



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och lant-  
bruksvetenskap

# Nitritillsatser i charkuterivaror

– fördelar, nackdelar och alternativ

Usage of nitrite in cured meats

– advantages, disadvantages and alternatives

*Ida Pettersson*

Självständigt arbete • 15 hp • Grundnivå, G2E

Agronomprogrammet - Livsmedel • Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, : 346

Uppsala 2012

## Nitrittillsatser i charkuterivaror

Usage of nitrite in cured meats

*Ida Pettersson*

**Handledare:** Kerstin Lundström, SLU,  
Institutionen för livsmedelsvetenskap

**Examinator:** Lena Dimberg, SLU,  
Institutionen för livsmedelsvetenskap

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap - kandidatarbete

**Kurskod:** EX0669

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - Livsmedel

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2012

**Serietitel:** Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Publikationsnummer:** 346

**Nyckelord:** Nitrit, nitrat, E250, tillsatser, livsmedel, charkuterivaror, korv

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap

## Sammanfattning

Nitrittillsatser i charkuterivaror har under lång tid använts för sina färggivande, sensoriska, antibakteriella och konserverande egenskaper. Dess färggivande egenskaper beror på reaktioner med muskelproteinet myoglobin, vilket leder till bildande av rosa nitrosylmyoglobin. Dess smagivande egenskaper beror dels på antioxidativa egenskaper, men även andra reaktioner är inblandade. Nitrit är starkt inhiberande för *Clostridium botulinum*, och verkar även hämmande för andra mikroorganismer. För denna bakteriehämmande effekt krävs en högre halt tillsatt nitrit än den halt som krävs för smak- och färggivande egenskaper.

Användning av nitrit i livsmedel har under många år varit mer eller mindre kontroversiellt, och dess betydelse för utveckling av cancer har diskuterats. Till följd av detta har flertalet alternativ till nitrit presenterats såsom tillsats av växtextrakt och tillsats av nitrat som reduceras till nitrit av bakterier. Inget alternativ verkar dock helt utan tillsats av nitrit utan används tillsammans med låga halter.

Det mest fördelaktiga skulle idag vara att sänka halterna nitrit i charkuterivaror tillsammans med en sänkning av kyltemperaturerna i Sverige. Detta tillsammans med en fortsatt tillsats av reduktanter såsom askorbat tillsammans med nitrit, då detta förstärker nitritets verkan.

## Abstract

Nitrite is an additive in cured meats that has been in use for a long time due to its color-giving and sensory properties. The color-giving properties are caused by reactions with the muscle-protein myoglobin, which leads to the formation of nitrosylated myoglobin, which has a pink color. The difference in taste of nitrite-cured meats is most likely due to its anti-oxidative function on fatty acids, but other reactions are involved as well. Nitrite is strongly inhibiting for *Clostridium botulinum*, and is effective against a number of other microorganisms as well. The antibacterial properties are associated with higher concentrations of nitrite than the taste- and color-giving properties.

The use of nitrite in foods has been controversial since the 1970s. The association of nitrite and cancer has been a subject for a lot of research. Because of this, a number of alternatives to nitrite-curing has been presented, such as addition of different plant extracts, and addition of nitrate which is then reduced by bacteria to nitrite. None of these alternatives is effective without any addition of nitrite, therefore a small concentration is added.

The best current alternative in Sweden is to lower the concentration of nitrite in cured meats, along with a lowering of refrigerator-temperatures. Along with a continued addition of reducing agents, such as ascorbate, which strengthens the effect of the nitrite.



# Innehållsförteckning

## Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Metod</b>	<b>7</b>
<b>3. Nitritets mekanism</b>	<b>8</b>
3.1 Kväve .....	8
3.2 Myoglobinets egenskaper .....	8
3.3 Nitrat .....	9
3.4 Nitritets verkan på färg i köttprodukter .....	9
3.5 Nitritets verkan på smak i köttprodukter .....	10
3.6 Nitritets antioxidativa egenskaper .....	10
3.7 Nitritets antibakteriella egenskaper .....	11
3.8 Nitritets samverkan med reduktanter .....	11
3.9 Bildande av nitrosaminer .....	12
3.10 Nitritens förändringar över tid .....	12
<b>4. Regleringar enligt EU</b>	<b>13</b>
<b>5. Säkerhetsaspekter på nitritanvändning i köttprodukter</b>	<b>14</b>
5.1 Historik .....	14
5.2 Nitrit och samband med cancer i bukspottskörteln .....	16
<b>6. Alternativ till nitrit</b>	<b>16</b>
6.1 Nitrit från nitratreducerande bakterier .....	16
6.2 Utbyte av nitrit mot annatto (E160b) för färegenskaper .....	17
6.3 Reduktion av nitritnivå med andra mekanismer .....	18
6.4 Tillsats av växtextrakt för att förhindra tillväxt av <i>C. botulinum</i> .....	18
<b>7. Diskussion och slutsats</b>	<b>19</b>
<b>Referenser</b>	<b>22</b>
<b>Tack</b>	<b>23</b>

# 1. Inledning

Nitrit (E250) är en omdebatterad livsmedelstillsats som idag används i många processade charkuteriprodukter. Att processa, eller förädla kött råvaror är något som man kan spåra långt bak i historien. Då man först började att förädla livsmedel tillsatte man salt (NaCl) vilket resulterade i sänkt vattenaktivitet och inhibering av mikroorganismers tillväxt. Efterhand märkte man att vissa salter hade en bättre konserverande förmåga än andra. Salpeter ( $\text{KNO}_3$ ) var känd som en kontaminant i salt som gav förlängd hållbarhet samt en fin rosaröd färg (Honikel, 2007).

Mängden tillsatt nitrit, vanligtvis som salt av natrium eller kalium, är i de flesta länder reglerad enligt lag (Honikel, 2007). I Sverige är det den nuvarande EU-lagstiftningen som styr hur stor mängd nitrit som får tillsättas.

I de livsmedel som nitrit tillsätts har det flera roller, dels att få fram den rosa färg som förknippas med processade charkuterivaror, dels att ge dess karaktäristiska smak samt som inhibitor av bakterietillväxt, främst *Clostridium botulinum*.

Nitrittillsatser i livsmedel har på senare år blivit mer och mer omdebatterat, mycket till följd av en förändring i konsumenternas preferenser. Idag vill konsumenter i större grad ha naturliga livsmedel som inte blivit processade, och detta innebär att många produkter med lägre salthalt, mindre eller inga ”tillsatser”, mildare värmebehandling etc. saluförs i livsmedelsbutikerna. Tillsammans med globaliseringen av livsmedelsindustrin har detta möjligen ökat risken för livsmedelsburen botulism (Cui *et al.*, 2009). Just tillsatser av nitrit ses som tveksamt av konsumenter till följd av att det eventuellt kan bildas carcinogena nitrosaminer. Detta har följts av en ökning av ”naturliga livsmedelsförädlade processer”, vilka har som mål att få fram livsmedel med likvärdiga egenskaper som de i de traditionella förädlingsprocesserna (Jackson *et al.*, 2010).

Syftet med denna uppsats var att utvärdera nitritets roll i produktionen av charkuterivaror, samt att redovisa olika alternativ till den nitritanvändning som finns i EU idag.

## 2. Metod

Denna uppsats är en litteraturstudie. Två intervjuer gjordes även för att få en bild av synen på nitritanvändning i Sverige idag, samt hur den kan komma att förändras i framtiden. Urvalet av referenser gjordes noggrant efter vad som ansågs vara relevant för att få en bild av nitritanvändning i livsmedel förr och idag, samt de alternativ som finns och dess för- och nackdelar.

## 3. Nitritets mekanism

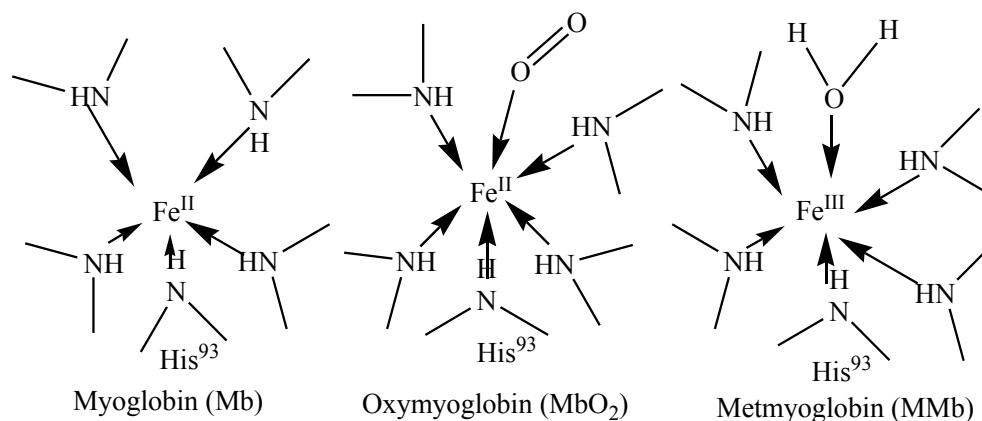
### 3.1 Kväve

Kvävgasen i vår atmosfär är en icke-reaktiv molekyl, men kväveatomen själv är ett av de grundämnen som kan ändra sitt oxidationstal mest. I ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) har det oxidationsstatusen  $\text{N}^{3-}$  medan det i nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) har oxidationsstatusen  $\text{N}^{5+}$ . Detta är totalt åtta olika stadier av oxidation (Honikel, 2007), vilket innebär att reaktioner som innefattar kväve har en stor variation och komplexitet.

### 3.2 Myoglobinets egenskaper

Proteinet myoglobin som finns i muskelceller hos ryggradsdjur har en komplex struktur. Proteinet har en prostetisk grupp, vilket är en komponent som inte hör till proteinet men som har en viktig roll i katalytiska eller enzymatiska reaktioner i vilka proteinet deltar. I myoglobinets fall är detta en hemgrupp, som består av en porfyrinring med en järnatom i centrum. Denna har en syrebärande förmåga. Myoglobin kan reagera med syre på flera sätt och har i olika stadier av oxidation olika färg. Som Figur 1 visar existerar myoglobin framför allt i tre stadier i muskelvävnad. Det är järnatomen som ändrar oxidationstal under vissa reaktioner, vilket i sin tur ändrar färgen på proteinet. I deoxymyoglobin existerar järnet i reducerat stadium,  $\text{Fe}^{2+}$ . Denna formen har en djupt purpurröd färg. Då deoxymyoglobin reagerar med syre bildas oxymyoglobin ( $\text{MbO}_2$ ) vilket har en klarröd färg. Trots närvaron av syre oxideras inte järnet här, utan behåller samma oxidationsstatus ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Då muskeln omvandlats till kött bildas även metmyoglobin när syrettrycket är lågt. I metmyoglobin existerar järnet i oxiderat tillstånd ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Detta ämne har en oattraktiv, brun färg. (Coulter, 2009).





Figur 1: Järnets tre stadier i myoglobin. De fyra kväveatomerna i fyrkantssformati-  
on runt järnatomen tillhör porfyrinringen och den femte som är markerad med  
His<sup>93</sup> är den 93:e aminosyran i proteinet. Den sjätte positionen kan bl. a. binda syre  
eller vatten. De ensamma elektronerna i kväve, syrgas eller vatten tar upp järnets  
tomma elektronorbitaler. (Coultrate, 2007)

### 3.3 Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Nitrattillsatser i köttprodukter är endast effektiva efter det att de omvandlats till nitrit. Detta händer i produkter som inte värmebehandlas under tidiga produktions-  
steg, såsom råa skinkprodukter och råa korvar (Honikel, 2007).

### 3.4 Nitritets verkan på färg i köttprodukter

Då man tillsätter nitrit i köttprodukter händer en komplex rad av kemiska reakti-  
oner som involverar många olika reaktanter. Nitrit är i sig en starkt reaktiv sub-  
stans som har förmågan att reducera, oxidera samt nitrosylera. Den kan omvandlas  
till många olika föreningar i kött, såsom salpetersyrighet (HONO), kväveoxid  
(NO) samt nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Undersökningar av de kemiska reaktioner som äger rum  
vid nitrittillsatser i charkuterivaror har visat att dessa är mycket komplexa. Nitrit  
agerar inte direkt nitrosylerande (då en NO-grupp överförs) på myoglobin, utan  
det bildas många intermediära produkter, såsom N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i den något sura miljön som  
en postmortal muskel innebär, samt NOCl i närvaro av koksalt. Kväveoxid bildas  
från intermediat och reagerar med järnet i såväl myoglobin som metmyoglobin  
(Sebranek och Bacus, 2007). Då nitritjonen reagerar med myoglobin bildas ni-  
trosylmyoglobin (NO-Mb) i vilket järnjonen är reducerad till Fe<sup>2+</sup>. Detta sker efter  
ett flertal mellansteg där järnet är reducerat till Fe<sup>2+</sup>, men NO-Mb ännu inte bil-  
dats. Det nitrosylerade myoglobin har en röd-rosa färg. Då man värmer kött som

preparerats med nitrit får det en rosa färg till skillnad från opreparerat kött som blir grått eller brunt. Detta beror på att den röda NO-porfyrinringen i nitrosylmyoglobin är värmestabil och klarar temperaturer upp till 120°C. Detta färgkomplex kallas ofta för nitrosylmyochromogen. Den värmestabila röda färgen förändras då livsmedlet är kontaminerat med bakterier eller då det utsätts för UV-ljus (Honikel, 2007).

### **3.5 Nitritets inverkan på smak i köttprodukter**

Nitrit verkar också genom att ge charkuterivaror dess karaktäristiska smak. Detta är ett komplext samband som innefattar skillnader i arom, doft, textur och smak. Hur detta fungerar kemiskt är en svår gåta som ännu inte är löst. Det är lätt att särskilja tillagad, nitritbehandlad skinka från motsvarande produkt utan nitrittillsats, men de kemiska smakkomponenterna som orsakar detta har gäckat många forskare. Endel av skillnaden i smak tros bero på nitritens antioxidativa verkan på fettsyror, men andra antioxidanter ger inte samma processade smak (Sebranek och Bacus, 2007). Då man i studier jämfört sensoriska skillnader mellan produkter som processats med nitrit och de som inte gjort det har man sett att tillsats av nitrit ger en betydande positiv inverkan. Produkter utan tillsatt nitrit ansågs ha mer härsken smak och sämre kvalitet överlag. Även om de specifika mekanismerna som detta beror på är okända har hundratals ämnen identifierats i nitritbehandlade produkter, såsom alkoholer, ketoner, hydrokarboner, furaner, pyraziner, och heterocykliska föreningar innehållande svavel och kväve. Många av dessa är flyktiga och kan spela en stor roll i utvecklande av processad smak, men det har ännu inte helt klarlagts (Sindelar och Milkowski, 2011).

### **3.6 Nitritets antioxidativa egenskaper**

Nitritets antioxidativa verkan på fettsyror är av största vikt när det kommer till smakegenskaper. Denna verkan hindras inte av tillsatt salt, som annars är en stark oxidant. Då fettsyror oxiderar leder det snabbt till en kvalitetsförsämring i köttprodukter vilket kännetecknas av härskning och ”återuppvärmd smak”. Återuppvärmd smak är den smak som uppstår då stekt kött kylts ned och sedan återuppvärms. Omfattningen och den hastighet som fettsyror oxiderar med beror på nivåerna av omättade fettsyror, temperatur, tid, syrehalt, samt tillsats av antioxidativa ämnen. Nitritets antioxidativa effekt beror sannolikt på samma mekanismer som gör att nitritet ger kött en rosa färg, kväveoxidens verkan på fria radikaler samt bildande av nitriso- och nitrosylämnen med antioxidativa egenskaper. Det har rapporterats att så låga nitritnivåer som 50 ppm ger en signifikant minskning av åter-

uppvärmd smak, medan en nivå på 220 ppm helt inhiberar denna. Samma nivåer ger en betydande sänkning av tiobarbitursyra (TBA), med en fullständig inhibering vid en nitritnivå på 220 ppm. TBA bildas vid lipidoxidation i köttprodukter. (Sindelar och Milkowski, 2011)

### **3.7 Nitritets antibakteriella effekter**

Förutom att ge stabil färg och processad smak till charkuterivaror verkar nitrit som en baktoreostatisk och bakterocidal komponent. Nitritet har betydelse för kontroll av *Listeria monocytogenes* och är starkt inhiberande för anaeroba bakterier som *Clostridium botulinum*. Dess effektivitet mot clostridier beror på många faktorer, som till exempel pH, tillsatta reduktanter, saltkoncentration och järninnehåll (Sebranek och Bacus, 2007) Nitrit verkar antibotulint på två olika stadier i bakteriens tillväxtcykel. Den första innebär att nitritet hindrar sporer att utvecklas till vegetativa celler. Den andra är att celldelning av de vegetativa celler som utvecklas förhindras (Sindelar och Milkowski, 2011) Exakta mekanismer för hur nitrit förebygger bakterietillväxt är inte helt klart, men det är tydligt att bildandet av kväveoxid är mycket viktigt. Med detta menas att det är nitritets reaktivitet som är viktigast, en indikator för detta är dess starka samband med pH-värdet på produkten. Den viktigaste faktorn för antibiotulina effekter är kvarvarande nitritkoncentration då produkten utsätts för felaktig förvaringstemperatur. Kvarvarande nitrit i produkten degraderas även med tiden vilket leder till en punkt då även de inhibitoriska effekterna avtar (Sebranek och Bacus, 2007). Det är välkänt att så låga nitritkoncentrationer som 50 ppm i värmebehandlade produkter har en effekt på färg och smak. För att uppnå antibiotulina effekter krävs däremot en högre halt på ca 120 ppm (Jafar, Emam-Djomeh, 2006). I EU tillåts restnivåer upp till 180 ppm i vissa produkter.

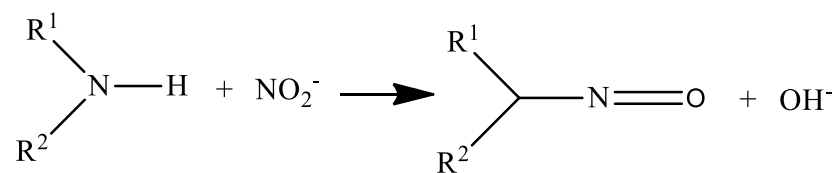
### **3.8 Nitritets samverkan med reduktanter**

Under de senaste decennierna har man tillsatt reduktanter i form av exempelvis askorbinsyra (E300), askorbat eller isoaskorbat i charkuterivaror. Askorbatet reagerar då med syret i smeten och bildar dehydroaskorbat vilket minskar mängden syre som kan oxidera nitrit till nitrat. Det verkar också som att askorbat reagerar med nitrit och bildar kväveoxid, som ändå kan gå vidare och reagera med andra ingredienser. Man tillsätter även askorbat för att förhindra bildningen av potentiellt carcinogena nitrosaminer. Reaktionen som hindrar bildningen av dessa är inte helt klarlagd. En teori är att askorbat reagerar med det nitrit som återstår, eller att

kväveoxiden binder till askorbat och därmed förhindrar att det skulle kunna bildas nitrosaminer (Honikel, 2007).

### 3.9 Bildande av nitrosaminer

Som Figur 2 visar sker bildande av nitrosaminer då sekundära aminer reagerar med nitritjoner, till skillnad från reaktion med primära aminer, som endast resulterar i deaminering och bildande av kvävgas samt hydroxidjon. Reaktionen med aminosyror är viktig i charkuteriprodukter eftersom den eliminerar delar av det kvarvarande nitritet i köttet. Sekundära aminer är inte lika vanliga i kött som primära, men de kan uppstå till följd av mikrobiell aktivitet, i huvudsak anaerob sådan. En del sekundära aminer kan bildas till följd av behandling med hög temperatur, exempelvis stekning. Dekarboxylering av prolin leder till bildande av den viktiga nitrosaminen N-nitrosopyrrolidin (NOPyr). (Coultate, 2009)



Figur 2: reaktion mellan sekundär amin och nitritjon

Nitrosaminer har hittats i många charkuteriprodukter, men dess närvaro är högst i de produkter som tillagats i höga temperaturer, såsom stekt bacon. Nivåerna av NOPyr i stekt bacon ligger runt  $100 \mu\text{g kg}^{-1}$ , tillsammans med något lägre nivåer av N-nitrosodimethylamin (NDMA). Det har stått klart att dessa flyktiga nitrosaminer orsakar cancer hos försöksdjur, men huruvida de orsakar cancer hos människa som följd av intagande av processade köttprodukter finns det inga säkra belägg för. Intaget av NDMA och samband med kolorektalcancer har påvisats i vissa studier, men då har intaget av rök och saltad fisk haft betydligt större inverkan på incidensen av cancer än processade köttprodukter. Då man tillsätter askorbat i charkuterivaror kan man minska halten tillsatt nitrit eftersom bildandet av MbNO påskyndas och reaktionen som bildar nitrosaminer inhiberas. (Coultate, 2009)

### 3.10 Nitrithalten förändringar över tid

Nitrithalten i charkuterivaror sjunker under lagringstiden, och i synnerhet under tiden som produkten blandas till det att den värmebehandlas. Dessa tidiga förluster leder till att 65 % av den ursprungliga halten finns kvar. Då produkten lagrats i

kyla i 20 dagar och sedan värmts upp har halterna sjunkit till en tredjedel av de ursprungliga nivåerna. Halterna fortsätter sjunka under lagringen, tills det att produkten kylagrats i 60 dagar, varefter produkten inte längre ses som tjänlig. Ett högre pH-värde gör att nitrithalten reduceras långsammare i livsmedlet. Allt detta gäller även för halterna av nitrat. Då man blandat i 100 mg nitrit / kg korvsmet i ett försök såg man sjunkande halter direkt efter värmebehandling. Ju högre värmebehandling, desto större förlust av nitrit. Både nitrit och nitrat reagerar fort med andra ingredienser och kan då inte längre detekteras som oorganiskt nitrat eller nitrit. Då man tillsätter askorbat och polyfosfat sjunker halterna snabbare. En del av nitritet som tillsätts oxiderar till nitrat. (Honikel, 2007)

#### **4. Regleringar enligt EU**

Enligt EU-regleringar får maximalt 100 mg nitrit tillsättas per kg produkt när det gäller steriliserade köttprodukter (upphettade till 121 °C i 3 minuter). För vissa traditionella produkter tillåts upp till 180 mg nitrit per kg produkt. Kvarvarande nitrit, uttryckt som mg  $\text{NaNO}_2$ /kg produkt regleras olika för olika produkter. De högsta halterna (175 mg/kg) tillåts i traditionella torrsaltade produkter, såsom torrsaltad bacon. Vad gäller nitrattillsatser tillåts maximalt 300 mg/ kg produkt med en högsta restmängd  $\text{NaNO}_2$  på 250 mg/kg. För vissa av dessa uttrycks högsta restmängd utan tillsatt natriumnitrit (E250). Nitrit för matproduktion får endast säljas i en blandning med koksalt eller saltsubstitut (EU-direktiv 2006/52/EG, 2006). Generellt sett kan man säga att 150 mg nitrit/kg produkt tillåts i alla köttprodukter medan det för råa produkter även kan tillsättas 150 mg nitrat/ kg produkt (Honikel, 2007).

Danmark har gått sin egen väg vad gäller nitrit- och nitrattillsatser och tillåter inga nitrattillsatser i livsmedel, med undantag för Wiltshire bacon och några andra råa skinkprodukter där halter på 300 mg nitrat/kg tillåts. Nitrit tillåts i halter upp till 150 mg/kg. Detta betyder att en maximal halt på 300 mg nitrit + nitrat tillåts i råa produkter. I undantagsfallen, som torrsaltad bacon, tillåts 175 mg resterande nitrit/kg produkt och 250 mg resterande nitrat/kg produkt, vilket tillsammans blir 425 mg resterande nitrit+nitrat per kg produkt. I andra, icke-specificerade råa köttprodukter är maxhalten 300 mg nitrit+nitrat per kg produkt. (Honikel, 2007)

I EU-ekologiska produkter tillåts nitrittillsatser, men inte i varor som är certifierade med KRAV (EU-förordning 889/2008, 2008; KRAV, 2011).

## **5. Säkerhetsaspekter på nitritanvändning i köttprodukter**

### **5.1 Historik**

Nitrittillsatser i livsmedel har under en tid skapat debatt. De problem som diskuteras är dess kemiska toxicitet, vilket kan leda till bildandet av carcinogener efter intagande av nitrithaltiga livsmedel. Dessa problem anses inte vara relevanta då det gäller de nivåer av nitrit och nitrat som är tillåtna i livsmedel idag. Dessa nivåer är strikt kontrollerade och ger ingen risk för direkt förgiftning. Dock har det förekommit fall då nitrit misstagits för andra komponenter i livsmedel vilket har lett till att nitrit tillsatts i koncentrationer stora nog för att orsaka förgiftningssymptom (Sebranek och Bacus, 2007). Nitrit är giftigare än nitrat. Dödlig oral dos för människor är 80-800 mg nitrat per kilogram kroppsvikt och 33-250 mg nitrit per kilogram kroppsvikt (Honikel K-O, 2007).

Problemet med bildande av carcinogena nitrosaminer uppmärksammades och ansågs vara ett stort problem under 1970-talet. Detta ledde till ändrade tillverkningsrutiner och sänkta nivåer i livsmedel. Senare forskning har visat att endast ca 5 % av intaget nitrit och nitrat kommer från processade köttprodukter, medan resten kommer från grönsaker och saliv. Under 1990-talet visade epidemiologiska studier på samband mellan konsumtion av charkuterivaror och leukemi hos barn samt hjärncancer. Dessa problem, tillsammans med att nitrit skulle ha en toxisk inverkan på reproduktivitet har dock till stor del ifrågasatts genom senare studier och granskande av forskning (Sebranek och Bacus, 2007).

Oron att nitrit skulle kunna vara ohälsosamt började 1970 då en rapport av Lijinsky och Epstein titulerad "Nitrosamines as Environmental Carcinogenes" publicerades i tidsskriften Nature. Denna visade att nitrosaminer var potenta och specifika carcinogena föreningar. Författarna till artikeln drog slutsatsen att den lämpligaste åtgärden skulle vara att eliminera en av de ämnen som är förstadier till nitrosaminer, det vill säga nitrit eller sekundära aminer. Alla processade köttvaror innehöll dessa två ämnen vilket ledde till att konsumtion av dessa ansågs vara en hälsorisk. År 1978 kom en till studie som visade att det var nitritet självt som var carcinogent. Denna rapport blev mycket diskuterad och kritiserades då man hittade flera

avvikelser. En kommitté bildades i USA för att utvärdera nitritets potentiella ohälsosamma effekt, samt vilka alternativ som fanns tillgängliga. Debatten kring nitrit som tillsats blev allt mer aktuell, och det var nära att nitrittillsatser helt skulle förbjudas som livsmedelstillsats i USA. En större studie om samband mellan cancer och nitritintag efterfrågades 1982 av *National Academy of Sciences* (NAS) i USA, vilken färdigställdes under 1990-talet. Denna rapport utvärderades av en panel 2000 vilken fastslog att det inte fanns ett samband mellan nitritintag och cancerutveckling i några stora vävnader hos möss eller råttor. Det fanns endast bevis för en ökad risk för cancer i magen hos möss av honkön. Efter detta ansåg man att nitrit var en säker livsmedelstillsats (Sindelar och Milkowski, 2011).

I Kalifornien 1998 kom ett förslag om att klassificera nitrit som en "developmental and reproductive toxicant" (DART) under en ny lag kallad "proposition 65". Om denna hade godkänts hade följden blivit att alla livsmedel innehållande nitrittillsatser blivit märkta med en varningstext. Att denna lag inte gick igenom var till följd av en omröstning av en kommitté av experter som röstade åtta mot en (Sindelar och Milkowski, 2011).

År 2006 kom ytterligare en rapport om nitrit och dess samband med cancer, publicerad av *International Agency for Research on Cancer* (IARC). I denna fastslogs att nitrit sannolikt har carcinogena egenskaper då det intas oralt. Då denna slutsats i efterhand utvärderats verkar den förhastad. I vissa situationer kan carcinogena ämnen bildas efter intag. Det är dock frågan om det är rätt att reglera nivåerna i livsmedel. En stor anledning till detta är att nitrit bildas naturligt i metabolismen och saliven, vilket betyder att då man sväljer sin eget saliv tillsammans med vilket livsmedel som helst skulle detta kunna leda till bildande av carcinogena föreningar (Sindelar och Milkowski, 2011).

Mycket av debatten kring nitrit har grund i epidemiologiska studier som visar på samband mellan kost och hälsa, och då särskilt konsumtion av processade köttvaror. Dessa tar inte alltid ny kunskap och förståelse av nitrit som en naturlig metabolit i åtanke. Då riktlinjer för en livsstil som skulle minska risken för cancer presenterades, föreslogs att konsumtionen av rött kött bör minskas till ca 500 g tillagat kött per vecka, och att helt utesluta processade köttvaror. Dessa rekommendationer har anklagats för att vara baserade på svaga samband i epidemiologiska studier och har utvärderats av många forskare, såväl självständiga som i samarbete med livsmedelsindustrin. (Sindelar och Milkowski, 2011)

## 5.2 Nitrit och samband med cancer i bukspottkörteln

Nitrit och nitrat har visats orsaka cancer i bukspottkörteln hos försöksdjur. Då man undersökte sambandet mellan nitrat- och nitritintag och bukspottkörtelscancer hos människa kunde man dock inte se ett statistiskt signifikant samband. Studien utfördes under 10 år på 303156 personer i USA. Vissa tidigare studier hade funnit ett samband, medan andra inte gjort det. En studie visade att totalt köttintag, intag av rött kött samt kött tillagat vid höga temperaturer hade samband med cancer, medan inget samband kunde ses för processade köttprodukter. Nitrit antas orsaka denna typ av cancer då bukspottkörtelns duktulära epitel exponeras för nitrosoföreningar under en längre tid. Dessa föreningar påverkar DNA i pankreas efter att ha blivit metaboliskt aktiva genom passage i levern (Aschebrook-Kilfoy *et al.*, 2011).

Då man undersökte källorna till nitrat och nitrit kom nitraten från grönsaker som broccoli och spenat, medan huvuddelen av nitritet kom från pasta, bröd, kallskurna köttprodukter och ris. Det totala intaget sattes i relation till energiintaget. Resultatet av studien var att man såg ett svagt samband mellan cancer i bukspottkörteln och nitritintag hos män, men detta samband var inte statistiskt signifikant. Hos kvinnor sågs inget samband. Dock finns relevanta felkällor då man utför stora studier med hjälp av enkäter. Ofta överrapporteras intag av mat som uppfattas som nyttig, med en eventuell underrapportering av det totala intaget av processade köttprodukter. Det är också möjligt att män är känsligare för högt intag av rött kött än kvinnor. En annan möjlighet är att en annan substans än nitrat och nitrit orsakar cancer (Aschebrook-Kilfoy *et al.*, 2011).

## 6. Alternativ till nitrit

### 6.1 Nitrit från nitratreducerande bakterier

Då nitrit inte direkt tillsätts i charkuterivaror gör man ibland så att man istället tillsätter en nitratrik källa, exempelvis selleriextrakt, som sedan med hjälp av nitratreducerande bakterier reduceras till nitrit. Då det gäller fermenterade korvar, som exempelvis salami, tillsätts vanligen kulturer av *Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus acidilactici*, vilka inte har nitratreducerande egenskaper. Vissa andra bakterier, som *Kocuria varians*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus* och andra har däremot nitratreducerande egenskaper. Dessa kan reducera nitrat vid temperaturer på 15-20°C, men är betydligt effektivare vid temperaturer över 30°C, lämpligtvis ca 38°C. Temperaturen vid fermenteringen har visat sig



vara viktigare än nitrattillsatser för utvecklande av de egenskaper man önskar. Man har iakttagit att färgen hos de produkter som behandlats med nitratreducerande kulturer inte nådde upp till de nivåer som vanlig nitritbehandling åstadkom. Denna skillnad var inte alltid signifikant. Inte heller de sensoriska attributen nådde upp till samma nivåer som hos de klassiskt preparerade produkterna. Inte heller denna skillnad var signifikant (Sebranek och Bacus, 2007).

Då man inte får tillsätta rent nitrit i produkten gäller det att istället hitta en bra källa till nitrat. Grönsaker är ofta en bra källa till nitrat, i synnerhet selleri, sallat och rödbetor, som kan innehålla halter upp till 1500-2800 mg/kg. I extrakt av dessa grönsaker kan man inte detektera något nitrit inledningsvis, men efter lagring i rumstemperatur i 10 dagar kan koncentrationen nitrit uppgå till 128-189 mg/kg. Detta är mest sannolikt ett resultat av bakteriell aktivitet. Just selleri är mest fördelaktigt att använda som en naturlig källa till nitrat, då det inte likt rödbetsextrakt innehåller stora mängder pigment. Sellerismaken tar ej heller över allt för stor del av produktens slutgiltiga smak om den tillsätts i låga halter (Sebranek och Bacus, 2007).

## **6.2 Utbyte av nitrit mot annatto (E160b) för färegenskaper**

Annatto är ett röd-orange-gult naturligt färgämne som utvinns från perikarpen (frukten) från det tropiska trädet *Bixa orellana* L. som växer naturligt i Central- och Sydamerikanska skogar. Färgen extraheras med hjälp av vegetabiliska oljor eller basiska vattenlösningar. Det viktigaste färgämnet i Annatto är karotenoiden 9'-cis-bixin i oljelösningar och 9'-cis-norbixin i vattenlösning. Detta är ett färgämne som används i såväl matproduktion som mediciner och kosmetika. Olika studier har påvisat att annatto inte har mutagena, carcinogena eller genotoxiska effekter och är därmed säker för humankonsumtion. Det finns även vissa rapporter som visar på en antimikrobiell effekt hos annatto, mer specifikt mot stammar av *Clostridium botulinum* och *Clostridium perfringens*. (Zarringhalami, *et al.* 2008).

I deras studie kom de fram till att en sänkning av halten nitrit i korv från 120 ppm till 48 ppm med tillsatt annattohalt på 72 ppm gav bäst resultat i de sensoriska testerna. Dessa korvar visade sig även vara säkra mikrobiologiskt (Zarringhalami, *et al.* 2008).

### 6.3 Reduktion av nitrithalt med andra mekanismer

Det har visats att vid vattenaktiviteter på 0,95 eller under fungerar nitrit inte längre som konserveringsmedel, utan bidrar endast med sensoriska attribut. För att åstadkomma detta kan man tillsätta ämnen i korvsmeten som binder vatten, exempelvis gummiblandningar. Man kan också höja salthalten, vilket dock kanske inte är önskvärt med tanke på att saltkonsumtionen är så pass hög som den är (Jafari, Emam-Djomeh, 2006).

Att sänka pH är en effektiv metod för att inhibera tillväxt av *Clostridium botulinum*. Då man i en studie sänkte pH från 5,8 till 5,4 med hjälp av gloconodelta-lacton (GLD) gav detta en inhiberande effekt. Förutom att GDL inhiberar botulintillväxt kan det även främja färg och smakutveckling. Dock fick det en negativ inverkan på smakegenskaperna på grund av den märkbart surare smaken. Då korven vars pH sänkts värmdes upp för att ätas bedömdes den som dålig av en smakpanel. Det är också viktigt att ha i åtanke att surhetsreglerande medel som GDL eller natriumaskorbat kan öka inhiberingen av *C. botulinum* vid låga nivåer, men kan orsaka reduktion av nitrithalten vid höga nivåer, något som kan minska den antibiotulina effekten. (Jafari, Emam-Djomeh, 2006)

### 6.4 Tillsats av växtextrakt för att förhindra tillväxt av *C. botulinum*

Det har bevisats att vissa växtextrakt ger antibiotulina effekter. Dessa skulle i kombination med en låg halt av nitrit kunna användas i processade köttvaror. I en studie testades 90 olika växtextrakt varav 15 visade sig ha antibiotulina effekter vid en tillsatt nivå under 0,5 %. Dessa var extraherade dels i etanol, dels i destillerat vatten. Etanolhalten i extrakten var inte så hög att den hade någon effekt på botulin tillväxt. Av de 15 extrakt som hade antibiotulina effekter var det två som fungerade både som etanolextrakt och vattenextrakt; nejlika (*Syzygium aromaticum*) samt eukalyptus. Vilken art av eukalyptus som användes framgår inte. Växter, förutom nejlika och eukalyptus, som visat sig ha stark antibiotulin effekt var bland annat citron, lakrits, johannesört, kryddsalvia och muskotnöt. En svagare antibiotulin effekt påvisades av bland annat rosmarin, kanel, oregano, krysantemum, lagerblad, svartpeppar, spiskummin och vitpeppar. Mekanismen bakom detta är troligen de essentiella oljornas effekt på cellmembran, vilka förstörs och börjar läcka. Växterna som fastslogs ha bäst antibiotulin verkan i en matmodell tillsammans med en låg nivå (10 ppm) av tillsatt nitrit var muskot, salvia och nejlika. Dessa skulle kunna vara värdefulla ingredienser i minimalt processade köttvaror. Studien behandlar

dock inte hur dessa extrakt påverkar de sensoriska egenskaperna hos livsmedlet (Cui *et al.*, 2009).

## 7. Diskussion och slutsats

När det gäller att utvärdera nitrit tillsatser i livsmedel är det många aspekter som bör tas i beaktande. Att direkt döma ut nitritet som farligt på grund av cancerrisk är förhastat, men att heller inte se några problem med dess användning är också överilad. Man kan heller inte bara koncentrera sig på faktorer som är sjukdomsframkallande när det kommer till att utvärdera nitritets roll. Faktum är att nitrit även kan ha positiva effekter i kroppen. I form av kväveoxid (NO) kan prestationsförmågan hos idrottare ökas. NO kan även minska blodkoagulationen samt har, som tidigare diskuterats en antioxidativ verkan. Just NO är ett ämne som kroppen själv producerar, även om man inte skulle äta nitrit (pers. medd., N. Ilbäck).

Vad gäller nitrosaminer och deras samband med cancer har man i vissa studier sett samband, och andra inte. När det gäller studier hos försöksdjur, såsom råttor har samband påvisats, men att översätta dessa direkt till människa är komplext. Till exempel är skillnaderna mellan människans och råttans metabolism stora. De små gnagarna äter en stor del av sin kroppsvikt i mat varje dag. Det är därför svårt att säga om det verkligen är nitritet som är problemet. Rent evolutionsmässigt skulle detta vara till nackdel, då människan från början är jägare med nitrater i kosten. Att veta exakt vilka nitrosaminer som bildas under tillagning är väldigt svårt. Det skulle just nu behövas en studie som visar vilka nitrosaminer som bildas i människor då de äter köttprodukter. En annan intressant aspekt är förekomsten av nitrosaminer i snus. Snusare har högre nitritintag än icke-snusare, men man har inte kunnat påvisa att snus ger en ökad risk för cancer i någon studie (pers. medd., N. Ilbäck).

I de studier där man sett samband mellan intag av processat kött och cancer kanske man kan hitta andra faktorer som påverkar mer. De individer som äter mycket processat kött kanske väljer bort grönsaker och frukt vilka ju innehåller många ämnen med antioxidativ verkan. Därtill kan de ha en stillasittande livsstil i övrigt vilket ökar risken för såväl livsstilssjukdomar som diabetes och fetma som cancerrisk.

Om kött i sig ger cancer borde egentligen skillnaden mellan personer som äter mycket kött och de som enbart äter vegetarisk kost vara större. Detta bör gälla på global nivå, där det är relevant att jämföra rika länder i väst med fattigare länder. I rika länder äts mer köttprodukter vilket borde ge en kraftigt ökad cancerprevalens än i fattigare länder där det inte äts lika mycket kött.

Att därför välja att ta bort nitrit på grund av cancerrisken verkar som en förhastad åtgärd. Nitritets fördelar är överhängande. Att ge råvaror längre hållbarhet är alltid önskvärt och miljövänligt med tanke på att en förlängning av hållbarhetstiden sannolikt minskar matsvinnet. Många processade köttprodukter, som exempelvis korv är också till stor fördel då man använder kött från delar på djuret som inte kan säljas som styckningsdelar. Det är av stor fördel, då det alltid bör ses som positivt att använda så mycket som möjligt av djuret.

Ett relevant alternativ skulle vara att sänka nitrithalten i livsmedel, till de nivåer som är i Danmark. Denna lägre nivå inhiberar inte tillväxt av *Clostridium botulinum* helt, men eftersom temperaturen i kylarna är lägre än i Sverige kan inte botulin tillväxt ske. De proteolytiska stammarna av *C. botulinum* kan växa vid temperaturer på 10-12°C. Dessa är de som förknippas med kött. De icke-proteolytiska stammarna kan växa i så låga temperaturer som 3-5°C, men dessa förknippas med fisk (Lindblad, M., pers. medd. 2012). Att vi generellt har 8°C i kylarna i Sverige är egentligen märkligt. Utanför Sverige är det vanligt med en temperatur på 5°C. En sänkning av kyltemperaturerna i Sverige verkar därför vara en bra idé. Även om energiförbrukningen skulle öka, skulle detta tas igen i och med att mindre mat troligen skulle slängas. Då det just nu går ut mycket information till konsumenterna via medier om att mat faktiskt håller längre än till bäst-föredatum är detta ett relevant alternativ.

En alternativ metod går ut på att reducera nitrat till nitrit med hjälp av bakterier. Detta verkar vara lite poänglöst, eftersom slutresultatet ändå blir att produkten innehåller nitrit. Det verkar heller inte fördelaktigt då många av de nitratreducerande bakterierna också producerar mjölksyra. Den sura smaken som följer med detta är inte positiv i sensorisk bemärkelse. Att tillsätta olika växtextrakt har i vissa fall en antibotulin effekt. Dock kan det eventuellt ge smakfel på produkterna.

Det bästa alternativet verkar vara att sänka temperaturerna i kylarna tillsammans med en sänkning av nitrithalten och fortsatt tillsats av askorbat. Det är svårt att

hitta ett bra alternativ till nitrit som tillsats, eftersom nitrit har så många olika effekter. Vissa av effekterna kan man få då man ersätter nitrit med andra föreningar som exempelvis annatto med färggivande och antibotulina effekter. Men även om man skulle tillsätta annatto i processade köttprodukter skulle man ändå inte kunna ta bort nitritet helt. Frågan är också hur konsumenterna skulle se på att man använder ännu en tillsats i charkuterivarorna. Detta är också vad som skulle ske vid en sänkning av vattenaktiviteten i produkter, då det exempelvis skulle tillsättas en gummibas. Kanske är det istället bättre att satsa på att informera konsumenterna och göra dem medvetna om nitritets effekter. Detta ger möjligheten att göra ett medvetet val.

## Referenser

- Aschebrook-Kilfoy B., Cross A.J., Stolzenberg-Solomon R.Z., Schatzkin A., Hollenbeck A.R., Sinha R., Ward M.H. (2011) Pancreatic cancer and exposure to dietary nitrate and nitrite in the NIH-AARP diet and health study. *American Journal of Epidemiology* volume 174 pp. 305-315
- Coulter, T. (2009). *Food – The chemistry of its components*. RSC publishing, Cambridge.
- Jackson A. L., Kulchaiyawat C., Sullivan G.A., Sebranek J.G., Dickson J.S. (2010). Use of natural ingredients to control growth of *Clostridium perfringens* in naturally cured frankfurters and hams. *Journal of Food Protection* volume 74, pp. 417-424
- Jafari M., Emam-Djomeh Z. (2006). Reducing nitrite content in hot dogs by hurdle technology. *Food Control* volume 18, pp. 1488-1493
- Haiying C., Alonzo A.G., Hiroyuki N. (2009). Antimicrobial efficacies of plant extracts and sodium nitrate against *Clostridium botulinum*. *Food Control* volume 21, pp. 1030-1036
- Honikel, K-O. (2007). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science* volume 78, pp. 68-76
- Sebranek J. G., Bacus J. N. (2007) Cured meat without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science* volume 77, pp. 136-147
- Sindelar J. J., Milkowski A. L. (2011) Sodium nitrite in processed meat and poultry meats: a review of curing and examining the risk/benefit of its use. *American Meat Science Association White Paper Series* number 3
- Zarringhalami S., Sahari M.A., Hamidi-Esfehni Z. (2008). Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Science* volume 81, pp. 281-284

## Personliga meddelanden

- Ilbäck, N., (2012) Intervju på SLV, Uppsala
- Lindblad M., (2012) Intervju på SLV, Uppsala

## Tack

Tack till Kerstin Lundström som varit handledare, samt till Mats Lindblad och Nils-Gunnar Ilbäck på SLV för intervjuer.