradigt vatten (< 8 °C) (16). Låga vattentemperaturer gynnade reisolering av *E. coli* O157:H7 bäst, då olika vattenkällor studerades vid 8, 15 och 25 °C (20). Från åtta-gradigt vatten kunde smittan reisoleras under 91 dagar. Wang och Doyle (20) visade dock att resultaten påverkas av analysmetoden. Majoriteten av cellerna hade övergått i ett stadium där de lever och är aktiva, men inte kan odlas fram på semi-selektiv agar (viable but non culturable; VBNC). Detta är en mycket viktig iakttagelse som också kräver att våra vanligaste metoder för vattenanalys måste ifrågasättas.

I tabell 1 har observationer rörande överlevnad av humanpatogener i den fria vattenfasen listats (se appendix).

Vid sidan av direkt spridning genom kontaminerat bevattningsvatten kan humanpatogener också föras till kulturen indirekt genom vattenskvätt efter att vattendroppar (regn, bevattningsvatten) studsar på smittad mark/odlingssubstrat (18). Detta innebär att även kontaminering av mark, som sker i samband med bevattning av vegetabilier som inte konsumeras råa, kan spridas till vegetabilier med ett annat tillagningssätt, antingen genom skvättvatten underbevattning, regn eller hagel.

Operativa normer för kvalitet av bevattningsvatten.

I Sverige finns inga bindande riktlinjer som reglerar kvalitet av bevattningsvatten. Få länder tillämpar ett regelverk för bevattningsvattnets hygieniska kvalitet. Några av dessa exempel är den tyska DIN19650 (11), som grupperar vattenkvaliteten i fyra klasser med hänsyn till användningsändamålet, standarderna i British Columbia (2 hygienklasser) (8) samt Alberta (2) och standarden vid produktion av bladgrönsaker i Kalifornien (9). Världshälsoorganisationen WHO har tagit fram riktlinjer för den mikrobiologiska kvaliteten av behandlat avloppsvatten och revision har föreslagits av Blumenthal et al. (7). De bygger på tre klasser med

hänsyn till olika användningsändamål och bevattningssätt; i motsats till andra standarder beaktar den också skydd av arbetare.

Det finns i princip ingen samordning kring dessa operativa normer. De bygger på olika indikatororganismer. Men också tröskelvärden, provtagningsschema och beräkningssättet skiljer sig mellan dessa normer. Tröskelvärdena kan också skilja sig utifrån vattenkällans ursprung, bevattningsmetod eller om produkten är avsedd för konsumtion i rått tillstånd eller efter uppvärmning. I tabell 2 förklaras olika indikatororganismer som ofta används vid bedömning av vattenkvalitet. I tabell 3 (se appendix) presenteras några exempel på standarder som används internationellt för bedömning av bevattningstvattnets kvalitet.

I samband med bedömning av vattenkvalitet används indikatororganismer som prognosverktyg av graden av fekal förorening. Konceptet bygger på att förekomsten av sjukdomsalstrare, t.ex. *Salmonella*, som förmodligen förekommer i lågt antal, är korrelerad till förekomsten av en vanlig grupp av fekalbakterier eller en enskild tarmbakterie, t.ex. termotoleranta koliforma bakterier eller *E. coli*, som förutsätts finnas i större antal i miljöprover. Sjukdomsalstrarens förekomst kan på så sätt skattas. Rapporterna rörande indikatororganismernas tillförlitlighet varierar starkt (1, 14, 17).

Tabell 2. Sammanställning av några organismer som används vid hygienisk kvalitetsbedömning av vatten (Ashbolt et al. (4), modifierat)

Grupp av organismer	
<i>Processorganismer</i>	
Heterotrofa organismer vid 22 °C	Antal snabbväxande heterotrofa organismer; beskriver främst belastning genom jord
Totalantal koliforma bakterier	Heterogen grupp av bakterier; beskriver den allmänna sanitära nivån i vattnet, men är inte direkt relaterad till fekal förorening
<i>Indikatororganismer för fekala föroreningar</i>	
Termotoleranta koliforma (fekala koliforma) bakterier	Undergrupp av totalantal koliforma bakterier; indirekt mått på <i>E. coli</i>
<i>E. coli</i>	Fekal koliform bakterie
Intestinala enterokocker (fekala streptokocker)	Heterogen grupp av bakterier som indikerar fekal förorening i vatten
<i>Patogener</i>	
<i>Salmonella</i> spp.	Sjukdomsalstrare; används som en av indikatorerna i den tyska operativa normen DIN 19650
Potentiellt infektiösa stadier av parasiter	Oocyster av <i>Giardia lamblia</i> respektive <i>Cryptosporidium parvum</i> ; tarmhelminter (t.ex. maskar; ägg av tarmnematoder)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Sjukdomsalstrare; används som en av indikatorerna i den svenska rekommendationen om bassängvatten (SOSFS 2004:7)

Bedömning av provresultaten som tagits under bevattningssäsong 2000-2010

Vatten från dammarna 1-4 undersöktes under perioden 2000-2004 och 2007-2010. Vattenproverna (sammanlagd 36 prover) analyserades under samtliga år med hänsyn till antal heterotrofa bakterier (CFU/ml) samt koliforma bakterier och E. coli (CFU/100 ml). Under åren 2004 samt 2007-2010 analyserades och halten fekala streptokocker (intestinala enterokocker; CFU/100 ml). Förekomsten av Salmonella undersöktes vid samtliga provtagningar.

Av proverna var 2 st tagna i damm 1 (juni 2000, aug 2002), 16 st i damm 2 (mars, jul, aug 2000; jun 2001; aug, okt 2003; maj, juni 2007; maj, jun, jul 2008; maj + 2 ggr juni 2009; maj, juni 2010), 9 st i damm 3 (maj 2000; maj, aug 2001; jan, maj 2003; 2 ggr jul 2007; jul, aug 2010) samt 6 st i damm 4 (maj, jun, jul, aug 2004; jul 2008; jul 2009). Två samlingsprov togs i damm 2 och 4 i juni och juli 2002 samt ett samlingsprov i damm 3 och 4 i juli 2001.

I ingen av proverna konstaterades förekomst av Salmonella. Oavsett parametern, varierade proverna generellt sett mycket kraftigt. Minimi- och maximivärden redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Minimi- och maximivärden för mikrobiologiska indikatororganismer uppmätta i damm 1-4 under åren 2000-2004 samt 2007-2010 (enligt kalkylbladet)

Damm	År	Heterotrofa bakterier (CFU/ml)	Totalantal koliforma bakterier (CFU/100 ml)	<i>E. coli</i> (CFU/100 ml)	Fekala streptokocker (CFU/100 ml)
1	2000-2010	650-4300	500-2300	100-200	Ej undersökt
	2000-2003	650-4300	500-2300	100-200	Ej undersökt
	2004-2010	Ej undersökt	Ej undersökt	Ej undersökt	Ej undersökt
2	2000-2010	2-130000	<1-24000	<1-400	<1-500
	2000-2003	170-130000	33-24000	2-400	Ej undersökt
	2004-2010	2-23000	<1-3400	<1-100	<1-500
3	2000-2010	1100-49200	<1-920	<1-200	20-150
	2000-2003	1100-49200	46-920	<2-200*	Ej undersökt
	2004-2010	2200-6400	<1-50	<1-10	20-150
4	2000-2010	2200-52900	23-570	8-49	1-4
	2000-2003	Ej undersökt	Ej undersökt	Ej undersökt	Ej undersökt
	2004-2010	2200-52900	23-570	8-49	1-4
2+4	2002	890-1800	350-360	<1-100	Ej undersökt
3+4	2001	1100	920	920	Ej undersökt

*högsta värdet är lägre än 200 CFU/100 ml enligt anmärkningarna i kalkylbladet

Generellt sett noterades inga säsongsbetingade variationer. Däremot var de högsta värden för antalet heterotrofa bakterier och totalantal koliforma bakterier under åren 2004 och 2007-2010 reducerad med log 0.75 – 0.89 respektive log 0.85-1.26 jämfört med åren 2000-2003 i damm 2 och 3. En liknande jämförelse kunde inte göras för dammarna 1 och 4 i och med att det inte förelåg några värden för perioden 2004, 2007-2010 respektive perioden 2000-2003.

Slutsatser

- Resultaten för varje provtagningstillfälle och –plats bygger på ett värde. Vattenreservoarer är en mycket dynamisk miljö och mikrobiotan i vattenreservoarer påverkas av miljöfaktorer, såsom väder, nederbörd, solinstrålning. Också provtagnings sättet påverkar analysresultatet. Därför är det komplicerat att dra några generella slutsatser av de föreliggande värdena.
- Generellt sett var halten mikroorganismer hög till mycket hög, oavsett parameter – jämfört med halterna i stående eller rinnande svenska ytvattenkällor.
- Vissa värden föreföll orimligt låga. Fler parallella prover från samma provtagningsplatser och vid samma provtagningstillfälle kan kvalitetssäkra liknande kartläggningar i framtiden.
- Baserad på konceptet för indikatororganismer föreligger det vid förekomst av höga halter indikatororganismer också en större risk för förekomst av fekalpatogener.
- På bas av resultaten från dammarna 2 och 3 leder en förlängd lagringstid till en reduktion på nästan log 1.
- Bortsett ifrån några enstaka prover låg de flesta proverna under tröskelvärden som beskrivits för DIN 19650 klass 3.
- Jämförelse med de kanadensiska normerna är inte möjligt i och med att provtagningsfrekvensen per 30 dagars-period inte överensstämmer med dessa regelverk och de i dessa regler beskrivna beräkningssätt inte kan tillämpas.

Referenser

1. Ahmed, W., Sawant, S., Huygens, F., Goonetilleke, A., and Gardner, T. 2009. Prevalence and occurrence of zoonotic bacterial pathogens in surface waters determined by quantitative PCR. *Water Research* 43:4918-4928.
2. Alberta Environment. 1999. Surface water quality guidelines for use in Alberta. in: T/483 Alberta Environment, Canada, <http://www.giv.ab.ca/env/protenf/publications/SurfWtrQual-Nov99.pdf>.
3. Alsanius, B. W. 2014. Hygien och bevattning. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.
4. Ashbolt, N. J., Grabow, W. O. K., and Snozzi, M. 2001. Indicators of microbial water quality. Pages 289-315 in: *Water quality: guidelines and health*, L. Gewetell and J. Bartram, eds. IWA Publishing, London.
5. Beuchat, L. R. 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection* 59 (2):204-216.
6. Bitton, G. 2011. *Waste water microbiology*. Wiley-Blackwell, Hoboken.
7. Blumenthal, U. J., Mara, D. D., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G., and Stott, R. 2000. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: Recommendations for revising WHO guidelines. *Bulletin of the World Health Organization* 78:1104-1116.

8. British Columbia Ministry of Environment. 2001. Water quality criteria for microbiological indicators. British Columbia Ministry of Environment, ed., <http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/microbiology/microbiology.html>.
9. CSFSGLLGSC. 2013. Commodity specific food safety guidelines for the lettuce and leafy greens supply chain.
10. Czajkowska, D., Wikowska-Gwiazdowska, A., Sikorska, I., Boszczyk-Maleszak, H., and Horoch, M. 2005. Survival of *Escherichia coli* serotype O157:H7 in water and in bottom-shore sediments. *Polish Journal of Environmental Studies* 14:423-430.
11. DIN 19650. 1999. Bewässerung. Hygienische Belange von Bewässerungswasser. Page 4 Beuth, Berlin.
12. Gerba, C. P. 2009. The role of water and water testing in produce safety. Pages 129-142 in: *Microbial safety of fresh produce*, X. Fan, B. A. Niemira, C. J. Doona, F. E. Feeherry and R. B. Gravani, eds. IFT Press/Wiley-Blackwell Ames.
13. Hamilton, J. A., Stagnitti, F., Xiong, X., Kreidl, S. L., Benke, K. K., and Maher, P. 2007. Wastewater Irrigation: The State of Play. *Vadose Zone Journal* 6 (4):823-840.
14. Holvoet, K., Sampers, I., Seynnaeve, M., and Uyttendaele, M. 2014. Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production. *Journal of Food Microbiology* 171:21-31.
15. Köpke, U., Krämer, J., and Leifert, C. 2007. Pre-harvest strategies to ensure the microbiological safety of fruit and vegetables from manure-based production systems. Pages 413-429 in: *Handbook of organic food safety and quality*, J. M. Cooper, U. Niggli and C. Leifert, eds. CRC Press, Cambridge.
16. Kutz, S. M., and Gerba, C. P. 1988. Comparison of virus survival in freshwater sources. *Water Science and Technology* 20:467-471.
17. McEgan, R., Mootian, G., Goodridge, L. D., Schaffner, D. W., and Danyluk, M. D. 2013. Predicting *Salmonella* populations from biological, chemical and physical indicators in Florida surface waters. *Applied and Environmental Microbiology* 79 (13):4094-4105.
18. Monaghan, J. M., and Hutchinson, M. L. 2012. Distribution and decline of human pathogenic bacteria in soil after application in irrigation water and the potential for soil-splash-mediated dispersal onto fresh produce. *Journal of Applied Microbiology* 112:1007–1019.
19. Rusan, M. J. M., Hinnawi, S., and Rousan, L. 2007. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Desalination* 215:143-152.
20. Wang, G. D., and Doyle, M. P. 1998. Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. *Journal of Food Protection* 61:662-667.
21. Wang, J. F., Wang, G. X., and Wanyan, H. 2007. Treated wastewater irrigation effect on soil, crop and environment: Wastewater recycling in the loess area of China. *Journal of Environmental Sciences* 19 (9):1093-1099.
22. Xu, J., Wu, L., Chang, A. C., and Zhang, Y. 2010. Impact of long-term reclaimed wastewater irrigation on agricultural soils: A preliminary assessment. *Journal of Hazardous Materials* 183 (1-3):780-786.

Appendix .

Tabell 1. Överlevnad av humanpatogener på hortikulturella kulturer som under primärproduktionen bevattnats med kontaminerat vatten

Kultur	Överlevnad	Densitet		Vattenkälla	Typ av inokulation	Eventuella kommentarer	Referens
		Start	Slut				
<i>Salmonella</i> spp.							
Sallat ¹	63 dagar	Log 2.4 g ⁻¹	Log 2.1 g ⁻¹	ND ²	Kontaminerat vatten	Engångsgiva med 2 mm; 10 ⁵ CFU ml ⁻¹	69
Persilja ¹	231 dagar	Log 2.5 g ⁻¹	Log 0.3 g ⁻¹	ND	Kontaminerat vatten	Engångsgiva med 2 mm; 10 ⁵ CFU ml ⁻¹	69
<i>Shigatoxin producerande E. coli</i>							
Lök ³	49 dagar	Log 1.5 g ⁻¹	Log 0.7 g ⁻¹	ND	Kontaminerat vatten	Engångsgiva med 2 mm; 10 ⁵ CFU ml ⁻¹	68
Morot ³	140 dagar	Log 1.2 g ⁻¹	Log 0.3 g ⁻¹	ND	Kontaminerat vatten	Ökning under de första 14 dagar efter kontaminering från log 1.2 till log 2	68
Persilja ³	154 dagar	Log 3.3 g ⁻¹	Log 1.2 g ⁻¹	ND	Kontaminerat vatten	Engångsgiva med 2 mm; 10 ⁵ CFU ml ⁻¹	67
Persilja ⁴	3 dagar	Log 4.7 g ⁻¹	Log 0.5 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁵ ml ⁻¹	70
	3 dagar	Log 6.2 g ⁻¹	Log 2.5 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁶ ml ⁻¹	70
	3 dagar	Log 9.2 g ⁻¹	Log 3.8 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5	70

						mm; log 10 ⁷ ml ⁻¹	
Ruccola ⁴	3 dagar	Log 3.2 g ⁻¹	Log 2.8 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁵ ml ⁻¹	13
	3 dagar	Log 4.8 g ⁻¹	Log 3.8 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁶ ml ⁻¹	13
	3 dagar	Log 5.5 g ⁻¹	Log 4.7 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁷ ml ⁻¹	13
Sallat ³	55 dagar	Log 3 g ⁻¹	Log 0.9 g ⁻¹	ND	Kontaminerat vatten	Engångsgiva med 2 mm; 10 ⁵ CFU ml ⁻¹	67
Spenat ⁴	3 dagar	Log 3.2 g ⁻¹	Log 2.5 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁵ ml ⁻¹	13
	3 dagar	Log 4.8 g ⁻¹	Log 3.2 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁶ ml ⁻¹	13
	3 dagar	Log 6.2 g ⁻¹	Log 3.8 g ⁻¹	Avjoniserat, sterilt vatten	Sterilt 0.085% NaCl	Observationsintervall begränsad till 72 h; engångsgivamotsvarande 5 mm; log 10 ⁷ ml ⁻¹	13

¹ apatogen stam av *Salmonella* Typhimurium

² ND: ej beskriven

³ apatogen *E. coli* O157:H7, B6914, *gfp*-markerad

⁴ apatogen *E. coli* O157:H7, E81186, *gfp*-markerad

Tabell 3. Standarder för mikrobiologisk kvalitet av bevattningsvatten. Utöver indikatororganismerna (antal heterotrofa mikroorganismer (HPC; CFU/ml), totalantal koliforma bakterier (TC; CFU/100 ml), fekala koliforma bakterier (FC; CFU/100 ml), *E. coli* (CFU/100 ml), intestinala enterokocker (IE; (CFU/100 ml)) och patogener (*Salmonella* spp. (CFU/L), potentiellt infektiösa stadier av parasiter (CFU/L) samt *Pseudomonas aeruginosa* (CFU/100 ml)) definieras i vissa operativa normer också användningsbetingelser, exponerad grupp respektive bevattningssätt.

Kategori	Användningsbetingelser	Utsatt grupp	Bevattningssätt	HPC	TC	FC	<i>E. coli</i>	IE	<i>Salmonella</i>	Potentiellt infektiösa stadier av parasiter	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Referens
DIN 19650 (vattenkälla: ej definierad)												
1	Utan begränsning		Ej def ^A				Ej påvisbar	Ej påvisbar	Ej påvisbar	Ej påvisbar		⁸⁵
2	Frilands- och växthusodlade kulturer för färskkonsumtion; Idrottsplatser och offentliga parkanläggningar		Ej def ^A				≤ 200	≤ 100	Ej påvisbar	Ej påvisbar		
3	Växthuskulturer ej för konsumtion; Frilandskulturer för färskkonsumtion t.o.m. fruktsättning resp. grönsaker t.o.m. 2 veckor innan skörd; Frukt och grönsaker för konservering; Grönbeta och grönfoderväxter t.o.m. 2 veckor innan skörd eller innan bete; Alla andra frilandskulturer utan begränsning; Övriga idrottsanläggningar		Ej def ^A				≤ 2000	≤ 400	Ej påvisbar	Ej påvisbar		

Kategori	Användningsbetingelser	Utsatt grupp	Bevattningssätt	HPC	TC	FC	<i>E. coli</i>	IE	<i>Salmonella</i>	Potentiellt infektiösa stadier av parasiter	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Referens
4	Vin- och fruktodlingar för frostskyddsbevattning; Skogsplantskulturer, våtbiotoper; Sockerbetor, stärkelsepotatis, oljegrödor, icke-livsmedelskulturer för industriell produktion samt frö t.o.m. 2 veckor innan skörd; Stråsäd t.o.m. mjölk-mognad (ej för färskkonsumtion); Foder för konservering t.o.m. 2 veckor innan skörd		Ej def ^A				Avloppsvatten som genomgått minst ett biologiskt reningssteg			Se fotnot ¹		
British Columbia (vattenkälla: ej definierad)												
	Vegetabilier som konsumeras råa		Ej def ^A			≤ 200 ^E	≤ 77 ^E	≤ 20 ^E			n/a	⁸⁶
	Vegetabilier som inte konsumeras råa	Ej nära befolkning; ej betande kreatur	Ej def ^A			≤ 1000 ^E	≤ 1000 ^E	≤ 250 ^E			n/a	
Canada – federal nivå (vattenkälla: ej definierad)												
			Ej def ^A		≤ 1000	≤ 100						⁹⁴
CSFSGLLGSC (vattenkälla: ej definierad)												
	Vegetabilier som konsumeras råa		ÖB ^B				126 ^G 235 ^H					⁸⁸
	Vegetabilier som konsumeras råa		DB ^C				126 ^G 576 ^H					

Kategori	Användningsbetingelser	Utsatt grupp	Bevattningssätt	HPC	TC	FC	<i>E. coli</i>	IE	<i>Salmonella</i>	Potentiellt infektiösa stadier av parasiter	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Referens
WHO (vattenkälla: avloppsvatten)												
A ¹	Utan begränsning											⁸⁹
	Grönsaker och salladskulturer som konsumeras rå, idrottsplatser, offentliga parker	Personal, konsumenter, befolkning	Alla			≤ 1000 ^F				≤ 0.1 ^J		
B ²	Med begränsning											
	Stråsäd, industrigrödor, fodergrödor, betesmark, träd	B personal	ÖB ^B			Ej def ^A				≤ 1		
C ³	Stationär bevattning som i kategori B, då varken personal eller befolkning exponeras	Ingen	DB ^C			n/a				n/a		
SOSFS 2004:7 (vattenkälla: ej definierad)												
			Ej def ^A	< 100							< 1	⁸⁴

¹ Avloppsvattenbehandling genom en serie av stabiliseringsdammar för att åstadkomma den krävda mikrobiologiska kvaliteten eller ekvivalenta behandlingar; ² Retention genom stabiliseringsdammar under 8-10 dagar eller ekvivalent borttagning av helminter och fekala koliforma bakterier; ³ förbehandling som krävs för bevattningsteknologin men ej mindre än primär sedimentering

^A ej def = ej definierad; ^A ÖB = överbevattning, ^B DB = droppbevattning, ^D BK = bevattningskanal/bevattningsdike; ^E geometriskt medel av fem provtagningar under en 30-dagars-period; ^F geometrisk medel; ^G enskild mätning; ^H geometrisk medel av fem provtagningar under en fem-veckorsperiod; ^I För tarmnematoder inga standardrekommendationer möjliga; för stadier av *Taenia* ej bestämd; ^J tarmnematoder (*Ascaris* sp., *Trichuris* sp.), bandmask, även potentiellt infektiösa stadier av parasiter