

Effekten av plöjning på biologisk mångfald i jordbruksmark

REBECCA BJÖRKLUND 2023
MVEK12 EXAMENSARBETE FÖR MILJÖVETENSKAPSEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET





LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund

Effekten av plöjning på biologisk mångfald i jordbruksmark

Rebecca Björklund

2023



LUNDS
UNIVERSITET

Rebecca Björklund

MVEK12 Examensarbete för Miljövetenskapsexamen 15 hp, Lunds universitet

Huvudhandledare: Katarina Hedlund, Markgruppen, Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatvetenskap

Lunds universitet

Lund 2023

Abstract

This study was done to get an understanding of how tillage effects biodiversity in agriculture soil. Therefore, this study focused on the soil organisms and various physical and chemical processes that can affect them. Soil organisms are crucial to agricultural landscapes as they perform biological processes that improve soil structure, nutrient cycling and decomposition. To ensure food production and achieve long-term sustainable agriculture, we must consider how we affect the soil. It is crucial that future generations have the same opportunities to food as we have now. Soil samples were collected at eight different farms in Skåne in a paired design. Each pair had one farm with arable field that was tilled and one farm with arable field that was not tilled. From these soil samples the abundance of four different soil organisms (mites, collembola, enchytraeids and nematodes), water-holding capacity, pH, respiration, substrate-induced respiration were analysed in the soil samples from each farm. In addition, statistical tests were conducted to test if tillage and biodiversity had any statistical significance. The results of the statistical tests showed that none of the processes had any significant correlation to tillage except for respiration. No conclusion regarding the effect of tillage on the measured parameters could be drawn except for respiration. This could be since the soil organisms had a large variation within and between the farms, therefore it could not show differences between tillage and no tillage. Future studies should investigate biodiversity with a greater number of samples and with a study that spans over several seasons.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Jordbruket har förändrats enormt under de senaste hundra åren, det har blivit större maskiner och små åkrar har slagits ihop till större åkrar. Detta har revolutionerat matproduktionen men samtidigt gjort landskapet mer likartat. Övergödning av vattendrag, utsläpp av växthusgaser och förlust av biologisk mångfald är endast några av de negativa miljöeffekter som det moderna jordbruket har resulterat i. Många arter som levde i den gamla miljön klarar inte av att leva i det nya odlingslandskapet och vi får en sämre biologisk mångfald. Samtidigt som förfrågan på mat ökar så blir dessa negativa miljöeffekter fler och det gör att det moderna jordbruket står inför en enorm utmaning. Det måste utvecklas bättre metoder som strävar efter att intensifiera produktionen av mat som samtidigt kraftigt sänker miljöpåverkan.

Denna studie fokuserar på markorganismer och olika fysikaliska och kemiska processer som kan påverka organismerna. Detta på grund av att de bidrar till en biologisk mångfald. Den biologiska mångfalden är viktig i ett jordbrukslandskap eftersom markorganismerna gör bland annat att marken blir mer porös, vilket är avgörande för att det ska växa något på marken. Syftet med studien är därför att ta reda på vilken effekt har plöjning på fyra utvalda markorganismer (kvalster, collemboler, enkytreer och nematoder) på jordbruksmark i Skåne. Jordprover samlades in på åtta olika gårdar i Skåne där varje gård parades in. Varje par hade en åker som var plöjd och en som var oplöjd. Från dessa jordprover så undersöks antalet av fyra olika markorganismer (kvalster, collemboler, enkytreer och nematoder), vattenhållande förmåga, pH, respiration och mikrobiell biomassa (genom substratinducerad respiration). Dessutom så genomfördes statistiska tester.

Resultatet från de statistiska testerna visade att det är ingen signifikant skillnad mellan de plöjda och oplöjda gårdarna förutom för respiration. Slutsatsen för denna studie är att det är osäkert ifall plöjning påverkar den biologiska mångfalden eftersom det är en stor varians i resultaten. Detta beror på att variationen av markorganismer är stor inom och mellan gårdarna och kunde då inte visa skillnader mellan plöjda gårdar och inte plöjda gårdar.

Framtida studier bör undersöka markorganismer och plöjningens påverkan på biologisk mångfald med ett större antal prover och med en studie som sträcker sig över flera årstider. Detta skulle skapa mer trovärdiga resultat.

Däremot är det viktigt att det sker fortsatt forskning inom markorganismer och biologisk mångfald då lite forskning har gjorts inom detta område. Det är även viktigt

för att framtida jordbruk ska vara hållbara och för att säkerställa det ökande behovet av mat.

Innehållsförteckning

Abstract	3
Populärvetenskaplig sammanfattning	4
Innehållsförteckning	6
Inledning	8
<i>Jordbruk och biologisk mångfald</i>	8
<i>Markorganismer</i>	9
<i>Syfte & Frågeställning</i>	10
Metod	11
<i>Avgränsningar</i>	11
<i>Fältstudie</i>	11
Insamling av jordprover	11
Extraktion av markorganismer	12
Vattenhållande förmåga.....	13
pH.....	13
Respiration & Substratinducerad respiration (SIR)	13
Vattenhalt i jorden	14
<i>Statistiska tester</i>	14
<i>Etisk reflektion</i>	14
Resultat	15
<i>Markorganismer</i>	15
<i>Respiration & Substratinducerad respiration (SIR)</i>	19
pH	20
<i>Sammansättning av markorganismer</i>	21
<i>Vattenhållande förmåga & jordens täthet</i>	22

Diskussion	24
<i>Biologisk mångfald.....</i>	<i>24</i>
<i>Plöjningens påverkan på markorganismer.....</i>	<i>24</i>
<i>Vattenbällande förmåga och jordens täthet.....</i>	<i>25</i>
<i>Biologisk aktivitet</i>	<i>26</i>
<i>Framtida studier</i>	<i>27</i>
Slutsats	28
Tack	29
Referenser	30
Appendix.....	32

Inledning

Jordbruk och biologisk mångfald

Jordbruket har förändrats enormt under de senaste hundra åren och i samma takt har även den biologiska mångfalden förändrats (Naturvårdsverket, u.å.). Det har blivit större maskiner, små åkrar har slagits ihop till större åkrar och det har kommit nya bruksmetoder. Detta har revolutionerat matproduktionen men samtidigt gjort landskapet mer homogent (Naturvårdsverket, u.å.). Övergödning av vattendrag, utsläpp av växthusgaser och förlust av biologisk mångfald är endast några av de negativa miljöeffekter som det moderna jordbruket har resulterat i (Henneron, et al., 2015). Många arter som levde i den gamla miljön klarar inte av att leva i det nya odlingslandskapet och vi får en sämre biologisk mångfald (Naturvårdsverket, u.å.). Samtidigt som förfrågan på mat ökar så blir dessa negativa miljöeffekter fler och det gör att det moderna jordbruket står inför en enorm utmaning. Det måste utvecklas bättre metoder som strävar efter att intensifiera produktionen av mat som samtidigt kraftigt sänker miljöpåverkan (Henneron, et al., 2015).

Tidigare studier visar att det är ett tydligt samband mellan växternas biologiska mångfald och ekosystemets funktion (Cappelli, et al., 2022). Däremot har mikroorganismerna i marken inte studerats lika väl. Vissa studier visar på att växtsamhällets sammansättning påverkar markens mikrobiella mångfald vilket i sin tur främjar olika funktioner som är positiva för ett hållbart jordbruk (Cappelli, et al., 2022). Det är även känt att vid intensiv markbearbetning så sker en av de största förlusterna av biologisk mångfald (Tsioufouli, et al., 2015). Däremot är det en del organismer som överlever och blir fler som konsekvens av detta (Tsioufouli, et al., 2015).

Ytterligare en studie visar att vid minskad eller ingen jordbearbetning blir det mer organiskt material vid markytan (Eo & Nakamoto, 2008). Detta resulterar då i rika och heterogena substrat för markorganismer. Organiskt material är alltså viktigt för markens biologiska aktivitet. Däremot i konventionellt bearbetad jord avlägsnas det organiska materialet från markytan och ibland blandas in i marken vilket gör att det blir en förlust av biologisk aktivitet i jämförelse. Detta är på grund av den accelererade nedbrytningen (Eo & Nakamoto, 2008).

Markorganismer

Markhälsan är beroende av de biologiska processer som finns i marken (Gormsen et al., 2004). Dessa processer utförs av olika markorganismer i marken, bland annat bakterier, mykorrhiza och svampar. Markorganismerna gör så att marken blir till exempel mer porös vilket leder till att vatten och näringsämnen kan ta sig in i marken. Detta beror på att jordaggregat bildas. Detta är avgörande för att det ska växa något på marken (Gormsen et al., 2004). Markorganismers interaktioner med varandra i näringsväven har en stor påverkan på kvalitén av grödorna (Betancur-Corredor et al., 2022). För att mäta markorganismers aktivitet kan man till exempel mäta respiration (Rousk & Rousk, 2018). Respiration är ett mått på den mängd koldioxid som avges från markorganismer. Detta betyder då alltså att en hög respiration visar på en hög biologisk aktivitet (Rousk & Rousk, 2018). Den biologiska aktiviteten kan även gynnas av ett högre pH-värde i marken (Rousk & Rousk, 2018). Enligt en studie från Nunes et al. (2020) så visar deras resultat att en minskning av plöjning medför bland annat en högre biologisk aktivitet. Det är även en mer markant skillnad i det översta lagret av jorden.

Tidigare studier visar att de översta fem centimeter jord i Skåne har en stor mängd markorganismer (Magnusson, 2022).

Substratinducerad respiration är ett mått på den mikrobiella biomassan (Engell et al., 2022). Enligt en studie från Engell et al. (2022) så är den mikrobiella biomassan högre i oplöjda fält i tre av fyra länder. Sverige är en av dessa länder. De kom även fram till att det som starkt påverkar den mikrobiella biomassan är bland annat pH, jordfaktorer och klimatet (Engell et al., 2022).

Tidigare studier visar även att densiteten av allätande nematoder, collemboler, kvalster och enkytreer är högre vid inte eller mindre plöjda gårdar till skillnad från gårdar som plöjer (Betancur-Corredor et al., 2022). Vid konventionellt jordbruk så plöjs fälten på gårdarna regelbundet och det är en av de största störningsfaktorerna för biologisk mångfald. Däremot kan plöjningens påverkan variera beroende på djup (Betancur-Corredor et al., 2022).

Nematoder är väldigt små djur som lever i jorden (Yeates & Bongers, 1999). De livnär sig på jordorganismer och är helt beroende av kontinuiteten av de biologiska och fysiska förhållandena i jorden. Detta bland annat på grund av det de livnär sig på men också vattnet som de använder för att röra sig. Nematoder i jord är potentiellt en bra indikator för effekterna av ändrad markanvändning och förändring av markförhållandena (Yeates & Bongers, 1999). Nematoder är även väldigt viktiga för markens funktioner då via deras födointeraktioner bidrar de till näringsämneskretsloppet, kolflöden och växtproduktiviteten (Betancur-Corredor et al., 2022).

Enkytreer eller småringmaskar som de också kallas är ett litet djur som lever i jord och vattnet i jorden (Kiss et al., 2021; Yeates & Bongers, 1999). De spelar en

viktig roll i nedbrytningen av organiskt material och energicirkulationen (Kiss et al., 2021; Betancur-Corredor et al., 2022). De tåler att leva i sura jordar men kan hittas i de alla flesta jordtyper (Kiss et al., 2021). Enkytreer förbättrar även jordens porositet och omfördelning av mineraler och organiskt material (Betancur-Corredor et al., 2022).

Collemboler och kvalster lever i översta lagret av jorden i små luftfickor (Haynes, 2014). Båda är avgörande för återvinningen av organiskt material i marken på grund av deras påverkan på mikrobiell aktivitet och flödet av organiskt material (Betancur-Corredor et al., 2022).

Syfte & Frågeställning

Syftet med denna studie är att undersöka jordbruksmark på flera platser i Skåne för att ta reda på vilken effekt som plöjning har på biologisk mångfald. Den biologiska mångfalden undersöks i denna studie genom att olika markorganismer mäts i antal. Fysikaliska och kemiska faktorer kommer också att mätas för att undersöka om de är kopplade till förekomsten av markorganismer. Dessa är vattenhållande förmåga, pH, respiration och mikrobiell biomassa (genom substratinducerad respiration).

Jag anser att detta är intressant ur ett miljövetenskapligt perspektiv då olika jordbruksmetoder påverkar markhälsan och den biologiska mångfalden olika. För att säkerställa livsmedelsproduktionen i framtiden och uppnå ett långsiktigt hållbart jordbruk måste vi ta i hänsyn hur vi påverkar jordbrukens åkermark. Det är viktigt då kommande generationer ska få samma möjligheter till mat som vi har nu och därför måste vi värna om jordbruket. Frågeställningen som ska besvaras för studien är därför följande;

- Vilken effekt har plöjning på fyra utvalda markorganismer (kvalster, collemboler, enkytreer och nematoder) i jordbruksmark?

För att svara på denna frågeställning kommer åtta gårdar som är indelade i par att studeras. Dessa gårdar har alla höstvetete och ligger på olika platser i Skåne där paren är relativt nära till varandra. Anledningen till detta är eftersom det ska vara så lika jordmån och jordart som möjligt. Studien kommer att undersöka mängden och diversiteten av några vanliga grupper av markorganismer samt en rad kemiska och fysiska jordfaktorer som kan påverka dessa.

Metod

Avgränsningar

Studien kommer utföras mellan 22 mars och 24 maj och för att studien ska bli möjlig att slutföra inom denna tidsram så har en del avgränsningar gjorts. Gårdarna som kommer provtas ligger endast i Skåne för att göra det så tidseffektivt som möjligt. Det är endast växtodling studien kommer undersöka och ingen gård med betesmarker. Studien kommer också endast undersöka plöjning, respektive de som inte plöjer.

Fältstudie

Insamling av jordprover

Mätningar gjordes under två dagar på åtta olika gårdar i Skåne. Två av gårdarna låg i Helsingborgs kommun, fyra låg i Landskrona kommun och de två sista låg i Ystad kommun. Dessa platser valdes ut då gårdarna analyserades parvis då de i paret fanns relativt nära varandra. Identifiering av gårdar gjordes med hjälp av Jens Blomqvist och Lars Wiik från Hushållningssällskapet via deras pargårds-studie. Varje gård fick tre provtagningsytor som senare benämns som A, B och C. På varje provtagningsyta togs fyra cylindermått med jord ungefär fem centimeter ner i marken med sju centimeter i diameter (se figur 1) som användes till analys av markorganismer. Det togs även på varje provtagningsyta ett större cylindermått som var tio centimeter ner i marken, sju centimeter i diameter som användes till vattenhållande förmåga och slutligen ett större jordprov. Det större jordprovet togs med jordborr, 15 centimeter ner i marken, 3 centimeter i diameter, på tio slumpvis valda platser inom provtagningsytan. Det användes till analys av de fysikaliska och kemiska faktorerna. Mellan provtagning och analys i labb så kylde all jord i kylrum



Figur 1: Visar när ett jordprov tas med hjälp av ett cylindermått, spade och hammare.

så att markorganismerna hade störst chans att överleva samt så att jordfaktorerna inte ändrades. Jordproverna till analys av fysikaliska och kemiska faktorer sållades så att klumparna och stenarna i jorden kunde lätt plockas ut samt att det blev en finfördelad jord.

Extraktion av markorganismer

För att extrahera nematoder och enkytreer ur proverna så placerades en behållare med nät ovanpå en tratt som längst ner hade ett provrör. I behållaren fanns det ett gasnät som jorden placerades på. Jorden vägdes och fyllde behållaren så att det täckte ungefär en centimeter upp. Sedan sattes den ner i en låda som var fylld till hälften med vatten och som blev kyld underifrån. Ovanpå så sattes en låda med glödlampor som både lyste och värmden upp så att nematoderna och enkytreerna tog sig ner i provrören. Proven stod i minst ett dygn innan analys i preparermikroskop.



Figur 2: Visar hur collemboler och kvalster blev extraherade.

Det användes en liknande metod till att extrahera collemboler och kvalster som för nematoder och enkytreer (se figur 2). Behållaren för jorden var större och hade nät i botten. Den fylldes med ett helt cylinderprov (10 cm diameter, 5 cm höjd) med jord. Under behållaren med nät satt det en annan behållare fylld med 1 cm 50% propylenglykol. Sedan sattes det hela ner i en låda som var fylld till hälften med vatten och som blev kyld underifrån. Ovanpå så sattes en låda med glödlampor som både lyste och värmden upp så att collemboler och kvalster tog sig ner i behållaren under. Proven stod i ett dygn innan analys gjordes med preparermikroskop.

Vattenhållande förmåga

För att mäta vattenhållande förmåga användes de större cylindrarna (7 cm diameter, 10 cm höjd) och dessa ställdes i en vattenfylld låda som täckte ungefär en cm av cylindrarnas botten (se figur 3). Dessa fick sedan stå där i tre dagar tills de inte längre tog upp vatten och var helt vattenmättade. Därefter fick de droppa av och slutligen vägas. Sedan torkades de i ett torkskåp och vägdes ytterligare en gång. Jorden togs sedan bort från cylindrarna så man kunde väga behållarna utan jord (Växtekologiska institutionen, 1977). För att räkna ut den vattenhållande förmågan subtraherades först de vattenmättade cylindrarnas vikt med jordens vikt efter torkskåp, detta resulterade i vattnets vikt. Därefter subtraherades vikten av jorden efter torkskåp med endast cylindern för att få ut den torra jorden utan cylindern. Sedan dividerades vattnets vikt med den torra jorden utan cylindern. Det resulterade i den vattenhållande förmågan i procent.



Figur 3: Visar när de större cylindrarna står i en vattenfylld låda för att bli vattenmättade.

pH

För att mäta pH för varje gård och provtagningsyta så vägdes 10 g jord upp som sedan lades i respektive e-kolv. Varje e-kolv fylldes med 25 ml vatten och skakades regelbundet under tre timmar. Därefter hälldes vattnet från varje e-kolv i en bägare så att pH kunde mätas med hjälp av en pH-elektrod. Innan mätningarna kalibrerades maskinen och efter varje mätning sköljdes elektroden med vatten.

Respiration & Substratinducerad respiration (SIR)

Respiration i jorden mättes genom att väga upp ungefär tre gram jord från varje jordprov och sedan placera det i små provrör (20 ml). Detta gjordes eftersom respiration är ett mått på den koldioxid som markorganismerna avger (Rousk & Rousk, 2018). Det visar då hur hög den biologiska aktiviteten är (Rousk & Rousk, 2018). Därefter användes tryckluft för att få ut tidigare luftvolym och sedan sattes kapsyler på. Denna metod gjordes på de 24 större jordprover och fyra blanka med ingenting i. Dessa blanka provers medelvärde blir sedan en referens för startmängden koldioxid. Dessa stod sedan och inkuberade över natten. Därefter sattes de i en Headspace-GC och analys genomfördes. Efter analys tillsattes 0,09 g socker/glukos i varje provrör då det behövdes 30 mg socker/glukos per gram jord. Socker/glukos tillsattes eftersom vi

mätte substratinducerad respiration som är en markkör för biomassa av markorganismer. De förslöts därefter igen på samma sätt med kapsyl. Sedan inkuberade de i 3 h och sattes i Headspace-GC igen.

Vattenhalt i jorden

Ungefär tre gram jord från de större jordproverna vägdes upp i deglar. Degelns vikt före jord antecknades. Därefter stod de i torkskåp i några dagar. Vikten antecknades igen efter torkning för att kunna räkna ut den procentuella skillnaden mellan torr jord och fuktig jord (Växtekologiska institutionen, 1977).

Statistiska tester

All statistisk analys av data gjordes i programmet SPSS med logaritmerade värden då detta gav en normalfördelning, det gjordes Q-Q Plots för all data för att kunna testa normalfördelningen. Statistiska analyser gjordes för att kunna svara på frågeställningen. För varje faktor som sedan redovisas i resultat och diskussion så gjordes en ANOVA (general linear model, där plöjning var fixed faktor och gårdsparet en random faktor). ANOVA gjordes eftersom det kan säkerställa skillnader mellan olika faktorer som plöjning respektive ingen plöjning.

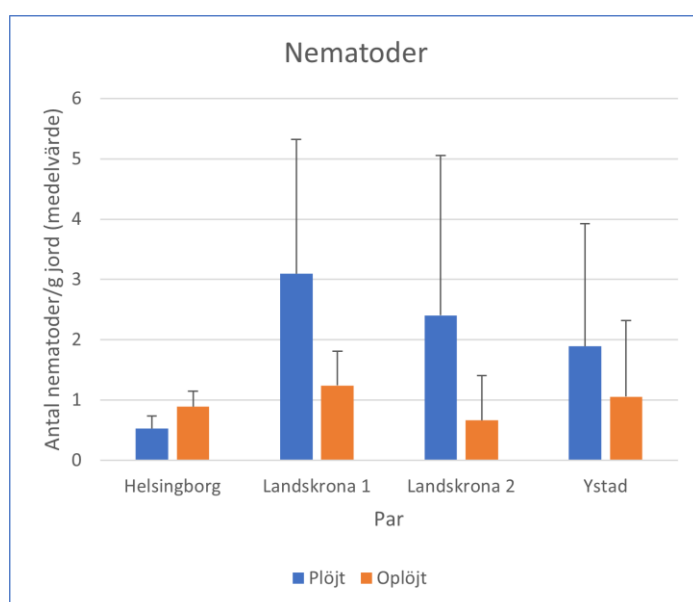
Etisk reflektion

Studien undersöker bland annat mindre levande organismer i marken. Detta kan medföra en risk att vissa av dessa och dagmaskar som av misstag tas med i jordproverna dör. Däremot är denna risk så liten och kommer inte medföra att det blir etiska konflikter då ett etiskt tillstånd inte är nödvändigt för dessa organismer. Gårdarna som undersöks kommer ställas emot varandra men detta ska inte ses som något negativt då jordbrukarna är medvetna och intresserade av vad resultaten visar för att eventuellt ändra sina metoder. Rapporten behandlar även gårdarna generellt och enskilda gårdar pekade inte ut på en karta. Det är även viktigt att använda rätt forskningsetik och referera till andras studier ifall de används som källor.

Resultat

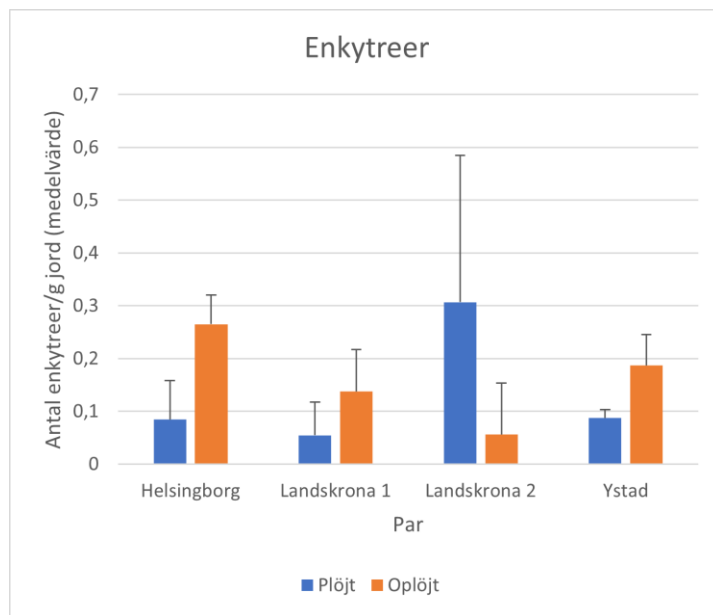
Markorganismer

Det statistiska testet som utfördes för nematoder visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix). Resultatet visar därför att det inte finns någon koppling mellan nematoder och plöjning. Däremot var värdena normalfördelade runt medelvärdet (se appendix). Diagrammet visar att det är relativt höga felstaplar för alla par förutom Helsingborg (se figur 4).



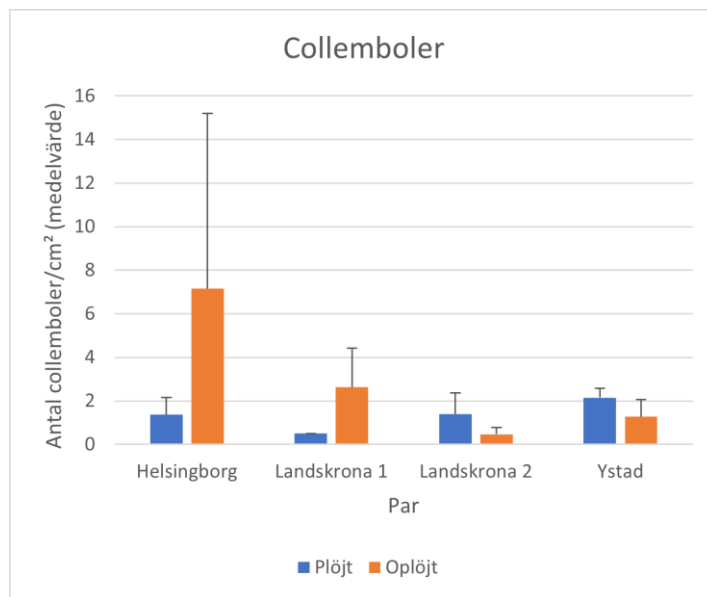
Figur 4: Visar medelvärdet för antal nematoder per gram jord på alla gårdar med standardavvikelse.

Det statistiska testet som utfördes för enkytreer visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix). Resultatet visar därför att det inte finns någon koppling mellan enkytreer och plöjning. Däremot var värdena normalfördelade runt medelvärdet (se appendix). Diagrammet visar att det är relativt hög felstapel för Landskrona 2 men ingen av de andra (se figur 5). Alla värden är även relativt låga, mellan 0,05-0,3 antal enkytreer/g jord.



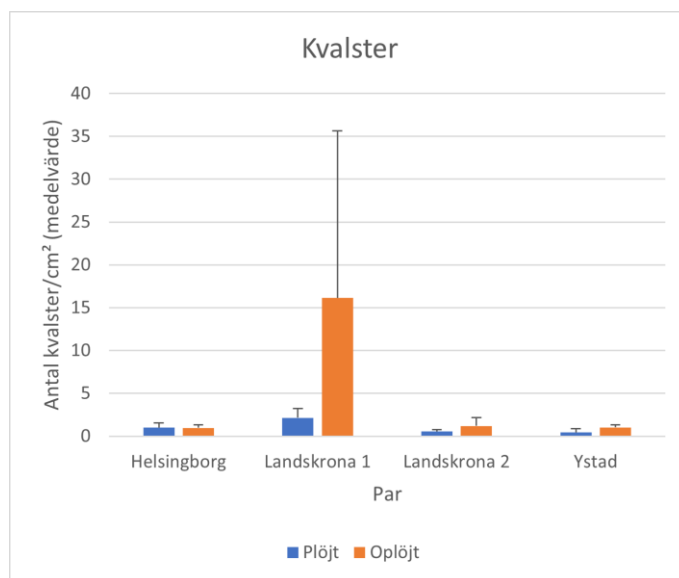
Figur 5 Visar medelvärdet för antal enkytreer per gram jord på alla gårdar med standardavvikelse.

Det statistiska testet som utfördes för collemboler visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix). Resultatet visar därför att det inte finns någon koppling mellan collemboler och plöjning. Däremot var värdena normalfördelade runt medelvärdet (se appendix). Diagrammet visar att det är relativt hög felstapel för Helsingborg men ingen av de andra (se figur 6).



Figur 6: Visar medelvärdet för antal collemboler per cm² på alla gårdar med standardavvikelse.

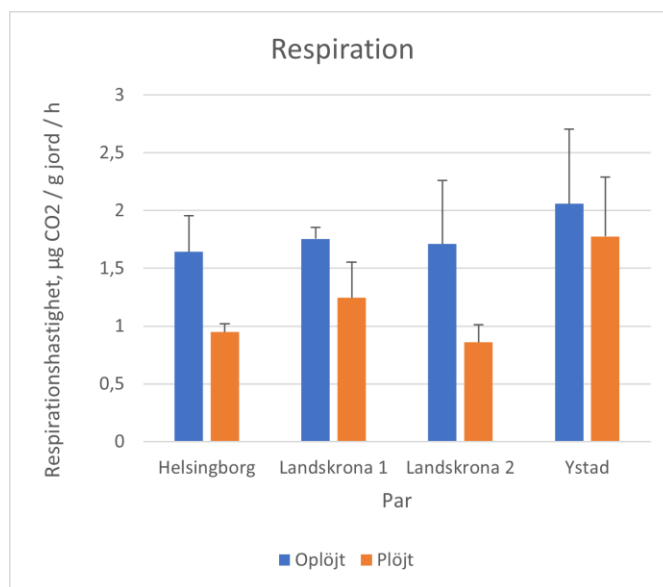
Det statistiska testet som utfördes för kvalster visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix). Resultatet visar därför att det inte finns någon koppling mellan kvalster och plöjning. Däremot var värdena normalfördelade runt medelvärdet (se appendix). Diagrammet visar att det är relativt hög felstapel för Landskrona 1 men ingen av de andra (se figur 7).



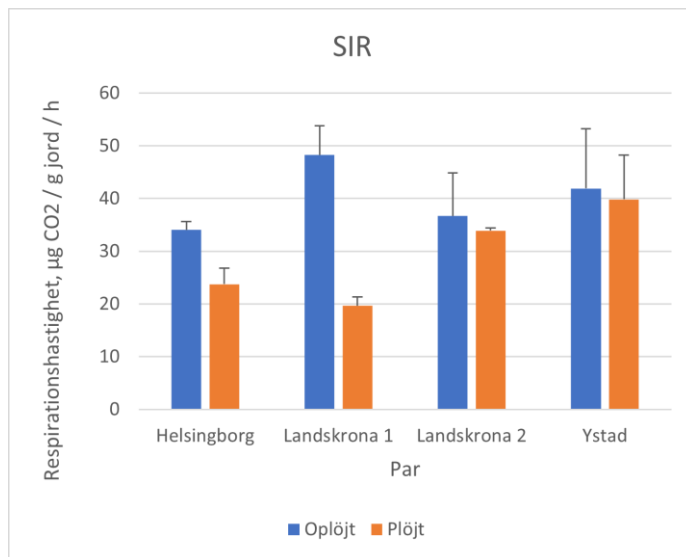
Figur 7: Visar medelvärdet för antal kvalster per cm^2 på alla gårdar med standardavvikelse.

Respiration & Substratinducerad respiration (SIR)

Resultatet från respirationsanalyserna visar att alla gårdar som var oplöjda har högre respiration än de som plöjer (se figur 8). Resultatet visar även att den högsta respiration är Ystad oplöjd och lägst respiration är Landskrona 2 plöjd. Det statistiska testet för respiration visade att det finns en signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar med ett p-värde på 0,033 (se appendix). Resultatet från substratinducerad respiration (SIR) visar att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar, enligt det statistiska testet.



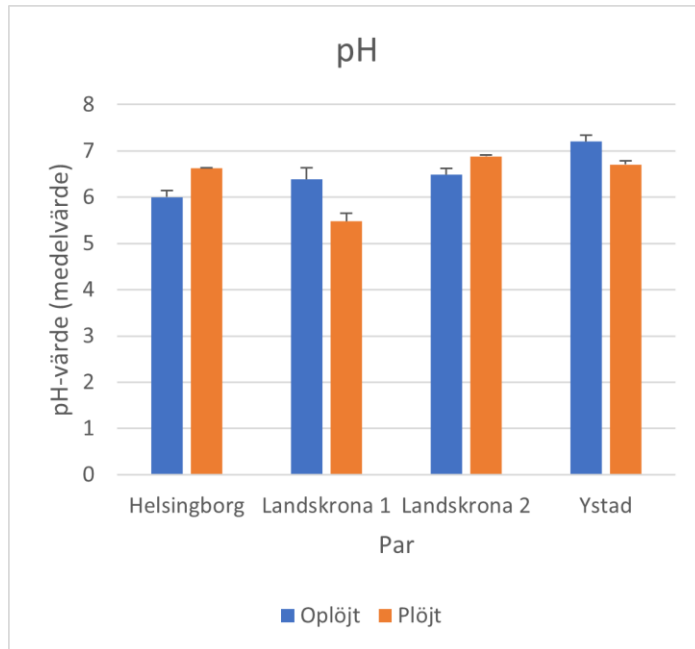
Figur 8: Visar medelvärdet för mängd mikrogram koldioxid per gram jord och timme på alla gårdar med standardavvikelse.



Figur 9: Visar medelvärdet för mängd mikrogram koldioxid per gram jord och timme på alla gårdar med standardavvikelse.

pH

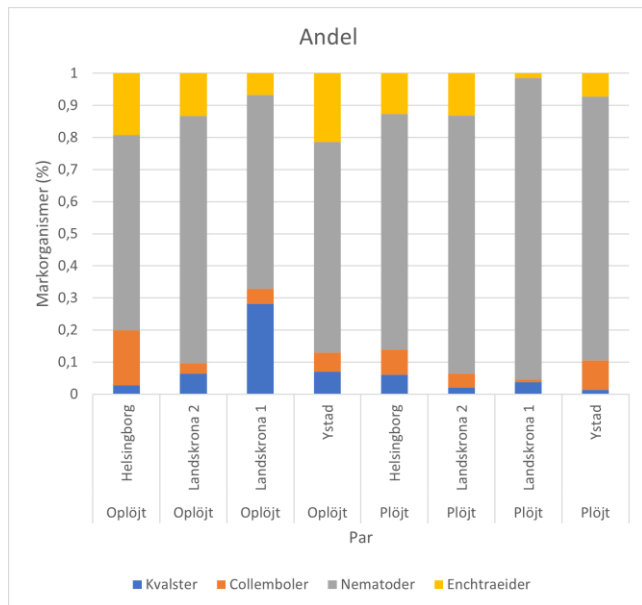
Resultatet visar att ingen av de plöjda och oplöjda gårdarna har högst eller lägst pH generellt, det varierar mellan varje gård vilken av de som har högst eller lägst pH (se figur 10). Högst pH av alla gårdar är den oplöjda i Ystad med ett pH-värde på 7,21. Det lägsta pH-värdet av alla gårdar är den plöjda i Landskrona 1 med ett pH-värde på 5,48. Standardavvikelseerna för alla gårdars pH-värde är även väldigt lågt vilket visar att det är generellt en låg avvikelse från medelvärdet. Det statistiska testet för pH visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix).



Figur 10: Visar medelvärdet för pH på alla gårdar med standardavvikelse.

Sammansättning av markorganismer

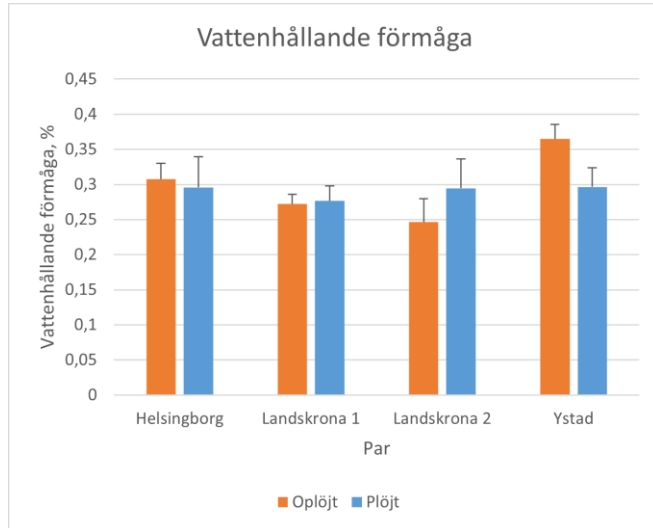
Resultatet visar hur stor procent av varje markorganism som utgör den totala mängden markorganismer som mättes i den gården (se figur 11). Det statistiska testet visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix). Däremot kan man se en tendens att till större andel nematoder i de oplöjda gårdarna då p-värdet är nära 0,05 (se appendix).



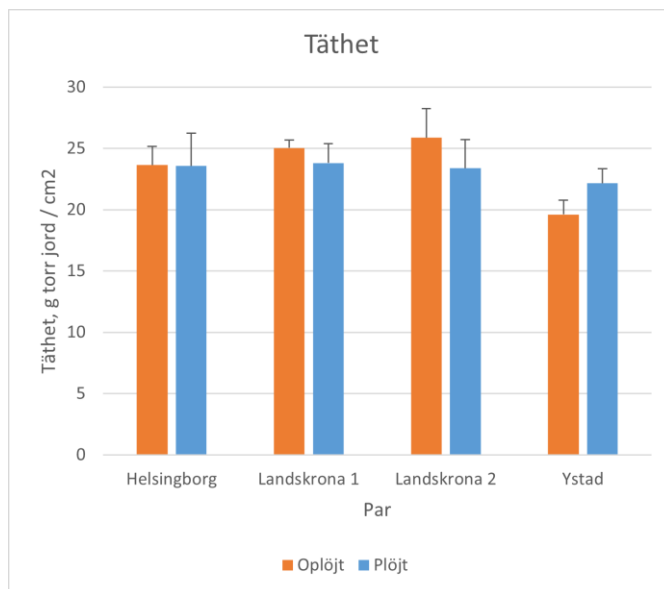
Figur 11: Visar hur stor procent varje markorganism utgör av den totala mängden markorganismer i de plöjda och oplöjda gårdarna.

Vattenhållande förmåga & jordens täthet

Resultatet från vattenhållande förmåga (figur 12) visar att de högsta procenten är de oplöjda gårdarna i Ystad och Helsingborg. Den lägsta är den oplöjda gården i Landskrona 2. Figur 13 visar tätheten på jorden för varje par mätt i gram jord/cm². Den högsta tätheten är den oplöjda gården i Landskrona 2 och den lägsta är den oplöjda gården i Ystad. De statistiska testerna för vattenhållande förmåga och täthet visade att det finns ingen signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar (se appendix).



Figur 12: Visar jordens vattenhållande förmåga i procent med standardavvikelse.



Figur 13: Visar jordens täthet i gram jord/cm², med standardavvikelse.

Diskussion

Biologisk mångfald

Flera studier visar att mindre markbearbetning är bättre för markhälsan än jordbruk med intensiv markbearbetning (Eo & Nakamoto, 2008; Henneron, et al., 2015). Det har även visats att jordbruk med intensiv markbearbetning har negativa konsekvenser organismerna i marken (Eo & Nakamoto, 2008; Henneron, et al., 2015). Däremot visar denna studies resultat att det inte finns någon statistisk skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar. Denna studie har undersökt flera fysikaliska och kemiska faktorer och markorganismer där det endast är respiration som är signifikant och blir därav påverkad av plöjning. Enligt figur 11 så ser man hur den biologiska mångfalden fördelar sig mellan oplöjda och plöjda gårdar procentuellt. Detta visar att mellan paren, som då har liknande förutsättningar när det kommer till jordfaktorer, så har de oplöjda gårdarna en högre mångfald av markorganismer. De plöjda gårdarna har en mindre varians av markorganismer och det är nematoder som det finns flest av. Nematoder är även den markorganism som det finns mest av i de oplöjda, däremot är de andra markorganismerna mycket fler än i de oplöjda. Det är alltså kvalster, enkytreer och collemboler som utgör den största skillnaden mellan plöjd och oplöjd gård. Däremot är det viktigt att ta i hänsyn att detta är procentuella skillnader och inte antal. Samtidigt är det viktigt att förstå att enligt de statistiska testerna så har ingen av dessa markorganismer en signifikant skillnad mellan plöjda och oplöjda gårdar. Det vill säga det finns ingen påverkan på markorganismer från plöjning.

Plöjningens påverkan på markorganismer

Markorganismerna är även varierande beroende på par och vilken markorganism när man tittar på antal enligt figur 4,5,6 och 7. Detta förklaras av att markorganismerna och plöjning har ingen signifikant korrelation enligt de tester som gjorts i SPSS. Detta kan bero på att det är många faktorer som påverkar markorganismerna, såsom organiskt material vid markytan och ekologiskt jordbruk (Eo & Nakamoto, 2008; Henneron, et al., 2015; Yeates & Bongers, 1999). Enligt Betancur-Corredor et al.

(2022) så är densiteten av markorganismerna större vid ingen eller mindre plöjning. De markorganismer som studerats i Betancur-Corredor et al. (2022) är samma som har undersökts i denna studie. De kom även fram till att djupet på marken kan påverka effekten av plöjning (Betancur-Corredor et al., 2022), vilket kan delvis förklara denna studie då jordprover togs på 15 centimeters djup och flera av resultaten hade ingen signifikant skillnad mellan oplöjda och plöjda gårdar. Trots att vi tog de första fem centimetrarna i dessa 15 centimeter så blandades och sållades det vilket gör att det blir en jämn fördelning av jorden och faktorer på hela djupet. Ytterligare en anledning till att plöjning och biologisk mångfald inte korrelerar med varandra kan vara att de pargårdar som valdes ut låg för långt ifrån varandra. Detta gör att det blir svårt att jämföra paren då jordart och jordfaktorer kan skilja mycket. Gårdar idag är väldigt stora vilket gör att jorden kan skilja sig inom samma gård och de som egentligen är grannar kan ha väldigt olika jordar. Det är även viktigt att ta i hänsyn att de plöjda gårdarna plöjs endast vid behov. Detta kan göra att skillnaderna mellan oplöjd och plöjd gård kan emellanåt vara väldigt små. Det är därför rimligt att dra slutsatsen att utifrån dessa figurer så påverkar plöjningen inte markorganismerna och den biologiska mångfalden.

Vattenhållande förmåga och jordens täthet

Resultatet visar på att jordarna i Ystad har en hög vattenhållande förmåga (se figur 12) men samtidigt en låg täthet på jorden (se figur 13). Eftersom nematoder och enkytreer lever i vattnet i jorden (Yeates & Bongers, 1999) så kan detta utgöra en bra grund för att dessa ska kunna leva. Enkytreer gör även jorden mer porös (Betancur-Corredor et al., 2022) vilket kan stödja varför tätheten är mycket lägre i Ystad. Detta stöds även delvis av figur 5 då enkytreerna i Ystad var relativt många. Däremot så har ingen av de en signifikant skillnad mot plöjning eller inte plöjning.

Eftersom collemboler och kvalster lever i luften som finns i jorden (Haynes, 2014) så behöver de en porös jord. Däremot är det svårt att dra slutsatser kring antal collembolerna och kvalster eftersom resultatet var väldigt variabelt (se figur 6 och 7) och en av gårdarna hade väldigt mycket utan korrelation till någon annan faktor. Det var inte heller någon signifikant skillnad mot plöjning eller inte plöjning.

Biologisk aktivitet

Respiration är ett mått på den mängd koldioxid som avges från markorganismer. Detta betyder då alltså att en hög respiration visar på en hög biologisk aktivitet (Rousk & Rousk, 2018). Resultatet för respiration och plöjning visade på en signifikant skillnad vilket då innebär att plöjning har en negativ effekt på respirationen. Detta stöds även av en studie från Nunes et al. (2020) som visar att en minskning av plöjning medför bland annat en högre biologisk aktivitet. Det är även en mer markant skillnad i det översta lagret av jorden. Respirationen är även starkt kopplat till markorganismerna och kan då tas in i svaret till frågeställningen ”Vilken effekt har plöjning på fyra utvalda markorganismer (kvalster, collemboler, enkytreer och nematoder) i jordbruksmark?” då den biologiska mångfalden beror på markorganismerna. Ytterligare en studie visar att markorganismerna finns i en större utsträckning i det översta lagret av jorden (Magnusson, 2022). Plöjningens påverkan på respiration stöds även av figur 8 då alla gårdar med plöjning har en sämre respiration. Detta innebär att de har en lägre biologisk aktivitet.

Substratinducerad respiration (SIR) är ett mått på den mikrobiella biomassan (Engell et al., 2022). Enligt figur 9 så ser man att SIR är högre för alla oplöjda gårdar när man jämför mellan paren. Däremot stöds detta inte av de statistiska testerna då det inte fanns en signifikant skillnad. Enligt Engell et al. (2022) så resulterade deras studie i att den mikrobiella biomassan var högre i de oplöjda fälten i tre av fyra fält. Däribland var även Sverige med vilket gör resultaten mer jämförbara till denna studie. Däremot fann de att det som påverkade den mikrobiella biomassan starkt var bland annat pH, jordfaktorer och klimatet (Engell et al., 2022).

Enligt figur 8 och 10 så är det gårdarna i Ystad som har högst pH-värde och respiration. Enligt Rousk & Rousk (2018) så ökar den biologiska aktiviteten när pH-värdet ökar samt att respirationen är ett mått på den biologiska aktiviteten. Det vill säga när både pH-värdet och respiration är höga för Ystad så indikerar det på en hög biologisk aktivitet. Det kan även dras slutsatsen att det innebär att det är mycket markorganismer vid gården, däremot kan slutsatsen inte kopplas till en hög biologisk mångfald. Detta beror på att ett stort totalt antal markorganismer behöver inte betyda en biologisk mångfald.

Framtida studier

För framtida studier bör jordprover tas på flera olika djup. Till exempel så bör det vara olika intervaller, ett vid 0-5 centimeter, nästa vid 5-10 centimeter och så vidare. Detta gör att man kan undersöka gradienten av markorganismer som finns i jorden, vilket stöds av resultatet från Magnusson (2022). Man bör även undersöka markorganismer och biologisk mångfald i olika årstider då denna studie tog prover direkt efter gödsling på våren. Detta påverkar resultaten och kan förhindras genom att ta prover vid fler tillfällen. Ytterligare en faktor som kan ha påverkat varför resultaten är varierade är att avståndet mellan gårdarna i paren är för långt. Detta gör att jordfaktorer som ska vara liknande blir för olika. Man bör även ha ett större urval för att få säkrare och mer tillförlitliga resultat.

Slutsats

Slutsatsen från denna studie är att plöjning inte påverkar de fyra utvalda markorganismerna (kvalster, collemboler, enkytreer och nematoder). Detta beror på att alla statistiska resultat förutom respiration har ingen signifikant skillnad mellan plöjning och oplöjda gårdar. Detta inkluderar resultatet från markorganismerna.

Framtida studier bör undersöka markorganismer och plöjningens påverkan vid olika intervaller. Det bör även undersökas i ett större urval som sträcker sig över flera årstider.

Det är därför viktigt att fortsätta studera inom detta område för att få säkrare resultat som kan utveckla jordbruket och skapa en hållbar matproduktion. Detta för att kommande generationer ska få samma möjligheter till mat och levnadsstandard som vi har idag.

Tack

Jag vill först och främst tacka Katarina Hedlund som har varit min handledare och hjälpt mig under hela arbetets gång. Tack för att du har stöttat, väglett och svarat på alla frågor som har dykt upp. Jag vill även rikta ett stort tack till Jonathan Fossum för allt hårt jobb i fält samt alla långa dagar i labbet. Utan detta samarbete hade studien inte blivit lika lyckad och rolig att genomföra!

Jag vill även tacka Sofia Mebrahtu Wisén som har demonstrerat och varit till stor hjälp i labbet.

Tack till Jens Blomqvist och Lars Wiik från Hushållningssällskapet som via deras pargårds-studie tog fram och visade oss relevanta gårdar och provtagningsplatser.

Referenser

- Betancur-Corredor, B., Lang, B., Russell, D.J., 2022. Reducing tillage intensity benefits the soil micro- and mesofauna in a global meta-analysis. *European Journal of Soil Science* 73, e13321. <https://doi.org/10.1111/ejss.13321>
- Cappelli, S.L., Domeignoz-Horta, L.A., Loaiza, V., Laine, A.-L., 2022. Plant biodiversity promotes sustainable agriculture directly and via belowground effects. *Trends Plant Sci* 27, 674–687. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.02.003>
- Elsevier, Amsterdam, pp. 113–135. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50019-9.50010-8>
- Engell, I., Linsler, D., Sandor, M., Joergensen, R.G., Meinen, C., Potthoff, M., 2022. The Effects of Conservation Tillage on Chemical and Microbial Soil Parameters at Four Sites across Europe. *Plants* 11, 1747. <https://doi.org/10.3390/plants11131747>
- Eo, J., Nakamoto, T., 2008. Spatial relationships between roots and soil organisms under different tillage systems. *European Journal of Soil Biology* 44, 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.02.003>
- Gormsen, D., Hedlund, K., Korthals, G.W., Mortimer, S.R., Pizl, V., Smilauerova, M., Sugg, E., 2004. Management of plant communities on set-aside land and its effects on earthworm communities. *European Journal of Soil Biology* 40, 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2004.08.001>
- Haynes, R.J., 2014. Chapter Two - Nature of the Belowground Ecosystem and Its Development during Pedogenesis, in: Sparks, D. (Ed.), *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 43–109. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800131-8.00002-9>
- Henneron, L., Bernard, L., Hedde, M., Pelosi, C., Villenave, C., Chenu, C., Bertrand, M., Girardin, C., Blanchart, E., 2015. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 169–181. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0215-8>

Kiss, L.V., Seres, A., Boros, G., Sárospataki, M., Nagy, P.I., 2021. Chapter 27 - Ecotoxicological effects of zinc oxide nanoparticles on test organisms from soil micro- and mesofauna, in: Abd-Elsalam, K.A. (Ed.), *Zinc-Based Nanostructures for Environmental and Agricultural Applications*, Nanobiotechnology for Plant Protection. Elsevier, pp. 569–588. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822836-4.00030-6>

Magnusson, S., 2022. Effekten av olika brukningsmetoder på kolinlagring i åkermark.

Naturvårdsverket. (u.å.). Odlingslandskapet. Hämtat 13 april, 2023, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/odlingslandskapet/>

Nunes, M.R., Karlen, D.L., Veum, K.S., Moorman, T.B., Cambardella, C.A., 2020. Biological soil health indicators respond to tillage intensity: A US meta-analysis. *Geoderma* 369, 114335. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114335>

Rousk, J., Rousk, K., 2018. Responses of microbial tolerance to heavy metals along a century-old metal ore pollution gradient in a subarctic birch forest. *Environmental Pollution* 240, 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.087>

Tsiafouli, M.A., Thébault, E., Sgardelis, S.P., Ruiter, P.C. de, Putten, W.H. van der, Birkhofer, K., Hemerik, L., Vries, F.T. de, Bardgett, R.D., Brady, M.V., Bjornlund, L., Jørgensen, H.B... Hedlund, K., 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21, 973–985. <https://doi.org/10.1111/gcb.12752>

Växtekologiska institutionen. (1977). *Ekologisk metodik : enkla metoder för ekologisk beskrivning, insamling och analys : en sammanställning*. Institutionen, L. universitet. A. för ekologisk botanik-L. universitet. A. för ekologisk zoologi-L. universitet. L.

Yeates, G.W., Bongers, T., 1999. Nematode diversity in agroecosystems, in: Paoletti, M.G. (Ed.), *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*.

Appendix

Table 1: Antal nematoder

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LgNematoder

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	22,735	1	22,735	111,647	,002
	Error	,611	3	,204 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,322	1	,322	2,044	,248
	Error	,472	3	,157 ^b		
Par	Hypothesis	,611	3	,204	1,294	,419
	Error	,472	3	,157 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,472	3	,157	,961	,435
	Error	2,621	16	,164 ^c		

a. MS(Par)

b. MS(Plöjt * Par)

c. MS(Error)

Table 2: Antal enkytreer

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LgEnkytreer

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	,393	1	,393	3,888	,138
	Error	,323	3,188	,101 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,142	1	,142	3,637	,139
	Error	,138	3,521	,039 ^b		
Par	Hypothesis	,308	3	,103	2,716	,217
	Error	,113	3	,038 ^c		
Plöjt * Par	Hypothesis	,113	3	,038	,555	,655
	Error	,818	12	,068 ^d		

a. ,955 MS(Par) + ,045 MS(Error)

b. ,955 MS(Plöjt * Par) + ,045 MS(Error)

c. MS(Plöjt * Par)

d. MS(Error)

Table 3: Antal kvalster

Dependent Variable: LgKvalster

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	26,427	1	26,427	32,380	,011
	Error	2,452	3,004	,816 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,469	1	,469	3,792	,146
	Error	,374	3,027	,124 ^b		
Par	Hypothesis	2,463	3	,821	6,630	,077
	Error	,371	3	,124 ^c		
Plöjt * Par	Hypothesis	,371	3	,124	1,453	,267
	Error	1,278	15	,085 ^d		

a. ,993 MS(Par) + ,007 MS(Error)

b. ,993 MS(Plöjt * Par) + ,007 MS(Error)

c. MS(Plöjt * Par)

d. MS(Error)

Table 4: Antal collemboler**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: LgCollemboler

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	29,234	1	29,234	91,832	,002
	Error	,955	3	,318 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,084	1	,084	,157	,718
	Error	1,598	3	,533 ^b		
Par	Hypothesis	,955	3	,318	,598	,659
	Error	1,598	3	,533 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	1,598	3	,533	5,987	,006
	Error	1,423	16	,089 ^c		

a. MS(Par)

b. MS(Plöjt * Par)

c. MS(Error)

Table 5: Respiration

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IgRespiration

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	31,748	1	31,748	684,687	<,001
	Error	,139	3	,046 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,208	1	,208	14,211	,033
	Error	,044	3	,015 ^b		
Par	Hypothesis	,139	3	,046	3,176	,184
	Error	,044	3	,015 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,044	3	,015	1,493	,254
	Error	,156	16	,010 ^c		

a. MS(Par)
b. MS(Plöjt * Par)
c. MS(Error)

Table 6: pH

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IgpH

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	15,728	1	15,728	2801,776	<,001
	Error	,017	3	,006 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,000	1	,000	,079	,797
	Error	,012	3	,004 ^b		
Par	Hypothesis	,017	3	,006	1,458	,382
	Error	,012	3	,004 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,012	3	,004	41,458	<,001
	Error	,001	16	9,287×10 ⁻⁵ ^c		

a. MS(Par)
b. MS(Plöjt * Par)
c. MS(Error)

Table 7: Täthet

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IgTäthet

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	44,829	1	44,829	6821,016	<,001
	Error	,020	3	,007 ^a		
Plöjt	Hypothesis	8,874×10 ⁻⁵	1	8,874×10 ⁻⁵	,034	,866
	Error	,008	3	,003 ^b		
Par	Hypothesis	,020	3	,007	2,509	,235
	Error	,008	3	,003 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,008	3	,003	2,346	,111
	Error	,018	16	,001 ^c		

a. MS(Par)
b. MS(Plöjt * Par)
c. MS(Error)

Table 8: Vattenhållande förmåga

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IgVattenhållandeförmåga

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	5,181	1	5,181	532,051	<,001
	Error	,029	3	,010 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,000	1	,000	,037	,859
	Error	,022	3	,007 ^b		
Par	Hypothesis	,029	3	,010	1,336	,409
	Error	,022	3	,007 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,022	3	,007	3,571	,038
	Error	,033	16	,002 ^c		

a. MS(Par)
b. MS(Plöjt * Par)
c. MS(Error)

Table 9: SIR

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IgSIR

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	55,556	1	55,556	2143,913	<,001
	Error	,078	3	,026 ^a		
Plöjt	Hypothesis	,132	1	,132	2,959	,184
	Error	,134	3	,045 ^b		
Par	Hypothesis	,078	3	,026	,580	,667
	Error	,134	3	,045 ^b		
Plöjt * Par	Hypothesis	,134	3	,045	8,916	,001
	Error	,080	16	,005 ^c		

a. MS(Par)
 b. MS(Plöjt * Par)
 c. MS(Error)

Table 10: Antal nematoder

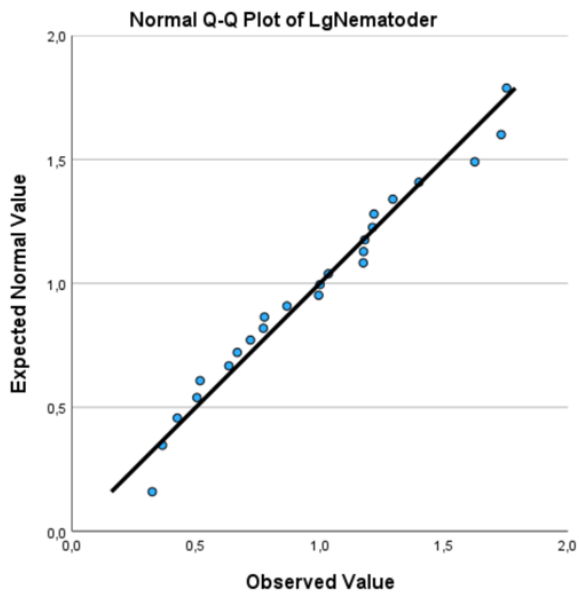


Table 11: Antal enkytreer

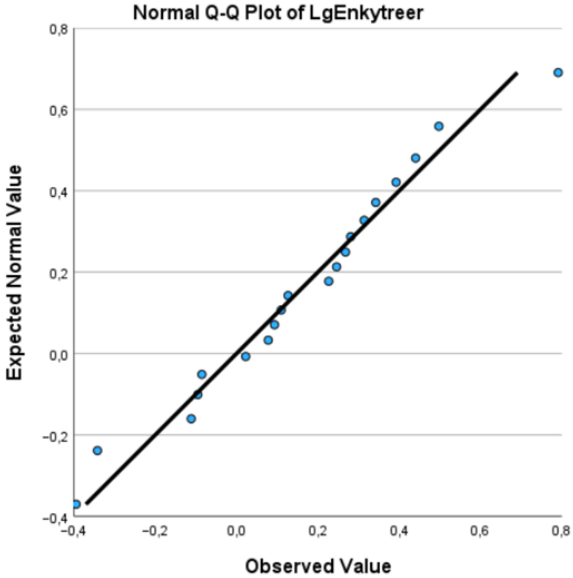


Table 12: Antal kvalster

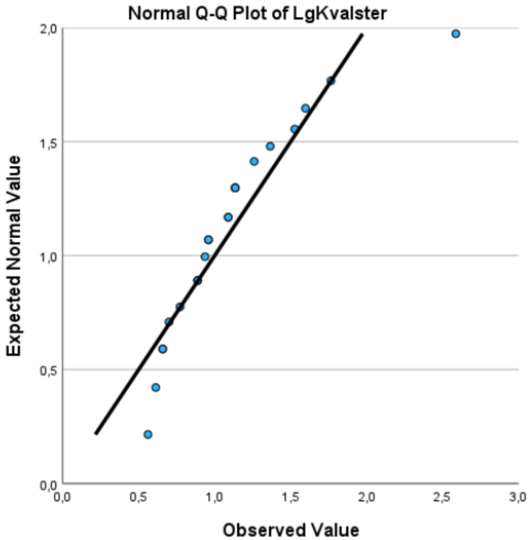


Table 13: Antal collemboler

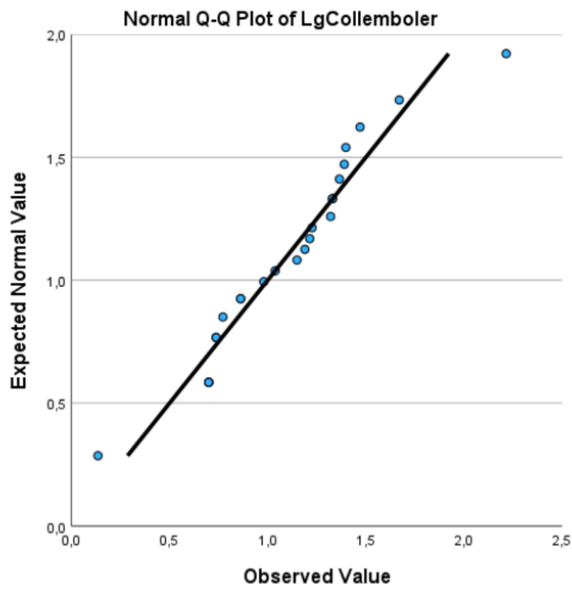


Table 14: Andel kvalster

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: sqrtKvalster

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	,461	1	,461	33,960	,010
	Error	,041	3	,014 ^a		
plöjt	Hypothesis	,033	1	,033	2,311	,226
	Error	,043	3	,014 ^b		
par	Hypothesis	,041	3	,014	,947	,517
	Error	,043	3	,014 ^b		
plöjt * par	Hypothesis	,043	3	,014	.	.
	Error	,000	0	.	.	.

a. MS(par)

b. MS(plöjt * par)

c. MS(Error)

Table 15: Andel collemboles

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: sqrtCollemboles

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	,469	1	,469	31,617	,011
	Error	,044	3	,015 ^a		
plöjt	Hypothesis	,004	1	,004	,753	,449
	Error	,015	3	,005 ^b		
par	Hypothesis	,044	3	,015	2,908	,202
	Error	,015	3	,005 ^b		
plöjt * par	Hypothesis	,015	3	,005		
	Error	,000	0	.		

a. MS(par)
b. MS(plöjt * par)
c. MS(Error)

Table 16: Andel nematoder

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: sqrtNematoder

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	5,906	1	5,906	3341,386	<,001
	Error	,005	3	,002 ^a		
plöjt	Hypothesis	,018	1	,018	7,066	,076
	Error	,008	3	,003 ^b		
par	Hypothesis	,005	3	,002	,677	,622
	Error	,008	3	,003 ^b		
plöjt * par	Hypothesis	,008	3	,003		
	Error	,000	0	.		

a. MS(par)
b. MS(plöjt * par)
c. MS(Error)

Table 17: Andel enkytreer

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: sqrtEnkytreer

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	,868	1	,868	49,150	,006
	Error	,053	3	,018 ^a		
plöjt	Hypothesis	,021	1	,021	6,294	,087
	Error	,010	3	,003 ^b		
par	Hypothesis	,053	3	,018	5,217	,104
	Error	,010	3	,003 ^b		
plöjt * par	Hypothesis	,010	3	,003	.	.
	Error	,000	0	. ^c		

a. MS(par)

b. MS(plöjt * par)

c. MS(Error)