HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Miljö- och hälsoskydd 180 hp

EXAMENSARBETE

TRADITIONELL KÖTTPRODUKTION OCH PRODUKTION AV INSEKTER

En jämförelse av miljöpåverkan och näringsinnehåll i kött från traditionell boskap respektive insekter

Jannica Johansson

Miljövetenskap 15 hp

Halmstad 2016-09-30

SAMMANFATTNING

Världens befolkning kommer att öka inom den närmsta framtiden och i västvärlden baseras kosten till stor del på kött och andra animalieprodukter. Produktionen av kött är en resursslukande process som påverkar miljön kraftigt och denna efterfrågan på kött förväntas öka i takt med att befolkningen växer.

Entmofagi, konsumtion av insekter, har länge varit en del av människors kost och äts fortfarande i alla världsdelar. Det är endast "moderna" människor i västvärldens länder som har svårt att acceptera insekter som föda eftersom deras mentala barriärer hindrar dem. Under lång tid har västvärlden format regler för vad som är acceptabelt att äta och inte kopplat till social struktur och kultur.

Insekter är en nyupptäckt alternativ proteinkälla som har blivit alltmer populär, men att samla in kvantitativa mängder insekter från naturen kan vara problematiskt; det är ett hot mot både ekosystem, konsumenter och den biologiska mångfalden. Forskare föreslår att insekter börjar födas upp i fångenskap för att säkerställa tillgången utan att skada miljö eller utgöra en risk för konsumenter.

En stor del av alla antropogena växthusgasutsläpp kommer från boskapssektorn där nötboskapen är den största och mest komplexa formen av köttproduktion. Insekter släpper ut färre växthusgaser än de traditionella boskapsdjuren och använder dessutom mindre resurser. Insekters foderomvandling är mer effektiv än boskap, de växer snabbare och de har generellt en större ätbar mängd.

Insekter är näringsrika och innehåller många av de näringsämnen som människan behöver. De flesta insektsarter är särskilt rika på protein medan boskap endast innehåller kring 20 % protein. Det finns i nuläget många osäkerheter kring insekter, de kan bland annat vara toxiska eller allergiframkallande, och dessa risker måste utvärderas innan de kan klassas som ett livsmedel.

Boskapsuppfödning med jordbruksmark använder ungefär en tredjedel av jordens yta och möjligheten att utöka denna areal är begränsad. Uppfödning av insekter är ett mer hållbart sätt att producera mat utan att skada miljö eller biologisk mångfald. Kött och spannmålsprodukter är dessutom ofta dyrt och insekter utgör en mer lättillgänglig föda. Den framtida marknaden för insekter har möjlighet att bli stor och därför finns det arbeten och möjlighet till ekonomisk inkomst.

Jordbruket är beroende av den biologiska mångfalden, men på grund av intensiv produktion minskar den. Nötkreatur har en viss positiv inverkan när det gäller att gynna biologisk mångfald, men många arter har försvunnit på grund av ett jordbrukslandskap med vidsträckta åkrar utan mellanliggande miljöer, samt en ensidig foderproduktion.

Insekter är bättre än traditionell boskap ur miljösynpunkt och även positiv för miljö, nutrition, ekonomi och biologisk mångfald. Uppfödning av insekter är önskvärt då det är en hållbar livsmedelsresurs som är mindre resursslösande än boskap. En global övergång till alternativa proteinkällor har stora fördelar för miljö, hälsa och livsmedelsförsörjning.

Nyckelord: Växthusgasutsläpp, entmofagi, miljöpåverkan, nutrition, livsmedelssäkerhet.

ABSTRACT

The production of meat is a resource consuming process that affects the environment considerably and the demand for meat is expected to increase as the population grows. A large part of all anthropogenic greenhouse gas emissions come from the livestock sector which uses a third of the earth's surface. Insects emit fewer greenhouse gases than traditional livestock, and also uses less resources, such as land and feed.

Entomophagy, consumption of insects, has long been part of the human diet and are still eaten on all continents. But modern people in Western countries find it difficult to accept insects as food, as their mental barriers prevent them from doing so.

Insects are a newly discovered alternative protein source that is positive for the environment, nutrition, economy and biodiversity. However, there are currently many uncertainties about insects, they may be toxic or allergenic, and these risks must be evaluated before they can be classed as food insects. Researchers suggest that insects begin reared commercial to ensure access without pose a risk to consumers or damaging the environment.

FÖRORD

Det finns många larmrapporter om ökningar av växthusgaser, en stor del av det ska komma från boskapssektorn. Enligt många forskare, bland annat från FN:s jordbruks- och livsmedelsorganisation (FAO), behövs det alternativa födokällor och mer miljövänliga sätt att producera livsmedel med hög kvalitet, som har essentiella näringsämnen och som är näringsrika. Eftersom insekter utgör en mycket stor del av djurriket och äts i många fattiga världsdelar har jag velat undersöka deras potential i en större utsträckning.

Jag vill tacka alla de människor jag kommit i kontakt med när jag har gjort mitt examensarbete, oavsett vilken sorts hjälp jag har fått. Jag har kommit i kontakt med Cricket Express, ett insektsuppfödningsföretag som föder upp varierande sorters insekter i sydvästra Sverige. Jag har genom mail kommit i kontakt med olika organisationer; ett par forskare från FAO (Patrick B. Durst och Alan Yen) Svenska Livsmedelsverket och EFSA (European Food Safety Authority) som gett mig vägledning och länkar till källor.

Jag har även - via mail - haft kontakt med Titti Qvarnström, (kock och första kvinna i Sverige att få en stjärna i Guide Michelin) som använder syrsor i sin matlagning. Dock användes denna information inte som källa utan mer som kuriosa och inspiration till att laga en rätt med syrsor och buffalo-maskar.

Andra forskare som jag har kommit i kontakt med och som har gett mig vägledning och länkar till bra källor är Fredrik Hedenus på Chalmers Universitet och Arnold van Huis.

Trots att jag inte kunnat använda mig av all information jag fått från dessa personer har det varit fantastiskt att de har tagit sig tid att svara och hjälpa mig i mitt examensarbete.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Definitioner av begrepp 6
2. INLEDNING 8
3. SYFTE 8
4. AVGRÄNSNINGAR 9
5. MATERIAL OCH METOD 9
6. BAKGRUND 10
6.1 Kultur och historia 10
6.2 Entmofagi i världen 11
7. RESULTAT MILJÖPÅVERKAN 12
7.1 Klimat och växthusgaser 12
7.2 Växthusgasutsläpp från boskap och insekter 14
7.3 Markanvändning 19
7.4 Virtuell vattenanvändning 20
7.5 Foderomvandlingseffektivitet 21
7.6 Proteineffektivitet 22
7.7 Genomsnittlig daglig tillväxt 22
7.8 Ätbar mängd 23
7.9 Andra användningsområden 24
8. RESULTAT NUTRITION 24
8.1 Energi 24
8.2 Mineraler 25
8.3 Vitaminer i insekter 26
8.4 Protein 26
8.5 Proteinets smältbarhet 27
8.6 Aminosyror 28
8.7 Fett 28
8.8 Kolhydrater 29
9. RESULTAT LIVSMEDELSSÄKERHET 30
9.1 Osäkerheter kring insekter 30
9.2 Kemiska faror 31
9.3 Mikrobiella faror 31
9.4 Allergiska faror 31

10. DISKUSSION 32
10.1 Miljöaspekten 32
10.2 Livsmedelsaspekten 33
10.2.1 Livsmedelssäkerhet 33
10.2.2 Nutrition 34
10.3 HÅLLBAR UTVECKLING 34
10.3.1 Livsmedelsproduktion 34
10.3.2 Biologisk mångfald 35
10.3.3 Ekonomi 36
10.3.4 Etik 37
10.4 Reflektion 37
10.5 Sammanställning 38
11. Källkritik 38
12. SLUTSATSER 39
Varför insekter? 39
13. REFERENSER 40

1. Definitioner av begrepp

ADG =	Genomsnittlig daglig tillväxt
Anaerob =	Syrefri
Antropogena utsläpp =	Utsläpp orsakade av mänsklig aktivitet
Bioackumulering =	Ansamling av gift i kroppen
Boskap =	Tamdjur som hålls och föds upp för användning på privatägd gård eller i industriell skala för vinstsyfte.
CO_2-ekvivalenter =	En måttenhet som jämför klimatpåverkan av olika växthusgaser.
EFSA =	European Food Safety Authority
Ektoterm =	Växelvarm
Entmofagi =	Mänsklig konsumtion av insekter
FAO =	FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation
Fläskkött =	Kött från gris
Foderomvandlingseffektivitet =	Hur mycket foder som behövs för att producera 1 kg viktökning.
Gigaton =	10^9 x 1000 kg = 10^{12} kg
Hållbarhet =	Förmåga att bibehålla produktivitet utan att kompromissa för de framtida generationernas behov.
Insekticider =	Insektsgift som används vid bekämpning av skadeinsekter.
Livsmedel =	Mat och dryck, inklusive vatten, tuggummi och tillsatsämnen som ska förtäras av människor, är livsmedel.
Nötkreatur =	Innebär djur från kött- och mjölkkobesättningar.
Nötkött =	Kött från nötkreatur
Patogen =	Sjukdomsframkallande ämne.

Proteineffektivitet =	Hur mycket protein som produceras på 1 kg kött.
Västvärlden =	Länder som räknas till västvärlden är rika industrinationer.
Virtuellt vatten =	Allt det vatten som används för att producera en produkt.
WHO =	Världshälsoorganisationen
Torrvikt =	Torkad vikt, en viktenhet för produkter.
Traditionell köttproduktion =	Uppfödning och slakt av traditionell boskap, antingen på privatägd gård eller i industriell skala.

2. INLEDNING

Vi är över sju miljarder människor på vår jord och beräknas bli 9,6 miljarder år 2050 (UN News Centre). Det är en mänsklig rättighet att alla ska ha mat på bordet (Oshaug et al. 1994) men i dagsläget är det en stor och ojämn resursfördelning vad gäller mat. Många människor lever i undernäring och svält medan andra delar av världen överkonsumerar vilket leder till icke smittsamma sjukdomar som fetma samt hjärt- och kärlsjukdomar (Powles et al. 2007). Efterfrågan på animaliskt protein förväntas öka med 70-80 % mellan 2012 till 2050 (de Boer & Oonincx 2012). I industrialiserade länder baseras kosten till stor del på animalieprodukter där kött från exempelvis nötkreatur, gris och kyckling är en stor resursslukande del som påverkar miljön kraftigt. Världens genomsnittliga köttkonsumtion är 41,9 kg per person och år och befolkningen i västvärldens länder äter mer kött än människorna i de fattigare länderna. De rika ländernas köttkonsumtion motsvarar mellan 80-120 kg per person och år, samtidigt som de flesta människor i Afrikas länder ett genomsnitt på under 30 kg per person och år (FAOSTAT 2013).

Den kraftiga miljöpåverkan från våra livsmedel beror till stor del på köttproduktionen med alla dess tillhörande faktorer som produktion av foder och annan markanvändning, användandet av fossila bränslen, den mängd vatten som går åt och det faktum att det inte bara är kött som produceras utan även andra icke önskade produkter såsom metan och andra växthusgaser (Belluco et al. 2013) vilka bidrar till växthuseffekten och värmer upp vår jord (Baird & Cann 2008).

Insekter är en proteinkälla som har fått mer och mer uppmärksamhet världen över och är en vanlig del i människors kost i fattiga länder, och som nu blir alltmer populära även i västvärldens länder eftersom det finns många ätbara insektsarter som är välsmakande och näringsrika (Mlcek et al. 2014). Dock finns det vissa problem med att samla in insekter från naturen. Det är hot mot ekosystemet (Mitsuhashi 2010) och utgör dessutom ett hot mot konsumenterna då insekter - av olika anledningar - kan vara giftiga (Belluco et al. 2013).

Forskare ställer sig frågan om huruvida insekter kan vara ett alternativ för att säkerställa tillgången av protein och andra näringsämnen samt om livsmedelssäkerheten kan upprätthållas (de Boer & Oonincx 2012).

3. SYFTE

Syftet med denna studie är att jämföra skillnaderna i miljöpåverkan mellan traditionell köttproduktion och insektsuppfödning, angående produktion av växthusgaser, utvärdera livsmedelssäkerheten och jämföra insekter mot traditionellt kött i nutrition.

För att ta reda på om insekter kan bidra som livsmedelsresurs i västvärlden måste dessa fem frågeställningar besvaras:

- Vad är den västerländska människans syn på insekter?
- Är insekter bättre än traditionellt kött ur miljösynpunkt?

- Kan insekters proteinhalt motsvara traditionellt kött?
- Hur ser livsmedelssäkerheten ut för insekter?
- Är insekter en resurs som bidrar till hållbar utveckling?

4. AVGRÄNSNINGAR

De djurarter som jag behandlar i mitt examensarbete och jämför med insekter är nötkreatur från kött- och mjölkkobesättningar samt gris och kyckling. Inga andra djurarter kommer att utvärderas.

Nötkreaturs kött- och mjölkproduktion slås ofta samman vid beräkning av miljöpåverkan och därför kommer jag att göra detsamma.

De insektsarter som kommer att behandlas i min studie är både vilda insekter samt de hålls i fångenskap och som betraktas som konsumerbara för människan.

Studier av miljöpåverkan har främst uträttats angående domesticerade insekter eftersom de är i en kontrollerad miljö. Både vilda och domesticerade insekter ligger till grund för de nutritions- och livsmedelsaspekter som har behandlats i studien.

Konsumtion av insekter framställs endast som ett förslag för att undersöka dess hållbarhet utifrån miljö-, nutritions- och livsmedelsperspektiv, det kommer inte att framställas någon analys om huruvida köttkonsumtionen kan minskas.

5. MATERIAL OCH METOD

För att få fram resultat gjorde jag främst en litteraturstudie, där jag sökte vetenskapliga artiklar och rapporter via databaser som SLU och ScienceDirect. Via Google Scholar hittade jag en rapport från ResearchGate. En annan viktig databas var PLOS ONE där sökorden var insects greenhouse gases och insects mealworm. Det gav mig två riktigt bra källor som var mycket relevanta för min studie.

Jag lyckades inte få tag i några relevanta böcker om insekter som livsmedel utan tog istället kontakt med ett par forskare inom FAO samt en insektsuppfödning i Sverige som informerade mig om de relevanta delarna.

En del av sökorden som användes via internet var greenhouse gases, edible insects, enthomophagy, environmental impacts in livestock.

Mina viktigaste källor är från FAO (2010) och Edible insects: future prospects for food and feed security (2013) eftersom de är tillförlitliga då de utgörs av seriösa forskare. Jag har varit i personlig kontakt med bland annat Patrick B. Durst och Arnold van Huis.

Dessutom har jag varit i kontakt med Svenska Livsmedelsverket, Cricket Express och EFSA (European Food Safety Authority).

6. BAKGRUND

6.1 Kultur och historia

I många delar av världen klassas insekter som en delikatess, särskilt i tropiska områden, medan många människor i västvärlden blir äcklade bara av tanken på att äta insekter (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Entmofagi är dock inget nytt påfund utan har historiska rötter som når minst 7000 år bakåt i tiden. Det finns bevis, i form av målningar, skulpturer och bilder, på att människan har ätit insekter under väldigt lång tid, och i Mexico har keramikkrukor hittats innehållande insekter som är ca 3000 år gamla (Ramos-Elorduy 2009). Insekter har länge varit en del av människors olika matkällor, och är än idag en viktig del i många människors kultur och kost (Belluco et al. 2013).

Kultur har, genom inflytande av historia, område och samhällsuppbyggnad, format regler om vad som är acceptabelt som föda eller inte, utan hänsyn till dess ätbarhet (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). I flera världsdelar, exempelvis Afrika (Belluco et al. 2013), Australien (Yen 2010), Asien, Europa, Latin- och Sydamerika finns det människor som äter insekter (Johnson 2010).

I Australien har aboriginerna, ursprungsbefolkningen, ätit insekter ända tills dess att européerna bosatte sig men har mer och mer senaste 200 åren antagit västerländska dieter i allt större utsträckning medan den icke infödda befolkningen inte har anammat aboriginernas matkultur. Intresset har dock ökat lite på senare år på grund av turisters nyfikenhet på "vildmarksmat" (Yen 2010).

Kina har en gammal tradition av silkesjordbruk där inte alla silkesmaskar går till silkesproduktion utan istället äts upp när de har förpuppat sig. Stekta i olja, pulveriserade eller kokade kan de bli mycket behagliga att äta och uttrycks till och med i vissa sammanhang att vara en delikatess (Hanboonsong 2010).

Tabell 1. Antal klassade ätbara insekter per kontinent och antal insektskonsumerande länder.

Kontinent	Antal arter	Procent av världsdel med insektskonsumtion	Antal konsumerande länder
Asien	349	20	29
Australien	152	9	14
Afrika	524	30	36
Amerika	679	39	23
Europa	41	2	11*
Totalt	1745	100	113

Källa: Johnson V.D. 2010

* Det finns 47 länder i Europa där endast 28 länder (www.eu-upplysningen.se) är medlemmar i EU. Detta innebär att en del konsumering av insekter i Europa sker i länder som inte är medlemmar i EU.

Världen lägger stora ekonomiska resurser på att döda insekter som innehåller en hög andel protein för att skydda växter som innehåller mycket mindre protein (Belluco et al. 2013) medan människor i andra delar av världen istället även skördar insekterna och äter dem (Anand et al. 2008). Enligt FAO har användningen av bekämpningsmedel mot gräshoppor upphört i vissa delar av Mexico. Istället skördas de vilket besparar både miljö och ekonomi samt ger en extra födokälla (Belluco et al. 2013). Användningen av insekticider har också minskat mot brun gräshoppa, *Locustana pardalina*, i Sydafrika där de istället samlas in för att användas som födokälla eller djurfoder (DeFoliart 1994).

6.2 Entmofagi i världen

För många av världens jägar- och samlarstammar (Ramos-Elorduy 2009) motsvarar insekter 5-10 % av intaget protein, fett, vitaminer, mineraler och kalorier varje år (Mlcek et al. 2014).

I Japan äter stora delar av befolkningen getingar, både fullvuxna samt puppor och larver men även delar av deras bon. Getingar är viktiga som födoresurs, både för den egna inkomsten samt för kulturen; varje år hålls en getingfestival där information utbyts och det största getingboet utses (Nonaka 2010).

Stora delar av Afrikas befolkning äter larver och termiter vilka utgör en del av den dagliga kosten och ger ett viktigt tillskott av protein (Oonincx et al. 2010). Även gräshoppor och larver av nattfjärilen *Gonimbrasia belina* är populära insektsarter och äts i rikliga mängder (Chung 2010).

Gräshoppor, syrsor och röd palmvivelskalbagge tillhör de populäraste insekterna på den sydostasiatiska ön Borneo. Både gräshoppor och syrsor skördas för att minska skadorna på risfälten och som födokälla är de mycket omtyckta (Chung 2010). I Filippinerna beskrivs majbaggen (*Phyllophaga*) göra stor skada på växtskördar och äts mest som larv och kan både grillas och friteras med kryddor (Adalla & Cervancia 2010).

Röd palmvivelskalbagge (*Rhyncophorus ferrugineus*) vars larv skördas från förmultnande Sago-palmträd är också en omtyckt matinsekt. Det finns ett antal olika sätt som larverna konsumeras på, exempelvis går det att göra gröt på dem, rosta dem lätt över öppen eld, woka dem med sojasås och lök men de kan även ätas råa (Chung 2010).

Thailands befolkning har en lång historia av entmofagi, där vilda ätbara insekter har utgjort en viktig del av deras liv och kultur. Grupper av hela befolkningen äter insekter, både de fattiga som säljer dem, likaså de med högre inkomst som köper dem (Hanboonsong et al. 2013). Insekter äts ofta som en del av en måltid och som snacks (Johnson 2010).

För närvarande äts över 200 insektsarter i Thailand där gräshoppor, bamboo-fjärilslarver (*Omphisa fuscidentalis*), hussyrsa (*Acheta domesticus*) och stor vattenskalbagge (*Lethocerus*

indicus) är de insekter som äts mest. Insekter samlas in från naturen eller föds upp i fångenskap (Hanboonsong et al. 2013).

För ungefär 15 år sedan började thailändarna att föda upp syrsor (Hanboonsong et al. 2013) och även produktion av andra insekter för kommersiellt bruk har tillkommit och ökat (Johnson 2010). År 2013 rapporterade FAO att det fanns över 20 000 insektsuppfödare i Thailand, vilket är positivt för arbetsmöjligheter och inkomst men också för vilda insekter, vars populationer inte utsätts för överexploatering i lika stor bemärkelse (Hanboonsong et al. 2013).

Syrsorna som produceras säljs antingen på stadens marknader eller transporteras till grannländer (Johnson 2010). I huvudstaden Bangkok säljs friterade insekter utmed gatorna, och det finns bland annat, förutom syrsor, även gräshoppor, vattenskalbaggar, trollsländor och skalbaggslarver att välja mellan (Chung 2010).

7. RESULTAT MILJÖPÅVERKAN

7.1 Klimat och växthusgaser

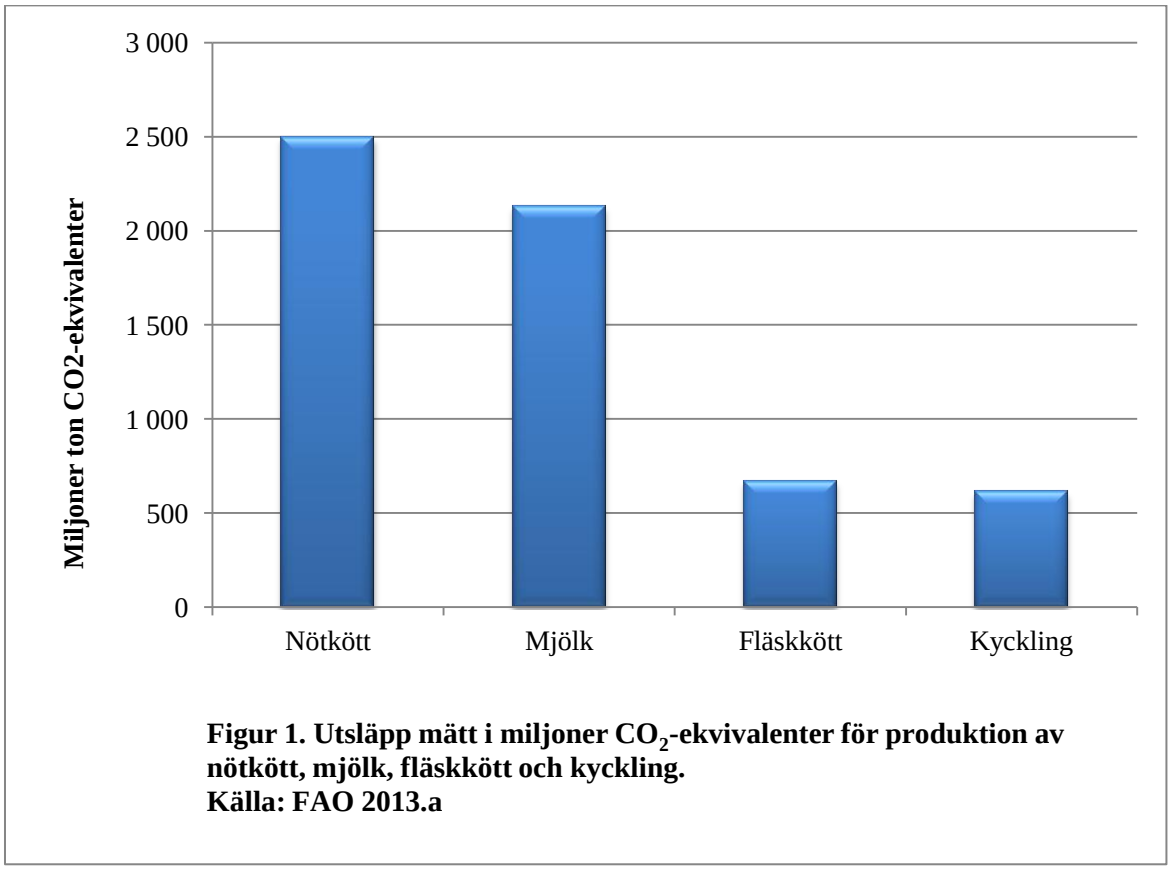
Enligt NASA har 2000-talet varit rekordvarm och jordens temperatur förväntas bli 4 °C varmare än vad den egentligen bör vara (FAO 2013.a). För närvarande är den globala temperaturen 2 °C varmare (Baird & Cann 2008) och en varmare global temperatur resulterar i att havsnivåerna stiger, det blir extrema värmeböljor och matlagren minskar (FAO 2013.a).

Växthusgaseffekten kallas den process då vissa gaser, så kallade växthusgaser, absorberar värme och håller kvar den i atmosfären. Detta är egentligen en naturlig process som har gett en genomsnittstemperatur på 15 °C istället för -18 °C som det skulle vara om växthusgaseffekten inte existerade.

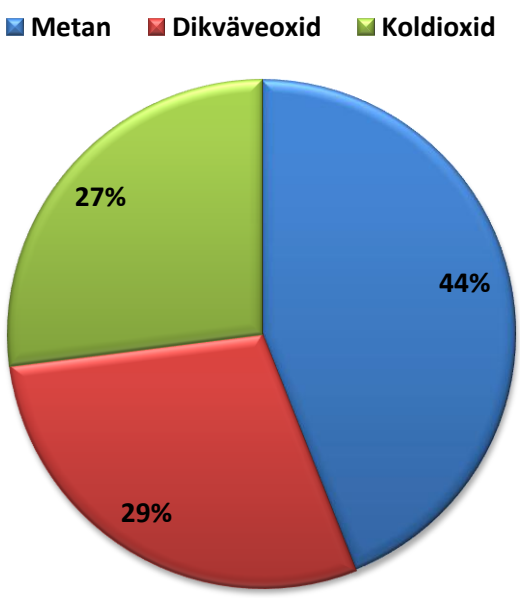
Men den växthusgaseffekt som det talas om idag är ingen naturlig process utan beror på den mänskliga aktivitetens ökade utsläpp av växthusgaser, såsom koldioxid, metan och dikväveoxid. Detta innebär att mer än den normala mängden infraröd strålning absorberas i atmosfären vilket leder till en högre temperatur. De gaser som bidrar mest till denna artificiella globala uppvärmning är koldioxid som står för en fjärdedel, samt metan (Baird & Cann 2008).

Växthusgaserna värmer upp olika mycket i atmosfären, de har olika stor klimatpåverkan. För att kunna jämföra dem omvandlas de till motsvarande mängd av den vanligaste växthusgasen, koldioxid, och uttrycks i måttenheten CO_2-ekvivalenter. 1 kg metan motsvarar 25 kg CO_2-ekvivalenter och 1 kg N_2O är lika mycket som 298 kg CO_2-ekvivalenter (lantmannen). Förenklat innebär det att metan värmer upp 25 gånger mer effektivt än vad CO_2 gör och N_2O 298 gånger mer effektivt. Metan och dikväveoxid finns i mindre mängder än CO_2 men de är effektivare på att fånga upp värmen i luften (Baird & Cann).

Enligt Vranken et al. (2014) står kött och köttprodukter står för 4-12 % av alla konsumentprodukter, av den totala globala uppvärmningen.



Figur 1. Utsläpp mätt i miljoner CO_2-ekvivalenter för produktion av nötkött, mjölk, fläskkött och kyckling.
Källa: FAO 2013.a



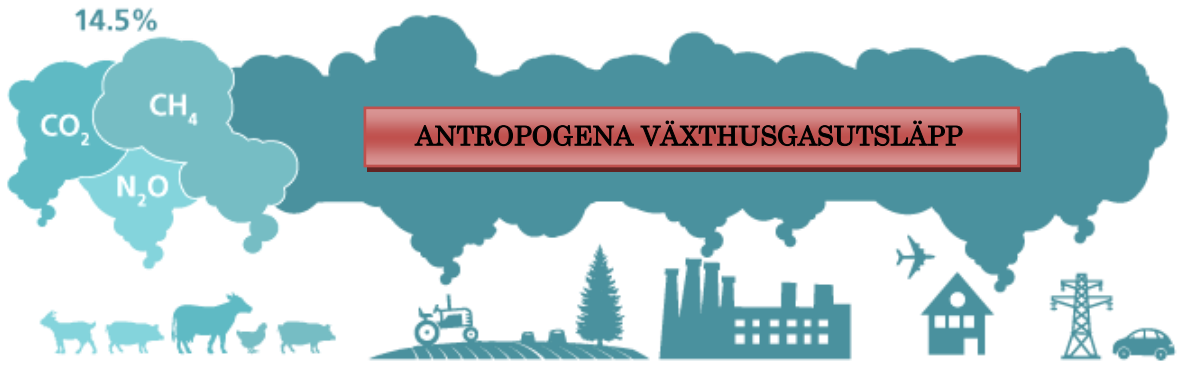
Figur 2. Mängd av växthusgaser från boskapssektorn mätt i procent. Källa: FAO 2013.a

7.2 Växthusgasutsläpp från boskap och insekter

Boskapssektorn är den del av jordbruket som påverkar miljön mest; hela 80 % av jordbrukets utsläpp av växthusgaser bildas på grund av boskapssektorn. Det finns många faktorer som påverkar miljön; fossila bränslen från fordon som används vid bland annat odling och skörd, tillverkning av konstgödning och bekämpningsmedel, foderproduktion som tar upp stora markarealer (Powles et al. 2007), markförändring (FAO 2013) såsom utökning av jordbruksmark samt utsläpp av växthusgaser (Powles et al. 2007).

Boskapssektorn motsvarar 14,5 % av de antropogena utsläppen av växthusgaser (FAO 2013). Av de 7,1 gigaton CO_2-ekvivalenter som boskapssektorn årligen står för producerar koldioxid ungefär 2 gigaton, metan 3,1 gigaton och dikväveoxid 2 gigaton CO_2-ekvivalenter (FAO 2013).

Större delen av boskapssektorns växthusgasutsläpp kommer från nötboskapen. Hela 65 % av de 7,1 gigaton CO_2-ekvivalenter är på grund av utsläpp från kött- och mjölkkobesättningar. Anledningen till att just nötkreatur producerar så stora utsläpp är att deras mikrobakterier i våmmen producerar metan när fodret bryts ner (FAO 2013.a).



Figur 3. Boskapssektorn motsvarar 14,5 % av de totala globala utsläppen orsakade av mänskliga aktiviteter.
Källa: FAO 2013.a.

I nötkreaturs våm och även i grisars tarm finns mikroorganismer som bryter ner fodret. Denna process sker under anaeroba förhållanden och som restprodukt bildas metangas, vilken är en mycket effektiv växthusgas (Nijdam, Rood & Westhoek 2012), (FAO 2013.a). Främst lämnar det djuret via utandningsluften, och endast 2 % bildas i tjocktarmen (Sonesson U et al. 2009). Produktion av nötkött har relativt höga utsläpp av växthusgaser och metan är anledningen (Nijdam, Rood & Westhoek 2012). Enligt FAO härrör 44 % av boskapssektorns utsläpp från metan, där mikroorganismerna står för ungefär 39 %. Resten härrör från andra källor, exempelvis hanteringen av gödsel samt foderodling av ris (FAO 2013.a).

Metanutsläpp från nötboskap varierar mellan 49-64 kg metan per djur och år (Nijdam, Rood & Westhoek 2012) men mängden kan även bero på foder (Sonesson U et al. 2009).

Det finns metoder för att minska metanutsläppen, till exempel med speciell utfodring. Genom att utfodra djuren med omättade fettsyror bildas mindre metan då mikroorganismerna strävar efter att bilda mättade fettsyror, vilket innebär att de adderar väten som annars skulle ha använts till att producera metan, CH_4. Denna metod är inte tillåten i Sverige då proteinhalten i köttet minskar (Växa Sverige, 2009). En annan metod är att utfodra med mycket spannmål istället för grovfoder och kortare uppfödningsperiod, alltså en lägre slaktålder (Sonesson U et al. 2009).

Reaktionen där metan bildas:

$$CO_2 + \mathbf{4H_2} \longrightarrow \mathbf{CH_4} + 2H_2O$$

Av koldioxid och väte bildas metan och vatten när mikroorganismer bryter ner fodret (Växa Sverige, 2009).

Utsläppen från produktionen av gris och kyckling är inte lika stora. Produktion av fläskkött står endast för 9 % och kött från kyckling samt ägg för 8 % av boskapssektorns globala utsläpp, vilket motsvarar 0,7 respektive 0,6 gigaton CO_2-ekvivalenter (FAO 2013.b).

Fläskköttsproduktion är den del som släpper ut mest koldioxid inom boskapssektorn, medan utsläppen av metan och dikväveoxid är mycket lägre (FAO 2013.b). Omkring 49 % av grisars växthusgasutsläpp härrör från koldioxid. Metan och dikväveoxid motsvarar 25,8 % respektive 25,2 % av de totala utsläppen (FAO 2013.b).

Den växthusgas som kycklingproduktionen släpper ut mest är koldioxid, som motsvarar 56,3 % av alla växthusgaser. Dikväveoxid, N_2O, är den näst största på 38,1 %. Värdet för metan i kycklingproduktion är dock ganska litet, endast 4,3 % (FAO 2013.b). Det låga utsläppet av metan har att göra med att kycklingar själva inte har någon metanproduktion, men den anaeroba nedbrytning som krävs för att bilda metan även kan ske i gödseln (FAO 2013.a). Övriga utsläpp är på grund av andra utsläppskällor (FAO 2013.b). Foderproduktion är den del hos kycklingproduktionen som dominerar av växthusgasutsläppen (FAO 2013.b); hela 57 % härrör från produktion av spannmål, majs och soja (FAO 2013.a).

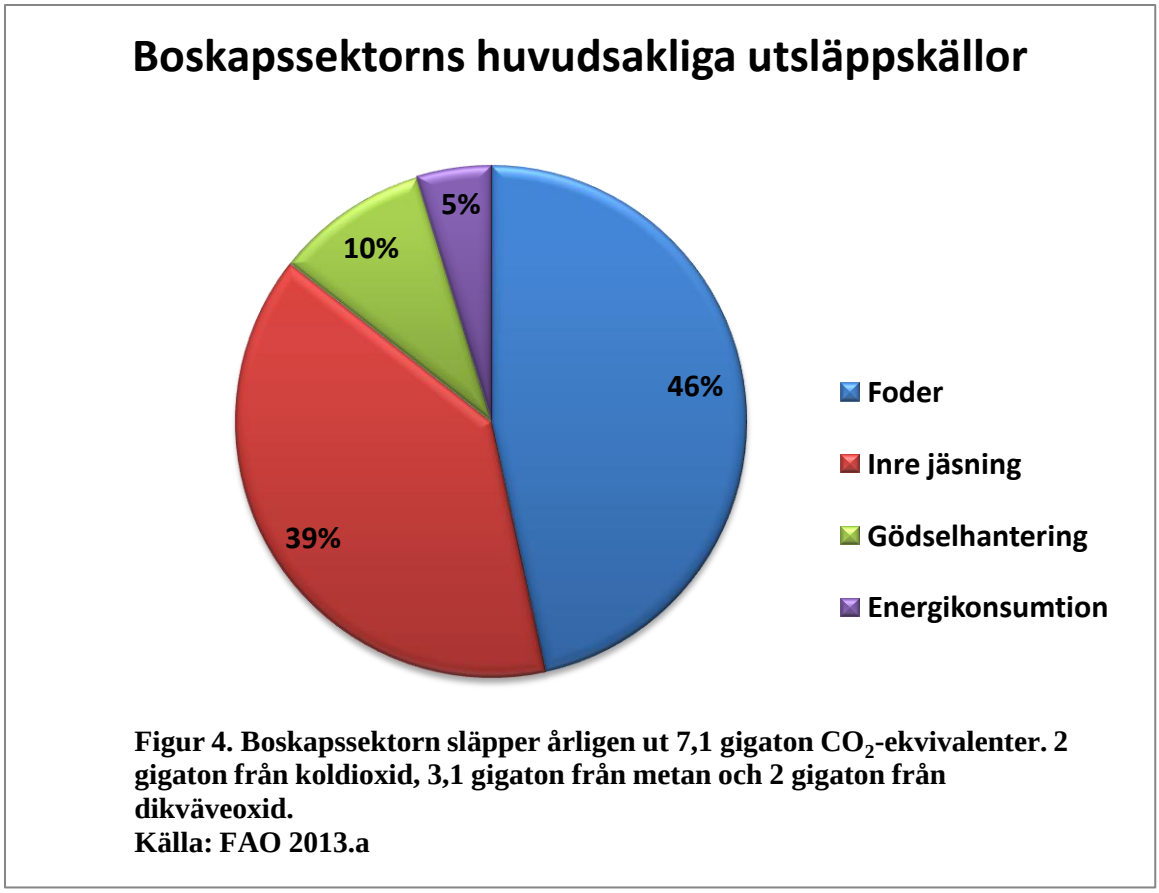
De huvudsakliga utsläppskällorna i boskapssektorn är foderproduktion, gödselhantering, energiförbrukning och inre jäsning (FAO 2013.a). Men faktorer som kan påverka växthusgasutsläppen är bland annat jordbruksmarkens tillstånd, fodersammansättning och olika raser (Nijdam, Rood & Westhoek 2012).

När foder som spannmål och olika sorters grovfoder odlas och bearbetas släpper det ut ungefär 45 % av de totala utsläppen i boskapssektorn. Främst är det koldioxid, CO_2, som bildas men också en del metan, CH_4. Det kan gälla vid odling av ris i våtmarker eller gödsel som bryts ner utan tillgång på syre (FAO 2013.a).

Foderproduktionens utsläpp är starkt kopplad till markförändringen, huruvida den befintliga marken används till odling, betesmark eller om dessa marker expanderar (FAO 2013.a). Från foderproduktion och betesmarker kommer mycket dikväveoxid (FAO 2013.a), en växthusgas som till största del härrör från jordbruket där ökad användning av gödningsmedel leder till ökade utsläpp av olika kväveföreningar (Baird & Cann) (Powles W.J. et al. 2007).

Gödselhantering; gödsling och skördeavfall står för nästan hälften av alla foderutsläpp och mer än 30 % av de totala utsläppen (FAO 2013.a). Gödsel som sprids på åkrarna innehåller ammoniak, NH_3, och ammonium, NH_4, som med hjälp av speciella jordbakterier omvandlas till dikväveoxid, N_2O (Oonincx et al. 2010). Det kan även bildas en del metan under gödselhanteringen, om gödsel förvaras där inget syre finns tillgängligt vilket leder till anaerob nedbrytning sker av det organiska materialet. Vanligtvis sker det i någon typ av spillvattentank där gödsel förvaras i flytande form (FAO 2013.a).

Energi förbrukas vid processer som gårdsmaskineri, belysning och värme (CRA) samt odling av spannmål, bearbetning och transport av kött och spannmål (Powles W.J. et al. 2007). Enligt de Boer & Oonincx (2012) är energianvändningen högst för produktionen av nötkött och lägst för kyckling.



Figur 4. Boskapssektorn släpper årligen ut 7,1 gigaton CO_2-ekvivalenter. 2 gigaton från koldioxid, 3,1 gigaton från metan och 2 gigaton från dikväveoxid.
Källa: FAO 2013.a

An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption.

Insekters miljöpåverkan har inte blivit dokumenterat i lika stor utsträckning som traditionella boskapsdjur men i ett experiment som gjordes av bland annat Dennis Oonincx (2010) kvantifierades produktionen av växthusgaser för fem olika insektsarter. Insekterna var mjölmask (*Tenebrio Molitor*), hussyrsa (*Acheta domesticus*), flyttgräshoppa (*Locusta migratoria*), rosenbagge (*Pachnoda marginata*) och argentinsk kackerlacka (*Blaptica dubia*) och utsläppen mättes i gram och mg per kilo. De jämfördes med nötkreatur och gris och studien utfördes på unga, växande djur under tre dagar för att få ett så jämbördigt förhållande som möjligt. Boskapsdjuren var unga och de flesta insektsarter var i larv- eller puppastadiet förutom kackerlacka som var i blandade stadier.

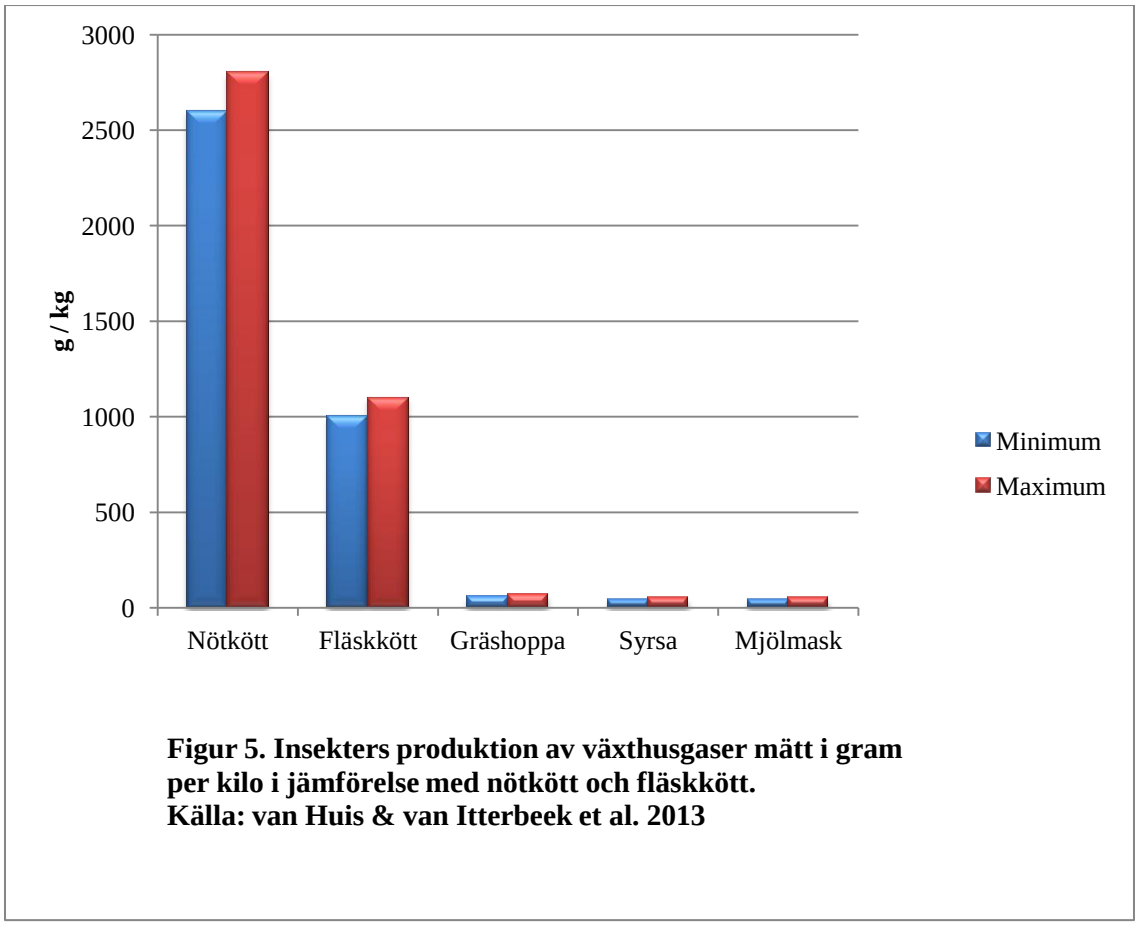
Denna studie undersökte de vanligaste växthusgaserna; koldioxid, metan och dikväveoxid samt ammoniak som är en indirekt utsläppskälla. Den koldioxid som frigörs i metabolismen härrör från djurens foder, där det ursprungligen har tagits från luften och lagrats i organiska föreningar vid framställningen av fodret.

Studien påvisade att insekter är mer miljövänliga som proteinkälla än kött från nötkreatur och gris eftersom de släppte ut mindre mängder växthusgaser. Alla insekter släppte ut koldioxid, och bara rosenbagge och argentinsk kackerlacka hade produktion av metan. Insekter har i regel ingen produktion av metangas eftersom saknar det jäsningssystem som gris och

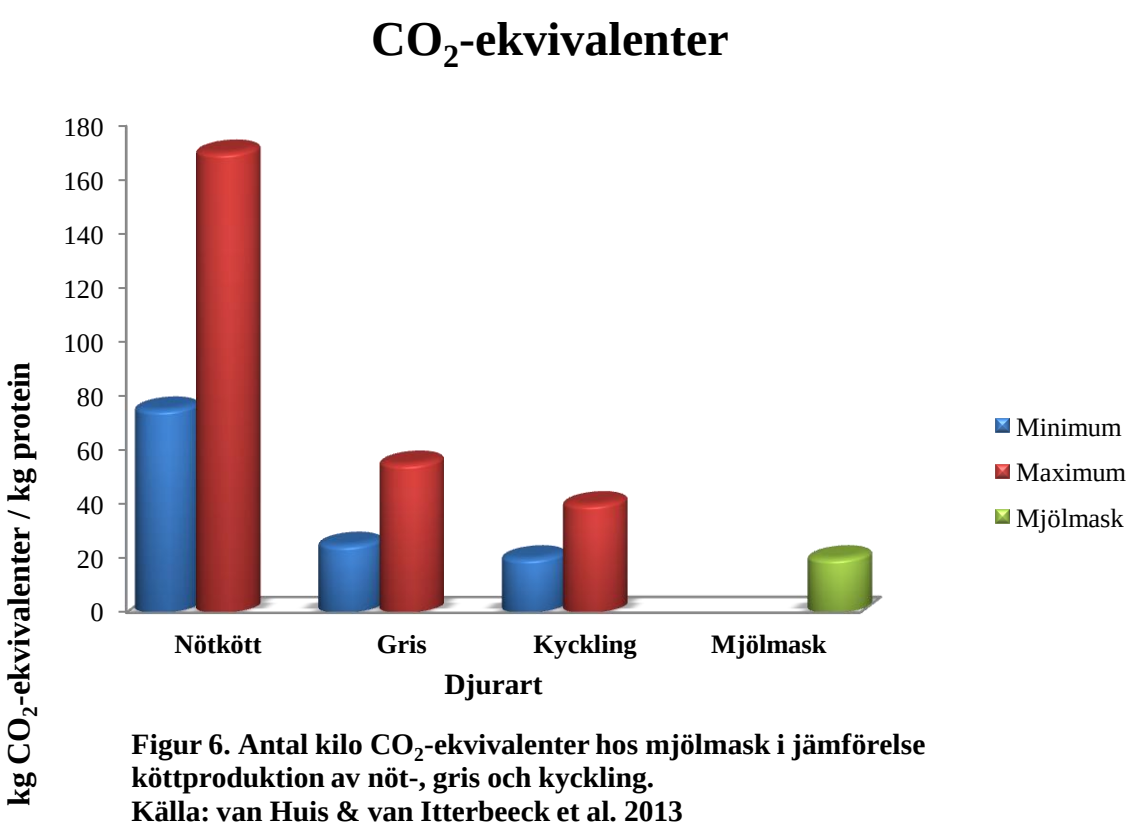
nötkreatur har, men det finns vissa arter av skalbaggar och termiter har jäsning av metanbakterier i sin bakre tarm (Oonincx et al. 2010).

Endast mjölmask och flyttgräshoppa hade mätbara utsläpp av dikväveoxid. De insekter som producerade ammoniak var hussyrsa, flyttgräshoppa och kackerlacka.

I en studie av de Boer & Oonincx (2012) kvantifierades energianvändningen för mjölmask i jämförelse med bland annat nötkött samt mjölk, fläskkött och kyckling. Insekter är växelvarma och behöver tillsatt värme om de vistas i en omgivning med låg temperatur, vilket ökar energiförbrukningen. Mjölmask förbrukar därför mer energi än produktionen av kyckling, men förbrukar inte så mycket som produktionen av mjölk, nöt- och fläskkött.



Figur 5. Insekters produktion av växthusgaser mätt i gram per kilo i jämförelse med nötkött och fläskkött.
Källa: van Huis & van Itterbeek et al. 2013



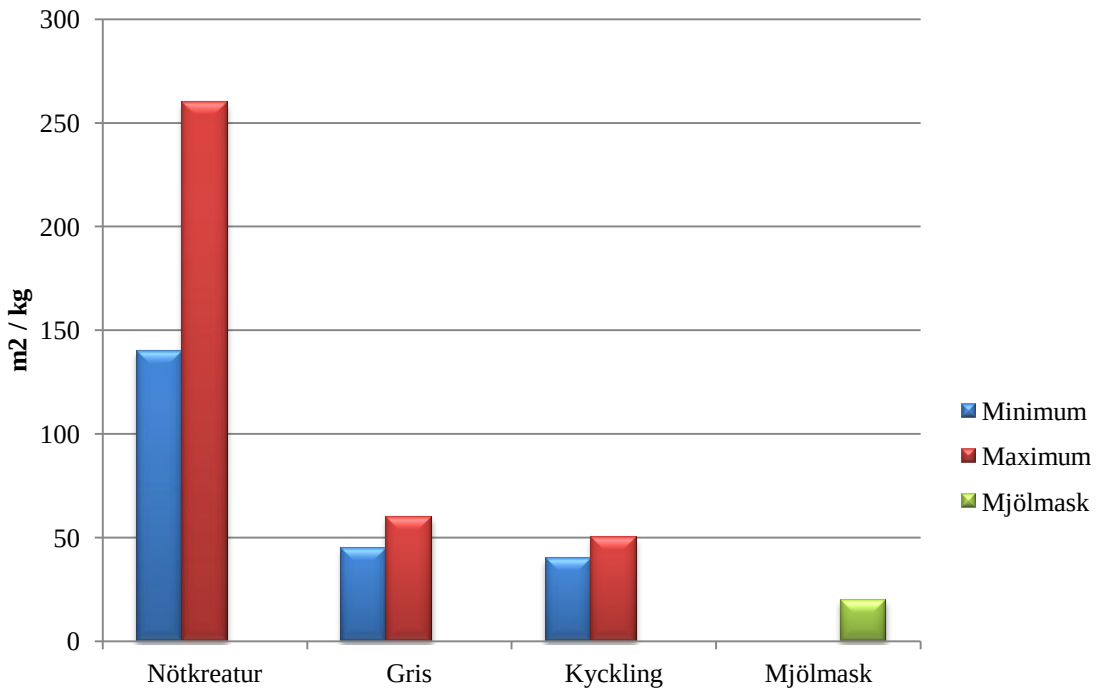
Figur 6. Antal kilo CO_2-ekvivalenter hos mjölmask i jämförelse köttproduktion av nöt-, gris och kyckling.
Källa: van Huis & van Itterbeeck et al. 2013

7.3 Markanvändning

Markanvändning, som uttrycks i m^2 innebär den markareal som används. Inom boskapssektorn används till exempel odlingsbar mark, betesmark samt andra utomhusområden. Stora arealer behövs för att producera nötkött och beroende på bl.a. produktionssystem och ras produceras olika mycket kg CO_2-ekvivalenter. Eftersom nötkreatur har en långsam reproduktionscykel och en relativt låg foderomvandling tar de upp stor markareal (Nijdam, Rood & Westhoek 2012).

Insekter tar inte lika mycket mark i anspråk (Oonincx et al. 2010). En livscykelanalys som gjordes på mjölmask visade att dess markanvändning endast krävde 43 % av den areal som krävs för att producera 1 kg animaliskt protein och endast 10 % av den mark som behövs för att producera nötkött (de Boer & Oonincx 2012).

Det finns flera faktorer som påverkar hur stor markanvändningen blir, och därför kan det vara svårt att bestämma exakta värden men ett antal beräknade uppskattningar har gjorts, bland annat av de Boer & Oonincx (2012). Enligt en tabell ska nötkreatur använda ungefär 140-260 m^2 /kg, gris 45-60 m^2 /kg och kyckling 40-50 m^2 / kg. Mjölmask beräknades ha en markanvändning på 20 m^2 /kg (van Huis 2012).



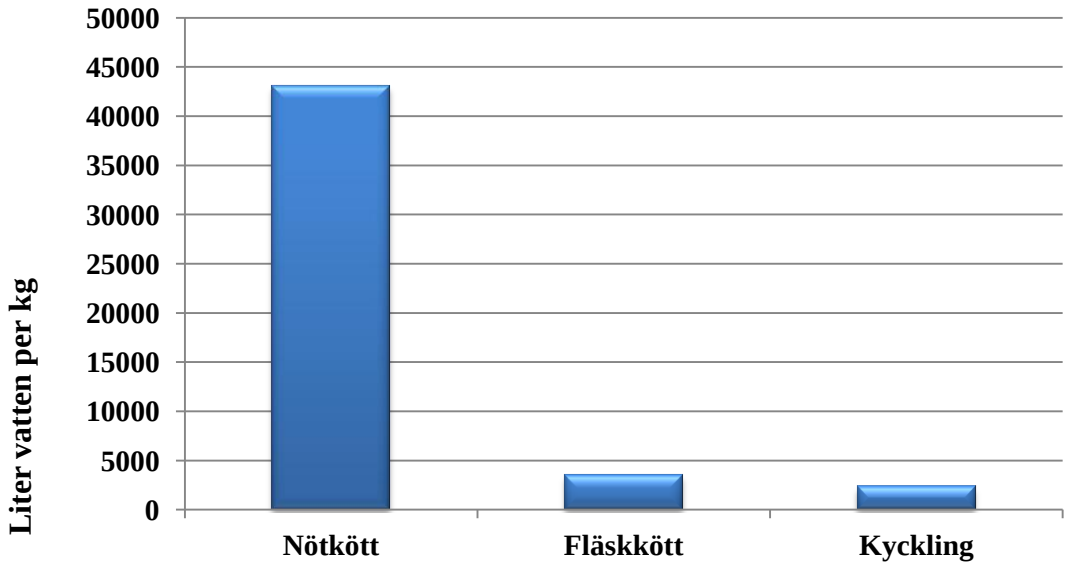
Figur 7. Markanvändning m²/ kg för mjölmask i jämförelse med köttproduktion av nötkreatur, gris och kyckling. Källa: van Huis. 2012

7.4 Virtuell vattenanvändning

Jordbrukssektorn konsumerar 70 % av världens sötvatten och det råder brist på vatten i flera delar av världen vilket är ett hot mot jordbruks- och matproduktionen (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013).

Vattenanvändningen är svår att kvantifiera eftersom det saknas en fullständig LCA, och för att det skiljer sig mellan olika gårdar, djurarter och raser (Belluco et al. 2013). Dock är det beräknat att det behövs mellan 5-20 gånger mer vatten för att producera 1 kg animaliskt protein än för att producera 1 kg växtprotein och om foderproduktion (grovfoder och spannmål) inräknas blir det närmare 100 gånger mer vatten (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Forskaren Arnold van Huis (2012) har uppskattat att den mängd vatten som behövs för att producera 1 kg kött är mellan 22000-43000 L.

I figur 8 visas den virtuella vattenanvändningen för varje enskild djurart är beräknat att vara mellan 22000 till 43000 L / kg för nötkött, 3500 L / kg för gris och 2300 L / kg för kyckling (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013).



Figur 8. Virtuell vattenanvändning för köttproduktion av nöt-, fläsk- och kyckling.
Källa: van Huis & van Itterbeeck et al. 2013

Det finns inget värde på den virtuella vattenanvändningen för insekter eftersom inga sådana studier har upprättats. Dock har det observerats att mjölmasken (Tenebrio molitor) är mycket resistent mot torka, och klarar sig länge utan vatten (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013).

7.5 Foderomvandlingseffektivitet

Foderomvandlingen beskriver hur effektivt djuret omvandlar antal kg foder till 1 kg kött. Kyckling är pga. sin fysiologiska uppbyggnad mest effektiv på att omvandla sitt foder i förhållande till nötkreatur och gris (FAO 2013.a).

Insekter har beräknats vara ungefär dubbelt så effektiva som gris och kyckling i att omvandla sitt foder till kött och mer än fem gånger så effektiva som nötboskap. Om dessutom faktorer som snabb reproduktionstakt och fruktsamhet räknas in är insekter ungefär 20 gånger så effektiva som nötkreatur på att omvandla mängden foder de äter till kött (Durst & Shono 2010).

För att 1 kg kött ska produceras behöver nötboskap ungefär 10 kg foder, grisar behöver 5 kg och kyckling 2,5 kg. Syrsors foderomvandlingseffektivitet beräknades vara lite olika beroende på vad de åt, men behöver mellan 0,9-1,7 kg foder för att producera 1 kg kött (van Huis 2012).

Att insekter är mer effektiva på att omvandla sitt foder till kroppsmassa än traditionella lantbruksdjur beror troligtvis på att de är ektoterma, vilket betyder att deras kroppstemperatur styrs av den omgivande miljön, och därför inte behöver lägga energi på att hålla värmen, utan energin går istället åt att växa (van Huis 2012).

Tabell 2. Omvandling av foder till 1 kg kött och mängd protein.

Arter	kg foderåtgång	kg kött	gram protein
Nötkreatur	10	1	190
Gris	5	1	150
Kyckling	2,5	1	200
Syrsa	0,9 - 1,7	1	205

Källa: van Huis A. 2012

7.6 Proteineffektivitet

Proteineffektivitet innebär hur mycket protein som bildas på 1 kg kött, och enligt en studie gjord av Arnold van Huis beräknades det att syrsor har högre halt protein per kg kött än vad nötkött, gris och kyckling har. Nötkött har ca 190 g protein per kg, gris 150 g per kg och kyckling 200 g per kg. Den vuxna syrsan hade 205 g per kg kött och syrsor i nymfstadiet hade 154 g protein på 1 kg (van Huis 2012).

7.7 Genomsnittlig daglig tillväxt

Något annat som gör insekter till effektiva produktionsdjur är deras snabba reproduktionstakt (Durst & Shono 2010) och dagliga tillväxt (van Huis 2012). I genomsnitt växer insekter snabbare än boskapsdjur vilket beror på deras korta livscykel (Durst & Shono 2010).

Tabell 3. Genomsnittlig daglig tillväxt i procent för 5 insektsarter samt nötkreatur och gris (unga, växande djur)

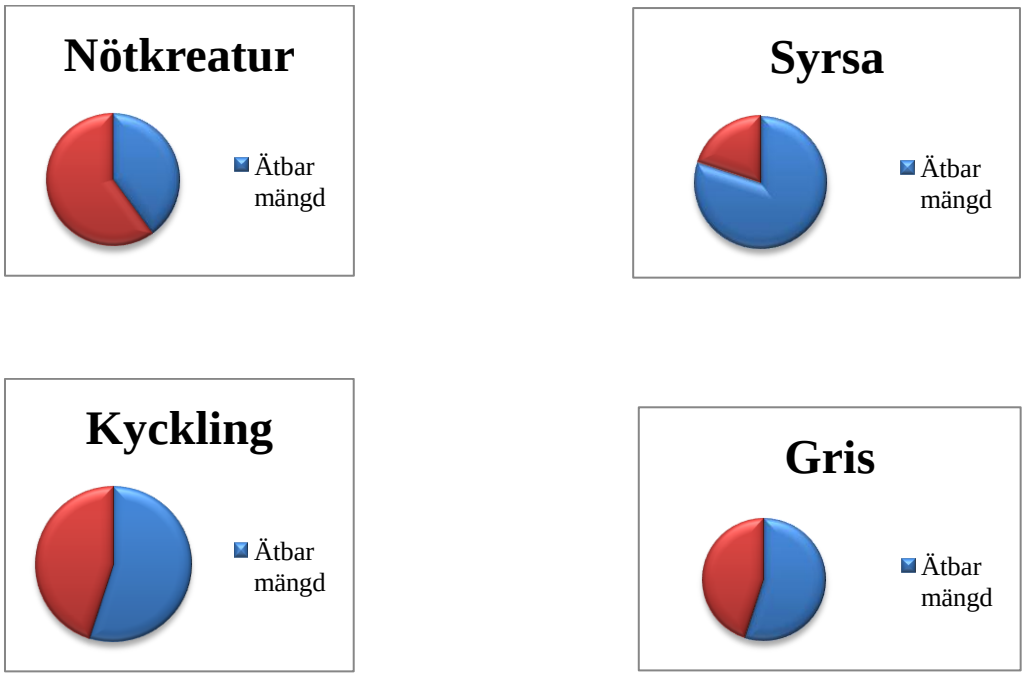
Arter	Genomsnittlig daglig tillväxt (ADG) %
Rosenbagge	3,9 - 6,1 %
Mjölmask	4,8 - 9,8 %
Kackerlacka	5,4 - 6,8 %
Hussyrsa	3,8 - 10,6 %
Flyttgräshoppa	17,5 - 21,7 %
Gris	2,67 - 3,73 %
Nötkreatur	0,293 - 0,307 %

Källa: Oonincx et al. 2010

Den genomsnittliga dagliga tillväxten var hög hos insekter, grisar lägre och nötkreatur hade det allra minsta värdet. Daglig tillväxt beror bland annat på skillnad i utveckling och djurens livstid. Eftersom insekter har en kort livscykel växer de och reproducerar sig snabbare än vad traditionella boskapsdjur gör (Durst & Shono 2010). Denna studie utfärdades på växande djur för att få en tillräckligt jämbördigt förhållande (Oonincx et al. 2010).

7.8 Ätbar mängd

De traditionella boskapsdjuren består av vissa delar som människan inte äter, det som tas bort innan en färdig produkt återstår; kött. Beroende på vilket djur det är blir det bortfall av hud, ben, klövar, brosk, fjädrar och andra delar som människan inte kan, eller vill, konsumera. Bortfallet blir större när det gäller animaliskt kött än när det gäller insekter. För nötboskap konsumeras endast 40 % av djuret, dvs. kött, medan ca 55 % vardera gäller för gris och kyckling (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Den ätbara delen för insekter är desto större, ofta kring 80-90 % för många andra arter, men för larver uppgår det till närmare 100 % (Belluco et al. 2013).



Figur 9. Ätbar mängd för nötkreatur, gris, kyckling och syrsa. Blå färg motsvarar ätbar mängd och röd oätbar mängd.
Källa: van Huis & van Itterbeeck et al. 2013

En del insektsarter har hårda och vassa delar som ben, t.ex. gräshoppor, vilket räknas som oätbara delar. Dessa avlägsnas innan konsumering, oftast torkas insekterna först och skalet kan lätt tas bort. Insekterna kan även prepareras på ett sådant sätt att det blir mjukare. Andra

insekters skal är mjukare ock konsumerbara, men alla insektsskal består av kitin, en kolhydratpolymer som människan inte kan smälta. Men kitinet i skalet behöver inte vara till nackdel, tvärtom, eftersom det består av fiber som är ett viktigt ämne för att matsmältningen ska fungera optimalt (Belluco et al. 2013).

7.9 Andra användningsområden

Insekter kan användas för fler syften än bara som födokälla. Bin som producerar honung, bivax, pollen, bidrottningssylt (DeFoliart 1994). Silkesmasken (Bombyx mori) producerar silke (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Det finns även insekter som används som medicin och hälsokost och extrakt av koschellinsköldlusen, Dactylopius coccus costa, används som livsmedelstillsats i bland annat godis och läskedrycker (Livsmedelsverket).

8. RESULTAT NUTRITION

Både insekter och konventionellt kött innehåller näringsämnen som mineraler, vitaminer, protein samt fett och därav energi. Hur mycket av varje komponent beror på art, kost och vilket stadium djuren befinner sig i, t.ex. om den är ett ungt eller vuxen individ. I insekternas fall beror det på om det är en larv, puppa eller en vuxen insekt (FAO, 2013).

8.1 Energi

För insekter ligger energiintervallet ofta mellan 293-762 kcal/100 g men vissa arter kan ha mindre energiinnehåll medan andra har mer (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013), (Belluco et al. 2013). Exempelvis innehåller mjölmasken (Tenebrio Molitor) 206 kcal/100 g i larvstadiet (FAO, 2013).

Nötkött har en liknande energimängd, det innehåller 165-705 kcal/100 g (Mlcek et al. 2014). Kyckling- och griskött är mindre energirika än insekter och nötkött (www.thebisoncouncil.com).

Tabell 4. Energiinnehåll för några insektsarter samt boskap (nötkreatur, gris och kyckling)

Insekter	Energiinnehåll (kcal /100 g)
Gul mjölmask larv (Tenebrio molitor)	206
Gul mjölmask vuxen	138
Termit vuxen (Macrotermes subhyalinus)	535
Bladskärarmyra vuxen (Atta cephalotes)	404
Honungsmyra vuxen(Myrmecocystus mexicanus)	116
Silkesmask puppa (Bombyx mori)	94
Fältsyrsa (Gryllys bimaculatus)	120

Boskap	
Nötkreatur	189
Gris	152
Kyckling	119

Källor: van Huis A. & van Itterbeeck J et al. 2013 och (www.thebisoncouncil.com)

8.2 Mineraler

De flesta ätbara insekter har stora proportioner av mineraler som kalium, kalcium, järn, magnesium och zink (Xiaoming et al. 2010). Den kanske allra viktigaste mineralen - i alla fall den mineral som det ofta diskuteras om - är järn. Det är ett essentiellt mineral som behövs för att bilda röda blodkroppar, vilka bär syret till kroppens organ, och syresätter dem (1177).

Det uppmuntras att äta kött för att det har höga halter av järn (Svenskt kött b), som har en viktig roll för biologiska processer i människokroppen, men många ätbara insektsarter innehåller mer järn än vad traditionellt kött gör. Exempel på insektarter vars järnhalt överstiger traditionellt kött är flyttgräshoppa (*Locusta migratoria*) och andra gräshoppor, mullvadssyrsa (*Gryllus gryllus*) och nattfjärilen *Gonimbrasia belina.* Flyttgräshoppa har ett varierande intervall av järn beroende på dess föda, mellan 8-20 mg / 100 g torrvikt, Gonimbrasia belina har 31-77 mg / 100 g och nötkött innehåller jämförelsevis ca 6 mg / 100 g torrvikt (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Silkesmasken som äts mycket i Kina uppskattas ha lite lägre järnhalt än de andra - här beskrivna - insekterna, ungefär kring 1,8 mg järn per 100 gram (Sirimungkararat et al. 2010).

Jämförelsevis har nötkött, gris och kyckling ca 3 mg, 2,1 mg och 1,2 mg respektive. Men precis som med många andra nutritionsaspekter skiljer näringsämnen sig beroende på vad djuren äter men dessa värden är uppskattade av forskare.

Tabell 5. Innehåll av järn i insekter och boskap mätt i mg/100 g

Insekter	**Järn**
Gräshoppa	8-20
Mullvadssyrsa	41,7
Gonimbrasia belina	31-77
Silkesmask	1,8
Boskap	
Nöt	3
Gris	2,1
Kyckling	1,2

Källa: van Huis & van Itterbeeck et al. 2013 & Sirimungkararat et al. 2010

8.3 Vitaminer i insekter

De flesta ätbara insekter har innehåll av vitamin A, B (1-12), C, D , E och K (Xiaoming et al. FAO. 2010). Några insektsarter har ofta en låga halter av vitamin B_1, tiamin (Mlcek et al. 2014), medan andra arter har goda värden. Ett exempel är fjärilslarver som är rika på B_1, tiamin, samt på vitamin B_2 och B_6 (Schabel 2010). Bipuppor är särskilt rika på vitamin A och D (Mlcek et al. 2014).

8.4 Protein

Protein är ett viktigt näringsämne. Det behövs för att bygga upp och reparera kroppen, och ingår i muskler, hormoner och delar av immunförsvaret (Campbell & Farell. 2012).

Samtliga organisationer; FAO (FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation), WHO (Världshälsoorganisationen) och EFSA (European Food Safety Authority), har rekommenderat ett proteinintag på 0,66 g / kg kroppsvikt /dag för vuxna. Detta innebär att en normalviktig människa (60-80 kg) bör äta ca 39,6 - 52,8 gram protein per dag beroende på vikt (Belluco et al. 2013).

60 kg · 0,66 g / kg = 39,6 g protein
80 kg · 0,66 g / kg = 52,8 g protein

Dock äter människor i industrialiserade länder mer än det rekommenderade intaget protein; ungefär 96 g per person och dag (Mlcek et al. 2014). Halten av protein hos insekter är mycket hög, där flera arter sträcker sig över 60 % (se tabell 7) (Belluco et al. 2013). Proteinhalten för nötkött, gris och kyckling är mycket lägre; ofta ca 20 % för respektive djurart (Nijdam et al. 2012) men Dwi Lukiwati (2010) har uppskattat ett lägre värde för nötkött och gris med en proteinhalt på 15 % och 13 % (FAO, 2010). Andra animalieprodukter, t.ex. ost, ägg och mjölk motsvarar 25-, 13- respektive 3,5 % protein (Nijdam et al. 2012).

Många gräshoppsarters proteininnehåll är högt, mellan 20 % (Sirimungkararat et al. 2010) och 70 % och innehåller dessutom många essentiella aminosyror vilket ger en god proteinkvalitet (Anand et al. 2008).

Getingar äts till stor del i Kina, Japan, Mexico och Thailand. Larver och puppor är den form som det äts mest av. Det finns många olika arter getingar och har därför olika proteininnehåll, men genomsnittet för getinglarver och puppor är på 52,96 % (Ying et al. 2010).

Tabell 6. Innehåll av protein (%) för några insektsarter

Insekt	Stadie	Protein%
Mjölmask (Tenebrio molitor)	Larv	47,76
Husfluga (Musca domestica)	Larv	65,00
Svart soldatfluga	Larv	39,00

(Hermetia illucens)		
	Puppa	61,54
Agave billbug (Scyphophorus acupunctatus)	-	55,56
Honungsbi (Apis mellifera)	Larv	41,68
	Puppa	49,30
Ryggsimmare (Notonecta glauca)	Ägg	63,80
Bladskärarmyra*	-	58,30
Pappersgeting (Polistinae, Vespinae och Stenogastrinae)	Puppa	57,93
Rödbent gräshoppa (Melanoplus femurrubrum)	-	75,30
Silkesmask (Bombyx mori)	Puppa	9,6
Mormonsyrsa (Anabrus simplex)	-	58, 00
Hussyrsa (Acheta domesticus)	-	62,00
Mullvadssyrsa (Gryllotalpa gryllotalpa)	-	15,4
Boskap		
Nötkreatur (Bos taurus)	-	19-26
Gris (Sus domesticus)	-	21,30
Kyckling (Gallus gallus domesticus)	-	19,40

* **betecknar arter av Atta och Acromyrmex**
Tabell 6 visar att några insektsarter innehåller en mycket högre proteinhalt än boskapsdjuren, som består av ca 20 % protein. De flesta av tabellens insektsarter ligger på en proteinhalt mellan 40-60 % där ett fåtal av dem, klassade som ätbara för människan överstiger 60 %.
Källa: Johnson (2010), (hollandfoodpartner.com) och Nakagaki et al. (1987)

8.5 Proteinets smältbarhet

Proteinkvaliteten bedöms även utifrån smältbarheten, vilket innebär hur lätt matspjälkningssystemet har för att sönderdela och ta upp näringsämnen. Hög smältbarhet innebär god kvalitet (Oonincx et al. 2010). Animaliskt kött föredras pga. av dess proteins höga smältbarhet och dess mättande känsla (Anand et al. 2008). Kycklings protein innehar den högsta smältbarheten jämförbart med smältbarheten för protein av nöt och gris och ligger på ungefär 90 % medan gris och nöt ligger på ett värde av ca 86 % respektive ca 83 % (Faber et al. 2010).

Vegetabiliskt protein är jämförelsevis något lägre, under 20 % (Anand et al. 2008), och något svårare att smälta. Därför behöver vegetarianer och veganer konsumera ca 20-30 % mer

växtprotein än de som konsumerar andra proteinkällor och kombinerar dem (Nijdam, Rood & Westhoek 2012).

Insekters protein har en smältbarhet mellan 77-98 % (Mlcek et al. 2014) och det är närvaron och mängden av kitin (insekters yttre skelett) drar ner smältbarheten något. Detta betyder att larver som inte är försedda med något skal har närmare 100 % smältbarhet (Belluco et al. 2013).

8.6 Aminosyror

De flesta arter insekter har en hög proteinkvalitet, vilket innebär en god sammansättning av aminosyror och hög smältbarhet (FAO, 2013). Insekter innehåller alla de nio essentiella aminosyror som människan behöver och som kroppen inte kan syntetisera på egen hand; treonin, valin, metionin, isoleucin, leucin, fenylalanin, histidin, lysin och tryptofan (Belluco et al. 2013). Nöt, gris och kyckling innehåller även alla nio essentiella aminosyror (Livsmedelsverket).

Tabell 7. Innehåll av aminosyror (mg/100 g) hos boskap respektive puppa av silkesmasken (Bombyx mori).

Essentiella aminosyror (mg/100 g)	Silkesmask (Bombyx mori)	Nötkött	Gris	Kyckling	RDI*
Valin	0,84	1,02	1,21	1,04	15 mg/kg/d
Metionin	0,36	0,61	0,59	0,62	10 mg/kg/d
Isoleucin	0,69	0,92	1,14	0,98	15 mg/kg/d
Leucin	1,04	1,82	1,74	1,64	21 mg/kg/d
Fenylalanin	0,82	0,86	0,83	0,82	21 mg/kg/d
Histidin	0,42	0,82	0,82	0,69	15 mg/kg/d
Lysin	1,03	1,94	1,80	1,79	18 mg/kg/d
Treonin	0,75	0,87	0,94	0,95	11 mg/kg/d
Tryptofan	Ej uppmätt	0,69	0,66	0,69	12,5 mg/kg/d

nd* ej tillgänglig data
RDI* rekommenderat dagligt intag
Källa: Belluco et al. (2013), Livsmedelsverket, http://www.vitalhealthzone.com/nutrition/amino-acids/tryptophan.html#7

8.7 Fett

Fetter har flera viktiga funktioner i människokroppen; de är energi, isolering, skydd för nerver och hjärna och hjälper till att ta upp fettlösliga vitaminer. En fettsyra är uppbyggd i en kedja

bestående av flera kol med väten och en hydroxylgrupp (OH) i ena änden. Det finns mättade och omättade fettsyror (Campbell & Farell 2012).

Essentiella fettsyror är de som kroppen inte kan syntetisera, utan behövs från kosten. Bland dessa är omega 3 (rik på linolensyra) och omega 6 (rik på linolsyra) de viktigaste. De hör till mättade fettsyror som tillsammans med enkelomättade fettsyror måste ha en balans för en optimal hälsa (Belluco et al. 2013). Insekters fetthalt beror helt på art, vad de äter, säsong, ålder, kön och habitat. Fetthalten är högre i honor och i yngre insekter men ett vanligt fettintervall för ätbara insekter brukar ligga mellan 10-50 % fett (Mlcek et al. 2014). Många insekter har ett lågt fettinterhåll, förutom termiter och larver, i förhållande till nöt och gris.

Larver och termiter är kända för att innehålla mycket fett (Belluco et al. 2013). Exempelvis har Bogong-malen och dess larver en fetthalt på 60 % och witjuti-larver ca 40 % (Yen 2010). För termiter är fetthalten kring 40 % (Schabel 2010), ett värde jämförbart med nötkött, som har ett värde på 41 % (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013).

Tabell 8. Fettinnehåll för olika insektsordningar samt animaliskt kött mätt i torrvikt

Insekter	Fettinnehåll (g /100 g)
Gräshoppa (liten)	6,1
Mullvadssyrsa	6,3
Silkesmask	5,6
Termiter	40
Boskap	
Nöt	41
Gris	35-45
Kyckling	2,4

Källa: Sirimungkararat et al. 2010

Innehållet av essentiella fettsyror är högre i vissa insektsarter än i animaliskt kött, såsom linol- och linolensyra (Belluco et al. 2013). Exempelvis är mjölmask rikare på linolensyra än vad nötkött är. Å andra sidan är nötkött rikare på stearin- och palmoljesyra (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013).

8.8 Kolhydrater

Kolhydrater har viktiga fysiologiska funktioner, bland annat är de den främsta värmekällan som används till kroppens nödvändiga metabolism. Insekter innehåller desto mer fett och protein, men innehåller dessutom kolhydrater, vilket motsvarar ungefär 1-10 % av insekten (Xiaoming et al. 2010). Närvaron av kolhydrater hos insekter beror på deras kitininnehållande skal. Animaliskt kött innehåller inga kolhydrater (Sirimungkararat et al. 2010).

Tabell 9. Exempel på kolhydratinnehåll i olika insektsarter (% torrvikt) samt i nötkött, gris- och kycklingkött

Insekter	Kolhydratinnehåll (g /100 g)
Gräshoppa (liten)	3,9
Mullvadssyrsa	1,7
Silkesmask	2,3
Boskap	
Nöt	0
Gris	0
Kyckling	0

Källa: Sirimungkararat S et al. 2010

9. RESULTAT LIVSMEDELSSÄKERHET

FAO har gått ut med flera rapporter som talar om insekters värde, både när det gäller att vara mer miljövänliga än traditionellt kött och även att de utgör en näringsrik matkälla med högt andel protein, mineraler och fett (ANSES) men europeisk lag menar att det finns många osäkerheter kring insekter, och generellt gäller - för alla potentiellt nya livsmedel - att säkerhetsaspekten måste åtgärdas innan de kan betraktas som livsmedel (Belluco et al. 2013). Forskare från FAO samt andra forskare menar att insekter uppfödda i industriell skala kan vara av betydelse då befolkning och boskap ökar medan resursbrist råder (Huis & Itterbeeck. 2013).

Åtminstone tre länder inom EU; Belgien, Holland och Frankrike, har egna riskutvärderingsorgan som själva har beslutat om insekters säkerhet som människoföda eller som komplement i olika produkter. Ett av dessa är ANSES - Frankrikes organ för mat, miljö och hälsa samt säkerhet vars uppdrag är att utvärdera hälsorisker. I en sammanställning (ANSES opinion, Request No. 2014-SA-0153) har ANSES tagit ställning till tidigare forskning om insekter har ett flertal parametrar undersökts som gäller riskerna kring insekter.

9.1 Osäkerheter kring insekter

Insekter kan vara osäkra att konsumera; de kan vara toxiska, vara allergiframkallande (Yen 2010) eller vara utgöra en fara på biologiskt eller fysiskt sätt (ANSES). Det finns många födokällor som orsakar allergiska reaktioner hos olika människor och insekter är inget undantag (Yen 2010).

Hälsofaror som kan förekomma delas in i två klasser; faror specifika för art och faror relaterat till uppfödningen. Faror gällande för art är mikrobiella faror, toxiska substanser (inre gift eller bioackumulerat gift), allergener eller fysiska faror där hårda och vassa delar av insekten kan vara en risk. Sådant som har koppling till uppfödning är faktorer som miljö, foder, bearbetningsmetoder och eventuell medicinering (ANSES).

9.2 Kemiska faror

Vissa insektsarter syntetiserar gift eller frånstötande sekret (ANSES) men det finns även insekter som kan vara oätliga pga. att gift har bioackumulerats i deras kroppar, antingen via besprutad miljö (Belluco et al. 2013) (Yen 2010) eller föda (ANSES). Det finns olika sorters syntetiserat insektsgifter som påverkar den mänskliga hälsan på olika sätt; de kan ge allvarliga hälsoproblem, vissa med dödlig utgång (Yen 2010) och ge inflammationer av olika slag (ANSES).

Insekters har förmåga att bioackumulera gifter i kroppen men i fångenskap är både utrymmen och föda kontrollerade så att risken avsevärt minskas (ANSES). Ett exempel på insekter som bioackumulerat gift vilket gjort dem farliga att äta var gräshoppor i Mexiko, som i torkat tillstånd visade sig innehålla höga halter av tungmetallen bly (Belluco et al. 2013).

9.3 Mikrobiella faror

Det finns ganska lite uppgifter om mikrobiella faror hos insekter jämfört med andra livsmedel av animaliskt ursprung men forskning har visat att insekter kan vara bärare av parasiter (ANSES) samt olika matförgiftningsbakterier (Belluco et al. 2013).

En insektsuppfödning kan hållas fri från patogener om miljön är hygienisk (Belluco et al. 2013), (Cricket Express). Vilda insekter är en riskfaktor eftersom de kan föra med sig parasiter (ANSES) samt bakterier och smitta de tama insekterna (Belluco et al. 2013) och som vidare kan smitta de människor och djur som äter dem. Konsumering av råa insekter kan ge upphov till parasitiska sjukdomar så därför är en god uppfödning viktigt, med tillämpad hantering och behandling av drabbade insekter (ANSES).

Bakterier som Salmonella och campylobakter finns ofta hos vilda flugor, kackerlackor och skalbaggar och de kan bära med sig dessa bakterier till insektsuppfödningar. En insektsuppfödning kan hållas fri från patogener om miljön hålls hygienisk (Belluco et al. 2013), (Cricket Express).

9.4 Allergiska faror

De flesta allergener i leddjur som skaldjur och insekter är pga. muskelproteiner som myosin och tropomyosin (ANSES), (Belluco et al. 2013). Insekter hör, liksom kräftdjur, till stammen leddjur och har liknande uppbyggnad. Därför är det mycket troligt att människor som har skaldjursallergi även är allergiska mot insekter (Insect Europe, 2014).

Allergiska reaktioner med dödlig utgång orsakade av insekter är ovanliga, men det finns rapporterade fall i Mexico, Japan och Kina samt i länder söder om Sahara. Ett exempel är i Sydafrika där ett barn dog till följd av förtäring av en speciell gräshoppsart, Phymateus leprosus (Schabel 2010).

Många vanliga matinsekter kan orsaka allergiska reaktioner vid förtäring, till exempel mjölmask (Tenebrio molitor), supermask (Zophobas morio), silkesmask (Bombyx mori), röd palmvivel (Rhyncophorus ferrugineus) och nattfjärilen Mopane imbrasia.

I Kina rapporteras ungefär 1000 personer varje år drabbas av allergiska reaktioner efter att ha ätit silkespuppor (Belluco et al. 2013).

Dessutom finns det ett fall gällande förtäring av stora mängder cikadanymfer i Kina där tre personer fick uppsöka sjukhus (Belluco et al. 2013), (Schabel 2010). Det var osäkert om huruvida cikadorna orsakade allergiska reaktioner hos konsumenterna eller om de var kontaminerade med parasiter, vilket kan göra skada i stora mängder (Belluco et al. 2013).

Det finns även rapporterade fall vad gäller allergiska reaktioner efter förtäring av färgämnet E120, karminsyra. Det är extrakt från torkade honor av koschenillsköldlusen (Dactylopius coccus costa) (Belluco et al. 2013), ett rött färgämne som bland annat används i godis, glass (Livsmedelsverket) och kosmetika (Belluco et al. 2013). Även kitin, som är en viktig beståndsdel i insekters skal har också orsakat allergiska reaktioner (ANSES).

Födoämnesallergi behöver utredas i större utsträckning och måste åtskiljas vad gäller allergiska symptom och toxiska symptom eftersom insekter kan vara giftiga och därför helt oätliga (Belluco et al. 2013).

10. DISKUSSION

Ett flertal forskare från FAO (Forest insects as food: humans bite back. 2010) och van Huis & van Itterbeeck et al. 2013 (Edible insects: future prospects for food and feed security) är överens om att insekter är en alternativ, miljövänlig föda för både människor i västvärlden och i de länder där insekter redan konsumeras. Andra forskare (de Boer & Oonincx. 2012), (Oonincx et al. 2010) har gjort studier som påvisar att insekter är mer miljövänliga än traditionellt kött.

10.1 Miljöaspekten

I studien " Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment" (2012) fastställer de Boer och Oonincx att det är stora skillnader mellan mjölmask och de traditionella boskapsdjuren när det gäller miljöpåverkan. Det finns faktorer som påverkar det slutgiltiga resultatet. Det kan bero på inre jäsning, reproduktionshastighet och foderomvandling. Just dessa faktorer kanske dömer till mjölmaskens fördel eftersom den inte producerar metan, blir könsmogen tidigt och reproducerar sig snabbt, mycket snabbare än traditionella boskapsdjur. Dessutom har insekter en mycket effektiv foderomvandling, den producerar 1 kg kött på mycket mindre foder än vad som behövs för att producera 1 kg nöt-, fläsk- eller kycklingkött (van Huis 2012).

de Boer & Oonincx (2012) påpekar att det är stora skillnader i miljöpåverkan när det gäller nötkreatur och det beror till stor del på vilken typ av foder djuren får. Med mycket grovfoder stimuleras metanproduktionen medan kraftfoder ger mindre utsläpp (Sonesson U et al. 2009).

Studien "An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption" (2010) som skrevs av bland annat Oonincx & van Itterbeeck, genomförde studier på hur mycket koldioxid insekter och boskap producerar genom metabolismen (Tabell 1). Men studiens resultat är inte helt tillförlitliga då endast unga djur bedömdes och bara under några dagar. Unga, växande djur bedöms ha en högre koldioxidproduktion än vad vuxna individer har och då insekter har en kort livslängd och växer snabbare bedömdes de ge högre utsläpp. Eftersom koldioxidutsläppen inte sträckte sig över en hel livslängd för djuren är resultaten osäkra.

Dock finns studier som har beräknat det totala utsläppet av CO_2-ekvivalenter, det vill säga alla växthusgaser sammanräknat som ger säkrare bevis på att insekter släpper ut färre växthusgaser än nötkreatur, gris och kyckling (FAO 2013.a), (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Dessutom produceras koldioxid i boskapssektorn vid processer som gödselhantering, energianvändning och foderproduktion (FAO 2013.a).

Eftersom insekter är ektoterma behöver de tillsatt värme i en kallare miljö (van Huis 2012). Detta innebär att de kan växa normalt i klimat de är anpassade till men föds de upp i kallare länder krävs det tillförd energi för att de ska kunna växa optimalt. Om fler faktorer skulle vägas samman för miljöpåverkan kanske insekter inte skulle vara så miljövänliga som resultaten visar.

Mjölmask använder betydligt mindre markareal i jämfört med traditionella boskapsdjur enligt bland annat en studie som utfärdades av några forskare (Oonincx et al. 2010). Frågan är huruvida fler studier gällande insekters markanvändning skulle kunna utfärdas. Kanske resultatet blir annorlunda för till exempel syrsor. Hur mycket skulle det skilja mellan olika insektsarter och skulle det medföra någon betydelse för markanvändningen?

Det vore intressant att ta reda lite mer om insekters virtuella vattenanvändning för att kunna jämföra det mot de tusentals liter vatten som behövs för att producera 1 kg nöt-, fläsk- och kycklingkött (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). För närvarande finns inget uppskattat värde för insekters virtuella vattenanvändning (van Huis 2012).

10.2 Livsmedelsaspekten

10.2.1 Livsmedelssäkerhet

Insekter har länge ansetts som den fattiges mat men har på senare år fått ett rejält uppsving i finare kretsar (Mlcek et al. 2014). Det påminner lite om hummer, som förr i USA bara gavs till grisar och fångar eftersom det betraktades som oren mat. Det var först när de rika fick upp ögonen för dessa djur som de blev dyra delikatesser. Detta är ett bevis på att människors matvanor kan förändras (Gracer 2010).

Acceptans av insekter som livsmedel beror troligen på ett flertal olika faktorer, bland annat personliga och kulturella med motiv som njutning, uppskattning och framförallt hälsa. Människan är benägen att vara försiktig med okänd mat, speciellt med animaliskt ursprung (van Huis 2012).

Det som kan vara avgörande för samhällets godkännande är troligen livsmedelssäkerheten, särskilt för människor som inte är vana vid att äta insekter (Belluco et al. 2013). Enligt Ramos-Elorduy (2009) har människor i västvärlden negativa attityder gentemot mat som de inte är vana vid, det är ett faktum som har sin grund i vad barnet lär sig av sina föräldrar - om vad som är säkert att äta och inte. Detta har förmodligen lett till psykologiska spärrar snarare än logiska som borde kunna överstigas om osäkerheterna som finns kring insekter åtgärdas (Belluco et al. 2010).

10.2.2 Nutrition

Möjligheten att insekter kommer att bli en framgång även i västvärlden är stor. Exempelvis kan sushi nämnas, som en gång var nytt och främmande. Idag är det en vardaglighet och bara att ge konsumeringen av rå fisk ett annat namn gör det hela mer tilltalande (Johnson 2010). Det bevisar att mat som från början haft negativa intryck kan accepteras och uppskattas efter en tid.

Enligt Belluco et al. (2013) är den ursprungliga betydelsen av livsmedel är "mat med näring" men många av västvärldens människor låter psykologiska barriärer hindra dem från att undersöka nya, näringsrika livsmedel.

Näringsmässigt är traditionell boskap och insekter ganska likvärdiga, men proteinhalten i insekter kan sträcka sig ända upp mot 70 % (Anand et al. 2008) och de är rika på vitaminer och mineraler. Många insektsarter är särskilt rika på järn, och överstiger den mängd som finns i traditionellt kött (Xiaoming et al. 2010), (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013), (Sirimungkararat et al. 2010).

10.3 HÅLLBAR UTVECKLING

10.3.1 Livsmedelsproduktion

Det behövs en omfattande livsmedelsproduktion för att maten ska räcka till den växande befolkningen men möjligheten till att utöka jordbruksmarken är begränsad (Mitsuhashi 2010). Boskapsuppfödning med jordbruksmark tar upp ungefär 1/3 av jordens yta (Powles et al. 2007). Därför behövs det alternativa livsmedel för att säkerställa tillgången av livsmedel, särskilt av animaliska ursprung (Mitsuhashi 2010).

Uppfödning av insekter är en mer hållbar form av jordbruk eftersom det inte skadar miljön i lika stor utsträckning som traditionell boskap (Yen 2010). Först nu på senare år har insekter blivit upptäckta på nytt vilket har gjort att de har hamnat på många länders

livsmedelsmarknad och börjar få fäste i många rika industriländers restauranger (Mlcek et al. 2014).

Insektsuppfödning har flera fördelar (Cricket Express) jämfört med insamling från naturen. Dels skyddas de från omvärldens vilda insekter som kan bära med sig bakterier och parasiter till anläggningen (Belluco et al. 2013). Det är viktigt för att fastställa säkerheten för den mänskliga konsumtionen och för att tillhandahålla insekterna en god hälsa för lönsamhetens skull, att så många som möjligt överlever (Cricket Express), (Insect Europe).

Nederländerna är ett land inom EU som föder upp insekter för mänsklig konsumtion (Netherlands food and consumer product safety authority), och det gör även Belgien (Livsmedelsverket). Dessutom finns det företag i EU som har uppfödning av insekter för djurfoder, och som förbereder sig för en framtid där insekter kan tillhandahållas som livsmedel (Insect Europe). Det är möjligt att massuppfödning av insekter i industriell skala kan bli en ny ekonomisk sektor (van Huis 2012).

Insect Europe är en insektsproducent i Europa som producerar och säljer insekter. Insect Europe ligger i Nederländerna och de föder upp insekter som djurmat, men har insett att intresset för mänsklig konsumtion av insekter har ökat och är därför beredda att tillhandahålla karamelliserade gräshoppor och mjölmask för mänsklig konsumtion. FAO stödjer denna affärsrörelse som vill göra insekter tillgängliga för allmänheten i framtiden. Enligt Insect Europe är insekter en förträfflig proteinkälla om de produceras på ett hållbart och säkert sätt, och företaget har en vilja att utvecklas och bredda sitt sortiment.

Cricket Express är ett företag i sydvästra Sverige som föder upp olika insektsarter som säljs som djurmat (bland annat till zoo och husdjursaffärer), men även för mänsklig konsumtion utomlands (USA). De föder bland annat upp insekter som syrsor, mjölmask, vaxmott, buffalomaskar och kackerlackor.

10.3.2 Biologisk mångfald

Det är allvarliga problem i världen med livsmedelsförsörjningen, främst när det gäller produktion av livsmedel och biologisk mångfald. Jordbrukspolitiken siktar på att ge hög avkastning och hög kvalitet på livsmedlen som produceras (Belluco et al. 2013) men med denna höga produktion följer också en minskning av den biologiska mångfalden där viktiga ekosystemtjänster går förlorade. Jordbruket är beroende av dessa ekosystemtjänster som utförs av arter i den biologiska mångfalden; till exempel pollinerande insekter samt fåglar och andra djur som kontrollerar skadegörare (Formas fokuserar).

Nötkreatur och andra boskapsdjur är användbara när det handlar om att förvalta jordbruksmarker och bidra till biologisk mångfald (van Huis 2012). Framförallt har nötkreatur en positiv inverkan på flora och fauna då de betar hagmarker och håller öppna landskap. Detta bidrar till en rik biologisk mångfald där bland annat hotade växt- och djurarter får möjlighet att etablera sig (Svenskt kött a). Som exempel kan nämnas stäpplöparen, en hotad endemisk fågelart i Australien. Den undviker områden med tät vegetation (Radford et al. 2013) och

lever helst i glesa låglandsgräsmarker med mycket barmark (Baker-Gabb 1990). På grund av att en stor del av dess livsmiljöer har gått förlorade till odlingsmark har stäpplöparen istället lyckats anpassa sig till betesmarker (Baker-Gabb 2002) där får och nötkreatur vistas (Lunt 2012).

Många länder har rapporterat att den biologiska mångfalden i jordbruket har minskat vilket antas bero på ett flertal orsaker. Bland annat har jordbruket intensifierats, markanvändningen har förändrats och kemiska växtskyddsmedel används. Tidigare var den biologiska mångfalden gynnad av små åkrar, våtmarker, ängar och hagar men nu består många områden i Europa istället av vidsträckta åkrar (Rundlöf et al. 2012). Detta har påverkat tofsvipan, en vanlig fågelart i det svenska jordbruket, som har minskat till följd av att den omväxlande miljö som den trivs bäst i har minskat och istället ersatts av intensiv bearbetning av åkermark och spannmålsodling (Jordbruksverket b). Foderproduktionen är dessutom mycket ensidig där bara ett fåtal grödor accepteras (Belluco et al. 2013).

Den biologiska mångfalden för insekter är den största, deras arter utgör 80 % av hela djurriket (Belluco et al. 2013) och de utgör grunden till ett fungerande ekosystem (Johnson 2010). De sprider växters frön, fungerar som mat för bland annat fåglar och vissa arter har symbiotiska förhållande med växter (Johnson 2010). Insamling av vilda insekter från deras naturliga habitat är inte hållbar, då det finns risk för överexploatering (Durst & Shono 2010), vilket kan skada ekosystemet (Johnson 2010).

Om insekter blir accepterade som livsmedel i västvärlden kommer insekter från naturliga habitat troligen inte kunna tillmötesgå efterfrågan utan att skada ekosystemet (Mitsuhashi 2010). För att kunna bevara insektsbestånden i naturen och ändå få tillgång till dem som föda finns det möjlighet till insektsuppfödning, vilket innebär att föda upp insekter i fångenskap (Schabel 2010). Det minskar även trycket på de vilda insekternas populationer och habitat vilket innebär att den biologiska mångfalden gynnas (Yen 2010).

10.3.3 Ekonomi

Ungefär en miljard människor i världen är för fattiga för att kunna köpa kött, spannmålsprodukter och fisk medan insekter är en lättillgänglig och bra alternativ födokälla (Chung 2010), (Durst & Shono 2010), (The Conversation).

Uppfödning av insekter har potential att bli en stor marknad (van Huis 2012) vilket ger människor möjligheten till arbeten och ekonomisk inkomst. Insekter ska födas upp, bearbetas, förvaras, transporteras, marknadsföras och säljas och till det behövs arbetskraft (Johnson 2010), (Ramos-Elorduy 2009).

Oavsett storlek på insektsuppfödningen klarar en till två människor av att ha hand om den och i Thailand, där insektuppfödning är ganska väl utbrett, är det en stor andel av uppfödarna som är kvinnor (Hanboonsong et al. 2013). Uppfödning och försäljning av insekterna ger en extra

ekonomisk inkomst till familjen (Johnson 2010). Syrsor och andra insekter säljs till lokala konsumenter, marknad eller restaurang (Hanboonsong et al. 2013).

10.3.4 Etik

Djurens välfärd är en viktig aspekt när val av animaliska livsmedel görs (van Huis 2012) och enligt djurskyddslagen 4 § ska alla djur ha en dräglig tillvaro:

"Djur skall hållas och skötas i en god djurmiljö och på ett sådant sätt att det främjar deras hälsa och ger dem möjlighet att bete sig naturligt."

Dock har djur i den konventionella boskapssektorn inte alla möjligheter till detta, som exempel kan nämnas att djuren har en mycket liten yta att röra sig på per djurenhet. Många insektsarter lever naturligt i trånga utrymmen (van Huis 2012) och vid insektsuppfödning föds de upp i lådor inomhus för att hålla sjukdomar och parasiter borta (Cricket Express). Insekter bör, liksom alla djur, behandlas väl under sina liv i fångenskap, vilket även främjar livsmedelssäkerheten då de föds upp i en hygienisk miljö där de kan trivas och må bra (Luijben et al. 2012).

10.4 Reflektion

Människor i västvärlden har fördomar gentemot insekter; att de är smutsiga och skadliga (Mitsuhashi 2010) och konsumtion av dem känns både äckligt och primitivt (Chung 2010). Människan har en medfödd reaktion som fungerar som en del i det moraliska omdöme, om huruvida viss föda kan accepteras eller inte och insekter framkallar en känsla av äckel hos många människor (van Huis & van Itterbeeck et al. 2013). Det handlar förstås om kultur, religion och den enskilda uppväxten (Chung 2010) eftersom människor på många platser i världen accepterar insekter som en del av kosten (Belluco et al. 2013).

Innan människan åt frukt och kött var insekter en stor del av födan (Ramos-Elorduy 2009) och var en viktig del i kosten när människorna var nomader, men detta upphörde när människorna blev bofasta och - för att säkerställa tillgången till mat - började bruka jorden. Då blev insekter istället sedda som ett hot mot grödorna som odlades, och än idag, främst i den västerländska kulturen, ses insekter som skadedjur (Belluco et al. 2013) istället för något med möjlighet att ge oss näring (ANSES).

Insekter ses som smutsiga och skadliga trots att många ätbara insekter endast äter växter vilket gör dem mer hygieniska än kräftor och krabbor som bland annat äter kadaver (Mitsuhashi 2010).

Den största hindret för att äta insekter är mentala barriärer som kan överstigas (Belluco et al. 2013). Människor i västvärlden tycker inte om tanken på att äta hela, synliga insekter men det behöver de inte. Det finns en mängd olika sätt att gömma dem för ögat och göra dem

formlösa, bland annat krossa, mosa, pulverisera (Nijdam, Rood & Westhoek 2012) och dessutom blanda in dem i olika maträtter (Yen 2010).

Insekter är ett miljövänligt alternativ och kan behjälpa den protein- och födotillgång som behövs utan att påverka miljön i särskilt stor utsträckning. Det ger tillgång till kvalitetsprotein som alla människor, både fattiga och rika, kan ta del av.

Förhoppningsvis visar EFSA:s riskutvärderingsanalys att det inte finns fler risker med insekter än med skaldjur. Om EFSA i förening med EU:s godkännande står bakom beslutet att insekter kan betraktas som en säker, kvalitativ födokälla och att även Livsmedelsverket håller med om beslutet finns det stora möjligheter att människor vågar lita på experternas omdömen och ha insekter på matbordet i framtiden. Det enda som tycks krävas är detta expertutlåtande - och självklart - konsumenternas acceptans.

10.5 Sammanställning

Många forskare, bland annat från FAO, är överens om att insekter är en alternativ, näringsrik föda. Enligt de studier och undersökningar som har gjorts släpper insekter ut färre växthusgaser och använder mindre markareal. Det finns fortfarande osäkerheter kring insekter som livsmedel men tanken är att dessa ska åtgärdas för att människor ska kunna se dem som något positivt.

Uppfödning av insekter är dessutom mer hållbart än traditionell boskap då de inte skadar miljön lika mycket. Även den biologiska mångfalden gynnas av insektsuppfödning till viss del då trycket minskar på vilda insektspopulationer och deras habitat minskar.

11. Källkritik

Stora, välkända organisationer som FAO, EFSA och Svenska Livsmedelsverket har jag stort förtroende för och det har styrt min hantering av källkritik. Om två eller fler källor har angett olika fakta om samma sak har jag givetvis tagit reda på lite mer om dessa källor, till exempel vilket år studien utfördes och vem författaren är, om denne verkar för en organisation eller själv har utvecklat sin studie.

Jag besökte vad jag först trodde var en sorts artikel, vilket dock visade sig vara en blogg där en forskare vid namn Ian Lunt beskrev kring nötkreaturs inverkan för den biologiska mångfalden. Eftersom det fanns många referenser kopplat till det han hade skrivit, bland annat några där han själv medverkat, bedömde jag hans blogg som mycket trovärdig och relevant för min studie. Både den och vissa av hans referenser har spelat en viktig roll som referenser om den biologiska mångfalden.

Studien som Dennis Oonincx utförde med andra forskare (2010) vilka beskrev insekters koldioxidutsläpp var en bra grund att utgå från. Denna studie var dock bristfällig då den var kortvarig och snäv. Resultaten skulle kunna bli mer trovärdigt om experimentet mätte utsläppen under en längre tid, kanske en hel livstid, samt om fler insektsarter medtogs i studien.

Företag som har uppfödning och försäljning av insekter tjänar på att marknadsföra insekter som enbart positiva, vilket skulle kunna påverka mitt resultat om insekters fördelar. Istället var det många forskare, bland annat från FAO, som lyfte fram insekter som ett bra livsmedel. Eftersom Insect Europe visar vad företaget har att erbjuda och lämnar uttalanden om insekter till forskare tycker jag att det en tillförlitlig källa. Dock kan resultatet ha påverkats av att bara detta insektsföretag utvärderades och inte särskilt djupgående. Om fler insektsföretag hade lyfts fram, och även utanför EU, hade kanske resultatet varit något annorlunda.

Sökorden som jag använde mig av för att få fram referenser kan ha påverkat resultatet. Jag sökte efter insekter och boskap med miljö och nutrition. Om sökorden hade varit annorlunda, exempelvis "hälsofara att äta insekter" hade kanske andra referenser framhållit insekter som skadliga; både från miljö- och nutritionssynpunkt.

Resultatet kan ha påverkas av olika forskares studier. Något jag upptäckte när jag sökte referenser var att olika källor sa olika saker om samma sak. Till exempel hur mycket protein det finns i en viss insektsart eller hur mycket växthusgasutsläpp som boskapssektorn står för. Det har varit små skillnader men frågan är om den som undersöker kan ha påverkat sina resultat beroende på när och hur de har utfört sina studier.

De flesta referenser hämtades från internet och kanske hade resultaten blivit annorlunda om fler böcker hade använts, särskilt om den belastning som boskapen har på miljön.

12. SLUTSATSER

Varför insekter?

Ur miljösynpunkt bedöms insekter vara bättre än kött från nötkreatur, gris och kyckling. Uppfödning av insekter har många fördelar i jämfört med uppfödning av boskap och köttproduktion. Insekter släpper ut färre växthusgaser, använder mindre mark och omvandlar sitt foder mer effektivt. Dessutom växer de och förökar sig snabbare än traditionell boskap.

Det finns inte tillräckligt med underlag för att kunna bedöma insekters virtuella vattenanvändning; istället behövs grundliga undersökningar utföras för att det ska kunna jämföras med traditionell boskap.

Inför framtiden behöver medvetenheten kring entmofagi ökas samt en större respekt för det. Insekter har sedan urminnes tider varit en lättillgänglig födokälla. De har många fördelar

gällande nutritionsaspekten, inte minst när det gäller proteininnehållet, som oftast överstiger kött från nötkreatur, gris och kyckling.

Utvecklingen av insekter som livsmedel är under diskussion inom EU men trots att ett antal arter blir godkända kommer utvecklingen troligen ändå att vara långsam. Många västerländska människor är äcklade bara av tanken på att äta insekter och det kommer troligen att dröja innan de blir en normalitet västerländska hushåll. Först och främst behöver livsmedelsaspekten riskutvärderas innan EU är beredd att godkänna insekter på livsmedelsmarknaden.

Entmofagi är en kulturell fråga och det enda som tycks hindra människor att acceptera insekter som föda är kulturella och mentala barriärer som kan överstigas.

För att insekter ska ha möjlighet att kunna accepteras som födokälla krävs det att EU och EFSA står bakom beslutet. Många accepterade livsmedel, såsom skaldjur, är uppskattat av många trots att många människor har skaldjursallergi. Det spelar ingen roll hur stor risk ett livsmedel har för allergi så länge som det är godkänt inom EU. Det visar tydligt att människor har stor tillit inför EU och länders livsmedelsverk.

För närvarande verkar det vara ett litet intresse med insekter som livsmedel, vilket leder till ett litet utbud av undersökningar. Intresset måste finnas hos befolkningen för att driva processen framåt. Fler studier och undersökningar behöver göras för att få säkrare resultat. Det behövs ytterligare forskning kring insekter och deras miljöpåverkan, för att fler livscykelanalyser ska kunna göras på olika insektsarter.

Om konsumtion av insekter blir en viktig födokälla i västvärlden behöver uppfödning av insekter utövas för att tillgången av insekter kan säkerställas utan att skada miljön och den biologiska mångfalden.

Den västerländska människan behöver ändra sin kost för att kunna producera större mängder mat på ett hållbart sätt och uppfödning av insekter är bättre för miljön än traditionell köttproduktion.

En global övergång till alternativa proteinkällor har stora fördelar för miljö, hållbar utveckling och världsbefolkningens livsmedelsförsörjning.

13. REFERENSER

Anand H, Ganguly A. & Haldar P. 2008
Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed
Int. J. Poult. Sci 7:722-25

ANSES opinion
Request No. 2014-SA-0153

Baird C. & Cann M. 2008. Environmental chemistry
Fjärde upplagan
ISBN-13: 978-1429277044
ISBN-10: 1429277041

Baker-Gabb, DJ. (1990). The biology and management of the Plains-wanderer *Pedionomus torquatus* in NSW. *NSW NPWS Species Management Report No. 3*. NSW National Parks and Wildlife Service, Sydney

Baker-Gabb, DJ. (2002). *Surveys for Plains-wanderers* Pedionomus torquatus *on Astrebla Downs National Park, western Queensland*. Unpublished report to Environment Australia

Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi CC, Paoletti MG. & Ricci A. 2013. Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review
Comprehensive Reviews and Food Safety Vol. 12, 2013
Institute of Food Technologists doi: 10.1111/1541-4337.12014

Campbell MK. & Farell SO. 2012. Biochemistry
Sjunde upplagan
ISBN-13: 978-1-111-42564-7
ISBN-10: 1-111-42564-7

Canadian Revenue Agency (CRA)
Evaluating environmental and economic impact for beef production in Alberta using life cycle analysis (2010)
Alberta agriculture and rural development
policy and environment
economics and environment
economics branch
referensnummer: 057586

Cricket Express

de Boer IJM & Oonincx DGAB. (2012) Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment.
PLoS ONE 7(12): e51145. doi:10.1371/journal.pone.0051145

DeFoliart GR. 1994. Edible insects as minilivestock
Biodiversity and Conservation 4, 306-321 (1995)
Department of Entomology

Faber TA, Bechtel PJ, Hernot DC, Parson CM, Swanson KS, Smiley S. & Fahey GC. 2010. Protein digestibility evaluations of meat and fish substrates using laboratory, avian, and ileally cannulated dog assays. 2010
J Anim Sci. 2010 Apr;88(4):1421-32. doi: 10.2527/jas.2009-2140. Epub 2009 Dec 18

FAO 2013.a) Tackling climate change through livestock
A global assessment of emission and mitigation opportunities
E-ISBN 978-92-5-107921-8

FAO 2013.b) Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains
http://www.fao.org/3/contents/3e61eb67-f2bd-5f05-8e69-96818d4d6f2a/i3460e.pdf
E-ISBN 978-92-5-107944-7

FAOSTAT (2013) Current Worldwide Annual Meat Consumption per capita, Livestock and Fish Primary Equivalent, Food and Agriculture Organization of the United Nations

Formas Fokuserar
Birgitta Johansson (redaktör/utgivare)
Serie: Formas Fokuserar; 17
Jordbruk som håller i längden (2010)
ISBN 978-91-540-6043-6

Hanboonsong Y, Jamjanya T & Durst PB. 2013. Six-legged livestock: edible insect farming, collecting and marketing in Thailand
ISBN 978-92-5-107578-4

Insect Europe (2014)
http://www.insecteurope.com/

Jordbruksverket a
Jordbruksverket (1999) Vatten till husdjur
(Jordbruksinformation 13-1999)
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo99_13.pdf

Jordbruksverket b
Jordbruksverket (2015) Tofsvipa
http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/faglariodlingslandskapetlarkvitter/tofsvipa.4.510b667f12d3729f91d80008377.html

http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/faglariodlingslandskapetlarkvitter/tofsvipa/hotmottofsvipan.4.510b667f12d3729f91d80008444.html

Lantmännen
http://lantmannen.se/faq/miljo-old/vad-ar-co2-ekvivalenter-och-varfor-anvands-co2-ekvivalenter/

Luijben A, Kapsomenou E, Erens J, Haverkort F & van Es S. A bug´s life
Large-scale insect rearing in relation to animal welfare
(2012)

Lunt I. 2012. Can livestock grazing benefit biodiversity?

The Conversation
http://theconversation.com/can-livestock-grazing-benefit-biodiversity-10789

Meat eater's guide: report (2011)
Climate and Environmental Impacts
http://www.ewg.org/meateatersguide/a-meat-eaters-guide-to-climate-change-health-what-you-eat-matters/climate-and-environmental-impacts/

Mlcek J, Rop O. Borkovkova M. & Bednarova M. 2014. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe - a review

Nakagaki BJ, Sunde ML & DeFoliart GR. 1987. Protein quality of the house cricket Acheta domesticus when fed to broiler chicks
Poult. Sci. 66:1367-1371
Department of Entomology and Poultry Science, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, 53706

Netherlands food and consumer product safety authority. 15 oktober (2014)
Ministry of economic affairs
Advice from the director office for risk assessment & research
To the minister of health, welfare and sport and minister of agriculture
Advisory report on the risks associated with the consumption of mass reared insects
Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Nijdam D, Rood T. & Westhoek H. 2012. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes
Food policy 37 (2012) 760-770

Oonincx DGAB, van Itterbeeck J, Heetkamp MJW, van den Brand H, van Loon JJA, van Huis A (2010) An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. PLoS ONE 5(12): e14445. doi:10.1371/journal.pone.0014445

Oshaug A, Eide BW & Eide A. 1994. Human rights: a normative basis for food and nutrition-relevant policies
Food policy volume 19, Issue 6, December 1994, pages 491-516

Powles W.J. et al. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health
DOI 10.1016/S0140-6736(07)61256-2

Radford J, Baker-Gabb D & Antos M (2013). *Prolonged decline of the Plains-wanderer in south-eastern Australia; Case study 1: north-central Victoria from 2010 to 2013*

Ramos-Elorduy J. 2009. Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability

Rundlöf M, Lundin O & Bommardo R. 2010. SLU. Växtskyddsmedlens påverkan på biologisk mångfald i jordbrukslandskapet

Sonesson U, Cederberg C, Berglund M. 2009. Greenhouse gas emissions in beef production *Decision support for climate certification*
KLIMATMÄRKNING FÖR MAT
Report 2009:4

Svenskt kött a)
2016
Öppna landskap med biologisk mångfald
http://www.svensktkott.se/om-kott/darfor-svenskt-kott-fordjupning/oppna-landskap/

Svenskt kött b)
2016
Järn
http://www.svensktkott.se/om-kott/kott-och-naring/fakta-om-jarn/

Svenska Livsmedelsverket, Zofia Kurowska
2015

UN News Centre
World population projected to reach 9.6 billion by 2050 – UN report
http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=45165#.VVdJ1nkw-71

van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Muir G, Halloran A. & Vantomme P.
Edible insects: future prospects for food and feed security (2013)
FAO forestry paper 2013
ISBN: 978-92-5-107595-1

van Huis A. 2012. Potential of Insects as food and feed in Assuring food security
Annual Review of Entomology
Vol. 58: 563-583
Annual review of entomology
doi: 10.1146/annurev-ento-120811-153704

http://www.eu-upplysningen.se

http://www.vitalhealthzone.com/nutrition/amino-acids/tryptophan.html#7

Vranken L, Avermaete T, Petalios D. & Mathijs E (2014)
Curbing global meat consumption**:** Emerging evidence of a second nutrition transition
Environmental Science & Policy May 2014, Vol. 39, p95-106. 12p

Växa Sverige. 2009

1177 (senast uppdaterad: 2013-10-04)

FAO. 2010. Forest insects as food: humans bite back

ISBN 978-92-5-106488-7
Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development
19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand
Edited by Patrick B. Durst, Dennis V. Johnson, Robin N. Leslie and Kenichi Shono

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
REGIONAL OFFICE FOR ASIA AND THE PACIFIC
Bangkok, Thailand 2010

Adalla B.C & Cervancia R. Cleofas. 2010. Philippine edible insects: a new opportunity to bridge the protein gap of resource-poor families and to manage pests
s. 151-160

Boongird S. 2010. Honey and non-honey foods from bees in Thailand
s. 165-172

Chung YCA. 2010. Edible insects and entomophagy in Borneo
s. 141-150

Durst BP. & Shono K. 2010. Edible forest insects: exploring new horizons and traditional practices
s.1-4

Gracer D. 2010. Filling the plates: serving insects to the public in the United States
s. 217-220

Hanboonsong Y. 2010. Edible insects and associated food habits in Thailand
s. 173-182

Johnson VD. 2010. The contribution of edible forest insects to human nutrition and to forest management: current status and future potential
s. 5-22

Konuma H. 2010. Foreword
s. iii

Lukiwati D. 2010 Teak caterpillars and other edible insects in Java
s. 99-103

Mitsuhashi J. 2010. The future use of insects as human food
s. 115-122

Nonaka K. 2010. Cultural and commercial wasps in Japan
s. 123-130

Schabel GH. 2010. Forest insects as food: a global review
s. 37-64

Sirimungkararat S, Saksiriat W, Nopparat T. & Natongkham A. 2010. Edible products from eri and mulberry silkworm in Thailand
s. 189-200

Xiaoming C, Ying F, Hong Z. & Zhiyong C. 2010. Review of the nutritive value of edible insects
s. 85-92

Yen LA. 2010. Edible insects and other invertebrates in Australia: future prospects
s. 65-84

Jannica Johansson

Besöksadress: Kristian IV:s väg 3
Postadress: Box 823, 301 18 Halmstad
Telefon: 035-16 71 00
E-mail: registrator@hh.se
www.hh.se