

Hållbarhet vid förvaring av ägg

Riskvärderingsrapport

av Karin Nyberg

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	4
Summary.....	5
Inledning	6
Frågeställning	6
Metodik och söksträngar	6
Faroidentifiering	7
Äggets uppbyggnad	7
Äggskalet.....	7
Äggets innandöme.....	8
Sjukdomsframkallande mikroorganismer	8
Salmonella spp.....	8
Försämningsorganismer	9
Farokarakterisering.....	10
Salmonella spp.....	10
Försämningsorganismer	10
Exponeringsuppskattning	11
Äggskalet.....	11
Äggskålets genomsläpplighet för Salmonella spp.....	11
Äggets kvalitet påverkas av lagring	12
Äggets kvalitet och lagring vid olika temperaturer	12
Överlevnad och tillväxt av Salmonella spp. på och i ägg.....	13
Försämningsorganismer	13
Riskkarakterisering	14
Fråga om hållbarhet vid kylförvaring av ägg	14
Svar på fråga om hållbarhet vid kylförvaring av ägg	14
Generell hållbarhet avseende kvalitet	14
Hälsorisker	14
Referenser	15

Ansvarig handläggare: Karin Nyberg
Kvalitetsgranskad av: Roland Lindqvist och Åsa Svanström

Förord

Livsmedelsverket arbetar för att skydda konsumenternas intressen genom att arbeta för säker mat och bra dricksvatten, att informationen om maten är pålitlig så ingen blir lurad och för att främja bra matvanor.

En av Livsmedelsverkets uppgifter är att ta fram och förvalta olika konsumentråd som rör livsmedel och dricksvatten. Råden baseras på vetenskapliga rön och behöver löpande uppdateras.

Livsmedelsverkets rapport nr 25-2017 om hållbarhet vid förvaring av ägg består av två delar, där del 1 är en riskhanteringsrapport och del 2 är en oberoende riskvärdering eller ett kunskapsunderlag.

I denna rapport del 2 redovisas en riskvärdering som är uppdaterad utifrån aktuellt kunskapsläge i ämnet. Den har tagits fram och sammanställts av Livsmedelsverkets experter inom området mikrobiologi.

Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets Rådgivningsavdelning och besvarar både allmänna samt specifika frågeställningar. Den är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras. I riskvärderingen ingår inte åtgärdsförslag till hur eventuella risker ska hanteras. Det redovisas i motsvarande riskhanteringsrapport.

Följande personer har arbetat med att ta fram denna rapport: Karin Nyberg, mikrobiolog, Åsa Svanström, mikrobiolog och Roland Lindqvist, mikrobiolog

Livsmedelverket maj 2017

Sammanfattning

Denna riskvärdering har tagits fram som ett uppdaterat vetenskapligt underlag om kylförvaring av ägg inför en översyn av Livsmedelsverkets råd. Frågeställningen som har besvarats är hur mycket längre ägg håller sig om de kylförvaras jämfört med om de förvaras vid rumstemperatur. Svaret ges med avseende på såväl hållbarhet som hälsorisker. Sammanfattningsvis visar den litteratur som använts i riskvärderingen att äggets kvalitet bibehålls under längre tid vid kylförvaring jämfört med förvaring i rumstemperatur. Det har dock inte funnits tillräckligt med studier för att exakt kunna svara på hur mycket längre kvalitén bibehålls. Den längsta studie som påvisats har lagrat ägg i tio veckor, och i denna studie var kvalitén fortfarande god efter lagring i 4 °C.

Summary

This risk assessment has been done in order to provide an update on the scientific knowledge regarding cold storage of shell eggs for human consumption. The main question to be answered is how much longer eggs can be stored when refrigerated compared with at room temperature, with regard to both general egg quality as well as disease causing agents.

It is concluded that egg maintain their quality for a longer period of time if kept at refrigerated temperatures compared with at room temperature. However, there has not been enough studies to answer the question regarding specific time for prolonged storage. The longest time frame that has been tested for maintained acceptable quality of eggs is ten weeks at 4 °C.

Inledning

Enligt gällande EU-lagstiftning (EC, 2008) ska klass A ägg som säljs i livsmedelshandeln ha ett bäst-före-datum på 28 dagar efter läggning. Detta kriterium har valts med avseende på en rad kvalitetskriterier, och den tid som denna kvalitet uppskattas till att behållas vid förvaring i rumstemperatur. Följande kvalitetsegenskaper listas för klass A ägg:

1. Skal och hinnor: normala, rena och oskadade.
2. Luftblåsa: högst 6 millimeter hög, orörlig.
3. Äggula: vid genomlysning synlig endast som en skugga, utan tydliga konturer.
4. Äggvita: klar, genomskinlig.
5. Cellkärna: inte synligt utvecklad.
6. Fri från främmande partiklar och fri från främmande lukt

Vidare står det i lagstiftningen att ägg bör lagras och transporteras vid en så jämn temperatur som möjligt samt inte bör kylas innan de säljs till slutkonsument. Lagstiftningen anger ingen rekommenderad förvaringstemperatur, mer än att ägg inte får förvaras i lokaler eller anläggningar där temperaturen på artificiellt sätt hålls under 5 °C (EC, 2008).

Frågeställning

Rådgivningsavdelningen behöver ett uppdaterat vetenskapligt underlag om kylförvaring av ägg inför en översyn av Livsmedelsverkets råd. Specifikt efterfrågas:

Hur mycket längre håller sig ägg om de kylförvaras vid t.ex. 4, 6 och 8 °C jämfört med om de förvaras vid 20-25 °C (rumstemperatur)? Beakta i svaret både hållbarhet och hälsorisker.

Metodik och söksträngar

Underlaget bygger på vetenskaplig data från publicerad litteratur. Sökningar i databaser redovisas i tabell 1. Dessutom har facklitteratur och artiklar som hittats genom referenslistor i översiktsartiklar används.

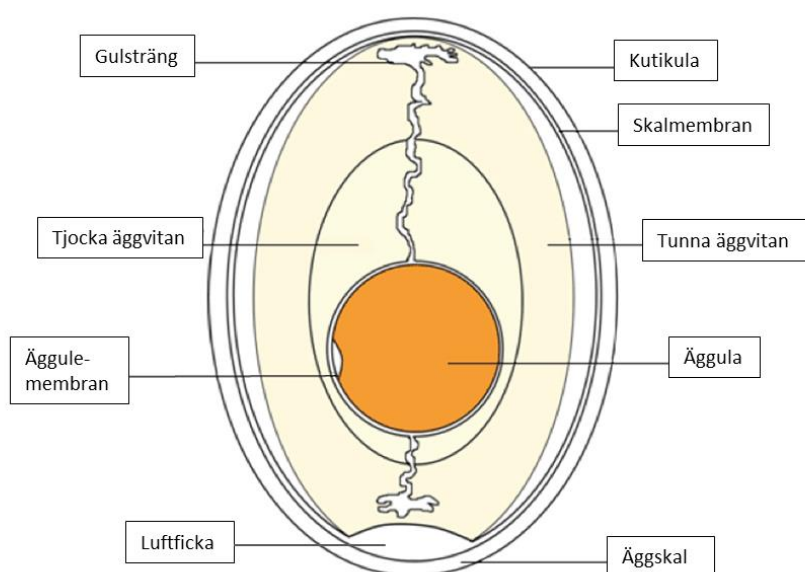
Tabell 1. Söksträngar, antal träffar och urval.

Söksträng	Databas	Antal träffar (st)	Urval på titel (st)
(Shell egg OR table egg) AND (shelf life OR spoilage)	Pubmed	27	8
(Shell egg OR table egg) AND (shelf life OR spoilage)	FSTA	59	6
(Shell egg OR table egg) AND temperature AND storage	Pubmed	18	9
(Shell egg OR table egg) AND temperature AND storage	FSTA	8	4
(Shell egg OR table egg) AND (risk OR salmonella)	Pubmed	81	16
(Shell egg OR table egg) AND (risk OR salmonella)	FSTA	20	10

Faroidentifiering

Äggets uppbyggnad

Ägg definieras i denna riskvärdering, på samma sätt som i EU-lagstiftningen (EC) Nr 589/2008, som hela, inte tillagade, ägg i skal producerade av hönor inom arten *Gallus gallus* och lämpliga för human konsumtion. Ägg är ett livsmedel med högt näringsvärde och som innehåller en rad viktiga vitaminer och mineraler. Ägg kommer också i en egen naturlig förpackning, som bland annat fungerar som ett skydd av äggets inre mot förorening av oönskade mikroorganismer. Äggets uppbyggnad illustreras i figur 1.



Figur 1. Ett ägg i genomsnitt. Figur modifierad från www.ovyta.eu

Äggskalet

Äggskalets syfte är att skydda det växande kyckling-embryot mot bland annat invaderande mikroorganismer. Äggskalet består av flera lager och är perforerat av flera tusen porer som tillåter gasutbyte. Den främsta beståndsdel i skalet är kalk, i form av kalciumkarbonat. Ytterst på äggskalet finns ett vattenavvisande tunt vaxskikt, den så kallade kutikulan. Kutikulan förhindrar uttorkning och är ett viktigt mekaniskt skydd mot att mikroorganismer tränger in i ägget genom skalets porer. På skalets insida mot äggvitan finns skalmembran som bildar en fin väv av fibrer och utgör ytterligare ett mekaniskt skydd mot att bakterier tränger in i äggets näringsrika inandöme. Mellan skalmembranen finns en luftblåsa, som bildas i den trubbiga ändan av ägget. Denna luftblåsa är liten i ett nykläckt ägg, men den blir större i takt med att ägget åldras. Det är detta som gör att äldre ägg flyter när de sänks ner i vatten, medan färska sjunker.

Äggets innandöme

Äggets innandöme består av äggvita, äggula, membran och en gulsträng. Äggvitan brukar delas upp i två delar, den tunna vitan och den tjocka vitan. Den tunna vitan ligger närmast skalet och den tjocka vitan ligger närmast gulan. Äggvita innehåller vatten och protein, och den tjocka äggvitan har högre proteinhalt än den tunna. Det huvudsakliga syftet med äggvitan är att skydda gulan och det växande embryot hos befruktade ägg. För att skydda äggulan finns en rad olika anti-bakteriella mekanismer hos äggvitan (Guyot et al., 2013). Äggvitan är viskös, vilket gör det svårt för mikroorganismer att tränga igenom, den har ett högt pH (upp mot 9,3) samt är näringsfattig. Äggvita innehåller dessutom en rad olika antimikrobiella ämnen, inklusive proteiner, peptider och antikroppar (Gong et al., 2010; Hervé-Grépinet et al., 2010). Äggulan innehåller mindre vatten och mer protein än äggvitan, samt de mesta av äggets fett, vitaminer och mineraler. Det huvudsakliga syftet med äggulan är att bidra med näring till det växande embryot. Mellan äggvitan och äggulan finns ytterligare membran som är till för att förhindra ämnen från äggulan att tränga över till äggvitan och vice versa. Äggulan hålls på plats i mitten av ägget av två stycken gulsträngar.

Sjukdomsframkallande mikroorganismer

Inom EU har livsmedelsburna utbrott orsakade av ägg och äggprodukter de senaste åren huvudsakligen kopplats samman med *Salmonella* spp. Endast ett fåtal utbrott har kopplats till andra agens, nämligen stafylokockenterotoxin, bacillustoxin och calicivirus (EFSA and ECDC, 2011; EFSA and ECDC, 2012; EFSA and ECDC, 2013; EFSA and ECDC, 2014; EFSA and ECDC, 2015; EFSA and ECDC, 2016). Inga fall av *Campylobacter* spp. eller *Listeria monocytogenes* har rapporterats inom EU de senaste fem åren. Sjukdomsframkallande bakterier såsom *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 samt *Yersinia enterocolitica* har i olika studier isolerats från äggskal men inte ifrån innandömet av ägg (DeReu et al., 2008). Det samma har visats gälla för ESBL/AmpC-bildande bakterier, som påvisats på äggskal men inte inuti ägg (Mezhoud et al., 2016; Projahn et al., 2017).

Salmonella spp.

Den främsta mikrobiologiska faran som internationellt kopplas samman med ägg är bakterier inom släktet *Salmonella* spp., varav serotypen *Salmonella* Enteritidis är den som orsakar flest utbrott via konsumtion av ägg och äggprodukter (EFSA, 2010; EFSA and ECDC, 2016). Den näst vanligaste enskilda serotypen som orsakat utbrott inom EU är *Salmonella* Typhimurium (EFSA and ECDC, 2016). Det bör dock tilläggas att Sverige har ett betydligt bättre salmonellaläge än internationellt, och att svenska ägg inte har identifierats som en riskprodukt för salmonellasmitta (Livsmedelsverket, 2017).

Salmonella spp. kan finnas antingen inuti ägg, på de yttre delarna av äggskalet eller både och. Förorening av *Salmonella* spp. på ägg kan ske på följande två sätt (EFSA, 2010):

1. Vertikal transmission kan ske om förorening av äggets innehåll sker via fortplantningsorganen hos infekterade hönor, före skalbildningsprocessen.
2. Horisontell transmission kan ske om förorening av äggets innehåll sker efter att ägget värpts, genom att bakterien penetrerar äggskalet.

Hur ägget är förorenat kan påverka den vidare spridningen av smittämnet till äggkonsumenter. Orsaken till att *Salmonella* Enteritidis står för så pass stor del av de äggrelaterade utbrotten är

denna serotyps förmåga att kolonisera fortplantningsorganen hos höns, och därmed förorena ägg genom vertikal transmission. Beroende på vilken del av reproduktionsorganen som är koloniserade kan olika delar av ägget bli förorenat. Till exempel blir äggulan förorenad om *Salmonella* Enteritidis finns i hönans äggstockar medan vitan, membran eller delar av äggskalet blir förorenade om *Salmonella* Enteritidis finns längre ner i hönsens äggledare (EFSA, 2010). Det finns några studier där antalet *Salmonella* Enteritidis beräknats i ägg från naturligt infekterade höns, och dessa har visat att det oftast är färre än 20 celler per ägg (Humphrey et al., 1989; Humphrey et al., 1991).

Salmonella Enteritidis är inte den enda serotyp av salmonella som kan kolonisera reproduktionsorgan hos höns. Även *Salmonella* Typhimurium har visats kunna kolonisera reproduktionsorgan och kontaminera ägg, i vissa fall lika bra som *Salmonella* Enteritidis (Gantois et al., 2008; Hassan and Curtiss, 1997; Keller et al., 1997; Wales and Davies, 2011). Dock har en genomgång av utförda kartläggningar och utbrottutredningar visat att *Salmonella* Typhimurium mycket sällan påvisats inuti ägg (Martelli and Davies, 2012). Studier har även visat att salmonella av serotyperna Hadar, Infantis, Virchow och Heidelberg har i försök visats ha en förmåga att kolonisera reproduktionsorganen hos höns, men att det i motsats till *Salmonella* Enteritidis i mycket liten grad leder till förorenade ägg (Gantois et al., 2008; Gast et al., 2011; Okamura et al., 2001; Ricke and Gast, 2017).

De flesta serotyper av *Salmonella* spp., inklusive *Salmonella* Enteritidis och *Salmonella* Typhimurium, har flageller och är därmed rörliga. Denna egenskap kan underlätta penetration av äggskal och därmed ge upphov till horisontell transmission av smittämnet (Grijspeerdt, 2001).

Förskämningssystemer

Oavsett hur äggproduktionen går till så exponeras ägg för en rad olika bakterier, främst från avföring vid passagen genom kloaken på hönsen eller från miljön i hönsställen. Mängden bakterier på äggskal har visat vara mellan 3,8 till 6,3 log₁₀ kolonibildande enheter (CFU) per ägg (EFSA, 2010). Samma studier har visat att gram-positiva bakterier är de som vanligen är förekommande på äggskal, bland annat arter inom släktena *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* och *Aerococcus* (DeReu et al., 2008).

Till skillnad mot på äggskal är det oftast gram-negativa bakterier som påvisas i förskämda ägg, bland annat arter inom släktena *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Proteus*, och *Escherichia* (EFSA, 2010). Gram-negativa bakterier förekommer i betydligt lägre grad på äggskal jämfört med gram-positiva bakterier (Bruce and Drysdale, 1994; De Reu et al., 2009). Men gram-negativa bakterier har visats ha bättre förmåga att ta sig igenom äggskal och vara bättre på att stå emot de skyddsmekanismer som finns inuti ägg (DeReu et al., 2008; EFSA, 2010).

Farokarakterisering

Salmonella spp.

Den vanligaste formen av salmonella-infektion hos människa ger upphov till symtom som diarré, magsmärtor, illamående och frossa i upp till en vecka (FDA, 2012). Känsliga personer som spädbarn och äldre kan få allvarigare symtom. Inkubationstiden varierar mellan 6 till 48 timmar, men längre inkubationstider kan förekomma (Adams and Moss, 2008; FDA, 2012). Infektionsdosen varierar kraftigt (Adams and Moss, 2008). Hos små barn och äldre kan infektionsdosen vara så låg som 10-100 bakterier, medan det för övriga ofta behövs cirka 10^5 - 10^6 celler för att orsaka sjukdom (Adams and Moss, 2008). Lägre infektionsdoser har dock rapporterats, bland annat i en dos-responsmodell gjord på utbrottsdata som visade att det var 50 procents sannolikhet för i övrigt friska personer att bli sjuka av livsmedel som innehöll cirka 40-60 salmonellabakterier (Teunis et al., 2010).

Försämningsorganismer

Försämnings av ägg innebär i princip att ägg ruttnar, vilket kännetecknas av att äggets innehåll missfärgas och får en dålig lukt (Shebuski and Freier, 2009). Färgen som uppkommer är beroende på vilken försämningsbakterie som ger upphov till rötan. Exempelvis ger bakterier inom släktet *Proteus* samt *Aeromonas* upphov till svart röta, *Pseudomonas maltophilia* upphov till grön röta och *Pseudomonas fluorescens* upphov till rosa röta (Shebuski and Freier, 2009).

Exponeringsuppskattning

Äggskalet

Den vanligaste orsaken till horisontell transmission av bakterier in i ägget är defekter på skalet, såsom sprickor. Den främsta anledningen till att sprickor uppkommer är om äggen hanteras ovarsamt, men faktorer såsom äggets eller hönans ålder kan också ge känsligare ägg (De Reu et al., 2006b; De Reu et al., 2009). Har äggskalet rätt tjocklek (ca 0,3 mm) och är kutikulan hel, så minimerar det tillsammans med äggskalets antibakteriella proteiner sannolikheten att bakterier tränger in i ägget (EFSA 2005). Äggskalet är känsligast för penetration av oönskade mikroorganismer direkt efter äggläggning då kutikulan är fuktig (Bruce and Drysdale, 1994). Kutikulan torkar på några minuter och blir då mer motståndskraftig. Genomsläpligheten för bakterier kan dock påverkas av vid vilken temperatur och fukthalt som äggen förvaras (De Reu et al., 2006a; Messens et al., 2005).

Äggskalets genomsläplighet för *Salmonella* spp.

Yttre faktorer, såsom temperatur och luftfuktighet, har visats påverka äggskalets förmåga att motstå penetration av bakterier (De Reu et al., 2006a; De Reu et al., 2006b; Messens et al., 2005). Äggskalet är extra känsligt då det sker en övergång från en varmare temperatur till en svalare då detta kan skapa ett undertryck i ägget som kan göra så att oönskade ämnen, såsom bakterier, sugas in i ägget (Berrang et al., 1999; Bruce and Drysdale, 1994). Ägget är extra känsligt för detta direkt efter läggning då kutikulan är fuktig (Bruce and Drysdale, 1994). Men även efter att kutikulan torkat kan horisontell transmission ske, vilket har visats för bland annat *Salmonella* Enteritidis. Det gäller framför allt om det finns höga koncentrationer av bakterien på äggskalet (Messens et al., 2007; Nascimento et al., 1992).

Studier på artificiellt kontaminerade ägg som lagrats vid kylskåpstemperatur, rumstemperatur samt högre temperaturer har visat att äggskalens genomsläplighet för *Salmonella* spp. ökar vid högre lagringstemperatur (Whiley et al., 2016). I en studie som utfördes på ägg med *Salmonella* Typhimurium på skalen, påvisades *Salmonella* Typhimurium även inuti äggen efter 28 dagars lagring i 25 procent av äggen vid 4 °C, 50 procent av äggen vid 14 °C och 100 procent av äggen vid 23 och 35 °C (Whiley et al., 2016). Lagring vid kyltemperatur skulle således minska risken för att bakterier penetrerar äggskal.

Ett argument som förekommer mot kylförvaring av ägg är att den kondensbildning som kan bildas då ägg flyttas mellan kyla till rumstemperatur skulle kunna bidra till ökad genomsläplighet av bakterier via skalet (EC, 2008). En nyligen publicerad studie som undersökt detta har dock inte sett någon korrelation mellan kondens på ägg och genomträngning av *Salmonella* Enteritidis genom äggskal (Gradl et al., 2017).

Äggets kvalitet påverkas av lagring

Äggets inre struktur påverkas över tid genom att det sker en nedbrytning av äggvita, äggula och membran (Kirunda and McKee, 2000). Under lagring bildas gaser i äggvitan, bland annat koldioxid, som succesivt läcker ut från äggvitan över tid. En del av dessa gaser fastnar i den luftficka som finns mellan de två skalmembranen, vilken då blir större med tid. Till viss del diffunderar även gas ut genom skalets porer, beroende på hur genomsläppligt skalet är.

Diffusion av koldioxid från äggvitan medför att vitan blir mer och mer basisk vilket ger en mer genomskinlig och vattnig vitan (EFSA, 2010). Ett mått som brukar användas för att kontrollera kvalitén på ägg är ett index som kallas för Haught units (HU)¹. HU beräknas utifrån höjden av den tjocka äggvitan på ett knäckt ägg. Ett färskare ägg har en högre tjock äggvita och får följaktligen även en hög HU (Haugh, 1937).

När membranet mellan gulan och vitan bryts ner och blir mer genomsläpplig tränger vätska över från vitan till gulan och ger gulan en plattare form. Gulan kan också bli missfärgad eller fläckig över tid (EFSA, 2010). När membranet mellan gulan och vitan försvagas kan också näringsämnen släppas igenom, vilket försämrar äggvitans antibakteriella egenskaper (EFSA, 2010).

Äggets kvalitet och lagring vid olika temperaturer

Enzymatiska processer sker generellt snabbare i rumstemperatur jämfört med vid kylskåpstemperaturer, vilket ger upphov till en snabbare nedbrytning av äggvita, äggula och membran (EFSA, 2010; Jin et al., 2011). Studier har visat att både vitan och gulan får en lös och platt form tidigare när ägg förvaras vid i rumstemperatur eller högre jämfört med vid kylskåpstemperaturer (Aygün and Sert, 2013; EFSA, 2010; Jin et al., 2011). Äggvitans höjd, uttryckt i HU, har visats oförändrad efter en veckas lagring vid 1 °C jämfört med en minskning med 12 alternativt 40 procent efter en veckas lagring vid 15 respektive 32 °C (EFSA, 2010). En liknande studie har visat att äggvitans HU minskat med 20 procent efter tio dagars lagring i 21 °C jämfört med oförändrad HU vid lagring i 5 °C (Jin et al., 2011). Det har också visats att även om viss viktminskning samt höjdminskning på äggvitan förekom, så behöll ägg fortfarande en kvalitet som bedömdes som god efter 10 veckors lagring vid 4 °C (Jones and Musgrove, 2005). Studier på äggulans kvalitet har visat på en snabbare kvalitetssänkning vid den högre temperaturen har visats i försök som jämfört ägg lagrade i över en månad vid 22 alternativt vid 5 °C (Aygün and Sert, 2013).

Styrkan hos det membran som skiljer äggulan från äggvitan har visats förbli oförändrad vid lagring i 4 °C i upp till tio veckor jämfört med vid lagring av ägg i rumstemperatur där nedbrytning av membran påvisats (Chen et al., 2005; Jones and Musgrove, 2005). Lagring vid högre temperatur förkortar således tiden till dess att näringsämnen från äggulan kan börja röra sig över till äggvitan och försämma äggvitans antibakteriella egenskaper.

¹ HU = 100 * log(h - 1,7w^{0,37} + 7,6), där h = höjden på äggvitan (mm) och w = äggets vikt (gram).

Överlevnad och tillväxt av *Salmonella* spp. på och i ägg

Studier har visat på en stadig minskning av *Salmonella* spp. på äggskal under förvaring, oavsett om äggen förvarats i kylskåpstemperatur eller rumstemperatur (Gradl et al., 2017; McAuley et al., 2015; Park et al., 2015).

Tillväxt av *Salmonella* spp. inuti ägg beror på lagringstemperaturen. Vid temperaturer mellan 20 och 30 °C kan *Salmonella* spp. tillväxa i alla delar av äggets innandöme (EFSA, 2010).

Tillväxten är dock snabbare i äggula jämfört med i äggvita, på grund av äggvitans antibakteriella egenskaper och äggulans näringsinnehåll (McAuley et al., 2015). Ingen tillväxt har rapporterats varken i äggvita eller äggula vid temperaturer lägre än 8 °C (EFSA, 2010; Gumudavelli et al., 2007; Schoeni et al., 1995). Vid 10 °C finns studier som visat en svag tillväxt av *Salmonella* spp. i både äggvita och äggula, men det finns även studier som inte påvisat någon tillväxt (EFSA, 2010). Om membranet mellan gulan och vitan bryts ner kan ämnen från gulan flyttas över till vitan och således skapa förutsättningar för tillväxt i denna.

Tabell 2 visar resultat från försök som syftat till att undersöka hur lång tid det tar för membranet mellan gulan och vitan hos ägg att brytas ner vid olika temperaturer. För att undersöka membranets intakthet har möjligheten för *Salmonella* Enteritidis att växa i inocculerad äggvita undersökts.

Tabell 2. Antal dagar tills påvisad tillväxt av *Salmonella* Enteritidis i äggvita, vilket indirekt påvisar nedbrytning av membranet mellan äggula och vita (EFSA, 2010).

Lagringstemperatur (°C)	Tid tills tillväxt påvisas (dagar) ^a
12	28; 28; 28; 35; 42; 42
16	21; 28; 28; 28
20	14; 17; 27; 28; 28; 42
23	18
24	7; 7; 10; 10; 12
25	6; 12
30	6; 6; 7; 12
37	3

^a De olika siffrorna motsvarar replikat från samma studie.

Förskämningsorganismer

Det finns inget tydligt samband mellan en hög föroreningsgrad av äggskal och förskämning av ägg. Detta eftersom det inte är samma bakterier som vanligtvis hittas på förorenade äggskal som påvisas inuti förskämda ägg. Liksom för *Salmonella* spp. anges att mängden förskämningsorganismer på äggskal har visats minska över tid, oavsett om äggen förvarats i kyl- eller rumstemperatur (EFSA, 2010).

För förskämningsorganismer, liksom för bakterier, gäller generellt att en hög temperatur gynnar tillväxt inuti ägg (EFSA, 2010). Vissa förskämningsorganismer, såsom arter inom släktet *Pseudomonas*, kan dock växa även vid kylskåpstemperaturer. Men tillväxten förutsätter att membranerna mellan äggets gula och vita brutits ner såpass att äggvitans bakteriehämmande egenskaper minskat.

Riskkaraktärisering

Fråga om hållbarhet vid kylförvaring av ägg

Hur mycket längre håller sig ägg om de kylförvaras vid t.ex. 4, 6 och 8 °C jämfört med om de förvaras vid 20-25 °C (rumstemperatur)? Beakta i svaret både hållbarhet och hälsorisker.

Svar på fråga om hållbarhet vid kylförvaring av ägg

Generell hållbarhet avseende kvalitet

Det finns flera studier som visar att ägg behåller sin kvalitet bättre om de lagras i kyla jämfört med vid högre temperaturer. Det saknas dock studier på exakt hur länge kylförvarade ägg behåller en godtagbar kvalitet. Den studie som pågått längst är på tio veckor (70 dagar), och den har visat på fortsatt acceptabel nivå avseende kvalitetsfaktorer på ägg förvarade i 4 °C (Jones and Musgrove, 2005).

Hållbarhetstiden på ägg är idag satta med avseende på bibehållen kvalitet vid lagring i rumstemperatur. Kvaliteten på ägg anges genom faktorer såsom äggskalets styrka, äggets vikt, äggvitas pH, höjden på den tjocka äggvitan och styrkan på det membran som skiljer äggulan och äggvitan åt. Över tid sker en negativ påverkan på dessa kvalitetsfaktorer, och enligt dagens lagstiftning ska ett bäst-före-datum på 28 dagar efter läggning användas. Detta ska säkerställa en acceptabel kvalitet av ägg vid lagring i rumstemperatur. Genom att lagra ägg i kylskåp sker en långsammare förändring av kvalitetsfaktorerna jämfört med vid lagring i rumstemperatur, vilket bör tolkas som att hållbarheten i kyla är längre.

Hälsorisker

Såväl *Salmonella* spp. som förskämmande bakterier som kan finnas i eller på ägg växer långsammare eller inte alls vid kylskåpstemperatur jämfört med i rumstemperatur. Ingen *Salmonella* spp. har visats kunna växa i vare sig äggvita eller äggula vid temperaturer lägre än 8 °C, och vid såväl 8 som 10 °C sker endast sporadisk tillväxt. Förvaring vid 4 eller 6 °C skulle således inte ge möjlighet för tillväxt av *Salmonella* spp. Mängden *Salmonella* spp. samt förskämningsorganismer på äggskal har visats minska över tid, oavsett om äggen förvarats i kyl- eller rumstemperatur. Det finns också studier som visat att äggskalet blir mer motståndskraftigt mot genomträngning av bakterier vid kylförvaring. Detta kan säkert bero på minskad aktivitet och rörlighet hos bakterierna vid lägre temperaturer.

Referenser

- Adams, M., Moss, M., 2008. Food microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Aygun, A., Sert, D., 2013. Effects of vacuum packing on eggshell microbial activity and egg quality in table eggs under different storage temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93, 1626-1632.
- Berrang, M., Cox, N., Frank, J., Buhr, R., 1999. Bacterial penetration of the eggshell and shell membranes of the chicken hatching egg: A review. *The Journal of Applied Poultry Research*. 8, 499-504.
- Bruce, J., Drysdale, E., Trans-shell transmission. In: R. Board, R. Fuller, Eds.), *Microbiology of the avian egg*. Chapman and Hall, London and New York, 1994, pp. 63-91.
- Chen, J., Shallo Thesmar, H., Kerr, W., 2005. Outgrowth of *Salmonellae* and the physical property of albumen and vitelline membrane as influenced by egg storage conditions. *Journal of Food Protection*. 68, 2553-2558.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Messens, W., Uyttendaele, M., Debevere, J., Herman, L., 2006a. Influence of eggshell condensation on eggshell penetration and whole egg contamination with *Salmonella enterica* serovar enteritidis. *Journal of Food Protection*. 69, 1539-1545.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., Debevere, J., Herman, L., 2006b. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*. 112, 253-260.
- De Reu, K., Rodenburg, T., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Tuytens, F., Sonck, B., Zoons, J., Herman, L., 2009. Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: an international on-farm comparison. *Poultry Science*. 88, 2442-2448.
- DeReu, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Rodenburg, T., Uyttendaele, M., Herman, L., 2008. Bacterial contamination of table eggs and the influence of housing systems. *World's Poultry Science Journal*. 64.
- EC, 2008. Commission Regulation (EC) No 589/2008 of 23 June 2008 laying down detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards marketing standards for eggs. *Official Journal of the European Union*. 24.6.
- EFSA, 2010. Scientific opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens. *EFSA Journal*. 12, 3782.
- EFSA, ECDC, 2011. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2009. *EFSA Journal*. 9, 2090.
- EFSA, ECDC, 2012. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. *EFSA Journal*. 10, 2597.
- EFSA, ECDC, 2013. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. *EFSA Journal*. 11 3129.
- EFSA, ECDC, 2014. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. *EFSA Journal*. 12, 3547.
- EFSA, ECDC, 2015. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. *EFSA Journal*. 13, 3991.
- EFSA, ECDC, 2016. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *EFSA Journal*. 14, 4634.
- FDA, Bad bug book, foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins, 2nd ed. 2012.
- Gantois, I., Eeckhaut, V., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., Van Immerseel, F., 2008. A comparative study on the pathogenesis of egg contamination by different serotypes of *Salmonella*. *Avian Pathology*. 37, 399-406.
- Gast, R. K., Guraya, R., Guard, J., Holt, P. S., 2011. The relationship between the numbers of *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Heidelberg, or *Salmonella* Hadar colonizing reproductive tissues of experimentally infected laying hens and deposition inside eggs. *Avian Diseases*. 55, 243-247.

- Gong, D., Wilson, P., Bain, M., McDade, K., Kalina, J., Herve-Grepinet, V., Nys, Y., Dunn, I., 2010. Gallin; an antimicrobial peptide member of a new avian defensin family, the ovodefensins, has been subject to recent gene duplication. *BMC Immunology*. 11.
- Gradl, J., Curtis, P., Jones, D., Anderson, K., 2017. Assessing the impact of egg sweating on *Salmonella* Enteritidis penetration into shell eggs. *Poultry Science*. 23, DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex011>
- Grijpspeerd, K., 2001. Modelling the penetration and growth of bacteria in eggs. *Food Control*. 12, 7-11.
- Gumudavelli, V., Subbiah, J., Thippareddi, H., Velugoti, P., Froning, G., 2007. Dynamic predictive model for growth of *Salmonella enteritidis* in egg yolk. *Journal of Food Science*. 72, M254-262.
- Guyot, N., Jan, S., Rehault-Godbert, S., Nys, Y., Gautier, M., Baron, F., Antibacterial activity of egg white: influence of physico-chemical conditions. XV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Bergamo, Italy, 2013.
- Hassan, J. O., Curtiss, R., 1997. Efficacy of a live avirulent *Salmonella typhimurium* vaccine in preventing colonization and invasion of laying hens by *Salmonella typhimurium* and *Salmonella enteritidis*. *Avian Diseases*. 41, 783-791.
- Haugh, R., 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*. 42, 522-555; 572-573.
- Hervé-Grépinet, V., Rehault-Godbert, S., Labas, V., Magallon, T., Derache, C., Lavergne, M., Gautron, J., Lalmanach, A., Nys, Y., 2010. Purification and characterization of avian beta-defensin 11, an antimicrobial peptide of the hen egg. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 54, 4401-4409.
- Humphrey, T., Baskerville, A., Mawer, S., Rowe, B., Hopper, S., 1989. *Salmonella enteritidis* phage type 4 from the contents of intact eggs: a study involving naturally infected hens. *Epidemiology and Infection*. 103, 415-423.
- Humphrey, T., Whitehead, A., Gawler, A., Henley, A., Rowe, B., 1991. Numbers of *Salmonella enteritidis* in the contents of naturally contaminated hens' eggs. *Epidemiology and Infection*. 106, 489-496.
- Jin, Y. H., Lee, K. T., Lee, W. I., Han, Y. K., 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Aust. J Anim Sci*. 24, 279-284.
- Jones, D., Musgrove, M., 2005. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science*. 84, 1774-1777.
- Keller, L. H., Schifferli, D. M., Benson, C. E., Aslam, S., Eckroade, R. J., 1997. Invasion of chicken reproductive tissues and forming eggs is not unique to *Salmonella enteritidis*. *Avian Diseases*. 41, 535-539.
- Kirunda, D., McKee, S., 2000. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poultry Science*. 79, 1189-1193.
- Livsmedelsverket, 2017. *Salmonella*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-och-parasiter1/bakterier/salmonella>. 2017-05-09.
- Martelli, F., Davies, R. H., 2012. *Salmonella* serovars isolated from table eggs: an overview. *Food Research International*. 45, 745-54.
- McAuley, C. M., Duffy, L. L., Subasinghe, N., Hogg, G., Coventry, J., Fegan, N., 2015. *Salmonella* Typhimurium and *Salmonella* Sofia: Growth in and persistence on eggs under production and retail conditions. *BioMed Research International*. 2015, 914987.
- Messens, W., Grijspeerd, K., De Reu, K., De Ketelaere, B., Mertens, K., Bamelis, F., Kemps, B., De Baerdemaeker, J., Decuypere, E., Herman, L., 2007. Eggshell penetration of various types of hens' eggs by *Salmonella enterica* serovar enteritidis. *Journal of Food Protection*. 70, 623-628.
- Messens, W., Grijspeerd, K., Herman, L., 2005. Eggshell characteristics and penetration by *Salmonella enterica* serovar enteritidis through the production period of a layer flock. *British Poultry Science*. 46, 694-700.
- Mezhoud, H., Chantziaras, I., Iguer-Ouada, M., Moula, N., Garmyn, A., Martel, A., Touati, A., Smet, A., Haesebrouck, F., Boyen, F., 2016. Presence of antimicrobial resistance in coliform bacteria from hatching broiler eggs with emphasis on ESBL/AmpC-producing bacteria. *Avian Pathology*. 45, 493-500.
- Nascimento, V., Cranstoun, S., Solomon, S., 1992. Relationship between shell structure and movement of *Salmonella enteritidis* across the eggshell wall. *British Poultry Science*. 33, 37-48.

- Okamura, M., Kamijima, Y., Miyamoto, T., H.Tani, Sasai, K., Baba, E., 2001. Differences among six *Salmonella* serovars in abilities to colonize reproductive organs and to contaminate eggs in laying hens *Avian Diseases*. 45, 61-69.
- Park, S., Choi, S., Kim, H., Kim, Y., Kim, B.-s., Beuchat, L. R., Ryu, J.-H., 2015. Fate of mesophilic aerobic bacteria and *Salmonella enterica* on the surface of eggs as affected by chicken feces, storage temperature, and relative humidity. *Food Microbiology*. 48, 200-205.
- Projahn, M., Daehre, K., Roesler, U., Friese, A., 2017. Extended-spectrum-beta-lactamase- and plasmid-encoded cephamycinase-producing Enterobacteria in the broiler hatchery as a potential mode of pseudo-vertical transmission. *Applied and Environmental Microbiology*. 83.
- Ricke, S. C., Gast, R. K. Eds.), 2017. Producing safe eggs: Microbial ecology of *Salmonella*. Academic Press, London, UK.
- Schoeni, J. L., Glass, K. A., McDermott, J. L., Wong, A. C. L., 1995. Growth and penetration of *Salmonella enteritidis*, *Salmonella heidelberg* and *Salmonella typhimurium* in eggs. *International Journal of Food Microbiology*. 24, 385-396.
- Shebuski, J., Freier, T., Microbiological spoilage of eggs and egg products. In: W. Sperber, M. Doyle, Eds.), *Compendium of microbiological spoilage of foods and beverages*. Springer Science and Business Media, 2009.
- Teunis, P. F., Kasuga, F., Fazil, A., Ogden, I. D., Rotariu, O., Strachan, N. J., 2010. Dose-response modeling of *Salmonella* using outbreak data. *Int J Food Microbiol*. 144, 243-9.
- Wales, A. D., Davies, R. H., 2011. A critical review of *Salmonella* Typhimurium infection in laying hens. *Avian Pathology*. 40, 429-436.
- Whiley, A., Fallowfield, H., Ross, K., McEvoy, V., Whiley, H., 2016. Higher storage temperature causes greater *Salmonella enterica* serovar Typhimurium internal penetration of artificially contaminated, commercially available, washed free range eggs. *Journal of Food Protection*. 79, 1247-1251.



Uppsala Hamnesplanaden 5, SE-751 26
www.livsmedelsverket.se