



Jod i mjölk

– vad påverkar innehållet

Iodine in milk – factors affecting the content

Rebecka Sterner

Självständigt arbete • 15 hp, G2E
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för molekylära vetenskaper
Agronomprogrammet- livsmedel
Molekylära vetenskaper, 2020:10
Uppsala 2020

Jod i mjölk – vad påverkar innehållet

Iodine in milk – factors affecting the content

Rebecka Sterner

Handledare: Maria Karlsson, LRF Mjök
Bitr. handledare: Monika Johansson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper
Examinator: Åse Lundh, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Livsmedelsvetenskap
Kurskod: EX0876
Program/utbildning: Agronomprogrammet- Livsmedel
Kursansvarig inst.: Institutionen för molekylära vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Serietitel: Molekylärvetenskaper
Delnummer i serien: 2020:10

Nyckelord: Näringsinnehåll, foder, rapsfröprodukter, spendopningsmedel, hälsa, nutrition

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

Institutionen för molekylära vetenskaper

Sammanfattning

Globalt är jodbrist ett av de allvarligaste hälsoproblemen. Delar av befolkningar i flertalet utvecklade länder som tidigare har haft tillräckliga intag av jod har idag jodbrist. Sveriges befolkning anses än så länge upprätthålla tillräcklig jodstatus, samtidigt som de långsiktiga trenderna visar att jodnivåerna i flera erkänt jodrika livsmedel minskar. Jod är ett spårämne med flertalet essentiella funktioner för den mänskliga fysiologin, bland annat för produktionen av hormoner som är centrala för normal tillväxt, utveckling av det centrala nervsystemets samt olika metabola funktioner. Intas för lite jod kan det leda till struma eller hypotyreos medan för mycket jod kan leda till tyroideacancer eller hypertyreos. Enligt de Nordiska Näringsrekommendationerna bör vuxna inta 150 µg jod/dag. Rekommendationen för barn är något lägre medan rekommendationen för ammande och gravida är högre.

Globalt sett är jodberikade bordssalt, fisk, skaldjur, alger och ägg viktiga jodkällor. I utvecklade länder är även mjölk- och mejeriprodukter en viktig källa till jod. I Sverige och övriga skandinaviska länder är salt berikat med jod samt mjölk- och mjölkprodukter de livsmedel som primärt tillgodoser jodbehovet. I svensk mjölk finns i genomsnitt 11,7 µg jod/100 g vilket gör att 16,8 % av svenskars jodbehov tillgodoses av konsumtionsmjölk. Mellan och inom länder finns däremot stora variationer i mjölkens jodinhåll. Variationerna kan bero på fodrets sammansättning, huruvida rapsfröprodukter har använts vid utfodringen, säsongvariationer, geografiska variationer eller vilket produktionssystem som tillämpats på gården. Gemensamt för samtliga variationer är att de har en tydlig koppling till utfodringen. Även desinfektions- och spendopningsmedel med jod som används efter mjölkning kan antas påverka jodnivåerna i mjölken.

Den här litteraturstudien syftar till att undersöka jodinhållet i svensk mjölk och jämföra det med nivåerna i utländsk mjölk. Studien syftar även till att sammanställa vilka faktorer som påverkar jodinhållet i mjölk och därmed hur mjölkens jodinhåll skulle kunna öka.

Nyckelord: Näringsinnehåll, foder, rapsfröprodukter, spendopningsmedel, hälsa, nutrition

Abstract

Globally, iodine deficiency is one of the most severe health issues. In several developed countries, populations which have had sufficient levels of iodine are now struggling with deficiency problems. The iodine status of the Swedish population is still regarded to be sufficient, although the long-term trends indicates that the iodine levels in several iodine rich foods are decreasing. Iodine is a mineral and a trace element with several vital functions for the human physiology. Iodine plays a crucial role in the productions of the thyroid hormones, thyroxine and triiodothyronine. The hormones are essential for a normal growth, development of the central nervous system as well as for several metabolic functions. An insufficient iodine intake can cause goitre or hypothyroidism and an excessive intake can cause hyperthyroidism or thyroid cancer. According to the Nordic Nutrition Recommendation, the recommended intake for adults are 150 µg iodine/day. The recommendation is slightly lower for children and a bit higher for pregnant or breast-feeding women.

Globally, table salt fortified with iodine, fish, shellfish, algae and egg are important sources of iodine. Milk and dairy products serve as an important source of iodine in developed countries. In Scandinavia in general, and particularly in Sweden, iodine fortified salt together with milk and milk products are the primary foods that provide the population with iodine. The iodine content of Swedish milk is 11.7 µg iodine/100 g which gives that approximately 16.8 % of the Swedish iodine requirement is covered by the intake of consumption milk. Within and between countries, there are significant variations in the iodine content of milk. These variations depend on the composition of the feed, whether it contains rapeseed meal or cake, seasonal variation, geographical differences and production system. All the variations have a distinct linkage to the feed. The utilization of iodine containing teat-dipping disinfectants post-milking is possibly an additional factor which can affect the iodine content of the milk.

The aim of this literature review was to investigate the iodine content in Swedish milk and compare it to the levels in foreign milk. Also, the study aimed to compile which factors affect the iodine content in milk and consequently how the iodine content of the milk can increase.

Keywords: Nutritive content, feed, rapeseed meal, teat dipping, health, nutrition

Innehållsförteckning

Förkortningar	7
1. Inledning	9
1.1. Jods betydelse för människor.....	9
1.1.1. Hälsa.....	9
1.1.2. Livsmedel.....	12
1.2. Jods betydelse för kor.....	13
1.2.1. Hälsa.....	13
1.2.2. Foder.....	13
1.3. Syfte.....	13
2. Metod	15
3. Litteraturstudie	16
3.1. Jod i foder.....	16
3.1.1. Rapsfröprodukter i foder.....	16
3.1.2. Säsongs- och regionsvariationer.....	18
3.1.3. Produktionssystem.....	19
3.2. Jod i mjölk.....	20
3.2.1. Jod i svensk mjölk.....	20
3.2.2. Jod i utländsk mjölk.....	20
3.3. Desinfektions- och spendopningsmedel.....	23
3.4. Saltsten.....	24
4. Diskussion och slutsats	26
4.1. Sammanfattning.....	30
4.2. Frågeställningar att jobba vidare med.....	30
Referenser	32

Förkortningar

AI	Tillräckligt intag, Adequate intake
Ca(IO ₃) ₂	Kalciumjodat
EFSA	Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet, European Food Safety Authority
FSTA	Food Science and Technology Abstracts
GSL	Glukosinolater
KI	Kaliumjodid
LRF	Lantbrukarnas riksförbund
NaI	Natriumjodid
NNR	Nordiska näringsrekommendationer
RDA	Rekommenderat dagligt intag, Recommended dietary allowance
RI	Rekommenderat intag
RSC	Rapsfrökaka
RSM	Rapsfrömjöl
SCN ⁻	Tiocyanatjon
TS	Torrsubstans
WHO	Världshälsoorganisationen, World Health Organization
UL	Övre gräns, Upper limit

1. Inledning

Globalt är jodbrist ett av de allvarligaste hälsoproblemen. I flertalet utvecklade länder anses inte bara ett för lågt jodintag vara hälsofarligt, det finns även hälsorisker förknippade med jodintag strax under det rekommenderade intaget. För att motverka en global jodbrist introducerade Världshälsoorganisationen (WHO) år 1993 jodberikning av salt (Lee et al. 2016). Trots detta är en mindre jodbrist fortfarande ett problem i flera utvecklade länder, till exempel Storbritannien (Bath et al. 2013) och Australien, som tidigare ansetts ha befolkningar med ett tillräckligt tillgodosett jodbehov (Lee et al. 2016). Den svenska befolkningen anses upprätthålla tillräcklig jodstatus. Samtidigt visar de långsiktiga trenderna att jodnivåerna i flera erkänt jodrika livsmedel minskar vilket, om åtgärder inte vidtas, på sikt skulle kunna ha effekt på svenskars jodstatus (Julin 2020).

1.1. Jods betydelse för människor

1.1.1. Hälsa

Grundämnet jod är ett spårämne i diverse livsmedel med flertalet essentiella egenskaper för den mänskliga fysiologin. För människan är jod viktigt, inte minst på grund av ämnets centrala roll i produktionen av tyreoideahormonerna, sköldkörtelhormonerna, tyroxin och trijodtyronin (Flachowsky et al. 2014). Vidare är hormonernas fysiologiska roller många och fundamentala. Hormonerna styr bland annat utvecklingen av det centrala nervsystemet (González et al. 2019), funktioner som rör metabolismen samt ser till att tillväxten är normal (van der Reijden et al. 2017; Gunnarsdottir & Dahl 2012).

Intas en för liten eller för stor mängd jod, i förhållande till vad man behöver, leder det till att olika funktioner som sköldkörteln reglerar försämras. Är intaget av jod för lågt kan det bland annat leda till struma (González et al. 2019), hypotyreos samt nedsatt fertilitet (Gunnarsdottir & Dahl 2012). Ett för stort jodintag kan leda till en ökad produktion av tyreoideahormonerna med bland annat hypertyreos samt sköldkörtelcancer som följd (González et al. 2019).

Mängden jod människor behöver skiljer sig beroende på ålder samt om man är gravid eller ammande. Tillgodoses inte jodbehovet löper gravida större risk för

bland annat missfall eller att föda barn med medfödda avvikelser som kretinism, där jodbristen hos modern leder till att barnet får nedsatt intellekt och sämre tillväxt. Ammande kvinnor behöver extra jod eftersom jodet sekreteras till bröstmjölken där det verkar som ett viktigt näringsämne för barnet (Pearce 2018). En sammanfattning av jod-rekommendationerna enligt Nordiska näringsrekommendationerna 2012 (NNR 2012), Världshälsoorganisationen (WHO), U.S Institute of Medicine samt Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) presenteras i tabell 1. Rekommenderat intag (RI) är ett mått på hur mycket vitaminer och mineraler en hel befolkning eller en viss grupp i befolkningen bör inta baserat på genomsnittsbehovet och en marginal för befolkningen eller gruppen. (Livsmedelsverket 2019). Rekommenderat dagligt intag (RDA) syftar till ett genomsnittligt dagsintag för att tillgodose i princip alla friska människors (97–98 % av befolkningen) näringsbehov (National Institute of Health u.å). Tillräckligt intag (adequate intake=AI) är en beteckning avseende näringsrekommendationer där det vetenskapliga underlaget bedöms vara otillräckligt för att fastställas som RI. Ett exempel på när AI används istället för RI är när intaget av ett specifikt näringsämne i en befolkning inte påvisas ha några oönskade hälsoeffekter. Övre gräns (upper limit= UL) är ett mått på hur mycket av ett näringsämne man kan inta innan det finns risk för toxiska effekter kopplade till intaget på befolkningsnivå, där man med befolkning avser friska personer (Livsmedelsverket 2019).

Tabell 1. Rekommendationer av jodintag för olika grupper enligt NNR 2012, WHO, U.S Institute of Medicine och EFSA

Grupp	RI (µg/dag) NNR 2012 ^a	RI (µg/dag) WHO ^b	RDA (µg/dag) U.S Institute of Medicine ^c	AI (µg/dag) EFSA ^d	UL (µg/dag) NNR 2012 ^a
0–12 månader			110–130		
7–11 månader				70	
1–10 år				90	
1–8 år			90		
2–5 år	90	90			
6–12 år		120			
6–9 år	150				
9–13 år			120		
10–13 år	120				
11–14 år				120	
15–17 år				130	
Vuxna	150	150	150	150	600
Gravida	175	250	220	200	
Ammande	200	250	290	200	

^aNordiska ministerrådet (2014), ^b World health organization (2007), ^c van der Reijden et al. (2017),

^dEuropean Food Safety Authority (2014)

Enligt NNR 2012 är RI för barn 2–5 år 90 µg jod/dag och för 10–13-åringar rekommenderas 120 µg jod/dag. För vuxna, tillsammans med barn 6–9 år är 150 µg jod/dag rekommenderat. Utöver detta rekommenderar NNR gravida kvinnor att inta ytterligare 25 µg jod/dag och ammande ytterligare 50 µg jod/dag. WHO:s rekommendationer för barn skiljer sig något från NNR 2012 då de rekommenderar ett något lägre intag (120 µg jod/dag) för 6–9 åringar jämfört med NNR 2012. Rekommendationerna beträffande vuxnas jodintag är desamma i de båda fallen men WHO:s rekommendation är även att gravida och ammande kvinnor bör inta 250 µg jod/dag (O’Kane et al. 2018). I tabell 1 framgår också att U.S Institute of Medicine har rekommendationer rörande nyföddas intag av jod (110–130 µg jod/dag) samt ett rekommenderat jodintag vid graviditet ligger mellan NNR 2012 och WHO:s rekommendation (220 µg jod/dag). Ammande rekommenderas inta 290 µg jod/dag medan vuxna rekommenderas 150 µg jod/dag (van der Reijden et al. 2017). Rekommendationerna från EFSA är de som är mest lika rekommendationerna i NNR 2012.

1.1.2. Livsmedel

Livsmedel som utgör viktiga jodkällor för människan är jodberikat bordssalt, fisk, skaldjur och alger. Även vissa grödor odlade i jodrika jordar anses kunna vara goda jodkällor. Vidare är, bland annat på grund av att mineralblandningar med jod tillsätts till djurfoder, även ägg och mjölk bra källor till jod (Pehrsson et al. 2016). De positiva effekterna av att trygga befolkningens jodstatus genom jodberikat salt kan ställas i relation till att ett överdrivet högt saltintag är kopplat till diverse folkhälsosjukdomar som hjärt-kärlsjukdomar och högt blodtryck. På grund av detta är det viktigt att inte överdriva konsumtionen av salt. För att tillgodose det totala jodbehovet krävs då att man kompletterar jodberikat salt med konsumtion av andra livsmedel med god jodstatus (van der Reijden et al. 2017; Śliwiński et al. 2015).

I utvecklade länder är mjölk- och mejeriprodukter en viktig källa till jod. Ungefär 13–64 % av RI för jod tillgodoses av mjölk och mjölkprodukter, baserat på landspecifika data för livsmedelskonsumtionsdata (van der Reijden et al. 2017).

Salt berikat med jod är den jodkälla som tillsammans med fisk, skaldjur och mjölkprodukter primärt tillgodoser den svenska befolkningens jodbehov (Manousou et al. 2019). År 2016 konsumerade svenskar ungefär 78,8 liter mjölk/person och år (LRF Mjölk 2017). Genom att multiplicera konsumtionen med mängden jod per liter mjölk, 117 µg jod/l (Lindmark Månsson 2012), får man fram det årliga intaget av jod via mjölk motsvarande 9220 µg jod. Det ger ungefär 25,3 µg jod/dag från mjölk, vilket motsvarar 16,8 % av den dagliga rekommendationen för vuxna (150 µg jod/dag).

$$\text{dagligt jodintag från mjölk} = \frac{78,8 \text{ l} * 117 \text{ µg jod/l}}{365 \text{ dagar}} = 25,3 \text{ µg jod/dag}$$

I Sverige bidrar alltså mjölk i genomsnitt med nästan 17 % av befolkningens dagliga rekommenderade jodintag. I Finland tillgodoser mjölken 40 % av den vuxna befolkningens jodbehov (Nordiska ministerrådet 2014). I Norge tillgodoses befolkningens jodbehov till största del, 50–70 %, av mjölk och mjölkprodukter (Trøan et al. 2018; Trøan et al. 2015). Även i Danmark, USA, Storbritannien och Irland är mjölk och mjölkprodukter de jodkällor som är viktigast (O’Kane et al. 2018). Andra länder med hög mjölkkonsumtion så som Frankrike, Tyskland, Italien, Kanada, Tjeckien och Polen har också mjölk och mjölkprodukter som en av de viktigaste jodkällorna (van der Reijden et al. 2017). I Schweiz ger joderat salt 50 % av befolkningens jodbehov. Men även mjölk och mejeriprodukter är viktiga källor då de står för 30–40 % av befolkningens jodintag (van der Reijden et al. 2018).

1.2. Jods betydelse för kor

1.2.1. Hälsa

Kor behöver jod för sin hälsa. Tillräckligt med jod i fodret är dessutom viktigt för att möjliggöra normal kalvutveckling och att kalvarna inte drabbas av struma. Problem med mjölkavkastning och framtida avel kan dessutom uppkomma om korna inte får i sig tillräckligt med jod (Coneyworth et al. 2020).

1.2.2. Foder

En vanlig foderstat för en mjölkko består av ungefär 75 % grovfoder och 25 % kraftfoder. Grovfodret utgörs av bland annat ensilage medan kraftfodret ofta består av krossat spannmål och oljeväxter som soja och raps. Dessutom får kon ofta tillskott av mineraler (Hjärta mjölk 2019). Mjölakens jodnivåer påverkas positivt av fodrets jodinhåll men kan påverkas negativt beroende på mängden jodantagonister, i form av glukosinolater eller goitrogener, fodret innehåller (Franke et al. 2009). Jodantagonisterna hämmar sköldkörtelns förmåga att ta upp jod och producera tyreoidhormonerna (van der Reijden et al. 2017).

De senaste 20 åren har EU motverkat ett jodunderskott i medlemsländernas djurfoder till boskapsdjur genom att tillsätta jod i bland annat formerna $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ och natriumjodid (NaI). EU:s maxgräns för jod tillsatt till foder är 5 mg jod/kg torrsubstans (ts), med en rekommendation runt 2 mg/kg ts (Schöne et al. 2017). Jodbehovet hos den lakterande kon är 0,5 mg/kg ts (van der Reijden et al. 2017) medan rekommendationen är 0,6 mg/kg ts för att överkomma eventuella goitrogener i fodret (Coneyworth et al. 2020). Jodbehovet kan tillgodoses genom att till fodret tillsätta mineralblandningar, salt eller kraftfoder med jod (van der Reijden et al. 2017). I Norge har berikning av jod till kofoder varit obligatoriskt sedan 1950-talet. Reformen fick befolkningens jodstatus att öka tack vare Norges tradition att konsumera mjölk och mjölkprodukter (Nyström et al. 2016).

1.3. Syfte

Det är känt att jod är ett viktigt ämne för såväl människor som djurs hälsa. Jodstatusen hos människor påverkas av den mat vi äter, och jodinhållet i maten påverkas i sin tur av odlingsmarkernas status eller fodrets sammansättning. För svenskar är mjölk en signifikant källa till intag av jod och därför syftar den här litteraturstudien till att sammanställa vilka faktorer som påverkar jodinhållet i mjölk. Studien syftar även till att undersöka jodinhållet i svensk mjölk och jämföra det med nivåerna i utländsk mjölk. Slutligen avser studien att redogöra för hur mjölakens jodinhåll skulle kunna ökas. Arbetet avgränsas till att omfatta

obehandlad mjölkråvara och konsumtionsmjölk, då forskning om jodinhåll i övriga mjölkprodukter är begränsad.

2. Metod

Litteraturstudien baseras på information från vetenskapliga artiklar hämtade bland annat från SLU:s söksystem Primo, databaserna Food Science and Technology Abstracts (FSTA) och PubMed. Även forskningsrapporter från bland annat Svensk mjölk om den svenska mjölkens sammansättning, WHO och EFSA har använts. Information har hämtats från bland annat KRAVs, Livsmedelsverkets och LRF mjölks webbsidor.

Vid artikelsök i Primo och i respektive databas avgränsades sökträffarna till vetenskapligt granskade källor publicerade efter år 1990. Sökord som använts i olika kombinationer vid sökandet efter relevanta vetenskapliga artiklar var bland annat *iodine*, *cow milk* och *rapeseed, feed*. I Primo genererade kombinationen av dessa sökord 52 träffar vars rubriker och/eller sammanfattningar lästes och varav 5 användes i litteraturstudien. Kombinationen av sökorden *teat dipping* och *iodine content* genererade 21 träffar i Primo vars rubriker och/eller sammanfattningar lästes och där 5 artiklar användes i litteraturstudien. Även sökordet *organic* i kombination med några av de tidigare nämnda sökorden genererade artiklar relevanta för litteraturstudien.

3. Litteraturstudie

Jodinhållet i mjölk varierar inom och mellan länder bland annat beroende på hur kon utfodras, dvs fodrets sammansättning. Tillsatsen och användandet av rapsfröprodukter i fodret kan vara en negativt påverkande parameter som minskar mängden jod i mjölk (Trøan et al. 2015) liksom tillskott av mineraler kan vara en positivt påverkande faktor som ökar mängden jod i mjölk (van der Reijden et al. 2017). Dessutom kan jodkoncentrationen i mjölk påverkas av att jodinhållande spendopningsmedel med desinfekterande effekt appliceras på kons juver efter mjölkning. Huruvida mjölken är vinter- eller sommarmjölk, var i landet mjölken produceras samt vilket produktionssystem som används på gården kan påverka mjölkens jodinhåll (van der Reijden et al. 2017).

3.1. Jod i foder

3.1.1. Rapsfröprodukter i foder

Enligt flera studier kan det vara av betydelse för jodinhållet i mjölk om kons foder innehåller rapsfröprodukter (Schöne et al. 2017; Trøan et al. 2015). Studien av Trøan et al. (2015) visar att importen av rapsfröprodukter ökade i Norge mellan år 2000 och 2008. År 2000 importerades knappt 2,400 ton rapsfröprodukter och år 2008 importerades drygt 83,400 ton. Den största delen av de importerade produkterna gick till foder till nötkreatur. I en senare studie visar samma författare på en knapp halvering av jodinhållet i vintermjölk under samma tidsperiod, från 23,1 µg/100 g år 2000 till 12,2 µg/100 g år 2008 (Trøan et al. 2018). Studien av Trøan et al. (2018) undersökte hur tillsättande av värmebehandlade pressade rapsfrökakor (RSC) med lågt glukosinolatinnehåll, jodantagonister, till kons foder påverkade överföringen av jod från fodret till kons mjölk. Utfodringsförsöket pågick i 14 dagar, där de 10 första dagarna syftade till att få korna att ställa om till den nya fodersammansättningen och mjölkprover togs dag 11–14. Till 10 kg kraftfoder tillsattes låga, medium eller höga nivåer av RSC (0,6, 1,4 och 2,0 kg RSC/dag). I studien ingick även en kontrollgrupp som inte fick någon tillsatt rapsfrökaka (0,0 RSC/dag) utan istället soja som proteinkälla. Resultatet visade ett signifikant samband mellan kornas jodintag och fodrets innehåll av raps. Kontrollgruppens jodintag uppgavs vara 39 mg jod/dag, medan låg, medium

respektive hög RSC-utfodring uppgavs ha ett intag av 36, 33 respektive 30 mg jod/dag. Kontrollgruppen fick inte i sig glukosinolater (GSL) medan låg, medium respektive hög RSC-utfodring intog 0,96, 2,23 respektive 3,19 mmol GSL/dag. Resultatet visade att jodkoncentrationen i mjölken, i jämförelse med kontrollgruppens nivåer, 35 µg jod/100 g mjölk, var lägre i samtliga tre fall av tillsatta RSC-nivåer. Mjölk från kor utfodrade med rapsfrökaka hade 25, 15 och 10 µg jod/100 g mjölk för låg, medium respektive hög tillsats av RSC. Studien fastslog att förmågan att överföra jod från foder till mjölk korrelerade med nivåerna GSL i fodret och att jodupptaget inhiberades redan vid låga nivåer GSL. Förklaringen är att glukosinolater, som kan finnas i rapsfröprodukter generellt, bryts ner till tiocyanat med hjälp av enzymet myrosinase. Tiocyanatjonen, SCN⁻, har inhiberande effekt på mjölkkörtlarnas förmåga att ta upp jod från blodet (Trøan et al. 2015).

I en studie av Franke et al. (2009) undersöktes hur kraftfoder med olika proteinkällor i kombination med olika koncentrationer av jodtillskott i form av kaliumjodid (KI) och kalciumjodat (Ca(IO₃)₂) påverkade mängden jod som överfördes från fodret till mjölken. Proteinkällorna som fodren grundade sig på var rapsfrömjöl (RSM) med 0,58 mmol GSL/kg ts respektive drav, en biprodukt från öltillverkning.

Kor, samtliga i första laktationsstadiet, i ungefär samma ålder och med liknande mjölkavkastning, delades upp i grupper, där två av grupperna fick kraftfoder baserat på drav, varav den ena gruppen fick kaliumjodid tillsatt till fodret och den andra fick kalciumjodat tillsatt i koncentrationerna 0, 0,5, 1, 2, 3, 4 och 5 mg/kg ts. Två andra grupper fick RSM tillsatt till 16,5 % av torrsubstansen och fick, precis som de första två grupperna, kaliumjodid respektive kalciumjodat, tillsatt till fodret. Resultatet visade att proteinkällan i fodret tillsammans med jodtillsatsen hade signifikant effekt på mjölkens jodnivåer. I mjölken från de grupper som fick RSM tillsatt till kraftfodret var jodkoncentrationen hälften till en tredjedel lägre än koncentrationen som återfanns i mjölken från kor som fått drav. En högre koncentration jod, oavsett form ledde till att en större mängd jod överfördes till mjölken. Kalciumjodat visade sig generellt öka mjölkens jodnivåer mer jämfört med kaliumjodid, dock inte signifikant. Tillsats av 2 mg jod/kg ts eller mer visade sig ha signifikant skillnad för jodkoncentrationen i mjölken. Tillsats av 5 mg kalciumjodat/kg ts, den högst tillåtna enligt EU, till foder utan RSM ökade jodkoncentrationen i mjölk till 157,8 µg/100 g jämfört med jodnivåerna i kontrollgruppen (0 mg tillsatt kalciumjodat/kg ts) som var 7,2 µg/100 g (tabell 2). Med samma fodermedel men tillsats av 5 mg kaliumjodid/kg ts ökade jodkoncentrationen i mjölk till 146,4 µg/100 g jämfört med kontrollgruppens 8,3 µg/100 g (tabell 2). Foder som innehöll RSM och ett jodtillskott med 5 mg jod/kg ts av kalciumjodat respektive kaliumjodid ökade jodkoncentrationen i mjölk till

62,0 µg/100 g respektive 71,8 µg/100 g jämfört med kontrollgruppen vars jodnivåer var 2,7 µg/100 g respektive 1,8 µg/100 g (tabell 2).

Tabell 2. Mängden jod som uppmättes i mjölk (µg/100 g) från kor som utfodrats med drav eller rapsfrömjöl (RSM) i kombination med olika koncentrationer kaliumjodid och kalciumjodat (mg jod/kg ts) (Franke et al. 2009)

	0	0,5	1	2	3	4	5
Drav/Kaliumjodid	8,30	15,8	21,4	55,0	63,8	108,5	146,4
Drav/Kalciumjodat	7,20	18,8	23,1	58,4	93,0	118,8	157,8
RSM/Kaliumjodid	1,80	5,10	8,20	18,6	24,9	32,1	71,8
RSM/Kalciumjodat	2,70	5,90	7,30	23,4	26,2	39,3	62,0

Sammanfattningsvis drog författarna slutsatsen att överförandet av jod från foder till mjölk påverkades av proteinkällan och mängden tillsatt jod. Vilken form av jod som tillsattes till fodret verkar inte ha påverkat överföringen av jod från fodret till mjölken. Studien fastslog att 30–56 % av jodet från fodret fördes över till mjölken vid utfodring utan raps och 11–25 % av jodet fördes över till mjölken vid utfodring med raps.

3.1.2. Säsongs- och regionsvariationer

Jodkoncentrationen i mjölk är generellt högre under vinterhalvåret än under sommarhalvåret. Förklaringarna till detta är flera och kan bero på hur kornas utfodras under de olika årstiderna. Att utfodringen skiljer sig mellan vintern och sommaren beror på faktorer som fodrets tillgänglighet, pris och årstidssammansättning (van der Reijden 2017).

I en rapport, baserad på mjölkprover insamlade 2009, om den svenska mejerimjölkens sammansättning var Sveriges årsmedelvärde av jod i mjölk 11,3 respektive 12,0 µg jod/100 g i vinter- respektive sommarmjölk (Lindmark Månsson 2012). Samtidigt uppges jodkoncentrationen kunna vara uppemot dubbelt så stor under vinterhalvåret som under sommarhalvåret enligt en brittisk studie (Payling et al. 2015). Under vintern har jodnivåer mellan 6,1–53,4 µg/100 g mjölk uppmätts i utvecklade länder medan jodnivåerna under sommaren uppmätte lägre siffror, kring 3,3–43,4 µg/100 g (van der Reijden 2017).

Jod i svensk mjölk visar en signifikant geografisk variation med högst årsmedelvärde uppmätt i Malmö och lägst i Jönköping (Lindmark Månsson 2012). I en brittisk studie av Coneyworth et al. (2020) undersöktes om jodmängden i mjölk från olika delar av landet varierade och hur årstiderna inverkar på jodkoncentrationen. Landet delades upp i regioner varpå mjölkprover togs från knappt 100 besättningar ungefär jämnt fördelat på regionerna. Mjölken samlades in under augusti och december. Medelvärdet för sommarmjölk var generellt lägre än för vintermjölk och uppmättes till 26,2 µg jod/100 g respektive 36,5 µg jod/100 g

(tabell 3). Anledningen till detta fastslogs kunna bero på olikheter i fodrets sammansättning beroende på var i landet mjölkproverna hade tagits.

3.1.3. Produktionssystem

Variationen av jod i mjölk beroende på vilket produktionssystem som tillämpats, ekologiskt eller konventionellt, har studerats i flertalet länder. Generellt innehåller ekologisk mjölk mindre jod än konventionellt producerad mjölk (van der Reijden et al. 2017; Rey-Crespo et al. 2013; Bath et al. 2012). Det beror bland annat på att ekologisk produktion inte tillåter tillsatts av mineraler och vitaminer i samma utsträckning som konventionell produktion, där den huvudsakliga källan till jod och andra mineraler är tillsatts av mineralblandningar till fodret (Rey-Crespo et al. 2013). Inom ekologisk produktion finns det dessutom regleringar gällande hur stor andel av fodret som ska utgöras av grov- respektive kraftfoder. Under större delen av mjölkors livs ska minst 60 % av fodret utgöras av grovfoder, färskt eller konserverat, medan max 40 % av den totala fodersammansättningen får utgöras av kraftfoder (KRAV 2018; van der Reijden et al. 2017). Kraftfodersammansättningen påverkar även innehållet av goitrogener (van der Reijden et al. 2017).

I en brittisk studie studerades hur jodinhållet skiljde sig i olika sorters mjölk: pastöriserad konventionellt och ekologiskt producerad standardmjölk, mellanmjölk och lättmjölk (Payling et al. 2015). Resultatet visade att ekologisk mjölk hade 32,2 % signifikant lägre jodnivåer än konventionell mjölk, oavsett fetthalt. Vidare fastslog studien att skillnaden antagligen berodde på att kor som går inne på vintern konsumerar mer jod tillsatt till kraftfodret än under sommararbetet. Kravet på ekologisk produktion att vistas utomhus och beta tillsammans med kravet på större andel grovfoder, påverkar den totala mängden jod korna utfodras med. Det här överensstämmer med resultaten från flera studier. En spansk studie av Rey-Crespo et al. (2013) visade på den negativa aspekten av ekologiska mjölkors beroende av växters förmåga att ta upp mineraler från marken som en inkonsekvent mineralkälla, eftersom alla jordar inte innehåller samma mängd mineral. Vidare visar tjeckiska siffror från år 2014 att jodnivåerna i ekologisk och konventionell mjölk var 11,9 µg/100 g respektive 13,7 µg/100 g. I Tyskland år 2012 uppmättes 9,2 µg jod/100 g respektive 14,3 µg/100 g i ekologisk respektive konventionell mjölk. I spansk ekologisk och konventionell vintermjölk år 2015 uppmättes 6,1 µg jod/100 g respektive 18,1 µg jod/100 g (tabell 3) (van der Reijden et al. 2017).

3.2. Jod i mjölk

3.2.1. Jod i svensk mjölk

I dagsläget marknadsförs svensk mjölk som en dryck som innehåller 18 av 22 näringsämnen, undantaget järn, koppar, vitamin E och vitamin C (LRF mjölk 2018). Forskningsrapporten ”Den svenska mejerimjölkens sammansättning 2009”, från Svensk mjölk beskriver en minskande mängd jod i svensk mjölk från 2001 till 2009 (tabell 3). Mellan de två mätningssären skedde en signifikant minskning av det vägda medelvärdet av mängden jod i mjölk från 16 µg/100 g till 11,7 µg/100 g.

Enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 1169/2011 av den 25 oktober 2011, artikel 30, punkt 2f och Bilaga XIII, är det frivilligt att ange mineral- och vitamininnehåll på näringsdeklarationen på livsmedelsförpackningar. Samma förordning anger också att dessa, för att få deklarerats, måste uppgå till minst 7,5 % av referensvärdet. Referensvärdet som avses i förordningen är i fallet med jod detsamma som det rekommenderade intaget för vuxna, 150 µg. Det innebär att jodnivåerna måste vara över 11,25 µg/100 g för att frivilligt få deklarerats på mjölkpaketen. Om jodnivåerna i mjölk skulle sjunka under 11,25 µg jod/100 g mjölk skulle en debatt kunna uppstå om huruvida mjölk och mjölkprodukter fortsättningsvis kan anses vara livsmedel som är goda källor till jod.

I en forskningsrapport från LRF Mjölk påvisade Lindmark Månsson (2013) skillnader i jodvärden beroende på konsumtionsmjölkens fetthalt, med halter på 12,2, 12,1, 12,0, 11,8 respektive 11,7 µg/100 g i minimmjölk (<0,1 % fett), lättmjölk (0,5 % fett), mellanmjölk (1,5 % fett), standardmjölk (3 % fett) respektive mjölk med naturlig fetthalt (3,8–4,5 %).

3.2.2. Jod i utländsk mjölk

Nordiska siffror, från ungefär samma tidsperiod som de mest aktuella siffrorna för svensk mjölk, visar också generellt på en minskning i mjölkens jodhalt (tabell 3). I Danmark år 2000–2001 uppmättes ett medelvärde av 16 µg jod/100 g mjölk och 2013 hade medelvärdet sjunkit till 12 µg jod/100 g (tabell 3). Mjölken som analyserades var vinter- och sommarmjölk samt ekologiskt och konventionellt producerad mjölk med en fetthalt på 1,5 % och 3,5 %. Mjölken var i huvudsak från samma mejerier (Rasmussen et al. 2014). I norsk vintermjölk minskade jodinnehållet från 23,1 µg/100 g år 2000 till 12,2 µg/100 g år 2008 (Trøan et al. 2018). Haug et al. (2013) uppgav att det sammanvägda medelvärdet under år 2008 i Norge var 11,4 µg/100 g. År 2015 uppmättes 20 µg jod/100 g i norsk mjölk (Nyström et al. 2016). Samma studie uppmätte 15,0 µg jod/100 g i finsk mjölk år 2015 och ett medeljodvärde av 14,5 µg/100 g i isländsk mjölk år 2006 (tabell 3).

En utblick mot övriga världen visar resultat i linje med de svenska. I Kanada mellan 2004–2005 var jodmängden i konsumtionsmjölk 39,3 µg/100 g och under

åren 2007–2008 minskade medeljodmängden till 30,4 µg/100 g (Borucki Castro et al. 2012). I Storbritannien år 2009 uppmättes medelvärdet av jod i konventionell och ekologisk konsumtionsmjölk inhandlad på sommaren till 15,2 µg/100 g respektive 25,6 µg/100 g (Bath et al. 2012). År 2015 var medianvärdet för jod i ekologisk och konventionell vintermjölk 32,4 µg/100 g respektive 43,8 µg jod/100 g i konsumtionsmjölk (Bath et al. 2017). Tysklands medeljodvärde år 2012 i ekologisk och konventionell mjölk var 9,2 µg/100 g respektive 14,3 µg/100 g (van der Reijden et al. 2017) (tabell 3).

Tabell 3. Medelvärde av jod ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) i mjölk

	2000	2001	2004–2005	2006	2007–2008	2008	2009	2012	2013	2014	2015	2020
Danmark	16	16							12			
Finland											15	
Island				14,5								
Kanada			39,3		30,4							
Norge	23,1 (v)					12,2 (v) & 11,4					20	
Spanien								7,8 (e) 19,3(k)			6,1 (e, v) 18,1 (k,v)	
Storbritannien							14,8 (e, s) 25,0 (k, s)				32,4 (e, v) 43,8 (k,v)	26,2 (s) 36,5 (v)
Sverige		16					11,7					
Tjeckien										11,9 (e) 13,7 (k)		
Tyskland							13,4 (v) 10,8 (s)	9,2 (e) 14,3 (k)				

(v) vintermjölk, (s) sommarmjök, (e) ekologiskt producerad mjök, (k) konventionellt producerad mjök

3.3. Desinfektions- och spendopningsmedel

Hur mycket jod som finns i mjölken kan påverkas av om man använder desinfekterande spendopningsmedel med jod. Även jodinhållande rengöringsmedel som kan användas på diverse utrustning i samband med och efter mjölkning kan ha effekt på hur mycket jod som överförs till mjölken (van der Reijden et al. 2018).

I en kanadensisk studie av Borucki Castro et al. (2012) testades hur jodhalten i mjölk påverkades av tre olika rengörande rutiner efter mjölkning i kombination med låga, medium och höga koncentrationer av jod tillsatt till fodret (0,25, 0,5 respektive 1 mg jod/kg av ts). Före mjölkningen tvättades juvret med en rengörande duk utan jod. Efter mjölkning användes spendopningsmedel utan jod baserat på klorhexidin (klorex), spendopningsmedel baserat på 1% jod (appliceras genom doppning) och spenspray baserat på 1 % jod (appliceras genom sprayning). Innan studien startade var kornas medelvärde av jod i mjölken 24,1 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ med variationer mellan 15,1–34,1 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. Resultatet från korna som endast utfodrats med de olika koncentrationerna tillsatt jod utan applicering av klorex efter mjölkning hade jodvärden i mjölken motsvarande 12,6 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, 25,0 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ och 37,5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ för låg, medel respektive hög tillsats. Det ger ett överförande av jod från foder till mjölk motsvarande 47 %, 49 % och 51 %. Studien hittade inga kopplingar mellan jodkoncentrationen i mjölken och mjölkavkastningen, mjölkens sammansättning (fett, protein, laktos, somatiska celler), kornas reproduktionsstatus eller laktationsnummer. Däremot fanns det korrelation mellan jodmängden i mjölken innan studien startade och i slutet av studien. Studien föreslår att jodet primärt överförs genom absorption från appliceringsytan, varpå sekretion av jod till mjölken sker, snarare än genom att rester av rengöringsmedlet på appliceringsytan kontaminerar mjölken. Vidare kan kornas möjlighet att överföra jod från blodplasma till mjölken varierar. Studien föreslår att det finns en kontrollpunkt av laktogeniska hormoner som reglerar transportproteinerna vars uppgift är att aktivt överföra jodet från blod till mjölk. Studien fann vidare ingen signifikant interaktion mellan jodet tillsatt till fodret och rutinerna kring desinfektering efter mjölkning. Dessutom visade resultatet av rutinerna efter mjölkning att jodmängden i mjölken inte påverkades av spendopningen i spendopningsmedlet baserat på 1 % jod. Spensprayen däremot visade sig öka jodkoncentrationen i mjölken. Det krävs 50 % mer lösningsmedel vid applicering av spray jämfört med vid doppning.

I en polsk studie av Śliwiński et al. (2015) studerades effekten av att använda juverdesinfektering innan mjölkning och spendopningsmedel efter mjölkning. Preparaten i experimentgruppen innehöll jod, medan preparaten i en kontrollgrupp var utan jod. Studien använde kor som befann sig i liknande laktationsstadier, med

ungefär samma kroppsvikt och jämförbara dieter med ett naturligt jodinhåll på 0,25 mg jod/kg ts. Studien bestod av en 30-dagars förbehandlingsperiod, vars syfte var att hämma den eventuella effekten av desinfektionsmedlet som använts innan studien påbörjades. Därefter följde en 30-dagars testperiod. Under båda perioderna hade både kontroll- och experimentgruppen fri tillgång till saltslickstenar som innehöll 100 mg jod/kg. Kontrollgruppens juver smörjdes med desinfekterande medel utan jod och experimentgruppens juver desinfekterades med desinfektionsmedel som innehöll jod innan mjölkning, vilket inte är tillåtet i Sverige. Kontrollgruppens spenar desinfekterades genom doppning efter mjölkning i ett desinfekterande medel utan jod och experimentgruppen desinfekterades på samma sätt med ett rengörande medel som innehöll 3 g jod/kg desinfektionsmedel. Jodkoncentrationen i mjölk ökade med 1,53 µg/100 g, från 4,4 µg/100 g till 5,93 µg/100 g i experimentgruppen jämfört med kontrollgruppen. Det genomsnittliga jodvärdet i blodplasma ökade marginellt, dock utan signifikant skillnad mellan kontrollgruppen och de experimentella grupperna.

I en schweizisk studie av van der Reijden et al. (2018) undersöktes effekten av spendopningsmedel på mjölkens jodvärde. I studien studerades hur jodvärdet i mjölken påverkades av applicering av spendopningsmedel med jodinhållande desinfektionsmedel efter mjölkning mot att inte applicera någon spendopningsmedel med jod. Mjölkens jodvärde hos gårdar som applicerade jodinhållande spendopnings- och desinfektionsmedel var signifikant högre än hos gårdar som inte använde jodinhållande produkter 9,7 µg jod/100 g mjölk respektive 5,6 µg jod/100 g mjölk.

3.4. Saltsten

I en polsk studie av Śliwiński et al. (2015) studerades effektiviteten hos saltsten som jodkälla och hur saltstenarna påverkade jodkoncentrationerna i mjölk och blodplasma. Studien omfattade 60 kor i liknande viktklass och i mitten av laktationen. Dessa delades in i grupper för att studera hur jodinhållet i mjölken påverkades av att korna slickade på saltstenar innehållandes 0, 150 respektive 300 mg jod/kg. Studien pågick i tre 30-dagarsperioder. Juvren rengjordes med desinfektion och spendopningsmedel utan jod. Jod var inte tillsatt till fodret och koncentrationen var 0,25 mg jod/kg ts. Resultatet visade att den genomsnittliga mängden jod som korna fick i sig i kontrollgruppen, saltsten utan jod, var 6,23 mg jod/dag medan de experimentella grupperna i genomsnitt fick i sig 13,7 respektive 21,1 mg jod/dag. I kontrollgruppen var den generella jodmängden som återfanns i mjölken 5,38 µg/100 g medan jodkoncentrationen i mjölken från korna som slickat på saltstenen med 150 eller 300 mg jod/kg var 6,50 µg/100 g respektive 8,47 µg/100 g. Skillnaden mellan grupper var signifikant. Man fann däremot ingen signifikant

skillnad i koncentrationen av jod i kornas blodplasma, även om värdet var lite förhöjt i de experimentella grupperna.

4. Diskussion och slutsats

Det ena syftet med litteraturstudien var att sammanställa vilka faktorer som påverkar jodinhållet i mjölk samt hur mjölkens jodinhåll skulle kunna öka. De faktorer som verkar ha störst påverkan på jodinhållet i mjölk är fodrets sammansättning och användande av spendopningsmedel med jod. Även säsons- och regionsvariationer tillsammans med produktionssystem tas upp i litteraturstudien som faktorer som påverkar mjölkens jodinhåll. Dessa faktorer kan dock härledas till variationer i hur mjölkorna utfodrats.

Flera studier pekar i samma riktning, det vill säga, att tillsats av olika rapsfröprodukter, RSM och RSC, till foder generellt verkar minska överföringsförmågan av jod från foder till mjölk och därmed ge upphov till lägre jodkoncentrationer i mjölken. I studien av Trøan et al. (2018) påverkades jodinhållet i mjölk negativt av utfodringen oavsett dos av RSC nivåer tillsatt fodret. Jodnivåerna i mjölken visade sig minska med större mängd RSC tillsatt. Studien av Franke et al. (2009) visar även den att RSM linjärt minskar jodmängden i mjölk. I kontrollgruppen, som fick drav utan jod tillsatt, respektive i kontrollgruppen som fick RSM utan jod tillsatt återfanns 8,3 respektive 1,8 µg jod/100 g. Man kan alltså dra slutsatsen att ju mer RSM tillsatt till fodret, desto lägre jodnivåer i mjölken. Resultaten från de båda studierna tyder på att svenska bönder tills vidare bör se över omfattningen av utfodringen med rapsfröprodukter för att inte riskera att jodnivåerna i mjölken påverkas negativt, som det visat sig göra i norsk mjölk.

Olika jodformer tillsatta till fodret verkar överföras till mjölken olika effektivt. Enligt Franke et al. (2009) var överföringen av kalciumjodat till mjölken mer effektiv än för kaliumjodid, om än inte signifikant. Det kan förklaras av att jodiden oxideras och blir flyktig snabbt vilket kan påverka kornas förmåga att tillgodogöra sig jodet (Committee on Animal Nutrition 2001). Eftersom det naturliga jodinhållet i grov- och kraftfodret har visat sig vara förhållandevis lågt och oregelbundet är det viktigt med tillräcklig tillsats av jod i form av mineraltillskott eller saltstenar. Vidare visade Franke et al. (2009) på en signifikant ökning av jodkoncentrationen i mjölk vid tillsatt av minst 2 mg jod/kg ts, vilket stöds av rekommendationer om 2 mg jod/kg torrfoder från studier av Schöne et al. (2017) och Coneyworth et al. (2020). Jämför man studien av Śliwiński et al. (2015) med studien av Trøan et al. (2018) ser man betydelsen av tillsats av jod till fodret för

kornas jodintag och jodkoncentration i mjölken. I studien av Śliwiński et al. (2015) fick kontrollgruppen av kor ingen jod tillsatt till fodret vilket resulterade i ett lägre totalt jodintag och lägre jodkoncentrationer i mjölken. Studien av Trøan et al. (2018) tillsatte höga nivåer jod, 4 mg/kg ts, till kontrollgruppens foder vilket resulterade i jämförelsevis höga totala jodintag och högre jodnivåer i mjölken. Det fanns dock skillnader mellan studierna som kan påverka resultatets jämförbarhet. Studien av Trøan et al. (2018) grundade sig på färre kor och fler testperioder än studien av Śliwiński et al. (2015). Korna i respektive studie befann sig i olika laktationsstadier men hade ungefär samma kroppsvikt, 615 kg och 602 kg. Generellt, baserat på underlaget i litteraturstudien, verkar mängden jod tillsatt till fodret vara viktigare än vilken jodform som tillsätts. För att öka jodinnehållet i svensk mjölk skulle svenska mjölkbönder överlag gynnas av att tillsätta minst 2 mg jod/kg ts, som av Franke et al. (2009) fastslås vara gränsen för att jodkoncentrationen i mjölk ska öka signifikant. Skulle det implementeras är det dock viktigt att hålla sig i spannet för EU:s tillåtna tillskott av mineraler, 2–5 mg/kg ts.

Litteraturen är inte entydig vad gäller effekten av desinfektions- och spendopningsmedel med jod. Variationen i resultat kan tänkas bero på hur det jodinnehållande rengöringsmedlet appliceras, före eller efter mjölkning, såväl som genom doppning eller sprayning. I studien av Borucki Castro et al. (2012) visade resultatet att rengöring av juver och spenar innan mjölkning med desinfektion som inte innehöll jod, varpå spendopningsmedel med 1 % jod applicerat genom att doppa spenarna efter mjölkning, inte hade någon effekt på jodmängden i mjölk. Det finns dock äldre studier som tyder på att jodmängden ökat av liknande appliceringssätt. I studien av Borucki Castro et al. (2012) undersöktes dessutom effekten av att använda desinficerande spenspray med 1 % jod applicerat efter mjölkning, vilket visade sig ha effekt på jodinnehållet i mjölken. Enligt studien kan ökningen bland annat bero på att en större yta får rengöringsmedel på sig vid sprayapplicering, jämfört med doppning. Det kan dessutom bero på att spenarna blir tvättade efter varje mjölkning, vilket inte hela juvret blir. Det skulle kunna leda till att rester från sprayen sitter kvar på juvret och därmed har längre verkningstid än spendopningsmedlet. Studien av van der Reijden et al. (2018) visade på en signifikant ökning av jodvärdet i mjölken genom applicering av spendopningsmedel med jod efter mjölkning. I studien av Śliwiński et al. (2015) ökade jodmängden i experimentgruppens mjölk genom applicering av rengöringsmedel med jod innan mjölkning och spendopningsmedel med jod efter mjölkning. Generellt verkar applicering av jodinnehållande rengöringsmedel efter mjölkning var effektivt för jodnivåerna i mjölken. Ett inte helt okontroversiellt sätt att öka jodnivåerna i svensk mjölk vore om svenska mjölkbönder generellt använder sig av jodinnehållande spendopningsprayer. Dock går det åt ungefär 50

% mer rengöringsmedel vid sprayning jämfört med doppning (Borucki Castro et al. 2012), vilket kan ha ekonomiska effekter.

I studien av Śliwiński et al. (2015) gav användningen av saltsten en signifikant ökning av jodinhållet i mjölken, från 5,38 µg jod/100 g mjölk i kontrollgruppen till 6,50 respektive 8,47 µg jod/100 g mjölk i mjölken från korna som slickat på saltstenen med 150 respektive 300 mg jod/kg. Ser man till kornas jodintag, som en del i deras diet, motsvarade det 7,5 respektive 15 mg jod/dag med saltstenen på 150 respektive 300 mg jod/kg. Siffrorna kan sättas i proportion med det dagliga jodintaget i studien av Trøan et al. (2018) där jodintaget för kontrollgruppen, som åt foder med 4 mg jod/kg ts, fick i sig 39 mg jod/dag. Slutsatsen från detta är att det är mer effektivt att berika kraftfodret med jod, än att få korna att slicka på saltstenar.

Det andra syftet med litteraturstudien var att undersöka jodinhållet i svensk mjölk och jämföra det med utländsk mjölk. Litteraturstudien tyder på att det finns en genomgående trend i de skandinaviska länderna att jodinhållet i mjölk minskar med undantag för i Norge, där värdena pendlar upp och ned (Gunnarsdottir & Dahl 2012). Anledningarna till att jodinhållet minskar i nordisk mjölk beror antagligen bland annat på den ökade användningen av rapsfröprodukter i foder till mjölkkor (Trøan et al. 2015). Att norska jodvärden ligger lite högre än jodnivåer från Sverige, Finland och Danmark kan bero på att de har obligatorisk tillsättning av jod till foder (Nyström et al. 2016). Men det är inte bara jodmängden i mjölken som minskar, även konsumtionen av jodrika livsmedel har gått ner i de nordiska länderna (Nyström et al. 2016). På Island till exempel, som traditionellt konsumerat mycket mjölkprodukter och fisk, har konsumtionen av båda livsmedelsgrupperna sjunkit (Gunnarsdottir & Dahl 2012). Samma trend finns i Norge. I och med de båda ländernas traditionellt höga mjölkkonsumtion riskerar nu jodnivåerna i respektive lands befolkning minska med diverse hälsorisker förknippade med jodbrist som följd. En mild jodbrist skulle vara extra allvarligt för vissa grupper i samhället: barn som utvecklas samt gravida och ammande (Nyström et al. 2016).

I litteraturstudien tas vetenskapliga artiklar och rapporter upp som presenterar jodmängder i olika sorters mjölk. Variationer i analysmetod förekommer vilket kan påverka resultaten och jämförbarheten mellan studier. Ett exempel på detta är de svenska siffrorna på mjölkens jodkoncentration (tabell 3) där jodnivåerna i mjölken år 2001 och 2009 är analyserade med olika analystekniker och i olika laboratorier (Lindmark Månsson 2012; Lindmark Månsson 2004). Det kan därför inte uteslutas att det har påverkat resultatet och därmed jämförbarheten av siffrorna.

Jämförelse av jodmängd i mjölk bör dessutom göras inom samma produktionssystem och inom samma säsong. Detta eftersom litteraturstudien har visat på att det finns signifikant skillnad av jodnivåerna i mjölk mellan olika produktionssystem och säsonger. Ser man till studien av Bath et al. (2012) så var den konventionella och ekologiska mellanmjölken (<2% fett) inhandlad i livsmedelsbutiker under sommaren medan en senare studie av samma författare

inhandlade samma sorts mjölk på vintern (Bath et al. 2017). I respektive studie användes samma analysmetod och laboratorium (Bath et al. 2017; Bath et al. 2012). På grund av litteraturstudiens påvisning av jodnivåernas variation beroende på om mjölken är sommar- eller vintermjölk kan inga slutsatser dras utifrån den här litteraturstudien huruvida jodmängden i mjölken ökat eller inte i ekologisk respektive konventionell mjölk i Storbritannien.

Svenska siffror över medeljodkoncentrationen i mjölk under vinter respektive sommarhalvåret går emot övriga studier som behandlar säsongämnet i litteraturstudien. Det kan bero på att andra länder inte har samma krav på bete som Sverige, vilket även i det här fallet kan härledas till skillnader i hur djuren utfodras.

Alla analyser som presenteras är inte gjorda på samma sorts mjölkprodukt, till exempel är fetthalten inte alltid densamma. I forskningsrapporten av Lindmark Månsson (2013) påvisades skillnader i jodvärdet mellan mjölk med olika fetthalter med fallande jodvärde med stigande fetthalt (<0,1 %- ca 4,5 %). Orsaken kan vara att jod är en vattenlöslig mineral så när andelen fett blir lägre i mjölken så blir andelen vattenlösliga ämnen högre, vilket kan vara anledningen till att jodkoncentrationen i magrare mjölk är högre. Även om den brittiska studien av Payling et al. (2015) har svagheter då ett litet antal mjölkprovet studerades påvisades dock att fetthalt (standardmjölk, mellanmjölk och lättmjölk) inte bör påverka jodnivåerna i varken konventionell eller ekologisk mjölk. Forskning om fetthaltens effekt på jodinhållet i mjölk är begränsad och ger inte entydiga resultat och det vore relevant att studera detta vidare.

Ser man till rekommendationerna kring jodintag för olika livsstadier skiljer de sig åt mellan organisationerna, vilket kan ha flera förklaringar. Samtliga rekommendationer grundar sig på vetenskap, men antagligen inte på exakt samma forskning. En annan anledning kan vara att olika organisationer riktar sig till olika stora grupper av människor, vilket gör att organisationer som täcker mindre befolkningar, med liknande kostmönster, kan vara mer detaljrika i sina rekommendationer. Eftersom NNR 2012 begränsas till de nordiska ländernas befolkningar medan EFSA begränsas till Europas befolkningar och WHO ska ge rekommendationer som gäller för hela världens befolkning behöver de ge mer eller mindre generella rekommendationer som stämmer för de områden de vill täcka. Ser man till de olika livsstadier och hur mycket jod man bör inta skiljer sig rekommendationerna för gravida och ammande mellan NNR 2012 (175 respektive 200 µg jod/100 g) och övriga organisationer, som alla generellt rekommenderar ett högre jodintag för respektive grupp. Förutom barnets tidigare nämnda behov av jod så kräver modern extra jod till följd av en ökad produktion av hormonet tyroxin. EFSA bygger, förutom detta, sina AI-rekommendationer för gravida på att modern ska ha tillräcklig jodstatus före graviditeten (EFSA 2014). EFSA tillämpar AI- intag istället för RI- intag eftersom det inte ansågs finnas tillräckligt med vetenskaplig evidens från studier om moderns jodstatus- och intag i relation till kliniska utfall,

till exempel låg födelsevikt hos barnet i förhållande till längden. De amerikanska rekommendationerna från U.S Institute of Medicine rekommenderar dessutom spädbarn, 0–12 månader, att inta 110–130 µg jod/100 g, medan övriga organisationer har rekommendationer från 7 månader (EFSA) och 24 månader (NNR 2012 och WHO). WHO, NNR 2012 och U.S Institute of Medicine rekommenderar amning upp till 6 månaders ålder (Boué et al. 2018; Nordiska ministerrådet 2014). I Europa är siffrorna på exklusivt ammande i 6 månader låga (18 %), vilket innebär endast amning utan användning av modersmjölksersättning eller introducering av någon form av mat. I Frankrike till exempel uppges 10 % av barnen vid 3 månaders ålder vara exklusivt ammade, vilket är i linje med amerikansk amningsfrekvens (Boué et al. 2018). Amerikanska siffror visar att olika stora andelar med modersmjölksersättning introduceras till amerikanska barn från två månades ålder generellt (Ikem et al. 2002). Det verkar alltså inte som att USA har en lägre amningsfrekvens än Europa under de första 6 månaderna. EFSA kanske borde undersöka huruvida det finns ett behov av jod-rekommendationer för barn <6 månader i Europa också, bland annat av anledningen att tillverkare av modersmjölksersättning ska ha tillgång till referensvärden för hur mycket jod modersmjölksersättningarna bör innehålla för att minska risken för jodbrist hos spädbarn och medföljande hälsorisker.

4.1. Sammanfattning

- De faktorer som primärt påverkar jodinnehållet i mjölk är huruvida jod tillsätts till fodermixen, om rapsfröprodukter utgör en del av kraftfodret samt om spendopningsmedel med jod används efter mjölkning.
- Svensk mjölk innehåller 11,7 µg jod/100 g. Ungefär 17 % av svenskars dagliga jodintag fås av mjölk. Det gör mjölk till ett, för hälsan, viktigt livsmedel för att bibehålla god jodstatus i den svenska befolkningen.
- Jodinnehållet i utländsk mjölk varierar från land till land. Det finns en genomgående trend i de nordiska länderna att jodinnehållet i mjölk minskar med undantag för i Norge, där värdena pendlar upp och ned.
- Den svenska mjölkens jodinnehåll skulle kunna ökas genom att till mjölkornas foder tillsätta minst 2 mg jod/kg ts och minimera mängden rapsfröprodukter samt genom att använda jodinnehållande spendopningspray istället för spendopningsmedel.

4.2. Frågeställningar att jobba vidare med

- Ta fram uppdaterade siffror kring jodinnehållet i svensk mjölk och därmed fortsätta följa utvecklingen.

- Mer forskning behövs kring hur jodnivåerna i mjölk påverkas av olika fetthalter.
- Ta fram rekommendationer till lantbrukare hur mjölkkor kan utfodras för optimalt jodupptag och därmed påverka mängden jod i mjölk.
- Vidare undersöka vad olika appliceringsmetoder av jodinhållande rengöringsmedel har för betydelse för jodnivåerna i mjölken.
- Undersöka huruvida näringsrekommendationer för jod för barn <6 månader behövs i de Nordiska Näringsrekommendationerna.

Referenser

- Bath, S.C., Button, S. & Rayman, M.P. (2012). Iodine concentration of organic and conventional milk: implications for iodine intake. *The British journal of nutrition*, vol. 107 (7), ss 935–40.
- Bath, S.C., Steer, C.D., Golding, J., Emmett, P. & Rayman, M.P. (2013). Effect of inadequate iodine status in UK pregnant women on cognitive outcomes in their children: results from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *Lancet*, vol. 382 (9889), ss. 331–337.
- Bath, S.C., Hill, S., Infante, H.G., Elghul, S., Neziyana, C.J. & Rayman, M.P. (2017). Iodine concentration of milk-alternative drinks available in the UK in comparison with cows' milk. *British Journal of Nutrition*, vol. 118 (7), ss. 525–532.
- Borucki Castro, S., Berthiaume, R., Robichaud, A. & Lacasse, P. (2012). Effects of iodine intake and teat-dipping practices on milk iodine concentrations in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 95 (1), ss. 213–220.
- Boué, G., Cummins, E., Guillou, S., Antignac, J., Le Bizec, B. & Membre, J. (2018). Public health risks and benefits associated with breast milk and infant formula consumption, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 58 (1), ss. 126-145.
- Committee on Animal Nutrition. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C: National Academy Press. ISBN: 0-30951521-1. Tillgänglig: <https://www.nap.edu/catalog/9825/nutrient-requirements-of-dairy-cattle-seventh-revised-edition-2001> [2020-05-14]
- Coneyworth, L.J., Coulthard, L.C.H., Bailey, E.H., Young, S.D., Stubberfield, J., Parsons, L., Saunders, N., Watson, E., Homer, E.M. & Welham, S.J. (2020). Geographical and seasonal variation in iodine content of cow's milk in the UK and consequences for the consumer's supply. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, vol. 59.
- EFSA. (2014). *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for Iodine*. Parma. Italien: European Food Safety Authority. Rapport 2014: 12 (5): 3600. Tillgänglig: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3660> [2020-05-06]
- Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 1169/2011 av den 25 oktober 2011 om tillhandahållande av livsmedelsinformation till konsumenterna, och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr

- 1924/2006 och (EG) nr 1925/2006 samt om upphävande av kommissionens direktiv 87/250/EEG, rådets direktiv 90/496/EEG, kommissionens direktiv 1999/10/EG, Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/13/EG, kommissionens direktiv 2002/67/EG och 2008/5/EG samt kommissionens förordning (EG) nr 608/2004. (EUT L 304, 22. 11. 2011). Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj/swe> [2020-04-20]
- Franke, K., Meyer, U., Wagner, H. & Flachowsky, G. (2009). Influence of various iodine supplementation levels and two different iodine species on the iodine content of the milk of cows fed rapeseed meal or distillers dried grains with solubles as the protein source. *Journal of Dairy Science*, vol. 92 (9), ss. 4514–4523.
- Flachowsky, G., Franke, K., Meyer, U., Leiterer, M. & Schöne, F. (2014). Influencing factors on iodine content of cow milk. *European journal of nutrition*, vol. 53 (2), ss. 351–365.
- González, A., Paz, S., Rubio, C., Gutiérrez, Á.J. & Hardisson, A. (2019). Human Exposure to Iodine from the Consumption of Edible Seaweeds. *Biological trace element research*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01996-w>
- Gunnarsdottir, I. & Dahl, L. (2012). Iodine intake in human nutrition: a systematic literature review. *Food & Nutrition Research*, vol. 56 (1), ss. 1–38 DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.19731>
- Haug, A., Taugbøl, O., Prestløy, E., Govasmark, E., Salbu, B., Schei, I., Harstad, O.M. & Wendel, C. (2012). Iodine concentration in Norwegian milk has declined in the last decade. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, vol. 62 (3), ss. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064702.2012.754932>
- Hjärta mjölk. (2019). *Vad äter kor?* Tillgänglig: <https://mjolk.se/vad-ater-kor/> [2020-04-27]
- Ikem, A., Nwankwoala, A., Oduyungbo, S., Nyavor, K. & Egiebor, N. (2002). Levels of 26 elements in infant formula from USA, UK, and Nigeria by microwave digestion and ICP–OES. *Food Chemistry*, vol. 77 (4), ss. 439–447.
- Julin, B. (2020). *Jod under graviditet och amning- en litteraturöversikt om status, intag och samband med hälsa*. Uppsala: Livsmedelsverket 2020 nr 03. ISSN 1104-7089. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapport/2020/1-2020-nr-03---jod-under-graviditet-och-amning.pdf> [2020-05-11]
- KRAV. (2018). *Vad krävs: Mjolkproduktion*. Tillgänglig: <https://www.krav.se/foretag/valj-verksamhet/lantbruk/bli-krav-certifierad-lantbruk/vad-kravs-mjolkproduktion/> [2020-05-03]
- Lee, K.W., Shin, D., Chom M. S & Song, W.O. (2016). Food Group Intakes as Determinants of Iodine Status among US Adult Population. *Nutrients*, vol. 8 (6), ss. 325. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8060325>

- Lindmark, Månsson, H., (2004). *Den Svenska mejerimjölkens sammansättning 2001* Lund: Svensk mjölk. (Forskningsrapport nr 7038-P). Tillgänglig: <http://toolbox.foodcomp.info/References/DairyProducts/Lindmark%20M%C3%A5nsson%20-%20Den%20svenska%20mejerimj%C3%B6lkens%20sammans%C3%A4ttning%202001.pdf> [2020-05-23]
- Lindmark, Månsson, H., (2012). *Den Svenska mejerimjölkens sammansättning 2009*. Lund: Svensk mjölk. (Forskningsrapport 7094). Tillgänglig: https://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/branscher/lrf-mjolk/forskningsrapporter/for_7094_den_svenska_mejerimjolkens_sammansattning_2009.pdf [2020-04-08]
- Lindmark, Månsson, H., (2013). *Näringsvärden i konsumtionsmjölk samt gräddprodukter*. Stockholm: LRF mjölk. (Forskningsrapport 8001). Tillgänglig: https://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/branscher/lrf-mjolk/forskningsrapporter/for_8001_2013-08-20_-_naringsvarden_i_konsumtionsmjolk_samt_graddeprodukter.pdf [2020-05-19]
- Livsmedelsverket. (2019). *Referensvärden i NNR 2012*. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad-och-matvanor/naringsrekommendationer/referensvarden-i-nnr-2012> [2020-04-26]
- LRF Mjölk. (2017). *Konsumtion per person och år*. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/branscher/lrf-mjolk/statistik/konsumtion-per-person-och-ar.pdf> [2020-05-17]
- LRF Mjölk. (2018). *Mjölkens näring och sammansättning*. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-mjolk/mjolkkvalitet-nutrition/naring/> [2020-04-20]
- Manousou, S., Stål, M., Eggertsen, R., Hoppe, M., Hulthén, L. & Filipsson Nyström, H. (2019). Correlations of water iodine concentration to earlier goitre frequency in Sweden-an iodine sufficient country with long-term iodination of table salt. *Environmental health and preventive medicine*, vol. 24 (1), ss. 73.
- National Institutes of Health. (u.å). *Nutrient recommendations: Dietary reference intakes (DRI)*. Tillgänglig: https://ods.od.nih.gov/Health_Information/Dietary_Reference_Intakes.aspx [2020-04-26]
- Nordiska ministerrådet. (2014). *Nordic Nutrition Recommendations 2012*. 5. uppl. Köpenhamn. Nordiska ministerrådet. Tillgänglig: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf> [2020-04-16]
- Nyström, H.F., Brantsæter, A.L., Erlund, I., Gunnarsdottir, I., Hulthén, L., Laurberg, P., Mattisson, I., Rasmussen, L.B., Virtanen, S. & Meltzer, H.M. (2016). Iodine status in the Nordic countries - past and present. *Food & Nutrition Research*. DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.31969>

- O’Kane, S.M., Pourshahidi, L.K., Mulhern, M.S., Strain, J., Mackle, E.M., Koca, D., Schomburg, L., Hill, S., O’Reilly, J., Kmiotek, D., Deitrich, C., Bath, S.C. & Yeates, A.J. (2018). Cow Milk Consumption Increases Iodine Status in Women of Childbearing Age in a Randomized Controlled Trial. *The Journal of Nutrition*, vol. 148 (3), ss. 401–408.
- Payling, L.M., Juniper, D.T., Drake, C., Rymer, C. & Givens, D.I. (2015). Effect of milk type and processing on iodine concentration of organic and conventional winter milk at retail: Implications for nutrition. *Food Chemistry*, vol. 178 (C), ss. 327–330.
- Pearce, E.N. (2018). Iodine nutrition: recent research and unanswered questions. *European journal of clinical nutrition*, vol. 72 (9), ss. 1226–1228.
- Pehrsson, P.R., Patterson, K.Y., Spungen, J.H., Wirtz, M.S., Andrews, K.W., Dwyer, J.T. & Swanson, C.A. (2016). Iodine in food- and dietary supplement-composition databases. *The American journal of clinical nutrition*, vol. 104 (3), ss. 868–876. DOI: <http://doi.org/10.3945/ajcn.115.110064>
- Rasmussen, L.B., Carlé, A., Jørgensen, T., Knuthsen, P., Krejbjerg, A., Perrild, H., Bjergved, L., Sloth, J.J., Laurberg, P. & Ovesen, L. (2014). Iodine excretion has decreased in Denmark between 2004 and 2010 – the importance of iodine content in milk. *British Journal of Nutrition*. vol. 112 (12), ss. 1993–2001.
- Rey-Crespo, F., Miranda, M. & López-Alonso, M. (2013). Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 55, ss. 513–518.
- Schöne, F., Spörl, K. & Leiterer, M. (2017). Iodine in the feed of cows and in the milk with a view to the consumer’s iodine supply. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, vol. 39, ss. 202–209.
- Śliwiński, B., Brzóska, F., Węglarzy, K., Szybiński, Z. & Kłopotek, E. (2015). The effects of iodised salt licks and teat dipping on the iodine content of cow’s milk and blood plasma. *Endokrynologia Polska*, vol. 66 (3), ss. 244–250.
- Trøan, G., Dahl, L., Margrete Meltzer, H., Hope Abel, M., Geir Indahl, U., Haug, A. & Prestløkken, E. (2015). A model to secure a stable iodine concentration in milk. *Food & Nutrition Research*, vol. 59 (1). DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.29829>
- Trøan, G., Pihlava, J.-M., Brandt-Kjelsen, A., Salbu, B. & Prestløkken, E. (2018). Heat-treated rapeseed expeller press cake with extremely low glucosinolate content reduce transfer of iodine to cow milk. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 239, ss. 66–73.
- van Der Reijden, O.L., Zimmermann, M.B. & Galetti, V. (2017). Iodine in dairy milk: Sources, concentrations and importance to human health. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 31 (4), ss. 385–395.

- van der Reijden, O.L., Galetti, V., Hulmann, M., Krzystek, A., Haldimann, M., Schlegel, P., Manzocchi, E., Berard, J., Kreuzer, M., Zimmermann, M.B. & Herter-Aeberli, I. (2018). The main determinants of iodine in cows' milk in Switzerland are farm type, season and teat dipping. *British Journal of Nutrition*, vol. 119 (5), ss. 559–569.
- World Health Organization. (2007). *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers-serie 3rd ed.* Geneve, Schweiz. World Health Organization. ISBN 9789241595827 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf?sequence=1 [2020-04-16]