

Faror vid industriell tvättning av ägg

Ansvariga handläggare:

Åsa Rosengren (mikrobiologiska faror), Bitte Aspenström-Fagerlund (kemiska faror)

Sammanfattning

Detta underlag har gjorts för att besvara frågor om vilka biologiska och kemiska faror som kan förekomma vid industriell tvättning av svenska ägg, hur dessa rangordnas och hur de kan styras för att minimera negativa hälsoeffekter. Underlaget ger också förslag på mätbara processteg som bör ingå en framtida föreskriftsändring.

Äggskalet har en rad inbyggda försvarsmekanismer mot invaderande mikroorganismer. Den viktigaste är kutikulan, som är ett vattenavvisande tunt vaxskikt ytterst på skalet. Kutikulan skyddar ägget mekaniskt mot att mikroorganismer tränger in i ägget genom skalets mikroskopiska porer. Ögat kan inte se om kutikulan är skadad och för att minimera risken för mikroorganismer att penetrera äggskalet måste ägg hanteras mycket varsamt.

Industriell äggtvätt är en automatiserad process där äggen förflyttas längs ett transportband mellan de olika tvätt-stegen, vilka är vätning, tvättning och sköljning och torkning. Vid vätningen mjukas skräp och avföringsrester på äggskalet upp med en mild stråle ljummet vatten. Under tvätten sprayas äggen med en stark stråle varmt vatten blandat med en tvättkemikalie av något slag. Därefter sköljs äggen med varmt vatten för att få bort både rengöringsrester och skräp. Direkt efter sköljningen torkas äggen med varm luft som blåses över äggen med ett högt flöde. Transportbandet gör så att äggen hela tiden roterar under tvättprocessen, vilket möjliggör att hela äggskalsytan utsätts för vattenstrålar och varm luft.

De mikrobiologiska faror som kan uppstå i samband med ägg-tvätt är Salmonella, Campylobacter, Bacillus cereus grupp, Staphylococcus aureus och Listeria monocytogenes. Bakterierna introduceras på ägget redan i stallmiljön antingen via förorening från den värpande hönan eller från omgivningen. De kemiska faror som kan uppstå på grund av de kemikalier som används vid tvätt kan dels skada kutikulan, dels leda till negativa hälsoeffekter om tvättmedlet inte sköljs bort ordentligt.

Förekomst av Salmonella hos svenska värphöns är låg. Endast ett fåtal värphönsflockar har rapporterats positiva för Salmonella under de senaste åren. Risken för att Salmonella kan finnas på svenska ägg bedöms vara liten, men inte obefintlig. Salmonella har en dokumenterad förmåga att tränga igenom äggskalet och därför rankas Salmonella ändå högst bland de mikrobiologiska risker som kan förekomma i svenska ägg. Risken för att andra bakteriella faror ska påverka säkerheten i tvättade ägg bedöms vara låg till mycket låg. Bedömningen grundar sig främst på att det inom EU under senare år endast har rapporterats enstaka äggrelaterade utbrott av Bacillus- och stafylokock-toxin samt inga alls orsakade av Campylobacter och Listeria monocytogenes.

Styrning och kontroll av processteg går framför allt ut på att minimera risken för att kutikulan ska skadas så att inte mikrobiologiska faror, främst Salmonella, tillåts penetrera skalet. Styrningen måste även inkludera minimering av negativa hälso- och miljöeffekter som tvättkemikalierna kan ge. Identifierade styrbara kritiska punkter som ur mikrobiologiskt och kemiskt perspektiv framgår av en för uppdraget framtagna figur.

De ur ett säkerhetsperspektiv kritiska mätbara processteg i branschriktlinjernas tvätt-beskrivning har identifierats. Alla delar i tvätt-processens inkluderas och samtliga punkter bör ingå i en eventuell föreskriftsändring. En viktig kritisk faktor är vattentemperaturen under processen. Vattnet ska alltid vara varmare än de ägg som ska tvättas. Om inte, drar ägginnehållet ihop sig, vilket leder till att bakterier dras in genom äggskalet. Det är också viktigt att äggen torkas fullständigt och i direkt anslutning till sköljningen. Kvarvarande fukt kan utgöra grogrund för kvarvarande mikroorganismer att växa och tränga genom skalet när äggen kyls ner. Det ska även finnas dokumentation på att tvätt- och processkemikalier inte skadar kutikulan och inte har negativa hälsoeffekter.

Inledning

Under 2008 infördes en ny EU-förordning om handelsnormer för ägg¹. Av den framgår bland annat att ägg av klass A inte bör tvättas på grund av risken för att skada de fysiska skyddsbarriärerna, till exempel hinnorna, vid eller efter tvättning. Skadorna kan både leda till att bakterier tränger igenom skalet och till vattenförlust i ägget.

I Sverige har det sedan länge funnit etablerade och fungerande äggtvättningssystem av klass A-ägg och svenska äggpackerier får därför enligt samma förordning fortsätta med äggtvätt under förutsättning att det sker under väl kontrollerade former och att det finns regler/riktlinjer för äggtvättningssystem.

Sedan 2007 finns det svenska nationella riktlinjer för hur ägg ska tvättas². Dessa är dock utformade på ett sätt att kontrollpersonal har svårt att avgöra om de följs eller inte. Dessutom framgår det inte tydligt vilka steg i äggtvättningsprocessen som är kritiska för livsmedelssäkerheten. Det finns därför ett behov att ta fram en nationell föreskrift som bland annat tydligt anger vilka krav som ställs på äggtvättningsprocessen och som även gör det tydligt att ägg av klass A får tvättas vid svenska äggpackerier.

Kontrollavdelningen/GS har begärt hjälp av RN avdelningen med att ta fram ett vetenskapligt underlag för de faror som kan förekomma vid industriell tvättning av ägg. Underlaget ska dels användas av kontrollavdelningens personal vid granskning av äggpackeriernas HACCP-system för äggtvätt, dels fungera som grund inför en eventuell ändring av nationella regler för äggtvätt.

Underlaget ska besvara följande frågeställningar:

1. Vilka faror (biologiska och kemiska) aktualiseras vid industriell tvättning av ägg? Specificera var de förekommer i produktionsprocessen.
2. Hur kan farorna graderas vetenskapligt med hänsyn tagen till sannolikheten att faran introduceras in i ägget i samband med tvätt av ägg samt allvarligheten hos faran?
3. Hur kan de olika farorna styras eller minimeras till en acceptabel nivå vid de olika stegen i processen?
4. Vilka processer/hanteringssteg som framgår av branschriktlinjen innefattar kritiska steg i processen med avseende på faror och bör ingå i en eventuell föreskriftsändring?

¹ Kommissionens förordning (EG) nr 589/2008 om tillämpningsföreskrifter för rådets förordning (EG) nr 1234/2007 när det gäller handelsnormerna för ägg

² [Branschvägledning Tvättning av ägg, Svenska Ägg](#)

Tillvägagångssätt

Underlag till uppdraget har tagits fram genom:

- Sökning i PubMed, söksträngar: egg* AND wash*; prevalence AND egg* AND pathogen*; staphylococcus AND egg*; bacillus AND egg*; listeria AND egg*; campylobacter AND egg; dose-response AND salmonella
- Sökning i FSTA, söksträngar: egg* AND wash* AND chemicals; äggtvätt* AND kemiska ämnen*
- Sökning i Google, söksträngar: äggtvätt AND tvättmedel; äggtvätt AND torkmedel
- Genomgång av EFSA-yttranden och rapporter, facklitteratur, rapporter, säkerhetsdatablad och webbplatser
- Personlig kommunikation med experter från SVA, Jordbruksverket och Svenska Lantägg
- Studiebesök på äggpackeri med tvättanläggning

När uppgifter om svenska förhållanden saknats har data hämtats från undersökningar i andra länder. I frågeställningen efterfrågas vilka mikrobiologiska faror som kan vara aktuella vid de olika stegen. Då tvättning av ägg i hög grad även har en påverkan på förskämning, så har detta i viss mån också beaktats i svaret.

Avgränsningar

Ägg som förorenas med mikroorganismer direkt inuti ägget behandlas inte eftersom äggtvätt inte har någon påverkan på den typen av förorening. Någon fullständig riskvärdering av hälsoeffekter orsakade av tvätt-kemikalier kan inte göras eftersom det saknas exponeringsdata för tvätt-kemikalier på äggskalet.

Faroidentifiering

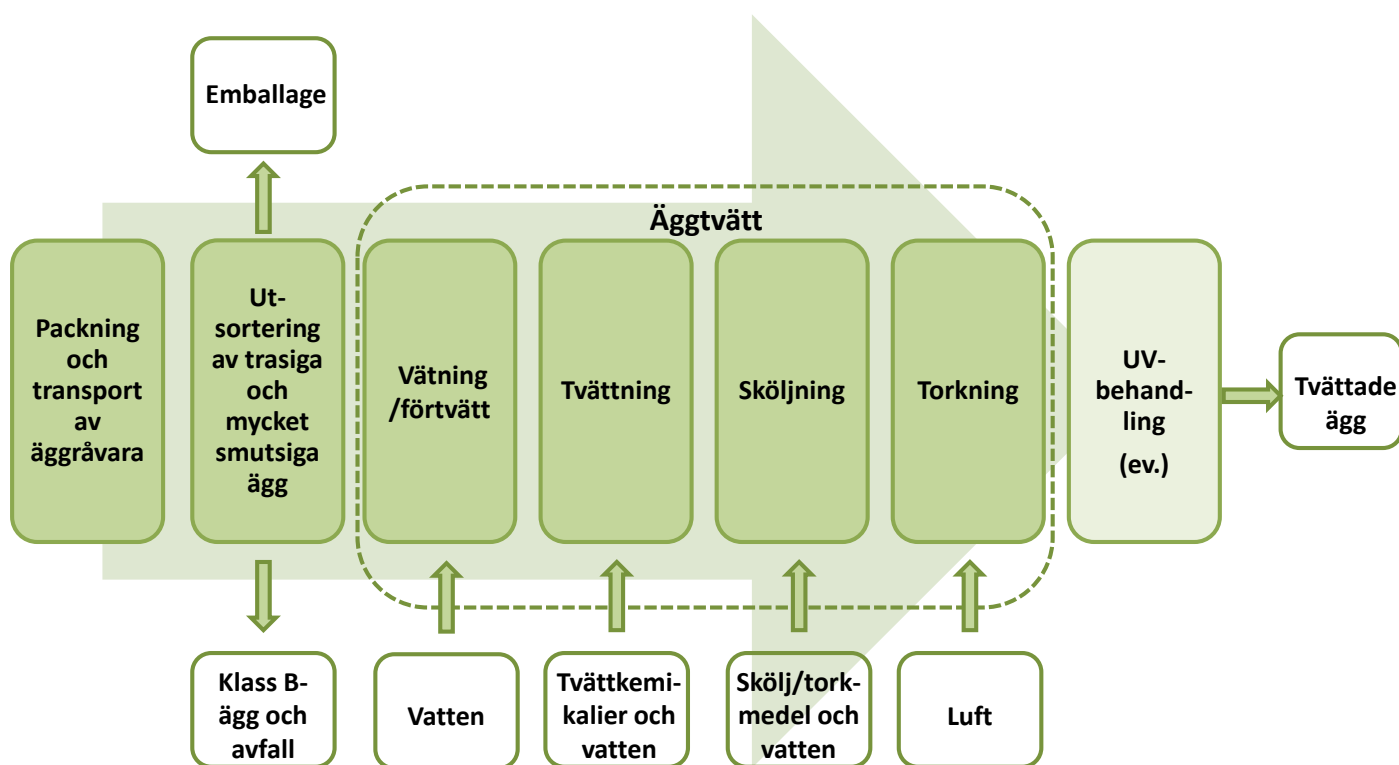
Äggskalets struktur och inbyggda försvarsmekanismer

Äggskalet ska skydda det växande kycklingembryot mot invaderande mikroorganismer. På skalets insida mot äggvitan finns hinnor som bildar en fin väv av fibrer och utgör ett mekaniskt skydd. Hinnans kärna består av proteiner och ytterdelarna av kolhydrater (EFSA 2005). Äggskalet är uppbyggt av ett biokeramiskt kalciumrikt material i flera lager. Det är perforerat med cirka 6000 - 10000 olika djupa porer, som i genomsnitt är 11.9 µm i diameter. Alla porer går dock inte rakt genom skalet in i själva ägget. Antalet porer på ett ägg ökar när hönan blir äldre, men diametern förblir densamma (Lundby and Grahek 2000; De Reu, Grijspeerdt et al. 2006). Äggskalet har en rad inbyggda försvarsmekanismer mot invaderande mikroorganismer och den viktigaste yttre är kutikulan, som är ett vattenavvisande tunt vaxskikt ytterst på skalet. Kutikulan förhindrar uttorkning och skyddar ägget mekaniskt mot att mikroorganismer tränger in i skalets mikroskopiska porer. Kutikulan är ca 0.5 till 12.8 µm tjock och består av ett komplex av proteiner, fett samt kolhydrater. Den bildas i hönans skalkörtel (äggledarens nedersta del) och lägger sig runt ägget strax innan det värps. På ett nyvärt ägg är kutikulan fuktig och kan lätt förorenas, men den torkar på några minuter och blir då mer motståndskraftig (Lundby and Grahek 2000; Rodriguez-Navarro, Kalin et al. 2002; Nilsson Edenfur 2014). Det går inte att med ögat avgöra om kutikulan är skadad och för att minimera risken för mikroorganismer att tränga genom äggskalet måste ägg hanteras mycket varsamt. Hönans förmåga att syntetisera kutikula-materialet varierar med näringstillgång, djurhållning och försämras med ålder. Således ökar risken för ojämnhättad kutikula ju äldre hönan är. Den vanligaste orsaken till att bakterier kommer in i ägget är defekter på skalet. Har dock

äggskalet rätt tjocklek (ca 0,3 mm) och om kutikulan är hel, så minimerar det tillsammans med äggskalets antibakteriella proteiner att bakterier tränger in i ägget (EFSA 2005).

Äggtvättprocessen

De ingående stegen som enligt svenska branschriktlinjer för äggpackerier ska ingå vid industriell tvättning av svenska klass-A ägg framgår av figur 1. Mindre avvikelser kan förekomma. Utöver själva tvättprocessen ingår även transport/packning av äggen samt bortsortering av skadade/mycket smutsiga ägg (Figur 1). Själva äggtvätten består av vätning, tvättning och sköljning som följs av torkning. På vissa anläggningar UV-behandlas äggen efter torkning. Äggen förflyttas på ett transportband mellan de olika tvätt-momenten. (Hutchison, Gittins et al. 2003; EFSA 2005; Svenskaägg 2007). Det har inte kunnat påvisas att längden på tvätten påverkar förekomst av Salmonella varken på eller i ägget (Hutchison, Gittins et al. 2004). Det är viktigt att vattentemperaturen under hela tvättprocessen är varmare än äggen. När ägget kyls ner, drar ägginnehållet ihop sig och det uppstår ett inåtgående sug, vilket kan dra med sig oönskade mikroorganismer in i ägget (Hutchison, Gittins et al. 2003).



Figur 1. Schematisk beskrivning över de steg som ingår i processen för industriell tvättning av ägg (modifierad efter Svenska ägg 2007).

Vätning/förtvätt

För att mjuka upp skräp och avföringsrester som kan finnas på äggskalet, är det vanligt att äggen fuktas med en mild stråle ljummet vatten (ca 40 °C) precis innan själva tvätten. Bäst effekt fås om fukten tillåts tränga genom smutsen under några minuter, men i praktiken är tiden mellan vätning och tvätt bara några sekunder (Hutchison, Gittins et al. 2003).

Tvättning

Under tvätten sprayas äggen med en stark stråle varmt (oftast 40-45 °C) vatten blandat med en tvättkemikalie av något slag. Ibland finns även roterande mjuka borstar som bidrar till att mekaniskt ta bort smutsen. Transportbandet gör så att äggen hela tiden snurrar under processen och möjliggör att hela äggskalet utsätts för vattenstrålarna.

Sköljning

Efter tvätt-steget sköljs äggen med varmt vatten (ett par grader varmare än tvättvattnet) för att få bort både rengöringsrester och löst skräp som ligger kvar på äggen efter tvätten. Ibland tillsätts skölj-eller torkmedel för att äggen ska torka snabbare.

Torkning

Äggen torkas i direkt anslutning till tvättning och sköljning. Det görs genom att varm luft med högt flöde blåses över äggen samtidigt som de rullar framåt på transportbandet. En del anläggningar har även mycket mjuka borstar som torkar äggen. En mjuk luftström genom borstarna håller dem torra. I praktiken är det dock vanligt att torkningsprocessen är otillräcklig (EFSA 2005).

De kritiska momenten är att:

- Tvätta äggen så fort som möjligt efter värpning eftersom mikroorganismer lättare kan tränga igenom skalet på äldre ägg.
- Sortera bort kraftigt gödslade och trasiga ägg för att tvättvattnet inte ska förorenas med mikroorganismer, få skumbildning (av äggproteinerna) och att tvättkemikaliernas rengörande effekt inte minskas.
- Vattnet under alla tvättsteg (vättning, tvättning, sköljning) måste vara minst 11 °C varmare än äggen. Om ägginnehållet kyls ner under tvätten dras det ihop och bildar ett undertryck som drar eventuella mikroorganismer på skalet in till ägget.
- Vattnet ska vara av dricksvattenkvalitet.
- Järnhalten ska vara under 2 ppm.
- Tvättkemikalierna får inte finnas kvar på äggskalet och får inte ha någon skadlig effekt på kutikula, hälsa och miljö.
- Torkningen ska ske direkt efter sköljning. Äggen ska bli fullständigt torra eftersom restfukt kan utgöra grogrund för mikrobiell tillväxt utanpå och innanför äggskalet.

(EFSA 2005)

Mikrobiell förorening på ägg

Äggskalet kan förorenas av både förskämmande eller sjukdomsframkallande mikroorganismer. Vid värpning passerar ägget hönans kloak. Kloaken innehåller tarmbakterier eftersom den är gemensam för både äggledare och tarm. Det är därför vanligt att det finns avföring på det nylagda ägget. Äggskalet kan även förorenas med mikroorganismer som kommer från strö i redet, damm, foder samt packmaterial. Därutöver bidrar även människor som hanterar äggen och andra djur till att äggskalet kan förorenas (EFSA 2005).

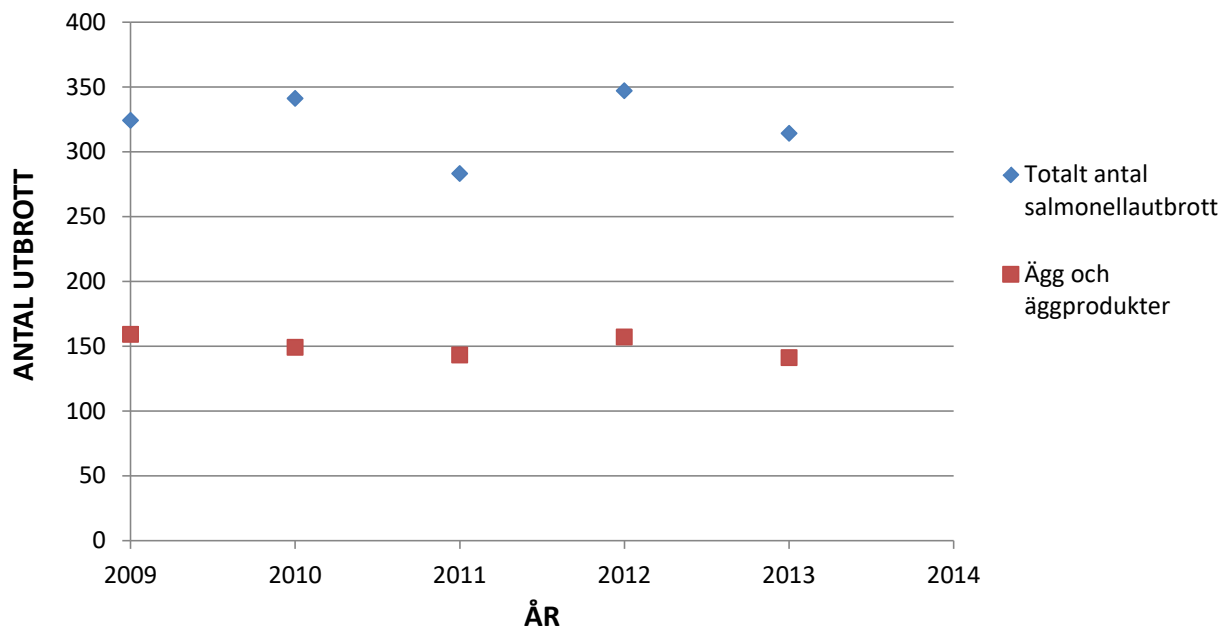
De mikroorganismer som kan förorena den yttre delen av äggskalet domineras av Gram-positiva arter som *Micrococcus* och *Arthrobacter*. Däremot så förorenas insidan främst av Gram-negativa bakterier som till exempel arter inom familjen *Enterobacteriaceae*, främst *Escherichia coli*, samt bakteriesläktena *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Pseudomonas* (Musgrove, Jones et al. 2004; EFSA 2014a).

Salmonella

Den viktigaste mikrobiologiska faran på och i ägg är arten *Salmonella enterica* (benämns fortsättningsvis *Salmonella*). Inom Europeiska unionen (EU) utgör just ägg och äggprodukter en stor andel av de livsmedelstyper som kopplas till utbrott av salmonellainfektion. Antalet rapporterade salmonella-utbrott har visserligen minskat markant inom EU mellan 2008 till 2013, men den enskilt viktigaste källan har alltså varit ägg och äggprodukter (EFSA and ECDC 2015). Mellan åren 2009 - 2013 rapporterades inom EU samt Norge och Schweiz

sammanlagt 709 bekräftade livsmedelsburna salmonellautbrott kopplade till konsumtion av ägg och äggprodukter. Det var sammanlagt 44 procent av samtliga salmonellautbrott (EFSA and ECDC 2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015) (Figur 2). Data på totalt antal fall framgår inte av rapporterna.

Under samma period rapporterades inga äggrelaterade salmonellautbrott i Sverige (Lindblad, Karnehed et al. 2010; Lindblad, Sjölund et al. 2012a; Lindblad, Sjölund et al. 2012b; Sjölund, Lindblad et al. 2013; Sjölund, Lindblad et al. 2014).



Figur 2. Totalt antal salmonellautbrott och totalt antal salmonellautbrott kopplat till ägg och äggprodukter inom EU mellan 2009 och 2013 (EFSA and ECDC 2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015).

Serotypen *Salmonella Enteritidis* är utan konkurrens den vanligaste serotypen som orsakar salmonellautbrott i ägg och äggprodukter. Den näst vanligaste enskilda serotypen är *Salmonella Typhimurium* och därefter har även utbrott av flera andra, icke specificerade, serotyper rapporterats (Figur 2) (2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015).

Andra mikrobiologiska faror

Även om *Salmonella* orsakar de flesta äggrelaterade utbrotten så kan ägg och äggprodukter också förorenas av andra mikrobiologiska agens. Till exempel så har enstaka äggrelaterade utbrott med stark evidens orsakats stafylokockenterotoxin, *Bacillus*-toxin och Calicivirus (EFSA and ECDC 2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015) (Figur 3).

Bacillus cereus grupp

Sporer av arter som tillhör *Bacillus cereus* grupp är värmetåliga även om graden varierar något mellan olika stammar. Arter tillhörande *B. cereus* grupp finns naturligt i vatten, jord, gödsel och växtmaterial. Därför har de även påvisats på äggskal i primärproduktionen (Kone, Jan et al. 2013).

Staphylococcus aureus och dess toxiner

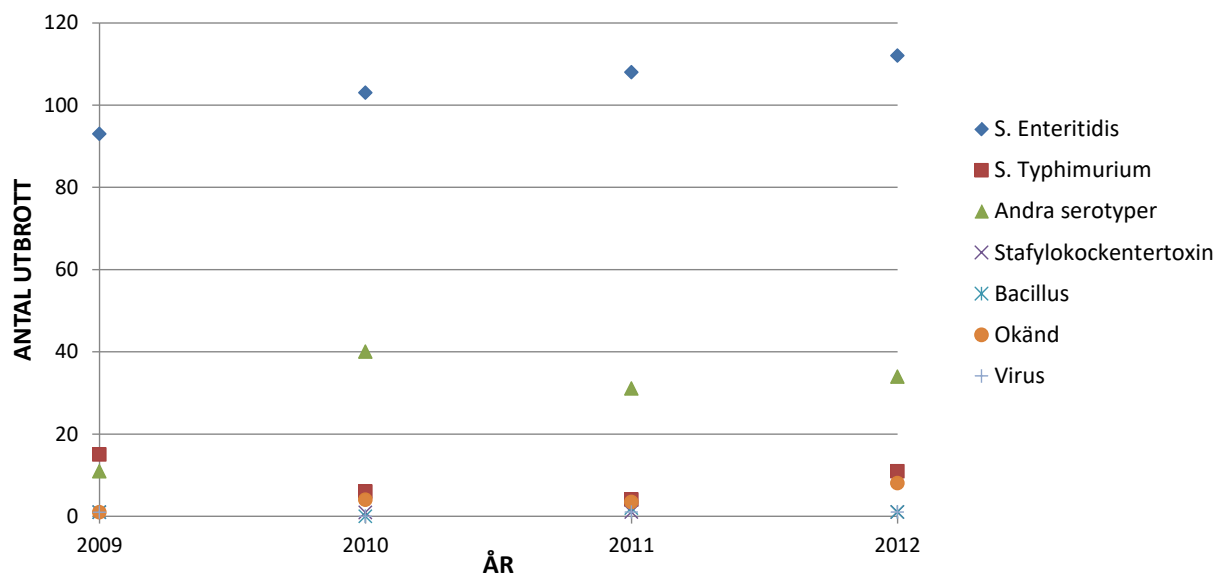
Staphylococcus aureus förekommer överallt och kan bland annat isoleras från näsa, hal, hud, sår från människor och varmblodiga djur. Ungefär 30-50 procent av befolkningen är bärare av bakterien. Vissa stammar kan producera stafylokockenterotoxin när de växer i livsmedel, vilket kan leda till matförgiftningar om tillräckligt stora mängder bildas (Le Loir, Baron et al. 2003). Bakterien överlever inte värmebehandling, men toxinet är mycket värmetåligt och kan skapa problem i ätfärdiga produkter. I ett livsmedel där *S. aureus* tillåts växa och bilda enterotoxin före värmebehandlingen kan alltså bakterien vara borta, men toxinet fortfarande vara aktivt. Jämfört med andra icke-sporbildande bakterier, så tål *S. aureus* uttorkning mycket bra och kan föröka sig under betingelser med mycket lite tillgång till vatten (vattenaktivitet 0,83).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes har identifierats som en potentiell fara på ägg. Den är en omgivningsbakterie som har isolerats från olika miljöer som till exempel vatten, jord, växtmaterial, avlopp, ensilage och avföring från människor och djur. Undersökningar av bakteriens förmåga att tränga genom äggskallet saknas. Inga äggrelaterade listeria-utbrott har rapporterats inom EU under perioden 2009-2013, vilket tyder på att det inte är vanligt (Figur 2) (Jones and Musgrove 2007; Rivoal, Queguiner et al. 2010; Jones, Anderson et al. 2012; EFSA 2014a).

Campylobacter

Även *Campylobacter* har identifierats som en potentiell fara på ägg. *Campylobacter* är de särskilt anpassade till ett liv i tarmen hos däggdjur och vilda och tama fåglar. *Campylobacter* är vanliga i fjäderfä. Därför finns de även på äggskal och har isolerats i avföring från värphöns samt från omgivningen i värphönsbesättningar (Lee and Newell 2006; Sulonen, Karenlampi et al. 2007; Jones, Anderson et al. 2012). Bakterien överlever dock endast några timmar i färsk avföring och på äggskal (Sahin, Kobalka et al. 2003; Ahmed, Schulz et al. 2013). Undersökningar har visat att *Campylobacter* i enstaka fall kan tränga genom äggskallet, men den överlever endast några få timmar inuti ägget (Messelhauser, Tharigen et al. 2011; Fonseca, Beletti et al. 2014).



Figur 3. Olika agens som orsakat livsmedelsburna utbrott i ägg och äggprodukter inom EU under perioden 2009- 2012 (EFSA and ECDC 2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015).

Kemiska faror

Vid äggtvätt används olika rengöringsmedel. För närvarande finns inget nationellt godkännande av vilka produkter som får användas vid tvätt och sköljning av ägg. Risken med de medel som används är att de skulle kunna skada kutikulan och därigenom bidra till att mikrobiologiska agens lättare kommer in i ägget. Om sköljning av ägget efter tvättsteget inte sker på rätt sätt så kan kemiska rengörings- eller sköljmedel förorena ägget på utsidan och därigenom hamna i äggsmeten när ägget knäcks. Det är vanligt att skal hamnar i äggsmeten då man knäcker ägget mot en kant.

De substanser som används vid ägg-tvätt skulle kunna orsaka hälsoeffekter hos konsumenten. En genomgång av de substanser som bland annat används i Sverige har gjorts, men det är inte någon fullständig lista eftersom godkännande-process bilagasaknas (Bilaga 1). Enligt de uppgifter vi hittat är kaliumhydroxid, natriumhydroxid, klor och natriumhypoklorit de vanligaste substanserna som används vid ägg-tvätt i Sverige. Eventuellt förekommer användning av mjölksyra och ättiksyra. Det enda torkmedel som vi vet används i Sverige är isopropylalkohol.

Exponeringsdata på äggskal samt andra studier (till exempel toxikologi och kinetik) som krävs för att göra en fullständig riskvärdering saknas. I Bilaga 1 anges dels substansernas effekt på kutikulan vid de koncentrationer som angetts i de studier som vi hittat, dels även gränsvärden om det finns för annan användning vid desinfektion, till exempel för dricksvatten.

Farokaraktärisering

Salmonella

Salmonella ger sjukdom hos människor och djur. De flesta serotyper är att betrakta som mer eller mindre potentiellt patogena även om virulensen mellan serotyperna varierar. Salmonella är tålig mot uttorkning och kan överleva flera månader i torkad avföring och strö (Kapperud 2007; Adams and Moss 2008). Den vanligaste formen av salmonella-infektion är lokal tarminfektion som varar upp till en vecka och kännetecknas av diarré, magsmärtor, illamående, frossa, uttorkning och huvudvärk. Känsliga personer som spädbarn och äldre kan få allvarigare symtom. Dödligheten är mindre än 1 procent, men kan vara högre hos äldre personer. Inkubationstiden varierar mellan 6 till 48 timmar, vanligast är dock 12 till 36 timmar (Kapperud 2007; Lawley, Curtis et al. 2012a).

Infektionsdosen varierar kraftigt och beror på faktorer som till exempel vem som drabbas, typ av livsmedel och serotyp. Hos små barn och äldre kan infektionsdosen vara så låg som 10-100 bakterier. Om Salmonella finns i livsmedel med högt fettinnehåll krävs vanligtvis lägre antal bakterier för att ge sjukdom, annars är den generella uppfattningen att det behövs mellan 10^5 - 10^6 celler för att ge sjukdom (Lawley, Curtis et al. 2012a). Dos-respons modeller för Salmonella är baserade både på så kallade volontärstudier och på utbrottsdata (WHO 2002). Även om det kan vara stor osäkerhet i dos-responsmodeller baserade på utbrottsdata anses dessa ändå ha ett större värde eftersom data från volontärförsök kan underskatta risken då de baseras på respons i friska individer (WHO 2002; Teunis, Kasuga et al. 2010). I en dos-responsmodell gjord på utbrottsdata av olika serotyper visade att det var 50 procents sannolikhet för i övrigt friska personer att bli sjuka av livsmedel som innehöll cirka 40 – 60 bakterier beroende på serotyp (Teunis, Kasuga et al. 2010). Motsvarande siffra i en modell av USDA-FSIS var drygt 100-1000 bakterier (USDA-FSIS 1998). En annan studie visade på stora variationer beroende på serotyp, livsmedel, extra känsliga och i övrigt friska personer. Studien föreslår också att finns en viss immunitet för infektion bland normalbefolkningen, men inte hos känsliga personer (Bollaerts, Aerts et al. 2008).

Andra mikrobiologiska faror

Bacillus cereus grupp

Vissa stammar av *B. cereus* grupp kan producera enterotoxiner. Det finns två toxintyper, ett värmetåligt som ger kräkningar och ett värmekänsligt som ger diarré. Kräktoxinet är värmetåligt och bildas när *B. cereus* grupp förökar sig i livsmedlet. Förgiftning kännetecknas av ett plötsligt insjuknande med kräkningar, illamående och ibland magkramper och diarré. Inkubationstiden är mellan 0,5 och 6 timmar och varar upp till ett dygn. Diarrétoxinet är värmekänsligt och bildas antingen i livsmedlet eller när bakterien kommer ner till tunntarmen. Inkubationstiden varierar mellan 6 och 24 timmar och varar upp till ett dygn. Typiska symtom är vattniga diarréer, magsmärtor, magkramper, illamående samt i vissa fall kräkningar. I livsmedel där värmebehandling har dödat konkurrerande flora till fördel för *Bacillus*-sporer kan det bli problem med tillväxt och toxinbildning. Det gäller särskilt i de fall livsmedlet förvarats i för bakterien gynnsamma temperaturförhållanden.

För att sjukdomsframkallande halter av toxin ska bildas gäller för båda toxinvarianterna att bakterien behöver föröka sig till höga halter i ett livsmedel (över 10^5 bakterier per gram) (Lawley, Curtis et al. 2012b).

Staphylococcus aureus och dess toxiner

När vissa stammar av *S. aureus* förökar sig i livsmedel kan de producera stafylokockenterotoxiner vilket kan orsaka matförgiftning om tillräckligt mycket bildas. Toxinerna är värmetåliga och bryts inte ner vid värmebehandling även om bakterierna dör. Förgiftning av stafylokockenterotoxin kännetecknas av ett dramatiskt förlopp med illamående, kräkningar, diarré, huvudvärk och blodtrycksfall. Symtom visar sig mellan 1 och 8 timmar efter intag av mat som innehåller toxinet. Vanligtvis är förloppet över efter ett till två dygn (Rørvik and Granum 2007).

Vid matförgiftningsutbrott orsakade av stafylokockenterotoxin har halter av *S. aureus* över ca 10^5 bakterier per gram påvisats i det aktuella livsmedlet (Kerouanton, Hennekinne et al. 2007).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes orsakar en av allvarligaste livsmedelsburna infektionerna med en dödlighet mellan 20 – 30 procent. Sjukdomen är ovanlig, men personer som tillhör någon högriskgrupp för listeriainfektion är extra mottagliga eftersom deras kroppsegna immunförsvar inte kan inaktivera bakterien. Till högriskgrupper räknas gravida och nyfödda barn (< 1 månad), äldre och personer som av olika anledningar har nedsatt immunförsvar till exempel på grund av sjukdom, medicinering etc (Rørvik 2007). Inkubationstiden kan variera mellan 1 till 90 dagar och symtom varierar beroende på vem som drabbas. Gravida kan vara helt symtomfria eller få milda influensaliknande symtom. Däremot är listeriainfektion under graviditet ett allvarligt hot mot det ofödda barnet där en tredjedel av infektionerna leder att fostret dör. Nyfödda barn och vuxna, icke-gravida personer med listeriainfektion får vanligtvis blodförgiftning och/eller hjärnhinneinflammation (Allerberger and Wagner 2010).

Infektionsdosen beror på motståndskraften hos den person som drabbas, men också på den aktuella stammen. I livsmedel som kopplats samman med sjukdom har halter över 100 bakterier per gram påvisats (Chen, Ross et al. 2003).

Campylobacter

*Campylobacter*infektion kännetecknas av kraftiga, ibland blodiga diarréer, illamående, huvudvärk, feber och magsmärtor. Kräkningar förekommer ibland. Inkubationstiden är oftast mellan 2-5 dagar efter infektion. Sjukdomen är självläkande och varar normalt upp till en vecka. I ovanliga fall uppstår komplikationer i form av led- eller nervbesvär.

Mycket tyder på att infektionsdosen är så låg som mellan 500 till 1000 bakterier, vilket innebär att bakterien inte behöver föröka sig i livsmedel för att kunna leda till sjukdom (Kapperud 2007; Lawley, Curtis et al. 2012c).

Kemiska faror

I Bilaga 1 anges dels substanser som inte skadar kutikulan, dels substanser som inte är lämpliga att användas för äggtvätt för att de orsakar skador på äggen (natriumkarbonat, kvartenära ammoniumföreningar, cetylpyridin, trinatriumfosfat, nonylfenol etoxylat). En substans, nonylfenoletoxylat, har endokrinstörande effekter får därför inte användas enligt direktiv 2003/53/EC³. En annan substans, kalium- och natriumtripolyfosfat, innehåller fosfor och ska därför begränsas ur miljösynpunkt. En del ämnen som används vid äggtvätt används

³ Directive 2003/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2003 amending for the 26th time Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations (nonylphenol, nonylphenol ethoxylate and cement) (Text with EEA relevance)

även inom andra områden, till exempel för desinfektion av dricksvatten, grönsaker och djurkroppar. EFSA har utvärderat några av dessa substanser och resultatet redovisas kortfattat i Bilaga 1.

Exponeringsuppskattning

Salmonella

Temperatur och pH intervall för växt av Salmonella framgår av tabell 1. Vissa serotyper är mer värmetåliga än andra, men alla dör vid normal pastörisering (72 °C i 15 s) eller motsvarande). Den lägsta vattenaktiviteten för tillväxt är 0,93. Trots att tillväxt inte sker i kyl, torka, och vid låga pH-värden kan Salmonella överleva under en tid. På torra livsmedel kan den till exempel överleva i flera månader.

Tabell 1. Temperatur och pH-intervall för växt av Salmonella (Lawley, Curtis et al. 2012a)

Faktor	Minimum	Optimum	Maximum
Temperatur	7	37	48
pH	5,4 ^b	6,5-7,5	9,5

^aÄttiksyra, lägre pH-minimum i HCl.

Andra mikrobiologiska faror som kan förekomma på ägg

Bacillus cereus grupp

Bacillus cereus kan växa mellan 5 och 55 °C, men förökningen är snabbast mellan ca 28 och 35 °C (Adams and Moss 2008). Proteinet ovotransferrin, som finns i äggvitan har visat sig ha en bakteriedödande effekt på stammar inom *B. cereus* grupp (Baron, Jan et al. 2014). Andra studier har visat att arter inom *B. cereus* grupp som isolerats från flytande pastöriserade heläggs-produkter mycket väl kan växa i flytande ägg. Bakterierna leder då främst till förskämning, men diarrétoxinet kan produceras om de flytande ägg förvaras vid temperaturoptimum runt 30 °C (Techer, Baron et al. 2014).

Staphylococcus aureus och dess toxiner

Staphylococcus aureus växer mellan 7 och 48 °C, men den förökar sig snabbast sker runt 37 °C. Stafylokockenterotoxin kan produceras mellan 10 och 45 °C (Adams and Moss 2008). Erfarenheter från utbrott har visat att det krävs cirka 20-100 nanogram av toxinet för att ge symtom (Asao, Kumeda et al. 2003). *Staphylococcus aureus* kan växa i äggprodukter. I samband med ett japanskt utbrott av stafylokockförgiftning orsakad av en färdiglagad ägggröra, påvisades 20-40 nanogram stafylokockenterotoxin A per gram livsmedel och halter av *S. aureus* på cirka $3 \cdot 10^9$ per gram. Den troligaste orsaken till utbrottet var att ägggröran förorenats med *S. aureus* efter tillagning och att den sedan en varm dag förvarats flera timmar utan kyla (Miwa, Kawamura et al. 2001).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes kan växa mellan 42 och ner till 0 °C, men förökningen sker mycket långsamt i kyltemperatur. Den kan föröka sig i både närvaro och frånvaro av syre samt i salthalter upp till 10 procent (Adams and Moss 2008). Bakterien har påvisats både på äggskal och i omgivningsprover på värphönsgårdar och kan överleva i tvättvattnet från äggtvätt (Laird, Bartlett et al. 1991). I en studie isolerades *L. monocytogenes* i ca 15 procent av 200 franska hönsgårdar (Chemaly, Toquin et al. 2008). Närvaro av andra husdjur bland värphöns ökade förekomsten av bakterien (Aury, Le Bouquin et al. 2011). En annan studie som

undersökte förekomsten i opastöriserade flytande ägg på äggproduktanläggningar fann bakterien i 17 procent av 144 äggprov (Rivoal, Queguiner et al. 2010).

Campylobacter

Campylobacter är termofila, vilket innebär att de växer som bäst vid 42 °C, men inte under 30 °C. De är även mikroaerofila, vilket betyder att de bara kan föröka sig gassammansättningar med 5 - 6 procent syre och 10 procent koldioxid. Utanför tarmen är överlevnaden dålig, de är mycket känsliga för uttorkning och överlever dåligt i rumstemperatur. Däremot kan överlevnaden i 4-gradigt vatten uppgå till fyra månader (Wallace 1997).

Äggkonsumtion i EU och Sverige

Under 2013 konsumerades över 100 miljarder ägg i EU (EFSA and ECDC 2015). I Sverige har konsumtionen ökat stadigt varje år sedan 2005 och under 2013 konsumerades i genomsnitt 222 ägg per person. Av dessa var 175 ägg som skalades och äts medan resterande hamnade i olika maträtter (Lannhard Öberg and Lukkarinen 2014; Svenskaägg 2015). Totalt motsvarar det en svensk äggkonsumtion på 2,1 miljarder ägg per år. Andelen svenskproducerade ägg uppgick till 92,6 procent, vilket var en svag ökning jämfört med 2012. Knappt hälften av de importerade äggen, 47 procent, kommer från övriga Norden, därutöver står Polen och Tyskland för 21 respektive 13 procent av importen (Lannhard Öberg and Lukkarinen 2014).

Värphöns i Sverige

År 2013 fanns cirka 7 miljoner värphöns i Sverige. Hönsbesättningarna blir större och större och samma år fanns cirka 5,4 miljoner värphöns på gårdar med besättningar över 20 000 individer (Secher 2013). Förekomst av *Salmonella* anges för värphönsflockar och en besättning kan bestå av flera flockar. Flockarna kan bestå av olika antal djur och i Sverige finns ingen borte gräns för hur stor en flock kan bli (Odén 2015). Därför är det inte möjligt att beräkna andelen av den totala mängden höns som bär på *Salmonella*.

Förekomst av *Salmonella* i ägg, i EU och i Sverige

Salmonella på och i ägg övervakas kontinuerligt inom EU och flera medlemsländer rapporterar årligen sina resultat till EFSA. Av de 16 medlemsländer som rapporterade för salmonellaförekomst i ägg under 2012 var andelen positiva ägg 0,1 procent. Av de 13 länder som rapporterade under 2013 var andelen 0,05 procent (EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015). Trots låg förekomst av *Salmonella* i ägg, så har ägg varit den viktigaste källan till livsmedelsburna salmonella-utbrott under flera år (EFSA and ECDC 2011; EFSA and ECDC 2012; EFSA and ECDC 2013; EFSA and ECDC 2014; EFSA and ECDC 2015). Det beror främst på att det äts så oerhört många ägg i kombination med att ägg ofta inte upphettas tillräckligt för att avdöda *Salmonella* innan de äts. Det gäller till exempel löskokta/stekta ägg, men även att ägg finns många rätter som inte alls värmebehandlas, till exempel majonnäs och efterrätter av olika slag (EFSA 2014a; EFSA 2014b).

Förekomst av *Salmonella* i Sverige övervakas både bland både värphöns och slaktkycklingar (SVA 2009; SVA 2010; SVA 2011; SVA 2012; SVA 2013). Förekomsten av *Salmonella* hos svenska värphöns är låg och därför utförs ingen kontroll på svenska ägg. Mellan åren 2010 och 2013 rapporterades endast ett fåtal flockar positiva för *Salmonella* (tabell 2). Det är också väldigt ovanligt med *S. Enteritidis* i svenska värphönsflockar. Sedan 1995 har till exempel *S. Enteritidis* endast påvisats från fyra besättningar, år 1995, 1999, 2003 och 2005 (Lahti 2015).

Tabell 2. Antalet salmonellasmittade värphönsflockar i Sverige mellan 2010 och 2013. De salmonellasmittade flockarna under 2013 var från samma anläggning, en stor uppfödare med flera smittade flockar (SVA 2009-2013; E. Lahti, 2015).

År	Antal smittade värphönsflockar	Antal värphönsflockar	Serotyp
2010	2	614	S. Livingstone
2011	0	629	
2012	2	626	S. Livingstone
2013	7	636	S. Typhimurium

Förekomst av andra biologiska faror i ägg

Bacillus cereus grupp

Svenska data på förekomst av *B. cereus* grupp på ägg och i värphöns saknas. *Bacillus* förekommer bland värphönsbesättningar. I en fransk studie som undersökt förekomst av arter inom *Bacillus cereus* grupp i 50 olika hönsbesättningar påvisades totalt mesofila *Bacillus cereus* grupp hos knappt hälften (47 procent) av gårdarna och psykrotrofa (köldtåliga) i 10 procent. Andelen positiva ägg var 13 och ca 2 procent för mesofila respektive psykrotrofa *Bacillus cereus* grupp (Kone, Jan et al. 2013).

Staphylococcus aureus

Svenska förekomstdata av *S. aureus* på ägg och i värphöns saknas, men två polska studier rapporterar att bakterien förekommer både på och inuti ägg. I den ena studien påvisades *S. aureus* i 17,1 procent av 90 ägg (Pyzik and Marek 2013). Drygt hälften av dessa, 55 procent, isolerades från skalet, medan resterande isolerades från äggula och äggvita. I den andra studien påvisades *S. aureus* i cirka 46 procent av 1125 ägg (Stepien-Pysniak, Marek et al. 2009). Cirka 59 procent av de positiva proven påvisades från skalet och 39 procent från äggulan. Endast 2,5 procent isolerades från äggvitan.

Listeria monocytogenes

Det finns inget aktivt övervakningssystem för förekomst av *L. monocytogenes* i svenska livsmedelproducerande djur. Därför saknas data över förekomst i både svenska värphöns och ägg. Bakterien förekommer dock i stallmiljön. I två franska undersökningar påvisades *L. monocytogenes* i cirka 30 och 15 procent av värphönsflockarna (Chemaly, Toquin et al. 2008; Rivoal, Queguiner et al. 2010).

Campylobacter

Förekomst av *Campylobacter* i slaktkycklingproduktionen övervakas kontinuerligt i Sverige, men systematiska studier på förekomst bland värphöns saknas (SVA 2009; SVA 2010; SVA 2011; SVA 2012; SVA 2013; Ohlsson Engvall 2015). Det råder diskussion om hur stor betydelse *Campylobacter*-förorenade äggskal har för spridning in till ägget. Cox et al har visat att bakterien kan förorena både skal, inre membran och äggvita. Fukt på skalytan och temperaturgradient mellan äggets in- och utsida ger bakterien draghjälp att penetrera äggskalet (Cox, Richardson et al. 2012). I en holländsk studie från 1996, vars syfte var att ta reda på om *Campylobacter* kan överföras mellan höna och ägg, undersöktes dess förekomst i värphönsflockar och deras ägg. Resultaten visade på att även om bakterien fanns i hönsflocken, så var förekomst på äggskal ovanligt, endast 1,7 procent på skalet av 179 ägg och inga i 219 äggulor (Jacobs-Reitsma 1996). En förklaring var att *Campylobacter* inte överlever i den torra miljön som äggskalet erbjuder. Liknande resultat har även rapporterats

av Doyle (1984). Av 226 ägg från hönor som utsöndrade *Campylobacter* i sin avföring, isolerades bakterien från ytan på endast två äggskal, i enstaka fall av de inre och yttre membranen, men inte från något ägginnehåll.

Kemiska faror

Konsumentens exponering för tvätt-kemikalier som används vid äggtvätt baseras på ett intags-scenario där all substans som finns i tvättvattnet fastnar på skalytan och att allt detta förorenar ägginnehållet. I litteraturen anges att 10,6 liter vatten går åt till att tvätta ca 360 ägg. Det medför att ett ägg utsätts för ca 30 ml vatten (Northcutt 2005a). Några svenska värden för hur mycket tvättmedel ett ägg kan utsättas för har inte hittats.

Om en viss tvätt-kemikalie sätts till vattnet i en koncentration av 200 milligram per liter så innebär det att ytan på ett ägg kan exponeras för 6 milligram av substansen. Uppmätning av resthalter av tvätt-kemikalier på ägg som tvättats har inte kunnat hittas.

I Sverige, (Riksmaten – vuxna 2010 – 11, Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige) äter män och kvinnor 14 gram ägg per person och dag. Vid beräkning av maximum residue limit (MRL) för läkemedel till djur räknar man däremot med en daglig konsumtion av 100 g ägg^{4,5}. Varje ägg väger ca 43 till 73 gram, vilket innebär en konsumtion av 1,35 till 2,3 ägg per dag och person enligt EMA, men 0,2 till 0,3 ägg per dag enligt Riksmaten. Vid beräkning av ett worst-case scenario då konsumenten exponeras för allt som fastnat på skalet får konsumenten i sig 6 milligram tvätt-kemikalie per ägg, det vill säga 8,1 - 14 milligram per dag (EMA) eller 1,2 till 1.8 milligram per dag (Riksmaten).

Riskkaraktärisering

Fråga 1. Vilka faror (biologiska och kemiska) aktualiseras vid industriell tvättning av ägg?

Mikrobiologiska faror

Om äggtvättningen inte utförs korrekt kan mikroorganismer som bakterier och mögelsvampar introduceras. Skämda, ruttna och möjliga ägg orsakas oftast av ohygieniska och felaktiga tvättningsförhållanden, men behandlas inte i detta underlag.

De mikrobiologiska faror som kan förekomma i stallmiljön samt i och på ägg är *Salmonella*, *Campylobacter*, *Bacillus cereus* grupp, *Staphylococcus aureus* och *Listeria monocytogenes*. Bakterierna introduceras på ägget redan i stallmiljön antingen via förorening från den värpande hönan eller från omgivningen. Under äggtvätt-processen minskar totalt sett den mikrobiologiska föroreningen på äggskalet. Därigenom minskar även förekomst av sjukdomsframkallande mikroorganismer som till exempel *Salmonella* (Hutchison, Gittins et al. 2004). En felaktig tvätt kan dock orsaka skador på äggskalets skyddande vaxskikt, kutikulan, och bidra till att ägget blir mer genomsläppligt för mikroorganismer. Graden av skador på kutikulan är beroende av vilken tvättkemikalie som används till tvätten i kombination med temperaturen och pH på tvättvattnet (Wang and Slavik 1998; Hutchison, Gittins et al. 2003; Samiullah, Chousalkar et al. 2013).

⁴ European Medical Agency (EMA)

⁵ Joint FAO/WHO Expert Committee for Food Additives (JECFA)

Kemiska faror

De faror som kan uppstå på grund av kemikalier som används vid tvätt är dels skador på kutikulan, dels hälsoeffekter om tvättmedlet inte sköljs bort ordentligt. Eftersom inga resthalts-studier finns tillgängliga när det gäller resthalter på äggskal så är det inte möjligt att uppskatta risken på ett adekvat sätt. I Bilaga 1 anges dock referensvärden, till exempel acceptabelt dagligt intag (ADI) eller tolerabelt dagligt intag (TDI) för några substanser. Den vanligaste akuta effekten är att en substans har frätande effekt vilket kan ge skador vid förtäring och kan orsaka illamående. Många substanser har låg toxicitet det vil säga det krävs höga doser för att de ska ge toxiska effekter. En del substanser kan bilda andra kemiska föreningar då de reagerar med smutsigt tvättvatten och smutsiga ägg som innehåller organiskt material. Ett exempel är natriumhypoklorit som kan bilda semicarbazid. Semicarbazid är bland annat mutagen *in vitro* och cancerogen (EFSA 2004; Hoenicke, Gattermann et al. 2004). För att minimera resthalter på äggen är det därför viktigt att skölja äggen ordentligt efter tvätt.

Fråga 2. Hur kan farorna graderas vetenskapligt med hänsyn tagen till sannolikheten att faran introduceras in i ägget i samband med tvätt av ägg samt allvarligheten hos faran?

En rangordning av de mikrobiologiska risk som kan förekomma i ägg presenteras i tabell 3. Det är inte en riskbedömning i rätt bemärkelse utan en inbördes rangordning från 1 till 5 mellan de olika mikroorganismerna. Ordningen baseras dels på både allvarlighetsgraden av faran, dels på sannolikheten att en individ ska bli sjuk. Allvarlighetsgraden uttrycks av DALYs (Disability Adjusted Life Years) per 1000 fall, vilket är ett individmått på antal förlorade år orsakad av sjukdomen och dess följder (Mangen, Bouwknegt et al. 2015). Sannolikheten är uppskattningar av farans förekomst i svenska värphöns (Salmonella). Alternativt, om prevalensdata saknas, så anges utbrottsdata (Bacillus- och Stafylokokk-enterotoxin) från EFSA:s rapporter om utbrottsdata 2009-2013.

Förekomst av Salmonella i svenska ägg är sannolikt låg. Enligt svensk zoonos-övervakning var i genomsnitt 0,43 procent av de testade värphönsflockarna positiva för Salmonella åren 2010-2013 (SVA 2009; SVA 2010; SVA 2011; SVA 2012; SVA 2013). Även om Salmonella förekommer i flocken är det inte givet att samtliga ägg som produceras inom flocken är förorenade med bakterien. Den låga förekomsten bland svenska värphönsflockar är så pass låg att provtagning av ägg inte är motiverad (Lahti 2015).

Flockarnas storlek framgår inte av zoonosrapporterna. Därför går det inte fullt ut att uppskatta hur stor andel av de ägg som produceras i Sverige som teoretiskt kan vara förorenade med Salmonella. Övriga mikrobiologiska faror som kan förekomma på äggskal är Bacillus cereus grupp, S. aureus och dess toxiner, Listeria monocytogenes och Campylobacter. Under de senaste åren har det emellertid inom EU endast rapporterats enstaka äggrelaterade utbrott av Bacillus- och stafylokokk-toxin samt inga alls orsakade av Campylobacter och Listeria monocytogenes. Därför bedöms risken för att andra bakteriella faror på grund av tvätten ska påverka säkerheten i de tvättade äggen som låg alternativt mycket låg (tabell 3).

I Bilaga 1 anges de kemikalier som används vid tvättning av ägg. Där framgår även om de har en negativ effekt på kutikulan och därmed en ökad risk för att mikroorganismer kan penetrera äggskallet. I Bilagan anges för de flesta kemikalierna också om de har någon negativ effekt på hälsan. Någon rangordning av de kemiska farorna har inte gjorts på grund av ofullständiga data.

Tabell 3. Rangordning av faror baserad på allvarlighetsgraden av de identifierade mikrobiologiska farorna på tvättade svenska ägg i kombination med sannolikheten av att faran finns på äggskalet och har förmåga att tränga genom äggskalet. Allvarlighetsgrad anges i DALY per 1000 fall, vilket är ett mått på förlorade år och sjukdomsburda på individnivå (Mangen, Bouwknegt et al. 2015).

Sannolikheten baseras på svenska förekomstdata (Salmonella) och uppgifter om utbrott inom EU (Bacillus- och stafylokock-toxin).

Fara	DALY /1000 fall	Penetrerar äggskalet	Sannolikhet Förekomst		Sannolikhet Utbrott		Risk- ordning
			Sverige ^a	EU ^b	Sverige	EU	
Salmonella	46	+++	0,44	0,22	- ^c	96 ^c	1
L. monocytogenes	2275	- ^d	- ^d	- ^d	- ^e	- ^e	2
S. aureus/toxin	2,6	- ^d	- ^d	- ^d	- ^e	0,9 ^c	3
B. cereus/toxin	2,6	- ^d	- ^d	- ^d	- ^e	0,67 ^c	4
Campylobacter	39	(+)	- ^d	- ^d	- ^e	- ^e	5

^a Genomsnittlig förekomst (%) i svenska värphönsflockar 2010 - 2013 (SVA 2011-2013)

^b Genomsnittlig förekomst (%) i ägg för hela EU 2009-2013 (EFSA 2011-2015)

^c Genomsnittlig andel (%) av äggrelaterade utbrott inom EU mellan åren 2009-2013

^d Data saknas

^e Inga äggrelaterade utbrott rapporterade under perioden 2009-2013

Fråga 3. Hur kan de olika farorna styras eller minimeras till en acceptabel nivå vid de olika stegen i processen?

För att inte äggtvätten, tvärtemot dess avsikt, ska öka graden av förorening med de identifierade biologiska farorna är det nödvändigt att kontrollera och styra de processteg som kan inverka negativt på äggskalet. Den viktigaste biologiska faran vid tvättning av ägg är dock förekomst av Salmonella och att den tillåts passera genom äggskalet. De ingående tvättsteg som är kritiska punkter ur ett mikrobiologiskt perspektiv och som går att styra framgår av figur 4.

Förvaring före tvätt

Tvättade äggskalet blir mer genomsläppliga för mikroorganismer om äggen förvarats länge innan de tvättas. Därför ska ägg tvättas så fort som möjligt efter värpning, helst inom 24 timmar (Hutchison, Gittins et al. 2003). En accepterad praxis inom EU är att äggen inte ska vara äldre än 7 dagar vid tvättningen (EFSA 2005).

Sortering

Både smutsiga och trasiga ägg ska sorteras bort innan tvätt. Ägg kan vara mer eller mindre gödslade och om de inte sorteras bort kan tvättvattnet förorenas med mikroorganismer. Ägg kan även vara trasiga vilket kan leda till att ägginnehåll blandas med tvättvattnet och påverkar tvättningens effekt negativt.

Äggtvätt: vätning-tvättning-torkning

Vattentemperatur

För effektiv och säker äggtvätt är vattentemperaturen en kritisk faktor som bör finnas med som kontroll/styrpunkt för processen. Grundläggande är att vattnet alltid ska vara varmare än de ägg som ska tvättas. Om vattnet är kallare än äggen, drar ägginnehållet ihop sig och en negativ tryckskillnad mellan ägg och omgivande vatten uppstår. Det leder i sin tur till att bakterier dras inåt genom äggskalet (EFSA 2005). Är vattnet däremot varmare än ägget sker det omvända och migrationen av bakterier in genom skalet minimeras. Optimalt är att

temperaturen på tvättvattnet är minst 11 °C varmare än äggen. Vilken temperatur som äggen har beror på vid vilken temperatur de har lagrats vid innan. I praktiken ska vattentemperaturen öka under tvättprocessen och sista sköljvattnet ska alltid vara ett par grader varmare än tvättvattnet för att förhindra att mikroorganismer dras in i ägget. Ett varmt sköljvatten gör också att ägget torkar snabbt (EFSA 2005). Effekten av tvätten ökar med stigande temperatur. För att få en bra tvätt-effekt konstaterade Hutchison (2004) att tvätt- och sköljvatten inte bör understiga 34 °C. Hutchison (2004) visade att bästa haltreducerande effekt på *S. Typhimurium* erhöles vid tvättvattentemperatur vid 44 och sköljvattentemperatur vid 48 °C. För hög vattentemperatur kan dock ge sprickbildning och värmeskador på kutikulan uppstå och därför bör inte tvätt- och sköljvatten inte överstiga ca 50 °C (EFSA 2005)

Vattenkvalitet, järnjoner och pH

Det vatten som används till äggtvätten ska vara av dricksvattenkvalitet för att äggen varken ska förorenas med organiskt eller oorganiskt material (Hutchison, Gittins et al. 2003)

Tvättvattnet får inte innehålla höga halter av järnjoner. Om tvättvattnet tränger in i ägget ökar järnnivån i äggvitan och neutraliserar effekten av ovotransferrin, som är en viktig del av äggvitans inneboende försvarsmekanismer. Järnhalten i tvättvattnet ska vara lägre än 2 ppm (EFSA 2005).

Kombination av vattentemperatur och pH begränsar tillväxt av mikroorganismer i tvättvattnet och för att uppnå bästa haltreducerande effekt bör pH i tvättvattnet vara starkt alkaliskt. I en studie av Jones (1995) kunde serotypen *Salmonella Heidelberg* isoleras efter kommersiell äggstvätt med pH <10,2. I en annan studie undersöktes pH i kombination med temperatur för haltreduktion av *Escherichia coli* och *Staphylococcus aureus* i tvättvattnet. Bästa resultat för att hämma bakterietillväxt uppnåddes då pH översteg 10,5 (Pearson, Southam et al. 1987).

Tvättkemikalier

De kemikalier som användas får inte påverka äggskalet så att kutikulan skadas eller så att äggskalet förorenas. I Bilaga 1 anges de kemikalier som bland annat används i Sverige, men också i Storbritannien och USA. Eftersom det inte finns något nationellt godkännande-förfarande är det inte möjligt att få en fullständig lista. Det saknas även studier över resthalter på ägg efter tvätt.

Kemikalier ska även vara acceptabla ur hälso- och miljösynpunkt. För att minimera att tvättkemikalierna orsakar hälsoeffekter hos konsumenten eller miljön så ska även följande regler följas:

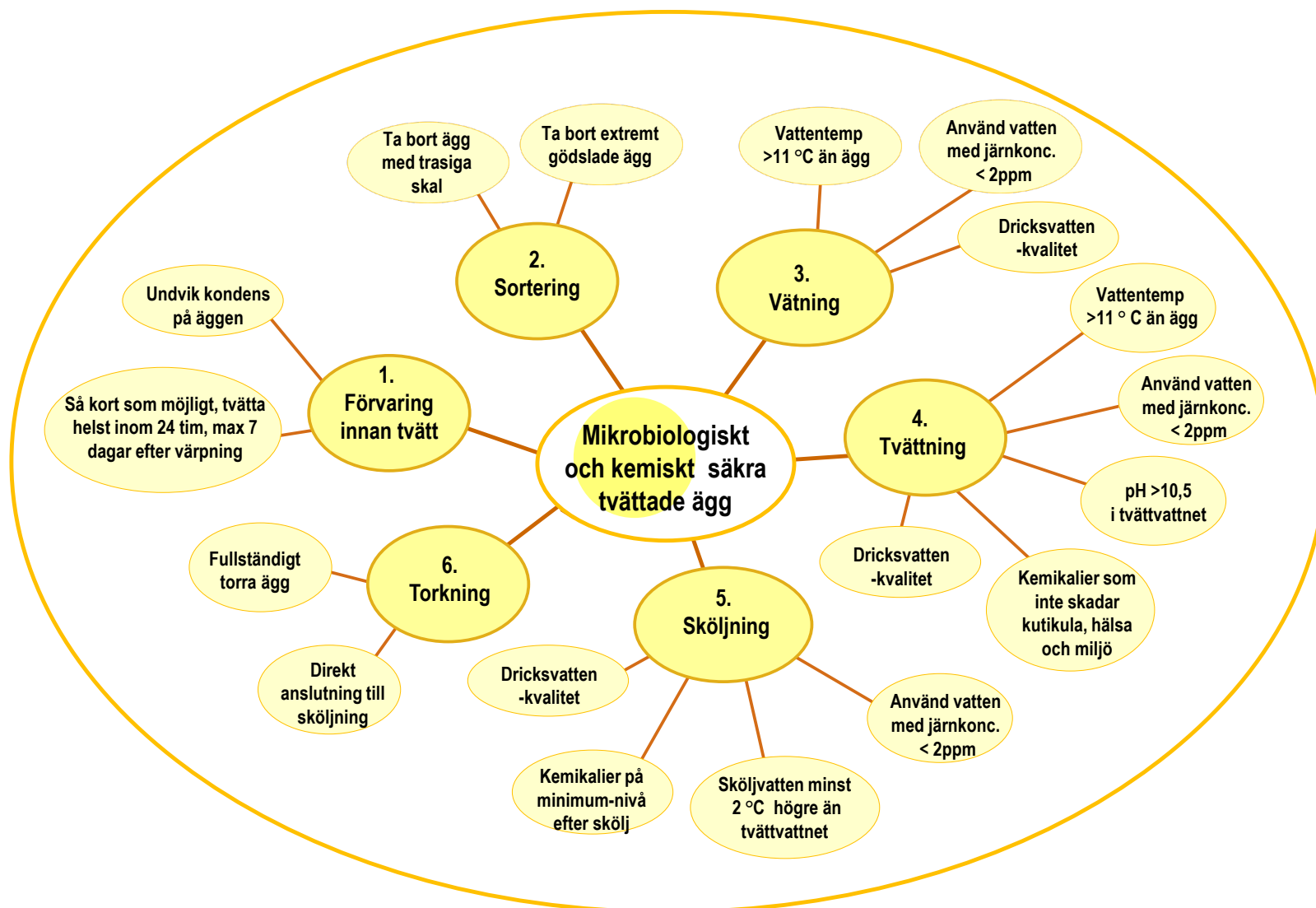
- Dosering av kemikalier måste ske noggrant och de rekommendationer som ges av tillverkaren måste följas för att undvika feldosering.
- Vid automatisk dosering måste halten i vattnet testas med testmetoder som kan verifiera att rätt mängd av kemikalierna tillsatts.
- För att uppnå ett pH på minst 10,5 är det lämpligt att använda alkaliska rengöringsmedel.
- Äggen måste sköljas ordentligt med rent vatten innan de torkas.
- Om torkmedel används är det viktigt att det dunstar snabbt så att inga resthalter av torkmedlet finns kvar på äggen.

Tvätt-tid

Hutchison et al (2004) kunde inte påvisa någon skillnad i graden av ytförorening vid tvättider mellan 1 och 5,5 minuter.

Torkning

Blöta ägg kan ge mögelväxt på skalet samt möjliggör grogrund för andra kvarvarande mikroorganismer att växa och tränga genom skalet när äggen kyls ner. Därför ska tvättade ägg torkas fullständigt och i direkt anslutning till tvätt. Det gäller särskilt om äggen senare packas i täta förpackningar. Blöta ägg kan även göra transportbandet fuktigt, vilket förorenar de rena äggen samt riskerar att fukt och bakterier dras in i äggen. Varmt sköljvatten ger effektivare torkning.(Hutchison, Gittins et al. 2003; EFSA 2005). Torkluftens relativa fuktighet bör vara oberoende av yttre väderförhållanden för jämn och effektiv torkning (Elvingsson 2015).



Figur 4. Beskrivning och sammanställning av hur biologiska faror, främst Salmonella, kan styras och minimeras till en acceptabel nivå vid de ingående stegen i äggtvättsprocessen. Vattentemperaturen under tvättprocessen bör vara under 50 °C för att inte äggskalet ska spricka och värmeskador uppstå på kutikulan.

Fråga 4. Vilka processer/hanteringssteg som framgår av branschriktlinjen innefattar kritiska steg i processen med avseende på faror och bör ingå i en eventuell föreskriftsändring?

De ur ett säkerhetsperspektiv kritiska mätbara processteg i branschriktlinjernas tvätt-beskrivning som bör ingå i en eventuell föreskriftsändring är:

1. Tid mellan värpning och tvätt ska så vara kort som möjligt, max 7 dagar.
2. Utsortering av smutsiga och trasiga ägg ska ske innan de går till tvätt, i synnerhet i recirkulerande system.
3. Tvätt- och sköljvattnet ska vara av dricksvattenkvalitet.
4. Vattentemperaturen i vätning och tvättning ska vara minst 11 grader varmare än äggen, helst mellan 40-45 °C och inte varmare än 50 °C.
5. Sköljvattnet ska vara ett par grader varmare än tvättvattnet.
6. Tvättkemikalier och andra kemikalier ska dokumenterat inte skada äggskalets kutikula.
7. Tvättkemikalier och andra kemikalier ska dokumenterat inte orsaka hälsorisker för konsumenten eller miljön.
8. Tvättkemikalier på äggskalet måste minimeras under sköljningssteget.
9. Tvättvattnet ska ha ett pH >10,5.
10. Järnhalten i vattnet ska vara lägre än 2 ppm.
11. Torkning ska ske i direkt anslutning till tvättning och sköljning.
12. Äggen ska vara fullständigt torra innan de förpackas.

Referenser

- Adams, M. R. and M. O. Moss (2008). Bacterial agents if foodborne illness. Food Microbiology. Cambridge, UK, The Royal society of chemistry, .
- Ahmed, M. F., J. Schulz, et al. (2013). "Survival of *Campylobacter jejuni* in naturally and artificially contaminated laying hen feces." Poult Sci **92**(2): 364-369.
- Alcacid. "<http://lahega.se/Products/alkacid-cl-10-189>."
- Allerberger, F. and M. Wagner (2010). "Listeriosis: a resurgent foodborne infection." Clinical Microbiology and Infection **16**(1): 16-23.
- Asao, T., Y. Kumeda, et al. (2003). "An extensive outbreak of staphylococcal food poisoning due to low-fat milk in Japan: estimation of enterotoxin A in the incriminated milk and powdered skim milk." Epidemiol Infect **130**(1): 33-40.
- Aury, K., S. Le Bouquin, et al. (2011). "Risk factors for *Listeria monocytogenes* contamination in French laying hens and broiler flocks." Preventive Veterinary Medicine **98**(4): 271-278.
- Baron, F., S. Jan, et al. (2014). "Ovotransferrin plays a major role in the strong bactericidal effect of egg white against the *Bacillus cereus* group." J Food Prot **77**(6): 955-962.
- Bollaerts, K., M. Aerts, et al. (2008). "Human salmonellosis: estimation of dose-illness from outbreak data." Risk Anal **28**(2): 427-440.
- Chemaly, M., M. T. Toquin, et al. (2008). "Prevalence of *Listeria monocytogenes* in poultry production in France." J Food Prot **71**(10): 1996-2000.
- Chen, Y., W. H. Ross, et al. (2003). "*Listeria monocytogenes*: low levels equal low risk." J Food Prot **66**(4): 570-577.
- Chlorwash "säkerhetsdatablad MSDS Chlorwash."
[http://www.delaval.co.nz/ImageVaultFiles/id_21015/cf_5/MSDS - Chlorwash.PDF](http://www.delaval.co.nz/ImageVaultFiles/id_21015/cf_5/MSDS_-_Chlorwash.PDF).
- Comission (2003). Decision 2002/657/EC as regards the setting of minimum required performance limits (MRPLs) for certain residues in food of animal origin, Official Journal of the European Union.
- Cox, N. A., L. J. Richardson, et al. (2012). "Evidence for horizontal and vertical transmission in *Campylobacter* passage from hen to her progeny." J Food Prot **75**(10): 1896-1902.
- CVMP (1997). Benzalkonium chloride, Summary report. **EMEA/MRL/97-Final**.
- De Reu, K., K. Grijspeerdt, et al. (2006). "Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*." Int J Food Microbiol **112**(3): 253-260.
- Doyle, M. P. (1984). "Association of *Campylobacter jejuni* with laying hens and eggs." Appl Environ Microbiol **47**(3): 533-536.
- EFSA (2004). "Treatment of poultry carcasses with chlorine dioxide, acidified sodium chlorite, trisodium phosphate and peroxyacids." EFSA Journal **297**: 1 - 27.
- EFSA (2005). "Opinion of the Scientific panel on Biological Hazards on the request from the commission related to the Microbiological risks on washing of Table eggs." The EFSA Journal **269**: 1-39.
- EFSA (2005). "Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to Semicarbazide in food." EFSA Journal **219**: 24 - 36.
- EFSA (2014a). "EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens." EFSA Journal 2014;12(7):3782: 147 pp.

- EFSA (2014b). Multi-country outbreak of Salmonella Enteritidis infections associated with consumption of eggs from Germany
- EFSA (2014c). "Reasoned opinion on the dietary risk assessment for proposed temporary maximum residue levels (MRLs) of r DDAC and BAC." EFSA Journal **12** (4): 3675, 3671 - 3623
- EFSA and ECDC (2011). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009. EFSA Journal 2011;9(3):2090[378 pp.].
- EFSA and ECDC (2012). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. EFSA Journal 2012;10(3):2597[442 pp.].
- EFSA and ECDC (2013). European Food Safety Authority. European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. EFSA Journal 2013. **11(4):3129**
- EFSA and ECDC (2014). European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, 2014. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014. ;12(2):3547.
- EFSA and ECDC (2015). European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control
- The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. EFSA Journal 2015. **13(1):3991**, : 162 pp.
- Elvingsson, P. (2015). Livsmedelsverket.
- Extran "Extran AP14."
<http://app.ecoonline.se/documents/msds/vwr/juni2007/svensk/00001201.pdf>.
- Favier G. I., E. M. E., Velázquez L., de Guzmán AM.S (2000). "Reduction of Yersinia enterocolitica and mesophilic aerobic bacteria in egg-shell by washing with surfactants and their effect on the shell microstructure." Food Microbiology **17**: 73-81.
- Favier, G. I., M. E. Escudero, et al. (2000). "Survival of Yersinia enterocolitica and mesophilic aerobic bacteria on eggshell after washing with hypochlorite and organic acid solutions." J Food Prot **63**(8): 1053-1057.
- Fonseca, B. B., M. E. Beletti, et al. (2014). "Campylobacter jejuni in commercial eggs." Braz J Microbiol **45**(1): 76-79.
- Hedberg, E. (2015). S. Lantägg.
- Hoenicke, K., R. Gatermann, et al. (2004). "Formation of semicarbazide (SEM) in food by hypochlorite treatment: is SEM a specific marker for nitrofurazone abuse?" Food Addit Contam **21**(6): 526-537.
- Hutchison, M. L., J. Gittins, et al. (2004). "An assessment of the microbiological risks involved with egg washing under commercial conditions." J Food Prot **67**(1): 4-11.
- Hutchison, M. L., J. Gittins, et al. (2003). "Washing table eggs: a review of the scientific and engineering issues." World Poultry Science Journal **59**(3): 233-248.
- Jacobs-Reitsma, W. F. (1996). Isolation of Campylobacter from eggs and organs of naturally contaminated laying hens housed in battery cages and avaries. Campylobacters, Helicobacters, and Related Organisms. D. G. Newell, Springer US: pp 313-317.

- Jones, D. R., K. E. Anderson, et al. (2012). "Prevalence of coliforms, Salmonella, Listeria, and Campylobacter associated with eggs and the environment of conventional cage and free-range egg production." Poult Sci **91**(5): 1195-1202.
- Jones, D. R. and M. T. Musgrove (2007). "Pathogen prevalence and microbial levels associated with restricted shell eggs." J Food Prot **70**(9): 2004-2007.
- Jones, F. T., D. V. Rives, et al. (1995). "Salmonella Contamination in Commercial Eggs and an Egg Production Facility." Poultry science **74** (4): 753-757.
- Kapperud, G. (2007). Campylobacter. Matforgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikationer. P.-E. Granum. Kristiansand, Norge, Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.
- Kapperud, G. (2007). Salmonella. Matforgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikasjoner. P. E. Granum. Kristiansand, Norge, Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.
- Kerouanton, A., J. A. Hennekinne, et al. (2007). "Characterization of Staphylococcus aureus strains associated with food poisoning outbreaks in France." Int J Food Microbiol **115**(3): 369-375.
- Kim, J.-W. S., Michael (1996). "Changes in Eggshell Surface Microstructure after Washing with Cetylpyridinium Chloride or Trisodium Phosphate." Journal of food protection **8**: 859 - 863.
- Kone, A. Z., S. Jan, et al. (2013). "Identifying risk factors for eggshell contamination by Bacillus cereus group bacteria in French laying farms." Br Poult Sci **54**(3): 298-305.
- Lahti, E. (2015). Zoonoscenter, Statens veterinärmedicinska anstalt Uppsala, Sverige.
- Laird, J. M., F. M. Bartlett, et al. (1991). "Survival of Listeria monocytogenes in egg washwater." International Journal of Food Microbiology **12**(2-3): 115-122.
- Lannhard Öberg, Å. and J. Lukkarinen (2014). Marknadsråd ägg 2014-05-27.
- Lawley, R., L. Curtis, et al. (2012a). Salmonella. Food safety hazard guidebook. Cambridge, UK, The Royal Society of Chemistry.
- Lawley, R., L. Curtis, et al. (2012b). Bacillus. Food safety hazard guidebook. Cambridge, UK, The royal society of chemistry.
- Lawley, R., L. Curtis, et al. (2012c). Campylobacter. The Food safety hazard guidebook. Cambridge, UK, The royal society of chemistry.
- Le Loir, Y., F. Baron, et al. (2003). "Staphylococcus aureus and food poisoning." Genet Mol Res **2**(1): 63-76.
- Lee, M. D. and D. G. Newell (2006). "Campylobacter in poultry: filling an ecological niche." Avian Dis **50**(1): 1-9.
- Leleu, S., W. Messens, et al. (2011). "Effect of egg washing on the cuticle quality of brown and white table eggs." J Food Prot **74**(10): 1649-1654.
- Lindblad, M., N. Karnehed, et al. (2010). Rapporterade misstänkta matförgiftningar 2009.
- Lindblad, M., C. Sjölund, et al. (2012a). Rapporterade misstänkta matförgiftningar 2011.
- Lindblad, M., C. Sjölund, et al. (2012b). Rapporterade misstänkta matförgiftningar 2010.
- Lundby, F. and D. Grahek (2000). Reingjøring og vasking av egg. Matforsk Rapportnummer O-8184. Ås, Norge.
- Mangen, M.-J. J., M. Bouwknegt, et al. (2015). "Cost-of-illness and disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2011." International Journal of Food Microbiology **196**(0): 84-93.

- Messelhauser, U., D. Tharigen, et al. (2011). "Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. on eggshells: a missing link for food-borne infections?" Appl Environ Microbiol **77**(11): 3896-3897.
- Miwa, N., A. Kawamura, et al. (2001). "An outbreak of food poisoning due to egg yolk reaction-negative *Staphylococcus aureus*." Int J Food Microbiol **64**(3): 361-366.
- Musgrove, M. T., D. R. Jones, et al. (2004). "Identification of Enterobacteriaceae from washed and unwashed commercial shell eggs." J Food Prot **67**(11): 2613-2616.
- Nilsson Edenfur, S. (2014). Fågelreproduktion med fokus på värphöns, Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap.
- Northcutt, J. K., Musgrove M.T., Jones D.R. (2005a). "Chemical Analyses of Commercial Shell Egg Wash Water." Journal Applied Poultry Research **14**: 289 - 295.
- Odén, K. (2015). Jordbruksverket. Jönköping, Sverige.
- Ohlsson Engvall, E. (2015). Koordinator EU-RL *Campylobacter*, Statens veterinärmedicinska anstalt. Uppsala, Sverige.
- Pearson, J., G. G. Southam, et al. (1987). "Survival and transport of bacteria in egg washwater." Appl Environ Microbiol **53**(9): 2060-2065.
- Pyzik, E. and A. Marek (2013). "Plasmid profile analysis and evaluation of antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* strains isolated from table chicken eggs." Pol J Vet Sci **16**(2): 307-312.
- Quat800 "torkmedel Quat800."
<http://files.vencomatic.ca/Assembly%20Manuals/MST%20Egg%20Washer/Technical/QUAT800.htm>.
- Rivoal, K., S. Queguiner, et al. (2010). "Detection of *Listeria monocytogenes* in raw and pasteurized liquid whole eggs and characterization by PFGE." Int J Food Microbiol **138**(1-2): 56-62.
- Rodriguez-Navarro, A., O. Kalin, et al. (2002). "Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages." Br Poult Sci **43**(3): 395-403.
- Rørvik, L.-M. (2007). *Listeria monocytogenes*. Matforgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikationer. P.-E. Granum. Kristiansand, Norge, Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.
- Rørvik, L.-M. and P.-E. Granum (2007). *Staphylococcus aureus*. Matforgiftning, Næringsmiddelborne infeksjoner og intoksikationer. P.-E. Granum. Kristiansand, Norge, Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.
- Sahin, O., P. Kobalka, et al. (2003). "Detection and survival of *Campylobacter* in chicken eggs." J Appl Microbiol **95**(5): 1070-1079.
- Samiullah, K. K. Chousalkar, et al. (2013). "Effects of egg shell quality and washing on *Salmonella* *Infantis* penetration." Int J Food Microbiol **165**(2): 77-83.
- Secher, S. (2013). "Sju miljoner höns är många men historiskt inte unikt" Fjäderfä **01**.
- Sjölund, C., M. Lindblad, et al. (2013). Rapporterade misstänkta matforgiftningar 2012.
- Sjölund, C., M. Lindblad, et al. (2014). Rapporterade utredningsresultat av misstänkta matforgiftningar 2013.
- Soljour, G., M. A. Assanta, et al. (2004). "Efficacy of egg cleaning compounds on eggshells contaminated with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis." J Food Prot **67**(4): 706-712.

- Stepien-Pysniak, D., A. Marek, et al. (2009). "Occurrence of bacteria of the genus *Staphylococcus* in table eggs descended from different sources." *Pol J Vet Sci* **12**(4): 481-484.
- Sulonen, J., R. Karenlampi, et al. (2007). "Campylobacter in Finnish organic laying hens in autumn 2003 and spring 2004." *Poult Sci* **86**(6): 1223-1228.
- Suma "Suma Nova L6."
<https://sds.sealedair.com/private/document.aspx?prd=MS0301479~~PDF~~MT R~~ANSI~~EN~~>.
- SVA (2009). Surveillance of zoonotic and other animal disease agents in Sweden, Statens Veterinärmedicinska Anstalt The National Veterinary Institute (SVA), Uppsala, Sweden, 2009, . Uppsala, Sweden.
- SVA (2010). Surveillance of zoonotic and other animal disease agents in Sweden , Statens Veterinärmedicinska anstalt
SVA:s rapportserie 22 Uppsala, Sweden.
- SVA (2011). Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden, Statens Veterinärmedicinska Anstalt. SVA:s rapportserie 25. Uppsala, Sweden.
- SVA (2012). Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden, Statens veterinärmedicinska anstalt. SVA:s rapportserie 26. Uppsala, Sweden.
- SVA (2013). Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden, Statens Veterinärmedicinska Anstalt. SVA:s rapportserie 28. Uppsala, Sweden.
- Svenskaägg (2007). Nationella branschriktlinjer för industriell tvättning av ägg.
- Svenskaägg. (2015). from <http://www.svenskaagg.se>.
- Techer, C., F. Baron, et al. (2014). "Global overview of the risk linked to the *Bacillus cereus* group in the egg product industry: identification of food safety and food spoilage markers." *J Appl Microbiol* **116**(5): 1344-1358.
- Teunis, P. F., F. Kasuga, et al. (2010). "Dose-response modeling of *Salmonella* using outbreak data." *Int J Food Microbiol* **144**(2): 243-249.
- Torkmedel "Suma Select Free A7 "
<http://sok.varor.lul.se/webbreg/infoblad/Suma%20Select%20Free%20A7.pdf>.
- USDA-FSIS (1998). *Salmonella Enteritidis Risk Assessment. Shell Eggs and Egg Products. Final Report.* Prepared for FSIS by the *Salmonella Enteritidis Risk Assessment Team*.
- Wallace, R. B. (1997). *Campylobacter jejuni/coli. . Foodborne microorganisms of public health significance.* . H. A. D. North Sydney Australia, AIFST (NSW Branch), Food Microbiology Group. .
- Wang, H. and M. F. Slavik (1998). "Bacterial penetration into eggs washed with various chemicals and stored at different temperatures and times." *J Food Prot* **61**(3): 276-279.
- Wash, E. "Egg Wash Powder." http://www.chicken-house.co.uk/acatalog/Biolink_Egg_Wash_Powder_MSDS.html.
- WHO (2002). Risk assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler chickens. Microbial risk assessment series no 2. Geneva, Switzerland, World Health Organisation.
- äggtvätt, S. "Strövels äggtvätt."
<http://sdb.acleanpartner.se/SDB/Sverige/STROVELS%20%C4GGTV% C4TT.p df Säkerhetsdatablad>.

Bilaga 1; Substanser som används vid äggtvätt och deras effekter på äggskalet/kutikulan och hälsorisk

<i>Tvättmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
Kalium hydroxid	rekommenderad dos 200 mg/l (0.02%) (pH 10. 11 och 12)	Strövels äggtvätt (10 – 30%, pH 11.5), Äggtvätt (10 – 15 %, pH 11.5), Alcacip CL10 (pH 13) Interest (10 – 30%)	Doser > 600 mg/l orsakade skador på skalet, sprickor	Inte effektivt vid den dos som föreslogs, vid högre doser >600 mg/l uppstod skador på skalet.	KOH är godkänd som livsmedels-tillsats E 525. De rester som kan finnas på äggskalt tvättas bort vid sköljning och eventuell rest torde inte utgöra någon hälsorisk för konsumenten. Men om det inte är effektivt vid den koncentration som föreslås så finns en mikrobiologiska risk.	Säkerhetsdat ablad: Strövels äggtvätt (äggtvätt), Alcacip CL10 (Alcacip) och Äggtvätt, Interest. (Ej publicerade, finns i ärendemappen), (Soljour, Assanta et al. 2004)
Natrium hydroxid	- Tvätt 40 - 45°C pH 10 och 11.5 3 g/l (0,3%), men 0, 1 (0,1%) och 8 (0,8%) g/l testades -	Alcacip CL10 (pH 13) Suma Nova L6 (5 – 10%) Chlorwash (10 – 30%), pH >12	Inga skador på kutikulan	Används i Sverige	Oralt LD ₅₀ >5000mg/kg kv. Om 3% är tillsatt av produkten i tvättvattnet så när koncentrationen i tvättvattnet 3 mg/l. NaOH är godkänd som livsmedelstillsats E524. De rester som kan finnas på äggskalet torde tvättas bort vid sköljning och eventuell rest torde inte utgöra någon hälsorisk för konsumenten..	Säkerhetsdatablad: Alcacip CL10 (Alcacip) Suma Nova L6 (Suma) Chlorwash (Chlorwash)
Klor	50 (pH 8.35), 100 (pH 8.74) eller 200 (pH 9.10) mg/l 1 – 4.5 mg/l i tvättvatten, pH 10.5, temp 41.8°C	Alcacip CL10 (pH 13) -	Upp till 200 mg/l orsakar inte skador på kutikulan	Northcutt j.K kom fram till att pH ska vara mellan 10 och 11, samt temperaturen mellan 40 – 50 °C	Klor: I Sverige tillåts högst 0,4 mg/l Cl ₂ som aktivt klor i dricksvatten . TDI 0.03 mg/kg kv. (WHO, 2004) TDI = 0.03 mg/kg kv (IPSC, EPA) eller 1.8 mg/person (60 kg) (EFSA) Worst case beräkning av vad som kan finnas på skalet:	(Favier G. I. 2000; Favier, Escudero et al. 2000) (Alcacip) (Northcutt 2005a) (EFSA 2004)

<i>Tvättmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
					Vid intag av 8 - 14 mg/dag så skulle TDI överskridas ca 4 - 8 ggr (EMA) men ligga i nivå (1.8 mg) eller under (1.2 mg) om Riksmaten används. Sköljning gör förstås att mycket försvinner så det är inte någon risk i verkligheten.	
Natriummetasilikat 5 hydrat	Dos saknas	Äggtvätt (3 – 5%)	Ingen information i litteraturen		Oralt LD50 847 mg/kg kv	Säkerhetsdatablad för Äggtvätt (Ej publicerade, finns i ärendemappen) (Hedberg 2015)
Mjölksyra	0.75%, 1%, 3 %	-	3% orsakade skador på äggskalet		Används i livsmedel som konserveringsmedel och surhetsreglerande medel E270	(Favier, Escudero et al. 2000)
Ättiksyra	0.75%, 1%, 3 %	-	3% orsakade skador på äggskalet		Ättiksyra används i livsmedel, men kan vara frätande och skadar tarmen vid förtäring av högre doser.	(Favier, Escudero et al. 2000)
Natriumhypoklorit (NaOCl),	rekommenderad dos 200 mg/l (0.02%) (pH 10. 11 och 12) 100 mg/l ppm (pH 7.5), fritt klorin, 3 g/l	Dibac (10.25%) Alkacip CL10 (pH 13) Chlorwash (1 -5%)	Lite ojämn yta på skalet. Doser > 600 mg/l orsakade skador på skalet, sprickor, men 100 mg/l orsakade inte skador på skalet. Troligen för hög koncentration	Vid rekommenderad dos på 0.02% uppstår inte skador på skalet/kutikulan	Natriumhypoklorit kan reagera med aminosyror, peptider och proteiner i tvättvattnet, till exempel då bakterier dör. Detta kan leda till att semicarbazid (SEM) bildas. Något ADI för SEM kan inte fastställas då den är <i>in vitro</i> mutagen och cancerogen i mus. EFSA räknade ut ett intag på ca 0.008 µg/kg kv och dag vid desinficering av stallar i en halt av 0.05 mg/kg. Om den rekommenderade doseringen på 0.02% används och äggen sköljs på ett adekvat sätt så torde inte så mycket SEM	(Soljour, Assanta et al. 2004) (Alcacip ; Chlorwash) (Wang and Slavik 1998) (Hoenicke, Gatermann et al. 2004) (Hutchison, Gittins et al. 2003; Hutchison, Gittins et al. 2004) (EFSA 2005) **(Comission 2003)

<i>Tvättmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
					bildas att det kan utgöra en risk för konsumenten. SEM är markörs substans för analys av nitrofurazone i mat, MRPL är då 1 µg/kg (**).	
Kalium- och natriumtripolyfosfat	Dos saknas	Alcacid CL10 (pH 13) Egg Wash Powder LF (Säljs i UK)		Från den 1 januari 2017 får maskindiskmedel för konsumentbruk innehålla maximalt 0,3 g fosfor per disk. I detta fall handlar det om att reducera fosfater i miljön.	E452 – accepteras som tillsats ibland annat ostar, glass, desserter, kakor, soppor och såser, frukostflingor, kött- och fiskprodukter och djupfryst fisk. Torde inte utgöra något hälsoproblem när det gäller tvätt av ägg.	Säkerhetsdatablad för Alcacid CL10 (Alcacid)
Natriumkarbonat	rekommenderad dos 200 mg/l (pH 10. 11 och 12) 36 mg/l (0.0036%)	Extran Best egg Plus (40 – 70%) Egg Wash Powder LF (Säljs i UK)	pH12 , Eroderade och förstörde kutikulan och orsakar större porer i skalet. Doser > 600 mg/l orsakade skador på skalet, sprickor	I denna studie drog man slutsatsen att högre pH orsakar större skada på kutikulan än neutralt pH.	Inte lämpligt att använda på grund av att den förstör kutikulan, därför görs ingen hälsobedömning.	(Favier G. I. 2000) (Wang and Slavik 1998) (Soljour, Assanta et al. 2004) Säkerhetsdatablad: Extran AP14 (Extran) Best egg Plus (finns inte på webben) Egg wash powder LF (finns inte på webben)
Kvartenära ammoniumföreningar	100 mg/l (pH 7.5) eller 5 ml/l	Biolink Egg Wash Liquid (UK)MSDS	Inga skador på kutikulan sågs.	Rester av substanserna låg kvar på ägget som en hinna	Inte lämpligt att använda, på grund av att den förstör kutikulan, därför görs ingen hälsobedömning.	(Wang and Slavik 1998) Säkerhetsdatablad (Wash)
Cetylpyridinium	10, 50 och 100 mg/l		Skadorna ökade med dosen. Fördjupningar i ytan, tunnare kutikula. Porositeten i äggskalet ökade. 10 mg/l orsakade fördjupningar i		Inte lämpligt att använda då det orsakar skada på skalet, därför görs ingen hälsobedömning.	(Kim 1996)

<i>Tvättmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
			kutikulan, vid 100 mg/l fanna bara en tunn porös hinna kvar.			
Nonylfenol etoxylat	0.1%	Tegritol typ 8	Orsakade mycket skada, kutikulan var nästan inte synlig, granulering på ytan, inre delen var full av porer och sprickor.	. Får inte användas enligt direktiv 2003/53/EC, restriktioner för försäljning och användning av farliga produkter (nonylphenol, nonylphenol ethoxylate och cement)	Är ett endokrinstörande ämne som därför inte ska användas till äggtvätt.	(Favier G. I. 2000) Säkerhetsdatablad finns inte på webben

<i>Sköljmedel/ torkmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
Isopropylalkohol	i %	Äggtork , 50%	Inga uppgifter	Dunstar snabbt	Upptagen i bilaga 1 till 37/2010, dvs får användas till livsmedelsproducerande djur. Ingen risk för konsumenten	Säkerhetsdatablad för Äggtork i ärendemappen (Hedberg 2015)
Fettalkoholalkoxilat, .	43 – 48 °C pH 10 och 11.5, Ingen uppgift om koncentration i sköljvattnet	Suma Select A7, 5 till <15%	Inga skador på kutikulan	Används i Sverige vid äggtvätt men också som spolglans i maskindiskmedel.	Polymer som är undantagen godkännande av Kemikalieinspektionen	(Leleu, Messens et al. 2011) Säkerhetsdatablad (Torkmedel)
Nonjoniska tensider,	Ingen uppgift om koncentration i sköljvattnet	Suma Select A7, 15 till <30%	Inga skador på kutikulan	Används i Sverige vid äggtvätt men också som spolglans i maskindiskmedel.	Ingen risk för konsumenten.	(Torkmedel ; Leleu, Messens et al. 2011) Säkerhetsdatablad (Torkmedel)
Jodpropynylbutylkarbamat	Ingen uppgift om koncentration i sköljvattnet	Suma Select A7, 15 till <30%	Inga skador på kutikulan	Används i Sverige vid äggtvätt men också som spolglans i maskindiskmedel	Får inte användas i kosmetiska produkter för barn i halter över 0.1% (LVFS 2007:11)	(Leleu, Messens et al. 2011) Säkerhetsdatablad (Torkmedel)

<i>Sköljmedel/ torkmedel</i>	<i>Koncentration i tvättvattnet, pH</i>	<i>Preparat</i>	<i>Skador på kutikulan/skalet</i>	<i>Kommentar</i>	<i>Hälsorisk</i>	<i>Referens</i>
kaliumsorbit	Ingen uppgift om koncentration i sköljvattnet	Suma Select A7, 15 till <30%	Inga skador på kutikulan	Används i Sverige vid äggtvätt men också som spolglans i maskindiskmedel	E202, får därför användas	(Leleu, Messens et al. 2011) Säkerhetsdatablad (Torkmedel)
Decanaminium- N,N - dimethyl-N-octyl, chloride	2.5 ml/l	Quat 800, 8.68%	Ingen information	Kvartär ammoniumförening		Säkerhetsdatablad (Quat800)
DDAC (didecyldimethyl-ammonium chloride)	2.5 ml/l	Quat 800, 3.25%	Ingen information	Kvartär ammoniumförening Foder eller mat från djur eller växter får inte innehålla mer än 0.5 mg/kg, enligt SCOFCAH 25 Juli 2012.	Temporärt ADI på 0.1 mg/kg kv och dag och temporärt ARfD på 0.1 mg/kg b.v. har använts av EFSA för att beräkna MRL för alla växter och animala livsmedel i Europa. MRL fastställdes till 0.1 mg/kg	Säkerhetsdatablad (Quat800) (EFSA 2014c)
Benzalkoniumklorid (BAC)	2.5 ml/l	Quat 800, 8.68%	Ingen information	Kvartär ammoniumförening Foder eller mat från djur eller växter får inte innehålla mer än 0.5 mg/kg, enligt SCOFCAH 25 Juli 2012, DG Sanco 2012.	EMA: Upptagen i bilaga 1 till 37/2010, dvs får användas till livsmedelsproducerande djur som hjälpämne i läkemedel i en högsta koncentration av 0.05%. Ingen risk för konsumenten då det används som torkmedel. EFSA har också bedömt substansen: Temporärt ADI på 0.1 mg/kg kv och dag och temporärt ARfD på 0.1 mg/kg b.v. har använts av EFSA för att beräkna MRL för alla växter och animala livsmedel i Europa. MRL fastställdes till 0.1 mg/kg	(CVMP 1997) Säkerhetsdatablad (Quat800) (EFSA 2014c)
1- octanaminium,- N,N- dimethyl-N-octyl-, chlorid	2.5 ml/l	Quat 800, 8.68%	Ingen information	Kvartär ammoniumförening*		Säkerhetsdatablad (Quat800)