



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Växtnäringsförsörjning i ekologisk odling utan tillförsel av animaliska gödselmedel

Plant nutrients in organic cultivation without supply of
animal fertilizers

Anton Odhnoff & Zottie Eidstam

Växtnäringsförsörjning I ekologisk odling utan tillförsel av animaliska gödselmedel

Plant nutrients in organic cultivation without the supply of animal fertilizers

Anton Odhnoff & Zottie Eidstam

Handledare: Helena Karlén, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i trädgårdsvetenskap, G2E

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör odling – Kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

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

Nyckelord: växtbaserad odling, vegan, ekologisk odling, växtnäring, gröngödsling, bördighet, mikroliv

Keywords: plant-based farming, vegan, organic production, plant nutrient, green manures, soil fertility, microlife

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Abstract

The study is about plant nutrient supply for an organic, plant-based cultivation system. The purpose has been to find out whether the nutritional supply can be secured by different cultivation methods in an organic plant-based cultivation system. The reason we choose this subject is because of its relevance for the future.

The Swedish Parliament has decided that livestock should be reduced in Sweden due to its impact on climate change with large greenhouse gas emissions as a result. Instead, a larger amount of the cultivated land should be used for cultivation of vegetables for human consumption as this has less climate impact than animal-based food. Increased organic production together with a decrease in livestock creates the need for alternatives to animal fertilizers. Already today, there may be difficulties in obtaining sufficient quantities of stable manure to secure the plant nutritional need in organic farming. An increasing number of growers are therefore putting in effort to build up soil fertility. In order to secure plant nutrition, methods such as crop rotation, catch crops, green manure, mulching and compost are used.

For fifteen years, there has been a certification that only allows plant-based fertilizers. Stockfree-Organic Standards that originating in the UK and Biocyclic Vegan Standard from Germany are two certifications that an increasing number of growers in Europe use because they want to grow without animal fertilizers. In Sweden, plant-based cultivation is also applied.

Sammanfattning

Studien handlar om växtnäringsförsörjning för ett ekologiskt, växtbaserat odlingsystem. Syftet har varit att ta reda på huruvida näringstillgången kan säkras med olika odlingsmetoder i ett sådant typ av system. Anledningen till val av ämne är att det finns en relevans för framtida odlingar.

Sveriges Riksdag har beslutat att djurhållningen ska minska i Sverige eftersom den påverkar klimatförändringar med stora utsläpp av växthusgaser. Istället ska mer av odlingsmarken användas för odling av vegetabilier för humankonsumtion som har en mindre klimatpåverkan än animaliska livsmedel. En ökad ekologisk produktion tillsammans med en minskad djurhållning skapar behov av alternativ till animaliska gödselmedel. Redan idag kan det finnas svårigheter att få tag i tillräckliga mängder stallgödsel för att säkra växtnäringsbehovet inom ekologisk odling. Allt fler odlare lägger därför vikt vid att bygga upp markbördigheten. För att säkra tillgång på växtnäring används en väl planerad växtföljd, fånggrödor, grüngödsling, marktäckning och kompost.

Sedan femton år tillbaka finns Stockfree-Organic Standards, en certifiering som enbart tillåter växtbaserade gödselmedel. Biocyclic Vegan Standard från Tyskland är ytterligare en certifiering som ett ökat antal odlare i Europa använder sig av eftersom de vill odla utan animaliska gödselmedel. Även i Sverige tillämpas växtbaserad odling.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
2. Syfte och frågeställning	3
3. Avgränsningar	3
4. Metod	3
5. Resultat	4
5.1 Kretslopp	4
5.1.1 Brutna kretslopp	4
5.1.2 Påverkbar markbördighet	4
5.1.3 Kolets kretslopp	5
5.1.4 Näringsämnenas kretslopp	6
5.2 Odlingsmetoder	10
5.2.1 Växtföljd	10
5.2.3 Fånggrödor	11
5.2.2 Jordbearbetning	13
5.3 Växtnäringsbalans	13
5.3.1 Växtnäringshushållning	13
5.3.2 Gödsling, tillförsel och innehåll	15
5.4 Organiska växtnäringskällor	16
5.4.1 Stallgödsel	16
5.4.2 Gröngödsling	18
5.4.4 Marktäckning	20
5.6 Näringsberäkningar	25
5.7 Växtbaserad odling	26
5.7.1 Stockfree-Organic Standards	26
5.7.2 Biocyclic Vegan Standard	27
5.7.3 Iain Tolhurst – Tolhurst Organic Produce, Oxfordshire, Storbritannien	28
5.7.4 Peter Albrecht – Villands Vånga, Skåne, Sverige	29
6. Diskussion	31
7. Referenser	35

1. Introduktion

Konstgödsel är industriellt framställd växtnäring som togs fram för 70 år sedan, med syfte att effektivt öka skörden inom jordbrukssektorn (Lowenfels & Lewis, 2006; Granstedt, 1998). Att enbart använda sig utav konstgödsel har lett till att mängden organiskt material minskat i marken, vilket i sin tur inverkar negativt på markbördighet och markliv. Det leder till att organiskt material inte bryts ner på samma sätt, att jordstrukturen som följd försämras och att näringsämnen förloras från jorden. Genom att arbeta upp ett rikt markliv med ökad tillförsel av organiskt material kan både jordstrukturen och näringsinnehåll byggas upp igen. Om jorden kan hålla näring istället för att den förloras leder det till att marken har en goda förutsättningar för odling (Lowenfels & Lewis, 2006). I den industrialiserade delen av världen arbetar odlare för en mer hållbar produktion med minskad påverkan på miljön. Det gör odlare genom mindre användning av konstgödsel, pesticider och i vissa fall mindre jordbearbetning (Brussaard & Ferrera-Cerrato, 1997). Allt fler odlare förlitar sig på markens inneboende förmåga att generera och bibehålla en god markstruktur, tillförsel av näring till växter vid rätt tillfälle och rätt plats. Kompostering har under senare tid fått ett ökat intresse på grund av att den tillför mikroorganismer och kol till marken samt förbättrar jordens struktur genom att dess slutprodukt tillför organiskt material (Johansson, 2019).

Ekologisk produktion ökar i Sverige och regeringen har som mål att 30 procent av den totala jordbruksarealen ska vara ekologisk år 2030 (Jordbruksverket, 2018). År 2018 stod ekologisk odling för totalt 20 procent. Enligt Jordbruksverkets, i Kvarnmo et al. (2019), föreskrifter för ekologisk odling på friland ska vall ingå i växtföljden och stallgödsel från egen gård bör användas. Specialgödselmedel, restprodukter från slakteri- och jästproduktion och matavfall kan användas då dess ursprung är ekologiskt. För att få märka produkter som ekologiska behöver de vara certifierade av enligt EU-regler för ekologisk produktion eller KRAV, som är en svensk märkning (Winter, 2015). KRAV följer EU:s förordning men ytterligare regler som sträcker sig längre än EU:s. Det gemensamma för gödselmedel som är godkända inom ekologisk odling är att deras näring är bundet i organiskt material (Alsanius, 2006a). Gröngödsling och kvarlämnande av skörderester ingår även de i kategorin organiska gödselmedel. De har en effektivitet i att de fungerar som viktiga humusgödselmedel och bidrar på så sätt till att öka markens bördighet. Även inom ekologisk odling finns utmaningar och

Röös et al. (2013) lyfter att ekologisk odling för humankonsumtion behöver utvecklas genom mer effektiva metoder för växtnäringsförsörjning.

De senaste åren har EU, Naturvårdsverket och Sveriges Riksdag lyft att den svenska djurhållningen bör minska. Detta för att minska utsläpp av växthusgaser som påverkar klimatet negativt (Kvarnmo et al. 2019; Sveriges Riksdag, 2019; Röös et al. 2013). Råberg (2017) menar att kalorier som används till spannmål för djurutfodran, istället hade använts direkt för människoföda så skulle det kunna mätta 3.5 miljarder människor extra i världen. Att använda odlingsmark till att producera djurföda, hur effektivt det än är, leder även till högre total användning av kväve (N). Kvävebehovet är 84 g N per 1000 kcal för djurkaloriproduktion jämfört med 16 g N per 1000 kcal för grönsakkaloriproduktion. Minskad djurhållning och konsumtion av kött skulle därför ha stort inflytande på att minska behovet av kvävetillförsel (Råberg, 2017). Animaliska livsmedel har större klimatpåverkan än vegetabilier (Röös et al. 2013). Koldioxidekvivalenter (CO₂eq) innefattar den totala summan av växthusgaserna metan, lustgas och koldioxid som påverkar global uppvärmning. Nötkött har i genomsnitt det högsta samlade koldioxidavtrycket (6.21 kg CO₂eq kg⁻¹) och grönsaker den lägsta (0.15 kg CO₂eq kg⁻¹) (Råberg, 2017). I ekologiska odlingar är det metan och lustgas som genom biologiska processer står för stora utsläpp av växthusgaser (Lööv et. al., 2013). Dessa processer innefattar kväveomsättning i marken, djurhållning, stallgödselhantering och utsläpp av koldioxid från förändrad markanvändning. Om djurhållningen minskar i Sverige kommer även mängden animaliskt gödsel minska. Därmed kommer växtnäringsförsörjningen i odlingar att påverkas.

Djurhållningens påverkan på klimat och minskad tillgång till stallgödsel har gjort att alternativa metoder för växtnäringsförsörjning har utvecklats (Hall & Tolhurst, 2015). Stockfree-Organic Standards är den första certifiering, från 2004, som innebär att odling varken innehåller animaliska produkter, artificiella kemikalier eller genmodifierade grödor (Stockfree Organic Services, 2017). Markbördighet och metoder för att bygga upp den långsiktigt ligger till grund för arbetssättet. Ytterligare en certifiering utvecklades i Tyskland och sedan 2017 är den användbar globalt (Biocyclic Vegan Agriculture, 2019a). Den innebär som Stockfree-Organic Standards ett växtbaserat och djurhållningsfritt odlingssätt.

2. Syfte och frågeställning

Syftet med studien är att undersöka växtnäringsförsörjningen i ett ekologiskt, växtbaserat odlingsystem med bibehållen markbördighet. I studien kommer vi utifrån problembilden beskriva hur näringstillgången säkras med hjälp av olika odlingsmetoder och vad en växtbaserad odling innebär. Fördelar och utmaningar med dessa metoder kommer att belysas.

- Vilka växtbaserade alternativ kan ingå i en gårdsbaserad näringscirkulering och är dessa tillräckliga för att täcka det totala växtnäringsbehovet?

3. Avgränsningar

Vi har valt att avgränsa vår studie genom att endast belysa organiska växtnäringskällor som kommer från den egna gården samt godkända enligt KRAV. Det innebär dels växtbaserat gödsel dels olika odlingsåtgärder som främjar näringstillgång i mark. Vi har valt ut tre viktiga makronäringsämnen, kväve, fosfor och kalium (NPK) för att undersöka hur en växtbaserad odling kan försörjas genom dessa. Vi är medvetna om att både ytterligare odlingsåtgärder samt ytterligare näringsämnen är av stor vikt. På grund av brist på utrymme kommer dessa inte belysas i denna studie. Inte heller ekonomiska aspekter kommer att belysas. Iain Tolhurst har valts som ett exempel på odlare eftersom han har lång erfarenhet av växtbaserad odling. Peter Albrecht har valts ut som ett exempel från Sverige.

4. Metod

Ren litteraturstudie. Material har samlats in från databaserna Primo, LIBRIS, Google Scholar samt tryckt material från SLU Alnarps bibliotek, Malmö Stadsbibliotek samt Malmö Universitetsbibliotek.

5. Resultat

5.1 Kretslopp

I detta avsnitt beskrivs hur människan påverkar olika kretslopp i odlingen och hur dessa ser ut kopplat till markbördighet, kolets kretslopp och näringsämnenas kretslopp.

5.1.1 Brutna kretslopp

I dagens odling förbrukas mer energi än vad som byggs upp igen (Granstedt, 1998). Exempelvis fossil energi som tagit miljoner år att bygga upp förbrukas i rask takt. Fossil energi används för bland annat tillverkning av konstgödsel, framförallt kvävegödselmedel. Gruvbrytning för att få fram mineralämnena exempelvis råfosfat som behövs för fosforförsörjning i odlingar, förbrukar metaller och kemiska föreningar som varit koncentrerade i jordskorpan. Syntetiskt tillverkade gödselmedel sprider substanser i miljön som har stora konsekvenser på bland annat vattendrag i form av övergödning, vilket leder till syrebrist och försurning. Framförallt tillförs för lite organiskt material till odlingsjorden i förhållande till vad som förbrukas vid jordbearbetning och bortförel av skörden, vilket har påverkat markbördigheten negativt. Naturens kretslopp för en fungerande odling är brutet i och med att enbart använda sig av konstgödsel utan återföring av organiskt material (Granstedt, 1998). Jordbruksverket (2019) arbetar med hjälp av forskare, för att få en balans mellan förbrukning och återanvändning av naturresurser. Nedan följer processer i jorden som enligt forskare är viktiga för att återupprätta en balans i odling.

5.1.2 Påverkbar markbördighet

Olika odlingsåtgärder, som beskrivs i avsnittet odlingsmetoder (5.2), kan leda till att markens bördighet byggs upp (Granstedt, 1998). Markbördigheten påverkas av mängden markorganismer och organiskt material (mullhalt) som tillförs från växter och djur, vilket beskrivs nedan i organiskt material (5.1.3.1) och markorganismer (5.1.3.2). Utöver detta påverkar även hur mycket näringsämnen som finns i ursprungsmaterialet i jorden.

Markbördighet påverkas även av klimatet (Persson & Otabbong, 1994). Det påverkar inte bara markprocesserna såsom vittring, försurning, utlakning och nedbrytning av organiskt material. Klimatet har en direkt inverkan på växters utveckling på grund av varierande dagslängd, nederbörd och temperatur. Bördigheten hos en jord är inte konstant, utan det är något som kan

förbättras, bibehållas eller försämrats beroende hur marken används. En del av bördighetsfaktorerna kan påverkas av odlaren genom långsiktiga åtgärder. Dessa kan betecknas som påverkbara bördighetsfaktorer. Opåverkbara faktorer är mineralsammansättningen i marken och topografin, en marks olika fysiska nivåer. Markbiologiska processer kan exempelvis påverkas (Persson & Otabbong, 1994).

5.1.3 Kolets kretslopp

Det yttre kretsloppet av kol innebär att i atmosfären så finns det koldioxid (CO₂) och med hjälp av solljus kan växter samla in koldioxid, fotosyntesen (Prasad & Power, 1997). CO₂ ombildas till glukos. Djur och människor kan äta och förbränna växterna och då återgår kolet in i atmosfären i form av CO₂, genom cellandning. CO₂ återgår även till atmosfären från växter genom deras cellandning. Det inre kretsloppet består i att växter och djur dör och bryts ner i jorden av jordlevande organismer. Dessa organismer tar tillvara på energin från växter och djur via cellandning som gör att skapas än mer CO₂ som går ut i atmosfären (Prasad & Power, 1997).

5.1.3.1 Organiskt material

Organiskt material är allt i jorden som lever eller har levt och finns i det översta lagret i jorden, matjordslagret (Murphy, 2015). Det inkluderar löv som faller från träden, aktiva växtrötter, döda nedbrutna rötter, levande och döda mikroorganismer och all den materia de släpper ut. Trots sin ringa del så kontrollerar organiskt material över nästan alla jordens egenskaper (Murphy, 2015). Det organiska materialet avgör vad som är möjligt att göra med tung lerjord eller en sandig jord. Det ökar den vattenhållande kapaciteten och när näring blir växttillgängligt. Det organiska materialet förvarar och återvinner växtnäring i levande och döda bakterier och svampars kroppar. Utan organiskt material är jorden bara nedbruten berggrund. Av allt organiskt material är det bara 5 procent som är levande, vilket kallas för biosfären (Murphy, 2015). Organiskt material i jorden är hela tiden i någon form av nedbrytning. Tillsammans är de levande och nedbrutna organiska delarna av jorden en härva av levande, nyligen dött, sedan länge dött organiskt material bestående av organismer och växter som håller ihop jordstrukturen. Denna lilla fraktion av jorden som konstant lever och andas är ett kraftverk av aktivitet vars effekter överväger dess proportionella storlek och vikt (Murphy, 2015). Det är den levande motorn i ett odlingssystem som förser näring till växter genom att konstant konsumera och utsöndra näring. Detta innebär också att jordens egen växtnärlingslevererande förmåga påverkas i högre grad när jorden gödslas med organiska gödselmedel jämfört med rena

mineralgödselmedel (Båth, 2015). I ekologisk odling talas det om att gödsla jorden snarare än om att gödsla växter.

5.1.3.2 Markorganismer, mikro- & makroliv

I en liten mängd jord ifrån matjordslagret finns det miljontals med mikroliv (Murphy, 2015; Lowenfels & Lewis, 2006). Bakterier, svampar och större organismer som dagmaskar finns där och är viktiga för omvandling av organiskt material till humus och därmed höja mullhalten (Granstedt, 1998). Tillförsel av organiskt material till jorden påverkar frigörelsen av jordens egna näringsförråd genom att uppföröka mikroflora och markfauna i marken (Båth, 2015). Mikroorganismer utsöndrar syror som frigör kemiskt bundna växtnäringsämnen och vittring av mineral (Lowenfels & Lewis, 2006). Vidare stimuleras frigörelsen av fosfor genom att förhindra att fosfor binds upp i svårslösliga föreningar.

Allt liv behöver energi för sin överlevnad (Lowenfels & Lewis, 2006; Båth, 2015). De flesta av dessa mikroorganismer med vissa undantag behöver kolföreningar för att få tillräckligt med energi för överlevnad. Kolet kan komma från organiskt material, från växter och växtrester, avfallsprodukter producerat av andra organismer eller från andra döda organismer (Lowenfels & Lewis, 2006). Mykorrhiza är ett komplext nätverk mellan svampar i jorden och växters rötter. Svampens hyfer eller mycel (svamptrådar) och en växts rötter lever i symbios genom att mycel tränger in i rötterna och hjälper att förse växten med vatten och näringsämnen som den själv inte kommer åt, i utbyte mot organiska föreningar från växten (Lowenfels & Lewis, 2006).

5.1.4 Näringsämnenas kretslopp

Alla näringsämnen i jorden befinner sig i någon form av kretslopp (Steineck et al. 2000). Näringsämnen bryts ner i marken, tas upp av växter, bryts ner från växter, byggs upp i form av humus.

5.1.4.1 Markbunden näring

Jorden innehåller olika makro- och mikronäringsämnen som växter behöver för att utvecklas (Barber, 1995). Växter behöver främst kväve (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalcium (Ca) och svavel (S). Dessa kallas för makronäringsämnen. Till mikronäringsämnen som växter också behöver, men inte i lika stor mängd hör; järn (Fe), mangan (Mn), zink (Zn), bor (B), koppar (Cu), molybden (Mo), klor (Cl) och nickel (Ni). Tillgången på näringsämnen

skiftar beroende vad det är för typ av jord och de är också olika hårt bundna i marken (Barber, 1995).

Kväve (N) finns huvudsakligen i det organiska materialet i jorden (Barber, 1995). Kväveinnehållet kan uppgå till mellan 4 och 30 ton N/ha beroende på vilken jordart (Båth, 2003). Kväve i jorden finns i fem olika kategorier; kväve i organiskt material, i mineralform i marklösning, nitrat (NO_3^-) och ammonium (NH_4^+), ammonium fixerad vid lerpartiklar, från växtrester och gasform i atmosfären som består av ca 80 procent kväve (Barber, 1995). Utbyte mellan olika former av kväve sker främst genom mikrobiell aktivitet. Andel kväve som frigörs från gödselmedel eller markens egna förråd varierar och beror på flera faktorer (Båth, 2015). En viktig faktor är proportionen mellan kol och kväve, vilket kallas för C:N-kvoten. Ju högre C:N-kvot desto lägre kvävefrigörelse. Det beror på att frigörelse av kväve påverkas av vilken typ av organisk förening kolet är bundet i. Om kolet är bundet i organiska föreningar som frigörs långsamt kommer också kvävet i dessa föreningar frigöras långsamt.

Fosfor (P) är ett viktigt näringsämne för odling och det översta lagret i jorden innehåller förhållandevis liten mängd (0.12%) jämfört med vad växter behöver (Barber, 1995). Innehåll av fosfor i marken finns i jonform i marklösningen, adsorberad på ytan av oorganiska markbeståndsdelar, i mineralform och som en beståndsdel av organiskt material. Mykorrhiza kan komma åt näring långt från rotzonen som transporteras till växten. Samarbetet spelar därför en stor roll för växtnäringsförsörjning av speciellt fosfor (Cavagnaro, 2014). I framtiden kommer fosfor som är bunden i marken att spela en stor roll då fosfor är en ändlig resurs, det finns endast en begränsad mängd att bryta från berggrund (Steineck et al. 2000).

Kalium (K) är en stor del av jordskorpan (Barber, 1995). Kalium finns främst hårt bunden i mineral men kan även finnas löst bunden i markvätskan samt vara utbytbar. Ämnet påverkas lätt av vittring då det frigörs, blir utbytbar och på så sätt tillgängligt för växter. Det är framförallt från marklösning och i utbytbar form som växter har störst möjlighet att ta upp K (Johansson, 2019). Eftersom löst bunden kalium även är lätt rörligt kan det finnas risk för utlakning.

5.1.4.2 Kvävet kretslopp

Oorganiskt kväve från luften går genom mikrobiella processer i marken (Granstedt, 1998). Det sker genom biologisk kvävefixering eller frigörs genom nedbrytning av dött organiskt material, mineralisering. Kvävet kretslopp består av både ett inre och yttre kretslopp. Det inre kretsloppet sker mellan mark och växter där kvävet utnyttjas från förmultnande växtdelar, djurexkrementer och humus. Det yttre kretsloppet sker mellan biosfären och atmosfären där kvävet binds ur luften genom biologisk kvävefixering och avges i form av kvävgas eller lustgas (Granstedt, 1998). I kvävet kretslopp kan det också ske förluster av kväve (Alsanius, 2006a). Nitrat urlakas lätt eftersom det är lättlösligt i jorden och inte binds till markpartiklar. Nitratutlakning kan leda till övergödning av yt- och grundvatten. Denitrifikation är ytterligare en källa till förluster av kväve, vilket innebär nitrat omsätts till kväveoxider (gasform) och avgår i atmosfären främst på grund av vattenmättad mark och denitrifikationsbakterier (Alsanius, 2006a). Denitrifikation kan också vara en fördel för att minska övergödning, genom att kväve avgår i gasform istället för att utlakas till vattendrag (Granstedt, 1998). Denitrifikation kan dock ha en stor effekt på utsläpp av växthusgaser.

5.1.4.3 Markanalyser på kort och lång sikt

Markkartering eller jordanalys innebär regelbundna jordprovstagningar vilket är viktigt för att bedöma jordens växtnäringsleverande förmåga (Båth, 2015). En markkartering omfattar pH-värde (antal vätejoner i en lösning), halten NPK och magnesium (Mg) och jordart med mullhaltsbestämning. Behovet av gödsling härleds till växttillgängliga näringsämnen i jorden (Alsanius, 2006b) Den går att göra med olika metoder; Spurway-analys som mäter lösliga näringsämnen i jorden. Denna metod ger information om tillgången på lösliga näringsämnen. Ammoniumlaktat-analys (AL-analys) ger information om växtnäringsförrådet det vill säga jordens förmåga att frigöra växtnäring under en odlingssäsong eller flera år. Analysen visar inte enbart de mest lösliga utan även starkare bundna näringsämnen. Näringsämnen delas upp i klasser från I-V i mängden mg 100 g⁻¹ jord som finns lösligt (Alsanius, 2006b), se tabell nr. 1, sid. 9. HCl-analys används för att utläsa markens långsiktiga näringsförråd, växtnäring som kan frigöras över en period på 15-100 år (Alsanius, 2006b). Analysen används inte för att beräkna säsongens gödselbehov utan för att se förrådet av växtnäringsämnen. Se tabell nr. 2, sid. 9, för klasser av fosfor och kalium. Tabell nr. 3, sid. 9, visar hur mycket näringsämnen som mineraliseras i olika typer av jordar under ett år, vilket ger information om mängden växttillgänglig näring inför nästkommande odlingssäsong.

Tabell nr. 1 AL-klasser (mg (100 g jord)⁻¹)

Lättlösligt fosfor, P-AL		Lättlösligt kalium, K-AL	
Klass	mg P (100 g jord) ⁻¹	Klass	mg K (100 g jord) ⁻¹
I	< 2.1	I	< 4.1
II	2.1-4.0	II	4.1-8.0
III	4.1-8.0	III	8.1-16.0
IV	8.1-16.0	IV	16.1-32.0
V	> 16.1	V	> 32.1

(Alsanius, 2006b)

Tabell nr. 2 HLI-klasser (mg (100 g jord)⁻¹)

Svårlosligt fosfor, P-HCl		Svårlosligt kalium, K-HCl	
Klass	mg P (100 g jord) ⁻¹	Klass	mg K (100 g jord) ⁻¹
I	< 21	I	< 51
II	21-40	II	51-100
III	41-60	III	101-200
IV	61-80	IV	201-400
V	> 81	V	> 401

(Alsanius, 2006b)

Tabell nr. 3 Årlig mineralisering under odlingsperioden från olika jordtyper.

	Sandjord	Lerjord	Mulljord
Årlig leverans under växtperiod av:	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Kväve	30-50	40-80	100-250
Fosfor	5-20	5-20	5-15
Kalium	10-50	50-150	10-50

(Båth, 2015)

5.2 Odlingsmetoder

Nedan följer metoder för att hushålla med växtnäring i en ekologisk odling dels vad gäller läckage och förluster dels för att utnyttja näringen som finns tillgänglig.

5.2.1 Växtföljd

Mångfald av grödor ger mångfald i positiva och användbara egenskaper som ligger till grund för hur en växtföljd planeras upp (Källander & Ögren, 2005). Planering av växtföljd sker efter grödornas olika förfruktswärde, vilket innebär att en gröda har effekt på påföljande gröda. Effektiv växtnäring i ekologisk odling av grönsaker kombinerar både gödslingsstrategier och växtföljdspektiv (Rölin, 2015a). Det vill säga när det finns behov i växtföljden ska tillförsel av gödsel ske för en förbättrad skörd. Hänsyn tas både till leverans av näring från jorden och till tillförd näring. Det ska vara en balans mellan närande grödor, kvävefixerande baljväxter med djupa rotsystem och tärande grödor det vill säga radodlade grönsaker (Källander & Ögren, 2005). Vanligast för ekologisk odling är en 5-8-åring växtföljd. Vid planering av en växtföljd behövs det ta hänsyn till vilket klimat som råder, vilken typ av jordmån och skördemöjligheter. Detta varierar mycket mellan olika odlingar i Sverige. Vall eller grüngödsling med baljväxter i växtföljden har en viktig betydelse inom ekologisk odling och är enligt KRAV:s regelverk ett måste i frilandsodling (Båth, 2015). Stor vikt fästs vid att hushålla med kvävet som odlas fram genom vall, kvävet behöver komma växterna tillgodo och inte urlakas eller avdunsta. Effekter blir enligt Båth (2015) olika på grund av andel klöver (total mängd fixerat kväve), liggtid (hur länge den odlas), tidpunkt för vallbrott (skörd och/eller nedbrukning).

Ytterligare egenskaper som tas i beaktning vid val av plats i växtföljden är enligt Källander & Ögren (2005) växtens rotsystem, dess näringsbehov, upptagningsförmåga, utvecklingstid samt tid för näringsupptag. Rotsystemets växtsätt har betydelse då flera rötter i jorden leder till att tillgänglig växtnäring utnyttjas bättre. Djuprotade korsblommiga arter som kål och många baljväxter exempelvis lusern transporterar näringsämnen från djupare lager i jorden till matjordslagret. Ytligare men välförgrenade rötter utnyttjar näringsämnen i matjordslagret. Djuprotade vall- och grüngödslingsväxter påverkar mullhalten och mängden markorganismer positivt genom att de tillför mycket organiskt material från växtrester, vilket också leder till bättre aggregatbildning (partiklar i jorden binds ihop) i jordstrukturen. Detta gör att jorden blir mer lucker och stabil. Näringsbehovet skiftar beroende på gröda, framförallt gällande kväve

och kalium (Källander & Ögren, 2005). Krävande grödor exempelvis potatis och kål behöver få en plats i växtföljden då jorden innehåller mycket näring. Detta för att undvika näringsbrist och utnyttja växtnäring optimalt. Grödans upptagningsförmåga av svårösliga mineraler exempelvis fosfor varierar mellan olika grödor. Korsblommiga arter har god förmåga att ta upp svårösliga mineraler från ett djupare lager i jorden och på så sätt kan de gynna efterkommande grödor som har en sämre upptagningsförmåga. Grödor som ger tidig skörd ger möjlighet till ytterligare sådd i form av fånggröda, för att hålla kvar och minska utlakning av näring. Tiden för näringsupptagning är viktigt i en växtföljd, för att hos en del grödor är näringsupptag jämnt under hela växtsäsongen, exempelvis baljväxtvall och hos vissa grödor är näringsupptaget tidigt på säsongen, exempelvis potatis. Grödor som har tidigt näringsupptag behöver därför tillgång på lättillgänglig näring. (Källander & Ögren, 2005). I tabell nr. 4, sid. 11, beskrivs ett exempel på hur växtföljden ser ut på Tolhurst Organic Produce i England.

Tabell nr. 4 7 årig växtföljd på 1 hektar fält vardera

Fält nr. 1	Rödklöver, lusern eller gul sötväppling
Fält nr. 2	Rödklöver, lusern eller gul sötväppling
Fält nr. 3	Potatis
Fält nr. 4	<i>Brassicaceae</i> -familjen, vitkål, blomkål, broccoli, brysselkål
Fält nr. 5	<i>Allium</i> -släktet, gullök, rödlök, purjolök
Fält nr. 6	<i>Apiaceae</i> -familjen, morot, dill, persilja, palsternacka & betor
Fält nr. 7	Squash eller sockermajs

(Hall & Tolhurst, 2015)

5.2.3 Fånggrödor

En fånggröda har som uppgift att minska läckage av kväve (Aronsson et al. 2012). För att ha möjlighet till det så behöver den valda fånggrödan ha lätt att etablera sig under förhållanden som inte alltid är optimala, exempelvis torka, kyla och dålig ljusstillgång. Detta för att kunna ta till sig mycket kväve under den period då det finns tillgängligt och just då passa på att växa till sig och hålla kvävet. Senast augusti kan fånggrödor sås in efter huvudgrödan och särskilt viktigt är då förmågan till kraftig tillväxt eftersom det kan finnas en stor mängd kväve i marken efter skörd av huvudgrödan. Då fånggrödan sås in tillsammans med huvudgrödan är det viktigt att den inte konkurrerar. Den ska ta tillvara på lagom mängd näring så inte tillväxten på

huvudgrödan störs, men ha etablerat ett rotsystem som kan ta upp näring när huvudgrödan har skördats (Aronsson et al. 2012).

Utöver att fånga in kväve kan en fånggröda ha positiva effekter på växtföljden genom att den kan tillföra organiskt material till jorden, vilket gynnar marklivet och markstrukturen (Aronsson et al. 2012). Fånggrödors positiva inverkan på markstrukturen kan även minska att fosfor läcks ut. Förutom vid nedbrukning tillförs organiskt material även under tillväxten, genom mykorrhiza samt i samband med bladfällning. Mullhalten ökar på sikt och både kol och kväve lagras in i matjordslagret. Med ökad mullhalt så ökar jordens kvävelevererande förmåga. Försök i Sverige visar att med hög mullhalt så sker en ökning av kvävehalt i marken med ca 3-5 procent (Aronsson et al. 2012). Dock kan en ökad mullhalt leda till ökning av utlakning under det första året som fånggrödan brukas ner. I tabell nr. 5 sid. 12, exemplifieras olika kategorier av fånggrödor och deras positiva egenskaper.

När nedbrukning sker är det viktigt att balansera upptag och mineralisering menar Aronsson et al. (2012). Gröda som brukas ner gör att nedbrytning startar vilket innefattar att kväve börjar samlas i marken. Mineraliseringsförloppet har olika hastighet beroende på C:N-kvot. Om C:N-kvoten är högre än 20 så sker inledningsvis en immobilisering av kväve. Allt eftersom organiska föreningar förbränns av mikroorganismer så mineraliseras kvävet. Detta ger en liten kvävetillgång till kommande grödor. Låg C:N-kvot gör att kväve frigörs snabbare och därför finns risk för läckage om nedbrukning sker vid fel tidpunkt.

Tabell nr. 5 Olika kategorier av fånggrödor och deras positiva egenskaper

Kategorier av fånggrödor	Egenskaper & positiva funktioner
Gräsarter (familjen <i>Poaceae</i>)	Köldtåliga, producerar växtmaterial med högt C:N-kvot och fångar upp kväve i matjordslagret
Korsblommiga växter (familjen <i>Brassicaceae</i>)	Snabb etablering, djupa rötter därmed potential som eftersådd fånggröda
Baljväxter (familjen <i>Fabaceae</i>)	Grüngödslingsgröda, förfruktsvärde för efterkommande gröda genom kvävefixering

(Aronsson et. al., 2012)

5.2.2 Jordbearbetning

Syftet med att jordbearbeta är att luckra packad jord, mylla ned skörderester och gödsel samt göra jorden redo för sådd (Gustafsson & Johansson, 2009). Behovet av att bearbeta jorden beror mycket på vad det är för jordart. Lättare jordar som sandjordar har ett större luckringsbehov än tyngre jordar, lerjordar eftersom lättare jordar lättare torkar ut. Finns det redan en bra markstruktur och mycket organiskt material i jorden så minskar behovet av att jordbearbeta. Tidpunkten för jordbearbetning har betydelse för bland annat hur strukturen påverkas och hur mycket näring som hålls kvar i marken (Gustafsson & Johansson, 2009). Minskad jordbearbetning skulle kunna ha en positiv inverkan på näringshushållning, mikroliv, minskad risk för kompaktering och skorpbildning. Även mykorrhiza skulle gynnas av minskad jordbearbetning (Hall & Tolhurst, 2015). Bearbeta torr jord kan leda till att den blir till damm som blåser iväg eller sköljs bort av nederbörd (Hall & Tolhurst, 2015). Bearbetning av våt eller frusen jord kan resultera i plogsula. Plogsula innebär att en skorpa bildas mellan matjordslagret och djupare lager i marken, vilket leder till att rötter förhindras att växa djupare i jorden och kompaktering innebär att större porer i matjordslagret förstörs och mindre porer dominerar. För att undvika kompaktering kan en odlare använda sig av grüngödslingsrötter, försiktig användning av maskiner vid odling och ökad population av dagmaskar. Cikoriarötter är ett exempel på växter vars rötter kan tränga igenom kompakterad jord (Hall & Tolhurst, 2015).

5.3 Växtnäringsbalans

Gemensamt för om det är en trädgård eller odling för produktion är att tillförsel av växtnäring ska vara behovsanpassad. När växten har ett behov av näring ska den finnas tillgänglig (Murphy, 2015). Nedan följer beskrivningar kring näring som förs bort vid skörd och hur mycket som behöver tillföras.

5.3.1 Växtnäringshushållning

I ekologisk odling är en stor del av tillförd näring bunden i organiska föreningar med olika omsättningshastigheter (Båth, 2015). Frigörelse av näringsämnen i organiska gödselmedel sker under den första halvan av odlingssäsongen. Detta kan innebära, att för vissa grödor med grunt rotsystem, kan näringen som frigjorts tidigt under odlingssäsongen ha förts längre ner i jorden med hjälp av vatten och blir därmed svåråtkomlig för rotsystemet (Båth, 2015). Se tabell nr. 6-8, sid. 14-15, för hur mycket näring som förs bort vid skörd och kväveupptag efter olika tidsperioder av kulturtiden (Hall & Tolhurst, 2015; Båth, 2015). Växtnäring som bortförs med

skörden eller på annat sätt går förlorad från jorden behöver återföras för att undvika brist på näring. Näringstillgängligheten för växter behöver även den upprätthållas eftersom växter inte kan ta upp bunden näring utan endast näring som löst i vatten, markvätskan (Kirchmann et al. 2008).

Tabell nr. 6 Genomsnittlig bortförande av näring vid skörd hos några exempel på frilandsgrödor

Gröda	N kg	P kg	K kg
Potatis 30t(ton) /ha	96	18	120
Lök 30t/ha	72	11	47
Morot 30t/ha	54	11	102
Vall/klöver 45t/ha	216	29.3	202

(Hall & Tolhurst, 2015)

Tabell nr. 7 Bortförel av näring vid skörd samt mängd näring i skörderester hos några exempel på frilandsgrönsaker

Gröda	Växtnäring i avsalu skörd, kg per 10 ton			Växtnäring i skörderester, kg per 10 ton avsaluskörd			Andel skörderesters vikt %
	N	P	K	N	P	K	
Potatis	25	6	50	27	3	27	40
Kepalök	20	4	30	19	1	17	25
Morot	15	3	30	12	2	25	29
Ärt	130	13	40	245	34	245	85
Böner	40	5	40	58	5	58	57
Frilandsgurka	10	2	15	22	4	45	43
Vitkål	25	4	25	25	4	27	40

(Båth, 2015)

Tabell nr. 8 Fördelning av kväveupptag över tid hos olika grödor

Gröda	N-upptag i % av totalt upptag efter olika tidsperioder av kulturtiden		
	20%	50%	80%
Morot	1	16	48
Kepalök	0	23	73
Frilandsgurka	9	56	91
Vitkål	4	36	85

(Båth, 2015)

5.3.2 Gödsling, tillförsel och innehåll

En regelbunden tillförsel av organiskt material bör ske innan gödsel tillsätts. Vidare behöver olika grödors gödselbehov fastställas för att anpassa gödselgivorna (Alsanius, 2006a). Gödseltillförsel behöver grunda sig på näringsämnesbalansen i marken och val av relevant gödslingsintervall och gödslingsform.

Grundgödsling innebär en gödsling som en odlare gör på våren innan odlingen startar för att ge en bra grund för grödor att växa på (Hall & Tolhurst, 2015). Näring frigörs långsammare och under hela växtsäsongen. Precisionsgödsling kan istället förse grödor med mer lättillgängliga näringsämnen. I tabellen nr. 9 sid. 15, visas olika material som används vid grundgödsling (Hall & Tolhurst, 2015). För att jämföra näringsinnehåll visas även animalisk grundgödsling.

Tabell nr. 9 Grundgödsling

Material	N %	P %	K %	Period som det tar innan näring frigörs
Blodmjöl	12,5	1,5	0,6	Medium
Fiskmjöl	10,0	5,0	0,0	Medium
Benmjöl	4,0	21,0	0,2	Långsam
Alfaalfa-mjöl	2,5	0,5	2,0	Långsam
Sojaböns-mjöl	6,5	1,5	2,4	Långsam-medium

(Hall & Tolhurst, 2015)

I tabell nr. 10-11, sid. 16, visas Jordbruksverkets rekommendationer för gödsling med fosfor och kalium beroende på näringsklasser i marken.

Tabell nr. 10 Riktgivor för fosforgödsling

Rekommenderad fosforgiva, kg/ha P-AL-klass						
	I	II	III	IVA	IV B	V
Potatis	70	50	40	30	15	15
Ärter/åkerböna	20	15	10	0	0	0

(Kvarmo et. al., 2019)

Tabell nr. 11 Riktgivor för kaliumgödsling

Rekommenderad kaliumgiva, kg/ha K-AL-klass					
	I	II	III	IV	V
Potatis	260	210	160	110	0
Ärter/åkerböna	50	40	20	0	0

(Kvarmo et. al., 2019)

5.4 Organiska växtnäringskällor

En väl avvägd gödsling leder till högre skördar (Alsanius, 2006a) genom att främja tillväxt, höja avkastning och höja kvaliteten. Organiska växtnäringskällor som stallgödsel, blod- och benmjöl och grüngödsling innehåller växtnäring som frigörs när mikroorganismer bryter ner materialet så kallad mineralisering. Det tillförda organiska materialet förbättrar markstrukturen genom en uppluckrande effekt, förbättrar den vattenhållande kapaciteten genom att vatten binds till det organiska materialet, förbättrad syresättning av jorden genom grövre lufthållande porer som ökar syretillförseln till rötter och höjer marktemperatur, vilket i sin tur ger en snabbare tillväxt av grödor. Organiskt material binder växtnäring, förenklar levererande förmåga, mobilisering av oorganisk växtnäring och fixering av kväve ur luften (Alsanius, 2006a).

5.4.1 Stallgödsel

Stallgödsel är effektivt för växtnäringsstillförsel och har en förbättrande effekt på markstrukturen (Alsanius, 2006a). Det finns olika slags stallgödsel och egenskaperna hos dessa skiljer sig mycket åt. Flera faktorer påverkar näringsinnehållet i stallgödsel (Steineck et al. 2000). Fodrets näringsinnehåll, djurslag samt djurens vikt och ålder påverkar sammansättningen och innehåll av växtnäring. Se tabell nr 12. sid. 17 för balans mellan NPK i olika typer av gödsel relaterat till genomsnittliga behovet för frilandsgrönsaker. Den strukturförbättrande förmågan beror på att stallgödsel tillför organiskt material som på sikt ger en ökning av markens mullhalt (Alsanius, 2006a). Innan användning rekommenderas att stallgödsel komposteras på grund av att undvika för höga ammoniakhalter. Förluster från stallgödsel påverkar miljön och finns i form av nitrat, ammoniak, lustgas och fosforutlakning.

Nitratkväve läcker ut i vattendrag och kan göra dricksvatten otjänligt och bidra till övergödning med stor alg- och planktontillväxt. Ammoniak kan avdunsta från stallgödsel och kan avsättas på vegetation i närområdet och ge direkta skador vid höga koncentrationer (Cederberg, 2010). Lustgas är en växthusgas som också avdunstar och när den förlorats till luften blandas den i atmosfären och tar mer än hundra år innan den bryts ned. Förluster av nitrat och ammoniak är ett lokalt problem och lustgas ett globalt.

Återkommande givor av stallgödsel ger en stigande nivå av fosfor i jorden (Rölin, 2015b). Kväverika organiska gödselmedel av animaliskt ursprung innehåller ofta mer fosfor än vad som förs bort vid skörd (Ögren, 2015). Vilket innebär att gödsling för att täcka grönsakernas kvävebehov, resulterar att fosfortillförseln blir större än grödans behov. Jordar kan binda stora mängder fosfor men kan bli mättad och då lakas fosfor ut. Fosfor är svårörligt i marken men kan förloras vid markerosion, ytavrinning och läckage (Cederberg, 2010). Vilket bidrar till eutrofiering det vill säga övergödning av vattendrag. Därför är det viktigt att göra en markkartering och veta växternas behov vid val av gödselmedel (Ögren, 2015).

Tabell nr. 12 Balans mellan N, P & K i olika typer av gödsel relativt det genomsnittliga behovet för frilandsgrönsaker. Siffrorna är relationstal med grödans kvävebehov som utgångspunkt

		N	P	K
Behov		5	1	5-10
Nötgödsel	Fast	5	1	4
	Flytande	5	1	5
	Urin	5	-	8
Höns gödsel	Fast	5	2	2
Häst gödsel	Fast	5	2	10
Fårgödsel	Fast	5	1	11
Sving gödsel	Fast	5	3	2
	Flytande	5	1	2
Röd klöver	Färska skott	5	-	5
	Komposterade skott och halm	5	1	9

(Båth, 2015)

5.4.2 Gröngödsling

Grödor som odlas för att de har en särskild gödslingseffekt kallas gröngödslingsgrödor (Ögren, 2016). Grödor som används som gröngödsling består både av kvävefixerande och icke kvävefixerande arter (Källander & Ögren, 2005). Djuprotade arter kan bättre utnyttja den växtnäring som finns i jorden genom att verka som växtnäringspumpar det vill säga transportera upp växtnäring från djupare lager till matjordslaget. Har ett stort värde i växtföljder där grödor med grunt rotsystem ingår. Baljväxter används eftersom de fixerar kväve från luften vid symbios med rhizobiumbakterier som bildar bakterieknölar på rötterna.

Gröngödsling som inom ekologisk odling ingår i växtföljden och är ett effektivt sätt att tillföra näring (Ögren, 2016). Se tabell nr. 14-15 sid. 20 för olika typer av gröngödsling och deras användningsområden och mängden kväve som fixeras (Hall & Tolhurst, 2015). Den växtnäring som en gröngödslingsgröda tar upp eller fixerar blir delvis tillgänglig för efterföljande gröda när den brukas ner och markens organismer bryter ner det organiska materialet. Genom att använda sig av gröngödsling kan markens mullhalt bevaras och även ökas, vilket ger en lucker jord med god struktur. I odlingar som inte har någon djurhållning är det vanligt att använda gröngödsling eftersom det kan vara problematiskt att få tag i stallgödsel (Källander & Ögren, 2005).

En del odlare upplever att det är en dyr uppoffring att odla gröngödslinggrödor på jordar med hög bördighet eftersom det inte ger någon inkomst (Rölin, 2015). Forskare från SLU genomförde, med denna bakgrund, en studie som undersökte möjligheten att odla gröngödslingsgrödor på marker med sämre bördighet för att sedan lagra och transportera det fixerade kvävet i gröngödslingen (Rämert, 2004). I studien jämfördes kväveeffektiviteten vid direktnedbrukning, effektiviteten efter kompostering och rötrest eller vid marktäckning, se tabell nr. 13 sid. 19. De olika formerna för gröngödsling skiljer sig mycket åt vad gäller näringsinnehåll och har olika för- och nackdelar. Exempelvis under komposteringsprocessen kan mycket kväve i form av ammoniak försvinna och vid spridning av komposten finns en risk för ammoniakavgång som kan minskas om rötresten myllas ner direkt i samband med spridning. En fördel är att kvävet i komposten till stor del är mineraliserat, vilket ökar kontrollen när den tillförs till grödan (Rämert, 2004).

Tabell nr. 13 Tillförsel av växtnäringsämnen med grüngödsling

	Giva Ton ha ⁻¹	Skördat N kg ha ⁻¹	C kg ha ⁻¹	Tillfört N kg ha ⁻¹	P Kg ha ⁻¹	K Kg ha ⁻¹	C:N
Direktnedbrukning	58	217	3 600	217	16	235	17
Rötrestr giva 1	45	153	826	119	16	164	7
Giva 2	78	264	1 431	206	28	284	-
Giva 3	187	632	3 432	493	68	680	-
Kompost giva 1	15	452	1 724	208	29	375	8
Giva 2	30	893	3 448	416	58	750	-
Giva 3	60	1807	6 895	831	116	1 501	-
Marktäckning giva 1	60	243	3 649	224	21	200	16
Giva 2	110	447	6 689	411	39	366	-
Giva 3	229	929	13 926	855	82	762	-

(Rämert, 2004)

Grüngödslingvall används för att gynna jorden, återföra näring, förbättra jordstruktur och öka jordens totala mängd organiskt material (Hall & Tolhurst, 2015). Sorter som används är bland annat rödklöver och lucern, som båda är kvävefixerande. Vall är flerårig och dess djupa rötter bryter upp jorden vilket ger ett stort nätverk av små luftporer och dräneringskanaler. Nerbrukning av grüngödslet genomförs med maskin eller för hand genom att klippa ner, kompostera och inkorporera. Nackdelar med grüngödslingvall är enligt Hall & Tolhurst (2015) att marken som används för grüngödsling inte ger grödor för konsumtion samt att det krävs mycket kunskap om grüngödsling. Det finns en risk att kvävet binds i mikroorganismer vilket ger en brist på växttillgängligt kväve.

Övervintrande grüngödslingsgrödor kan förhindra markerosion på vintern (Hall & Tolhurst, 2015). Det som dock kan vara problematiskt är att grüngödslingsgrödor måste sås senast i augusti för att hinna etableras innan vintern och vid den tidpunkten är många grönsaker ännu inte skördade. Insådd av grüngödsling i redan etablerad gröda kan lösa detta problem, men såtidpunkten är kritisk, för sås det för tidigt så kan grüngödslingsgrödorna ta över och sker sådden för sen hinner dessa inte etableras sig innan vintern.

Tabell nr. 14 Olika typer av grüngödsling och deras funktion

Olika arter för grüngödsling	Funktion
Rödklöver, lucern och gräsmix	Vall före näringskrävande grödor
Rödklöver & vicker	Maximera kvävefixering
Rödklöver, lucern, vicker och gulklöver	Insådda i grönsaker

(Hall & Tolhurst, 2015)

Tabell nr. 15 Kvävefixering av olika baljväxter

Genomsnittlig kvävefixering av olika baljväxter per odlingssäsong	Kg/ha
Lucern	300-550
Rödklöver	230-460
Fältbönor	155-285
Vitklöver	150-200
Ärtor	105-245
Lupin	100-150
Vicker	60-90

(Hall & Tolhurst, 2015)

5.4.4 Marktäckning

En mark kan täckas med olika material för att fukt och värme ska hållas kvar i jorden och med med organiskt material leder detta även till att det sker tillförsel av näring och humus vilket gynnar bland annat mikrolivet (Alm et al. 1994). Organiskt material som är passande för ändamålet är löv, gräsklipp, växtrester, flisad ved, bark, hö. Gräsklipp och finfördelat växtmaterial är kväverikt och bryts ned lätt. Ofta sprids det ut ovanpå jorden bör myllas ned i det översta lagret för att undvika kväveförluster till luften och då kallas det för ytkompostering (Alm et al. 1994). Frigörelse av kvävet går långsammare vid marktäckning än vid direktnedbrukning, då grönmassan blandas med jord. (Båth, 2015). Nackdelen är att stora mängder material för marktäckning kan leda till förluster av kväve i form av ammoniak.

5.5 Kompost

Epstein (1997) samt Steineck et al. (2000) beskriver en varmkomposteringsprocess som en biologisk nedbrytning av organiskt material under kontrollerade aerobiska förhållanden till en

humusliknande stabil produkt. Med kontrollerade förhållanden menas att processen övervakas för att optimera slutresultatet. En varmkompost genererar en slutprodukt som kan användas till jordförbättring och till viss del som växtnäringskälla. För att en varmkompost ska ge en önskad slutprodukt behöver hänsyn tas till utgångsmaterialets sammansättning och att förhållandena för nedbrytning kan kontrolleras (Johansson, 2019). Endast organiskt nedbrytbart material används i en varmkompost, exempelvis växtrester, matavfall, sågspån eller gräsklipp.

Olika faktorer påverkar hur mikroorganismer bryter ned organiskt material i en varmkompost (Epstein, 1997). I början av processen är faktorer som syretillgång och fuktighet viktiga eftersom mikroorganismer är beroende av dessa för att starta nedbrytningsprocessen. Ytterligare faktorer som påverkar processen är innehållet av kol och kväve i de olika materialen samt pH-värde (Steineck et al. 2000). Kol ger mikroorganismer energi och kväve behövs för att de ska kunna föröka sig (Epstein, 1997). Genom mikrobiell andning bildas värme och genom syrekonsumering frigörs koldioxid och vatten. Värmen som utsöndras gör att nedbrytning påskyndas.

Hall & Tolhurst (2015) beskriver anledningar till att varmkompostera enligt följande; att mineralisera kväve eftersom tillförsel av färskt organiskt material kan leda till att kväve binds av mikroorganismer som tar upp organiskt kväve, vilket kan leda till kvävebrist för grödor. Färskt material kan också ge ett kortsiktigt näringsläckage som kan störa tillväxten hos växter. Varmkompost kan däremot omvandla lösliga näringsämnen det vill säga växttillgängliga, från färskt organiskt material till en mer stabil form av näring, vilket minskar risken för näringsläckage. Blandat material i varmkomposten ger en mer balanserad slutprodukt, minskar mängden ursprungligt material så att det blir mer lätthanterligt och växtnäringsämnen kan bibehållas i komposten tills behov uppstår i odlingen (Hall & Tolhurst, 2015). Tillförsel av organiskt material som kompost bidrar till bättre jordstruktur, binder näring, ger näring åt marklivet vilket ökar exempelvis maskpopulationen i marken, förbättrar dränering och skapa luftporer där rötter kan växa.

Olika material har olika C:N-kvot och därför behöver en varmkompost innehålla blandat material för att processen ska fungera (Johansson 2019; Steineck et al. 2000). C:N-kvoten bör ligga på 30 men det finns ett spann mellan 20-40. Se tabell nr. 16-17, sid. 22-23, för exempel på olika typer av råmaterial i en varmkompost och C:N-kvot hos olika typer av organiskt

material. Är C:N-kvoten för låg så riskeras kvävet att gå förlorat i form av lustgas och ammoniak (Johansson, 2019). Kväve avgår inte bara i gasform utan kan oxideras till nitrat. Det är mer lättillgängligt för växter, men det finns risk att nitraten lakas ut under komposteringsprocessen. Med en mindre öppen kompost är det tydligt då regnvatten kan sippra igenom komposten och nitrat lakas ut i marken. Därför behöver varmkomposten täckas, men inte till den grad att det hindrar lufttillträde eller att materialet blir för torrt. Kompostduk, ett lager halm kan läggas i botten av komposten, vilket skyddar mot utlakning och kväveförluster i gasform. Är C:N-kvoten för hög så tar kompostering lång tid. Det finns också risk för att kvävet kan vara för hårt bundet i kompostmaterialet och därmed blir svårtillgängligt för grödor när komposten används i odling (Johansson, 2019).

Tabell nr. 16 Exempel på råmaterial i en öppen varmkompost med endast vegetabiliskt avfall

Kväverika material	Kolrika material	Mindre lämpliga material	Ej tillåtet i en gårdskompost
Grönsaksavfall	Halm	Höstlöv, bättré i ren lövkompost	Hushållsavfall, krävs tillstånd för hantering av matavfall, lämpar sig bättré i biogasanläggningar eller bokashi
Skörderester	Hö	Perenna ogräs, komposten behöver då upphettas till 50°C i en vecka	
Gräsklipp	Vallklipp från sent skördade vallar	Ettåriga ogräs som fröar	
Gröngödslingsgrödor	Flis	Kvistar och sågspån med för hög C:N-kvot	
Ettåriga ogräs som inte bildat frö	Spån		

(Johansson, 2019)

Tabell nr. 17 C:N-kvot i olika organiska kompostmaterial

Material	C:N
Svinflytgödsel	5-7
Nötflytgödsel	7-11
Kycklinggödsel	7-11
Grönmassa	7
Baljväxthö	15
Grönsaksavfall	16
Gräsklipp	15-20
Klövergräs-blandning	17
Köksavfall	23
Frukt	30
Halmrik fastgödsel	30
Ängshö	37
Löv	50
Bark	70-100
Sågspån, multnad	200
Sågspån, färsk	500

(Johansson, 2019)

Kompost är inget snabbverkande kvävegödselmedel, endast 8-12 procent av bundet kväve är växttillgängligt det första året, men vid upprepad tillförsel så ökar innehållet av växtnäring, organiskt material och kvävelevererande förmåga i jorden (Johansson, 2019). Se tabell nr. 18, sid. 24, för näringsinnehåll i olika komposter. Johansson (2019) menar att enbart användning av kompost som växtnäringskälla är därför inte tillräckligt för sammansättningen av växtnäringsämnen är inte optimal. Därför behöver en odling tillföras med andra växtnäringskällor som nämns i avsnittet om organiska gödselmedel (rubrik 5.4 sid. 16). Nackdelar med kompostering enligt Hall & Tolhurst (2015) är att det tar mycket tid och energi och kan resultera i förlust av näring vid fel hantering.

Ledningstal är ett mått på lösta salter, det vill säga jonkoncentrationen i lakvattnet från komposten (Alm et al. 1994). Det är inte ovanligt med höga ledningstal i hushållskomposter

som ofta beror på koksalt i matrester. Har en kompost ett högt ledningstal behöver den spådas ut innan den blandas in i jorden. Ammoniumkväve tar växten upp lättast, men bakterier konkurrerar med växter om detta och istället får växten ofta ta upp nitratkväve istället, vilket är mer energikrävande för växten. Den totala mängden kväve är låg i komposterna nedan. I en kompost gjord på stallgödsel och/eller matavfall kan kväveinnehållet ligga på omkring 3 procent. Konstgödselmedel innehåller vanligen 10-20 procent kväve. Mängden kol i komposten behövs för att kunna beräkna C:N-kvoten. Den är ungefär densamma i de olika komposterna och ligger på mellan 13-17,5 (Alm et al. 1994).

Tabell nr. 18 Näringsinnehåll per kilo i olika komposter

	Trädgårdsavfall, 3 år, öppen kompostbinge	Trädgårdsavfall, 2 år, öppen kompostbinge	Trädgårdsavfall, en odlingssäsong, öppen kompostbinge	Trädgårdsavfall & matavfall, en odlingssäsong, slutna behållare
Ledningstal	7,8	4,1	7,0	10,2
Organisk substans	17%	26%	33%	56%
Ammoniumkväve (NH ₄ -N)	<0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Totalkväve, (tot-N)	0,6%	0,8%	0,9%	2,1%
Totalfosfor (tot-P)	0,1%	0,2%	0,3%	0,5%
Kalium, K	0,4%	0,4%	1,0%	1,5%
Totalkol, (tot-C)	9,3 %	14%	12%	34%

(Alm et al. 1994)

Optimala förhållanden för kompostering är därför; en temperatur på 40-55°C för möjlighet till nedbrytning, C:N-kvoten ska vara cirka 30, fukthalten ska ligga på 50-60 procent och en syrehalt på minst 5 procent (Johansson, 2019).

5.5.1 Bokashi

Bokashi är en fermenteringsmetod som kommer från Japan och betyder jäst organiskt material på japanska (Quiroz & Céspedes, 2019). Till skillnad från ovan nämnda metod så sker processen i en anaerob miljö, där organiskt material jäser med tillsatta mikroorganismer, kallade effektiva mikroorganismer (EM). Vilket gör att koldioxidutsläpp är blir mindre i jämförelse med varmkompost. Organiskt hushållsavfall kan användas men näringsinnehållet

blir olika beroende på vad som tillförs. I fermenteringsprocessen är det mjölksyrebakterier som gör arbetet tillsammans med jästsvampar som hjälper till att binda kol och kväve. Det första som sker i behållaren är att organiskt avfall konserveras och det är först när det kommer i kontakt med jord som det omvandlas (Quiroz & Céspedes, 2019). Mikroberna spjälkar proteiner till mindre aminosyror vilket leder till att den sedan effektivt kan omvandlas. Efter ungefär två veckor går produkten att använda. En stor fördel med bokashi är att kolet binds i jorden till skillnad från andra kompostmetoder där kol istället frigörs. Slutprodukten har beroende på innehåll ett högt näringsinnehåll vilket gör att även dess lakvatten kan tappas för att användas som flytande näring till växter (Quiroz & Céspedes, 2019). I tabell nr. 19, sid. 25, beskrivs tre olika växtbaserade bokashikomposter med detaljerat näringsinnehåll, mängd organiskt material samt C/N-kvot. Lakvattnet innehåller även mikroorganismer som hjälper växter att ta upp näringen. När bokashin ska användas kan den grävas ned eller strös över befintlig jord.

Tabell nr. 19 Näringsinnehåll i olika bokashi

	N %	P %	K %	OM %	C:N
Bokashi 1: Fruktavfall, sågspån, EM, melass	1.53	0.25	6.60	51.3	19
Bokashi 2: Fruktavfall, sågspån, EM, vatten, melass	1.30	0.29	4.22	94.5	40
Bokashi 3: Vetekli, matavfall, melass, EM, vatten	2.45	-	0.63	84.3	18

(Quiroz & Céspedes, 2019)

Malin och Jenny som är grundarna till det svenska företaget Bokashi.se, har startat ett långsiktigt projekt i Burma med syfte att dels minska organiskt avfall och istället dra nytta av avfallet genom komposteringsmetoden bokashi och dels förbättra bördighet i näringsfattiga jordar (Bokashi, 2018). Projektet har pågått sedan i mars 2018 och de har redan komposterat över ett ton matavfall.

5.6 Näringsberäkningar

För att göra en växtnäringsbalans i en odling behövs siffror på hur mycket näring som går in genom gödsel, kompost och kvävefixering, hur mycket näring som försvinner genom skördad mängd och differensen däremellan som kan bli över- eller underskott (Linder, 2008). Vid överskott kan kväve avgå genom utlakning eller avdunsta, men det kan också mineraliseras i

jorden. Med hjälp av modeller så går det att räkna ut vad marken innehåller, vad grödor behöver, vad som försvinner vid skörd och vad som tillsätts genom gödsling och kompost. Utifrån det samlade materialet går det att göra beräkningar på överskott eller underskott av växtnäring. Ett sådant exempel är tabell nr. 20, sid. 26, som har gjorts med hjälp av modellen STANK in MIND (Rölin, 2015).

Tabell nr. 20 Ett exempel på växtnäringsbalans per hektar hos en sjuåring växtföljd med grönsaker, på lättare jord (K-AL och P-AL klass III, 5-15% ler & 2% mullhalt i Västra Götaland).

	Kväve Kg N/ha	Fosfor Kg P/ha	Kalium Kg K/ha
Tillförsel, kg/ha	103	16	119
Bortförsel, kg/ha	-88	-11	-90
Differens, kg/ha	15	5	29

(Rölin, 2015)

5.7 Växtbaserad odling

5.7.1 Stockfree-Organic Standards

The Vegan-Organic Network upprättade 2004 certifieringen “The Stockfree-Organic Standards” i Storbritannien (Stockfree Organic Services, 2017). Det är en certifiering som står för ekologisk odling av grödor utan att förlita sig på någon form av animalisk tillförsel. Odlare får inte ha djur för köttproduktion och inte använda gödsel från animaliska källor, men marklevande organismer ses som en integrerad del. Fokus ligger på att främja markbördighet och markliv genom tillförsel av organiskt material som har gått förlorat genom skörd (Hall & Tolhurst, 2015). Genom att öka mängd organiskt material i jorden skapas förutsättning för att säkra näringstillgången inom Stockfree Organic Farming (SFOF). Hall & Tolhurst (2015) skriver om vikten av, när en odlare använder SFOF, att bevara jordar för framtida generationer. De menar att jordar i Storbritannien har förlorat så pass mycket organiskt material genom traditionella odlingsmetoder, att de inte längre kan upprätthålla odlingar för tillräcklig skörd. Problem med erosion på grund av bar mark efter skörd är något Hall & Tolhurst (2015) belyser som en anledning till att använda SFOF. Odlingssystemet bygger på en kunskap om hur jorden fungerar för att dels bevara jordstrukturen och dels få en uthållig produktion.

Arbetsätt för SFOF för att säkra näringstillförsel innefattar grüngödsling av baljväxter, grüngödslingsvall, övervintrande grüngödsling, insådd grüngödsling, marktäckning, minskad jordbearbetning, kompostera växtbaserat material och växtföljd (Hall & Tolhurst, 2015).

En vanlig kritik mot SFOF är att de inte adresserar brist på fosfor och kalium och endast fokuserar på kväveförsörjning (Hall & Tolhurst, 2015). Tidigare i studien, under rubrikerna (5.2.1, sid. 10) samt (5.4.2, sid. 18) är det beskrivet att fosfor och kalium kan hämtas upp till matjordslagret med hjälp av djupgående rötter. Detta är av stor vikt i SFOF. Utöver djupgående rötter som hämtar upp näringsämnen så kan addering av halm till komposthögar hjälpa till med tillsätta fosfor och kalium. Addering av vedaska till komposthögar kan höja kaliumnivån (Hall & Tolhurst, 2015). I en del jordar är det brist på markbunden fosfor och kalium. Även vid intensiv odling finns det risk att stora mängder fosfor och kalium förs bort vilket leder till uttömning av dessa näringsämnen. Kväve och kol fångas in från atmosfären av grüngödsel som sedan tillförs till marken. Däremot kan grüngödsel inte skapa andra näringsämnen. Att helt sluta ett kretslopp på en egen gård är därför svårt och enligt Stockfree-Organic Standards är det därför tillåtet att ersätta näringsämnen förlorade genom skördar. Växtbaserad kompost från andra gårdar som är certifierade SFOF-odlare är tillåtet att föra in för att tillföra kalium och fosfor. Liten tillförsel av mineralgödsel är också tillåtet att använda sig av för att undvika skördeförkluster och för låga nivåer av markbunden näring, men det är i begränsad form och odlare ska inte förlita sig på tillförsel av mineralgödsel. Detta för att det enligt Stockfree-Organic Standards inte är hållbart för miljön då gruvbrytning efter mineraler förstör den lokala miljön och transporten använder sig av fossilt bränsle.

5.7.2 Biocyclic Vegan Standard

Adolf Hoops från Tyskland var en pionjär inom ekologisk odling och redan på 1950-talet lade han grunden för vad som idag kallas "Biocyclic Vegan Standard" (Biocyclic Vegan Agriculture, 2019a). Det innebär ett växtbaserat och djurhållningsfritt odlingssätt. Genom en process med det vegan-ekologiska samhället i Tyskland utvecklades Hoops riktlinjer vilket ledde fram till certifieringen "Biocyclic Vegan Standard". Sedan november 2017 har denna certifiering för växtbaserad ekologisk odling kunnat tillämpas över hela världen med stöd av The International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM), en paraplyorganisation för ekologiska odlare i världen. Tyskland är inom EU ledande i växtbaserad odling men tillämpning sker även

i Grekland, Cypern, Frankrike, Holland och Schweiz. Under 2017 var 25 procent av alla ekologiska odlingar i Tyskland växtbaserade (Schmutz & Foresi, 2017).

Med biocyklisk menas att för att kunna producera naturliga produkter så börjar det med en frisk jord som går igenom en frisk gröda som leder till en frisk människa (Biocyclic Vegan Standard, 2019b). Ekologiska odlare använder metoden för att återställa och bibehålla viktiga, naturliga cykler, då framförallt markbördigheten. För att få en god tillväxt hos grödor som är så naturlig som möjligt behövs biodiversiteten av grödor runt om och i odlade områden ökas. Detta går att göra genom fånggrödor, lång växtföljd. Djurhållning gällande både produktion och konsumtion lyfts som något som har negativa effekter på miljö, klimat och ur ett etisk perspektiv är djurhållning oacceptabel.

Mogen kompost som effektiviserar vattenanvändande, klimatpåverkan, resursanvändning och för utveckling och bevaring av permanent markbördighet har en central roll för biocyklisk, vegansk odling (Biocyclic Vegan Standard, 2019b). Med det menas att först när komposten går igenom en eftermognadsprocess leder till ett jordliknande tillstånd, biocyklisk mulljord. Längre komposteringsperiod och endast växtbaserat material är nyckeln.

Denna biocykliska mulljorden används som jordförbättrande medel, att binda in kol i marken och för näringstillförsel (Biocyclic Vegan Standard, 2019b). Som jordförbättrande medel tillförs stora mängder till jorden vilket leder till att det går att direktplantera i mulljorden och därmed undvika erosion och negativ påverkan på markbördighet. Det som biocyklisk, vegansk odling gör är att minska koldioxid i atmosfären genom fånga in kol i organiskt material i jorden. Mulljorden innehåller stora mängder balanserad organiskt bundna näringsämnen. Detta leder till mindre utlakning och avdunstning av kväve. Den innehåller tillräckliga mängder av makro- och mikronäringsämnen för god tillväxt.

5.7.3 Iain Tolhurst – Tolhurst Organic Produce, Oxfordshire, Storbritannien

Tolhurst Organic Produce är en odling på 7 ha, i Sveriges motsvarighet till zon 1, som ligger i Oxfordshire i Storbritannien (Stockfree Organic Services, 2017). Odlingen har varit ekologisk i över 30 år och är sedan 2004 certifierad enligt SFOF. Omkring 70 olika grödor på tre separata växtföljder odlas på Tolhurst Organic Produce. På 30 procent av marken odlas det grödor med

syfte att öka markbördigheten och består också av habitat för nyttodjur. All avkastning från gården säljs till 400 återkommande kunder i närområdet.

Anledning till att animaliska produkter inte används var på grund av det var svårhanterligt då de inte hade tillgång till traktor (Stockfree Organic Services, 2017). Vidare behövde gödseln komposteras och det var problem med en pålitlig källa utan kemiska föroreningar samt att det hade behövts tas in omkring 70 ton per år för att täcka behovet för odlingsytan. Så istället utvecklades växtbaserad gödsling. Tolhurst har sedan lång tid tillbaka känt att det varit viktigt att göra så lite påverkan som möjligt på vår miljö. Genom att de inte använder sig av gödselmedel utifrån blir de energieffektiva, det minskar energiåtgången för transport, hantering och spridning av animalisk gödsel och på så sätt har de ett lågt koldioxidavtryck. Beskrivet i avsnittet om Stockfree-Organic Standards (5.7.1 sid. 26) så behövs mineralgödsel i extrema fall tillföras, men att det ska ske i begränsad mängd och vid enstaka tillfällen.

En frisk jord är inte bara central för energieffektiviteten på gården utan också för växternas och miljöns hälsa (Stockfree Organic Services, 2017). Växtföljd som är grunden i odlingsystemet, är ett mycket viktigt verktyg för att bevara markbördighet, speciellt populationen av dagmaskar och jordlevande bakterier. En god jordstruktur minskar behovet av jordbearbetning och ger högre avkastning på skörden, bättre grödor för mindre energi. Växtföljden är lång för att reducera skadedjur och sjukdomar samt för att tillåta maximal möjlighet att utveckla markbördighet. Ett exempel på växtföljd som används på gården finns i en tabell i avsnittet om växtföljd (5.2.1, sid. 11, tabell nr. 4) Vidare använder sig Tolhurst av gröngödsling, växtbaserad kompost, marktäckning för att bibehålla växtnäringsbalans.

5.7.4 Peter Albrecht – Villands Vånga, Skåne, Sverige

I norra Skåne ligger gården Villands Vånga och där har humanekologen och trädgårdsmästaren Peter Albrecht under tio år odlat ekologiskt och utan animaliska tillsatser (Odlarna, 2019). Till en början var syftet att odla för självhushållning men allt eftersom gården vuxit så har även företag utvecklats. Sedan ungefär ett år tillbaka driver han Villands Vånga Veganträdgård som är ett konsultföretag med inriktning på odling både i större och mindre skala. Utöver det så bedrivs en kursverksamhet med syfte att sprida kunskap kring ekologisk och vegansk odling. Odlingsytan var 2019 omkring en hektar, ligger i zon 1-2 och består av handgrävda bäddar och gångar som fyllts upp av mestadels flis. Det är en stor variation av grödor som odlas för

självhushållning och för att säkerställa en vegansk kost. Proteingrödor såsom bönor lyfter Peter fram som en viktig del av odlingen.

Arbetsättet som används på Villands Vånga beskrivs som anti-speciesistiskt vilket innebär att de anser att alla arter har lika värde och får finnas på platsen med samma rättigheter (Härén, 2019). På gården ses istället djuren som en del av det naturliga kretsloppet, det vill säga de djur som finns på platsen är där av fri vilja och betar sig som de vill. Vilda fåglar hjälper till med skadegörare och mikrolivet i jorden är en förutsättning för att jorden ska vara odlingsbar. De beslut som tas kring odlingen har anti-speciesistiskt utgångspunkt. Om det skiftas från animaliska gödselmedel till växtbaserade så försvinner ett led och en odling kan effektiviseras (Odlarna, 2019). Om djuren inte står för gödsel behövs inte längre steget att först producera foder. Dessa tankar och en vilja att försöka odla på veganskt vis gjorde att Peter Albrecht, trots kritik om att det inte skulle vara möjligt att utesluta animalier, ändå valde att starta sin veganska odling. Det finns olika nivåer av vegansk odling, alltifrån hur en odlare själv utformar sitt synsätt till strikta certifieringar. Peter själv anser att han är någonstans där emellan.

På Villands Vånga gödglas det nästan aldrig aktivt, istället fokuseras det på att långsiktigt höja mullhalten för att göra näringsämnen mer tillgängliga för växterna (Odlarna, 2019). Det är det organiska materialet som ligger till grund för en näringsrik jord. De tar tillvara på allt organiskt material som de har på gården och flisar det som behövs för en gynnsam storlek att kompostera (Härén, 2019).

Ytterligare metod som används på Villands Vånga är grüngödsling (Odlarna, 2019). Grüngödslingsgrödorna läggs som ett täcke över jorden för att maskar och svampar ska bryta ned och på så sätt tillförs det långsamt till jorden. För att kol ska lagras i marken väljer de att inte vända på jorden eftersom det kan leda till en frigörelse av koldioxid. Även perenna grönsaker används på gården på grund av att de kan lagra in mer kol i marken, samt på grund av att de kan hålla mer näring, vilket ger mindre näringsläckage och är mer tåliga. De har en stor kompost som anläggs under hösten och som sedan tillförs odlingarna under nästkommande vår. Ytterligare så har de en separator som separerar deras avföring och urin vilket gör att de efter att avföringen komposterats i tre år fungerar som näringsrikt gödsel.

6. Diskussion

Studiens syfte, att undersöka växtnäringsförsörjningen i ett ekologiskt, växtbaserat odlingssystem, visade sig mer komplext än ett endast jämföra näringsinnehåll i olika gödselmedel. I en växtbaserad odling är synsättet på näringstillförsel ett långsiktigt helhetstänk. Det krävs kunskap om hur markbördighet påverkas av en lång rad faktorer både på kort och lång sikt, hur markbördigheten på sikt kan påverka grödor samt hur odlaren kan påverka den (Persson & Otabbong, 1994). Markbördighet bygger på att det finns organiskt material vilket är en förutsättning för en långsiktig, hållbar odling. Mullhalt har visat sig vara central dels för att det påverkar hur växterna tar upp näring dels minskas utlakning av näringsämnen vid hög mullhalt. Oavsett om det handlar om växtbaserad odling eller inte så är odlare överens om att det behövs ett mer långsiktigt tänk med fokus på att bygga upp jorden det vill säga göra den bördig för en framtida ökad produktion (Hall & Tolhurst, 2015; Alsanius, 2006; Odlarna Podcast, 2019).

Animaliskt gödsel har fördelar i att näringen finns i en högre koncentration i jämförelse med exempelvis kompost och grüngödsling. Halten av fosfor är dubbelt så hög i hästgödsel, jämfört växtbaserad gödsel enligt tabell nr. 12, sid. 17 (Båth, 2015). Det kan dock vara en nackdel om inte animaliskt gödsel sprids i rätt mängd och vid rätt tidpunkt eftersom grödorna enbart har möjlighet att ta upp en viss mängd, vilket kan leda till förluster av näringsämnen. Det var dock intressant att se i samma tabell att näringsinnehållet i komposterad grüngödsel innehöll liknande mängd NPK som hästgödsel och visade sig täcka det generella behovet av NPK för frilandsgrönsaker, utan risk för utlakning (Båth, 2015).

Det finns en problematik i att jämföra gödselmedel eftersom ett gödselmedel kan ha stora fördelar i att säkra näring snabbt och ge god skörd men samtidigt kan det ha negativ inverkan på omgivande miljöer genom förluster av näringsämnen. Markens bördighet sätts alltså mot produktivitet. Utifrån genomförd studie anser vi att markbördigheten bör ligga i fokus för en framtida hållbar produktion. För att kunna gynna mark, växt och miljö menar vi att ett mer långsiktigt cirkulärt arbetssätt behövs för att få en helhet av problem och lösningar.

Ur insamlat material har vi fått fram att ett växtbaserat odlingssystem använder sig av flera olika metoder för att säkerställa näringsupptag såsom grüngödsling, växtföljd, växtbaserad

kompost. Arbetssättet inom odlingssystemet är ett komplext sätt att se på odling och det finns svårigheter i att kvantifiera. För att exakt räkna ut hur en näringstillförsel blir tillräcklig krävs det att en odlare ser till plats och tar hänsyn till jordart, mullhalt och klimat.

Växternas innehåll av makronäringsämnen NPK som förs bort från marken finns i tabellerna 6 och 7 sid. 14. I växtbaserad ekologisk odling kan vi utifrån vår studie konstatera att ingen brist på kväve bör förekomma. Detta eftersom det inom KRAV finns riktlinjer på att kvävefixerande baljväxter ska förekomma i växtföljden, se tabell 15 sid. 20. Vilket innebär att kväve i viss mån kommer att återföras då det inom växtbaserad ekologisk odling används som näringstillförsel. I tabell nr. 15, sid. 20 visas hur mycket kväve baljväxter kan fixera och jämfört med bortfört kväve i tabell nr. 6, sid. 14, anser vi att kvävebehovet uppfylls. Genom att enbart använda sig av återföra växtmaterial som näring blir den totala mängden fosfor och kalium för låg. Olika tillvägagångssätt kan därför kompletteras till gödningen för att gynna växttillgänglig näring i marken. Växter med djupgående rötter kan hämta upp fosfor och kalium från djupare lager i jorden och göra det växttillgängligt.

SFOF betonar vikten av att använda eget material för jordförbättring för att sträva efter ett mer cirkulärt odlingssystem (Hall & Tolhurst, 2015). Detta innefattar ökad användning av grüngödsel, växtföljd, minskad jordbearbetning och vid behov tillsätta växtbaserad kompost och flisad ved. Det är ett kunskapsbaserat och långsiktigt arbetssätt kring odling. Vid extrema fall kan mineralgödsel tillföras om halten av fosfor och kalium är för låg i marken.

Det som kan ses som en nackdel för växtbaserad odling är att det tar tid att ställa om en odling och sin odlingsmark med beskrivna metoder. Det är dock värt att nämna att omställningsperiod från konventionell till ekologisk odling ligger på 2-3 år och en vidare omställning till växtbaserad odling blir inte därför lika smärtsam om odlingen redan är omställd till ekologisk. Tillgången på stallgödsel kan vara begränsad, detta på grund av att djur inte ingår hos flertalet odlare i Sverige och då behöver dessa ekologiska odlare köpa in stallgödsel utifrån (Rölin, 2015b). Med ekologisk växtbaserad odling så kan dessa odlare undvika att köpa in stallgödsel och säkerställa näringsförsörjning med ovanstående metoder.

Kompostering går att diskutera utifrån flera aspekter. Fördelar är den kan användas både i stor och liten skala på grund av att kompostering inte kräver avancerade tekniker. Nackdelar kan

vara att processen att få en användbar produkt tar lång tid, det behövs mycket organiskt material och näringsämnen kan gå förlorade vid fel hantering, exempelvis hur och var den förvaras. Både varmkompost och bokashi kan tillföra ytterligare näring utöver grüngödsling. Bokashi har genom vårt material visat sig vara mer stabilt än varmkompost för det inte försvinner ut lika mycket näring och näringsinnehållet var även högre i en bokashi jämfört med varmkompost när det kommer till fosfor och kalium, vilket visas i tabell nr. 18, sid 24 och tabell nr. 19, sid. 25 (Quiroz & Céspedes, 2019; Alm et al. 1994). Detta beror så klart på vilket utgångsmaterial det är och därför behöver flera jämförelser göras. I materialet vi hittat så beskrivs kompost sällan som näringstillförsel utan som jordförbättring. I ekologisk odling används kompost främst för jordförbättring medan i en växtbaserad odling finns det ett långsiktigt näringstänk med kompost och det är en strategi för att tillsätta näring (Odlarna, 2019).

Utvalda exempel på växtbaserade odlare, Iain Tolhurst och Peter Albrecht, visar tydligt att de har hittat sätt att säkra näringstillgång och tillförsel för att få en god skörd. Det gör de genom en mängd olika metoder, exempelvis grüngödsling, växtföljd, växtbaserad kompost, marktäckning och minskad jordbearbetning. Deras anledningar till att utesluta animaliska gödselmedel grundar sig i en effektivisering av deras odlingar med deras förutsättningar (Odlarna, 2019; Stockfree Organic Services, 2017). De strävar även efter att, genom att inte ta in gödselmedel utifrån, minska sina klimatavtryck. Tolhurst beskriver hur stora mängder stallgödsel hade behövts till hans odling, men han hade ingen traktor att sprida det med. Albrecht menar att han bryter ett led genom att inte använda sig av animaliskt gödselmedel. Odlingen effektiviseras genom att foder inte behöver produceras till att mätta djur med utan den marken kan istället användas till att producera grönsaker till människor. Med dessa två exempel drar vi inte några generella slutsatser huruvida växtnäringsförsörjning är möjlig med växtbaserad odling. De lyckas i praktiken att genomföra en hållbar odling med god avkastning och växtnäringsförsörjning men det behövs fler försök på större skala och forskning kring ämnet.

En intressant aspekt att undersöka vidare skulle vara försörjningen av andra näringsämnen än NPK på lång sikt. Det hade även varit intressant att veta huruvida ett ekologiskt, växtbaserat odlingssystem hade fungerat både på större skala än 10 hektar och mindre än 1 hektar. Detta eftersom det behövs tillräckligt med areal för att ha växtföljder som inkluderar grüngödslingsgrödor, vall och hantering av komposter i större skala. Ytterligare forskning kring

hur fosfor- och kaliumbehovet kan säkerställas behövs. Intressanta aspekter att studera vidare för det ändamålet skulle kunna vara kompost, rötrest och mykorrhiza.

Sammanfattningsvis så arbetar en växtbaserad odling för att långsiktigt bygga upp jorden, genom beskrivna metoder. Utifrån vår studie anser vi att ekologisk växtbaserad odling kan leda till en högre mullhalt, mindre näringsläckage, högre växttillgänglig näring, mindre påverkan på miljö och klimat. Gödslingstrategier, odlingsystem och grödval bör anpassas efter plats för odling och tillgängligt organiskt material som finns nära odlingen bör utnyttjas på bästa sätt. Från insamlat material är vår slutsats att näringstillförseln av NPK är tillräcklig i ekologisk växtbaserad odling, men odlingsjordar varierar från näringsfattiga till näringsrika vilket innebär att behovet av tillförsel varierar stort. Vidare forskning och tester behövs för att bedöma om ekologisk, växtbaserad odling kan ersätta dagens odlingar i Sverige.

7. Referenser

Alm, G., Eriksson, G., Ljunggren, H., Olsson, I., Palmstierna, I., Tiberg, N., & Veltman, H. (1994). *Kompostboken*. Stockholm: LTs förlag.

Alsanius, B. (2006a). *Gödsling och gödselmedel - En sammanställning av gödslingssätt samt oorganiska och organiska gödselmedel för hortikulturell odling och design*. 1. uppl. SLU Alnarp: Repro.

Alsanius, B. (2006b). *Växtplatsens förråd - Växtens behov*. 1. uppl. Alnarp: Repro.

Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M. & Wallenhammar, A-C. (2012). *Gröda mellan grödorna - samlad kunskap om fånggrödor*. Jordbruksverket. (2012:21) Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_21.pdf/ [2020-02-15]

Barber, S. A. (1995). *Soil Nutrient Bioavailability – A Mechanistic Approach*. New York: John Wiley & sons.

Biocyclic Vegan Agriculture. (2019a). *Biocyclic Vegan Agriculture - Organic farming based on ethical and sustainability principles*. Tillgänglig: <http://www.biocyclic-vegan.org/> [2020-02-28]

Biocyclic Vegan Agriculture. (2019b). *Biocyclic-Vegan Standards*. Tillgänglig: <http://www.biocyclic-vegan.org/wp-content/uploads/2019/01/BIOCYCLIC-VEGAN-STANDARDS-2017.pdf/> [2020-02-28]

Bokashi (2018). *Bokashi Myanmar*. Tillgänglig: <https://www.bokashi.se/sv/artiklar/bokashi-myanmar/index.html> [2020-01-27]

Brussaard, L. & Ferrera-Cerrato, R. (1997). *Soil - Ecology in Sustainable Agricultural Systems*. CRC-Press

Båth, B. (2015). *Växtnäringsförsörjning*. Del i kurspärmen "Ekologisk odling av grönsaker på friland", Jordbruksverket. Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65a05/1434627356604/p10_8_1.pdf/ [2020-02-03]

Cavagnaro, T. R. (2014). Impacts of compost application on the formation and functioning of arbuscular mycorrhizas. *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 78, ss 38-44.

Tillgänglig: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.007/> [2020-02-14]

Cederberg, C. (2010). Johansson, B (red) - Djurproduktion utan fotfäste. I: Formas Fokuserar. *Jordbruk som håller i längden*. Stockholm: Forskningsrådet Formas, ss. 35-52.

Epstein, E. (1997). *The Science of Composting*. Lancaster: Tecomic Publishing Company Inc.

Granstedt, A. (1998). *Ekologiskt jordbruk i framtidens kretsloppssamhälle*. Helsingborg: AB Boktryck.

Gustafsson, H. & Johansson, C. (2009). *Reducerad jordbearbetning*. Jordbruksverket.

(2009:28) Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo08_28.pdf [2020-03-18]

Hall, J. & Tolhurst, I. (2015). *Growing Green*. Wales: Cambrian Printers Ltd.

Härén, S. (2019). Ekojordbruk mer effektiva utan djurhållning. *Landets fria*, 18 oktober, nummer 63. Tillgänglig: <https://landetsfria.nu/2019/nummer-63/ekojordbruk-mer-effektiva-utan-djurhallning/> [2020-02-14]

Jordbruksverket. (2018). *Ekologisk växtodling 2018*. Tillgänglig:

http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Arealer/JO13/JO13SM1901/JO13SM1901_kommentarer.htm [2020-03-01]

Johansson, C. (2019). *Kompostering - En handledning om kompostering på gårdsnivå*.

Jordbruksverket. (2019:13) Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.230b4f9116ef6bbaa6512ee4/1576136047247/jo19_13v2.pdf [2020-02-20]

Kirchmann, H., Kätterer, T. & Bergström, L. (2008). Nutrient Supply in Organic Agriculture – Plant Availability, Sources and Recycling. I: Kirchmann, H. & Bergström, L. (red), *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Dordrecht: Springer, ss. 89-116.

Kratschmer, H. (2000). *Jord & Kompost - Gödsling och jordförbättring på naturens villkor*. Västerås: ICA Förlaget AB.

Kvarmo, P., Andersson, E., Börling, K., Hjelm, E., Jonsson, P., Listh, U., & Malgeryd, J.

(2019). *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2020*. Jordbruksverket. Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6fd5d28c16f8ba7a70b48310/1578649240143/jo19_12v2.pdf [2020-02-20]

Källander, I. & Ögren, E. (2005). *Ekologiskt lantbruk - Odling och djurhållning*. Stockholm: Natur & Kultur.

Linder, J. (2008). *Jämförelsevärden för tolkning av växtnäringsbalanser*. Jordbruksverket.

Tillgänglig:

<http://www.jordbruksverket.se/download/18.1298d43a15345c26aa0b3386/1457346196645/J%C3%A4mf%C3%B6relsev%C3%A4rden+f%C3%B6r+tolkning+av+v%C3%A4xtn%C3%A4ringsbalanser.pdf> [2020-02-28]

Lowenfels, J. & Lewis, W. (2006). *Teaming with Microbes - A Gardener's Guide to the Soil Food Web*. Portland: Timber Press Inc.

Lööv, H., Andersson, R., Ekman, S., Wretling Clarin, A., Frid, G., Kättström, H.,

Larsson, B., & Sjødahl, M. (2013). *Hållbar köttkonsumtion*. Jönköping: Jordbruksverket.

(Hållbar konsumtion av jordbruksvaror, 2013:1) Tillgänglig:

<https://www.jordbruksverket.se/download/18.5df17f1c13c13e5bc4f800039403/En+h%C3%A5llbar+k%C3%B6ttkonsumtion.pdf> [2020-02-28]

Murphy, E. (2015). *Building soil - a down-to-earth approach. Natural Solutions for Better Gardens and Yards*. Minneapolis: Cool Springs Press.

Odlarna. (2019). 83. Peter Albrecht. [Podcast]. Producent: Rökaeus, A. Soundcloud, 14 juni.

Persson, J. & Otabbong, E. (1994). Åkermarkens bördighet. I Naturvårdsverket: *Markens Bördighet – Vad är bördighet och hur påverkas den?*. Stockholm: Gotab.

Prasad, R. & Power, J. F. (1997). *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*. Boca Ranton: CRC Press LLC.

Quiroz, M. & Flores, F. (2019) Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 65:6, ss, 867-875, DOI: 10.1080/03650340.2018.1524138

Råberg, T. 2017. *Strategic nitrogen management in Stockless organic cropping systems*. Department of Biosystems and Technology, SLU, Alnarp, Sverige.

Rämert, B. (2004). *Gröngödsling som mångfunktionellt redskap - Slutrapport*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Formas diarienummer 22.9/2001-1835) Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ekoforsk/resultat-2004/ramert-2004-grongodsling_slutrapport.pdf [2020-02-27]

Rölin, Å. (2015a). *Växtnäringsbalans*. Del i kurspärm "Ekologisk odling av grönsaker på friland, Jordbruksverket". Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65c45/1434627363676/p10_8_4.pdf [2020-02-20]

Rölin, Å. (2015b). *Växtföljd*. Del i kurspärm "Ekologisk odling av grönsaker på friland, Jordbruksverket". Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10_6.pdf [2020-02-20]

Röös, E., Sundberg, c., Salomon, E., & Wivstad, M. (2013). *Ekologisk produktion och klimatpåverkan - en sammanställning av kunskapsläge och framtida forskningsbehov*. Uppsala: SLU EPOK. Tillgänglig:

https://pub.epsilon.slu.se/11271/7/roos_e_150213.pdf [2020-02-24]

Schmutz, U. & Foresi, L. (2017). Vegan organic horticulture - standards, challenges, socio-economics and impact on global food security. *Acta horticultrae*. ss. 475-484. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1164.62

Steineck, S., Gustafson, A., Richert Stintzing, A., Salomon, E., Myrbeck., Å., Albihn, A. & Sundberg, M. (2000). *Växtnäring i kretslopp*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Stockfree Organic Services. (2017). *Stockfree organic*. Tillgänglig:

<https://stockfreeorganic.net/category/whatandwhy/> [2020-01-26]

Sveriges Riksdag (2019). *Minska köttkonsumtionen*. Stockholm: Sveriges Riksdag.

Tillgänglig:

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/motion/minska-kottkonsumtionen_H702128 [2020-02-01]

Winter, C. (2015) *Kontrollera och certifiera din ekologiska produktion*. Del i kurspärm "Ekologisk grönsaksodling på friland, Jordbruksverket".

Tillgänglig:

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.4be0c26d14e15110a0ea0485/1434974314870/P10_2.pdf [2020-02-28]

Ögren, E. (2016). *Gröngödsling*. Del i kurspärm "Ekologisk odling av grönsaker på friland, Jordbruksverket".

Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.48700df7158ff36c89e51d0b/1481809410500/p10_7v3.pdf [2020-02-01]