

Jordliv i bringebær- og jordbærfelt

Effekter av driftsform innen bringebærproduksjon og ozonbehandling av jordbærplanter

NORSØK RAPPORT | VOL. 6 | NR. 16 | 2021



TITTEL

Jordlivet i bringebær- og jordbærfelt - Effekt av driftsform innen bringebærproduksjon og ozonbehandling av jordbærplanter

FORFATTERE(E)

Atle Wibe, Reidun Pommeresche, Tatiana Rittl, Maria Båtnes

DATO: 12.01.2022	RAPPORT NR. Vol. 6/nr. 16/2021	Åpen	PROSJEKT NR.: 6109
ISBN: 978-82-8202-136-4	ISSN:	ANTALL SIDER: 32	ANTALL VEDLEGG: 0

OPPDRAGSGIVER:

NORSØK

KONTAKTPERSON NORSØK:

Turid Strøm

STIKKORD:

jordliv, solvitatest, mikrobiometertest, ozon, matpinner, spretthaler, bringebær, jordbær

Soil life, solvitatest, microbiometertest, ozone, bait lamina, springtails, raspberry, strawberry

FAGOMRÅDE:

Landbruk

Agriculture

SAMMENDRAG:

I jorda finnes mange ulike type organismer blant annet sopp, bakterier, midd, spretthaler, meitemark, insekter osv. Et rikt og aktivt jordliv er ensbetydende med en rask nedbryting av dødt plantemateriale og hurtig omsetning av næringsstoffene. Ulike forhold vil påvirke forutsetningene for livet i jorda. Innen jordbruk kan valg av driftsform som økologisk eller konvensjonelt påvirke jordlivet. Det kan også ulike planteverntiltak. I dette studiet har vi sett på jordlivet i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. I tillegg har vi undersøkt om spraying med ozonholdig vann, et mulig alternativt planteverntiltak, i et jordbærfelt har påvirkning på jordlivet.

Vi har brukt følgende jordlivparametre og metoder: Solvitatest for å måle totale respirasjonen fra jordorganismene og Mikrobiometertest for å måle mengden mikrobielt karbon, samt det relative forholdet mellom sopp og bakterier i jord. Vi har også satt ut såkalte matpinner i forsøksfeltene for å måle nedbrytningshastighet av organisk materiale og for å kunne si noe om aktiviteten til jordlivet. I tillegg har vi registrert tetthet av midd og spretthaler fra de ulike feltene.

Resultatene viser at i det økologiske bringebærfeltet var det et mer aktivt jordliv enn i det konvensjonelle bringebærfeltet. Alle testene og parameterne viste samme trend. Derfor er det nærliggende å tro at valg av driftsform påvirker livet i jorda.

Det var generelt lite jordliv og lav aktivitet i jordbærfeltene. Jordlivet i jordbærfeltet som ble sprayet med ozonholdigvann var ikke mindre aktivt enn feltet som ble behandlet med kjemiske plantevernmidler eller det feltet uten plantevernbehandling. I vår undersøkelse ser det ut til at jordlivet ikke påvirkes ved spraying av ozonholdig vann til bruk for plantevern i jordbær.

SUMMARY:

In the soil there is many types of organisms as fungi, bacteria, mite, springtails, earth worms, insects and more. A healthy soil life is equivalent to rapid decomposition of dead plant material and fast turnover of the nutrients. However, various conditions can affect the life in the soil. In agriculture the choice of organic or conventional farming may have impact on the life in the soil. Different plant protections measures may also have impact on the activity of the soil organisms. In this study we have been investigated the soil life in an organic- and a conventional raspberry field. We have also studied the soil life in a strawberry field sprayed with ozonated water, a potential new plant protection measure.

We have used the following methods for analysing soil samples: Solvi test to measure the total respiration of the soil organisms and Microbiometer test to measure the mass of fungi and bacteria. We also put out Food sticks in the soil to see how fast organic matter were decomposed in the different test fields. In addition, we measured the density of mites and springtails.

The results showed that in the organic raspberry field the soil organisms were more active than in the conventional raspberry field. All tests we performed showed this result. It seems like the choice of organic- or conventional agriculture has an impact on the life in the soil.

The soil organisms in the strawberry field sprayed with ozonated water were just as active as in the field treated with chemical pesticides or the field with no treatment. Hence, according to our limited study the soil life in a strawberry field seems not to be affected by spraying ozonated water for plant protection.

LAND: Norge
FYLKE: Møre og Romsdal
KOMMUNE: Tingvoll

GODKJENT

Turid Strøm

NAVN

PROSEKTLER

Atle Wibe

NAVN

Forord

Livet i jorda er av stor betydning for jordas egnethet til matproduksjon. Om mangfoldet av jordliv blir svekket eller kommer i for stor ubalanse vil det gå utover jordas fruktbarhet. Derfor er det viktig at man legger til rette for et allsidig og rikt jordliv. Vi trenger også mer kunnskap om hva vi har av ulike typer jordliv i norsk jordbruksjord og i ulike produksjoner.

Denne rapporten omhandler gjennomføring og resultater fra et prosjekt der vi undersøkte jordlivet i et økologisk- og et konvensjonelt bringebærfelt. I tillegg undersøkte vi om jordlivet i et jordbærfelt blir påvirket når man sprayer feltet med ozonert vann, et potensielt nytt plantevernmiddel uten giftige nedbrytningsprodukter.

Valget av å studere jordlivet i et økologisk- og et konvensjonelt bringebærfelt var for å se om driftsformen har innvirkning på jordorganismene. Begge disse bringebærfeltene som ble benyttet til forsøksfelt ligger i Tingvoll kommune. Det økologiske feltet drives av Maud Grøtta og Pettur Lars i Puntabyrgi, og det konvensjonelle feltet drives av Thomas Brønlund. Disse feltene ble valgt da de er de samme feltene som brukes til å studere pollinatorinsekter i bringebær i prosjektet Pollibring (2021) som NORSØK også er prosjekteier av.

Bruk av ozonert vann for kontroll av gråskimmel i jordbærfelt blir studert i prosjekt OzO-bOt (2021-2023) hvor REDOX AS er prosjekteier og NORSØK har prosjektledelsen. Det som hittil har vært ukjent er om denne behandlingen har noen umiddelbar påvirkning på jordorganismene. Derfor har vi i dette prosjektet undersøkt jordlivet i forsøksfeltet til OzO-bOt som ligger i Valldal og drives av Arne Døving.

Midler for å gjennomføre prosjektet er fra bevilgning til NORSØK fra Landbruks- og Matdepartementet, budsjettpost 72.

NORSØK vil takke grunneiere og drivere av forsøksfeltene og Landbruks- og Matdepartementet for midler til å gjennomføre dette prosjekt.

Tingvoll, 12.01.22

Turid Strøm

Innhold

1	Innledning.....	6
2	Materiell og metoder	8
2.1	Forsøksfelt.....	8
2.2	Jordprøver	8
2.3	Solvita test.....	9
2.4	Mikrobiometertest.....	10
2.5	Matpinner	12
2.6	Midd og spretthaler	14
2.7	Jordfuktighet	16
2.8	Statistiske analyser.....	16
3	Resultater	17
3.1	Solvita jordtest i bringebærfelt	17
3.2	Mikrobiometertest i bringebærfelt.....	17
3.3	Matpinner bringebærfelt	20
3.4	Midd og spretthaler i bringebærfelt	21
3.5	Jordfuktighet bringebærfelt.....	22
3.6	Solvita jordtest jordbærfelt.....	22
3.7	Mikrobiometertest jordbærfelt	23
3.8	Matpinner i jordbærfelt	25
3.9	Midd og spretthaler i jordbærfelt	26
3.10	Jordfuktighet jordbærfelt.....	27
4	Diskusjon og konklusjon.....	28
4.1	Forsøksfeltene.....	28
4.2	Jordliv i bringebærfeltene med ulik driftsform.....	28
4.3	Jordliv i jordbærfeltet ved ulik plantevernbehandling	29
4.4	Konklusjon.....	29

1 Innledning

Et aktivt jordliv fører til omdanning og nedbryting av gamle planterester og frigjøring av næringsstoffer. Dette bidrar til at planterester på overflaten og i jorda «forsviner», det bidrar til økt sirkulasjon av næringsstoffer og økt plantevekst. Derfor er det gunstig med størst mulig aktivitet av organismer som spretthaler, midd, sopp og bakterier i jorda.

Spretthaler (0,4-9 mm) er en mangfoldig gruppe små leddyr som lever i vegetasjon og i jord og finnes vanligvis ned til 10-15 cm dyp (Hopkin 2007, Lagerlöf & Andren 1991, Ponge 2000.) Spretthaler lever i hovedsak av planterester og annet organisk materiale. En del beiter også på sopp, alger og bakterier, samt en del arter er rovdyr. Det er funnet ca. 9000 arter spretthaler i verden (Bellinger m. fl. 2022). I Norge er spretthaler blitt studert i naturlige habitater, men det er gjort få undersøkelser i landbruksammenheng. I en økologisk drevet kløvereng ble antall og artsmangfoldet av spretthaler undersøkt i 2011-2012. Det ble funnet 42 ulike arter og mellom 8 000- 42 000 individer pr m² (Pommeresche og Løes 2014). I samme undersøkelse ble det også belyst muligheten for å gruppere spretthaler i to grupper, epigeiske (som lever nær og på overflaten) og endogeiske (som lever nede i jorda), basert tilstedeværelse eller mangel på øyne/øyeflekker og farger. Hvor de med farge og øyne lever nær overflaten og de hvite lever i hulrom og ganger nede i jorda.

Midd er mest kjent for å gjøre skade på planter eller for å kunne gjøre mennesker og dyr syke. Mange arter midd i norsk jordbruksjord er helt ufarlige og har viktige oppgaver i jordas økosystem. Midd som finnes i jord er 0,2-0,8 mm store og spiser planterester, bakterier, sopphyfer og annet organisk materiale. Midd som gruppe utgjør et stort mangfold av fasonger, farger og funksjoner i overflata og nede i jorda. I Norge er det totalt registrert nesten 1000 arter midd (Mehl 1979 og senere publikasjoner). Totalt i verden er det beskrevet mer enn 50 000 arter midd, men antakeligvis finnes det nærmere 1 million arter (Walter og Proctor, 2013). Midd er enda vanskeligere å artsbestemme enn spretthaler. Telling og en grov inndeling etter utseende er basert på den lille kjennskapen vi har til midd i norsk jordbruksjord (Pommeresche og Seniczak, 2018).

Aktiviteten til disse organismene påvirkes av flere faktorer og kan registres på ulike måter. I dette prosjektet ønsket vi å **(1)** se hvordan jordlivet i ulike **bringeberfelt** påvirkes av dyrkningssystemet, økologisk vs. konvensjonelt, samt **(2)** hvordan jordlivet i et **jordberfelt** påvirkes av at ozonert vann som sprayes på jordberplantene. Ozon (O₃) som er et sterkt oksidasjonsmiddel som brukes i vannrensaneanlegg og til desinfisering av blant annet i aquakulturanlegg og meierianlegg. Når ozon brytes ned blir det ikke dannet noen skadelige reststoffer, kun rent oksygen (O₂). Halveringstiden for ozon løst i vann er 20-30 minutter. Så når man sprayer en plante med ozonholdig vann vil ozonet raskt forsvinne. Dette gjør spraying med ozonholdig vann til et potensielt planteverntiltak mot f.eks. sopp sykdommer. Slik ozonbehandling brukes også på vinranker enkelte steder i USA og New Zealand og utprøves flere steder i Europa og andre deler i verden for å kontrollere sopp sykdommer. Dette er utredet i tidligere publiserte NORSØK-rapporter (Wibe 2017, 2020).

Jordlivet i **bringeberfelt (1)** er knyttet til NORSØK-prosjektet Pollibring (2021) hvor to ulike registreringsmetoder av pollinerende insekter utprøves. I tillegg blir det sett på om det er noen forskjell mellom tetthet og aktivitet av pollinatorer i økologisk vs. konvensjonelt dyrket

bringebærfelt. Dette prosjektet finansieres av Landbruksdirektoratet og resultatene publiseres i egen rapport.

Hvordan jordlivet i et **jordbærfelt (2)** påvirkes av spraying med ozonert vann er knyttet til prosjektet OzO-bOt (2021-2023). I OzO-bOt sprayeres jordbærplanter på friland med ozonert vann for å se om det kan kontrollere veksten av soppsykdommen Botrytis (gråskimmel). Det er uvisst om denne behandlingen kan også ha noen effekt på i livet i jorda under nytteplantene. Det vil vi undersøke i dette forsøket. OzO-bOt er eid av REDOX AS og er finansiert av Regionalt forskningsfond Møre og Romsdal.

For å registre og kunne si mer om effekter på jordlivet av driftsform i bringebærproduksjon og ozonbehandling av jordbærplanter til disse to prosjektene ble det benyttet fire ulike metoder:

- Respirasjon (Solvita test). Ved bruk av «Solvita jord test» registreres hvor mye CO₂ som produseres i en gitt mengde jorda. Resultatet gir uttrykk for bakterier og andre mikroorganismer sin aktivitet ved å måle hvor mye CO₂ de skiller ut. Målingene gjenspeiler aktiviteten og mer indirekte mengden jordliv.
- Mikrobiometer test. Det relative forholdet mellom sopp og bakterier i landbruksjord vet vi lite om. Sopp og bakterier har ulike økologisk roller i jord, så økt kunnskap om dette er ønsket. Innholdet av karbon som stammer fra mikrolivet og hvor mye som stammer fra sopp og fra bakterier er data fra mikrobiometer testen. I teorien mener testutviklerne at det bør være et relativt likt forhold mellom mengde sopp og bakterie i jord.
- Matpinner («Bait lamina sticks») er en metode som brukes for å undersøke nedbryting av organisk materiale i jord samtidig som det indirekte gjenspeiler aktiviteten og til en viss grad mengden jordliv. Et visst antall plastpinner, 16 cm lange med 16 hull i hver (Ø 2 mm) som er fylt med organisk materiale, settes ned i jorda. Etter 1-2 uker registreres hvor mye av det organiske materialet som er spist i hvert hull. Det er både mikro- meso- og makrofaunaen i jorda sin aktivitet og hvor fort det organiske materialet forsvinner som registreres.
- Tettheten (antall) av spretthaler og midd i jordprøver gir også en indikasjon på mengde og type jordliv. De fleste er jordlevende, der noen lever av å bryte ned dødt plantemateriale mens andre er rovdyr.

2 Materiell og metoder

2.1 Forsøksfelt

To av forsøksfeltene ligger i Tingvoll og ett i Valldal, begge steder i Møre og Romsdal fylke.

- Det ene bringebærfeltet ligger på Hegerberget i Tingvoll kommune, Honnhammervegen 283 (62°53'27.0"N 8°09'21.5"E) og drives av Maud Grøtta og Pettur Lars i Puntabyrgi, Dette feltet er relativt lite (ca 0,7 daa) og består av morenejord, jordart 5, siltig mellomsand, og drives økologisk. Prøvepunktene ligger ca. 75 moh.
- Det andre bringebærfeltet ligger også i Tingvoll kommune, ca. 1 km sør for det forrige feltet ved Kårsteinen, Honnhammervegen 384, (62°52'55.4"N 8°09'28.4"E) og drives av Thomas Brønlund. Dette feltet er på ca 5,7 dekar, består også av morenejord, jordart 5, siltig mellomsand og drives konvensjonelt. Prøvepunktene ligger ca. 20 moh.
- Jordbærfeltet som ble benyttet som prøvefelt ligger ved Døving i Valldal, Fjord Kommune (62°19'05.3"N 7°18'51.0"E) og drives av Peter Arne Døving. Dette feltet er i alt 70 daa. Lokaliteten er opprinnelig elveavsetninger, jordart 6, siltig finsand med en mollprosent på 3,3. Prøvepunktene ligger ca. 55 moh. Den del en av jordbærfeltet som ble brukt til forsøksfelt var inndelt i fire ulike ruter (A, B, K, N) som fikk ulik behandling. A: Sprayet med ozonert vann (5 ppm) en gang i uka, B: Sprayet med ozonert vann (5 ppm) to ganger i uka, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: Ingen behandling.

2.2 Jordprøver

Ca. 200 g jord fra en jorddybde på 0-10 cm ble tatt ut med en liten hagespade fra tre ulike punkter i de to forsøksfeltene på Tingvoll (bilde 1.), i alt 6 prøver. I Valldal ble det tatt tre prøver fra hver av de fire delene av feltet med ulik behandling, i alt 12 prøver. Jordprøvene ble oppbevart i poser med zipplukking og tatt med til laboratoriet på Tingvoll gard for analyse. For prøvene fra Tingvoll skjedde alt dette på samme dag, 5. juli 2021. Prøvene fra Valldal ble tatt ut 13. juli 2021, lagret i romtemperatur til de ble analysert 19. juli. Alle jordprøvene ble analysert med testene som beskrevet under, men unntak av matpinnen som stod i jorda i felt og egne prøver til spretthaler og midd.



Bilde 1. Uttak av jordprøve i bringebærfelt (Foto: R. Pommeresche)

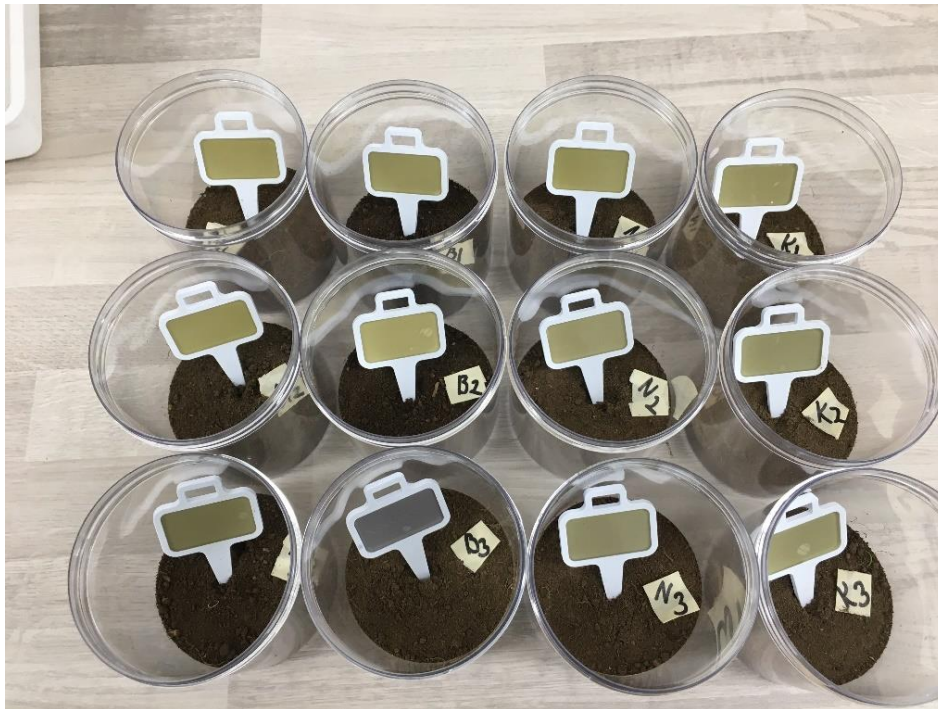
2.3 Solvita test

Jordprøvene ble siktet og 90 g jord fra hver prøve ble veid opp og overført til hvert sitt prøveglass på 475 ml (bilde 2.).



Bilde 2. Siktet jordprøve på 90 g i et prøveglass på vekta. (Foto A. Wibe)

I hvert prøveglass ble det satt inn et «plastsilt» med en reaktiv geleplate, hvor geleplaten skifter farge etter hvor høyt gasstrykket av CO₂ er i prøveglasset (bilde3).



Bilde 3. Prøveglass med jordprøver og plastsilt med reaktive geleplater. Geleen på platene er mørk blå i starten og skifter til ulike farger som gjengir mengde produsert CO₂. (Foto R. Pommersche).

Det ble satt tette lokk på glassene med jord og analyseskilt, og etter 24 timer i klimaskap ble geleplatenes farge avlest. Ved hjelp av et spektrofotometer fra Solvita ble fargene i de reaktive feltene på skiltene bestemt. Spektrofotometeret gav en digital verdi (med benevnelse SCO₂_Dcol) for fargen. Disse verdiene ble automatisk konvertert til en tallverdi (med benevnelse SCO₂_ppmCO₂C) som uttrykker gasstrykket av CO₂ i prøveglasset.

Ved hjelp av konverteringskalkulatoren på nettsiden <https://solvita.com/soil/basal-co2-guide> ble de digitale fargeverdiene omregnet til karbonandelen av den produserte CO₂ mengden, oppgitt som CO₂-C kg/ha pr. dag. Dette uttrykker mengde karbon (C) som er bundet i karbondioksid (CO₂). Dette for å lettere å kunne følge karbon i et kretsløp, for eksempel når man studere hvor mye CO₂ som blir produsert når man tilfører en bestemt mengde organisk gjødsel til et landområde eller ved forbrenning av fossilt drivstoff. For å regne CO₂-C-verdien om til total mengde CO₂ så må CO₂-C verdien multipliseres med 3,7 som er forholdet mellom molarmassen til C (12,01 g/mol) og til CO₂ (44,01 g/mol).

2.4 Mikrobiometertest

Innholdet av karbon som stammer fra mikroorganismer i jord, og forholdet mellom sopp og fra bakterier kan finnes ved å bruke testpakken microBIOMETER®.

Et pulver (med ukjent innhold) ble tømt ned i et prøverør som ble etter fylt md 9,5 ml vann og mikset med en elektrisk liten visp i 30 sek. Ved hjelp av en jordprøvesprøyte ble det tatt ut komprimerte

jordprøve på 0,5 ml, fra godt blandet og siktet jord fra felt. Jordprøven ble så overført til prøverøret med vann og kjemikalier. Jord og væske ble så pisket sammen med en elektrisk visp. Etter 20 minutter ble de tyngre materialene fra jordprøven samlet i bunn og mikrobielt materiale skal være løst i væskefasen (bilde 4.).



Bilde 4. Prøverør med jordprøver løst i vann med reaktivt pulver (Foto: A. Wibe)

Ved bruk av en pipette ble 3 dråper fra prøverørene overført til testrute i et analysekort (bilde 5.)



Bilde 5. Analysekort for ulike prøver med testrute sentret i sirkelen (Foto: A. Wibe).

Innen 2 minutter etter å ha overført prøvedråpene på testkortene ble det ved hjelp av en mobilapp fra Microbiometer, foretatt analyse av prøvedråpene i testrutene på analysekortene. Resultatene viste total Mikrobiell BioMasse (MBM) som $\mu\text{g C/g}$ jord (total mikrobiell mengde mikrobielt karbon i mikrogram per gram prøvejord), prosentvis andel mikrobielt karbon knyttet til sopp (Fungi) (MBM_F%), prosentvis andel mikrobielt karbon knyttet til bakterier (MBM_B%) og det relative forholdet mellom mikrobielt karbon (biomasse) som stammer fra sopp og bakterier (MBM_F/B)

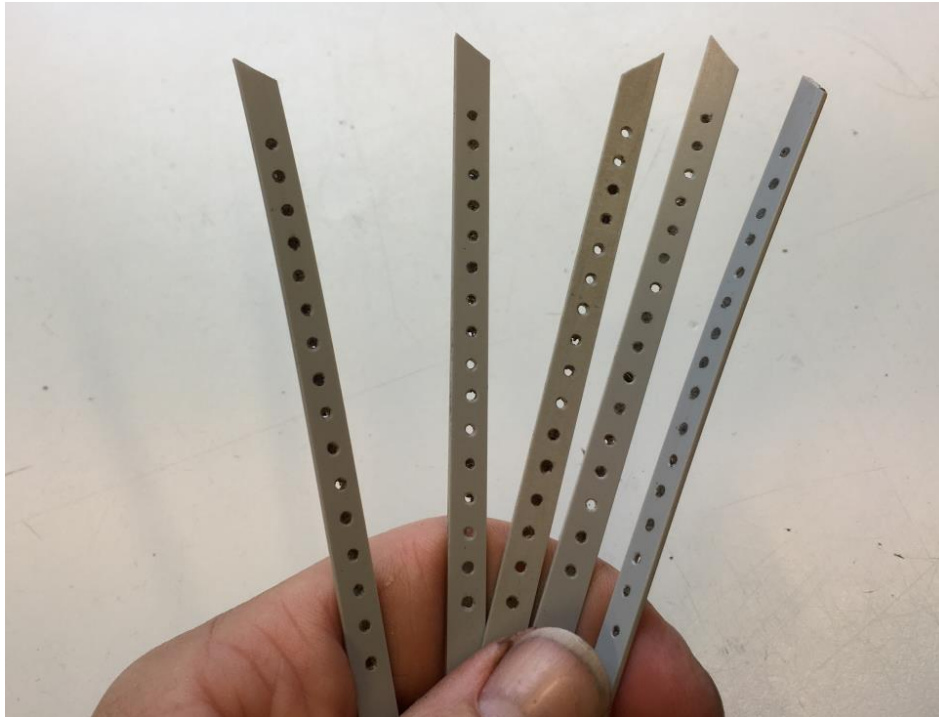
2.5 Matpinner

Matpinner («Bait lamina stick») er en metode som brukes for å undersøke nedbryting av organisk materiale i jord samtidig som det indirekte sier noe om aktiviteten og mengden jordliv (Kratz 1998). Det gjøres ved bruke matpinner som består av en på 16 cm lange plastpinne med 16 hull (\varnothing 2 mm) (bilde 6). Disse hullene er fylt med organisk materialer bestående av en blanding av mikrogranulær cellulose, hveteklipulver ($<500 \mu\text{m}$) og aktivt kull. Matpinnene stikkes ned i det øvre jordlaget. Hvor raskt det organiske materialet brytes ned /forsvinner fra hullene er et mål på aktiviteten og mengden jordliv. Det er både mikroorganismer, meso- og makrofaunaen i jorda sin aktivitet og hvor fort det organiske materialet forsvinner som registreres. I norsk jord er det i hovedsak makrofaunen meitemark og småleddsmark, mesofauna er spretthaler, midd og ulike typer jordlevende larver. Mikroorganismer i jord er encella protister, nedbryterbakterier og -sopp, samt andre frittlevende og symbiotiske bakterier og sopp i jord.

Etter 1-2 uker registreres hvor mye av hvert hull som er spist. Pinnene ble tatt forsiktig opp, tørket av, og løs jord ble blåst av ved å puste hardt langs pinnene og inn i hullene. For hvert hull på hver pinne ble det så registrert om hullet var fylt, halvspist eller helt spist basert på hvor mye lys vi så gjennom hullene. Hull som enda var helt fylt med organisk materiale og ikke slapp gjennom noe lys og fikk verdi 0 som mengde nedbrutt. Var hullet halvspist ($< 50 \%$ lys gjennom hullet) fikk det verdi 0,5 og var hullet mer enn 50 % spist fikk det verdien 1. Summeres så alle hullene på en pinne fikk vi en verdi på 16 dersom alt er spist og 0 dersom ikke noe er spist, og slik regnet vi ut hvor mange prosent som var spist/omdannet i perioden pinnene var i jorda.

Det ble satt ut 5 matpinner i jorda på tre ulike steder i begge bringebærfeltene på Tingvoll den 5. juli 2021, i radene, mellom bringebærplanter. For at pinnene lettere skulle komme ned i pakket jord uten å bli skadet ble det på forhånd laget et smalt hull i jorda ved hjelp av et metallblad (neglefil). Pinnene ble satt slik at det øverste hullet med organisk materiale var 1 cm under jordoverflata. På hvert punkt ble det satt ned fem pinner vertikalt i jorda. Pinnene ble så tatt opp 20. juli 2021 og mengde organisk materiale som var forsvunnet ble registrert.

I jordbærfeltet i Valldal ble matpinner satt ut 13. juli 2021. Her ble det satt 5 matpinner på tolv ulike steder for å få tre gjentak for hver behandling av jordbærplantene (bilde 7.). Pinnene ble satt ned i jorda, i radene mellom jordbærplantene. Pinnene ble tatt opp 30. juli og mengden organisk materiale som var forsvunnet ble registrert.



Bilde 6. Matpinner med 16 hull, noen enda fylt med organisk materiale, andres spist og tomme, etter at de har stått i jorda i det økologiske feltet på Tingvoll. (Foto: R. Pommeresche)



Bilde 7. Matpinner satt ned i jorda i jordbærfeltet i Valldal (Foto: A. Wibe).

2.6 Midd og spretthaler

Midd og spretthaler ble samlet inn fra jordprøver på 100 cm³ tatt med små metallsylindre i de øverste 3,8 cm av jorda (bilde 8). Prøver ble tatt under dekkeduken og mellom plantene i radene på alle stedene. Metallsylindrene vi brukte er 5,8 cm i diameter og 3,8 cm høye, det gir jordprøver på 100 cm³ (1 dl). Metallringene ble banket forsiktig ned i bakken med en gummiklubbe. Med en vanlig tollekniv ble metallring og jord skåret og vippet opp av marka. Overskuddsjord som er under ringkanten ble skåret bort, og det ble satt på lokk over og under prøven. Prøvene ble så innen en time fraktet til utdrivningstrakter med lys/varme for å drive ut spretthaler, midd og andre småkryp i jordprøven.



Bilde 8. Metallsylinder med jord for bestemmelse av tetthet av midd og spretthaler (Foto: A. Wibe).

Traktoppsettet er et trestativ med store trakter (øvre diameter trakt 25 cm, nedre hull 2,6 cm), i trakten legges en metallrist (3 mm x 3 mm åpninger) som prøvene ble lagt på. Prøvene ligger i tillegg på en bit nylonnetting med maskevidde 0,8 x 0,8 mm for å hindre at jorda detter ned i prøveglasset. I trakten settes også den metallringen øverst hvor en plastplate med innebygd lys ligger på over jordprøven. Under traktene settes det et lite beger halvfullt med sprit (70 %), i den står de en papirtrakt. Prøvene står under en 40 w lyspære som avgir varme, i 7 døgn, til prøven er helt uttørket og alle dyrene har krøpet ut av jordprøven. Dyrene ble lagt på 70 % etanol, talt opp og delt i grupper basert på farge og fasong. Se mer om metoden i Pommeresche og Løes (2014).

Gruppeinndelingen av spretthaler indikerer hvor i jordsjiktet de lever (bilde 9.). De med farger har oftest også øyne og lever i de øverste sjiktet av jorda og mellom og på planter, mens de fargeløse/hvite ofte mangler øyne og indikerer at de lever nede i hulrom i selve jorda. For midd er inndelingen veldig grov og hovedsakelig basert på lengden på beina og fasongen til midten og gjengir kanskje mer hva de spiser enn hvor i jordsjiktet de lever (bilde 10.). Rovmidd (Mesostigmata og Prostigmata) har lange føtter og spiser andre smådyr i jorda, mens Oribatide midd (pansermidd/hornmidd) har kortere bein og hardere kroppskall og lever mer av organisk materiale og mikroorganismer i jorda. Vi delte spretthaler i fargede (overflatelevende arter) og hvite

(jordlevende arter) og midd i rovmidd og hornmidd (nedbrytere). Antallet vi fant i 100 cm³ multipliserte vi med 380 for å få antall pr m² i jordas øverste 3,8 cm.



Bilde 9. Usorterte fargede og hvite spretthaler fra et annet forsøk (foto: R Pommeresche)



Bilde 10. Usorterte midd fra et annet forsøk (foto: R Pommeresche)

2.7 Jordfuktighet

Jordfuktighet ble bestemt ved å veie jordprøver (16-35 g før tørking) fra hvert enkelt prøvepunkt før og etter tørking i tørkeskap (105 °C, til stabil vekt, ca. 1 døgn). Måling av jordfuktigheten er øyeblikksbilder, men sier også litt om forholdene for jordlivet i de ulike feltene.

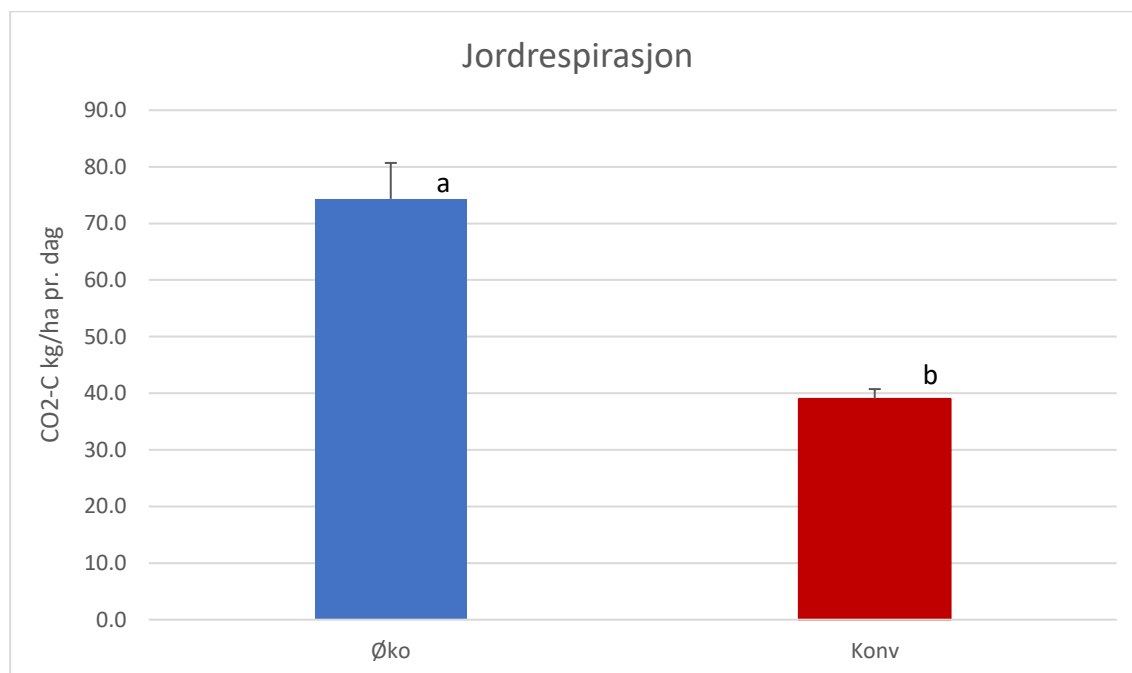
2.8 Statistiske analyser

Ved de statistiske analysene ble det benyttet analyseverktøyet MiniTab. Observasjonene ble separert i henhold til hovedfaktorene i to datasett, øko vs. konv. dyrket bringebær og fire ulike behandlinger av jordbær. For begge datasettene ble det benyttet en generell lineær modell for å sjekke effekten av behandling for de biologiske indikatorene (MBM, B%, F% etc.). For datasettet bringebær testet vi forskjellen mellom økologisk vs. konvensjonell dyrking. For datasett jordbær sjekket vi forskjellen mellom ulik ozonbehandling, kjemisk plantevern vs. ingen behandling. Lokalisering (1, 2, 3) i samme feltet ble betraktet som repetisjoner. Statistiske tester ble vurdert som signifikante ved $P < 0,05$. Statistisk signifikant forskjeller på behandlinger ble detektert ved bruk av Tukey t-test.

3 Resultater

3.1 Solvita jordtest i bringebærfelt

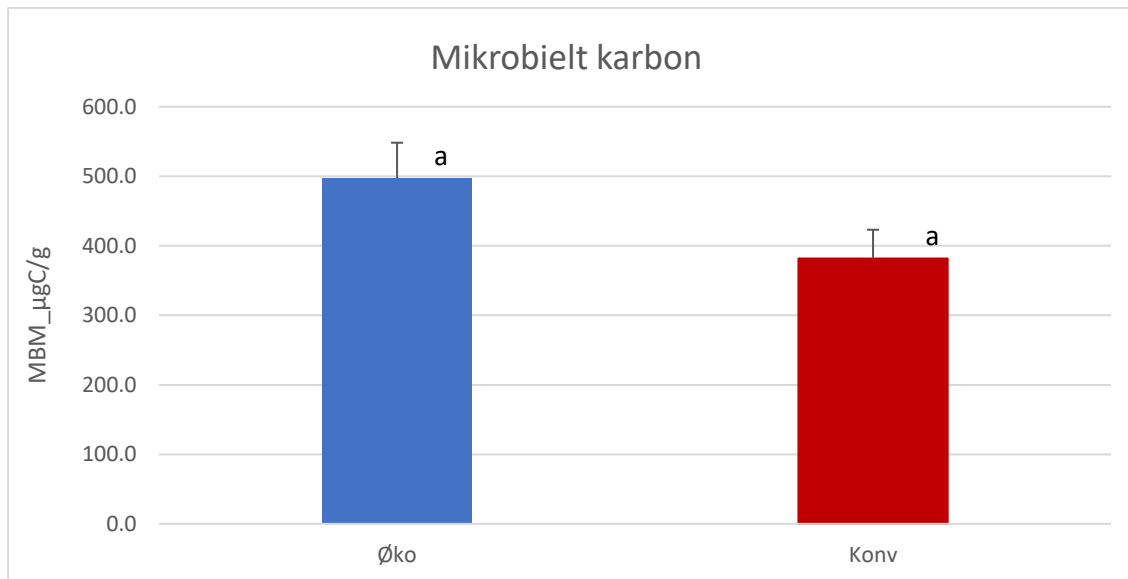
Respirasjonen fra det økologiske feltet målt som mengde karbon ($\text{CO}_2\text{-C}$) var 74,3 kg/ha pr. dag og i det konvensjonelle feltet var respirasjonen 39,0 kg $\text{CO}_2\text{-C}$ / ha pr. dag (Fig. 1.). Verdien i prøvene fra de to feltene var signifikant forskjellig ($p=0,001$) med nesten dobbel så høy respirasjon i det økologiske feltet.



Figur 1. Gjennomsnittlig daglig mengde karbon (C) bundet til karbondioksid (CO_2) frigitt per hektar i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdien i prøvene fra de to feltene var signifikant forskjellig ($P=0,001$)

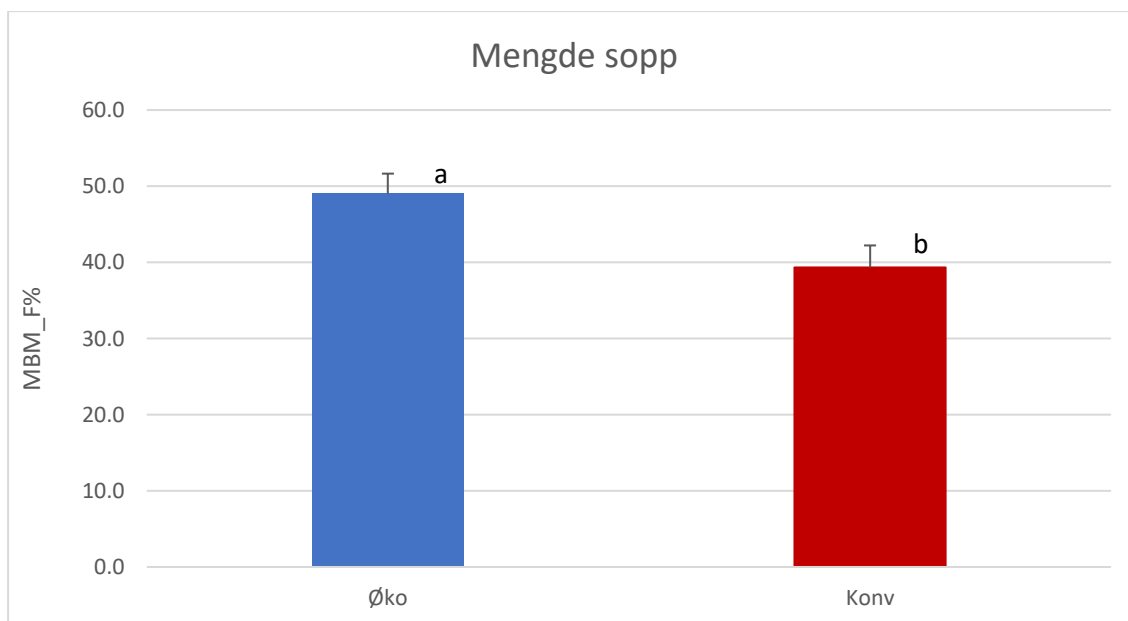
3.2 Mikrobiometertest i bringebærfelt

Analysene av mikrobiologi i jorda viser et totalt innhold av mikrobielt karbon (mål for biomasse) på 497,3 μg per gram jord i snitt for det økologiske feltet ($n=3$) og 381,7 μg mikrobielt karbon per gram jord i det konvensjonelle feltet ($n=3$) (Fig 2). Verdiene i prøvene fra på de to feltene var ikke signifikant forskjellig på 0,05 nivå men en $P=0,076$ indikerer en tendens til høyere verdi i det økologiske feltet.

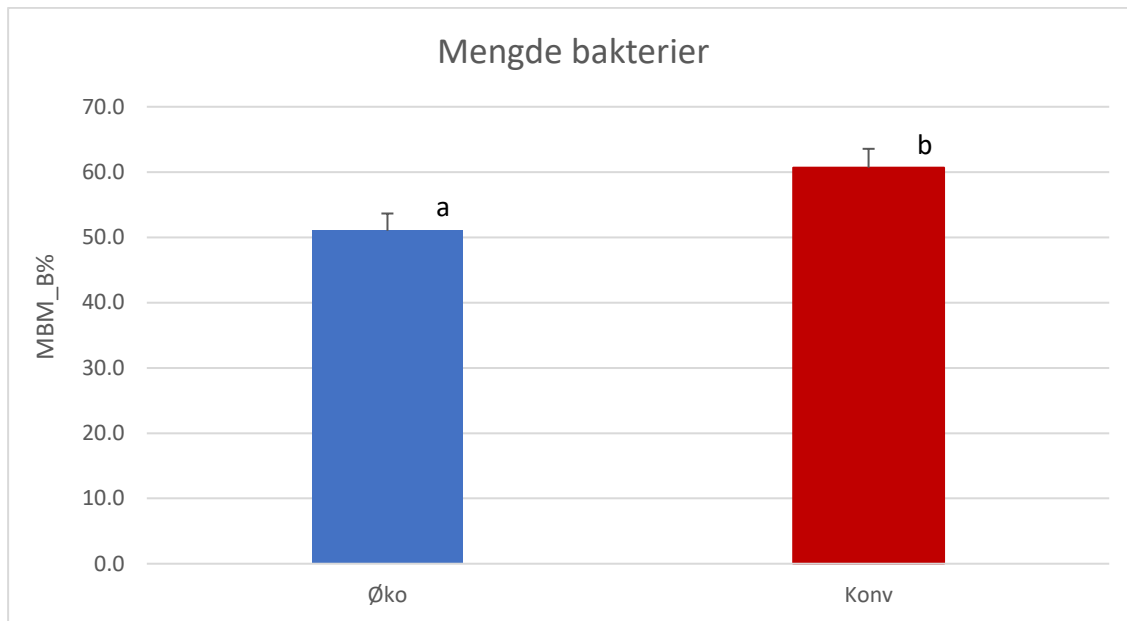


Figur 2. Gjennomsnittlig biomasse (μg mikrobielt karbon) av sopp og bakterier per g prøve (MBM_ $\mu\text{gC/g}$) i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene er ikke signifikant forskjellig ($P=0,076$)

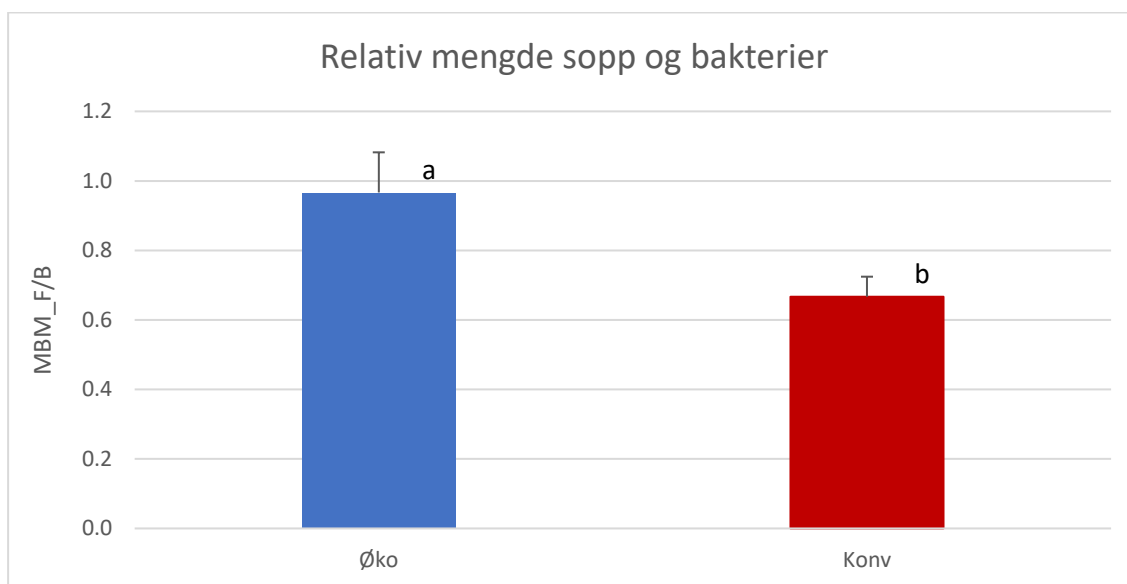
Mikrobiometertesten måler også hvor stor prosent av det mikrobielle karbonet som kommer fra henholdsvis sopp og bakterier (Fig 3 og 4) samt det relative forholdet mellom sopp og bakterier (sopp/bakterier) (Fig 5). Disse tre resultatene henger dermed sammen. I snitt ble de målt 49,0 % sopp og 51,0 % bakterier og et forhold mellom sopp og bakterier på 1,0 i det økologiske feltet. Det betyr omtrentlig like mye sopp og bakterier i dette systemet. I det konvensjonelle feltet var det 39,3 % sopp og 60,7 % bakterier og det gir et forhold mellom sopp og bakterier på 0,7, og dette er bakteriedominert. Verdiene for alle disse tre parameterne var signifikant forskjellige mellom de to driftsmetodene.



Figur 3. Gjennomsnittlig prosentvis masse av sopp i jordprøver (MBM_F%) i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene er signifikant forskjellig ($P=0,034$)



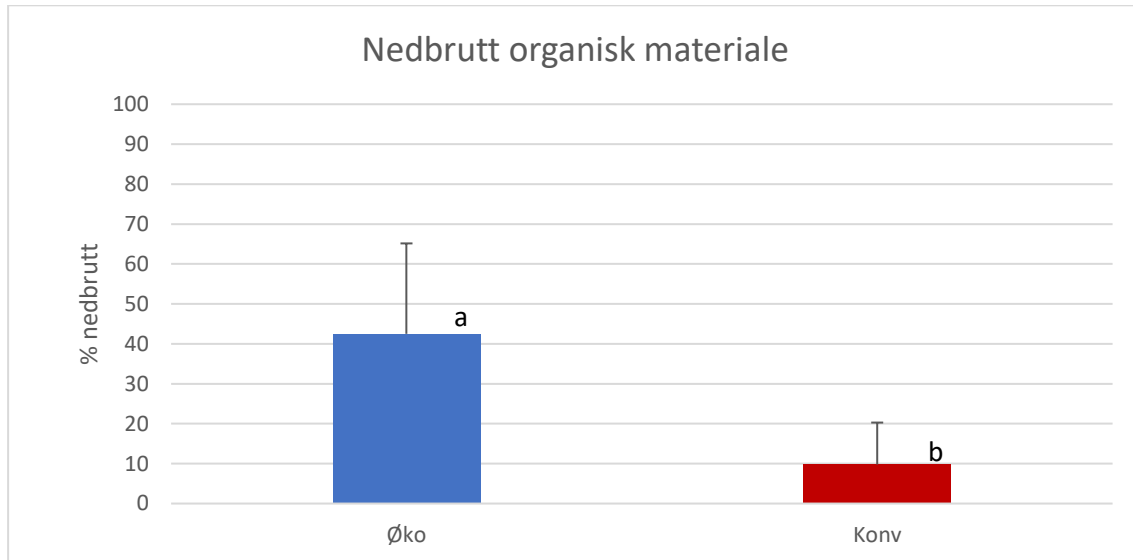
Figur 4. Gjennomsnittlig prosentvis masse av bakterier i jordprøvene (MBM_B%) i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene er signifikant forskjellig ($P=0,034$)



Figur 5. Forholdet mellom mengde sopp og bakterier i jordprøvene (MBM_F/B) i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene er signifikant forskjellig ($P=0,040$)

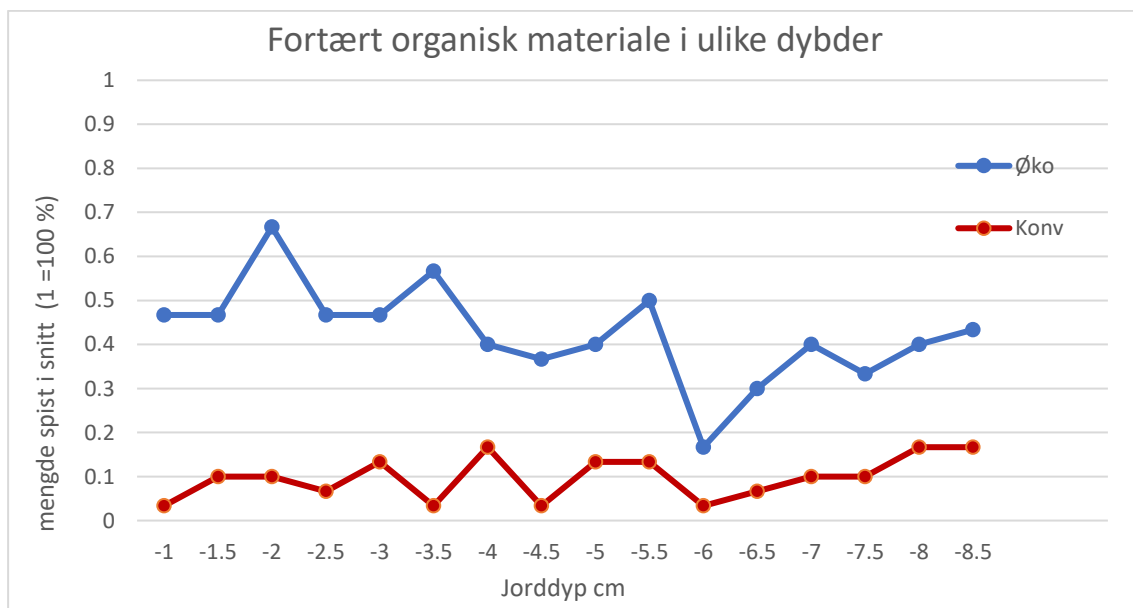
3.3 Matpinner bringebærfelt

Matpinnene gjenspeiler hvor mye organisk materiale som er spist (forsvinner) i løpet av den tidsperioden pinnene står i jorda. I bringebærfeltet stod pinnene i jorda i 15 døgn, fra 5-20.juli 2021. I løpet av disse to ukene ble i snitt 42,5 % av det organiske materialet spist i det økologiske feltet (n=15) og 9,8 % i det konvensjonelle feltet (n=15), med statistisk sikker forskjell ($p < 0,000$) (Fig 6).



Figur 6. Gjennomsnittlig andel organisk materiale nedbrutt i matpinner satt ut i et økologisk og i et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene i prøvene fra de to feltene var signifikante forskjellige ($P < 0,000$).

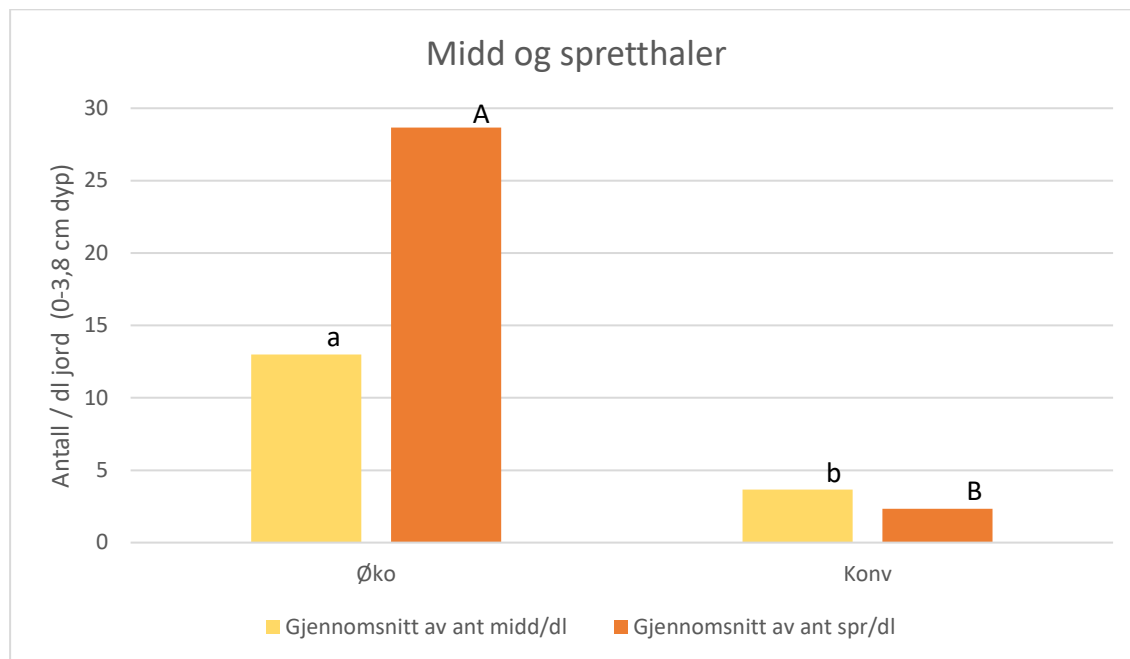
Mengde spist (nedbrutt) organisk materiale ble også sjekket i forhold til ulike dyp i jorda. Det ble spist mer på alle dyp i det økologiske feltet (n=15) sammenliknet med det konvensjonelle (n=15) (Fig 7). Mellom 17 og 67 % av materiale i hullene ble spist i ulike dyp i det økologiske feltet, mens mellom 3 og 17 % ble spist i ulike dyp i det konvensjonelle.



Figur 7. Gjennomsnittlig mengde organisk materiale på matpinner fortært av jordorganismer i ulike dybder i jorda i et økologisk og et konvensjonelt dyrket bringebærfelt.

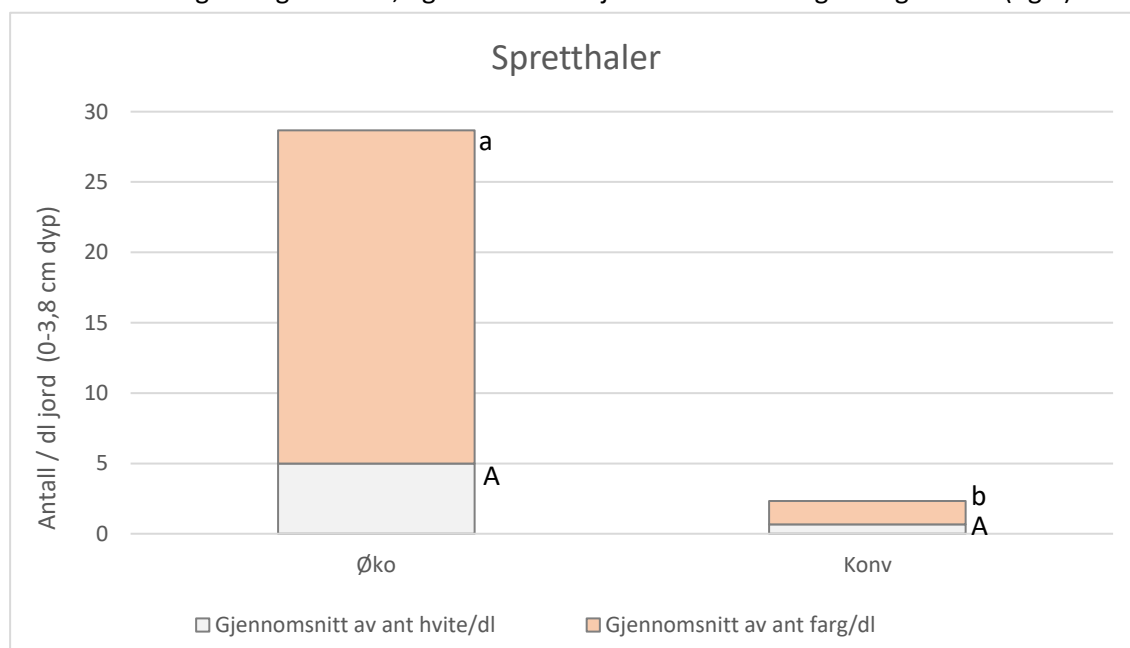
3.4 Midd og spretthaler i bringebærfelt

Det var i snitt 13 midd og 29 spretthaler pr dl jord (0-3,8 cm) i det økologiske feltet (n=3) og 4 midd og 2 spretthaler i det konvensjonelle (n=3) (Fig 8).



Figur 8. Gjennomsnitt antall midd (pr. dl) ($P=0,006$) og antall spretthaler (pr. dl) ($P=0,002$) i prøver fra et økologisk og et konvensjonelt dyrket bringebærfelt. Forskjellene mellom feltene var signifikante angitt med små bokstaver for midd og store bokstaver for spretthaler.

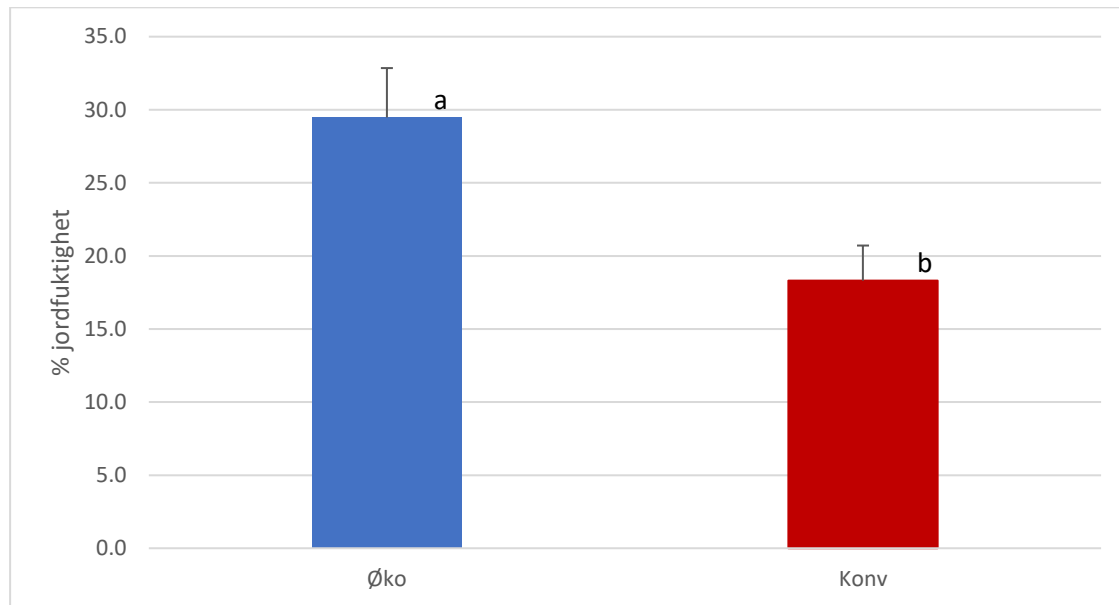
Det ble totalt funnet 93 spretthaler i de to bringebærfeltene. Av alle spretthalene i det økologiske feltet var 71 fargede og 15 hvite, og i det konvensjonelle feltet 5 fargede og 2 hvite (fig 9).



Figur 9. Gjennomsnitt antall (pr. dl) hvite ($P=0,109$) og fargede ($P=0,017$) spretthaler i prøver fra et økologisk og et konvensjonelt dyrket bringebærfelt. Forskjellen mellom de fargede var signifikant (angitt med små bokstaver), men ikke mellom de hvite (angitt med store bokstaver).

3.5 Jordfuktighet bringebærfelt

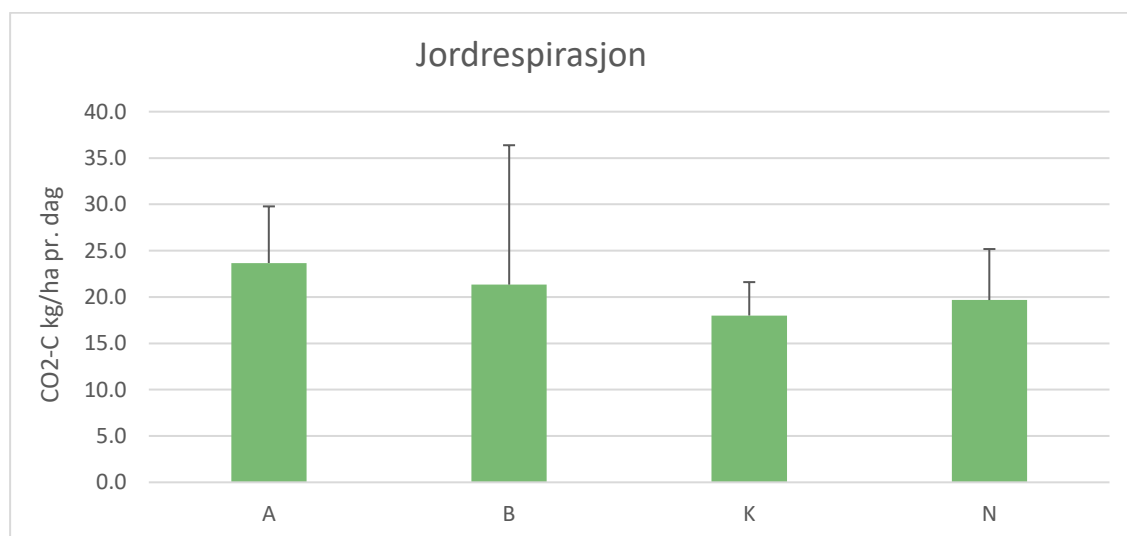
Gjennomsnitt fuktighet i det økologiske feltet var 29,5 % i det økologiske og 18,3 % i det konvensjonelle (Fig 10). Det var derfor mer fuktighet i det økologiske enn i det konvensjonelle feltet på det tidspunktet vi tok ut jordprøver til analyser, samt da vi satte ned matpinner.



Figur 10. Gjennomsnittlig jordfuktighet i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt. Verdiene i prøvene fra de ulike feltene er signifikante forskjellig ($P=0,026$)

3.6 Solvita jordtest jordbærfelt

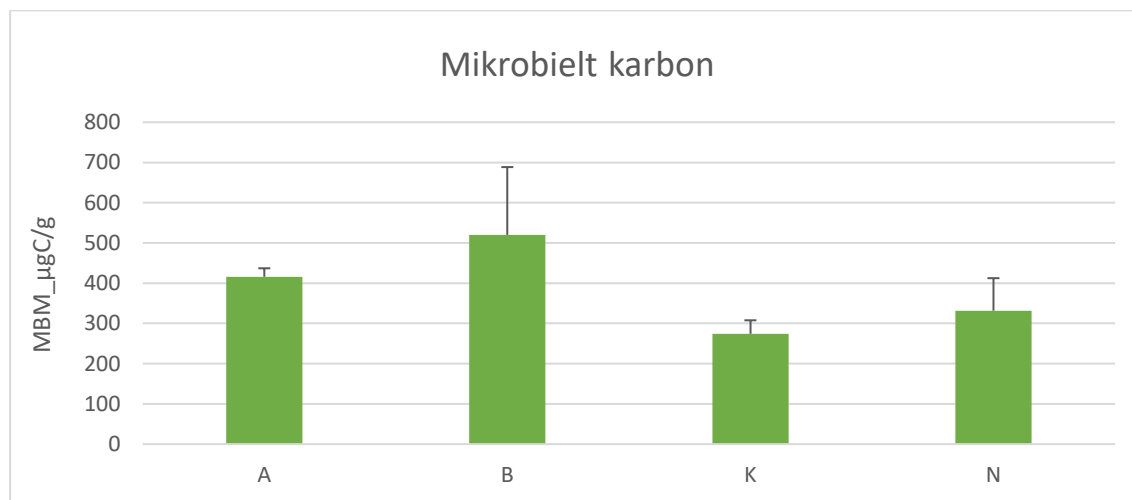
Respirasjonen i de ulike feltene målt som mengde karbon ($\text{CO}_2\text{-C}$) var i snitt mellom 18 til 24 kg/ha per dag (Fig. 11). Verdiene i prøvene fra de fire feltene med ulike behandling var ikke signifikante forskjellige ($P=0,874$)



Figur 11 Gjennomsnittlig daglig mengde karbon (C) bundet til karbondioksid (CO_2) frigitt per hektar i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene ($P=0,874$).

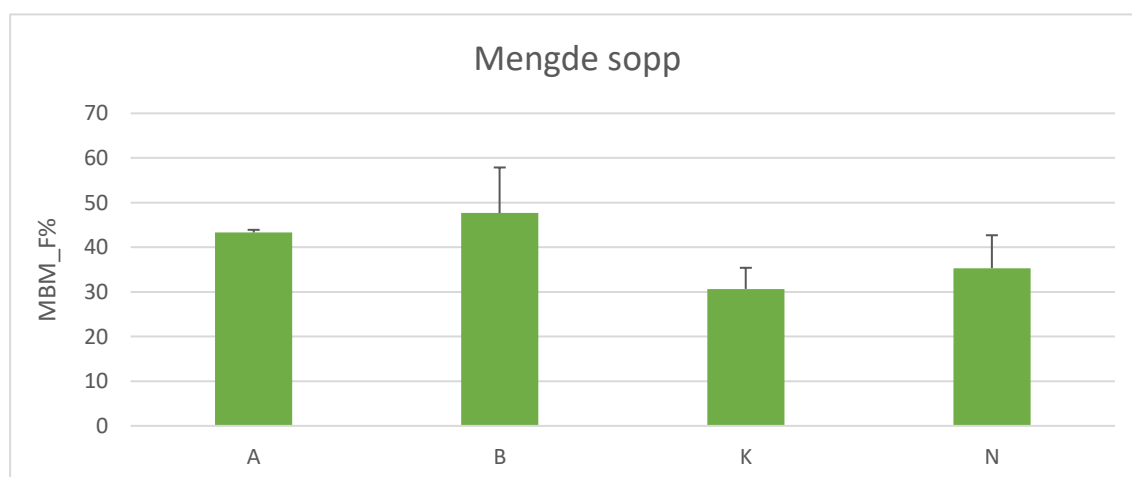
3.7 Mikrobiometertest jordbærfelt

Det totale innholdet av mikrobielt karbon i de ulike jordbærfeltene varierte i snitt fra 274 µg per gram jord i det feltet med konvensjonelt plantevern til 520 µg per gram jord i feltet behandlet 2 ganger i uka med ozonert vann (Fig. 12). Imidlertid var verdiene ikke signifikante forskjellige ($P=0,087$).

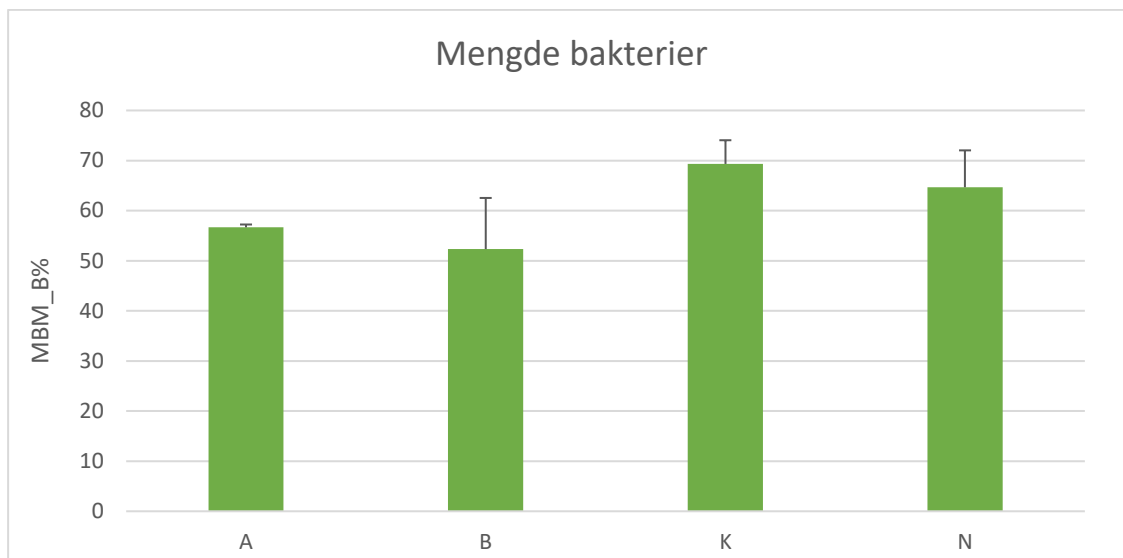


Figur 12. Gjennomsnittlig biomasse (µg mikrobielt karbon) av sopp og bakterier per g prøve (MBM_µgC/g) i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene ($P=0,087$).

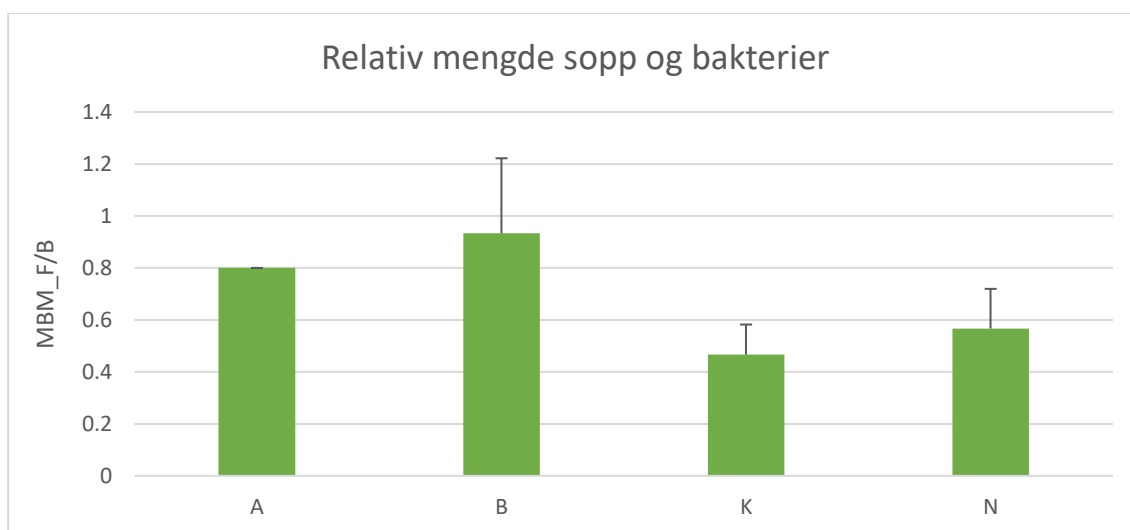
Prosentandelen av henholdsvis sopp og bakterier i de ulike jordbærfeltene er vist i Fig. 13. og 14., og det relative forholdet mellom sopp og bakterier er vist i Fig. 15. I feltene som ble behandlet med ozonert vann var det relative forholdet nærmere 1:1 enn i feltene som ble behandlet med konvensjonelt plantevern eller ingen behandling. Imidlertid ble det ikke påvist noen signifikante forskjeller mellom verdien fra de ulike feltene.



Figur 13. Gjennomsnittlig prosentvis masse av sopp i jordprøver (MBM_F%) i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, C: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene ($P=0,081$).



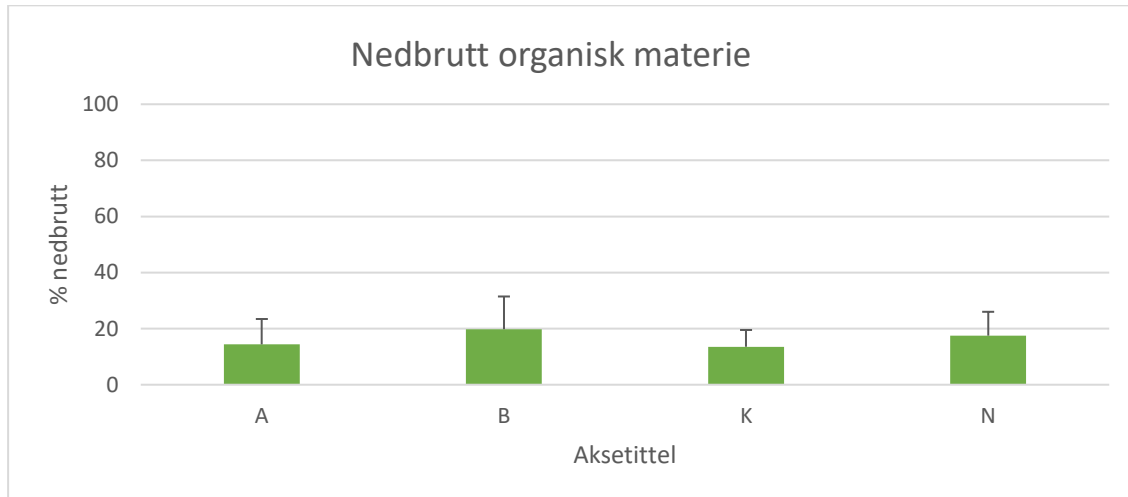
Figur 14. Gjennomsnittlig prosentvis mengde bakterier i jordprøver (MBM_B%) i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, C: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene (0,081).



Figur 15. Gjennomsnittlig forhold mellom masse sopp og bakterier i jordprøvene (MBM_F/B) i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene (P=0,058).

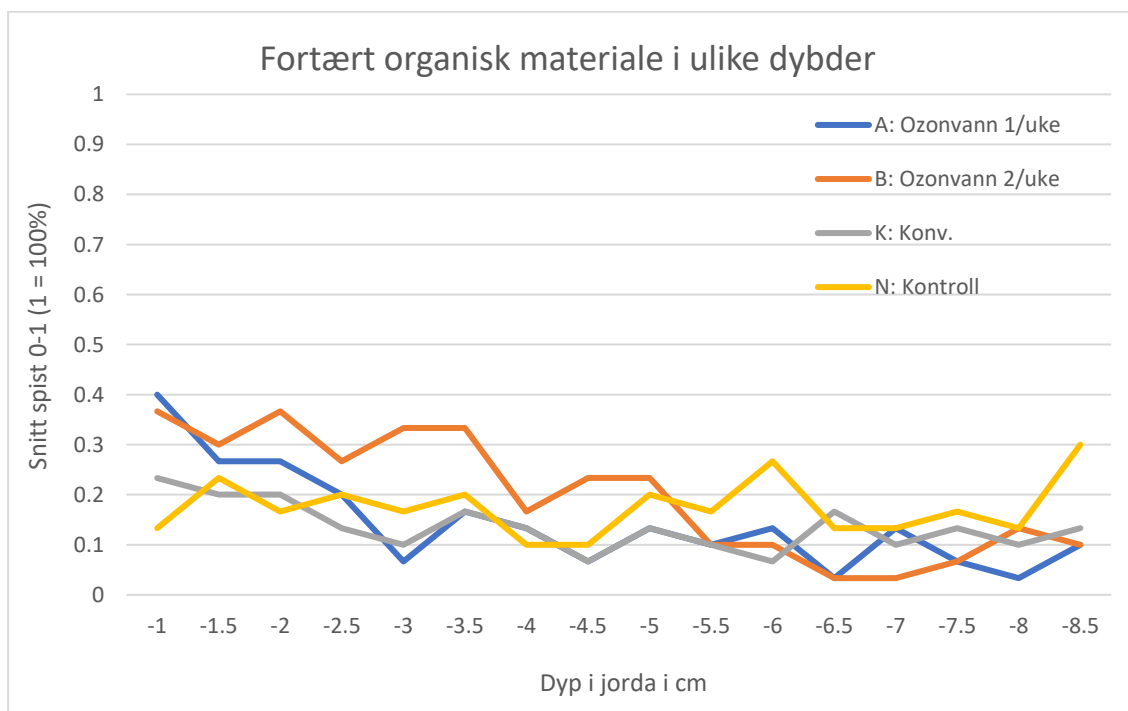
3.8 Matpinner i jordbærfelt

Det ble i snitt nedbrutt mellom 13 og 20 % av det organiske materialet på matpinne som ble satt i jorda i de ulike jordbærfeltene (Fig. 16.). Forskjellene i verdiene var ikke signifikante forskjellige ($P=0,217$)



Figur 16. Gjennomsnittlig andel organisk materiale nedbrutt i matpinner satt ut i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller ($P=0,217$)

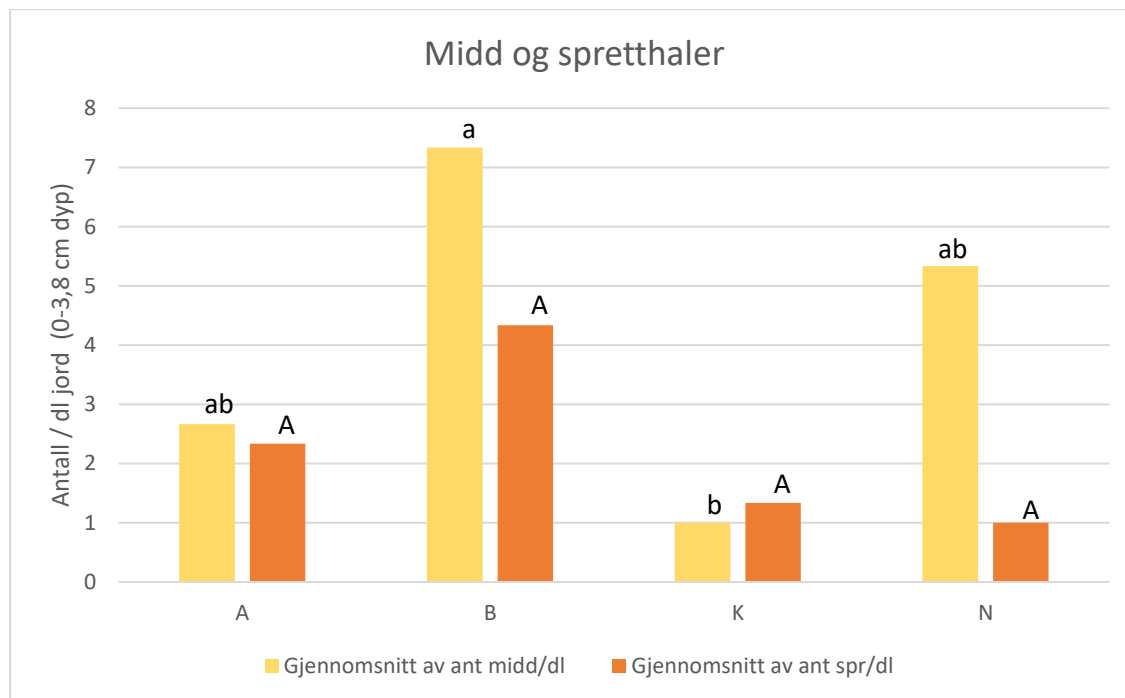
Det ble ikke registret noen signifikante forskjeller mellom hvor mye organisk materiale på matpinnene som ble spist på de ulike dybdene i de ulike feltene (Fig 17.)



Figur 17. Gjennomsnittlig mengde organisk materiale på matpinner fortært av jordorganismer i ulike dybder ut i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, C: konvensjonelt kjemisk plan N: kontroll, ingen behandling

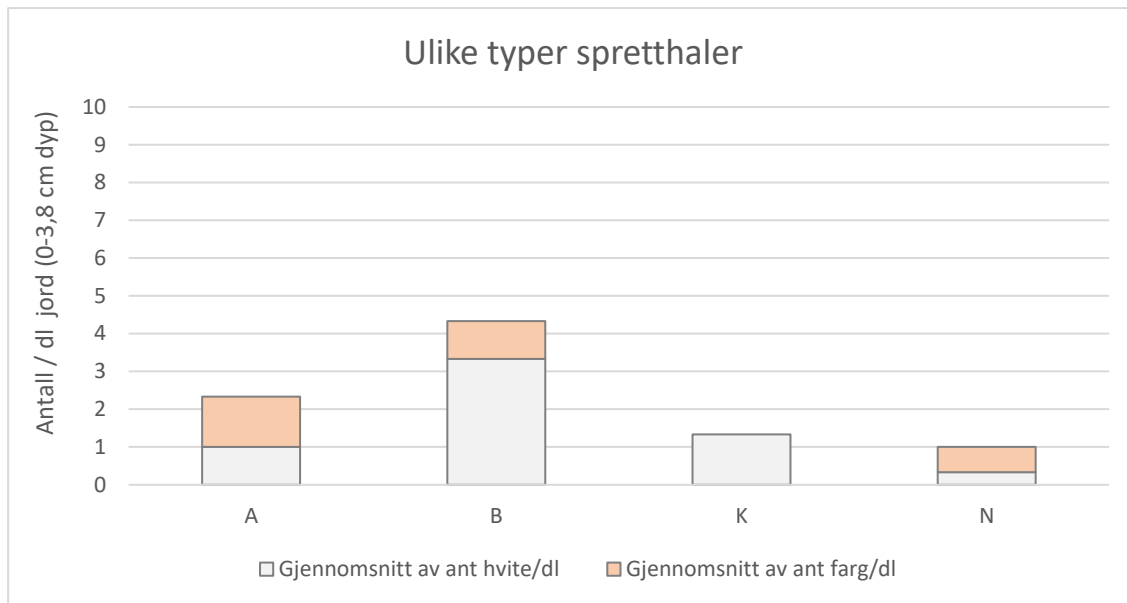
3.9 Midd og spretthaler i jordbærfelt

Det ble totalt registrert 49 midd og 27 spretthaler i jordbærfeltene. Mest midd var det i feltet som ble behandlet ozonert vann 2 ganger i uka med 7,3 midd/dl jord. Minst midd var det i feltet som ble behandlet med konvensjonelt plantevern med 1,0 midd/dl jord (Fig. 18.). Disse verdiene var signifikante forskjellige ($P=0,044$). Øvrige midd registreringer var ikke ulike. Tettheten av spretthaler var statistisk sett like i alle feltene ($P=0,075$).



Figur 18. Gjennomsnitt antall midd (pr. dl) og antall spretthaler (pr. dl) i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, C: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. For antall midd ble det funnet signifikante forskjeller ($P=0,044$, angitt med små bokstaver). For spretthaler var det ingen signifikant forskjell mellom behandlingene ($P=0,075$, angitt med store bokstaver).

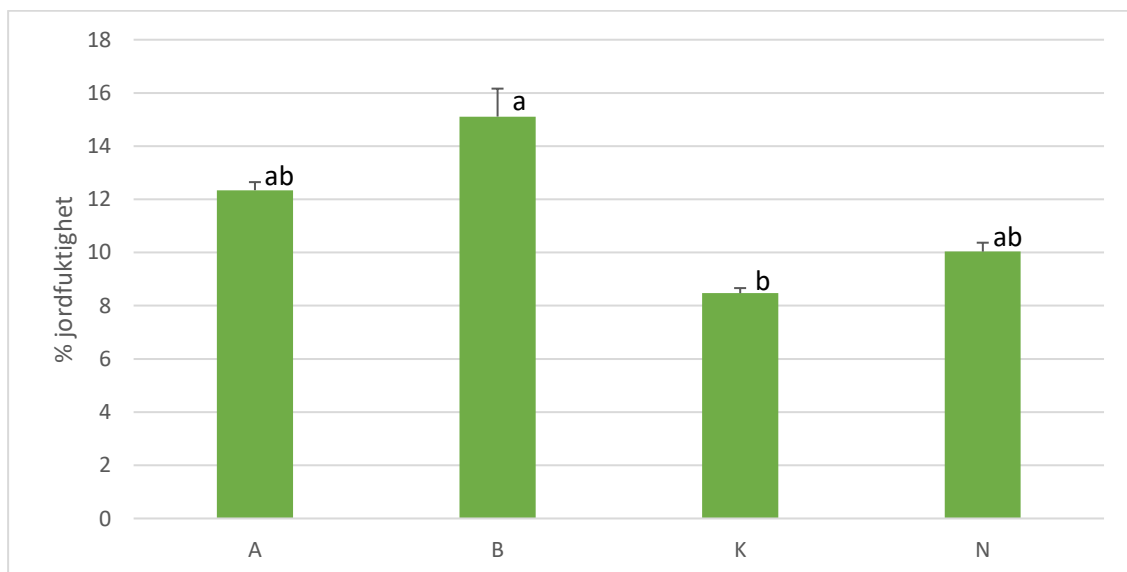
I alle feltene ble det funnet hvite spretthaler (Fig. 19.). Tettheten varierte fra 0,3/dl jord i det ubehandlede feltet til 3,3/dl jord i feltet som ble behandlet 2 ganger i uka med ozonert vann. Fargede spretthaler ble også funnet i alle feltene bortsett fra i feltet som fikk konvensjonelt kjemisk plantevern. For de øvrige feltene varierte tettheten av fargede spretthaler i snitt mellom 0,7-1,3/ dl. jord. Imidlertid ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller i tettheten av hverken hvite eller fargede spretthaler mellom de ulike jordbærfeltene.



Figur 19. Gjennomsnitt antall (pr. dl) hvite og fargede spretthaler i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: Kontroll, ingen behandling. Ingen signifikante forskjeller hverken for hvite ($P=0,077$) eller for fargede ($P=0,297$) spretthaler mellom behandlingene. Heller ikke signifikante forskjeller for det totale antall spretthaler ($P=0,075$) for hver behandling.

3.10 Jordfuktighet jordbærfelt

Jordfuktigheten i jordbærfeltene varierte fra 8,5% i feltet med konvensjonelt plantevern til 15,1% i feltet som ble behandlet med ozonert vann 2. ganger i uka (Fig. 20). Forskjellene mellom disse to feltene var signifikant forskjellige ($P=0,036$). De to andre feltene hadde jordfuktighet mellom de to førstnevnte feltene.



Figur 20. Gjennomsnittlig jordfuktighet i et økologisk og et konvensjonelt bringebærfelt i fire jordbærfelt med ulikt plantevern: A: sprayet med ozonvann 1. gang pr. uke, B: sprayet med ozonvann 2. ganger pr. uke, K: konvensjonelt kjemisk plantevern, N: ingen behandling. Verdien i prøvene fra felt A og K var signifikante forskjellige ($P=0,036$)

4 Diskusjon og konklusjon

4.1 Forsøksfeltene

De to forsøksfeltene på Tingvoll har omtrent samme værforhold ettersom begge er nordvendt og kun har en avstand på ca. 1 km fr hverandre. Det økologiske feltet ligger noe høyere i terrenget (75 moh) enn det konvensjonelle (20 moh). Det kan gi litt ulik middeltemperaturen, men temperaturmålinger andre dager viste små forskjeller (ikke vist). Jordfuktighetsmålingene viste at jorda i det konvensjonelle feltet var langt tørrere enn i det økologiske. Årsaken til det er ikke kjent, men faktorer som drenering, jordstruktur, jordpakking og driftsform kan være årsaker til dette. Forskjellene i jordfuktighet i de ulike rutene i jordbærfeltet i Valldal var overraskende signifikant forskjellig. Disse feltene ligger tett inntil hverandre og utgjør en liten del av en relativt stort jordbærfelt. Årsaken til disse forskjellen i jordfuktighet er ukjent.

4.2 Jordliv i bringebærfeltene med ulik driftsform

Det var samlet lavere respirasjon, mindre mikrobiell biomasse, saktere omdanning og mer bakteriedominert mikrobiologi i det konvensjonelle feltet enn i det økologiske. Alle disse jordliv relaterte parameterne har samme trend og indikerer lavere mikrobiell aktivitet og mindre allsidig mikroliv i jorda i det konvensjonelle systemet.

Tettheten av midd og spretthaler i det økologiske bringebærfeltet var langt høyere enn i det konvensjonelle feltet. Størst forskjell var det på tetthet av spretthaler. Der var det mer enn 12 ganger mer spretthaler pr. dl i det økologiske feltet enn i det konvensjonelle feltet. For midd var det en 3,5-ganger større tetthet i det økologiske sammenlignet med det konvensjonelle feltet. Dette kan være med på å forklare hvorfor det ble spist mest på matpinnene i det økologiske feltet. I gjennomsnitt var over 30% mer av det organiske materialet på pinnene nedbrutt i det økologiske feltet enn i det konvensjonelle feltet. Denne differansen var omtrent stabil på alle jorddybder som ble målt. Samlet indikerer disse resultatene det var en mer allsidig mesofauna og mer aktivt jordliv i det økologiske bringebærfeltet.

I tillegg var artssammensetningen av spretthaler forskjellig mellom feltene. I det økologiske feltet var det 4,7 ganger mer fargede enn hvite spretthaler. I det konvensjonelle feltet var det 2,5 ganger mer fargede enn hvite spretthaler. Årsakene til så store forskjeller i tetthet og artssammensetning av midd og spretthaler er flere og sammensatte og kan ha både med driftsform og tilførsel av organisk materiale å gjøre.

Årsaker til forskjeller i mikro- og mesofauna mellom de to driftssystemene er flere og sammensatte. Noe er det nærliggende å tro at det kan ha noe med driftsformen å gjøre. Ulike jordorganismer kan være sensitive for bruk av visse typer kjemiske plantevernmidler, noe som ikke brukes i økologisk plantevern på samme måte som i konvensjonelt plantevern. Bruken av organiske gjødselprodukter i økologisk drift bidrar med tilførsel av organisk materiale og dermed mer mat til mikrolivet, noe som igjen kan påvirke også mengden av meso- og makrofauna i jorda. Forskjellen i jordfuktighet kan ha gitt noe lavere verdi for det konvensjonelle feltet, men en fuktighet på 18 % tilsier egentlig ikke det.

4.3 Jordliv i jordbærfeltet ved ulik plantevernbehandling

Det var generelt lavere verdier for alle målte parametere i jordbærfeltene enn i bringebærfeltene, selv om de ikke kan sammenliknes så mye i detalj. Det var generelt små forskjeller mellom feltene som ble behandlet med ozon en gang pr uke (A), to ganger per uke (B), konvensjonell del (K) og felt uten noen behandling (N). Men det var en tendens til at rekkefølgen på feltene fra høyest til lavest verdi for totalt mikrobielt karbon, mengden sopp og antall spretthaler var $B > A > N > K$. Dette mønsteret var ikke slik for respirasjon ($\text{CO}_2\text{-C}$ kg/ha pr. dag), mengde bakterier eller antall midd. Imidlertid var det en liten tendens til at det var mer bakterier enn sopp i ruten som ble behandlet med kjemisk plantevern (K) og i ruten uten behandling (N) og derav høyere mengde sopp i de rutene som var behandlet med ozon (A, B). Forskjellene var ikke signifikante, og vi har ingen god forklaring på hvorfor.

Tettheten av midd var lavest i ruten som ble behandlet med kjemisk plantevern (K). I samme rute var det også lav tetthet med spretthaler. Imidlertid var tettheten av spretthaler også lav i ruten uten noen behandling. Derfor kan det ikke konkluderes med at de kjemiske plantevernmidlene hadde noen negativ innvirkning på tettheten av spretthalen i dette feltet. Imidlertid ble det påvist kun hvite spretthaler i ruten med kjemisk plantevernbehandling. I de andre rutene ble det påvist både hvite og fargede arter av spretthaler. Dette kan tyde på at de fargede spretthalene, som lever i vegetasjonen og i øvre jordlag, er mer utsatt eller mer sensitive for kjemiske plantevernmidler enn de hvite spretthalene som lever lengre ned i bakken. Mengde organisk materiale som ble nedbrutt på matpinnene var lav og omtrentlig likt for alle rutene i jordbærfeltet, men med mønsteret $B > N > A > K$.

4.4 Konklusjon

Det var samlet lavere respirasjon, mindre mikrobiell biomasse, saktere omdanning og mer bakteriedominert mikrobiologi, samt lavere antall midd og spretthaler i det konvensjonelle feltet enn i det økologiske. Imidlertid er studiet for lite til å konkludere med at økologisk dyrking av bringebær gir mer jordliv enn konvensjonell bringebær dyrking under norske forhold. For å kunne dra den konklusjonene må man inkludere flere økologiske og konvensjonelle bringebærfelt, gjerne ulike steder i landet. Dette studiet har gitt interessante resultater og kan være et grunnlag for et mer omfattende forskningsprosjekt.

Det var generelt lave verdier for alle de målte jordliv-parametere i jordbærfeltene. Det var også generelt små forskjeller mellom feltene som ble behandlet med ozon en gang pr uke (A), to ganger per uke (B), konvensjonell del (K) og felt uten noen behandling (N). Resultatene fra jordbærfeltet viser at det er liten eller ingen forskjell i jordlivet i rutene som fikk ulike behandling. Dette forsøket fant dermed ingen negative effekter på et utvalg jordlivparametere av det å spraye jordbærplantene med ozonert vann en eller to ganger i uka. Imidlertid kjenner vi ikke effekten av en slik ozonbehandling, gjennom en hel sesong eller over flere år. For å bli mer sikker på at spraying med ozonert vann ikke skader jordlivet bør man foreta en større og mer langvarig studie av dette.

Referanser

- Bellinger, P.F., Christiansen, K.A. & Janssens, F. (1996–2022). Checklist of the Collembola of the World. Available at <http://www.collembola.org>.
- Hopkin, S. (2007). A key to Collembola (Springtails) of Britain and Ireland. Field Studies Council publications, Shropshire, 245 sider.
- Kratz W. (1998). The Bait-Lamina Test. Environmental Science and Pollution Research 5, 94-96.
- Lagerlöf, J. & Andrén, O. (1991). Abundance and activity of Collembola, Protura and Diplura (Insecta, Apterygota) in four cropping systems. Pedobiologia 35, 337–350.
- Mehl R. (1979) Checklist of Norwegian ticks and mites (Acari). Fauna norv. Ser B. 26: 1-45
- Pommeresche R., Løes A.-K. (2014). Diversity and density of springtails (Collembola) in grass-clover ley in North-west Norway. Norwegian Journal of Entomology, 2 (61), 165-179.
- Pommeresche R., Seniczak A. (2018) Jordlevende midd - jordas glemte nyttedyr. Norsøk Faginfo, no. 7, Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK.
- Ponge, J.-F. (2000). Vertical distribution of Collembola (Hexapoda) and their food resources in organic horizons of beech forests. Biology and Fertility of Soils 32, 508–522
- Walter DE, Proctor HC. (2013). Mites: Ecology, Evolution and Behavior. Life at a Microscale. 2nd edn. New York: Springer. 471 sider.
- Wibe, A. (2017). Ozonvann mot gråskimmel i jordbær. NORSØK rapport 2(7), 18 sider.
- Wibe, A. (2020). Kartlegging av kunnskap om muligheter for bruk av ozonholdig vann som plantevernmiddel mot gråskimmel i jordbær. NORSØK rapport 5(2). 28 sider.



Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.

Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfagleg forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn. Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

Besøks- /postadresse

Gunnars veg 6
6630 Tingvoll

Kontakt

Tlf. +47 930 09 884
E-post: post@norsok.no
www.norsok.no