



EXAMENSARBETE INOM TEKNIK,
GRUNDNIVÅ, 15 HP
STOCKHOLM, SVERIGE 2018

Jämförelseanalys mellan konventionella och insektsbaserade djurfoder

AMIRKHON MARTINZ

SERGEY PERELYGIN

Abstract

International consumption patterns are changing due to world population growth, increase in wealth and urbanization, especially in third world countries. Hence, there is increased demand for animal protein. Consequently, the demand for livestock feed will be affected and inevitably place a heavy pressure on already limited resources.

Therefore, alternative livestock feed has gained notoriety which solves many of the current problems which conventional feed is facing. For example, the environmental stress which conventional feed is already exerting on the planet in form of high water usage, large emission of greenhouse gases, pollution of nearby environment, etc. will increase due to the ever-growing demand for protein.

However, the production capability of the insect-based livestock is not up to par with the conventional. Thus, the aim of this study is to examine both feed sources and their current production systems and then compare them to make a final analysis to estimate if it is possible for the insect-based feed to compete with the conventional on a mass-scale in the near future.

This will be achieved by first conducting a literary study to find the necessary information needed about the areas: alternative feedstock, conventional feedstock, food waste, cattle and circular economy. The gathered information will later be used to create a conceptualization of alternative feed sources. The conceptualization will enable the creation of hypothetical upscaling of the alternative feed source's production, which will be compared to the conventional feed source. Conclusions will then be drawn whether it is reasonable for alternative feed sources, with their current production, compete with conventional feed sources. Lastly, a brief discussion will summarise the findings and answer the questions this report was aimed to answer.

Sammanfattning

Stora förändringarna sker inom den globala konsumentmarknaden gällande människors livsstil och matvanor framför allt i utvecklingsländerna. Detta sker till följd av en ökad världsbefolkning, urbanisering och växande privatekonomi. I samband med detta uppkommer även en större efterfrågan på animaliskt protein. Dessa förändringar kommer onekligen att påverka och sätta en allt högre press på de redan begränsade resurserna i dagens samhälle.

Följaktligen så har alternativa foderkällor fått en större uppmärksamhet då dessa produktkanaler skulle kunna lösa många av dagens problem som de konventionella fodren står inför. Exempelvis kommer den påfrestningen som konventionella foderkällor redan har på jorden att öka i takt med den ökande efterfrågan för protein. Bland annat kommer vattenanvändningen att öka samt större utsläpp av växthusgaser och andra föroreningar som påverkar inte enbart den närliggande miljön utan hela planeten.

Produktionskapaciteten på insektsbaserat produktionssystem är dock för tillfälligt mycket lägre än de konventionella. Denna studie ämnar sig åt att undersöka båda dessa foderkällor och deras nuvarande produktionssystem vilket man efter en jämförelse försöker göra en slutgiltig analys om huruvida det är möjligt för insektsbaserat foder att konkurrera med de konventionella fodren på en större skala inom den närmaste tiden.

Detta skall uppnås genom att först utföra en litteraturstudie för att samla den nödvändiga informationen om områdena: alternativa foderkällor, konventionella foderkällor, matavfall, boskap och cirkulär ekonomi. Vidare kommer denna litteraturstudie att presenteras som sedan kommer att användas för att skapa en konceptualisering över alternativt djurfoder. Denna konceptualiseringen kommer tillåta bildningen av hypotetiska uppskalningar av alternativa djurfodrets produktion som sedan kommer att jämföras med den konventionella djurfodrets produktion. Utifrån denna jämförelse kommer sedan slutsatser att dras huruvida det är rimligt för alternativt djurfoder att med dagens produktion konkurrera med konventionella djurfoderkällor. Slutligen, kommer en slutdiskussion sammanfatta upptäckterna och besvara frågeställningen.

Förord

Denna kandidatexamensarbete inom Industriell produktion på Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm skrevs under vårterminen 2018 och omfattade 15 högskolepoäng. Uppsatsens tilldelade ämnesområde har fokus inom begreppet ”Cirkulär Ekonomi”. Vi skulle stort vilja tacka vår handledare Michael Lieder som bidragit med vägledning under hela arbetets gång.

Stockholm, 2018-06-08.

Amirkhon Martinz och Sergey Perelygin

Innehållsförteckning

Innehåll

Abstract	1
Sammanfattning.....	2
Förord.....	3
Innehållsförteckning	4
1. Introduktion.....	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte och frågeställning.....	5
1.3 Avgränsning	6
2. Metod.....	7
2.1 Metodval.....	7
2.2 Datainsamling.....	7
3. Litteraturstudie	9
3.1 Cirkulär ekonomi.....	9
3.2 Matavfall	10
3.3 Boskap.....	10
3.4 Konventionellt djurfoder	11
3.5 Alternativt djurfoder.....	12
3.6 Sammanfattning av teori.....	14
4. Konceptualisering av alternativt djurfoders produktion.....	16
4.1 Produktion	16
4.2 Ekvationer	17
5. Resultat och diskussion	19
5.1 Produktion	19
5.2 Ekonomi	23
5.3 Miljö.....	23
6. Slutdiskussion.....	25
7. Referenser.....	27
7.1 Litteraturförteckning	27
7.2 Bildförteckning.....	29

1. Introduktion

Här presenteras arbetets bakgrund, syfte, frågeställning och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Världsbefolkningen håller på att öka och med det följer stora utmaningar för mänskligheten (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013). Detta kommer så småningom att resultera i ett globalt matförsörjningsproblem då dagens begränsade produktionssystem inte kan uppfylla denna efterfrågan. Därför måste matproduktionen effektiviseras och konsumtionsvanorna förändras för att man skall kunna lösa problemet med denna populationstillväxt.

Den globala efterfrågan på animaliskt protein kommer genom naturliga skäl att öka i takt med denna populationstillväxt (Stamer, A, 2015). FAO uppskattar att matproduktionen måste öka med minst 70 % för att man skall kunna försörja världen år 2050 medans kraven på köttprodukter som gris, biff och höns förväntas fördubblas (FAO, 2013). Detta kommer att kräva en mycket större produktion av animaliskt foder som exempelvis sojaböner eller odlad fisk. Den växande efterfrågan kommer onekligen att resultera i ett världsomfattande proteinunderskott på dagens redan begränsade resurser. Därför är det nödvändigt med sökandet efter alternativa produkter av hållbara proteinkällor.

Djurfoder, inklusive substitut som fisk och sojaböner står för cirka 60–70% av produktionskostnaden vid uppfödning av animaliska proteinkällor (Topliff, M., et al. 2009). Dessa tillsammans med dess substitut varierar samtidigt också i utbuds- och importpriser. Följaktligen har därför alternativa djurfoderingsredienser erhållit en ökande kännedom och ett av de mest problemlösande alternativen verkar just nu vara protein producerad på insekter. Kraven på produktionssystemen gällande mark och vattenanvändning är låga samtidigt som omvandlingseffektiviteten ifrån foder till insektsbiomassa är hög (FAO, 2013). Dessutom minskar insektsproduktionssystemen beroendet av konventionella matningsflöden som till exempel sojamjöl och fiskmjöl.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med studien är att undersöka till vilken utsträckning insektsbaserade djurfoders produktionssystem kan i nuläget konkurrera med konventionella djurfoders produktionssystem ur ett primärt produktionsmässigt perspektiv. Detta genom att analysera om storskalig produktion är rimligt, det vill säga försöka estimeras och analysera de variablerna som produktionssystemen kräver för att alternativt djurfoder ska kunna

konkurrera med konventionellt under liknande förhållanden. Yttermera kommer även ekologiska aspekter att ses över kort i form av vilken påverkan bägge foderkällor har på miljön. Målet är att framföra en rimlig slutsats genom att diskutera och jämföra tidigare forskningsmaterial samt olika teorier.

Frågeställningarna som besvaras är:

1. Hur ser den generella produktionen ut för djurfoder baserat på sojaböner och flugor ut?
2. Är det rimligt för insektsbaserade djurfoder att konkurrera med konventionella djurfoder om dess produktion skalas upp till samma nivå?

1.3 Avgränsning

Studien kommer att begränsas till att endast analysera sojaböner, som kommer representera det traditionella djurfodret, och flugor, som kommer representera de insektsbaserade djurfodret. Just dessa valdes för att de representerar majoriteten i respektive kategori.

Yttermera gjordes detta för att limitera sökningsområdet. Vidare kommer studien inte att inkludera diskussioner om livscykelanalyser om bägge djurfodren.

2. Metod

Det här kapitlet beskriver studiens utformning, metod och genomförande.

2.1 Metodval

Metodvalet för detta arbete består av en litteraturstudie och en konceptualisering kring produktionssystemet för alternativa djurfodret.

Till att börja med utfördes en generell studie om området cirkulär ekonomi för att identifiera möjliga områden inom cirkulär ekonomi som sedan skapade uppfattning om frågeställning, tillsammans med diskussioner och vägledning från handledare. Fortsättningsvis utfördes en alltmer omfattande studie om det valda ämnet för att erhålla en djupare uppfattning om områdena kring insektsbaserat djurfoder, sojabaserat djurfoder, matavfall, boskap och cirkulär ekonomi. Således var ändamålet med den nya studien att få en tydligare bild över problemet och en tillräcklig förståelse som senare i arbetet används för att utföra egen analys.

Databaserna DiVA och Google Scholar användes för sökning av relevant information för vårt arbete, vilka genomgick granskning och analys innan de ansågs relevanta.

Vidare, baserat på fynden från bägge litteraturstudierna, utfördes en konceptualisering av alternativa djurfodret för att först och främst anskaffa en övergripande bild över insektsbaserade djurfoders produktion, men även för att vid ett senare tillfälle, med hjälp av egna beräkningar, skapa hypotetiska scenarion som tillåter uppskalningen av alternativa foderkällor så att en jämförelse kan göras. Utifrån denna jämförelse dras sedan slutsatser.

Således, genom att ha utfört bägge studierna ska det finnas tillräckligt med material om produktionen för sojabaserat djurfoder och insektsbaserat djurfoder för att kunna utföra en konceptualisering som i sin tur tillåter bildandet av hypotetiska scenarion, utefter vilka slutsatser sedan dras och frågeställningen besvaras.

2.2 Datainsamling

Kriterierna för den insamlingen av information var först och främst att arbetena skulle vara publicerade från 2008 eller framåt. Vidare skulle arbetena vara skrivna på svenska eller engelska samt att sammanfattningar skulle förekommas. Sist men inte minst skulle studierna beröra områdena: insektsbaserat djurfoder, sojabaserat djurfoder, matavfall, boskap och cirkulär ekonomi.

Databaserna som användes vid sökning av material för litteraturstudien var DiVA och Google Scholar.

Vid sökning på databasen Google Scholar användes sökorden: *Insect, feed, feedstock, insects as feedstock, circular economy, production, process*. Detta för att hitta relevant information som i tidigare skede tillåter analys och besvarar frågeställningen. För att limitera sökområdet lades vissa begränsningar till sökorden för att minska antalet träffar och förhoppningsvis hitta de studierna som passade detta arbetet bäst.

Fortsättningsvis, vid sökning på DiVAs databas användes samma sökord som är nämnda ovan. Då DiVAs databas gav färre resultat än Google Scholar användes inte samma begränsningar som det gjordes för Google Scholar.

Genom användning av Booleska sökoperatörer, som exempelvis "AND" eller "OR", kunde sökord kombineras och begränsningar läggas till, och på så sätt underlätta sökning i databaserna.

3. Litteraturstudie

I detta avsnitt presenteras hittat material angående områdena cirkulär ekonomi, matavfall, boskap, konventionellt djurfoder samt insektsbaserat djurfoder.

3.1 Cirkulär ekonomi

Den växande befolkningen och de ökande ekonomiska aktiviteterna resulterar i att jordens resurser förbrukas allt snabbare (EU Commission, 2014). För att motverka detta behövs det en mer hållbar utveckling och en ekonomi som bygger på kretslopp. De olika ekonomimodellerna illustreras i figur 1.



Figur 1: Här visas skillnaderna mellan linjär ekonomi, återvinningsekonomi och cirkulär ekonomi.

Den linjära ekonomimodellen är inte särskilt hållbart eftersom resurserna elimineras på slutet av värdekedjan. I återvinningsekonomi flödar dock både råmaterial in och en del återvinns utifrån utflödet av avfallet som går till deponeringen. Inom cirkulär ekonomi eftersträvas det, till skillnad ifrån linjär ekonomi och återvinningsekonomi, att avfall inte ska existera utan ses som en råvara (Konkurrensverket, 2018). Cirkulära ekonomisystem ämnar därför att förlänga det skapade värdet hos produkterna genom att återinföra de till produktionen och skapa nya livscyklar. Den främsta idealen är att allt material ska kunna återvinnas och att man använder sig utav förnybar energi i de cirkulära systemen. Cirkulär ekonomi har även ett alternativt där produkten återinförs till biosfären utan att medföra skador på miljön eller individer och på så sätt eliminerar detta hållbara tankesätt uppkomsten av avfall. Världens resurser måste värnas om och därför är det viktigt att företagen tar sitt ansvar och försöker samarbeta med andra verksamheter så att man alla bidrar på vägen till den cirkulära ekonomimodellen. Detta kan

till exempel göras genom att man använder varandras restprodukter eller överblivna energikällor i sin produktion.

3.2 Matavfall

Matavfall täcker allt avfall som är biologiskt nedbrytbart som uppkommer i och med livsmedelshantering som skulle kunna användas som livsmedel. Fortsättningsvis kan matavfall delas in i två kategorier: onödigt matavfall och oundvikligt matavfall. Onödigt matavfall syftar på mat som skulle kunna ätas om det varit tillverkat i rätt tid eller behandlat rätt, detta kallas vanligtvis för matsvinn. Oundvikligt matavfall är avfall som naturligt uppkommer vid tillverkning eller tillagning av mat (Stenmarck, Å., et al., 2014).

Själva produktionen av livsmedel står för nästan 25 procent av den totala globala klimatpåverkan och därmed är det viktigt att införa hållbara lösningar till matavfallet som förhindrar resursslöseriet (Naturvårdsverket, 2015). Enbart i Sverige slängs det 1,5 miljoner ton mat varje år (Jonsson, C. 2017).

Mängden matavfall som produceras skiljer sig åt mellan olika länder runt om i världen. Det påverkar dock samhället, ekonomin och miljön negativt. Påverkningsgraden beror på volymen som slängs och hur eller om det återvinns. Det hamnar oftast i soptippar men används också som foder för boskap och gödningsmedel inom jordbruket.

Genom en omställning till cirkulär ekonomi kan stora samhällsvinster uppnås. Det krävs då att vi återanvänder dessa resurser på ett effektivare sett så att man kan öka hållbarheten längs värdekedjan vilket därmed skulle förebygga uppkomsten av avfall.

3.3 Boskap

Boskapsprodukter står för 17% av globala kcal konsumtionen och 33% av globala proteinkonsumtionen (Rosegrant et al., 2009). Dessutom används 70% av allt jordbruksområde åt tillverkning av föda för boskapssektorn (FAO, 2013). Med tanke på den växande världsbefolkningen så kommer även efterfrågan på boskapsprodukterna att öka och därmed även användningen för jordbruksområden.

Vidare släpper även boskapsdjuren ifrån sig stora mängder av den kraftfulla växthusgasen metan och de största utsläppen sker under produktionen av deras foder då, som sagt ungefär 70% av världens jordbruksmark används just till att odla djurfoder (FAO, 2013).

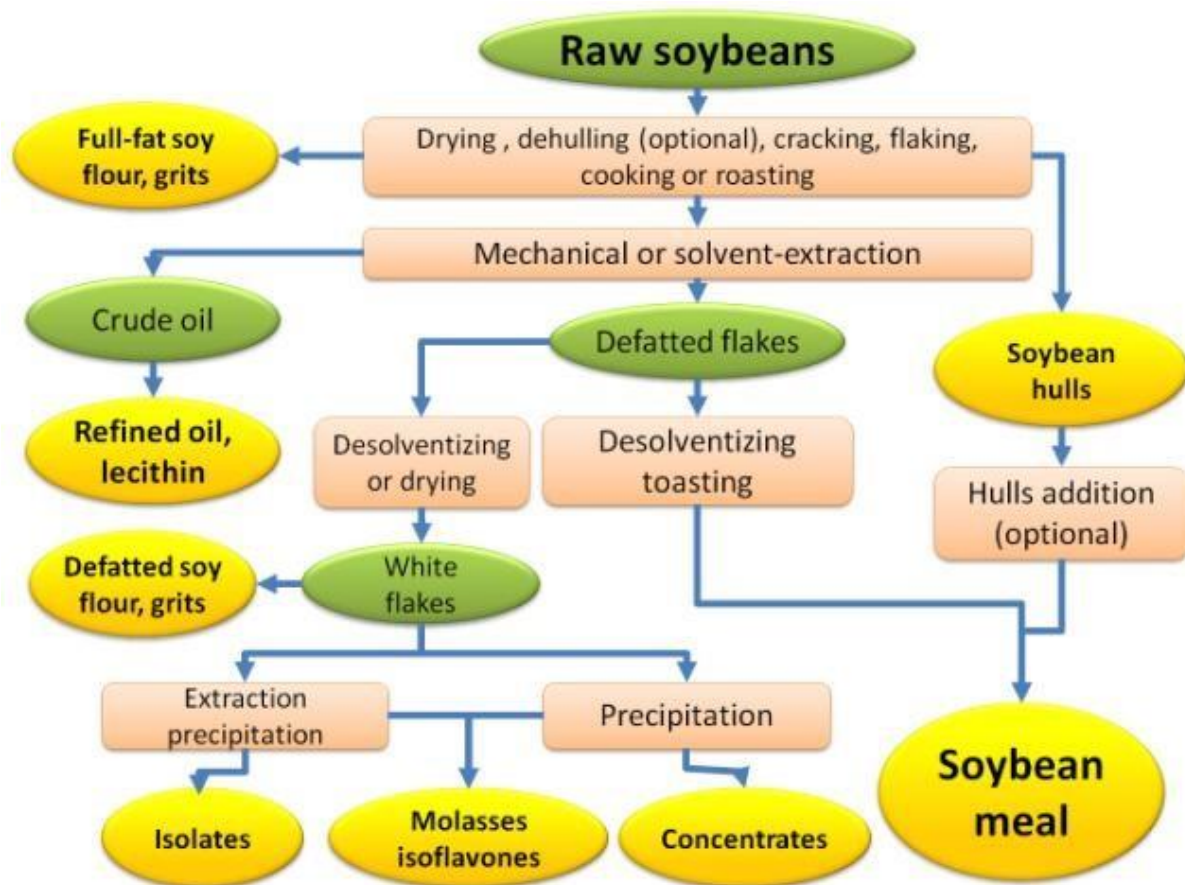
Den avgörande faktorn som påverkar kostnaden vid uppfödning av boskap är fodertypsanvändningen. Till exempel, bland nötkreaturen är det mjölkkena som konsumerar

de stora mängderna proteinfoder. Där krävdes ungefär 6 kg protein i foder för att producera 1 kg animaliskt protein för konsumtion (FAO, 2013).

3.4 Konventionellt djurfoder

Sojabönan har ett högt näringsvärde för alla boskapsdjur och har prismässigt sett varit mycket konkurrenskraftig jämfört med andra proteinkällor. På grund av en ökad global efterfrågan på bland annat billiga köttprodukter har efterfrågan på soja höjts kraftigt samtidigt som dess pris börjat stiga. Enligt en rapport ifrån WWF används ungefär 75 % av all soja producerad i världen som djurfoder (WWF, 2014). Under år 2010 uppgick foderimporten till svensk animalieproduktion till totalt ca 250 000 ton (Jordbruksverket, 2010). Den globala sojaproduktionen år 2012 uppsteg till 270 miljoner ton och denna siffra väntas växa till 514 miljoner ton år 2050 på grund av den stadigt ökande efterfrågan. Sojafröet innehåller cirka 40 procent protein, 20 procent fett och 35 procent kolhydrater medan sojamjöl innehåller 50 procent protein och några enstaka procent fett. Soja är även berikad med fleromättade fettsyror, vitaminer, mineraler och fiber. Den genomsnittliga avkastningen på en skörd mellan år 2004 och 2007 var cirka 1120 kg/0,4 hektar (Omni Tech International, 2010).

Sojafälten är dock inte ekologiskt hållbara (Anders Heimer, 2010; WWF, 2014). Soja importerar främst från Sydamerika vilket ger långa transporter och dessutom är sojaproduktionen kraftigt ifrågasatt ur en miljösynpunkt. Både människor och miljön påverkas mycket negativt av de nuvarande produktionssätten. Dagens sojaodlingar är oftast genmodifierade samtidigt som man använder sig utav stora mängder giftiga kemiska bekämpningsmedel och konstgödsel vilket minskar den biologiska mångfalden (Heimer, 2009). Dessa kemikalier förorenar i sin tur miljön runtomkring via vattendragen. Avskogning för att genomföra odlingarna är heller inte något ovanligt vilket frigör stora mängder koldioxid, utrotning av arter och förstör hela ekosystem. Produktion av sojabönan sker igenom odling på åkermarker och det tar i regel 85 dagar innan man kan börja med att skörda (Omni Tech International, 2010). Dess produktionssystem presenteras i figur 2 med hjälp av pilriktningarna nedan.



Figur 2: "Soybean processing" av Heuze V et al, 2017.

Steg 1 börjar med odlingen av sojabönan och temperaturen bör vara mellan 21 och 31 grader Celsius för bästa resultat. Under dess växtperiod tillsätter man en stor mängd gödningsmedel. På 1000 kg soja används ca 110 kg konstgödsel och mer än 50 kubikmeter vatten. Dessa värden skiljer sig åt beroende på i vilket land som odlingen genomförs. Efter cirka 90 till 150 dagar så är sojabönan redo att skördas. I steg 2 går de råa sojabönorna sedan genom en mängd olika processer beroende på vad slutprodukten ska användas till. Hela bönor kan användas vid tillverkning av soja så och andra matprodukter eller djurfoder. Krossade bönor omvandlas till ätbara oljor, biobränsle och djurfoder. I det fall när sojan är ämnat till att bli djurfoder påbörjas torkning och rostning av bönorna strax efter skörd för att genomgå en mekanisk pressning alternativt genomgå en kemisk process, detta för att utskilja sojaoljan från sojamjölet (Illinois Soybean Association, 2012). Priset på sojafoder har en hög volatilitet och ligger i dags datum på 3,52 kr per kg. (Bloomberg, 2018).

3.5 Alternativt djurfoder

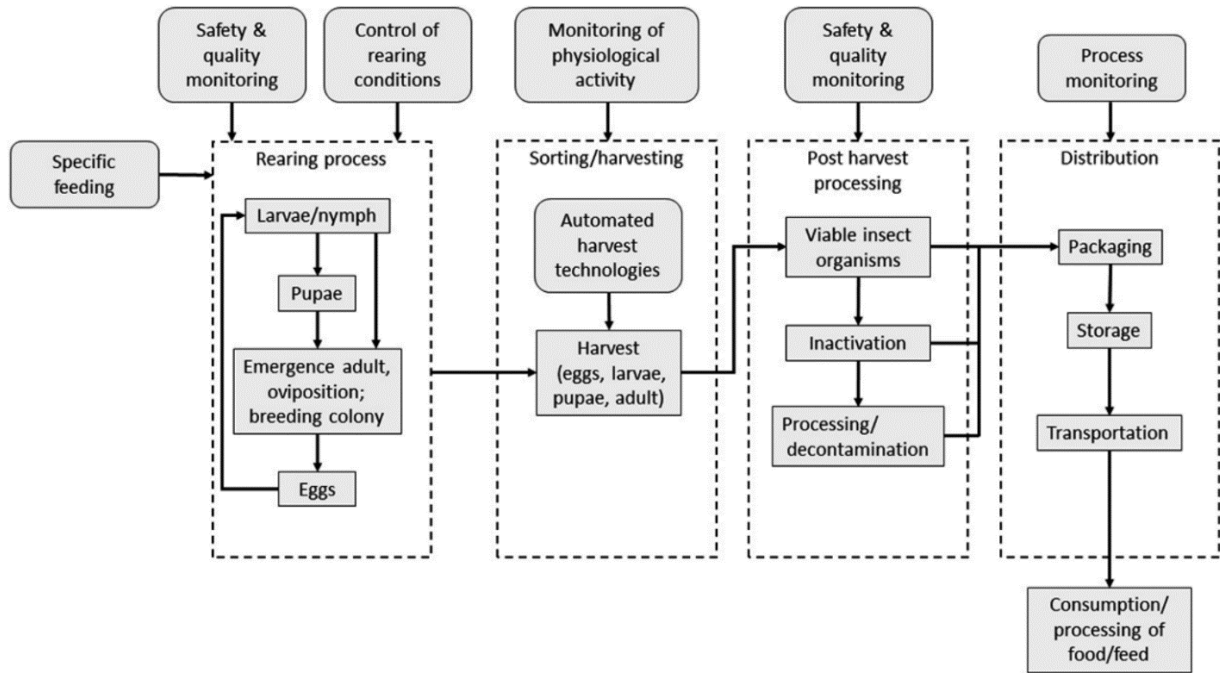
De senaste åren har användning av insekter som foder fått en stor uppmärksamhet och många forskningsrelaterade arbetsprojekt har startats kring det ämnet världen över. Enligt EU:s

livsmedelsmyndighet, EFSA är det i dagsläget inte möjligt att använda insektsmjöl som foder till andra livsmedelsproducerande djur än fisk (Jordbruksverket, 2018). I EU finns det många lagar och regler att hålla till sig vid uppfödning av insekter då dessa betraktas som produktionsdjur. Dessa tillämpas dock inte i alla länder. Flugor är kända för att fortplanta sig snabbt, de äter alla sorter organiska avfall och är relativt lätta att producera. Därför har man fokuserat sig på att använda dessa arter som alternativa djurfoder (Behre, E. et al., 2013).

Husflugan förekommer över hela världen och är 6–9 mm långa när de är fullvuxna. Den maximala livslängden är ungefär 4 veckor och volymmässigt sett upptar en fluga ca 100 kubikmillimeter i rummet. Honorna kan lägga upp till 500 ägg under sin livstid och larverna kläcks sedan inom en dag. Larven innehåller i torkad form 50–60 % protein och 20 % fett. I teorin kan ett par husflugor producera 190 miljarder fluglarver under 5 månader vilket då skulle motsvara 1200 ton larvmjöl eller 600 ton rent protein. Detta begränsas dock genom misslyckade kläckningar, parasiter och sjukdomar.

Soldatflugan är vanligt förekommande i tropiska klimat och har en längd på 14–20 mm. I torkad form innehåller den 40–45 % protein och 30–35 % fett. I jämförelse med andra flugor så har de en mycket bättre näringsämnesomsättningsförmåga vilket minskar deras födointag med upp till 50 %. En annan stor fördel är att deras större storlek minskar antalet larver per producerat larvprotein. Detta är några av anledningarna till varför insektsfoderföretagen föredrar att använda sig utav Soldatflugan.

Produktionsprocessen inom industritillverkning av insektsbaserat foder skiljer sig åt mellan de verksamma företagen beroende på vilken insektsart man använder sig utav men den generella den är densamma (FAO, 2013). Figur 3 beskriver genom pilriktningarna produktionssystemet steg för steg vid tillverkning av larvfoder gjord ifrån flugor.



Figur 3: "Model insect production system". D. Dobermann et al. 2017.

Första steget går ut på att man först skapar ett skyddat habitat där man förvarar en stor koloni av fullvuxna fluginsekter vilka sedan förökar sig själva med hjälp av en reglerad omgivning. Dessa ger avkomma till stora kvantiteter av små larver som sedan i sin tur börjar bearbeta organiskt avfall i form av föda. Larvernas storlek ökar väldigt snabbt inom en kort period och samtidigt producerar deras avfall en mycket näringsrik restprodukt vilket kan användas som gödningsmedel inom jordbruksindustrin. När larverna har uppnått en viss storlek så är det dags att bearbeta de för den slutgiltiga efterfrågade produkten vilket är steg 2. Detta transporteras sedan i form av torkat, mjölmalen eller färsk vara till slutkunden.

Organiska avfallsmaterial från jordbruk och livsmedelsindustri används som foder för att föda upp insekterna vilket gör produktionsprocessen både ekonomiskt och ekologiskt hållbart. Man kan genom denna process få ut ungefär 400 kg kompost och 100 kg larver ur ett ton avfall (FAO, 2013). Enligt företaget Agriprotein skulle en industribyggnad som kostar ca 80 miljoner kr kunna producera 20 ton av larver och lika mycket konstgödsel per dag. I dagsläget säljs deras insektsmjöl för runt 12 kr/kg.

3.6 Sammanfattning av teori

Sammanfattningsvis kommer den allt mer ökande befolkningstillväxten att medföra ett stort tryck på boskapsproduktionen vilket i sin tur kommer kräva en större foderproduktion.

Boskapsens foder måste bestå av protein för att de ska kunna växa till sig och öka sin köttvikt

och på grund av att sojabönan står för majoriteten av boskapens proteinkälla, oftast i samband med fisk som ett proteintillskott, så kommer det att krävas att man också utvidgar de redan högt exploaterade sojafälten. Denna typ av proteinkällor används trots vetskapen av de negativa aspekterna som bägge av dessa fodren medför som till exempel utfiskning, förstörelse av mark och överdriven vattenkonsumtion. En stor anledning till varför just sojabönor används är på grund av att den förhållandevis enkla produktionen tillåter stora kvantiteter bli tillverkade som i slutändan resulterar i lägre priser. Problemen som kommer att uppstå i samband med denna nödvändiga expansion återspeglas i form av brist på åkermarker, ogynnsamma miljöföroreningar och en ökad användning av GMO. Detta kommer alltså inte att vara ekologiskt och socialt hållbart i längden och därför har man sökt sig till att istället börja använda andra mer hållbara proteinkällor. Det alternativa fodret måste lösa problemet på det framtida proteinunderskottet samtidigt som det minimerar användningen av odlingsmarker, är ekonomiskt hållbart och kunna produceras i en större industriskala för att kunna bli konkurrenskraftig. Därför har insektsbaserad djurfoder producerat ifrån larverna kommit upp i rampljuset som det mest lovande alternativet. Alternativa djurfoder ifrån insekter har sedan länge prisats av forskarna på grund av deras låga miljöpåverkan och högre näringsinnehåll än de nuvarande foderkällorna. Det slängs dagligen stora mängder matavfall och dessa är något som skulle kunna återanvändas som foder åt insekterna vilket bidrar till en mängd positiva miljöfördelar som exempelvis minskningen av slöseriet på resurser och en minskad global klimatpåverkan. Dock finns tyvärr inte förutsättningar för de största företagen i dagsläget att konkurrera med sojaproducenterna på grund av de låga produktionsvolymerna. Denna begränsade produktionskapacitet tillåter inte insektsbaserade verksamheter att möta den globala efterfrågan vilket i sin tur utmynnar i höga priser och låga kvantiteter i relation till konventionellt djurfoder. Många av de ledande insektsföretagen har satsat stora kapital på att utveckla sin produktion för att förbättra sin produktionskapacitet vilken förhoppningsvis kommer möjliggöra att de kan sänka sina kostnader samt priser och slutligen konkurrera med sojaföretagen.

4. Konceptualisering av alternativt djurfoders produktion

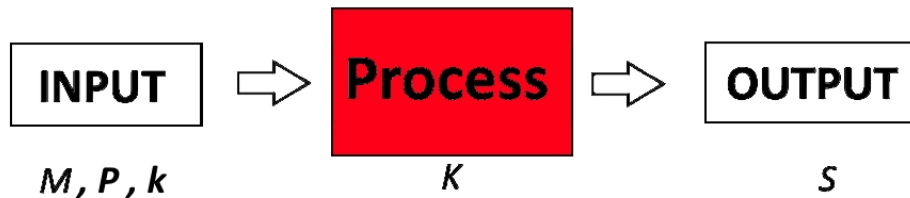
I detta kapitel ges en övergripande bild över alternativa djurfodrets produktion samt vilka ekvationer som används för att skapa en hypotetisk uppskalning av produktionssystemet.

4.1 Produktion

För att kunna utföra en hypotetisk uppskalning av alternativa djurfodrets produktion kommer de nödvändiga upptäckterna från litteraturstudien att åter belysas för att skapa en konceptualisering över det alternativa djurfodrets produktion. Detta tillsammans med ekvationer kommer senare att användas för att simulera hypotetiska uppskalningar vid år 2018 och 2050.

Till att börja med, är en produktion en sammansättning av produktionssystem som bearbetar givna inputs för att skapa önskad output (Akillioglu, 2017). I detta fall, som Food and Agricultural Organisation of the United Nations belyser i sin studie, ser produktionen mer eller mindre lika ut från verksamhet till verksamhet (FAO, 2013). Således, kan det antas att den sedvanliga produktionen för alternativt djurfoder producerar för varje ton input, det vill säga för varje ton organiskt matavfall, 100 kg output i form av djurfoder, men även 400 kg konstgödsel.

Vidare, för att kunna utföra en korrekt beräkning av uppskalningen krävs en uppfattning om hur mycket output som behövs samt vad den motsvarar i input. Som nämnt tidigare var den globala sojaproduktionen år 2012 270 miljoner ton och förväntas stiga till 514 miljoner ton år 2050 (WWF, 2014). Detta representerar den sökta nivån på output för alternativa djurfodret. Fortsättningsvis är den aktuella världsbefolkningen cirka 7,6 miljarder och förväntas växa med 1% årligen och följaktligen kommer matproduktionen förväntas öka med 70%. Dessutom beskrivs att det årliga matavfallet för världen uppskattas till 1 300 miljoner ton. Med denna information och ett antagande om linjär ökning, kommer matavfallet estimeras för att skapa en uppfattning om hur mycket input som finns tillgängligt idag samt kommer att finnas i framtiden.



Figur 4: Visar de ingående variablerna.

Sammanfattningsvis, med de införskaffade värdena kan input och output, se figur 4, för alternativt djurfoderns produktion beräknas vid en hypotetisk uppskalning. I figur 4 illustreras en förenklad modell för alternativa djurfoderns produktion. Input består av matavfall, M , som i sin tur baseras på globala populationen, P , och matproduktionens förändringsfaktor, k . Processens produktivitet, vilken innefattar omvandlingen av matavfall till skapandet av djurfoder, beskrivs med en konverteringsfaktor, K . Slutligen beskrivs den önskade mängden output av djurfoder med variabeln S . Således, med hjälp av den hypotetiska uppskalningen av modellen som illustreras av figur 4 kommer rimligheten avslöjas för detta scenario samt ge en möjlighet att analysera konverteringsfaktorn och försöka kalkylera fram en önskad konverteringsfaktor som behövs för att detta ska vara möjligt. På samma sätt kan både nuvarande produktion och dess inputs och outputs jämföras med framtidens och på så vis illustrera med vilken grad den alternativa djurfodernsproduktionen måste effektiviseras för att åtminstone hålla takt med sojaproduktionens.

4.2 Ekvationer

För att tydliggöra hur beräkningarna utförs kommer samtliga ekvationer som används presenteras nedan med en förklaring om variablerna och hur de utnyttjades:

$$P_{2050} = P_{2018} \cdot k^{(2050-2018)} [md.] \quad (1)$$

$$M_{2050} = q \cdot M_{2018} \text{ [md. ton]} \quad (2)$$

$$K_{\text{verklig}} = \frac{M_{\text{använt}}}{F_{\text{använt}}} [-] \quad (3)$$

$$M_{\text{sökt}} = \frac{S_{\text{output}}}{K_{\text{verklig}}} \text{ [md. ton]} \quad (4)$$

Första ekvationen är en enkel exponentialekvation som beskriver populationen vid ett givet år med hjälp av ett startvärde och en förändringsfaktor. Variabeln P står för population och dess index representerar årtal och variabel k representerar förändringsfaktorn som är upphöjd till det antal år man söker efter.

Andra ekvationen är en linjär ekvation som bygger på antaganden om den ökande matproduktionen som förväntas. Ett antagande görs att matavfall förväntas öka med samma takt som matproduktion och variabeln q är en förändringsfaktor som beskriver med vilken takt matavfallet, M , förväntas stiga. Indexeringen står även här för årtal. Som helhet beskriver denna ekvation den input som finns vid sökt årtal.

Tredje ekvationen illustrerar förhållandet mellan använt matavfall, $M_{\text{använt}}$, och producerat djurfoder, $F_{\text{använt}}$. Således fås en verklig konverteringsfaktor, K_{verklig} , som beskriver produktionens effektivitet, det vill säga hur mycket output som produceras av en given input.

Fjärde ekvationen baseras på tidigare ekvation och beskriver den nödvändiga mängden input som krävs för att framställa en mängd output med tidigare kalkylerad konverteringsfaktor. Variabeln $M_{\text{sökt}}$ representerar den totala mängden matavfall, det vill säga input, som krävs. Detta fås fram genom en önskad mängd output S_{output} , som i detta fall baseras på sojaproduktionens siffror och den verkliga konverteringsfaktorn K_{verklig} , som beräknas i tredje ekvationen.

Ekvation 4 går sedan att använda för att beräkna en hypotetisk konverteringsfaktor som behövs för att kunna producera en sökt mängd output. För detta behövs information om hur mycket input, M , som finns och vilken output som behövs, S_{output} , och en enkel omskrivning kommer leda till att ekvationen kommer beräkna $K_{\text{sökt}}$, som står för den sökta konverteringsfaktorn.

5. Resultat och diskussion

I detta avsnitt presenteras erhållet resultat som erhållits från litteraturstudien och konceptualisering, samt kommer en diskussion av presenterat material att tillkomma.

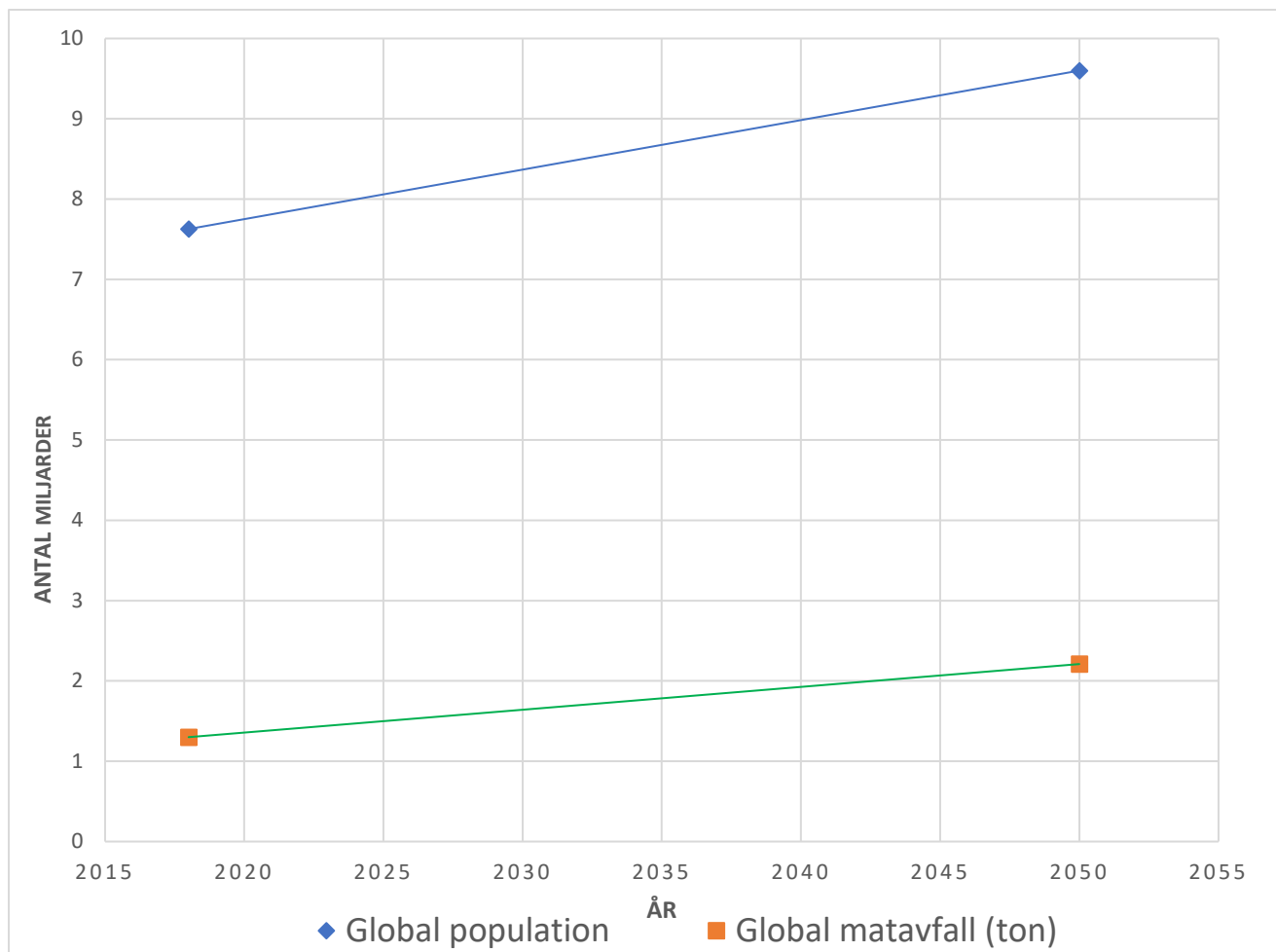
5.1 Produktion

Som nämnt tidigare i rapporten används ungefär 75 % av all soja producerad i världen som djurfoder. Den globala sojaproduktionen år 2012 uppsteg till 270 miljoner ton och denna siffra väntas växa till 514 miljoner ton år 2050 (WWF, 2014). De största nuvarande verksamheterna inom alternativt djurfoder kan endast som mest producera några tusentals ton per år när man slår samman deras produktionskapaciteter och detta utgör inte ens en hundradels procent av sojabaserade verksamheters produktionskapacitet. Dock är det värt att nämna att fastän det finns företag som har varit verksamma sedan 1978 är området fortfarande relativt nytt och outforskat. De flesta av de största insektsindustrier som tillverkar djurfoder är nya och satsar majoriteten av deras resurser på att förbättra sina produktionskapaciteter. Många av dessa företag har nyligen börjat att använda sig utav automatiserade processer som förhoppningsvis på kort sikt ska möjliggöra ett flerfaldigt ökande produktionskapacitet. Ändå kommer denna satsning inte räcka till eftersom om dagens produktionssystem för insektsbaserade djurkällor tillverkade exakt samma mängd som sojaproduktionen så skulle systemet kräva en input på ungefär 2,7 miljarder ton organiskt avfall. Enbart i Sverige slängs det runt 1,5 miljoner ton mat varje år och i USA 35 miljoner ton per år. Det skulle alltså inte finnas tillräckligt med input av oönskat organiskt avfall för att kunna producera de nödvändiga mängderna.

Den globala populationstillväxten förväntas öka 1% årligen från nuvarande nivå på cirka 7,6 miljarder (Roser, 2017) vilket innebär att med hjälp av *ekvation 1* kommer världsbefolkning uppstiga nästan 10,5 miljarder år 2050.

$$P_{2050} = P_{2018} \cdot k^{(2050-2018)} \quad (1)$$

På grund av detta kommer matproduktionen väntas öka sin produktion med 70% (FAO, 2013). Ur detta görs antagandet att matavfallet är linjärt och således, genom användningen av *ekvation 2*, kommer även globala matavfallet öka med 70%, från 1,3 miljarder ton (FAO, 2011) till 2,2 miljarder ton.



Figur 5: Prognos av tillväxten.

I Figur 5 illustreras, med hjälp av den övre linjen, den globala populationen och den nedre, det globala matavfallet. En ökad population kräver utvecklande matproduktion för att försörja den. I och med detta tillkommer den oundvikliga ökningen av matavfall vars förändring antogs motsvara samma förändring matproduktionen ökar med, vilket grafen ämnar påvisa.

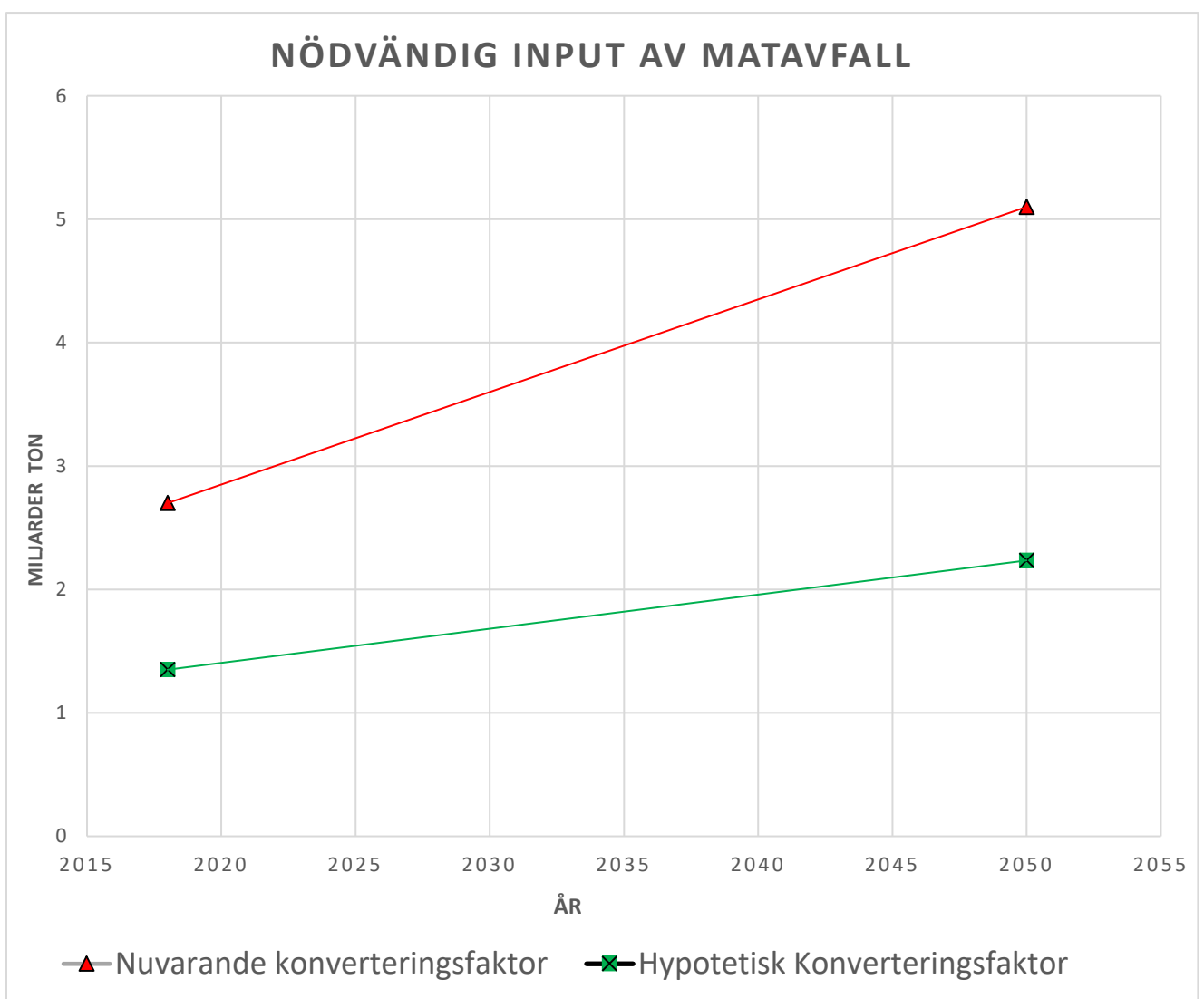
Som tidigare nämnt ligger nuvarande sojaproduktionen på cirka 270 miljarder ton och förväntas nästan vara det dubbla år 2050 (WWF, 2014).

Av den inhämtade informationen om insektsbaserad produktion från FAO (2013) gick det att avläsa att ur 1 ton organiskt matavfall, $M_{använt}$, gick att framställa 0,1 ton fluglarver, $F_{använt}$, det vill säga att genom användningen av *ekvation 3* går det att avläsa att nuvarande produktionssystem har en konverteringsfaktor, $K_{verklig}$, 0,1.

Alltså, genom att använda tidigare erhållna resultat och applicera dem på *ekvation 4* går det att avläsa att vid en hypotetisk upp-skalning av insektsbaserad produktion kräver detta system en input på 2,7 miljarder ton organiskt matavfall, vilket är mer än det dubbla av globala

matavfallet. Om produktiviteten förblir densamma, det vill säga har $K_{verklig} = 0,1$, kommer produktionen behöva mer än 5,1 miljarder ton matavfall år 2050 för att bara kunna producera samma mängd output som sojaproducenterna.

Genom att förbättra produktionssystemet och på sätt öka konverteringsfaktorn är det möjligt för insektsbaserad produktionssystemet att tillverka samma mängd som sojaproduktionen. En fördubbling av tidigare konverteringsfaktor krävs för att ens ha tillräckligt med input för att producera samma mängd, det vill säga en ökning från $K_{verklig} = 0,1$, till $K_{hypotetisk} = 0,2$. Sedan krävs även en kontinuerlig förbättring av produktionssystemet som resulterar i åtminstone en konverteringsfaktor på $K_{hypotetisk} = 0,23$ vilket visas i figur 6 nedan.



Figur 6: Nödvändig input i produktion av insektsföda med givna konverteringsfaktorer.

Figur 6 illustrerar mängden input som krävs årligen för alternativa djurfodrets produktion för att möta samma output som sojaproduktionen. Den nuvarande produktionsteknologin motsvarar den övre linjen och nedre linjen representerar input som krävs vid hypotetisk förbättring av produktionsteknologin, för vilka värden går att avläsa nedan i tabell 2.

Tabell 2: Resultat av beräkningar.

#	2018	2050
Globala populationen	7600 milj.	10450 milj.
Globalt matavfall	1300 milj. ton	2210 milj. ton
Soja		
Produktion	270 milj. ton	514 milj. ton
Insekt		
Nuvarande konverteringsfaktor		0,1
Hypotetisk konverteringsfaktor		0,23
Anpassa produktion	270 milj. ton	514 milj. ton
Input med nuvarande konverteringsfaktor	2700 milj. ton	5140 milj. ton
Input med hypotetisk konverteringsfaktor	1350 milj. ton	2235 milj. ton

Tabell 2 avser att förklara skillnaderna mellan år 2018 och 2050 och på så sätt visa vilka förändringar som kommer ske och således till vad alternativa djurfodrets produktion behöver anpassa sig till. Till att börja med presenteras den globala populationen och matavfallet, vilket representerar input för alternativt djurfoders produktion. Vidare presenteras sojaproduktionens output, som motsvarar den sökta outputen för alternativt djurfoder vid hypotetisk uppskalning. Slutligen presenteras konverteringsfaktorerna och vilken input de motsvarar.

Dessa hypotetiska konverteringsfaktorer illustrerar endast med hur mycket produktionssystemet måste effektiviseras för att det ska vara fysiskt möjligt för insektsbaserade verksamheter att kunna producera samma mängd. För att det ska vara rimligt så måste konverteringsfaktorerna vara ännu större, då det är orimligt för insektsbaserade verksamheterna att lyckas samla in 100% av globala matavfallet för sin produktion. Därför, med resultaten från tabell 2, går det att avläsa att om produktionens transformationsprocess förbättras med 100% kommer således mängden input som krävs att halveras, det vill säga minska med 50%, vilket betyder att det, teoretiskt sätt, är möjligt att producera den sökta mängden output.

5.2 Ekonomi

Förutom problemen med den ineffektiva transformationsprocessen inom produktionen så kostar alternativt djurfoder i regel 3 till 4 gånger mer än foder producerat på sojaböner i dagens globala marknad. Detta skulle långsiktigt inte vara ekonomiskt hållbart då det, med hypotetisk uppskalning och förbättrad produktion, skulle kräva att 100% av allt matavfall, vilket motsvarar cirka 1300 miljoner ton, ackumuleras och sedan distribueras och säljas för ett pris mycket högre än det konventionella. Alltså, skulle kostnaderna vara mycket höga och det dyra priset stödjer inte på något sätt, utan påfrestar ännu mer. I det fallet då det skulle vara möjligt att helt gå över till användning av alternativt djurfoder så hade tyvärr priset för boskapsprodukter ökat markant utan tvivel. Detta hade i sin tur resulterat i högre priser för konsumentprodukter som till exempel kött och mejeriprodukter vilket troligtvis skulle minska den globala konsumtionen på dessa varor. Det är då högst troligt att insektsproducenterna i slutändan hade antingen bytt inriktning, där företagen globalt skulle återgått till att börja producera mer lönsammare och billigare djurfoder som exempelvis sojaböner eller i värsta fall självmant gå i konkurs.

Alltså, som beräkningarna visade krävdes vid den nuvarande produktionen 100% mer input än vad som finns och med den hypotetiska fanns det precis den mängden som krävdes. Därför, på grund av den låga produktiviteten, är det svårt att garantera ekonomisk rimlighet.

Ändock, då verksamheterna inom området ständigt utvecklas kommer produktionsteknologierna tillåta förbättrad produktion och således förbättrad produktivitet. Då detta arbete antog en viss utveckling inom området vid beräkningar av hypotetiska uppskalning är den inte exakt och på så vis skulle resultaten visats sig annorlunda om större uppmärksamhet getts till produktionsteknologierna och dess potentiella utveckling.

5.3 Miljö

Då resultatet påvisade att en hypotetisk uppskalning inte är rimlig både ur ett ekonomiskt och produktionsmässigt perspektiv så skulle därmed inga miljöeffekter kunna implementeras då det inte är rimligt från första början. Ändock vid scenarion då produktiviteten hade överstigit en viss nivå hade det kunnat leda till positiva miljöeffekter. Till exempel om produktiviteten hade ökat med 200 % så hade det globala matavfallet minskat med ungefär 50 % dvs 650 miljoner ton i dagsläget. Med andra ord så hade energin som krävts för att producera den mat som tidigare inte användes och slösats istället kommit till användning.

Vidare hade det med samma produktivitetsökning hade alternativt djurfoder börjat användas mer frekvent bland boskapsproducenter. Således hade en konkurrens bland djurfoders producenterna uppstått vilket hade påverkat sojaproducenternas produktion. Bland annat i och med den förändrade efterfrågan hade utbudet behövt korrigera sig därefter vilket skulle medföra en minskad global sojaproduktion och följaktligen en mindre mängd negativ påverkan på världen som sojaproduktionen faktiskt medför. Det vill säga på grund av ett korrigerat utbud hade överanvändningen av resurserna så som mark och vatten minskat.

6. Slutdiskussion

Syftet med studien var att undersöka till vilken utsträckning insektsbaserade djurfoders produktionssystem kan i nuläget konkurrera med konventionella djurfoders produktionssystem ur ett primärt produktionsmässigt perspektiv. För att göra detta ställdes frågorna:

1. Hur ser den generella produktionen ut för djurfoder baserat på sojaböner och flugor ut?
2. Är det rimligt för insektsbaserade djurfoder att konkurrera med konventionella djurfoder om dess produktion skalas upp till samma nivå?

För att kunna besvara frågeställningen skapades, tillsammans med litteraturstudien, en konceptualisering av alternativ djurfoders produktion vilket består av en hypotetisk uppskalning av dess produktionssystem som sedan analyserats.

Som litteraturstudien påvisade sker för tillfället de insektsbaserade djurfodrens produktion ut, mer eller mindre på samma sätt. Generellt sätt utgås det först från och med skapande av ett skyddande habitat i vilket insekterna sedan kommer leva och föröka sig. Larverna som skapas samlas och bearbetas sedan till djurfoder efter bara några veckor beroende på valet av slutprodukten. Fortsättningsvis så sker sojaproduktionen vanligtvis ut på så sätt att plantorna planteras på odlingsplatser som möter kriterierna för optimala växtresultat. Under processen tillsätts stora mängder gödningsmedel och vatten. Efter ungefär 3 till 5 månader skördas sojabönan. Slutligen går sojabönan igenom den processen som krävs för att skapa en önskad slutprodukt i form av färsk, malen, rostad eller pressad till olja.

Resultatet, vilket baserades på litteraturstudien och konceptualiseringen, illustrerar således att med arbetets antaganden är det inte rimligt för dagens insektsbaserade djurfoders produktion att konkurrera med de konventionella djurfodren om dess produktion skalats upp till samma produktionsnivå. Den största anledningen till det är att det inte finns tillräckligt med input till produktionen. Detta beror primärt på grund av insektsproduktionens ineffektivitet, vilket går att se på de låga konverteringsfaktorerna. Även vid en hypotetisk förbättring med 100% av dagens produktion krävs att allt tillgänglig matavfall i världens används, vilket är ett orimligt antagande. Därför, för att det ur ett produktionsmässigt perspektiv skulle ses som rimligt skulle produktionen som minst behöva förbättras med mer än 100%, helst mer än 200% då det skulle betyda att hälften av världens matavfall behövs, vilket är mer rimligt att anta att det går att inhämta. Således, med den produktionen som det alternativt djurfoder har för tillfället, ses

det enda rimliga alternativet att djurfodret används som ett extra tillskott tills produktionssystemen genomgått omfattande effektiviseringen.

Ändock, ifall det skulle vara rimligt för de alternativa djurfoderkällorna att skala upp och börja konkurrera med sojaproduktionen skulle det utmynna i många positiva effekter. Bland annat skulle en tidigare önskad produkt ses som en värdefull resurs. Ur ett ekonomiskt perspektiv bildas således en ny ekonomi utifrån något som tidigare ansågs som en kostnad och genom att inkorporera det önskade matavfallet till insektsproduktionen förlänger man matens livscykel och sluter ekonomin vilket är cirkulära ekonomins huvudsyfte. Exempelvis, om produktiviteten skulle öka, från dagens produktivitet, med 200% skulle det innebära att hälften av allt matavfall skulle kunna återanvändas, det vill säga cirka 650 miljoner ton matavfall globalt. Det skulle även miljömässigt innebära, om sojafarmerna omvandlas till insektsfarmer, en minskad användning av gödningsmedel vilket skulle eliminera en stor övergödningsfaktor för haven och därmed förbättra levnadsvillkoren för vattenbaserade djur. Dessutom skulle det även, ur ett globalt miljömässigt perspektiv, världen gynnas då skogsnedskövlingen, vilken sker för att skapa sojafält, minskar och således minskar utsläppen av växthusgaserna.

Slutligen, då ett relativt nytt och outforskat område som insektsbaserat djurfoder ställs mot en global och väletablerad industri blir problemen överdrivna och sålunda enklare att uppmärksamma. Fortsättningsvis skulle framtida arbeten angående det här området kunna innefatta andra jämförelsepar. Just för detta arbete valdes ett par vilka ansågs representera respektive kategori bäst. Därför gjordes antagandet att för en generalisering av bägge foderkällorna passade just det valda paret. Ändock, återfinns skillnader inom respektive kategori som är intressant och skulle kunna visa annorlunda resultat. För detta skulle det vara lämpligt med kontaktande av diverse verksamheter vars inriktningar inom respektive kategori skiljer sig åt, till exempel användandet av olika insekter vid framställning av djurfoder eller en annan typ av konventionellt djurfoder. Förutom en bredare förståelse över industrierna skulle mer precisa data erhållas och annorlunda resultat skulle kunna framställas. Dessutom, till detta, skulle en noggrann livscykelanalys över samtliga insekter varit av stort intresse, dock är det mer välgörande för slutsatser angående miljöpåverkan.

Dessutom skulle framtida arbeten även innefatta studier om framtida produktionsteknologier, vilka skulle kunna öka produktiviteten till önskade nivåer och möjliggöra alternativa djurfoder att jämföras med konventionella djurfoder.

7. Referenser

Nedan presenteras använda källor för utförandet av studien.

7.1 Litteraturförteckning

Akillioglu, H. 2017. Föreläsning 3. *Production Engineering*. Stockholm, Sverige: KTH.

Hämtat från: <https://kth.instructure.com/courses/3705>

Anders Heimer. (2010). *Soja som foder och livsmedel i Sverige*. Hämtat från:

https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2009_jordbruk_mat_sojarapport.pdf

Behre, E. et al. (2013). *INSECTS AS LIVESTOCK FEED*. Policy brief commissioned by the UN Policy Analysis Branch, Division for Sustainable Development. Hämtat från FN:

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/12867Policybrief_Insects.pdf

Berg, J. et al. (2017). *State of the Art Report: Insects as Food and Feed*. Hämtat från:

<https://www.hkr.se/contentassets/0647858cb0b04c79954513f2dc972fa0/berg-et-al-ann-exp-biol-2017.pdf>

Bloomberg. (2018.05.13). SM1:COM. Hämtat från:

<https://www.bloomberg.com/quote/SM1:COM>

Christina Jonsson. (2017). *Matsvinn*. Hämtat från:

<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsforebyggande-program/Matsvinn/>

EU Commission. (2014). *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*.

COM (2014), 398. Hämtat från: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:aa88c66d-4553-11e4-a0cb-01aa75ed71a1.0022.03/DOC_1&format=PDF

[FAO] Huis, A., et al. 2013. *Edible insects: prospects for food and feed security*. Italy, Rome.

Hämtat från: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/258042>

[FAO] Gustavsson, J., et al. 2011. *Global food losses and food waste*. Italy, Rome. Hämtat

från: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>

Heimer, Anders. (2009). *Soja som foder och livsmedel i Sverige*. Hämtat från:

https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2009_jordbruk_mat_sojarapport.pdf

Jordbruksverket. (2018). *Insekter som foder*. Hämtat från:

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/foder/foderforolikadjurslag/insektersomfoder.4.5a59a50815b0a44606e5c1b4.html>

Jordbruksverket. (2018). *Utvärdering av hållbarhetsstandarder för sojaproduktion*. Hämtat ifrån:

<https://www.jordbruksverket.se/download/18.2ada1a6113d67e0bac480001718/1370041525364/Utv%C3%A4rdering+av+h%C3%A5llbarhetsstandarder+f%C3%B6r+sojaproduktion.pdf>

Konkurrensverket. (2018). *Konkurrensen i Sverige 2018*. Hämtat från:

http://www.konkurrensverket.se/globalassets/publikationer/rapporter/rapport_2018-1_kap4-cirkular-ekonomi.pdf

Naturvårdsverket. (2015). *Minskat matavfall – miljönytta och kostnadsbesparingar*. Hämtat från: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6697-0.pdf?pid=16632>

Naturskyddsföreningen. (2018). *Frågor och svar om kött och miljö*. Hämtat från:

<https://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/klimat/faqvego>

Omni Tech International. (2010). *Life Cycle Impact of Soybean Production and Soy Industrial Products*. Hämtat från: http://biodiesel.org/reports/20100201_gen-422.pdf

Roser, M. (2017). *Future Population Growth*. Hämtat ifrån: <https://ourworldindata.org/future-population-growth>

Stamer, A. (2015). *Insect proteins – a new source for animal feed* *EMBO reports* (2015) 16, 676-680. doi: 10.15252/embr.201540528. Hämtat från EMBO reports: <http://embor.embopress.org/content/16/6/676>

Topliff, M., et al. 2009. *The Impact of Increased Operating Costs on Meat Livestock in the EU*. Belgien, Brussels: European Parliament. Hämtat från:

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2009/419109/IPOL-AGRI_ET\(2009\)419109_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2009/419109/IPOL-AGRI_ET(2009)419109_EN.pdf)

WWF. (2014). *The Growth of Soy: Impacts and Solutions*. WWF International, Gland, Switzerland. Hämtat från:

http://www.wwf.se/source.php/1551377/WWF_Soy%20report%20FINAL%20Feb%204%202014.pdf

7.2 Bildförteckning

Heuzé V., Tran G., Kaushik S., 2017. *Soybean meal*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. Hämtat från: <https://www.feedipedia.org/node/674>.

Dobermann, D., Swift, J. A., & Field, L. M. (2017). Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*, 42(4), 293-308.

TRITA ITM-EX 2018:517