



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold

Resultater fra dyrkingsforsøk ved NIBIO Særheim

NIBIO RAPPORT | VOL. 11 | NR. 33 | 2025



Kaia Slågedal, Michel Verheul

Divisjon for matproduksjon og samfunn, avdeling Frukt og grønt

## TITTEL/TITLE

Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Kaia Slågedal og Michel Verheul

| DATO/DATE:        | RAPPORT NR./<br>REPORT NO.: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:  | PROSJEKT NR./PROJECT NO.:             | SAKSNR./ARCHIVE NO.: |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| 07.03.2025        | 11/33/2025                  | Åpen                           | 52736                                 | 21/01350             |
| ISBN:             | ISSN:                       | ANTALL SIDER/<br>NO. OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/<br>NO. OF APPENDICES: |                      |
| 978-82-17-03692-0 | 2464-1162                   | 38                             | 0                                     |                      |

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Helge Vittersø

## STIKKORD/KEYWORDS:

Økologisk, veksthus, tomat, agurk, jord

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Økologisk landbruk

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Det har kommet krav om at økologiske grønnsaker i veksthus skal dyrkes i uavgrensa medium, det vil si uten tett skille til grunnen. Det har ikke vært vanlig i norsk tomat- og agurkproduksjon. I dette prosjektet ble det utført forsøk med dyrking av tomat og agurk i jord iblanda tre ulike typer organisk materiale; kompost, biorest og torv. Avling og plantevekst ble registrert, det samme ble næringsinnhold og biologisk liv i jorda. Det ble også gjort kvalitetsanalyser av fruktene. Avlinga i forsøkene var på høyde med vanlig nivå i økologisk produksjon i avgrensa medium, og nærma seg også avlingsnivåer i konvensjonell produksjon. Resultatene viser at (importert) torv med fordel kan erstattes av lokal produsert biorest eller kompost. God gjødselplanlegging og bruk av flytende næringsløsning gjennom sesongen gjør det mulig å tilføre makro- og mikronæringsstoffer etter plantenes behov. For å kunne sikre god avling over tid er det også viktig å passe på jordkvaliteten og jordhelsen; følge med på jordstrukturen, innholdet av organisk materiale og næringsstoffer og det biologiske livet i jorda. Metodene for å holde kontroll på gjødsling/vanning og jordkvalitet/jordhelse beskrives i rapporten.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Rogaland

## KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Klepp

## STED/LOKALITET:

Særheim

## GODKJENT/APPROVED

Inger Martinussen

NAVN/NAME

## PROSJEKTLEDER/PROJECT LEADER

Michel Verheul

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Forsøkene som er omtalt i denne rapporten er en del av prosjektet «Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold», som ble starta opp på bakgrunn av nye økologiregler som krever at grønnsaker skal dyrkes i uavgrensa medium. Å dyrke på denne måten, rett i jorda i veksthus er det lite erfaring med i Norge. Det var viktig å få mer kunnskap, for at den økologiske produksjonen av veksthusgrønnsaker skal kunne fortsette etter de nye reglene trer i kraft og overgangsperioden er over. Det ble derfor utført flere forsøk med agurk og tomat i store jordbed hos NIBIO Særheim, i tillegg til et forsøk med tomat dyrka i uavgrensa jordbed hos Voll økologiske gartneri.

Prosjektet har vært eid av NIBIO, med Norsk landbruksrådgiving ved Astrid Sigaard Andersen og Carla Hoyer og Norsk senter for økologisk landbruk ved Susanne Friis Pedersen som samarbeidspartnere. Prosjektet ble støtta av Landbruksdirektoratet, under prosjektordninga «Utviklingstiltak innen økologisk landbruk».

Kaia Slågedal, NIBIO, har gjennomført forsøkene, samlet data, fulgt opp produsenten og skrevet rapporten. Michel Verheul, NIBIO, har vært prosjektleder. Flere veksthusprodusenter har bidratt med innspill og diskusjoner i prosjektet. Eirik Voll ved Voll økologiske gartneri har bidratt med godt samarbeid om forsøket i veksthuset hans.

Særheim, 27. februar 2025

Kaia Slågedal

# Innhold

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Forord.....                                                   | 3  |
| 1 Innledning.....                                             | 6  |
| 1.1 Bakgrunn for prosjektet.....                              | 6  |
| 1.2 Mål for prosjektet.....                                   | 6  |
| 2 Materialer og metode (forsøksbeskrivelse) .....             | 7  |
| 2.1 Forsøk hos NIBIO Særheim .....                            | 7  |
| 2.1.1 Agurkforsøk.....                                        | 8  |
| 2.1.2 Tomatforsøk.....                                        | 9  |
| 2.1.3 Fruktkvalitet og lagringsevne .....                     | 10 |
| 2.1.4 Næringsinnhold i jorda og plantene.....                 | 10 |
| 2.1.5 Tilført gjødsel og vann.....                            | 12 |
| 2.1.6 Organisk materiale i jorda.....                         | 13 |
| 2.1.7 Biologisk liv i jorda.....                              | 14 |
| 2.1.8 Avrenning .....                                         | 14 |
| 2.1.9 Vinterdyrking av kløver .....                           | 14 |
| 2.2 Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri.....             | 14 |
| 2.3 Statistikk .....                                          | 15 |
| 3 Resultater .....                                            | 16 |
| 3.1 Forsøk hos NIBIO Særheim .....                            | 16 |
| 3.1.1 Oppsummering avling og kvalitet av agurk og tomat ..... | 16 |
| 3.1.2 Agurkforsøk .....                                       | 16 |
| 3.1.3 Tomatforsøk.....                                        | 20 |
| 3.1.4 Næringsinnhold i jorda.....                             | 22 |
| 3.1.5 Næringsinnhold i plantesaft.....                        | 26 |
| 3.1.6 Organisk materiale i jorda.....                         | 26 |
| 3.1.7 Biologisk liv i jorda.....                              | 27 |
| 3.1.8 Avrenning .....                                         | 27 |
| 3.1.9 Vinterdyrking av kløver .....                           | 27 |
| 3.2 Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri.....             | 28 |
| 3.2.1 Avling og plantevekst .....                             | 28 |
| 3.2.2 Næringsinnhold i jorda.....                             | 29 |
| 3.2.3 Næringsinnhold i plantesaft.....                        | 31 |
| 4 Diskusjon .....                                             | 32 |
| 4.1 Forsøkene hos NIBIO Særheim .....                         | 32 |
| 4.1.1 Avling.....                                             | 32 |
| 4.1.2 Kvalitet .....                                          | 32 |
| 4.1.3 Næringsinnhold i jorda og plantene.....                 | 33 |
| 4.1.4 Jorddekke .....                                         | 33 |
| 4.1.5 Avrenning .....                                         | 33 |
| 4.1.6 Biologisk liv i jorda.....                              | 34 |
| 4.1.7 Vinterdyrking av kløver .....                           | 34 |

|     |                                               |    |
|-----|-----------------------------------------------|----|
| 4.2 | Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri..... | 34 |
| 5   | Konklusjon .....                              | 36 |
| 6   | Referanser .....                              | 37 |

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Det har blitt innført et nytt økologiregelverk i EU, som også har blitt gjeldende i Norge (gjennom EØS). Regelverket forbyr å dyrke økologiske produkter i avgrensa dyrkingsmedium (med mindre det selges med potte til forbruker). Uavgrensa medium betyr at plantene skal dyrkes i jord, med forbindelse til underjorden, det vil si at det ikke skal være et tett skille mellom dyrkingsmediet og den naturlige, stedlige grunnen. Det er unntak fra regelen fram til og med 2031 for veksthusareal som var godkjent økologisk før 14.06.2018.

Dyrking i bakken er ikke vanlig blant større økologiske veksthusprodusenter i Norge, men det er flere småskala produsenter som dyrker på denne måten. De aller fleste større produsentene dyrker i sekker med torv, som byttes ut hvert år. De fleste av disse var skeptiske til den nye regelen. De er redd for lavere avlinger, mer sykdom og mindre lønnsomhet. Det er lite erfaring med dyrking i bakken i stor skala i Norge. Erfaringer fra Norge og utlandet, blant anna Sverige og Danmark, viser at det er mulig å dyrke i bakken, men det krever tilpasninger av dyrkingsopplegget. Den største utfordringen i økologisk veksthusproduksjon er å synkronisere mineralisering av organiske næringsstoffer med plantenes behov for næringsstoffer (Bergstrand et al, 2020). Dyrking i sekker reduserer risikoen for jordbårne sykdommer og skadedyr og gjør det mulig også å dyrke på steder med ugunstige jordforhold. Ved dyrking i bakken må jorda tilrettelegges for det. Jorda det skal dyrkes i må forbedres ved tilsetning av mye organisk materiale, som kompost eller husdyrgjødsel, og også strukturmateriale, som bark eller biokull. Det blir mer krevende å tilpasse næringstilførsel til behov. Man må tenke mer langsiktig enn ved dyrking i sekk. Vanning og gjødsling blir vanskeligere å styre like presist som ved dyrking i sekk. pH-en i jorda har ofte en tendens til å stige ved bruk av kompost og organisk gjødsel, som kan føre til ubalanse i tilgjengeligheten av næringsstoffer. Over tid kan visse næringsstoffer og salter hope seg opp i jorda. I tillegg må en unngå at jordbårne sykdommer og skadedyr akkumuleres. For å unngå problemer, kan det brukes resistente grunnstammer og man må tenke på jordhelse og biologisk liv i jorda.

## 1.2 Mål for prosjektet

Målet med forsøkene har vært å skaffe bedre innsikt i metoder til jordforbedring og jordhelse og hvordan tilpasse næringstilførsel til behov for ulike agurk- og tomatproduksjoner i veksthus. Også metoder for å kontrollere jordhelse og næringsbalanse er blitt belyst.

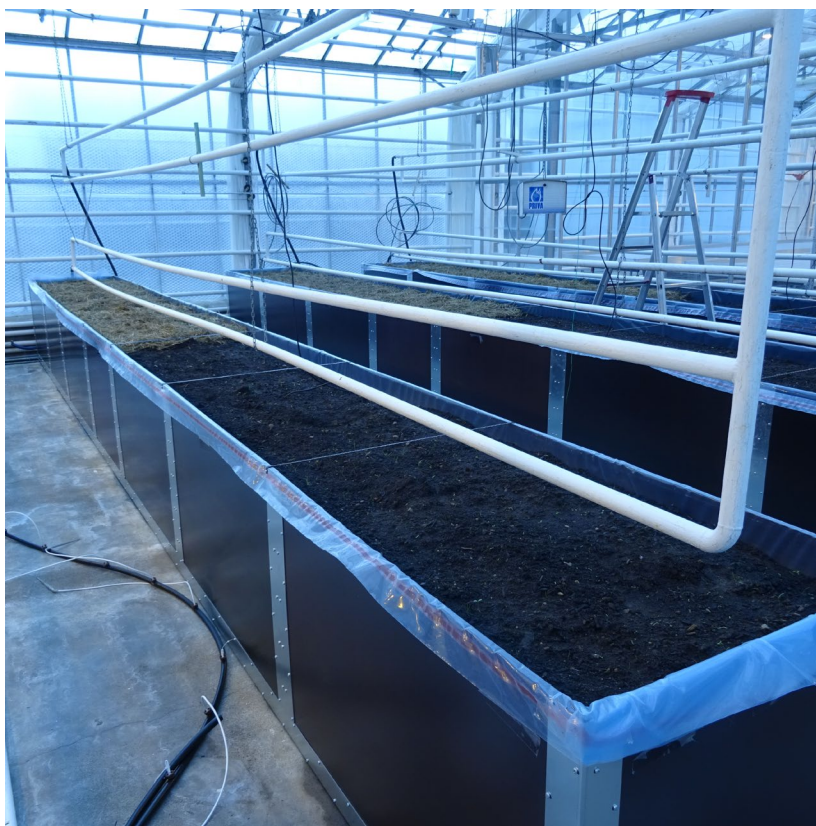
## 2 Materialer og metode (forsøksbeskrivelse)

### 2.1 Forsøk hos NIBIO Særheim

Forsøk med dyrking av agurk og tomat i jord ble gjennomført i forsøksveksthuset på NIBIO Særheim. Det ble til sammen gjennomført tre agurkforsøk (vår 2022, høst 2022 og vår 2024). I 2023 ble det gjennomført forsøk med tomat. For å få best oversikt og kontroll over effekter av tilsetning av ulike organiske materialer ved dyrking i jord, ble plantene dyrka i høye kasser med 70 cm matjord og drenerør i bunnen (kassene var 80 cm brede og 8 meter lange) (figur 1). Det totale arealet av forsøket var 39,5 m<sup>2</sup> (13,2 m<sup>2</sup> for hver jordblanding).

Forsøket ble utført i jord, tilsatt tre forskjellige organiske materialer: to lokale materialer: henholdsvis kompost (Reve kompost, <https://www.revekompost.no>), biorest (Jæren biogass <https://jaerenbiogass.no/>) og en importert torv (Hasselfors Reko-jord <https://www.hasselforsgarden.se/produkter/reko-jord/>) som kontroll. Komposten var basert på avfall fra plante-, og husdyrproduksjon og maritimt avfall. Bioresten var basert på den faste delen av svinemøkk fra konvensjonelt bruk. I tillegg ble det tilsatt lik mengde biokull til alle jordblandingene. Det totale volumet av hver jordblanding var 4,5 m<sup>3</sup> (341 l/m<sup>2</sup>), der 63 v% var matjord, 10 v% biokull og 27 v% enten kompost, biorest eller torv. I resten av rapporten vil de tre jordblandingene beskrevet i dette avsnittet benevnes som hhv. kompostblanding, biorestblanding og torvblanding.

I forsøket ble det også prøvd ut jorddekke med silofôr (ensilasje) og sammenligna med jord uten dekke. Silofôret ble lagt ut i et lag på 6-7 cm.



Figur 1. Dyrkingskassene brukt i forsøkene, med tre ulike jordblandinger og halvparten av jorda med jorddekke.

Etter ett år med forsøk, og før neste forsøk starta, ble det tilført ca. 8 cm med henholdsvis kompost, biorest og torv i hvert sitt bed, som ble blanda ned i den opprinnelige jorda. Det ble også lagt på nytt jorddekke med silofôr på samme sted som tidligere, etter at det gamle dekke var blitt gravd ned i jorda. Nytt dekke ble også lagt på mellom forsøkene det andre og tredje året.

I tillegg til grunnkjødsla i jorda fra de tre tilførte organiske materialene (kompost, biorest, torv), ble det tilleggsgjødsla med flytende gjødsl gjennom dryppslanger. Flytende, organisk, plantebasert gjødsl fra PHC eller Azelis ble brukt (hhv. OPF- og Pioner-seriene). PHC-gjødsla (OPF 7-2-3) ble brukt det første året (agurkforsøk 1 og 2) og én måned inn i tomatforsøket det andre året. Deretter ble gjødsl fra Azelis (Pioner N-max 7-1-2 og Pioner Complete 6-1-3) brukt i resten av tomatforsøket og i det tredje agurkforsøket det siste året.

Det ble tatt jordprøver og plantesaftprøver flere ganger i løpet av forsøket. Det biologiske livet i jorda og nedbrytinga av organisk materiale ble undersøkt ved hjelp av ulike tester. Plantenes vekst og avling ble registrert. Det samme ble tilførsel av vann og gjødsl og avrenning. Mer om dette i kommende underkapitler.

### 2.1.1 Agurkforsøk

Det første agurkforsøket varte fra planting 18. mars 2022 til siste høsting 10. juni 2022. Det andre agurkforsøket varte fra planting 26. august (31. august for de upoda) og varte til siste høsting 25. november 2022 (20. november for de poda). Det tredje agurkforsøket varte fra planting 20. mars 2024 til siste høsting 25. juni 2024. Alle forsøkene hadde 9 høsteuker.

Kunstig lys i tillegg til dagslys ble brukt i begge forsøkene i 2022, mens forsøket i 2024 ble utført kun med naturlig lys. Standard 400 W HPS-lamper ble brukt, med en daglengde på 20 timer i døgnet. Lampene ble automatisk avslått ved solstråling over 300 W/m<sup>2</sup>. Lysfordelingen i avdelingen var noe ujevn. Belysningsstyrken fra lampene var i gjennomsnitt 440 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> over bedet med biorestblanding og 350 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> over bedene med kompost- og torvblanding. Avlingsdataene fra disse forsøkene ble korrigert for denne forskjellen i belysningsstyrke; det ble omregna til avling i gram per mol PAR (photosynthetic active radiation). Lys fra solinnstrålinga ble beregna ved å ta målt stråling i J/cm<sup>2</sup> utenfor veksthuset ganga med 60 % lysgjennomgang gjennom glasset i veksthuset. Dette tallet ble ganga med 0,0215 for å konvertere fra J/cm<sup>2</sup> til mol PAR. Total mengde lys, oppgitt som mol PAR var lys fra solinnstråling og lamper sammenlagt (for forsøk 1 og 2 som hadde tilleggsglys). Selv om det ikke var ulik lysmengde for de ulike jordblandingene i det tredje agurkforsøket (siden det ikke ble brukt tilleggsglys), ble likevel resultatene omregna til g/mol PAR, for å kunne sammenligne med de andre agurkforsøkene.

Innstilt og målt klima (temperatur, fuktighet, CO<sub>2</sub> og lys) var som vist i tabell 1, 2 og 3.

**Tabell 1.** Innstilt og målt gjennomsnitt av ulike klimafaktorer i løpet av hele det første agurkforsøket, samt summerte lysmengder for hele forsøket.

| Agurkforsøk 1                                                | Innstilt | Målt                             |
|--------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|
| Temperatur (°C)                                              | 20,8     | 22,3                             |
| CO <sub>2</sub> (ppm)                                        | 1200     | 776                              |
| Relativ luftfuktighet (%)                                    | 75       | 63,5                             |
| Globalstråling (kJ/cm <sup>2</sup> )                         |          | 124                              |
| Innstråling gjennom glass (mol PAR/m <sup>2</sup> )          |          | 1601                             |
| Tilleggsbelysning (mol PAR/m <sup>2</sup> )                  |          | 1458 (1836 for biorestblandinga) |
| Summert totalt lys (gjennom glass) (mol PAR/m <sup>2</sup> ) |          | 3059 (3393 for biorestblandinga) |

Tabell 2. Innstilt og målt gjennomsnitt av ulike klimafaktorer i løpet av hele det andre agurkforsøket, samt summerte lysmengder for hele forsøket.

| Agurkforsøk 2                                                | Innstilt | Målt                             |
|--------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|
| Temperatur (°C)                                              | 20,9     | 22,2                             |
| CO <sub>2</sub> (ppm)                                        | 1200     | 792                              |
| Relativ luftfuktighet (%)                                    | 75       | 71                               |
| Globalstråling (kJ/cm <sup>2</sup> )                         |          | 48                               |
| Innstråling gjennom glass (mol PAR/m <sup>2</sup> )          |          | 615                              |
| Tilleggsbelysning (mol PAR/m <sup>2</sup> )                  |          | 2222 (2503 for biorestblandinga) |
| Summert totalt lys (gjennom glass) (mol PAR/m <sup>2</sup> ) |          | 2837 (3119 for biorestblandinga) |

Tabell 3. Innstilt og målt gjennomsnitt av ulike klimafaktorer i løpet av hele det tredje agurkforsøket, samt summerte lysmengder for hele forsøket.

| Agurkforsøk 3                                       | Innstilt                  | Målt |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|------|
| Temperatur (°C)                                     | 19,5                      | 20,3 |
| CO <sub>2</sub> (ppm)                               | 1000 (600 ved åpne luker) | 716  |
| Relativ luftfuktighet (%)                           | 75                        | 68,5 |
| Globalstråling (kJ/cm <sup>2</sup> )                |                           | 146  |
| Innstråling gjennom glass (mol PAR/m <sup>2</sup> ) |                           | 1883 |

Plantetettheten var 2,43 planter/m<sup>2</sup> i de to første forsøkene og 1,8 planter/m<sup>2</sup> i det tredje forsøket.

I tillegg til å teste ut de tre jordblandingene og jorddekke, ble det også prøvd ut to ulike sorter (Topvision fra Enza Zaden og Bonbon fra Rijk Zwaan) i det første forsøket. I det andre forsøket var alle plantene av samme sort (Topvision), men halvparten av plantene var poda (på grunnstamme Cobalt RZ fra Rijk Zwaan) og halvparten var ikke poda. De poda plantene ble planta fem dager før de upoda, derfor er de fem siste høstedagene for de poda plantene fjerna, slik at totalt antall høstedager ble likt for både poda og upoda planter.

Det tredje agurkforsøket (2024) ble gjennomført med kun jordblanding og jorddekke som faktorer. Sorten Topvision ble brukt, ingen planter var poda.

### 2.1.2 Tomatforsøk

I tomatforsøket det andre året (2023), ble sorten Extenza (Enza Zaden) brukt (vanlige store, runde tomater), poda på grunnstamme DRO141TX. Forsøket varte fra planting 8. mars 2023 til siste høsting 18. oktober 2023 (20 høsteuker). På siste høstinga ble det også høsta grønne, umodne tomater, som mest sannsynlig ville blitt modne i løpet av 2-3 uker. Det ble ikke brukt tilleggslys. Det var 2,95 topper/m<sup>2</sup>. Faktorene som ble undersøkt i forsøket var de tre ulike jordblandingene og jorddekke/ikke jorddekke. Lys fra solinnstrålinga ble beregna ved å ta målt stråling i J/cm<sup>2</sup> utenfor veksthuset ganga med 60 % lysgjennomgang gjennom glasset i veksthuset. Dette tallet ble ganga med 0,0215 for å konvertere fra J/cm<sup>2</sup> til mol PAR. Innstilt og målt klima var i gjennomsnitt som vist i tabell 4.

**Tabell 4. Innstilt og målt gjennomsnitt av ulike klimafaktorer i løpet av hele tomatforsøket, samt summerte lysmengder for hele forsøket.**

| Tomatforsøk                                         | Innstilt                  | Målt |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|------|
| Temperatur (°C)                                     | 16,7                      | 18,8 |
| CO <sub>2</sub> (ppm)                               | 1200 (600 ved åpne luker) | 558  |
| Relativ luftfuktighet (%)                           | 75                        | 66,5 |
| Globalstråling (kJ/cm <sup>2</sup> )                |                           | 299  |
| Innstråling gjennom glass (mol PAR/m <sup>2</sup> ) |                           | 3853 |

### 2.1.3 Fruktkvalitet og lagringsevne

Fruktkvaliteten i tomat ble målt som sukker- og syreinnhold (Brix for sukkerinnhold). Det ble målt på 4 tomater fra hver jordblanding, høsta i juli. Målingene ble gjentatt på samme måte uka etter.

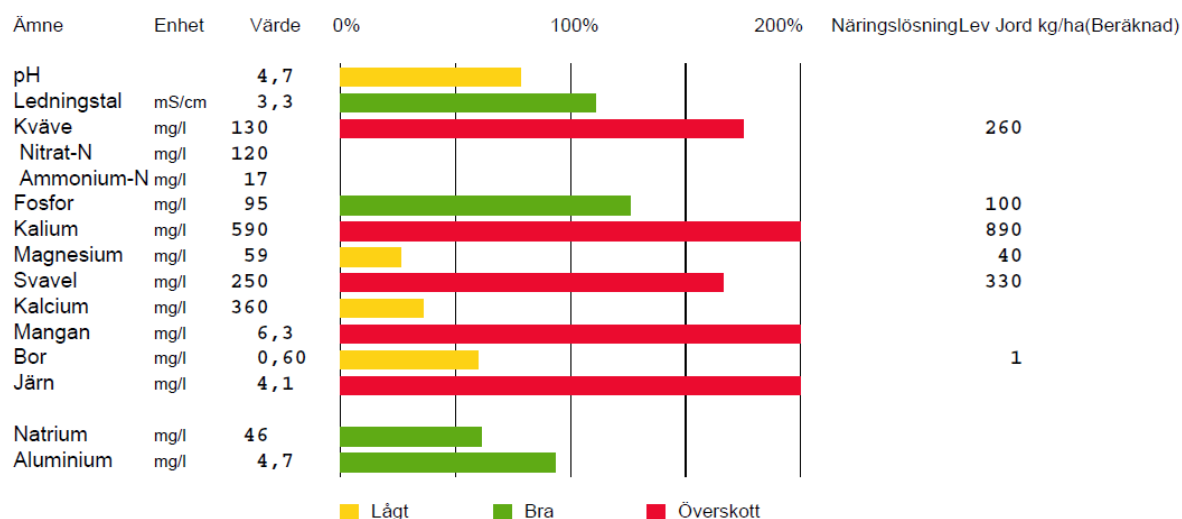
Tomatene ble høsta ved samme modenhetsgrad (trinn 6 på fargeskalaen fra USDA (1975) som går fra 1 grønn til 6 rød). Hver tomat ble most med stavmikser, før det ble tatt ut dråper som ble brukt til måling med et refraktometer fra Atago (Pocket Brix-Acidity meter, master kit). Instruksjonene for måling med dette instrumentet ble fulgt.

I det tredje agurforsøket ble det målt Brix. Det ble målt på 6 agurker fra hver jordblanding, høsta i juni. Agurkene ble skrelt, most med stavmikser og sentrifugert før måling med refraktometeret fra Atago.

Lagringsevne ble målt i agurk fra de to første agurforsøkene. 6 agurker fra hver behandling (jordblanding og jorddekke/ikke jorddekke) ble høsta. Vekt, lengde, diameter og farge (etter en fargeskala fra Coool Concept, Process Project AS) ble registrert på hver agurk, før de ble lagt i pappesker med plast over på kjøll (12 °C). Etter én, to, tre og fire uker ble agurkene tatt ut, og de samme målingene ble gjentatt.

### 2.1.4 Næringsinnhold i jorda og plantene

Jordprøver ble tatt før, i løpet av, og etter hvert forsøk, for å kunne følge med på næringsinnholdet i jorda og næringsopptaket i plantene og tilpasse gjødslinga etter det. Det ble tatt én prøve for hver behandling (tre jordblandinger med eller uten jorddekke), dvs. 6 ulike prøver hver gang. Prøvene ble tatt med jordbor ned til ca. 25 cm dybde. Ti stikk med jordboret ble samla til én prøve. Prøvene ble sendt til laben LMI AB i Sverige, som analyserte dem ved hjelp av Spurway-metoden. Analysesvaret ble oppgitt i mg/l jord av hvert makro- og mikronæringsstoff. Analysesvaret ga også info om det var for lite, passelig eller for mye av hvert næringsstoff (figur 3).



**Figur 2. Eksempel på analysesvar for jordprøver fra LMI AB.**

Jordprøvene ble tatt på følgende tidspunkter:

- Mars 2022, før planting av første agurkforsøk
- April 2022, 3 uker etter planting
- Juli 2022, etter utriving av første agurkforsøk
- Oktober 2022, 3 uker etter planting av andre agurkforsøk
- Desember 2022, etter utriving av andre agurkforsøk
- Mars 2023, etter nedgraving av kløver
- Mars 2023, etter tilførsel av gjødsel i jorda
- Juli 2023, midt i tomatforsøket
- November 2023, etter utriving av tomatforsøket
- Mars 2024, etter tilførsel av beinmel
- April 2024, 3 uker etter planting av tredje agurkforsøk
- Juni 2024, etter utriving av tredje agurkforsøk

Plantesaftprøver ble også tatt noen ganger i løpet av hvert forsøk, for å se om plantene klarte å ta opp nok av næringsstoffene i jorda. I alle agurkforsøkene ble det tatt plantesaftprøver 2, 4 og 6 uker etter planting. I tomatforsøket ble det tatt plantesaftprøver 9, 15 og 19 uker etter planting. Til prøvene ble det høsta minst 10 blad (det eldste friske bladet) fra forskjellige planter til hver prøve, én prøve for hver jordblanding og jorddekke/ikke jorddekke. Småbladene ble fjerna og bladstenglene ble samla til hver prøve. Prøvene ble analysert av LMI AB i Sverige, og prøvesvarene oppga innhold av både makro- og mikronæringsstoffer, med indikator på om det var for lite, passelig eller for mye.

Næringsinnholdet i de tre ulike jordblandingene var i utgangspunktet forskjellig (tabell 5). Nitrogeninnholdet var relativt likt. Fosfor- og kaliuminnholdet var forskjellig mellom de ulike blandingene. Torvblandinga hadde mye lavere innhold av fosfor enn de to andre jordblandingene. Kaliuminnholdet var høyest i kompostblandinga.

Tabell 5. Næringsinnhold, pH og ledetall i de tre jordblandingene før forsøksstart. Referanseverdiene er anbefalte verdier for en tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup> fra Jordbruksverkets hefte Ekologisk odling av tomat. Prøvene ble analysert ved Spurway-metoden av laboratoriet LMI AB i Sverige.

|                  | Kompost | Biorest | Torv | Referanseverdier |
|------------------|---------|---------|------|------------------|
| pH (pH)          | 6,9     | 6,6     | 6,4  | 5,5-6,5          |
| Ledetall (mS/cm) | 5,1     | 3,6     | 2,5  | 2-4              |
| Nitrogen (mg/l)  | 230     | 220     | 200  | 50-100           |
| Fosfor (mg/l)    | 49      | 79      | 13   | 50-100           |
| Kalium (mg/l)    | 690     | 340     | 290  | 250-300          |
| Magnesium (mg/l) | 170     | 270     | 130  | 200-250          |
| Svovel (mg/l)    | 93      | 93      | 50   | 100-200          |
| Kalsium (mg/l)   | 920     | 840     | 970  | 800-1200         |
| Mangan (mg/l)    | 3,2     | 2,8     | 3,2  | 1,5-3,0          |
| Bor (mg/l)       | 0,83    | 0,76    | 0,55 | 0,5-1,5          |
| Jern (mg/l)      | 2,9     | 3,7     | 3,0  |                  |
| Natrium (mg/l)   | 340     | 160     | 120  | 50-100           |

### 2.1.5 Tilført gjødsel og vann

Det ble tilført flytende, plantebasert gjødsel via dryppsystem i alle forsøkene. I tillegg ble det av og til tilført kaliumsulfat i vanningsvannet eller oppå jorda ved hvert drypp. Mikronæringsstoffer (Lebosol bor og Natural Green Classic fra PHC) ble også av og til tilsatt i vanningsvannet. I tillegg ble det tilført beinmel for å øke fosforinnholdet i hver jordblanding noen ganger i løpet av tomatforsøket og det siste agurkforsøket (tabell 6-9).

I de to første agurkforsøkene ble det brukt OPF 7-2-3.

I det siste agurkforsøket ble brukt Pioner 6-1-3 og noe beinmel.

I tomatforsøket ble det brukt noe OPF 7-2-3 i starten, og resten av tida Pioner 7-1-2.

Tilført mengde vann og flytende, plantebasert gjødsel (OPF og Pioner) var ganske lik til de tre ulike jordblandingene (under 10 % forskjell). Mens det ble tilført ulike mengder med kaliumsulfat og beinmel til de tre jordblandingene utfra resultatene fra jordprøvene sammenligna med behovet (tabell 6-9).

Til sammen ble det tilsatt 100 ml Lebosol Bor (350 mg B/m<sup>2</sup>) i vanningsvannet i løpet av det andre agurkforsøket, 32 ml (112 mg B/m<sup>2</sup>) i tomatforsøket og 35 ml (123 mg B/m<sup>2</sup>) i det tredje agurkforsøket. Totalt gjennom alle forsøkene ble det også tilsatt 640 g Natural Green Classic.

Tabell 6. Totalt tilført vann og gjødsel i det første agurkforsøket (utenom næringsstoffene i selve dyrkingsmediet). Behov er totalbehovet for hvert næringsstoff ved ei avling på 30 kg/m<sup>2</sup> (Cuijpers et al., 2005).

| Agurk 1                                          | Kompost | Biorest | Torv | Behov (g/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------------------|---------|---------|------|---------------------------|
| Vann (l/m <sup>2</sup> )                         | 287     | 287     | 287  |                           |
| Flytende gjødsel (OPF 7-2-3) (l/m <sup>2</sup> ) | 1,12    | 1,12    | 1,12 |                           |
| Kaliumsulfat (g/m <sup>2</sup> )                 | 48      | 92      | 92   |                           |
| Beinmel (N-P 7-7) (g/m <sup>2</sup> )            | 0       | 0       | 0    |                           |
| N (g/m <sup>2</sup> )                            | 93      | 93      | 93   | 51                        |
| P (g/m <sup>2</sup> )                            | 27      | 27      | 27   | 10                        |
| K (g/m <sup>2</sup> )                            | 51      | 61      | 61   | 79                        |

Tabell 7. Totalt tilført vann og gjødsel i det andre agurkforsøket (utenom næringsstoffene i selve dyrkingsmediet). Behov er totalbehovet for hvert næringsstoff ved ei avling på 30 kg/m<sup>2</sup> (Cuijpers et al., 2005).

| Agurk 2                                          | Kompost | Biorest | Torv | Behov (g/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------------------|---------|---------|------|---------------------------|
| Vann (l/m <sup>2</sup> )                         | 253     | 253     | 253  |                           |
| Flytende gjødsel (OPF 7-2-3) (l/m <sup>2</sup> ) | 1,1     | 1,1     | 1,1  |                           |
| Kaliumsulfat (g/m <sup>2</sup> )                 | 0       | 0       | 0    |                           |
| Beinmel (N-P 7-7) (g/m <sup>2</sup> )            | 0       | 0       | 0    |                           |
| N (g/m <sup>2</sup> )                            | 97      | 97      | 97   | 51                        |
| P (g/m <sup>2</sup> )                            | 27      | 27      | 27   | 10                        |
| K (g/m <sup>2</sup> )                            | 42      | 42      | 42   | 79                        |

Tabell 8. Totalt tilført vann og gjødsel i det tredje agurkforsøket (utenom næringsstoffene i selve dyrkingsmediet). Behov er totalbehovet for hvert næringsstoff ved ei avling på 20 kg/m<sup>2</sup> (Cuijpers et al., 2005).

| Agurk 3                                             | Kompost | Biorest | Torv | Behov (g/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|------|---------------------------|
| Vann (l/m <sup>2</sup> )                            | 231     | 231     | 231  |                           |
| Flytende gjødsel (Pioner 6-1-3) (l/m <sup>2</sup> ) | 0,32    | 0,32    | 0,32 |                           |
| Kaliumsulfat (g/m <sup>2</sup> )                    | 0       | 0       | 0    |                           |
| Beinmel (N-P 7-7) (g/m <sup>2</sup> )               | 86      | 143     | 386  |                           |
| N (g/m <sup>2</sup> )                               | 31      | 34      | 51   | 34                        |
| P (g/m <sup>2</sup> )                               | 10      | 13      | 30   | 7                         |
| K (g/m <sup>2</sup> )                               | 12      | 12      | 12   | 79                        |

Tabell 9. Totalt tilført vann og gjødsel i tomatforsøket (utenom næringsstoffene i selve dyrkingsmediet). Behov er totalbehovet for hvert næringsstoff ved ei avling på 40 kg/m<sup>2</sup> (Cuijpers et al., 2005).

| Tomat                                                            | Kompost | Biorest | Torv | Behov (g/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------------------------------|---------|---------|------|---------------------------|
| Vann (l/m <sup>2</sup> )                                         | 651     | 651     | 651  |                           |
| Flytende gjødsel (OPF 7-2-3 og Pioner 7-1-2) (l/m <sup>2</sup> ) | 1,12    | 1,12    | 1,12 |                           |
| Kaliumsulfat (g/m <sup>2</sup> )                                 | 167     | 557     | 557  |                           |
| Beinmel (N-P 7-7) (g/m <sup>2</sup> )                            | 486     | 128     | 757  |                           |
| N (g/m <sup>2</sup> )                                            | 128     | 103     | 147  | 81                        |
| P (g/m <sup>2</sup> )                                            | 50      | 25      | 69   | 20                        |
| K (g/m <sup>2</sup> )                                            | 69      | 158     | 158  | 145                       |

## 2.1.6 Organisk materiale i jorda

Glødetapet var 13,5 % for torvblandinga, 13,9 % for biorestblandinga og 15,3 % for kompostblandinga før oppstart av forsøk.

### 2.1.7 Biologisk liv i jorda

Det ble utført ulike tester for å undersøke aktiviteten til det biologiske livet i jorda.

Bait lamina sticks («matpinner») ble brukt. Dette er plastpinner med 16 små hull i (fordelt på ca. 10 cm), fylt med organisk materiale. Pinnene ble satt i jorda, slik at det øverste hullet var akkurat under jordoverflata. Det ble satt ned 5 pinner for hver kombinasjon av jordblanding og jorddekke. Etter én, to og tre uker ble pinnene tatt opp og antall helt eller delvis oppspiste hull ble registrert.

Solvita basic field CO<sub>2</sub>-test ble brukt for å måle respirasjonen (utånding av CO<sub>2</sub>) fra jorda. Denne testen måler mengden av utåndet CO<sub>2</sub> fra jordprøver som en indikator på den biologiske aktiviteten i jorda. Det ble tatt én prøve per jordblanding, som ble delt opp i tre replikater før testen ble utført.

Microbiometer fra firmaet MicroBIOMETER er en test som måler mengden av mikrobielt karbon i jorda og sier dermed noe om mengden av mikroorganismer, og hvor stor andel som er sopp og bakterier. Det ble tatt én prøve per jordblanding, som ble delt opp i tre replikater før testen ble utført.

Alle disse tre testene ble gjort tre ganger i løpet av forsøkene (én gang per år).

Én gang i løpet av forsøkene (i tomatforsøket i 2023) ble det gravd ned teposer i jorda, for å bruke nedbrytinga av teen som en indikator på aktive organismer i jorda. Det ble brukt to ulike typer te (Indonesian Sencha grønn te og Rooibos). Det ble gravd ned 10 poser av hver type i hver jordblanding, 5 av de i jorda uten dekke og 5 i jorda med dekke. De lå 8-10 cm under overflata i 3 måneder (juni-september). Før nedgraving ble posene veid, etter oppgraving ble posene tørka og så veid. Differansen i vekt mellom før og etter nedgraving viser hvor mye organisk materiale som mikroorganismene i jorda har brutt ned.

### 2.1.8 Avrenning

Avrenningsvann fra hver av de tre jordbedene ble samla i bøtter i enden av kassene. Mengden avrenningsvann ble målt daglig og ledetall og pH i avrenningsvannet ble målt ukentlig (når det var avrenning) for hver av de tre jordblandingene.

### 2.1.9 Vinterdyrking av kløver

På vinteren mellom forsøkene (vinter 2022-2023 og 2023-2024) ble det dyrka kløver i jordbedene, som et slags vekstskifte og for nitrogenfiksering. I 2022 ble det sådd perserkløver i alle jordbedene i 13. desember. Det ble sådd 2,5 g/m<sup>2</sup>, rakt over med rive og så vanna med dusjslange. I 2023 ble det sådd perserkløver på samme måte 25. oktober, men mengden frø var større (8,5 g/m<sup>2</sup>). Det ble ikke brukt kunstig lys, og oppvarmingstemperaturen ble satt til 12 °C den første vinteren, og 15 °C om dagen, 12 °C om natta den andre vinteren. På våren, før nytt forsøk med tomat eller agurk skulle plantes, ble kløverplantene gravd ned i jorda, dette skjedde 21. februar i 2023 og 8. mars i 2024.

## 2.2 Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri

For å kunne overføre resultatene fra forsøk på Særheim, ble det utført forsøk med tomat hos Voll økologiske gartneri på Rennesøy. I gartneriet dyrkes det perletomater (sorten Sweetelle) i sekker med torv (Hasselfors Reko-jord). Det gjødsles med pellets av hønsegjødsel ca. én gang i måneden og med flytende grisegjødsel gjennom drypp ved hver vanning. Plantetetthet var 4,2 toppler/m<sup>2</sup>. Det ble ikke brukt tilleggsllys. Veksthuset hadde jordbed med betongganger i mellom. Sekkene lå på plast oppå jordbedene, og jorda hadde ikke blitt dyrka i på flere tiår.



**Figur 3. Dyrkingskarm uten bunn fylt med jord hos Voll økologiske gartneri. Sekker med torv på de andre radene, som var den opprinnelige måten å dyrke på i dette gartneriet. Jord mellom betonggangene, med tett plast under sekkene. Plasten ble fjerna under dyrkingskarmen.**

Forsøket gikk ut på å sammenligne den vanlige dyrkinga i sekk med dyrking i uavgrensa medium. Det ble derfor satt inn 20 m lange, 40 cm brede og 30 cm høye karmen oppå jordbedet (figur 2). Karmen ble fylt med jord tilført biorest og biokull (samme ingredienser og blandingsforhold som ble brukt i forsøkene hos NIBIO). Det var dermed ikke noe tett skille mellom dyrkingsmediet og den naturlige grunnen. Vekt av avlinga fra alle plantene som vokste i jordbedet ble sammenligna med vekta av avlinga fra samme antall planter som vokste i sekk. Dette ble registrert gjennom hele sesongen, 27 uker (fra 24. april til 30. oktober). Det ble også gjort registreringer av plantevekst annenhver uke, og det ble tatt flere jordprøver og plantesaftprøver fra både planter i jordbed og i sekk. Jordprøver og plantesaftprøver ble tatt på samme måte som beskrevet i kapittel 2.1.4 Næringsinnhold i jorda og plantene.

## 2.3 Statistikk

Dataene ble analysert ved hjelp av General linear model eller One-way ANOVA (for analyser med én faktor) etterfulgt av Tukey i Minitab. Det ble også utført «Test of equal variances» i forkant av analysen. I de to første agurkforsøkene var det to gjentak, mens det i det tredje agurkforsøket og i tomatforsøket var fire gjentak. Det ble ikke utført statistikk på tomatforsøket hos gartneriet.

## 3 Resultater

### 3.1 Forsøk hos NIBIO Særheim

#### 3.1.1 Oppsummering avling og kvalitet av agurk og tomat

Avlingsnivået i alle forsøkene var generelt godt. Agurk med tilleggslys ga rundt 30 kg/m<sup>2</sup> per hold, agurk uten tilleggslys ga 20 kg/ m<sup>2</sup> per hold. Forsøk med runde tomater uten lys ga 40 kg/ m<sup>2</sup>, mens forsøk med perletomater ga 17 kg/ m<sup>2</sup> i løpet av en sesong. Resultatene viste at biorestblandinga ga større avling enn de andre jordblandingene for agurk. Jorddekke ga ikke signifikante forskjeller i avling, men det var tendenser til høyere avling med jorddekke i to av agurkforsøkene (1 og 3) og i tomatforsøket.

Agurksorten Topvision ga større avling enn Bonbon, og upoda agurkplanter ga større avling enn poda planter.

Uavgrensa jordbed med jord iblanda biorest i forsøket hos Voll økologiske gartneri ga større avling (17,4 kg/m<sup>2</sup>) enn sekker med torv (16 kg/m<sup>2</sup>).

Fruktkvaliteten målt ved Brix/syre var på høyde med tomater fra konvensjonell produksjon, og det var ikke signifikante forskjeller i Brix/syre mellom jordblandingene. Agurker fra kompostblandinga hadde høyere sukkerinnhold (Brix) enn agurker fra de andre jordblandingene, og høyere enn agurker fra konvensjonell produksjon.

Lagringsevnen til agurk så ikke ut til å påvirkes noe særlig av de ulike jordblandingene eller jorddekket, men agurker fra poda planter holdt seg litt bedre enn agurker fra upoda planter.

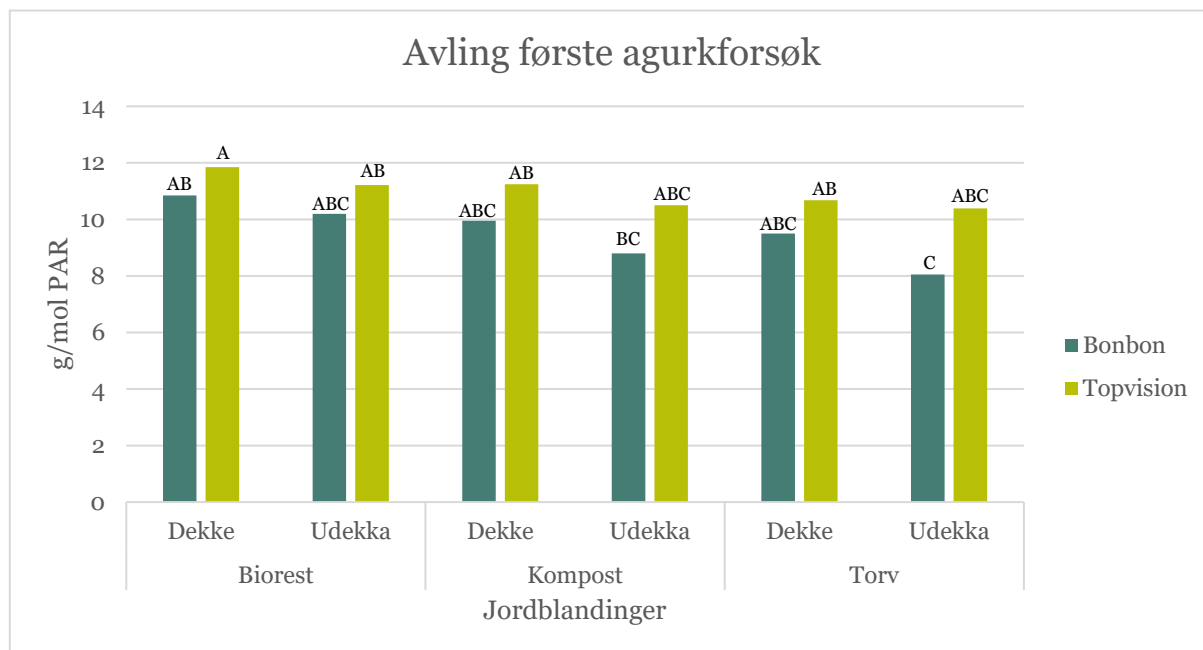
#### 3.1.2 Agurkforsøk

Total gjennomsnittlig avling for ett hold (9 høsteuker) ble 32,6 kg/m<sup>2</sup> i det første forsøket og 29,2 kg/m<sup>2</sup> i det andre forsøket. I det tredje forsøket, uten tilleggslys, var gjennomsnittlig avling 19,8 kg/m<sup>2</sup>.

##### 3.1.2.1 Første agurkforsøk

Etter korrigering for ulik mengde tilleggslys over de tre jordblandingene var gjennomsnittlig avling for første forsøk 10,27 g/mol PAR. De tre jordblandingene ga ulik avlingsmengde i kg/m<sup>2</sup>, men også etter korrigering for lys. Biorestblandinga ga signifikant større avling per enhet lys enn de to andre jordblandingene, med 11,03 g/mol PAR. Kompostblandinga ga 10,12 g/mol PAR og torvblandinga ga 9,65 g/mol PAR (figur 4). Sorten Topvision ga signifikant større avling enn sorten Bonbon, mens jorddekke ikke hadde noen effekt på avling.

Ved sluttregistrering var plantene med jorddekke signifikant lengre (totalt 6,4 m) enn plantene uten jorddekke (6,0 m), men ikke mer enn 6 %. Antall nodier var likt for planter både med og uten jorddekke (72,5 nodier). Biorestblandinga hadde signifikant flere nodier (75,5) enn kompost- (72) og torvblandinga (71). Plantene fra torvblandinga var signifikant lengre (6,4 m) enn plantene fra kompostblandinga (6,1 m), plantene fra biorestblandinga var 6,2 m.

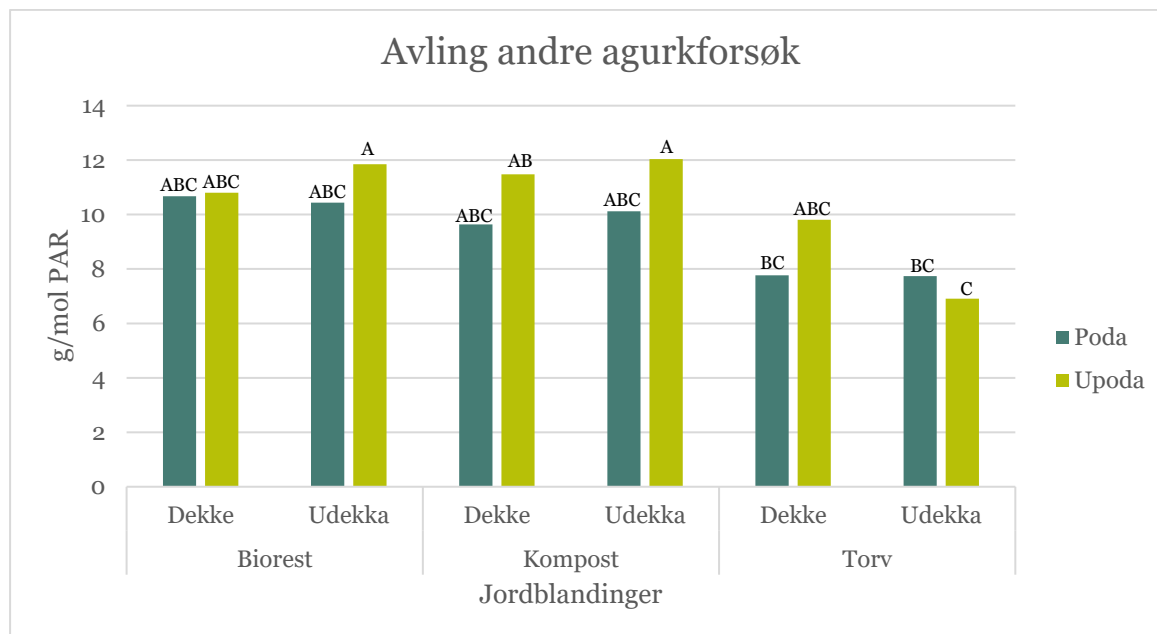


**Figur 4.** Avling i gram per mol PAR-lys i det første agurkforsøket (med tilleggsllys) for to ulike sorter, tre jordblandinger og jord med og uten dekke. Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

#### 3.1.2.2 Andre agurkforsøk

I det andre forsøket ga biorestblandinga og kompostblandinga signifikant større avling per lysenhet enn torvblandinga. Gjennomsnittlig avling var 9,94 g/mol PAR. Kompostblandinga ga 10,82 g/mol PAR, biorestblandinga 10,94 g/mol PAR og lavest var torvblandinga med 8,06 g/mol PAR (figur 5). Plantene som ikke var poda hadde signifikant større avling enn de poda plantene, gjennomsnitt for poda var 27,7 kg/m<sup>2</sup>, for upoda 30,7 kg/m<sup>2</sup>.

Plantene i torvblandinga var signifikant lengre (6,6 m) enn plantene fra kompost- (6,1 m) og biorestblandinga (6,3 m), men hadde færre nodier (75,5 mot 76,5 for kompostblandinga og 77,5 for biorestblandinga), men dette var ikke signifikant. Upoda planter var signifikant lengre (6,5 m) og hadde signifikant flere nodier (77,5) enn poda (6,2 m lange, 75,5 nodier) etter justering for ulikt plantetidspunkt. Jorddekke hadde ikke signifikant effekt på verken lengde eller antall nodier (gjennomsnitt 76,5 nodier og 6,3 m).

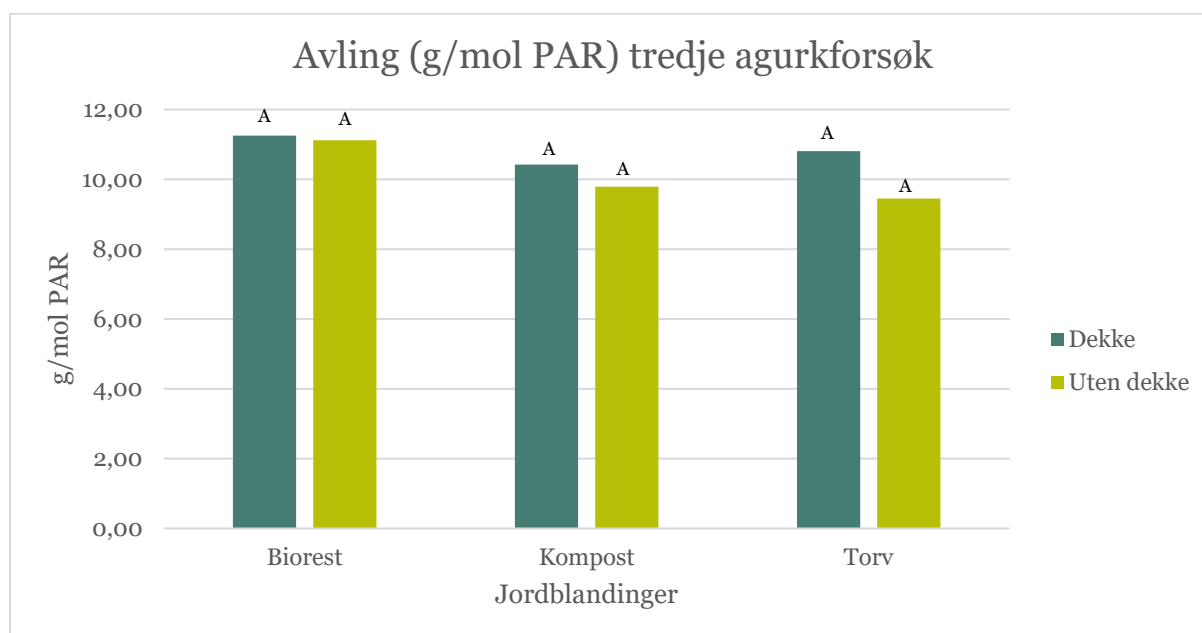


Figur 5. Avling i gram per mol PAR-lys i det andre agurkforsøket (med tilleggsllys) for poda og upoda planter, tre jordblandinger og jord med og uten dekke. Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

### 3.1.2.3 Tredje agurkforsøk

Det tredje forsøket viste at biorestblandinga ga signifikant større avling (21,1 kg/m<sup>2</sup>) enn kompostblandinga (19,0 kg/m<sup>2</sup>) og torvblandinga (19,1 kg/m<sup>2</sup>) (figur 6). Jorddekke hadde ikke signifikant effekt på avling.

Tørrestoffprosenten i både blad og frukt ble ikke påvirket av jorddekket. Tørrestoffprosenten var signifikant høyere i frukt fra kompostblandinga (4,8 TS%) enn i de to andre jordblandingene (biorest 3,9 %, torv 4,0 %). Verken jordblanding eller jorddekke ga signifikante forskjeller i plantelengde (gjennomsnitt 6,2 m) eller antall nodier (64).



Figur 6. Avling i det tredje agurkforsøket, vist som g/mol PAR, for de tre ulike jordblandingene, med og uten jorddekke. Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

#### 3.1.2.4 Lagringsevne

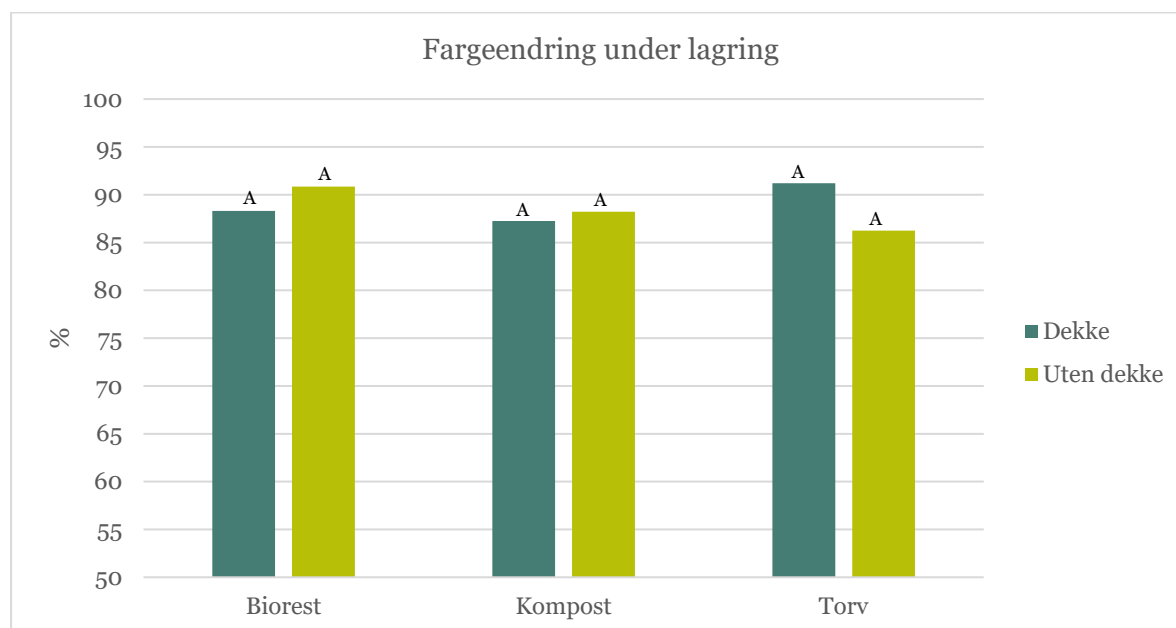
Det var litt sprikende resultater fra lagringstestene mellom første og andre agurkforsøk. Det var hovedsakelig endring av farge under lagringa som ble påvirket av de ulike behandlingene, mens endring i vekt ikke var særlig forskjellig mellom de ulike behandlingene.

Jorddekke hadde ikke noen effekt på lagringsevnen i det første forsøket, mens i det andre forsøket ga jorddekke signifikant mindre endring i farge etter fire uker enn jord uten dekke. Men forskjellen var veldig liten, agurker fra behandling med jorddekke hadde 90 % av opprinnelig farge, mot 89 % for agurkene fra jorda uten dekke.

I det første agurkforsøket, var det bare fargeendringa som ble påvirket av de tre ulike jordblandingene. Da var det agurkene fra behandling med biorest som hadde signifikant størst fargeendring etter fire uker (84 % av opprinnelig farge mot 87 % for kompost- og 92 % for torvblandinga). I det andre forsøket var det derimot agurker fra biorestblandinga som hadde signifikant minst fargeendring (95 % av opprinnelig farge mot 92 % for kompost- og 85 % for torvblandinga). Agurkene fra biorestblandinga gikk signifikant mer ned i vekt enn agurkene fra de andre jordblandingene (84 % av opprinnelig vekt, mot 93 % for kompost- og 87 % for torvblandinga).

Agurker fra upoda planter endra seg signifikant mer i farge under lagring enn agurker fra poda planter (86 % av opprinnelig farge, mot 95 %).

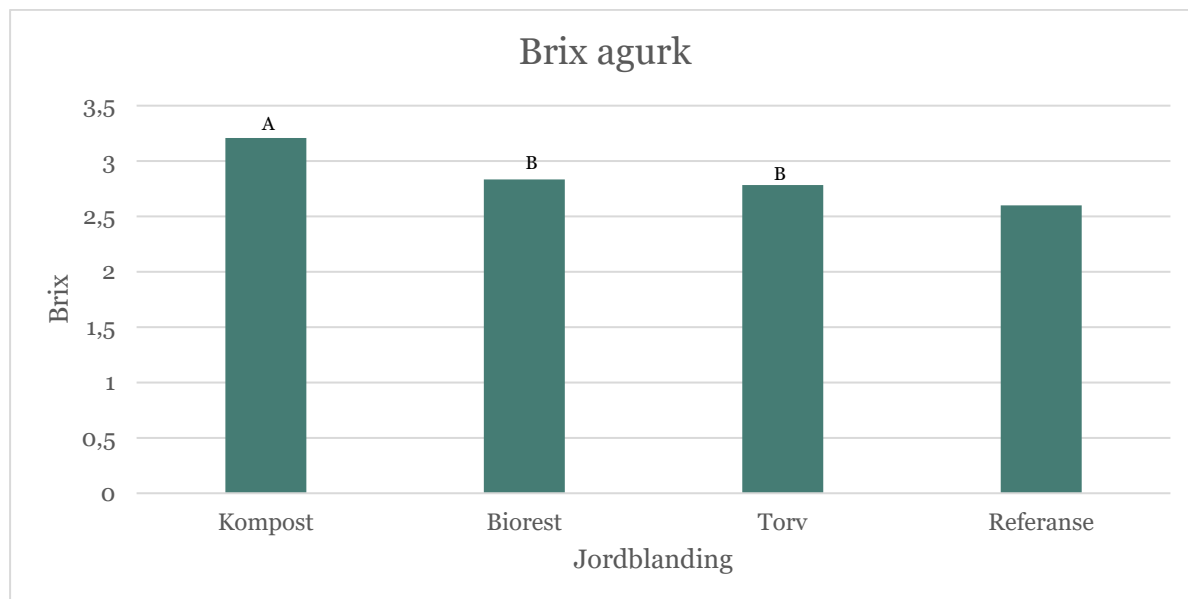
Sammenlagte resultater fra begge forsøkene (gjennomsnitt) viste at det var svært lite forskjeller i lagringsevne. Det var ikke forskjeller i størrelsesendringer mellom behandlingene, det var kun fargeendringene som viste noen forskjeller, men disse var små (figur 7). Biorestblandinga ga minst fargeendring som gjennomsnitt av begge forsøkene, men dette var ikke signifikant.



**Figur 7. Fargeendring etter fire uker, i prosent av opprinnelig farge (fra skala). Gjennomsnitt for de to første agurkforsøkene, de tre jordblandingene, med og uten jorddekke.**

#### 3.1.2.5 Fruktkvalitet

Sukkerinnholdet (Brix) var signifikant høyere i agurker fra kompostblandinga (3,2) enn agurker fra de to andre jordblandingene (2,8) i det tredje agurkforsøket (figur 8). Alle hadde høyere Brix enn referansen fra et konvensjonelt agurkforsøk (2,6).



**Figur 8.** Sukkerinnhold målt ved Brix, i agurker fra de tre jordblandingene i det tredje agurkforsøket. Referansesøylen til høyre viser gjennomsnitt for agurker fra et konvensjonelt agurkforsøk. Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

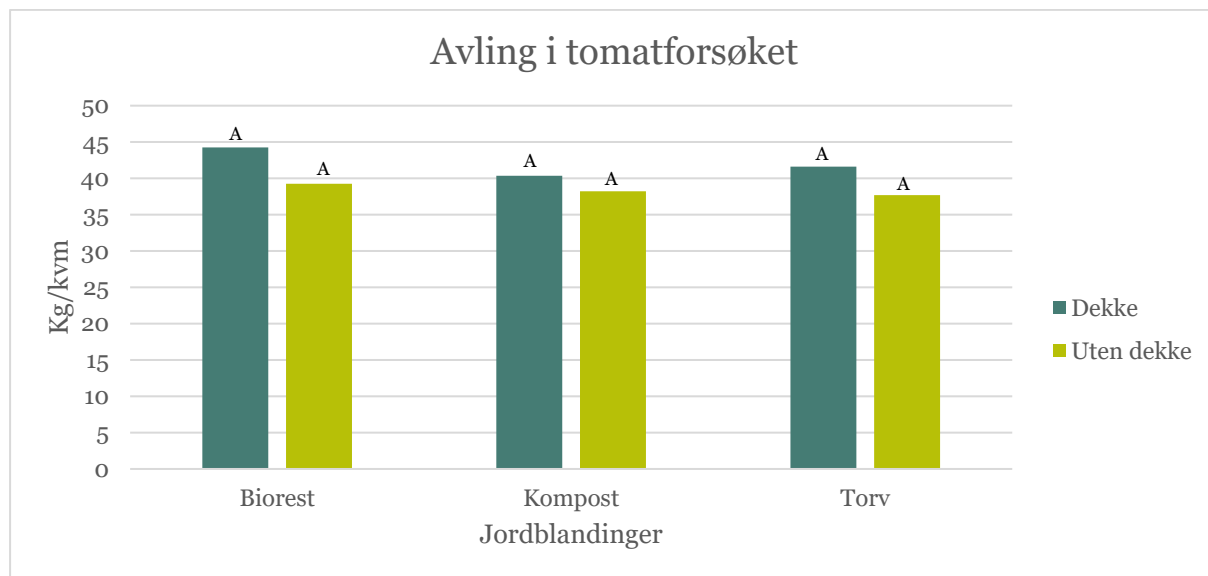
### 3.1.3 Tomatforsøk

#### 3.1.3.1 Avling

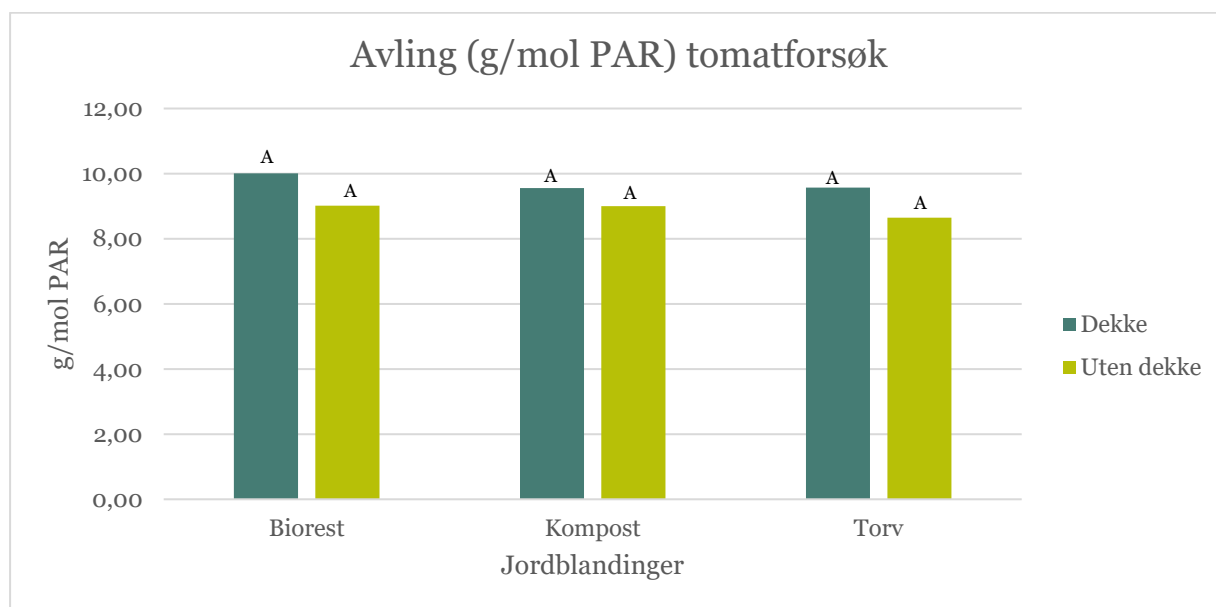
Resultatene viste en gjennomsnittlig tomatavling på 40,2 kg/m<sup>2</sup>. Avlinga var størst for jordblandinga med biorest (41,8 kg/m<sup>2</sup>), men forskjellen fra de andre jordblandingene var ikke signifikant. Det var heller ikke signifikante forskjeller i avling mellom jorda med og uten jorddekke, selv om delen med dekke hadde en tendens til høyere avling i forsøket (figur 9 og 10).

Det var heller ikke signifikante forskjeller i totalt antall klaser og antall høsta klaser. Plantene i torvblandinga var signifikant litt lengre enn plantene i kompostblandinga, med 6,3 m mot 6,0 m (plantene fra biorestblandinga var 6,1 m).

Tørrestoffprosenten for blad var ganske lik mellom behandlingene. Samtidig var tørrestoffprosenten for frukt ganske forskjellig. Kompostblandinga ga signifikant høyere tørrestoffprosent i frukt enn de to andre jordblandingene, med 5,9 %, mot 5,1 % for frukt fra biorestblandinga og 4,8 % for frukt fra torvblandinga. Jorddekke ga ikke signifikante forskjeller i tørrestoffprosent i frukt.



**Figur 9.** Avling i tomatforsøket (uten tilleggslys) for de tre jordblandingene, med og uten dekke. Avlinga inkluderer også umodne tomater høsta siste dag i forsøket (ville blitt modne i løpet av 2-3 uker). Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.



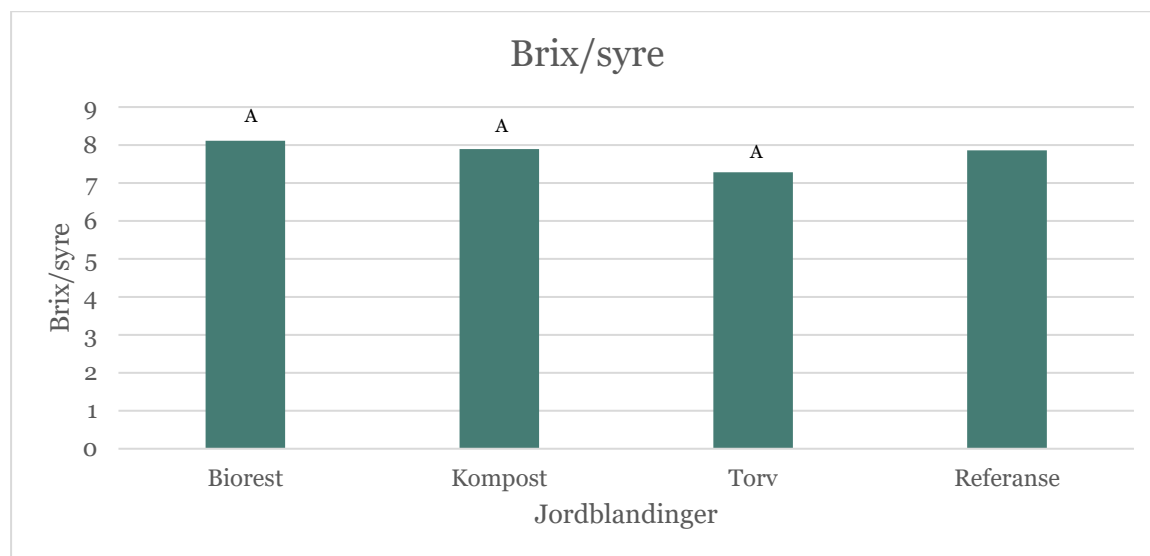
**Figur 10.** Avling i tomatforsøket, omregna til g/mol PAR (inkl. ikke de umodne tomatene som ble høsta på siste forsøksdag). Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

### 3.1.3.2 Fruktkvalitet

Det var ikke signifikante forskjeller i fruktkvalitet mellom tomatene dyrka på de ulike jordblandingene, målt ved Brix og syreinnhold (tabell 10). Det var en tendens til lavere Brix/syre i tomatene fra torvblandinga enn i tomatene fra kompost- og biorestblandinga (figur 11). Både lavere Brix og høyere syreinnhold i tomatene fra torvblandinga bidro til lavere Brix/syre. I gjennomsnitt var Brix/syre veldig likt som referansen (samme sort fra et konvensjonelt tomatforsøk).

Tabell 10. Brix og syreinnhold i tomater fra de tre ulike jordblandingene. Referansen til høyre viser gjennomsnitt for samme sort fra et konvensjonelt tomatforsøk.

|             | Kompost | Biorest | Torv | Referanse |
|-------------|---------|---------|------|-----------|
| <b>Syre</b> | 0,47    | 0,45    | 0,46 | 0,49      |
| <b>Brix</b> | 3,70    | 3,56    | 3,34 | 3,85      |

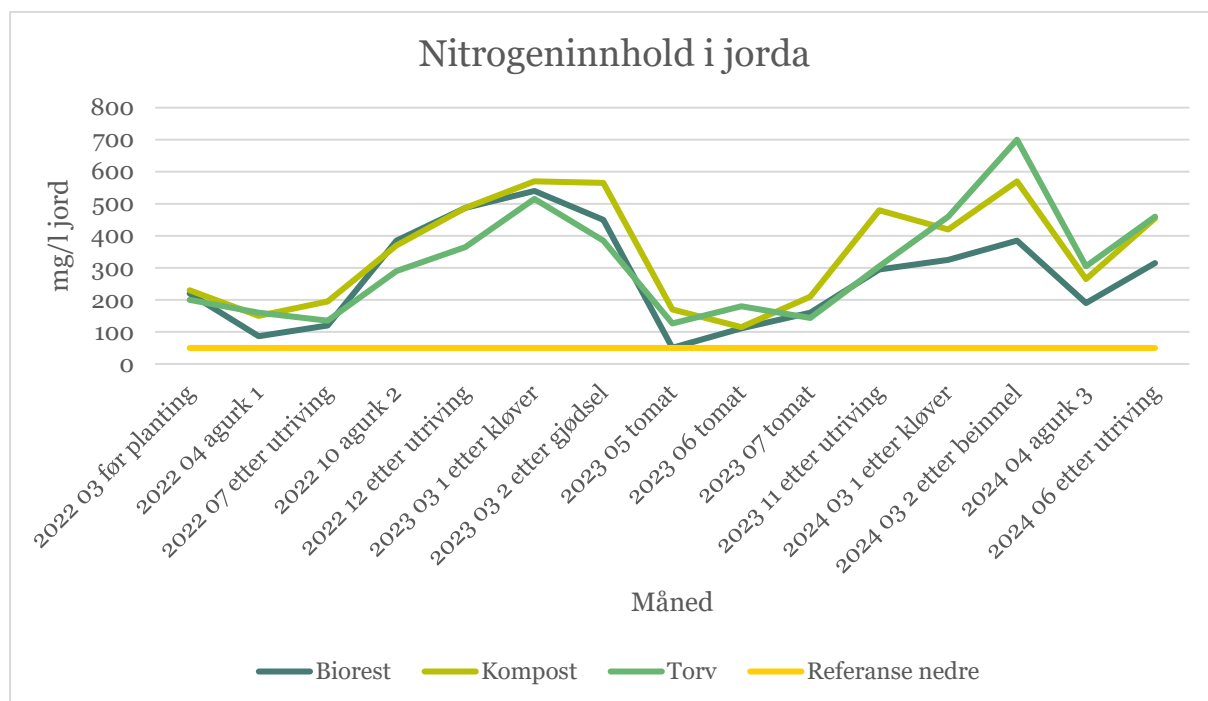


Figur 11. Brix/syre-forholdet i tomater fra de tre ulike jordblandingene. Referansesøylen til høyre viser gjennomsnitt for samme sort fra et konvensjonelt tomatforsøk. Resultater som deler en bokstav (over søylen) er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

### 3.1.4 Næringsinnhold i jorda

Nitrogeninnholdet som gjennomsnitt gjennom hele perioden var høyest i kompostblandinga (359 mg/l), lavere i torvblandinga (318 mg/l) og lavest i biorestblandinga (288 mg/liter).

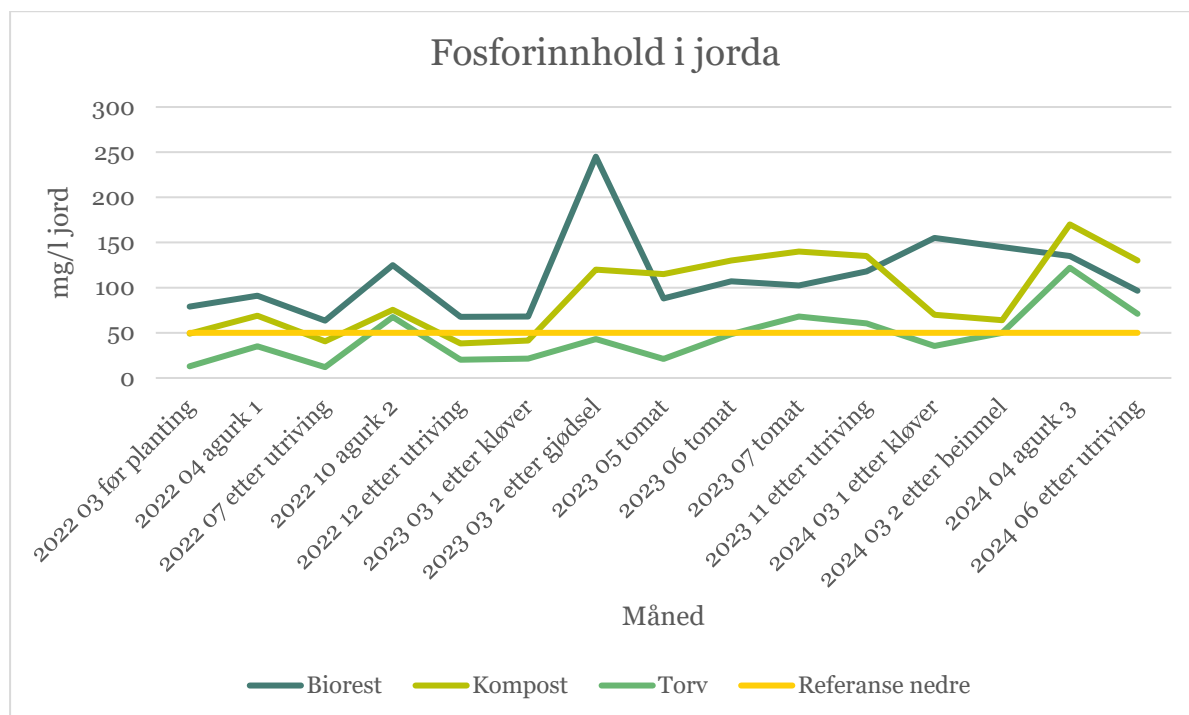
N-innholdet steg til ganske høye verdier i perioder, over 500 mg/l etter det første agurkforsøket og tomatforsøket (figur 14).



**Figur 12.** Innhold av nitrogen i de tre ulike jordblandingene gjennom alle fire forsøkene på Særheim (mars 2022-juni 2024). Referanseverdiene er anbefalte verdier for ei forventa tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup>, fra Jordbruksverkets hefte *Ekologisk odling av tomat*.

Fosforinnholdet som gjennomsnitt gjennom hele perioden var høyest i biorestblandinga (110 mg/l), lavere i kompostblandinga (87 mg/l) og lavest i torvblandinga (44 mg/liter) (figur 15).

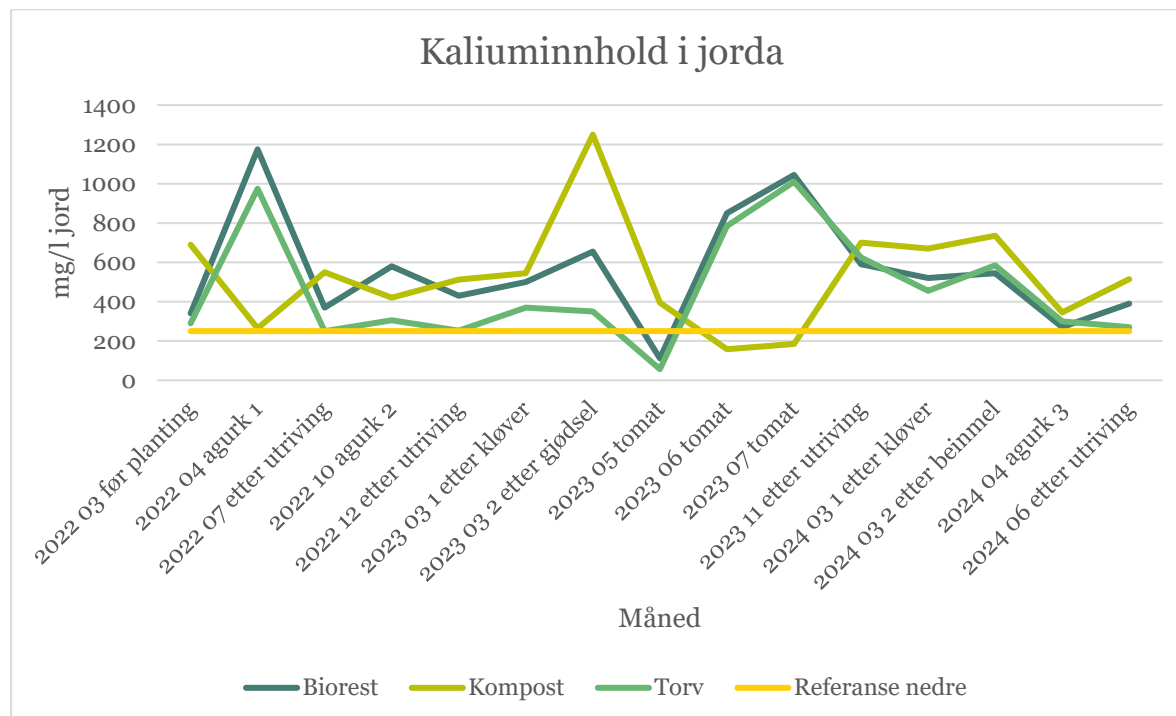
For biorest- og kompostblandinga lå det innenfor det anbefalte, mens torvblandinga lå litt under.



**Figur 13.** Innhold av fosfor i de tre ulike jordblandingene gjennom alle fire forsøkene på Særheim (mars 2022-juni 2024). Referanseverdiene er anbefalte verdier for ei forventa tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup>, fra Jordbruksverkets hefte *Ekologisk odling av tomat*.

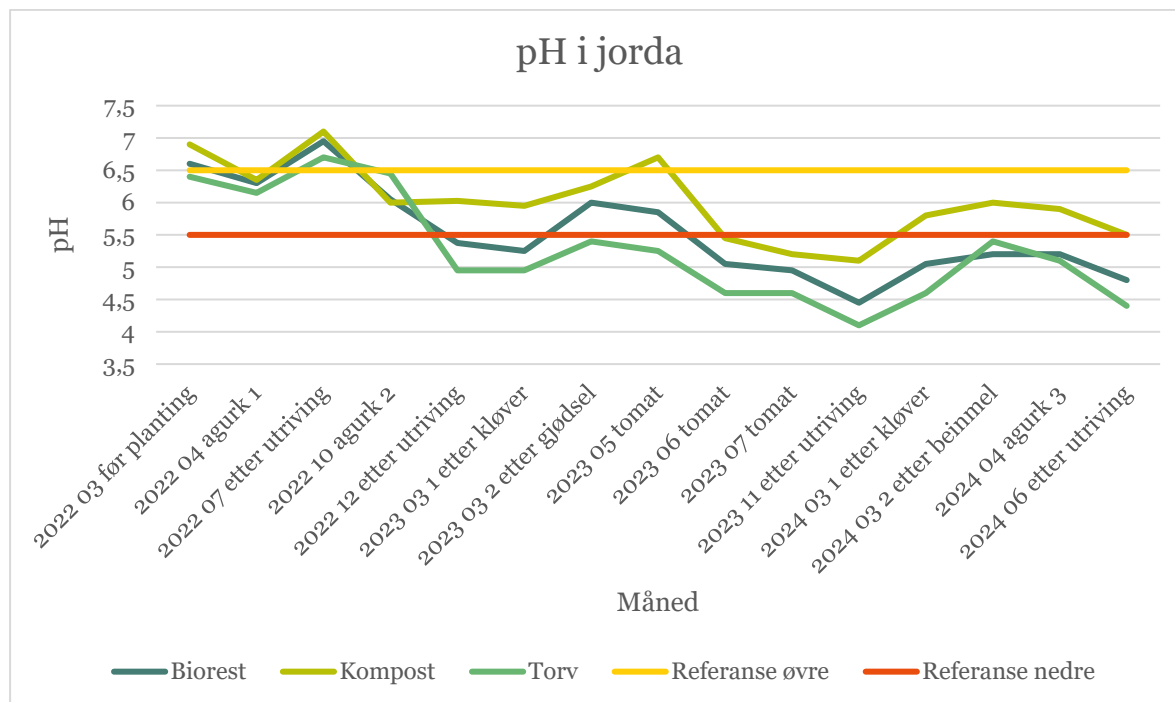
Kaliuminnholdet som gjennomsnitt gjennom hele perioden var høyest i biorestblandinga (550 mg/l), lavere i kompostblandinga (528 mg/l) og lavest i torvblandinga (446 mg/liter) (figur 16).

Alle tre jordblandingene hadde over anbefalt mengde kalium mesteparten av tida, unntatt biorest- og torvblandinga i starten av tomatforsøket.



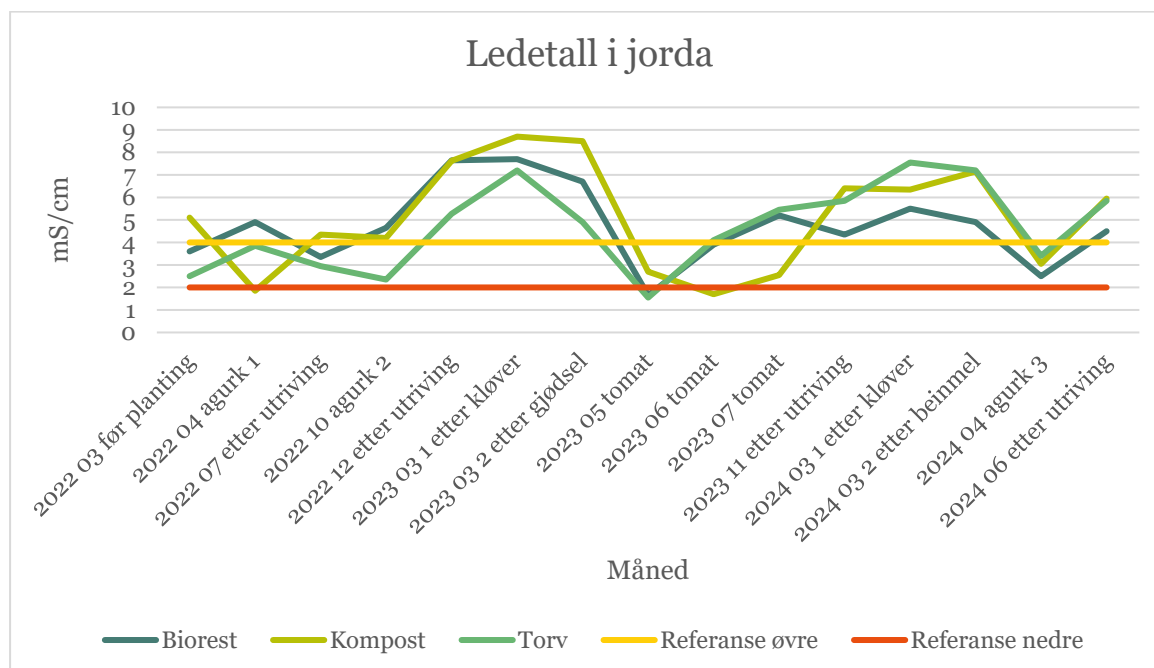
**Figur 14.** Innhold av kalium i de tre ulike jordblandingene gjennom alle fire forsøkene på Særheim (mars 2022-juni 2024). Referanseverdiene er anbefalte verdier for ei forventet tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup>, fra Jordbruksverkets hefte *Ekologisk odling av tomat*.

pH-en i jorda målt ved Spurway-metoden, var som gjennomsnitt gjennom hele perioden høyest i kompostblandinga (6,0), lavere i biorestblandinga (5,5) og lavest for torvblandinga (5,3). Jorda ble surere gjennom forsøkene, og kom etter hvert under anbefalt verdi for biorest- og torvblandinga og delvis kompostblandinga (figur 17). pH-en i avrenninga var derimot alltid mellom 7-8 for alle jordblandingene.



**Figur 15. pH i de tre ulike jordblandingene gjennom alle fire forsøkene på Særheim (mars 2022-juni 2024). Målt ved Spurway-metoden av LMI AB. Referanseverdiene er anbefalte verdier for ei forventa tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup>, fra Jordbruksverkets hefte Ekologisk odling av tomat.**

Ledetallet i jorda målt ved Spurway-metoden, som gjennomsnitt gjennom hele perioden var høyest i kompostblandinga (5,2 mS/cm), lavere i biorestblandinga (4,9 mS/cm) og lavest i torvblandinga (4,7 mS/cm). Ledetallet ble veldig høyt i noen perioder (figur 18). I avrenningsvannet var ledetallet enda høyere (8-11, se kapittel 3.1.8 Avrenning).



**Figur 16. Ledetall i de tre ulike jordblandingene gjennom alle fire forsøkene på Særheim (mars 2022-juni 2024). Referanseverdiene er anbefalte verdier for ei forventa tomatavling på 25 kg/m<sup>2</sup>, fra Jordbruksverkets hefte Ekologisk odling av tomat.**

Jord med jordekke hadde i gjennomsnitt gjennom hele perioden mindre nitrogen (306 mg/l) og fosfor (79 mg/l) enn udekket jord (337 mg N/l og 83 mg P/l). Ledetallet var også lavere i jord med jordekke (4,6 mS/cm) enn i jord uten dekke (5,3 mS/cm). pH-en var lik (5,6).

#### 3.1.4.1 Mikronæringsstoffer

Det var mangel på noen mikronæringsstoffer i jorda i løpet av forsøket, det gjaldt hovedsakelig bor. Plantesaftprøvene viste samme mønster som jordprøvene for bor, men for jern viste de mangel, selv om jordprøvene viste stort overskudd.

For å motvirke mangelen, ble det av og til tilsatt bor i vanningsvannet (Lebosol Bor) og mikrogjødsel fra PHC (se kapittel 2.1.5 Tilført gjødsel og vann). Bor-nivåene kom opp til anbefalt nivå etter andre agurkforsøk, men det ble mangel igjen i løpet av tomatforsøket. Etter tomatforsøket var bornivået bra igjen, før det gikk ned under anbefalte verdier i det siste agurkforsøket.

### 3.1.5 Næringsinnhold i plantesaft

I gjennomsnitt gjennom alle forsøkene (tre agurkforsøk og ett tomatforsøk) var det plantene som vokste i torvblandinga som hadde høyest innhold av nitrogen i plantesafta (1900 mg/l, mot 1856 mg/l for biorestblandinga og 1800 mg/l for kompostblandinga), men forskjellene var ikke store.

Fosforinnholdet i plantesafta var i gjennomsnitt høyest i biorestblandinga (386 mg/l), mens plantene i torvblandinga hadde lavest (213 mg/l). Plantene i kompostblandinga hadde et fosforinnhold på 293 mg/l. Dette mønsteret gjaldt for så godt som alle prøvetidspunkter.

Kaliuminnholdet var høyest i plantene som vokste i kompostblandinga (6300 mg/l), nest-høyest i plantene som vokste i biorestblandinga (6109 mg/l) og lavest i plantene som vokste i torvblandinga (5828 mg/l).

pH-en i plantesafta var i gjennomsnitt ganske lik i planter fra alle de tre jordblandingene (5,7-5,8).

Ledetallet i plantesafta var i gjennomsnitt ganske likt i planter fra alle de tre jordblandingene (20,6-21,8 mS/cm).

Jordekke hadde ikke noen - eller svært liten - effekt på innholdet av N, P, K (litt mer (2,8 %) K i plantene som vokste med jordekke) i plantesafta. pH og ledetall var også veldig likt.

Topvision hadde mer N og K og veldig mye mer P i plantesafta enn Bonbon.

De upoda plantene hadde mer N og høyere ledetall, men (veldig mye) mindre P i plantesafta enn de poda plantene. Det var lite forskjell i K og pH.

Det ble ikke observert tydelige mangelsymptomer på plantene i agurkforsøkene. I tomatforsøket var det en periode litt klorose på bladene til plantene som vokste i torvblandinga. Det var antakelig magnesiummangel.

### 3.1.6 Organisk materiale i jorda

Innholdet av organisk materiale hadde steget betydelig fra første til andre år, i alle jordblandingene (tabell 11). Glødetapet økte enda litt til det tredje året. Det var ikke stor forskjell i glødetap mellom jord med og uten jordekke (kun målt siste året).

**Tabell 11. Glødetap (%) i de ulike jordblandingene for første, andre og tredje året i prosjektet.**

|                                | Kompost | Biorest | Torv   |
|--------------------------------|---------|---------|--------|
| <b>Første år (før dyrking)</b> | 15,3 %  | 13,9 %  | 13,5 % |
| <b>Andre år</b>                | 25,5 %  | 24,8 %  | 23,5 % |
| <b>Tredje år</b>               | 25 %    | 28 %    | 25 %   |

### 3.1.7 Biologisk liv i jorda

Åndinga målt med Solvita-testen var veldig god i alle jordblandingene, men gikk litt nedover andre og tredje året (fortsatt på et veldig bra nivå). Åndinga var litt høyere i biorestblandinga, det var ikke særlig forskjell mellom jord med og uten dekke.

Microbiometer-testen viste at det var mye mikrobielt karbon og mer sopp enn bakterier (60-80 %), andelen var litt høyere i biorestblandinga det tredje året, men ellers ganske lik i de tre jordblandingene. Det var litt mer mikrobielt karbon i biorestblandinga enn i de andre jordblandingene og mindre i jorda uten dekke enn med, men fortsatt på et veldig høyt (godt) nivå. Mengden gikk litt opp første året og enda mer opp det tredje året. Andelen sopp steig også litt for hvert år, fra rundt 60 % det første året til nærmere 80 % det siste året.

Teposetesten viste at det var liten forskjell i nedbryting mellom jordblandingene, men det var litt mindre nedbrutt i jorda uten dekke enn med.

Matpinnene (Bait lamina sticks) viste at det var mindre spist/nedbrutt i kompostblandinga enn i de to andre jordblandingene, det var ikke stor forskjell på jord med og uten dekke. Det siste året var mer spist.

Oppsummert var det et veldig aktivt biologisk liv i jorda, og ikke store forskjeller mellom de tre jordblandingene, biorestblandinga hadde litt mer aktivitet enn de andre i to av testene. Noen tester viste mer aktivitet i jorda med dekke, mens andre viste ingen forskjell. Aktiviteten så ut til å være litt høyere andre og siste året enn første.

Mer detaljerte resultater fins i en egen artikkel som snart blir publisert (Pedersen et al., 2025).

### 3.1.8 Avrenning

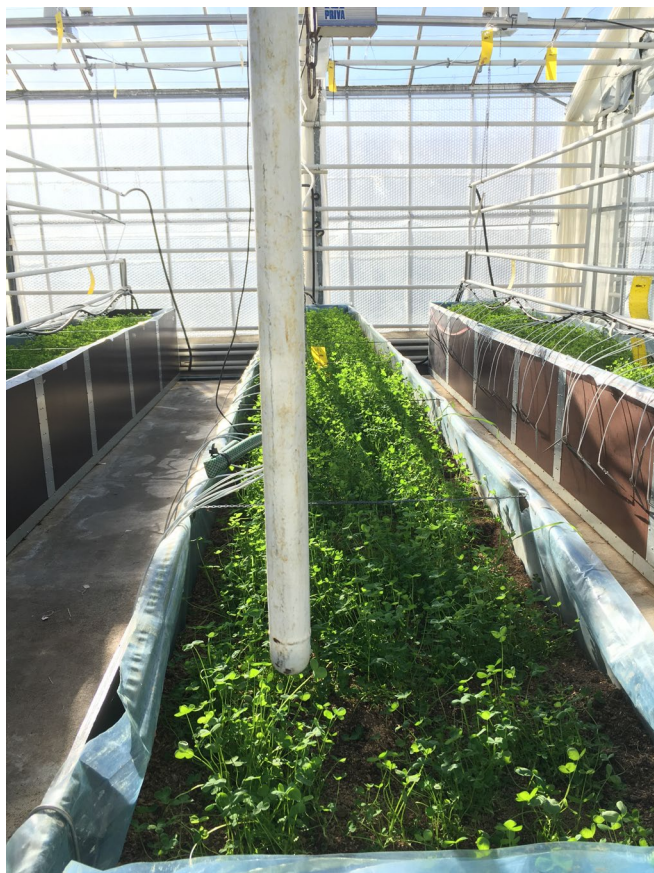
Avrenninga var totalt gjennom alle forsøkene 18,6 l/m<sup>2</sup>, som tilsvarer 8,3 l/m<sup>2</sup> per år eller 0,27 l/m<sup>2</sup> per uke med aktiv dyrking. Det var forskjeller i avrenning mellom de tre jordblandingene, kompostblandinga hadde totalt sett minst avrenning (13,8 l/m<sup>2</sup>), torvblandinga middels avrenning (18,9 l/m<sup>2</sup>) og biorestblandinga hadde mest avrenning (22,8 l/m<sup>2</sup>). Biorestblandinga hadde dermed 65 % mer avrenning enn kompostbedet.

Avrenningsvannet hadde veldig høyt ledetall, i gjennomsnitt 9,7 mS/cm. pH-en var 7,5, selv om vanningsvannet som ble brukt som regel hadde en pH mellom 5,5-6,0.

Ledetallet var i gjennomsnitt lavere i avrenninga fra torvblandinga (8,7 mS/cm) enn i avrenninga fra kompost- (10,7 mS/cm) og biorestblandinga (10,1 mS/cm).

### 3.1.9 Vinterdyrking av kløver

Den første vinteren vokste kløveren ganske dårlig. Plantene var små og danna ikke et tett plantedekke. Den andre vinteren ble det sådd tidligere og kløveren hadde en lengre vekstperiode, da vokste plantene seg større enn forrige vinter og danna et tett plantedekke over jorda (figur 22). Både den første og andre vinteren økte nitrogeninnholdet i jorda i løpet av perioden med kløver (fra utriving av hovedkulturene om høsten til før planting om våren) (figur 10). Unntaket var jordblandinga med kompost den andre vinteren, der N-innholdet gikk litt ned (13 % ned). Økningen i de ulike jordblandingene og år varierte mye (fra 7 % til 82 %), og gjennomsnittlig økning var større den første vinteren enn den andre. Om dette skyldtes N-fiksering fra kløveren eller andre ting var ikke helt klart.



Figur 17. Perserkløver sådd 25. oktober 2023, bilde tatt 8. mars 2024. Foto: Kaia Slågedal.

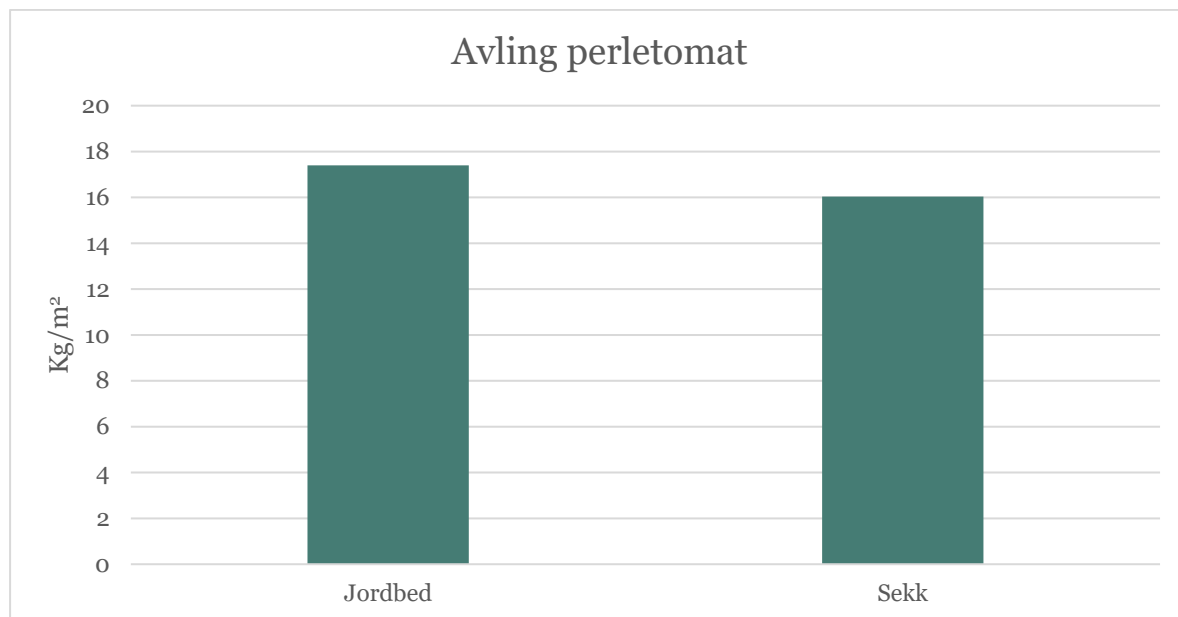
## 3.2 Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri

### 3.2.1 Avling og plantevekst

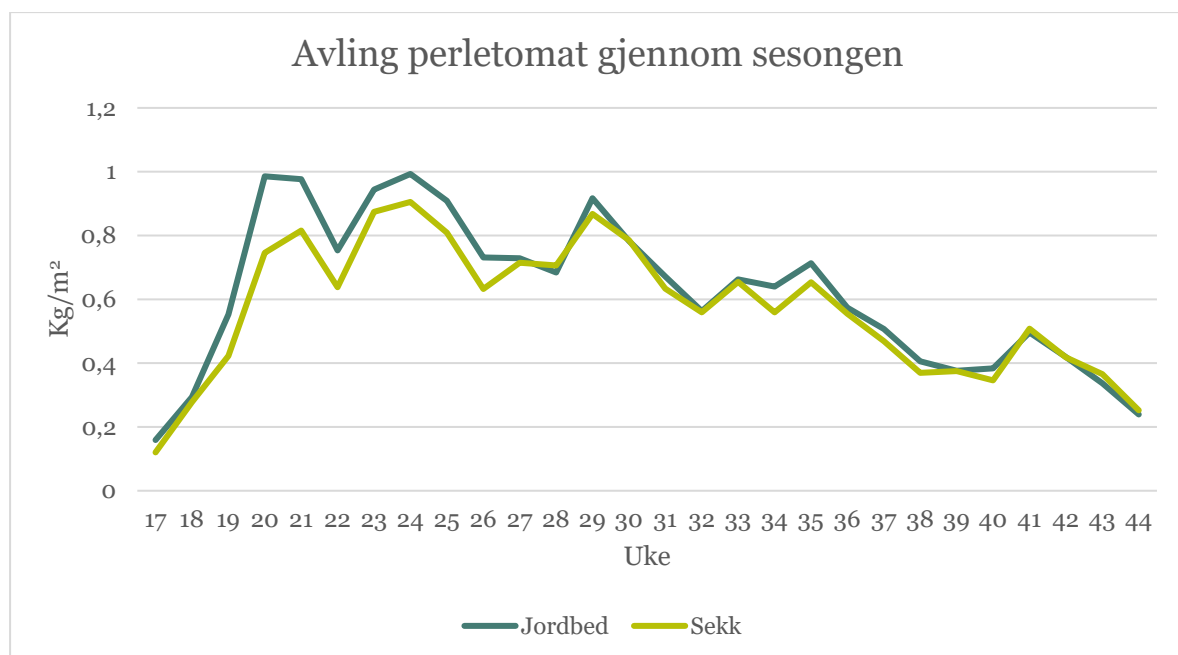
I forsøket hos Voll økologiske gartneri ga jordbedet større tomatavling enn sekkene, henholdsvis 17,4 og 16,0 kg/m<sup>2</sup> (figur 12). Det vil si 8,8 % større avling i jordbedet. Forskjellen i avling var størst i begynnelsen av sesongen, i mai og juni (figur 13). Både antall tomater og størrelsen på tomatene bidro til større avling i jordbedet.

Plantevekstregistreringene viste at plantene i jordbedet vokste litt fortere. De hadde kommet én klasse lenger enn de i sekk, fra og med slutten av juni/begynnelsen av juli.

Plantene i jordbedet hadde tjukkere stengel enn de i sekk, for alle uker fra og med uke 11 til og med uke 33, de siste ukene var plantene i sekk tjukkere.



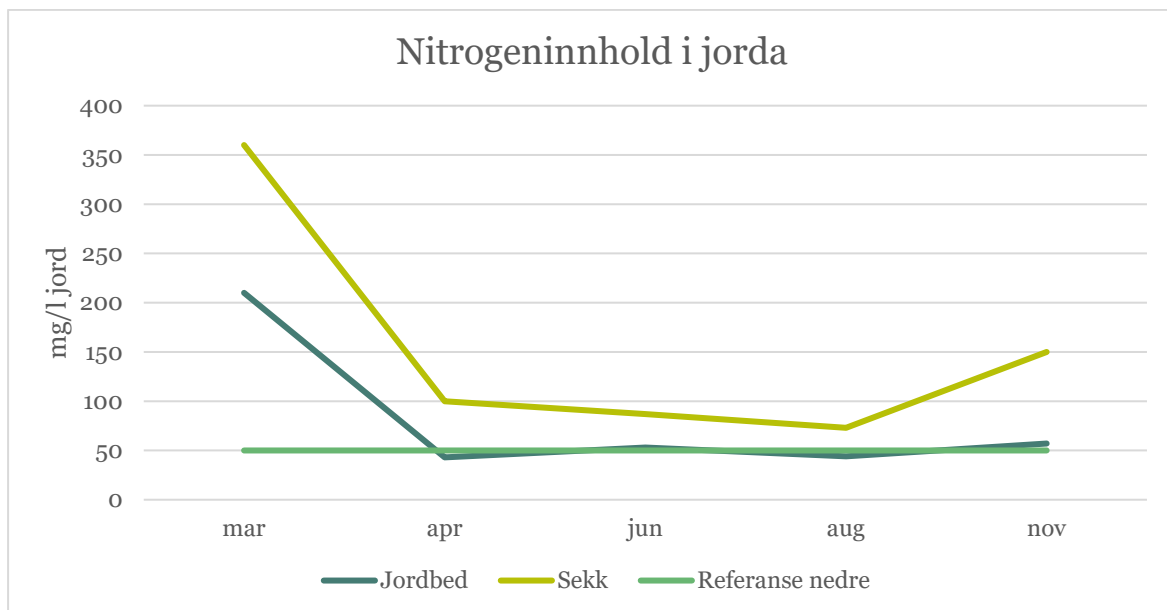
Figur 18. Avling av perletomater i tomatforsøket hos Voll økologiske gartneri (uten tilleggslys). I jordbed og sekk.



Figur 19. Avling av perletomater hos Voll økologiske gartneri fra uke til uke.

### 3.2.2 Næringsinnhold i jorda

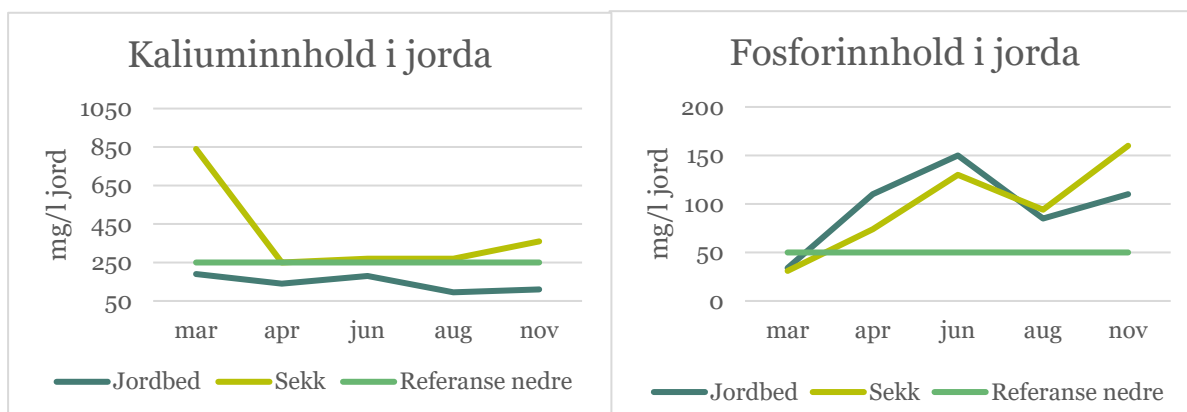
I forsøket hos Voll økologiske gartneri var nitrogeninnholdet høyere i sekkene med Hasselfors Reko-jord enn i jordbedet gjennom hele sesongen, men forskjellen var størst før planting. I gjennomsnitt var det 154 mg/l N i sekk og 81,4 mg/l i jordbed (figur 19).



Figur 20. Nitrogeninnhold i jordbed og sekker i forsøket hos Voll økologiske gartneri sesongen 2024.

Fosforinnholdet var i utgangspunktet likt i de to vekstmediene, men ble høyere i jordbedet gjennom den første delen av sesongen. Fra august til november steg P-innholdet i sekk og ble høyere enn i jordbedet (figur 20). I gjennomsnitt var P-innholdet helt likt i sekk og jordbed, 97,8 mg/l.

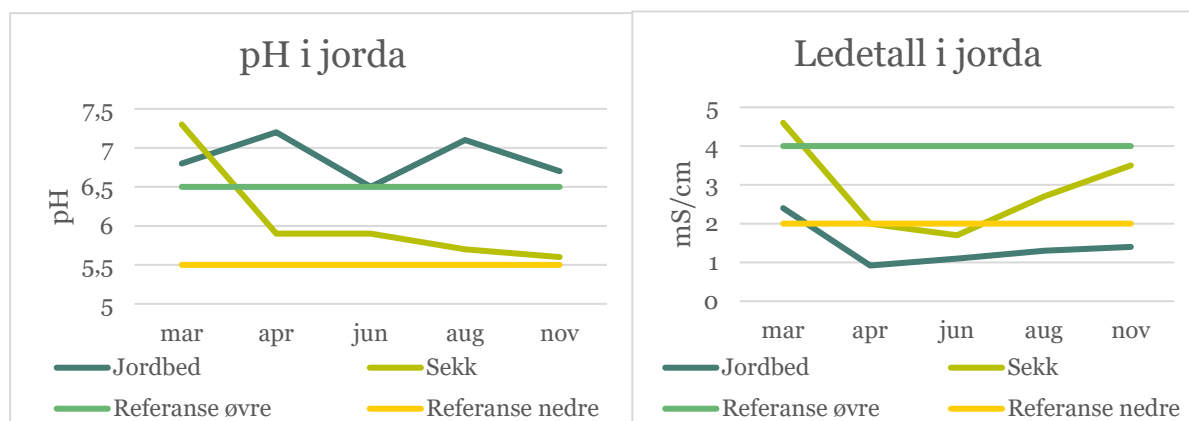
Kaliuminnholdet var veldig mye høyere (840 mg/l) i sekkene enn i jordbedet (190 mg/l) før planting. Utover i sesongen sank nivået i sekk, men holdt seg alltid ca. 100-250 mg/l over jordbedet (figur 20). I gjennomsnitt var K-innholdet i sekk 398 mg/l og i jordbed 143 mg/l.



Figur 21. Kalium- og fosforinnhold i jordbed og torvsekker i forsøket hos Voll økologiske gartneri i sesongen 2024.

pH-en var høyere i jordbedet enn i sekk, utenom før planting, da pH-en var lavere i jordbed (6,8) enn i sekk (7,3) (figur 21). I gjennomsnitt var pH-en i sekk 6,1 og i jordbed 6,9.

Ledetallet var høyere i sekk enn i jordbed gjennom hele sesongen, hhv. 2,9 og 1,4 mS/cm i gjennomsnitt (figur 21).



Figur 22. PH og ledetall i jordbed og torvsekker i forsøket hos Voll økologiske gartneri i sesongen 2024.

### 3.2.3 Næringsinnhold i plantesaft

Plantesaftprøvene viste at nitrogeninnholdet i plantene fra jordbedet og sekk var helt likt, utenom ved den siste prøven i midten av august, da var nitrogeninnholdet i plantene som vokste i sekk lavere enn i plantene som vokste i jordbedet.

Fosforinnholdet i plantesafta var ganske mye høyere (270 vs. 130-150 mg/l) i plantene som vokste i sekk enn i plantene i jordbedet, utenom ved den siste prøven.

Kaliuminnholdet i plantesafta var høyere i plantene som vokste i sekk enn de som vokste i jordbedet gjennom alle tre prøvene (i gjennomsnitt 16 % høyere).

Ledetallet var også hele tida høyere i plantene som vokste i sekk enn de som vokste i jordbedet (i gjennomsnitt 5,5 % høyere).

## 4 Diskusjon

### 4.1 Forsøkene hos NIBIO Særheim

#### 4.1.1 Avling

Det fins ikke mye data på avlingsnivået for økologisk agurk og tomat i Norge. Tall samla inn fra ulike kilder viser at variasjonen er stor fra gartneri til gartneri (Haukås, et al., 2025). Det ble oppgitt avlinger på 19-53 kg/m<sup>2</sup> i året for agurker i ulike økologiske gartnerier (med og uten tilleggsslys). I Danmark og Tyskland har økologiske gartnerier (uten tilleggsslys) typisk en agurkavling på 40-50 kg/m<sup>2</sup> i året (Søllingvrå Jensen, 2023). Sammenligna med disse tallene, som inkluderer flere hold, er agurkavlingene i forsøkene våre gode, da vi fikk 19-30 kg/m<sup>2</sup> per hold (9 høsteuker), som ville tilsvart 38-60 kg/m<sup>2</sup> ved dyrking av to hold i året og (med og uten tilleggsslys).

Avlingene i agurkforsøkene nærma seg også avlingsnivået for konvensjonell agurk. Statistisk sentralbyrå (SSB) oppgir en gjennomsnittlig agurkavling på 66 kg/m<sup>2</sup> (2010-2023). Disse tallene skiller ikke mellom økologisk og konvensjonelt, men i praksis vil tallet være representativt for konvensjonell produksjon, da det fins lite økologisk agurkproduksjon i Norge. Det oppgis ikke hvor mange hold/år disse tallene kommer fra. Light use efficiency (LUE) i agurkforsøkene (10,2 g/mol PAR i gjennomsnitt) var noe lavere enn LUE målt i tidligere agurkforsøk på steinull (11-15 g/mol) (Klaring et al., 2012).

Statistisk sentralbyrå (SSB) oppgir en gjennomsnittlig tomatavling på 35 kg/m<sup>2</sup> (2010-2023). Disse tallene skiller ikke mellom økologisk og konvensjonelt, og heller ikke mellom runde tomater og små tomater. Tidligere forsøk med økologisk tomat i avgrensa medium, ga ei avling på over 35 kg/m<sup>2</sup> (Verheul, 2005). I Danmark og Tyskland har gartnerier som dyrker i uavgrensa medium uten tilleggsslys et typisk avlingsnivå på 35-45 kg/m<sup>2</sup> for store tomater (Søllingvrå Jensen, 2023). Sammenligna med disse tallene var også avlinga i tomatforsøket ganske god.

Forsøkene som ga signifikante resultater mellom de ulike jordblandingene (alle agurkforsøkene, ikke tomatforsøket), viste at blandinga som inneholdt biorest ga best avling. Biorestblandinga inneholdt mer fosfor gjennom de fleste forsøkene, mens torvblandinga ofte hadde mindre fosfor enn anbefalt. Dette kan muligens være noe av grunnen til den høyere avlinga. Svenske forsøk med biorest i vekstmediet viser at biorest er et godt alternativ som næringskilde for tomater (Bergstrand et al., 2020). Farkas (2023) viste at et vekstmedium tilsatt fast biorest gjorde det middels bra i et tomatforsøk, sammenligna med vekstmedium tilført kugjødsel (best) eller algebasert gjødsel, målt i biomasse av plantene.

#### 4.1.2 Kvalitet

Fruktkvalitet (sukker- og syreinnhold) i tomat er som regel sterkt knytta til sort og mindre til dyrkingsmetode. Dette stemmer overens med resultatene fra forsøket, som viste ingen signifikante forskjeller i fruktkvaliteten mellom de tre jordblandingene.

I agurkforsøket ga kompostblandinga signifikant høyere sukkerinnhold (Brix) i frukt enn de andre jordblandingene. Det kan muligens henge sammen med høyere ledetall i jorda. I Spurway-prøvene hadde kompost- og torvblandinga høyere ledetall enn biorestblandinga, mens i avrenningsvannet hadde kompostblandinga høyere ledetall (12,7 mS/cm) enn de to andre (11 mS/cm i biorestblandinga og 8,9 mS/cm i torvblandinga).

### 4.1.3 Næringsinnhold i jorda og plantene

Før forsøkene begynte, var næringsinnholdet (N, P og K) i alle de tre jordblandingene over anbefalte verdier, utenom at det var lite P i torvblandinga. Tallene ligna ganske mye på næringsinnholdet i et vekstmedium gjødsla med fast biorest som ble brukt i et svensk forsøk (pH 6,7, ledetall 4,5 mS/cm, N 230, P 550, K 590 mg/l) (Bergstrand et al., 2020), bortsett fra at P-innholdet var mye lavere for alle jordblandingene, og K-innholdet var mye lavere i biorest- og torvblandinga i vårt forsøk enn i det svenske forsøket. I løpet av det svenske forsøket holdt pH-en i dyrkingsmediet med biorest seg ganske stabil, i motsetning til i vårt forsøk, hvor den sank. Ledetallet, N og K sank også i løpet av det svenske forsøket, siden det ikke ble brukt tilleggsgjødsel.

I et anna forsøk med vekstmedium tilført fast biorest var næringsinnholdet i slutten av forsøket N 123-130, P 56-85 og K 250-263 mg/l, dette var lavere enn næringsinnholdet i vekstmedium tilsatt kugjødsel, som det ble sammenligna med (Farkas, 2023).

I våre forsøk ble mesteparten av plantenes behov for næringsstoffer tilført med flytende, plantebasert gjødsel gjennom sesongen, med noe ekstra tilførsel av kaliumsulfat, beinmel og mikronæringsstoffer. Dette fungerte bra. Det fins flere andre typer flytende gjødselmidler, bl.a. flytende biorest. Dette har fungert bra i tidligere forsøk (flytende biorest tilsatt ekstra næringsstoffer), næringsstoffene i denne gjødsla hadde god tilgjengelighet (Weimers et al., 2022). Også et anna forsøk med både flytende og fast biorest, viste at dette fungerte like bra som torv og mineralgjødsel (Stoknes et al., 2018).

Næringsstoffer i planten samsvarer ikke alltid med næringsstoffer i jorda, siden opptaket kan være dårlig, f.eks. pga. for høy eller lav pH eller ubalanse mellom de ulike næringsstoffene. Plantesaftprøver er derfor et nyttig middel i styring av tilleggsgjødsling. Det var hovedsakelig opptaket av P som var forskjellig i forsøkene, det ble tatt opp mindre P i torvblandinga enn de andre jordblandingene, da det i perioder var lave nivåer av P i denne jordblandinga. Ellers var det sort og poding som hadde mest å si for planteopptaket av fosfor i agurkplantene; konsentrasjonen i plantesafta var mye høyere i Topvision-plantene enn Bonbon og høyere i de poda plantene enn i de upoda.

### 4.1.4 Jorddekke

Det var ingen tydelige eller signifikante effekter av jorddekke på avlingsnivået. Jorddekke hadde mindre N, P og lavere ledetall, som er motsatt av forventet, da nedgravd og råtna jorddekke burde bidra med næring. Muligens kan det skyldes at nitrogen ble immobilisert pga. det organiske materialet i jorddekket.

Selv om det var litt forskjeller i næringsinnhold og ledetall mellom dekket og udekket jord, var næringsopptaket i plantene (plantesaftanalyser) likt.

Jorddekke kan ha en gunstig effekt på jordfuktighet og ugras i tillegg til at det tilfører organisk materiale og noe næring. Tidligere forsøk har vist at jorddekke med ferskt plantemateriale gir økt avling for frilandsgrønnsaker (Riley et al., 2003).

### 4.1.5 Avrenning

Vanninga ble prøvd styrt slik at det ikke skulle vannes mer enn det plantene trengte. Erfaringer fra Danmark viser at det vanligvis er lite avrenning fra dyrking i jord i veksthus (Xie mfl., 2023). Den målte avrenninga i forsøkene var veldig lav (8,3 l/m<sup>2</sup> per år) sammenligna med det som er vanlig i konvensjonelle veksthus (uten resirkuleringsanlegg). En undersøkelse fra 2017 viste at det gjennom en tomat-sesong (med og uten tilleggsslys) renner av 330-460 l/m<sup>2</sup>, som tilsvarer rundt 30 % av tilført vannmengde (Verheul og Maessen, 2016).

#### 4.1.6 Biologisk liv i jorda

Det var mye liv i jorda i forsøkene, antakelig på grunn av den store mengden organisk materiale i jorda. Det var mye mer sopp enn bakterier, noe som er bra for jorda og plantene; soppen hjelper plantene med å ta opp næringsstoffer. Det at aktiviteten til mikrolivet og andelen sopp steig litt for hvert år, kan skyldes at det ble tilført nytt organisk materiale før hver sesong.

Et rikt og aktivt liv av mikroorganismer og andre små dyr (f.eks. meitemark) i jorda er viktig for jordhelsen. De bryter ned organisk materiale og gjør næringsstoffer tilgjengelige for plantene, de kan også gi bedre jordstruktur og lufttilgang (spesielt meitemarker).

Metodene som ble brukt i forsøkene måler ikke mikroorganismene direkte, men måler graden av nedbrutt organisk materiale, CO<sub>2</sub>-utånding og mengden mikrobielt karbon. Dette blir så brukt som en indikator på hvor mye liv det er i jorda.

En begrensning med disse metodene, er at den ikke viser hvilke arter som fins, slik at det ikke skilles mellom skadelige og gunstige mikroorganismer.

#### 4.1.7 Vinterdyrking av kløver

Det at kløveren vokste dårlig den første vinteren skyldtes nok mangel på lys, fordi den ble sådd så seint som i desember, og bare fikk vokse fram til slutten av februar. Da den ble sådd i slutten av oktober og sto fram til mars den andre vinteren, vokste kløveren mye bedre. Forsøket viser at det er mulig å ha et vekstskifte med planter (kløver) mellom hovedkulturene, om vinteren i Norge, hvis man sår tilstrekkelig tidlig om høsten. Det kunne kanskje vært mulig å så enda tidligere, før utriving av hovedkulturen, og også latt kløveren vokse videre etter planting av hovedkulturen igjen våren etter.

Det kan ikke sies helt sikkert at økningen i N-innhold i jorda etter dyrking av kløver skyldtes nitrogenfiksering. En av jordblandingene (kompost) hadde mindre N i jorda etter kløverdyrkinga den andre vinteren. De andre jordblandingene hadde stor variasjon i økningen og N-innholdet økte prosentvis mer den første vinteren enn den andre, selv om veksten til kløveren var mye mindre da. Det kan tenkes at det økte N-innholdet delvis eller helt, heller skyldtes nedbryting av organisk bundet N gjennom perioden.

I Sverige er det gjort forsøk med såing av kløver tidlig på året, for så å plante tomat inn i det etablerte kløverdekket, noe som fungerte greit (Furenhed et al., 2024).

Vinterdyrking av grønn gjødsel eller andre vekster mellom tomat- eller agurkkulturene, begrenses i Norge av lystilgang og temperatur. Å varme opp veksthuset eller bruke kunstig lys om vinteren, vil neppe lønne seg økonomisk, så lenge det ikke er salgbare avlinger som dyrkes. Men selv om det vokser dårlig, vil det være gunstig med noe plantedekke, for jordstrukturen og det biologiske livet i jorda, som igjen virker positivt på frigjørelsen av næringsstoffer.

### 4.2 Tomatforsøk hos Voll økologiske gartneri

Å dyrke i jordbed uten tett skille mot grunnen fungerte bra i forsøket hos Voll økologiske gartneri. Avlinga ble større enn i sekk, noe som skyldtes både at plantene hadde fått totalt én klasse mer og at hver klasse hadde større eller flere tomater. Forskjellen var størst i begynnelsen av høstesesongen, og det kan tenkes at jordbedet hadde en større buffer av vann pga. større volum, mens plantene i sekkenes muligens fikk litt lite vann i en varmeperiode i begynnelsen av mai. Dette kan muligens ha bidratt til at veksten og tomatproduksjonen ble større i jordbedet enn i sekkenes. Et kommersielt økologisk gartneri som dyrker små tomater hadde ei gjennomsnittlig avling på 20 kg/m<sup>2</sup>, med årlige variasjoner fra 17-21 (Haukås et al., 2025). Sammenligna med dette var avlinga i jordbedet i forsøket litt liten, men innenfor den årlige variasjonen til det andre gartneriet.

pH-verdien var høyere i jordbedet enn i sekk, og høyere enn de anbefalte verdiene på 5,5-6,5. Grunnen til det er nok den faste bioresten som var tilført jorda, siden slik bioest som regel har høy pH. Ledetallet var også mer i tråd med anbefalte verdier (2-4 mS/cm) i sekkene enn i jordbedet, i sistnevnte var ledetallet lavere enn anbefalt. Både nitrogen- og kaliuminnholdet var lavere i jordbedet enn i sekk, i jordbedet var det K-innholdet også lavere enn anbefalt. Fosforinnholdet var ganske likt, og innenfor eller i overkant av anbefalte verdier. Den faste bioresten som var blanda i jordbedet inneholdt en del fosfor, som da antakelig har vært årsak til at P-innholdet ikke var lavere i jordbedet, slik som med de andre næringsstoffene. Det at ledetallet og næringsinnholdet (utenom P) var høyere i sekk enn i jordbed i forsøket hos Voll økologiske gartneri, skyldes nok at volumet var mindre i sekk enn i jordbedet. Dermed blir konsentrasjonen av næringsstoffer høyere i sekk enn i jordbed, selv om ikke nødvendigvis det totale innholdet var høyere. Det ser ikke ut som det lavere næringsinnholdet, ledetallet og den høye pH-en har hatt negativ innvirkning på veksten og avlingsnivået, i hvert fall ikke sammenligna med det som ble dyrka i sekk.

Forsøket med jordbedet ble utført uten endringer i dyrkingsmetoder, gjødsling og vanning, eneste forskjellen var dyrkingsmediet. Det tyder på at man ikke nødvendigvis trenger å gjøre store endringer ved omlegging fra dyrking i avgrensa til uavgrensa medium, utover det som har med selve dyrkingmediet og grunnjorda å gjøre.

## 5 Konklusjon

Avlingsnivået for både agurk- og tomatforsøkene, med og uten tilleggslys, var godt sammenligna med vanlig avlingsnivå i økologisk produksjon (avgrensa medium) og lå også opp mot normalt nivå for konvensjonell dyrking. I forsøket der dyrking i avgrensa og uavgrensa medium ble sammenligna, ga det uavgrensa mediet større avling enn det avgrensa mediet. Forsøkene viser derfor at det ikke bør være noen grunn til å tro at avlingsnivået vil bli mindre ved dyrking i uavgrensa i stedet for i avgrensa medium.

God gjødselplanlegging gjør det mulig å tilføre både makro- og mikronæringsstoffene etter plantenes behov. Ved bruk av flytende tilleggsgjødsling gjennom drypp har det ikke vært problemer med å få nok næring til plantene. Standard flytende næringsløsninger (NPK) kan trenge ekstra kaliumsulfat og beinmel eller andre gjødselmidler for å dekke behovet for fosfor og kalium.

Vanning etter plantenes behov gir lite avrenning.

Det trengs ikke nødvendigvis store endringer i dyrkingsmåte, gjødsling og vanning ved omlegging fra dyrking i avgrensa til uavgrensa medium. Imidlertid må man ved dyrking i samme jord over flere år, passe på jordkvaliteten og jordhelsen; følge med på jordstrukturen, innholdet av organisk materiale og næringsstoffer, og passe på det biologiske livet i jorda. Det kan med fordel jordforbedres med lokale ressurser (f.eks. fast biorest).

Resultatene fra forsøkene ble brukt som erfaringsgrunnlag i en dyrkingsveiledning for økologisk agurk og tomat i uavgrensa medium i veksthus (Slågedal et al., 2025).

## 6 Referanser

Bergstrand, K.-J., Löfkvist, K. og Asp, H. (2020) Dynamics of nutrient availability in tomato production with organic fertilisers, *Biological Agriculture & Horticulture*, 36:3, 200-212, DOI: 10.1080/01448765.2020.1779816

Farkas, S. (2023) Investigating organic fertilisers' ability to mineralize during the first month of plant propagation. Master-prosjekt, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Kläring, H.-P., Klopotek, Y., Schmidt, U. og Tantau, H.-J. (2012) Screening a cucumber crop during leaf area development reduces yield, *Annals of Applied Biology*, ISSN 003-4746.

Pedersen, S. F., Slågedal, K. og Verheul, M. (2025) Soil health with local recirculation and local amendments ensuring organic cucumber cultivation in Norway. *IV International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture. Acta Horticulturae*. International Society of Horticultural Science, ISHS. Upublisert.

Riley H., Løes, A.-K., Hansen, S. og Dragland, S. (2003) Yield Responses and Nutrient Utilization with the Use of Chopped Grass and Clover Material as Surface Mulches in an Organic Vegetable Growing System, *Biological Agriculture & Horticulture*, 21:1, 63-90, DOI: 10.1080/01448765.2003.9755250

Slågedal, K., Pedersen, S. F., Hoyer, C., Jakobsen, S. B. og Verheul, M. (2025) Dyrkingsveiledning for økologisk agurk og tomat i jord i veksthus. NIBIO-rapport (upublisert, blir publisert mars 2025).

Stoknes, K., Wojciechowska, E., Jasińska, A., Gulliksen, A. and Tesfamichael, A.A. (2018). Growing vegetables in the circular economy; cultivation of tomatoes on green waste compost and food waste digestate. *Acta Hortic.* 1215, 389-396. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1215.71

Søllingvrå Jensen, J. (2023). Økologisk dyrking i Afgrænset og Uafgrænset medium erfaring fra Danmark. Foredrag på temadag om økologisk veksthus 20.06.23.

Verheul, Michel (2005) A rational growing system for organic production of greenhouse tomatoes. *NJF-seminar* 369.

Verheul, Michel og Maessen, Henk (2016). Vurdering av avrenningsvann i veksthusgrønnsaker . NIBIO-rapport 2, 9.

Weimers, K., Bergstrand, K.-J., Hultberg, M. og Asp, H. (2022) Liquid Anaerobic Digestate as Sole Nutrient Source in Soilless Horticulture—Or Spiked With Mineral Nutrients for Improved Plant Growth. *Front. Plant Sci.* 13:770179. doi: 10.3389/fpls.2022.770179

Xie, Y., Jensen, N. B., Shanmugam S., Sørensen J.N., Kristensen H.L. (2023). Økologisk veksthusproduksjon i bundjord. *Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. Aarhus Universitet*

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.

