



Skånsk tunnelodling av *Fragaria x ananassa*: ett hållbart alternativ till importerade kulturer?

– En jämförande litteraturstudie

Fragaria x ananassa Grown in Polyunnel in Scania: an Environmentally Sustainable Option to Imported Cultures?

Melinda Winell

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institution för Biosystem och teknologi
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2021



Skånsk tunnelodling av *Fragaria x ananassa*: ett hållbart alternativ till importerade kulturer? – En jämförande litteraturstudie

Fragaria x ananassa Grown in Polyunnel in Scania: an Environmentally Sustainable Option to Imported Cultures? – A Comparative Literature Study

Melinda Winell

Handledare: Thomas Prade, Sveriges lantbrukuniversitet, Institution för Biosystem och teknologi
Examinator: Linda Tufvesson, Sveriges lantbrukuniversitet, Institution för Biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdssingenjör: odling – kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institution för Biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2021

Serietitel:

Delnummer i serien:

ISSN:

Nyckelord: Jordgubbar, koldioxidutsläpp, växthusutsläpp, GWP100, LCA, transport, förpackningar, EU-pallar, höga tunnlar, polyunnel, skördemängd, avkastning, södra Europa, Spanien, Sverige

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] har studerats för livscykelstadierna transport, förpackningar, transportmaterial samt EU-pallar utifrån två representativa system för en tunnelodling av *Fragaria x ananassa* i södra Europa respektive i Skåne. Studiens syfte är att utvärdera om lokalt odlade jordgubbar från Skåne är ett hållbart alternativ till Sveriges import av kulturer från södra Europa.

De förenta nationernas miljöprogramms emissions gap report år 2019 och 2020 påvisar att växthusutsläppen har ökat trots aktiva åtgärder och effekter från Covid-19. Transportstadiet från importerade jordgubbar från Spanien står för en tredjedel av systemets totala GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar]. Dessutom utgör dessa utsläppen 0,272 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar mer jämfört med transportstadiet från en tunnelodling i Skåne. Likaså förpackningsmaterialet är 0,103 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar högre från tunnelodlingen i Spanien jämfört med i Skåne. Skåne är i dagsläget det dominerande länet för jordgubbsodling till följd av det gynnsamma klimatet och tillgången på odlingsbar arrendemark. En tunnelodling i Skåne kan ge en utökad inhemsk skördeperiod från maj till och med oktober. De potentiella vinsterna i GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] från en tunnelodling i Skåne kan ge en reduktion i GWP100 med en faktor av 4,4; baserat på utsläpp från livsstadierna transport, förpackningar, transportmaterial samt EU-pallar. Dock krävs vidare undersökning av övriga livsstadiers bidragande till GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] för båda av studiens system. Vid en ökad avkastning från den skånska tunnelodlingen har GWP100 potential att reduceras ytterligare.

Nyckelord: Jordgubbar, koldioxidutsläpp, växthusutsläpp, GWP100, LCA, transport, förpackningar, EU-pallar, höga tunnlar, polytunnel, skördemängd, avkastning, södra Europa, Spanien, Sverige

Abstract

GWP100 [kg CO₂eq/kg fresh strawberries] has been analysed for the lifecycle stages transportation, packaging, transportation packaging and EU pallets for two representative systems of *Fragaria x ananassa* grown in polytunnels in south Europe versus Scania, Sweden. The aim of the study is to evaluate the sustainability of a polytunnel production of strawberries in Scania, as an alternative to Sweden's imported cultures from southern Europe.

The United Nations Environmental Program's emissions gap report from 2019 and 2020 both states that the greenhouse gas emissions have increased regardless of the actions taken and the effects of Covid-19. The transportation from the imported strawberries grown in polytunnels in Spain compose one third of the system's total GWP100 [kg CO₂eq/kg fresh strawberries]. These emissions further accumulate 0,272 kg CO₂eq/kg fresh strawberries higher than that of the production in Scania. The packaging alike equals 0,103 kg CO₂eq/kg fresh strawberries higher than that of the production in Scania. Scania is the leading county for strawberry production in Sweden due to the favourable climate and the abundance of arable lease land. A polytunnel production of strawberries in Scania gives an extended harvest period from March throughout October. The potential reductions in GWP100 [kg CO₂eq/kg fresh strawberries] from this system could decrease the total GWP100 from the imported Spanish strawberries by a factor of 4.4, based on the emissions from the stages of transportation, packaging, transportation packaging and EU pallets. However, further research of the emissions (GWP100; [kg CO₂eq/kg fresh strawberries]) from the remaining

lifecycle stages of these two production systems is required. An increase in the yield from the polytunnel in Scani would decrease the GWP100 furthermore.

Keywords: Strawberry, carbon dioxide emissions, greenhouse gas emissions, GWP100, LCA, transportation, packaging, EU pallets, high tunnels, polytunnels, yield, south Europe, Spain, Sweden

Förord

Jag vill inleda med att ge ett stort tack till min handledare Thomas Prade för hans ovärderliga handledning och stöd genom detta arbete. Dessutom vill jag tacka min examinator Linda Tufvesson för hennes tid och engagemang i arbetet. Slutligen vill jag tacka Lotta Nordmark, institutionen för Biosystem och teknologi vid SLU, för inspirationen bakom detta verk.

2022-01-14

Melinda Winell

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	11
Figurförteckning.....	12
Förkortningar	13
1. Inledning.....	14
1.1. En föränderlig jordgubbsproduktion	14
1.1.1. Ett litet bär i global efterlysning	14
1.1.2. Den svenska jordgubbstraditionen	15
1.1.3. Det skånska framgångsreceptet	16
1.2. Tunnelodling som säsongsförlängare	16
1.3. Miljöbelastning från importerade jordgubbar	17
1.4. Risker med en lokal tunnelodling	18
1.5. Framtidens jordgubbsproduktion	19
1.6. Syfte.....	20
1.7. Frågeställningar	20
2. Material och metod.....	21
2.1. Material och metod	21
2.2. Avgränsningar	22
2.2.1. Mål och omfattning.....	22
2.2.2. Referenssystem	22
2.2.3. Alternativa produktionssystem	22
2.2.4. Skördemängder	23
2.2.5. Studerade stadier.....	23
2.2.6. Beräkningar.....	25
3. Resultat.....	26
3.1. Möjliga vinster med en mindre transportsträcka.....	26
3.2. Växthusgasutsläpp från förpackning	28
3.3. Plastbrickor och EU-pallar	30
4. Diskussion.....	32
4.1. En grönare transport.....	32
4.2. En skånsk tunnelodling.....	32

5. Slutsatser	36
5.1. Möjliga reduceringar av GWP100 under transport av importerade kulturer	36
5.2. Potentiella vinster i GWP100 med en skånsk tunnelodling.....	36
Referenser.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Bilaga 1.....	39
Skillnader i växthusgasutsläpp från inhemska respektive importerade jordgubbar.	39
Export från Spanien till Västeuropa	39

Tabellförteckning

Tabell 1. Skördemängd och antal plantor per 3000 kvm, samt skördemängd/planta	3
Tabell 2. Basvärde (GWP100; [kg CO ₂ eq/kg]) för studiens beräkningar av GWP100 [kg CO ₂ eq]	5

Figurförteckning

Figur 1. GWP100 för Storbritanniens import av jordgubbar.....	6
Figur 2. GWP100 från transport av jordgubbar.....	7
Figur 3. GWP100 av transport för referenssystem och alternativa system	8
Figur 4. GWP100 från förpackning av jordgubbar.....	9
Figur 5. GWP100 av förpackningar för referenssystem och alternativa system ...	30
Figur 6. GWP100 av transportmaterial och EU-pallar för referenssystem och alternativa system	31
Figur 7. Totala GWP100 för referenssystem och alternativa system	33
Figur 8. GWP100/livscykelstadie för referenssystem och alternativa system	34

Förkortningar

GWP100	Global Warming Potential efter 100 år
PEF	Product Environmental Footprint
IPCC	Förenta nationernas klimatpanel
ISO	Internationella standardiseringsorganisationen
LCA	Livscykelanalys
UNEP	Förenta nationernas miljöprogram

1. Inledning

1.1. En föränderlig jordgubbsproduktion

1.1.1. Ett litet bär i global efterlysning

Jordgubbar har genomgått ett skifte från att vara en säsongprodukt till att bli en året runt produkt, detta som svar på den ökade globala efterfrågan av dessa bär (Hancock & Simpson 1995). För att möta denna efterfråga under hela odlingsåret har olika odlingsmetoder framarbetats för en längre skördeperiod, med den vanligaste metoden i Europa som täckodling av olika slag. Tunnelodling och växthusodling är de mest utbredda metoderna i Europa, med Spanien, Italien, Frankrike, England och Tyskland som ledande inom tunnelodling (Hancock & Simpson 1995). Jordgubbsodlingen i Norden har fått en hög efterfrågan av lokalt odlade bär (*Fragaria x ananassa*) till följd av hur dessa sorter urskiljer sig i sin stora arom och låga exponeringshalt av pesticider, jämfört med sorter odlade i södra Europa (Sønsteby & Karhu 2005). Att odla jordgubbar i Norden skiljer sig vitt från södra produktioner. Ett nordiskt odlingsår för jordgubbar beskrivs bestå av distinkta vädersäsonger: vårfrost vid blomning, en kort tillväxtperiod följt av en lång fotoperiod som varar in på hösten, höstdagar som antingen är långa och varma eller korta och kalla, samt slutligen en hård vinterperiod med ett varierande snöfall. Ur dessa förhållande med frostsador som största hotbild har särskilda köldtåliga sorter av jordgubbar förädlats fram och speciella odlingsystem etablerats (Sønsteby & Karhu 2005).

Den traditionella skandinaviska skördeperioden av jordgubbar på friland varar från mitten av juni till och med augusti (Sønsteby & Karhu 2005). Odlingsystemet som brukas i störst utbredning är perenna kulturer på öppna fält under tre till fem säsonger, med täckning av fiberduk som köldskydd. Den vanligaste typ av planta som används är kortdagstyper (Sønsteby & Karhu 2005), dessa typer av plantor anlägger nästkommande säsong blomknoppar först vid en fotoperiod under 12-14 timmar och en temperatur runt 18°C, vanligtvis mellan augusti och september (Winter 2016). På senare decennier har dock försöksodling med både växthus och

polytunnlar använts för att förlänga säsongen (Sønsteby & Karhu 2005). Växthusproduktion ger potentialen till en året runt produktion medan tunnelodling ger en potentiell säsong från maj till och med oktober.

De två störst styrande miljöfaktorerna vid jordgubbsproduktion hävdas vara temperatur och fotoperiod inför blominitiering (Sønsteby & Karhu 2005). Temperatur under höstperioden betonas dock även vara avgörande för knoppinitiering för kommande år. Indikationer har getts på att detta är av tyngre vikt för skördemängden än temperaturen vid blomning samt mognad, det är under denna period som sidokronor och blomställningar initieras (Sønsteby & Karhu 2005). Ytterligare indikationer har påvisat att antalet sidokronor, blommor samt skördemängden ökar vid en längre period med dessa förhållande, däremot minskade antalet stoloner. En problematik vid knoppinitiering för blommor under skandinaviska förhållande är hur en tidig vinter riskerar att initiera vintervila för plantorna innan blomknopparna har fullutvecklats (Sønsteby & Karhu 2005). Vintervila sker vid temperaturer under 18°C för kortdagstyper (Winter 2016), om detta inträffar riskeras ofullständiga blommor under vårbloomingen eller att blomsterdifferentieringen bli försenad och därmed även skördeperioden (Sønsteby & Karhu 2005). Förutom vila medför den skandinaviska vintern vanligen även köld- och frostsador på plantorna. Frostsador, som kan orsaka nekros i stamkronan, menas vara en av de främsta avgörande faktorerna för bärstorlek och avkastning inom nordisk jordgubbsproduktion, förluster i skördemängd på upp till 20% har registrerats som följd av nekros från frostsada (Sønsteby & Karhu 2005).

1.1.2. Den svenska jordgubbstraditionen

Sverige har ett flertal olika klimatzoner inom landet som sträcker sig 1572 kilometer i nord-sydlig riktning och 499 kilometer i öst-väst riktning, vid den vidaste punkten (Bengtsson & Jonsson 2021). Detta ger en temperaturgradient vid varje given tidpunkt på året; oavsett vart i landet jordgubbar odlas kommer dock de gemensamma klimatkaraktärerna att ge en skördetidpunkt under juni till och med augusti för frilandsodling. Idag odlas svenska jordgubbar på öppna fält på en total areal av 2 369 hektar, av denna totalareal är 50% av produktionen belägen i Skåne (Bengtsson & Jonsson 2021). Enligt Köppens huvudklimattyper har Skåne ett varmt tempererat klimat med helårsnederbörd och en lägsta medeltemperaturtemperatur över -3°C samt en högsta medeltemperatur över +10°C (*Jordens huvudklimattyper* | SMHI 2021). Detta ger Skåne möjligheten att producera de allra tidigaste svenska bären under en säsong, vilka är väldigt värdefulla bär för en odlare (Bengtsson & Jonsson 2021). Med kalla vintrar och varma somrar ges dock speciella klimatförutsättningar för en jordgubbsproduktion under en begränsad tid (Rowley et al. 2010).

1.1.3. Det skånska framgångsreceptet

År 2020 skördades 8 900 ton av frilandsodlade jordgubbar i Skåne på totalt 1 186 hektar från 93 odlare (Sveriges officiella statistik 2021). Under de senaste decennierna har industrin genomgått ett strukturellt skifte; producenterna har mer än halverats i antal och gårdarna har mer än fördubblats i storlek, samt förflyttats söderut (Bengtsson & Jonsson 2021). Orsakerna till denna geografiska flytt är mångfaldiga enligt dagens odlare. En avgörande anledning som belyses är dock tillgängligheten av odlingsbara ytor; jämfört med resterande län är Skåne rikt på arrendemark som lämpar sig för odling. Sedan mitten av 1900-talet nämns den svenska jordbruksmodellen för större produktion att ha bestått av en kombination av privatägd samt arrenderad mark. Ytterligare en orsak till den södra dominansen nämns vara Skånes klimatfördelar för att expandera odlingssäsongen med höga tunnlar (Bengtsson & Jonsson 2021). Senare års odlingsförsök påvisar att höga tunnlar kan förlänga säsongen utöver vad som historiskt varit möjligt med frilandsfält. Tidigare har säsongen expanderats genom att succesivt förflytta produktionen från gårdarna i söder till gårdarna i norr under skördefenstret; idag kan däremot skånska odlare få samma skördeprogression genom höga tunnlar. Skörden från en och samma producent i Skåne kan börja plockas från den 15 maj ända fram till den förste oktober. Anledningen till detta expanderande skånska skördefenster uppges inte enbart vara de höga tunnlarerna i sig själva, utan kombinationen av dessa med Skånes gynnsamma klimat och ett lämpligt sortval (Bengtsson & Jonsson 2021).

1.2. Tunnelodling som säsongsförlängare

Höga tunnlar består av ett ramverk av plaströr eller galvaniserat stål täckt av minst ett lager med växthusklassad plast 4 – 6 millimeter tjock (Lamont 2009). De skiljer sig åt från växthus genom att inte inkludera el, automatisk ventilation eller uppvärmning; det påpekas dock att de flesta tunnlar är utrustade med ett bevattningssystem, vanligen ett droppbevattningssystem. Valet mellan plaströr eller galvaniserat stål som ramverk poängteras att bero på huruvida tunneln är tänkt att vara permanent eller tillfällig, samt väderlek. Tunnelarna kan i sin utformning antingen vara solitära eller multipla sammanfogade ramverk, dessutom kan de vara försedda med höj- och sänkbara plastpartier längs långsidorna för ventilation (Lamont 2009). En lämplig storlek för en nyanlagd tunnel är cirka 9 x 15 meter, medan en fullt inkorporerad tunnelodling rör sig på en rymd av cirka 9 x 30 meter (Frisch 2007). Underhållstiden för en fullskalig tunnel med flertal kulturer är cirka 10 timmar per vecka efter anläggningen, däremot kan ett enklare kultursystem med exempelvis enbart en kultur reducera arbetstiden betydligt.

Höga tunnelodlingar agerar som ett mer kostnadseffektivt alternativ framför växthus till att förlänga odlingssäsongen (Rowley et al. 2010). Till skillnad från växthus är höga tunnlar mindre kostsamma att anlägga och har en mindre driftkostnad då de inte drivs av maskinell uppvärmning eller ventilation. Däremot påpekas växthus, med dess optimala odlingstemperaturer, att ge tidigare respektive senare skörd under vår och höst, samt högre avkastning under sommarperioden. Höga tunnlar har däremot en kapacitet att ge en tidig skörd i maj med kortdagstyper, fyra veckor före tidigaste skörd på friland, samt en sen höstskörd ända in i december (dock i låga volymer) med dagneutrala typer (Rowley et al. 2010). Detta möjliggörs tack vare tunnelns förmåga att inestänga varm luft som sedan ökar temperaturen inuti tunneln. För att förebygga frostsador under vinter och vår behöver tunneln innesluta en lägsta innertemperatur runt -2°C . Ytterligare en kritisk temperaturfaktor är baslinjen på cirka $4,4^{\circ}\text{C}$ för vegetativ tillväxt hos jordgubbsplantan; denna behöver säkerställas som lägsta temperatur under tillväxtperioden fram till höst för att plantans vegetativa tillväxt inte ska avstanna. Den optimala temperaturen för tillväxten ligger runt $21,0^{\circ}\text{C} - 26,6^{\circ}\text{C}$; för att bevara denna optimala temperatur bör tunneln stängas under kallare dagar och nattetid, samt ventileras dagtid för att undvika temperaturer över $26,6^{\circ}\text{C}$ (Rowley et al. 2010).

1.3. Miljöbelastning från importerade jordgubbar

De globala utsläppen av växthusgaser är idag ett växande problem (Boakye-Yiadam et al. 2021). Den femte rapporten från de förenta nationernas klimatpanel (IPCC), påvisar att utsläppen av materia från förbränning av fossila bränslen är den ledande källan till den globala uppvärmningen (Boakye-Yiadam et al. 2021). Vidare belyser de förenta nationernas miljöprogram (UNEP) och deras årliga emissions gap report år 2019 samt år 2020, hur utsläppen av växthusgaser ökar trots aktiv handlande för klimatet samt de påtagliga reduceringarna från Covid-19 (Boakye-Yiadam et al. 2021). UNEP publicerade, till följd av denna problematik, Roadmap to a Carbon-Free Future där producerande sektorer som kan bidra till reduceringen av dessa utsläpp presenterades i storleksordning; i rapporten placerades jordbruk samt livsmedel på tredje plats. UNEP föreslår åtgärder inom livsmedelsektorn såsom att konsumera lokalproducerat eller inom en radie under 0 km (Boakye-Yiadam et al. 2021).

Product Environmental Footprint (PEF), en analysmetod för en produkts miljöpåverkan under hela dess livscykel framarbetad av EU, applicerades för en konventionellt driven tunnelodling av årliga kulturen *Fragaria x ananassa* i västra Tyskland (Soode-Schimonsky et al. 2017). Metoden regleras av fasta riktlinjer för

dess tillvägagångssätt och 15 fasta miljöaspekter som ska utvärderas; aspekterna som berörs är utarmning av resurser samt fossila och minerala energikällor, utarmning av ozonlagret, fotokemisk ozonbildning, joniserande strålning, bildning av partikulär materia, markomvandling, övergödning på land respektive i hav samt färskvatten, försurning, ekotoxicitet i färskvatten, klimatförändringar (förutom biogen koldioxid), samt icke-cancerogen respektive cancerogen mänsklig toxicitet (Soode-Schimonsky et al. 2017). Tunnelodlingen i västra Tyskland studerades med 1 kg jordgubbar (produkt) som funktionell enhet genom en livscykel som berörde plantproduktion till försäljning. Analysen fann förkedjestadiet, där material relaterade till kulturtiden och transport produceras, som det stadie med den största miljöpåverkan i samtliga 15 kategorier. Vidare var det de oåtervunna kartonglådorna, som används vid transport till distributör och som tillverkas i detta stadie, som var den största enskilda faktorn till miljöpåverkan i samtliga produktionssteg för produkten (Soode-Schimonsky et al. 2017).

1.4. Risker med en lokal tunnelodling

Global Warming Potential 100 (GWP100) är ett mått på en gas förmåga att innesluta värme i atmosfären under 100 år och baseras på koldioxidens förmåga som ett basvärde (Davies et al. 2010). GWP100 samt primär energianvändning [GJ] studerades för en engelsk tunnelodling av *Fragaria x ananassa*. Studien innefattade jordgubbarnas livscykel från förkedjestadie till och med kylningsstadie, avfallshantering för kedjan berördes även. Analysen fann att förkedjestadiet samt avfallshandlingsstadiet var de stadie med högst andel ton GWP100 per ton av klass 1 bär respektive högst andel GJ per ton av klass 1 bär; de fann plastfolie till tunnarna som en av de störst bidragande faktorerna till detta.

En försöksstudie av ekologiskt odlade jordgubbar på en lokal community farm i Sutton, England undersökte potentiella reduceringar av GWP100 jämfört med importerade jordgubbar i England (Chatterton et al. 2012). Utsläppen av växthusgaser beräknades per ton jordgubbar/hektar och berörde livscykeln under produktionsstadiet (inklusive förkedjestadiet) respektive transportstadiet. De importerade jordgubbarna i studien inkluderade dock såväl konventionella som ekologiska bär. Studien fann att de lokalt producerade jordgubbarna hade en ökning av GWP100 per ton jordgubbar/hektar med 12%, här var förkedjestadiet samt produktionsstadiet de störst bidragande stadierna, dock inte transportstadiet som för de importerade jordgubbarna. Polytunneln nämns som en tänkbar faktor till ökningen då skördemängden här inte kompenserar för tunnelns miljöbelastning (Chatterton et al. 2012).

1.5. Framtidens jordgubbsproduktion

Efterfrågan på inhemska jordgubbar har ökat i Norden tack vare den distinkta aromen och den låga halten pesticider (Sønsteby & Karhu 2005). Inom svensk jordgubbsproduktion dominerar Skåne med 50% av totalarealen för frilandsodlingar och länets starka tillgång på arrendemark samt rätta klimatförutsättningar för en längre säsong med hjälp av tunnelodling (Bengtsson & Jonsson 2021). De skånska producenter har idag möjligheten att via höga tunnlar skörda under samma fönster som tidigare enbart uppnåddes genom en progression från gårdar i söder till norr. Växthusproduktion erbjuder en året runt produktion (Sønsteby & Karhu 2005), däremot är höga tunnlar kostnadseffektiva i sin anläggning och sitt underhåll (Rowley et al. 2010), de ger en första skörd fyra veckor tidigare i maj jämfört med friland (Rowley et al. 2010) och förlänger skörden till oktober (Sønsteby & Karhu 2005). Förutom Skånes klimat fördelar (Bengtsson & Jonsson 2021) och potentiella skördefönster (Sønsteby & Karhu 2005) med kostnadseffektiva tunnlar (Rowley et al. 2010), ger en lokal produktion dessutom potentiella reduktioner i GWP100 (Boakye-Yiadom et al. 2021), dock förutsatt att avkastningen är tillräckligt stor för att rättfärdiga tunnelns miljöpåverkan (Chatterton et al. 2012). Att döma av emissions gap report från UNEP år 2019 och 2020 är utsläpp av växthusgaser ett växande problem, detta trots klimatinitiativ och reduktioner från Covid-19 (Boakye-Yiadom et al. 2021). Dessa rapporter tillsammans med IPCC:s femte rapport som fastställer den ledande orsaken till global uppvärmning som utsläpp av materia från fossila bränsle stärker en lokal produktion. Studie av livscykelanalys över lokalt producerade jordgubbar mot fraktade jordgubbar har vidare påvisat att transportstadiet inte längre är ett av de största bidragande stadierna till GWP100 vid lokal produktion (Chatterton et al. 2012). Dock krävs att en lämplig skördemängd uppnås för att det totala GWP från produktionen ska vara mindre jämfört med de importerade bären från varmare klimat (Chatterton et al. 2012). Ett alternativ kan vara lokala produktioner i lämpligt klimat som ett komplement till importerade kulturer, för att på detta sätt minska importen och dess miljöbelastning.

1.6. Syfte

Syftet med litteraturstudien är att undersöka och utvärdera om en skånsk tunnelodling av *Fragaria x ananassa* är ett hållbart alternativ utifrån miljöpåverkan från *transport, förpackningar, transportmaterial* samt *EU-pallar*, och därmed kan ersätta en del av Sveriges importerade kulturer. Studien genomförs i form av en livscykelanalys av två representativa odlingssystem med Global Warming Potential 100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] som bedömningskriteriet.

1.7. Frågeställningar

1. Vilka möjligheter finns för att reducera GWP100 under transport av tunnelodlade *Fragaria x ananassa* från södra Europa till Västeuropa?
2. Vilka potentiella reduktioner av GWP100 från transport har en skånsk tunnelodling av *Fragaria x ananassa*, jämfört med importerade kulturer från södra Europa?

2. Material och metod

2.1. Material och metod

Studien utförs som en litteraturgenomgång med informationssökning i databaser, främst Google Scholar och Web of Science. Källor av vetenskaplig karaktär eller av annan relevans används källkritiskt utefter arbetets syfte samt frågeställningar. All information bearbetas i arbetet och sammanställs slutligen i en livscykelanalys, i ett försök att besvara frågeställningarna. Livscykelanalysen beräknas för två representativa system; en tunnelodling i södra Europa samt en skånsk tunnelodling. Beräkningarna baseras på GWP100 [kg CO₂eq] per 1 kg färska jordgubbar för stadierna *transport, förpackningar, transportmaterial* samt *EU-pallar*, separat för båda system.

“Every decision, private or collective, on the micro or the macro level, for now or the future, affects others, now and in the future, here and at other places. Following this logic, it is natural to apply a life cycle analysis.” (Heijungs et al. 2009:424) Livscykelanalys (LCA) eller *life cycle assessment* på engelska, är ett begrepp med många definitioner (Heijungs et al. 2009). En vidanvänd definition är ISO:s officiella version som hänvisar till LCA som sammanställningen och utvärderingen av resursflöden, inmatning och utmatning, i en produkts livscykel samt deras potentiella miljöpåverkan. ISO preciserar ytterligare begreppet livscykel som de på varandra följande och sammanlänkade stadierna, från ansamling av råmaterial eller framställning av naturresurser till kassering, i en produkts system (Heijungs et al. 2009). ISO-14040 är en internationell standard som fastställer principer och strukturer för LCA för en rad aspekter; dessa berör studiens mål och omfattning, livscykelinveteringsanalysen, miljöpåverkansbedömningen, livscykeltolkningen, redovisning och kritisk granskning, begränsningar, samband mellan de olika analysfaserna och villkor (Svenska institutet för standarder 2020). Standarden påpekar att de fyra ingående faserna, definition av mål och omfattning, livscykelinveteringsanalys, miljöpåverkansbedömning samt livscykeltolkning, bygger på varandras resultat och att denna upprepning både stärker analysens omfattning samt bidrar till konsekventa resultat (Heijungs et al. 2009).

2.2. Avgränsningar

2.2.1. Mål och omfattning

Målet med livscykelanalysen är att utvärdera två olika odlingssystemers klimatpåverkan relaterade till *transport, förpackningar, transportmaterial* samt *EU-pallar*. Systemen som berörs är tunnelodlingar för årenuella kulturer av *Fragaria x ananassa*; referenssystemet utgörs av en tunnelodling i södra Europa som exporterar jordgubbar till Västeuropa, som ett alternativt system utvärderas tunnelodlade jordgubbar odlade i Skåne för distribution inom Sverige. Den parametrar som bedöms är GWP100 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar.

2.2.2. Referenssystem

Referenssystemet utgörs av årenuella tunnelodlade kulturer *Fragaria x ananassa* i Spanien för export till Västeuropa (Tyskland agerar som representativt land). Spanien agerar som ett representativt land för denna typ av import från södra Europa. Transportledet sträcker sig cirka 300 mil från gård i Spanien över ett varulager i Västeuropa, vidare till ett regionalt distribueringscenter, samt slutligen till livsmedelsbutiken. Avkastning för en hög tunnel på 3000 kvm med jordgubbar av kortdagstyper beräknas, likt det alternativa systemet, på två scenarion. För referenssystem a med 14 100 plantor av sorten Fortuna, som odlas i dubbelrader beräknas en avkastning på cirka 15 800 kg (Ariza et al. 2021), respektive för referenssystem b med 9 900 plantor av sorten Rociera beräknas en avkastning på cirka 12 000 kg (Ariza et al. 2021). Förpackning som används vid transport är 500-grams PET-askar (Denstedt et al. 2010) som ordnas i plastbrickor och vidare staplas på EU-pallar (Andersson et al. 2011).

2.2.3. Alternativa produktionssystem

Det alternativa systemet är utformat som en hög tunnelodling av årenuella kulturer *Fragaria x ananassa* belägen i Skåne. Försäljningen sker via en transportsträcka på 10 mil, som ett medelvärde från fyra skånska gårdar (Hagerman 2009), till grossist eller detaljist. Avkastning för en hög tunnel på 3000 kvm med jordgubbar av kortdagstyper beräknas på två scenarion. För alternativa system a med 14 100 plantor av typen A+ barrotade frigoplantor som odlas under bäddplast i dubbelrader ges en avkastning på 1200 kg (HIR Skåne et al. 2019) respektive för alternativa system b med 9 900 plantor av typen A+ barrotade frigoplantor som odlas i

dubbelrader, dock utan bäddplast, ges en avkastning på 1500 kg (Andersson et al. 2011). Förpackningarna som används är av pappkartong med en PE-beläggning och rymmer 500 liter (Hagerman 2009), dessa ordnas i plastbrickor som vidare staplas på EU-pallar (Andersson et al. 2011).

2.2.4. Skördemängder

Skördemängden från första året för två liknande svenska tunnelodlingar av jordgubbar har beräknats baserat på uppgifter från HIR Skåne et al. (2019) respektive Andersson et al. (2011). Båda odlingssystem är representativa för svenska tunnelodlingar av kortdagstyper och baseras på en yta av 1000 kvm. Första odlingssystemet använder cirka 4 700 plantor av typen A+ barrotade frigoplantor som odlas under bäddplast i dubbelrader (HIR Skåne et al. 2019). Det andra odlingssystemet använder 3 300 plantor av typen A+ barrotade frigoplantor som odlas i dubbelrader, dock utan bäddplast (Andersson et al. 2011). Det påpekas dock att skördeuppgifter från detta system är något lägre än de verkliga nivåerna i södra Sverige.

En tunnelodling med tunnlar på 3000 kvm per tunnel rekommenderas för ett företag vars huvudinkomst är jordgubbsodling, med en markareal på 10 ha (Andersson et al. 2011). För denna tunnelsstorlek har skördemängd och plantantal, samt skördemängd/planta beräknats och presenteras i tabell 1 för samtliga system.

Tabell 1. Skördemängd och antal plantor per 3000 kvm, samt skördemängd/planta.

Odlingssystem	Skördemängd (kg)	Antal plantor	Skörd/planta (g)
Referenssystem a ¹	15 800	14 100	1 126
Referenssystem b ¹	12 000	9 900	1 218
Alternativa system a ²	1 200	14 100	85
Alternativa system b ³	1 500	9 900	150

2.2.5. Studerade stadier

Omfattningen av studiens fyra stadier, *transport, förpackning, transportmaterial* samt *EU-pallar*, som berörs för respektive odlingssystem i studien beskrivs nedan.

¹ Ariza et al. (2021)

² HIR Skåne et al. (2019)

³ Andersson et al. (2011)

Transport

Transporten för referenssystemet (a + b) baseras på uppgifter från Denstedt et al. (2010) och avser frakt av 500-grams PET-askar med färska jordgubbar enkel väg från Huelva till Tyskland. Dessa askar fraktas med 40 ton lastbilar som kyler bären under transport via kylanläggningar; anläggningarna drivs av 2,5-3 liter diesel per timme, detta resulterar i över 100 liter diesel under den 33 timmar långa enkelsträckan (Denstedt et al. 2010). Analysen innefattar inte kylningen i samband med förvaring under transport vid varulager i Achern samt regionala distribueringscenter eftersom dessa drivs av förnybar energi. Transportsträckan sträcker sig 3000 – 3015,5 km enkel väg från Huelva till livsmedelsbutiker i Berlin respektive Hamburg. Transportkedjan förlitar sig på tredjeparts fraktföretag som reser en enkel sträcka enligt följande: gård i Huelva – varulager i Achern, Tyskland – regionalt distribueringscenter i Berlin respektive Hamburg – livsmedelsbutik (Denstedt et al. 2010). Avfall under hela transportkedjan beräknades till 3,76%, däremot behandlas inte detta i GWP100 [kg CO₂eq/kg] för transporten.

För det alternativa systemet (a + b) baseras transporten på uppgifter från Hagerman (2009). Hagerman (2009) grundade sina värden på intervjuer från fyra skånska jordgubbsgårdar, dessa uppgav en transportsträcka som varierade mellan 5 km och 60 mil; ett medelvärde av 10 mil för 10 kg jordgubbar fastställdes av Hagerman (2009). Samtliga bär transporterades via en lastbil med kylaggregat till återförsäljare.

Förpackning

GWP100 [kg CO₂eq/kg] för PET-askarna som användes vid referenssystemet (a + b) är baserat på askarnas produktion och transport till gård i Huelva, grundat på värden från Denstedt et al. (2010). Askarna består av en behållare på 13 gram och ett lock på 7 gram gjorda från formlös polyetentereftalat (med en låg molekylvikt av 60-70 dl/gram) som pressas ut till transparenta askar (Denstedt et al. 2010). Förpackningen transporteras över 750 kilometer enkel väg med en 20 ton lastbil från dess fabrik i Valencia till tunnelodlingen i Huelva.

Det alternativa systemet (a + b) nyttjar 500-grams kartonglådor. GWP100 [kg CO₂eq/kg] härleds från uppgifter av Hagerman (2009) och omfattar kartonglådornas tillverkning. Kartongerna består av papp (15,8 gram) och en PE-beläggning (2,2 gram).

Transportmaterial

Plastbrickorna i polyetylen som nyttjas både i referenssystemet (a + b) respektive i det alternativa systemet (a + b) har en miljöpåverkan (GWP100; [kg CO₂eq/kg])

som baseras på en studie från Boakye-Yiadom et.al. (2021) och innefattar deras tillverkning.

EU-pallar

GWP100 [kg CO₂eq/kg] för EU-pallarna som brukas i referenssystemet (a + b) samt i det alternativa systemet (a + b) grundas på uppgifter från Boakye-Yiadom et.al. (2021) och innefattar deras tillverkning.

2.2.6. Beräkningar

I studien jämförs miljöpåverkan av GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] mellan referenssystem respektive alternativa system ur fyra kategorier för 1 kg färska jordgubbar. De fyra kategorier som jämförs är *transport*, *förpackning*, *transportmaterial* samt *EU-pallar*. Samtliga kategoriers miljöpåverkan beräknas utefter ett litterärt basvärde för GWP100 [kg CO₂eq/kg] (tabell 2), baserat på skördemängden [kg] från en tunnelodling på 3000 kvm för respektive system. Resultaten som presenteras från beräkningarna hänvisar därmed till varje kategoris miljöpåverkan (GWP100; [kg CO₂eq]) från det aktuella systemets skördemängd [kg], vilken varierar med klimatet och odlingsbetingelser för de olika systemen. Inledningsvis presenteras resultat över en engelsk studie, utan beräkningar, för att illustrera skillnader [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] mellan olika typer av transport för jordgubbar.

Tabell 2. Basvärde (GWP100; [kg CO₂eq/kg]) för studiens beräkningar av GWP100 [kg CO₂eq].

System	Kategori	Basvärde [kg CO ₂ eq/kg]
Referenssystem a/b	Transport	0,28 ⁴
Alternativa system a/b	Transport	0,008 ⁵
Referenssystem a/b	Förpackning	0,149 ⁴
Alternativa system a/b	Förpackning	0,046 ⁵
Referenssystem a/b	Transportlådor	0,0725 ⁶
Alternativa system a/b	Transportlådor	0,0725 ⁶
Referenssystem a/b	EU-pallar	0,0389 ⁶
Alternativa system a/b	EU-pallar	0,0382 ⁶

⁴ Denstedt et al. (2010)

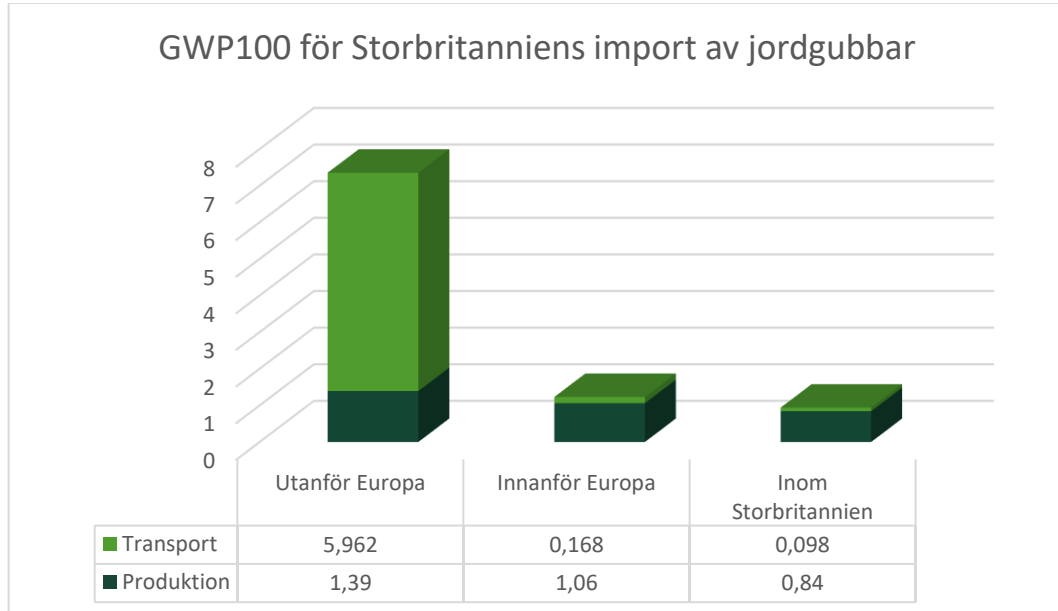
⁵ Hagerman (2009)

⁶ Boakye-Yiadom et al. (2021)

3. Resultat

3.1. Möjliga vinster med en mindre transportsträcka

Skillnader i utsläpp av växthusgaser under produktionsstadiet samt transportstadiet för 1 kg färska jordgubbar har studerats för inhemska respektive importerade jordgubbar i Storbritannien (Hooda & Michalský 2015). En beskrivning av studiens omfattning återfinns i bilaga 1. Växthusutsläpp [GWP100 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] för varje produktionskategori, *flygfrakt utanför Europa, tunga gods innanför Europa, samt lätta gods inom Storbritannien*, (Hooda & Michalský 2015) presenteras i figur 1.

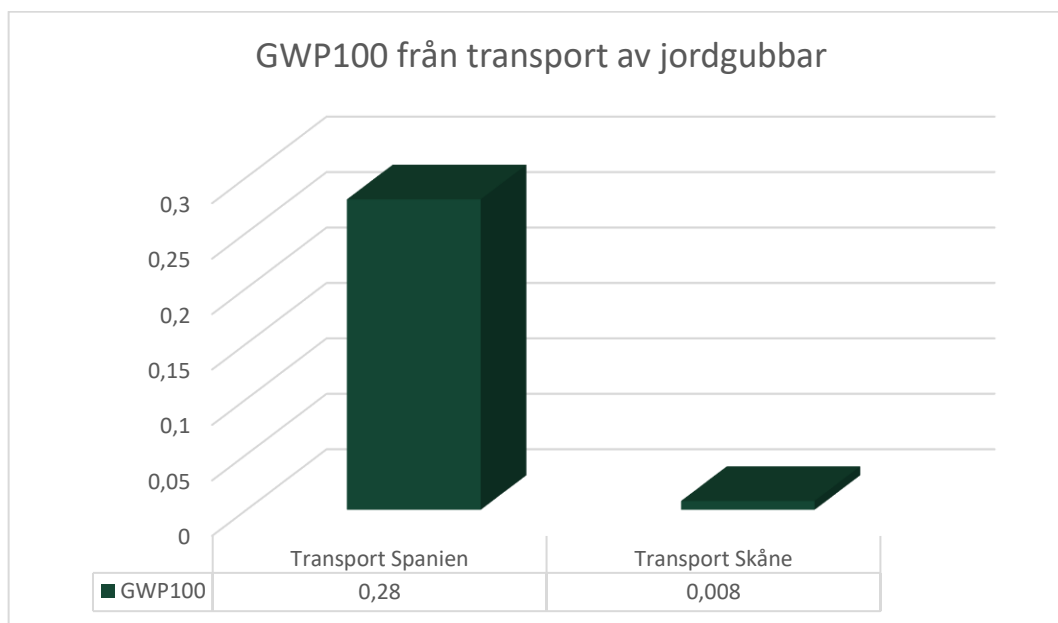


Figur 1: Klimatpåverkan (GWP100; [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar]) för produktionskategorierna flygfrakt utanför Europa, tunga gods innanför Europa, samt lätta gods inom Storbritannien (Hooda & Michalský 2015).

Ovan värde för GWP100 [kg CO₂eq/kg] påvisar att transportrelaterat växthusutsläpp från importerade jordgubbar utanför Europa orsakar en betydligt

högre miljöpåverkan, cirka 60 gånger större GWP100 (se figur 1), jämfört med lokalt producerade jordgubbar (Hooda & Michalský 2015). I jämförelse orsakar däremot importerade jordgubbar innanför Europa en betydligt lägre påverkan från sin transport, cirka 1,7 gånger större GWP100 jämfört med bären producerade inom Storbritannien (se figur 1). Produktionsrelaterade utsläpp är högre än de transportrelaterade för jordgubbar producerade innanför Europa och Storbritannien (Hooda & Michalský 2015).

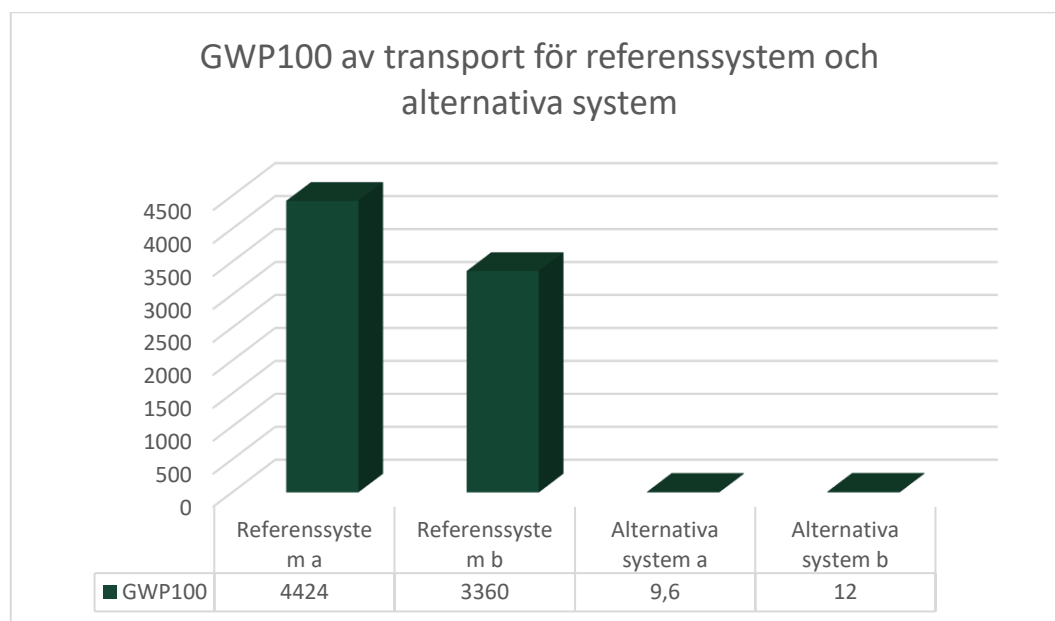
Vid import från Huelva, Spanien av 500-grams PET-askar med tunnelodlade jordgubbar till Tyskland har växthusutsläpp analyserats (Denstedt et al. 2010). Analysens omfattning presenteras i bilaga 1, växthusgaserna som berörs är koldioxid, dikväveoxid, samt metan. GWP100 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar för transportstadiet presenteras i figur 2 för importen till Tyskland (Denstedt et al. 2010) tillsammans med GWP100 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar för inhemsk transport från en tunnelodling i Skåne (Hagerman 2009).



Figur 2. GWP100 kg CO₂eq/kg färska jordgubbar för transport från en tunnelodling i Spanien (300 – 301,55 mil enkel väg) (Denstedt et al. 2010) respektive Skåne (10 mil enkel väg) (Hagerman 2009).

Transporten av jordgubbar från Huelva, Spanien till Västeuropa (Denstedt et al. 2010) utgör nästintill en tredjedel av det totala GWP100 [kg CO₂eq/kg] för hela odlingssystemet (0,896 [kg CO₂eq/kg], inklusive transport). Även om produktionsstadiet utgör ett högre GWP100 jämfört med transportstadiet vid exporter inom Europa (Hooda & Michalský 2015) utgör transportstadiet fortfarande en tredjedel av GWP100 för liknande odlingssystem (Denstedt et al. 2010).

För den aktuella studiens tunnelodling på 3000kvm har GWP100 [kg CO₂eq] beräknats av transportstadiet för studiens referenssystem a respektive b, samt alternativa system a respektive b. Beräkningarna baseras på basvärde för transportrelaterat GWP100 [kg CO₂eq/kg] från Denstedt et al. (2010) för referenssystemen respektive basvärde från Hagerman (2009) för de alternativa systemen; resultaten presenteras i figur 3.



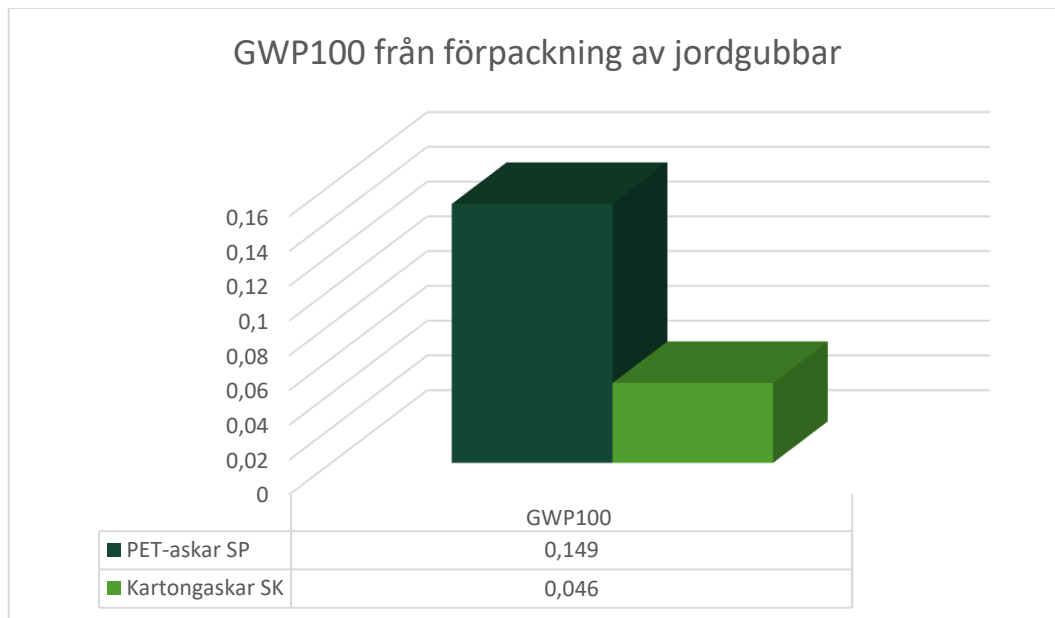
Figur 3. GWP100 [kg CO₂eq] beräknat för transportstadiet (Denstedt et al. 2010; Hagerman 2009) baserat på skördenivåerna [kg] av referenssystem a (15 800 kg) respektive b (12 000 kg) (Ariza et al. 2021) samt alternativa system a (1 200 kg) (HIR Skåne et al. 2019) respektive b (1 500 kg) (Andersson et al. 2011).

I relation till den mängd GWP100 [kg CO₂eq/kg] som transport från Skåne utgör (summan av alternativa system a inklusive b), är GWP100 [kg CO₂eq/kg] av transporten från Spanien (summan av referenssystem a inklusive b) 360 gånger större.

3.2. Växthusgasutsläpp från förpackning

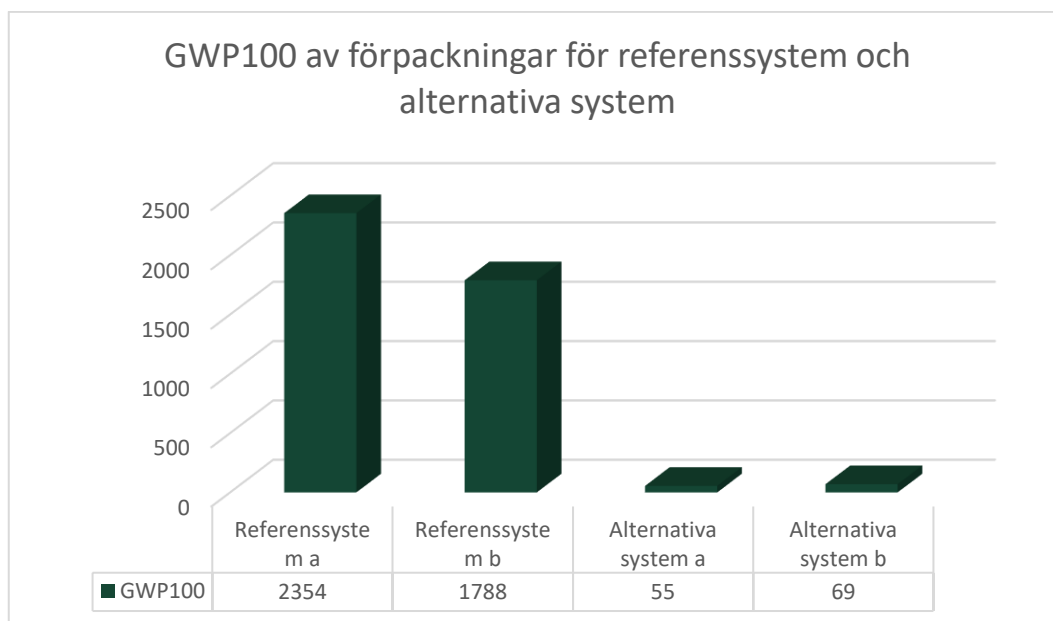
Plastaskar samt kartongaskar används för paketering av färska tunnelodlade jordgubbar, anledningen till att båda brukas idag är plastaskarnas lämplighet för längre transporter medan kartongaskarna anses vara lämpliga för lokal försäljning (Boakye-Yiadom et.al. 2021). Växthusgasutsläpp [GWP100 kg CO₂eq/ kg färska

jordgubbar] för en 500-grams PET ask med färska tunnelodlade jordgubbar som importerats från Huelva, Spanien till Västeuropa (Denstedt et al. 2010), presenteras tillsammans med GWP100 [kg CO₂eq/ kg färska jordgubbar] för 500-grams kartongaskarna som brukas vid skånsk tunnelodling av jordgubbar (Hagerman 2009) i figur 4.



Figur 4. GWP100 [kg CO₂eq/ kg färska jordgubbar] för en 500-grams PET ask vid export från Spanien till Västeuropa (Denstedt et al. 2010), samt GWP100 [kg CO₂eq/ kg färska jordgubbar] för en 500-grams kartongask från en skånsk tunnelodling (Hagerman 2009).

GWP100 [kg CO₂eq] från ask-förpackningar har beräknats för avkastningen [kg] från den aktuella studiens referenssystem respektive alternativa system. Referenssystemen nyttjar 500-grams PET-askar medan de alternativa systemen brukar 500-grams kartongaskar. Beräkningarna baseras på basvärde för förpackningsrelaterat GWP100 [kg CO₂eq/kg] från Denstedt et al. (2010) för referenssystemen respektive basvärde från Hagerman (2009) för de alternativa systemen; resultaten presenteras i figur 5.

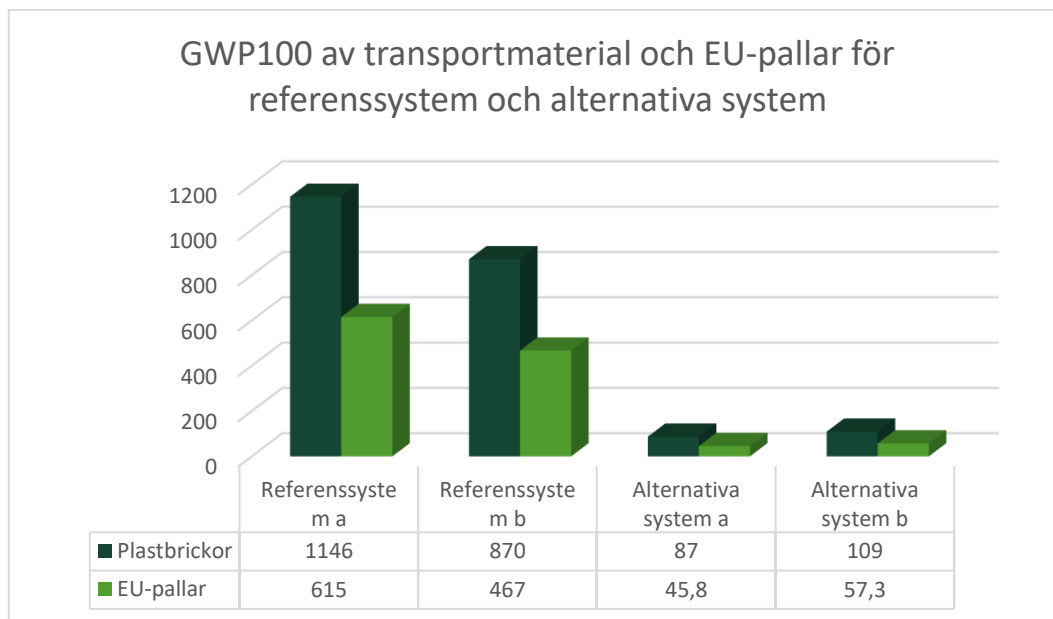


Figur 5. GWP100 [kg CO₂eq] beräknat för ask-förpackningar (Denstedt et al. 2010; Hagerman 2009) baserat på skördenivåerna [kg] av referenssystem a (15 800 kg) respektive b (12 000 kg) (Ariza et al. 2021) samt alternativa system a (1 200 kg) (HIR Skåne et al. 2019) respektive b (1 500 kg) (Andersson et al. 2011).

PET-askarna vid import från Spanien till Västeuropa (summan av referenssystem a inklusive b) utgör ett 24 gånger högre GWP100 [kg CO₂eq] jämfört med kartongaskarna (se figur 5) som används vid tunnelodling i Skåne (summan av alternativa system a inklusive b).

3.3. Plastbrickor och EU-pallar

500-grams kartongaskar paketeras inför transport av färska jordgubbar i plastlådor med 15 styck askar i varje; detta ger en totalvikt med jordgubbar av 7,5 kg/plastlåda (Andersson et al. 2011). Plastsådorna staplas sedan på EU-pallar; per 1 styck EU-pall beräknas 40 lådor staplas med totalt 600 kartongaskar (300 kg färska jordgubbar/EU-pall). GWP100 [kg CO₂eq] har beräknats för plastbrickor respektive EU-pallar (figur 6) enligt skördenivåerna från denna studies referenssystem a respektive b samt för de alternativa systemen a respektive b. Basvärde av GWP100 för plastbrickor respektive EU-pallar baseras på uppgifter från Boakye-Yiadom et.al. (2021).



Figur 6. GWP100 [kg CO₂eq] beräknat för plastbrickor samt EU-pallar (Boakye-Yiadom et.al. 2021) baserat på skördenivåerna [kg] av referenssystem a (15 800 kg) respektive b (12 000 kg) (Ariza et al. 2021) samt alternativa system a (1 200 kg) (HIR Skåne et al. 2019) respektive b (1 500 kg) (Andersson et al. 2011).

I fråga om skillnad i GWP100 [kgCO₂eq] från de båda systemens värde påvisades en reducering för de alternativa systemen (summan av värde från de alternativa systemen a inklusive b) 10 gånger mindre (se figur 6) jämfört med referenssystemen (summan av värde från referenssystem a inklusive b).

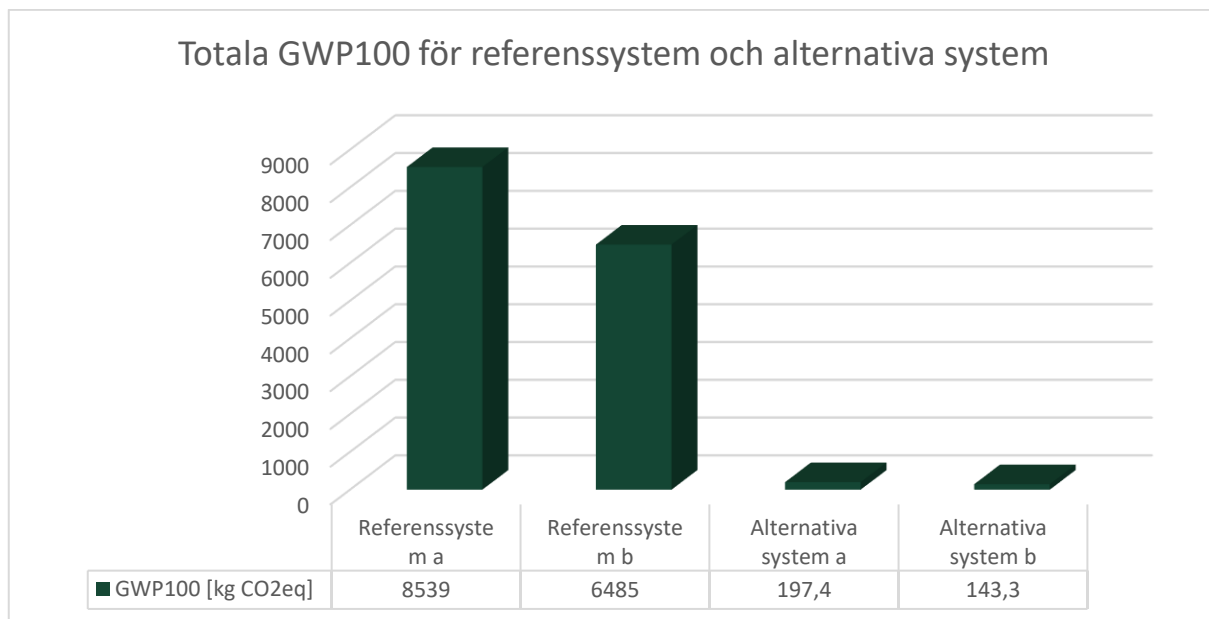
4. Diskussion

4.1. En grönare transport

Ett alternativ för att minska miljöbelastningen (GWP100; [kgCO₂eq/kg färska jordgubbar]) från dagens import av tunnelodlade jordgubbar från södra Europa till Västeuropa är att byta förpackningsmaterialet som bären fraktas med. GWP100 för en 500-grams PET ask vid export från Spanien till Västeuropa beräknas till 0,149 kg CO₂eq/ kg (Denstedt et al. 2010), medan för en 500-grams kartongask från en skånsk tunnelodling beräknas till 0,046 kg CO₂eq/ kg (Hagerman 2009). Denna skillnad av 0,103 kg CO₂eq/ kg gör ett påtagligt avtryck för den totala skördemängd som fraktas från Spanien till Västeuropa. GWP100 från 500-grams PET-askar som används idag ger ett värde för studiens referenssystem (figur 5) på 2 354 kg CO₂eq för 15 800 kg färska jordgubbar (referenssystem a), samt 1 788 kg CO₂eq för 12 000 kg färska jordgubbar (referenssystem b). Om dessa skördenivåer hade paketerats med 500-grams kartongaskar hade GWP100 reducerats med 1 627 kg CO₂eq för referenssystem a, respektive 1 236 kg CO₂eq för referenssystem b. Dock behöver kartongaskarnas lämplighet för längre transporter utvärderas ytterligare.

4.2. En skånsk tunnelodling

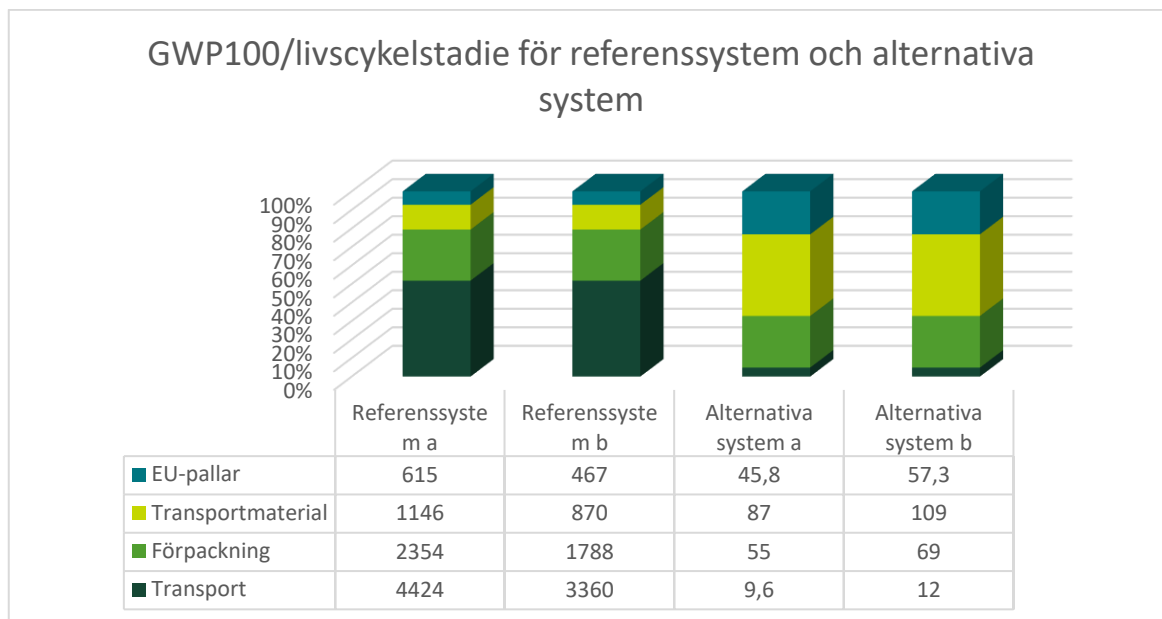
De teoretiska fördelarna med en skånsk tunnelodling är flertaliga. Sett utifrån denna studies fyra kategorier (*transport, förpackning, transportmaterial* och *EU-pallar*) samt i relation till en lika stor (3 000 kvm) tunnelodling i Spanien ser den totala GWP100 [kgCO₂eq] för både referenssystem a/b samt alternativa system a/b ut enligt figur 7.



Figur 7. Totala GWP100 [kg CO₂eq] beräknat för studiens fyra kategorier transport, förpackning, transportmaterial och EU-pallar, baserat på skördenivåerna [kg] av referenssystem a (15 800 kg) respektive b (12 000 kg) (Ariza et al. 2021) samt alternativa system a (1 200 kg) (HIR Skåne et al. 2019) respektive b (1 500 kg) (Andersson et al. 2011).

Som figur 7 påvisar är den totala GWP100 [kg CO₂eq] för referenssystem a/b betydligt högre jämfört med värdet för alternativa system a/b. Anledningen till detta är dels att transporten för referenssystem a/b har ett högre GWP100 [kg CO₂eq] per kg färska jordgubbar, samt dels för att skördenivåerna är högre för referenssystem a/b för en tunnel av 3 000kvm jämfört med alternativa system a/b.

Fördelningen av den totala GWP100 [kg CO₂eq] på studiens fyra kategorier (transport, förpackning, transportmaterial och EU-pallar) för både referenssystem a/b samt alternativa system a/b ser ut enligt figur 8.



Figur 8. GWP100 [kg CO₂eq] beräknat utefter studiens fyra kategorier transport, förpackning, transportmaterial och EU-pallar, baserat på skördenivåerna [kg] av referenssystem a (15 800 kg) respektive b (12 000 kg) (Ariza et al. 2021) samt alternativa system a (1 200 kg) (HIR Skåne et al. 2019) respektive b (1 500 kg) (Andersson et al. 2011).

Den kategorin med störst skillnad i GWP100 [kgCO₂eq/kg färska jordgubbar] för de två olika huvudsystemen är *transporten*, med en reduktion av 0,272 kgCO₂eq/kg färska jordgubbar för det alternativa systemet. Den andra kategori som utgör en reduktion för det alternativa systemet är *förpackningar* med 0,103 kgCO₂eq/kg färska jordgubbar. *Transportmaterial* samt *EU-pallar* utgjorde ingen avsevärd skillnad mellan systemen.

För referenssystemet är *transporten* följt av *förpackningar* de störst bidragande kategorierna medan *transportmaterial* följt av *förpackningar* är de störst bidragande kategorierna för det alternativa systemet. En skånsk tunnelodling kan bidra med att sänka GWP100 [kg CO₂eq] för referenssystemets *transport* och *förpackningar* avsevärt. Däremot är avkastningen (skördemängden) från en 3000 kvm hög tunnelodling i Skåne avsevärt lägre jämfört med i Spanien. Dock är skördenivåerna som det alternativa systemet baseras på (a + b) något lägre än hur avkastningen i Skåne faktiskt ser ut (Andersson et al. 2011).

En skånsk tunnelodling på 3000 kvm av *Fragaria x ananassa* har potential att reducera GWP100 [kg CO₂eq] avsevärt (cirka 80 gånger) för *transport* samt *förpackningar* av importerade kulturer från Spanien. Att poängtera är att detta baseras på en bestämd skördemängd. Dock är GWP100 [kg CO₂eq] per kg färska jordgubbar för transportstadiet för skånska jordgubbar 0,272 kg CO₂eq/kg mindre jämfört med de importerade jordgubbarna, likaså är förpackningarna 0,103 kg

CO₂eq/kg lägre för de skånska jordgubbarna. Slutligen är däremot skördemängden cirka 25 000 kg lägre för en skånsk tunnelodling, detta innebär att det krävs 10 tunnlar på 3000 kvm för att uppnå samma avkastning som för de spanska tunnlarna. Detta ger dock fortfarande en reduktion av totala GWP100 [kg CO₂eq] av 4,4 gånger (11 617 kg CO₂eq) jämför med de importerade jordgubbarna (summan av totala GWP100 för referenssystem a + b). Vidare studier av hur GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] påverkas av de ytterligare nio tunnlarna behövs för kategorier så som tunnelmaterial, plantmaterial, kulturinsatser, och övriga stadier i livscykeln för att avgöra hur GWP100 [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar] påverkas från hela livscykeln.

5. Slutsatser

5.1. Möjliga reduktioner av GWP100 under transport av importerade kulturer

En möjlig reduktion av GWP100 [kgCO₂eq/kg färska jordgubbar] under transport för tunnelodlade kulturer *Fragaria x ananassa* i södra Europa som exporteras till Västeuropa är att byta förpackningsmaterial. Ett byte av 500-grams PET-askar till 500-grams kartongaskar kan reducera GWP100 med 0,103 kgCO₂eq/kg färska jordgubbar (Denstedt et al. 2010; Hagerman 2009), dock behöver kartongaskarnas lämplighet för långdistansfrakt utvärderas.

5.2. Potentiella vinster i GWP100 med en skånsk tunnelodling

En skånsk tunnelodling kan ge möjliga reduktioner av GWP100 [kgCO₂eq/kg färska jordgubbar] jämfört med importerade kulturer från södra Europa. *Transport* samt *förpackningar* kan reduceras med 0,272 kgCO₂eq/kg respektive 0,103 kgCO₂eq/kg (Denstedt et al. 2010; Hagerman 2009). Det totala GWP100 [kgCO₂eq] från *transport, förpackningar, transportmaterial* samt *EU-pallar* för en lika hög avkastning i skåne som i Spanien, kan reducera GWP100 från de importerade referenssystemen (a + b) med 11 617 kg CO₂eq, en förminskning med faktor 4,4 (Denstedt et al. 2010; Hagerman 2009; Boakye-Yiadom et.al. 2021). Att påpeka är behovet för utvärdering av övriga livsstadiers inverkan på det totala GWP100 [kgCO₂eq/kg färska jordgubbar] från de extra nio polytunnlarna.

Referenser

- Andersson, L., Håkansson, B., Nilsson, T., Söderlind, M., Winter, C. (2011). *Kalkyler för jordgubbar och hallon*. http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo11_13.pdf [2021-12-10]
- Ariza, M.T., Gómez-Mora, J.A., López, D., Martínez-Ferri, E., Medina, J.J. & Soria, C. (2021). *ISHS Acta Horticulturae*. <https://www.actahort.org/members/showpdf?session=1481394> [2021-12-21]
- Baudion, C., Girgenti, V., Peano, C. & Tecco, N. (2013). *From “farm to fork” strawberry system: Current realities and potential innovative scenarios from life cycle assessment of non-renewable energy use and green house gas emissions | Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.133>
- Bengtsson, F. & Jonsson, U. (2021). Local flavour, global labour. 66
- Chatterton, J., Graves, A. & Kulak, M. (2012). *Reducing greenhouse gas emissions with urban agriculture: A Life Cycle Assessment perspective | Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.11.007>
- Davies, M., Warner, D.J., Hipps, N., Osborne, N., Tzilivakis, J. & Lewis, K.A. (2010). Greenhouse gas emissions and energy use in UK-grown short-day strawberry (*Fragaria xananassa* Duch) crops. *The Journal of Agricultural Science*, 148 (6), 667–681. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000493>
- Denstedt, C., Lüneburg-Wolthaus, J., Breloh, L., Eimer, M. & Blanke, M. (2010). Carbon footprint of early strawberries imported from Spain into Germany - From farm to fork. 1, 499–504
- Frisch, T. (2007). Intervale Community Farm. 77
- Hagerman, T. (2009). SLU – Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ. 34
- Hancock, J. & Simpson, D. (1995). Methods of Extending the Strawberry Season in Europe. *HortTechnology*, 5 (4), 286–290. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.5.4.286>
- Heijungs, R., Huppes, G. & Guinée, J.B. (2009). *Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis | Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.010>

- HIR Skåne, Håkansson, T, Kronhed, A., Lovanggruppen, Pettersson, P. (2019). *Kalkyler för jordgubbar i tunnel*. <http://tillvaxtradgard.slu.se/uploads/rapporter/190.pdf> [2021-12-10]
- Hooda, P.S. & Michalský, M. (2015). *Greenhouse gas emissions of imported and locally produced fruit and vegetable commodities: A quantitative assessment* / Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.018>
- Jordens huvudklimattyper / SMHI (2021). <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/jordens-klimat> [2021-11-23]
- Lamont, W.J. (2009). Overview of the Use of High Tunnels Worldwide. *HortTechnology*, 19 (1), 25–29. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.19.1.25>
- Rowley, D., Black, B. & Drost, D. (2010). High Tunnel Strawberry Production. 6
- Svenska institutet för standarder (2020). *Standard - Miljöledning - Livscykelanalys - Principer och struktur (ISO 14040:2006) SS-EN ISO 14040:2006*. Svenska institutet för standarder, SIS. <https://www.sis.se/produkter/ledningssystem-e07b0fe8/ledningssystem-for-miljo/sseniso140402006/> [2021-11-17]
- Sveriges officiella statistik (2021). *Bär på friland efter Region, Gröda, Tabelluppgift och År. PX-Web*. http://statistik.sjv.se/PXWebPXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets_statistikdatabas/Jordbruksverkets_statistikdatabas_Tradgardsodling_Odling_Atbara_vaxter/JO0102P3.px/ [2021-11-23]
- Sønsteby, A. & Karhu, S. (2005). Strawberry Production, Growth and Development in Northern Climates. *International Journal of Fruit Science*, 5 (1), 107–114. https://doi.org/10.1300/J492v05n01_10
- Winter, C. (2016). *Ekologisk odling av jordgubbar*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo1625.html> [2021-11-23]

Bilaga 1

Skillnader i växthusgasutsläpp från inhemska respektive importerade jordgubbar

Den jämförande studien av skillnader i växthusgasutsläpp från inhemska respektive importerade jordgubbar utförd av Hooda & Michalský (2015) berör såväl frilandsodlade som växthus- och tunnelodlade jordgubbar. De importerade kategorierna som behandlas är jordgubbar flygfraktade utanför Europa, jordgubbar fraktade med tunga gods fordon från Europa, samt jordgubbar producerade och transporterade inom Storbritannien med lätta gods fordon. Transportsträckorna beräknades som närmsta fågelväg från producenternas huvudstad till London, och vidare 160 km till ett representativt distribueringscenter för de importerade jordgubbarna (Hooda & Michalský 2015). Inhemsk transportsträckor beräknades likaså som 160 km till ett representativt distribueringscenter. Ett tillägg i transportstadiet infördes dock för flygfrakten i ett försök att tillgodoräkna potentiella förseningar, cirkuleringar och avvikande rutter; dessutom tillgodoräknades andra utsläpp av växthusgaser förutom koldioxid, så som kväveoxider (Hooda & Michalský 2015).

Export från Spanien till Västeuropa

Livscykelanalysen (GWP; [kg CO₂eq/kg färska jordgubbar]) genomförd av Denstedt et al. (2010) berör en årlig tunnelodling i Huelva, Spanien. Den höga tunneln är försedd med en plastfolie av polyetylen, var plantor odlas i upphöjda bäddar täckta med plastfilm. Analysen innefattar leverans av plantor samt PET-askar till tunnelodlingen i Huelva, odlingsinsatser och kemikaliebruk vid plantutveckling, paketering, transportledet från gården i Huelva till livsmedelsbutik i Tyskland, transport för konsument, samt kassering av PET-askarna i Tyskland (Denstedt et al. 2010).