



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Dyrkingsveiledning for økologisk agurk og tomat i jord i veksthus

NIBIO RAPPORT | VOL. 11 | NR. 31 | 2025



Kaia Slågedal (NIBIO), Susanne Friis Pedersen (NORSØK), Carla Hoyer (NLR), Sara Brunborg Jakobsen (NLR) og Michel Verheul (NIBIO)

**TITTEL/TITLE**

Dyrkingsveiledning for økologisk agurk og tomat i jord i veksthus

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Kaia Slågedal (NIBIO), Susanne Friis Pedersen (NORSØK), Carla Hoyer (NLR), Sara Brunborg Jakobsen (NLR) og Michel Verheul (NIBIO)

| DATO/DATE:        | RAPPORT NR./<br>REPORT NO.: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: | PROSJEKT NR./PROJECT NO.:      | SAKSNR./ARCHIVE NO.:                  |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 04.03.2025        | 11/31/2025                  | Åpen                          | 52736                          | 21/01350                              |
| ISBN:             |                             | ISSN:                         | ANTALL SIDER/<br>NO. OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/<br>NO. OF APPENDICES: |
| 978-82-17-03689-0 |                             | 2464-1162                     | 30                             | 0                                     |

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Landbruksdirektoratet

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Helge Vittersø

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Veksthus, økologisk, agurk, tomat, jord

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Økologisk landbruk

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Nye regler for økologisk landbruk krever at økologiske grønnsaker dyrkes i uavgrensa medium, det vil si uten tett skille mellom vekstmediet og den stedlige grunnen. Det betyr at økologisk agurk og tomat ikke lenger kan dyrkes i sekker eller matter med torv eller andre vekstmedier; de må dyrkes i grunnjorda eller ha forbindelse til denne. Det har ikke vært vanlig å dyrke på denne måten i kommersielle norske økologiske veksthus. Det kan derfor bli en utfordring for dyrkerne, og det kreves noen tilpasninger av dyrkingsmetoden og en mer langsiktig tenking, når det kommer til gjødsling, jordhelse og biologisk liv i jorda. Erfaringer fra Norge og andre nordiske land viser at det lar seg gjøre å dyrke på denne måten og at det kan gi like stor avling som ved dyrking i sekk.

**LAND/COUNTRY:**

Norge

**FYLKE/COUNTY:**

Rogaland

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Klepp

**STED/LOKALITET:**

Særheim

**GODKJENT /APPROVED**

Inger Martinussen

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Michel Verheul

NAVN/NAME

NAVN/NAME



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Nye regler for økologisk landbruk har blitt gjeldende i Norge via EØS-avtalen. Disse krever at økologiske vekster dyrkes i uavgrensa medium, det vil si i jord uten tett skille mellom vekstmediet og den stedlige grunnen. Veksthusareal som var godkjent økologisk før 14.06.2018 er unntatt fra regelen fram til og med 2031.

Denne dyrkingsveiledninga vil formidle kunnskap om hvilke utfordringer og løsninger som fins ved overgang fra å dyrke i avgrensa medium/sekk til å dyrke i uavgrensa medium/jord. Den fokuserer på forskjellene mellom disse to dyrkingsmetodene, hovedsakelig det som har med jord, vann, gjødsling og teknikk å gjøre. Kunnskapen er basert på bl.a. forsøk gjort hos NIBIO, veiledninger fra Jordbruksverket i Sverige og erfaringer fra gartnere og rådgivere i Norge og Danmark.

Dyrkingsveiledninga er skrevet som et samarbeid mellom NIBIO, NLR og NORSØK som en del av prosjektet "Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold". Dette prosjektet ble støtta av Landbruksdirektoratets ordning «Utviklingstiltak innen økologisk landbruk».

Kaia Slågedal

NIBIO Særheim

27. februar 2025

# Innhold

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1 Innledning.....                              | 5  |
| 2 Nyetablering .....                           | 6  |
| 2.1 Teknikk ved nyetablering av jordbed .....  | 7  |
| 2.1.1 Infrastruktur under bakken .....         | 7  |
| 2.1.1.1 Drenering.....                         | 7  |
| 2.1.1.2 Varmerør i bakken.....                 | 7  |
| 2.1.1.3 Isolasjon.....                         | 7  |
| 2.1.2 Infrastruktur over bakken .....          | 8  |
| 2.1.2.1 Varmerør i plantebestanden .....       | 8  |
| 2.1.2.2 Maskinpark .....                       | 9  |
| 2.1.2.3 Vanningsanlegg .....                   | 10 |
| 3 Klima og klimastyring.....                   | 11 |
| 4 Jordforbedring .....                         | 12 |
| 4.1 Jorddekke .....                            | 13 |
| 5 Gjødsling og vanning.....                    | 14 |
| 5.1 Vanning.....                               | 14 |
| 5.2 Gjødsling .....                            | 14 |
| 5.2.1 Plantetilgjengelige næringsstoffer ..... | 16 |
| 5.3 Stigende pH i jorda .....                  | 16 |
| 5.4 Jord- og bladprøver .....                  | 16 |
| 5.5 Avrenning .....                            | 17 |
| 5.6 Saltopphopping.....                        | 17 |
| 6 Jordhelse/biologisk liv i jorda.....         | 19 |
| 7 Sykdomsforebygging.....                      | 21 |
| 8 Vekstskifte .....                            | 23 |
| 9 Dyrkingsmetodikk .....                       | 24 |
| 9.1 Plantestell .....                          | 24 |
| 9.2 Kunstig lys.....                           | 24 |
| 9.3 CO <sub>2</sub> .....                      | 24 |
| 9.4 Poding.....                                | 24 |
| 9.5 Sorter .....                               | 25 |
| 9.6 Avling .....                               | 25 |
| 10 Videre lesing .....                         | 26 |
| 11 Referanser .....                            | 27 |

# 1 Innledning

Økologisk produksjon av agurk og tomat i veksthus skiller seg fra konvensjonell produksjon hovedsakelig når det gjelder dyrkingsmedium og gjødsling. Plantevernet mot luftbårne sykdommer og skadedyr er i praksis ganske likt, da det brukes lite sprøytemidler også i konvensjonelle veksthus.

Vanlig praksis i økologisk veksthusproduksjon i Norge er å dyrke agurk og tomat i sekker eller matter med torvbaserte vekstmedier. Det å dyrke i bakken/uavgrensa medium, kan derfor bli en utfordring og krever tilpasning av dyrkingsmetoden, spesielt når det kommer til gjødsling og vanning. Samtidig stilles høyere krav til jordkvalitet. Dyrking i uavgrensa jord gir et større volum med vekstmedium per plante, som kan være bra med tanke på at det gir en større buffer av vann og næring. Samtidig kan det bli vanskeligere å styre vanning og gjødsling helt presist etter hva plantene trenger til ethvert tidspunkt. Jorda det skal dyrkes i må tilrettelegges ved tilsetning av (mye) organisk materiale, som kompost og/eller husdyrgjødsel, og strukturmateriale, som bark og/eller biokull. Ved dyrking i bakken vil en større andel av den totale næringstilførselen gjennom sesongen komme fra jorda og en mindre del fra flytende tilleggsgjødsling. En annen viktig forskjell fra dyrking i sekker, som skiftes ut med nytt reint dyrkingsmedium før hver planting, er at jorda brukes igjen over flere år. pH-en i jorda har en tendens til å stige ved bruk av kompost og organisk gjødsel, som kan føre til ubalanser i tilgjengeligheten av næringsstoffer. Over tid kan visse næringsstoffer og salter, sykdommer og skadedyr hope seg opp i jorda. Det kreves derfor at man ved dyrking i uavgrensa medium må tenke mer langsiktig, med tanke på næringsbalanse, jordhelse og biologisk liv i jorda, enn man må ved dyrking i avgrensa medium.

Erfaringer fra Norge og andre nordiske land viser at det lar seg gjøre å dyrke på denne måten og at det kan gi like stor avling som ved dyrking i sekk.



Figur 1. Agurkblomst. Foto: Kaia Slågedal.

## 2 Nyetablering

Nyetablering av bed kan skje på ulike måter, avhengig av om man har jord i veksthuset fra før eller ikke. Ifølge DEBIO regnes uavgrensa medium som at det ikke er et tett skille mellom dyrkingsmediet og den stedlige grunnen. Det vil følgelig da ikke være tillatt å legge jordbed oppå betonggulv, men det skal ikke være noe problem å legge jordbed over grus (Roos 2023). Hvis man allerede har jord i veksthuset som man vil bruke, bør man på forhånd undersøke om den er egna til dyrking. Det kan være jorda er sammenpakka og bør freses opp eller løsnes på annen måte. Jordlaget det skal dyrkes på, bør være minst 30 cm dypt. Det kan også være lurt å finne ut av hvor mye organisk materiale det er i jorda og hvilken jordart det er. Ut fra det, kan man bestemme hvor mye og hva slags organisk materiale/jordforbedringsmidler man bør blande inn. Det bør tilføres mye organisk materiale de første årene, se mer om dette i kapittelet Jordforbedring.



**Figur 2. Opphøyd dyrkingsbed i karmer uten tett skille ned mot grunnjorda (dyrking i sekker på de andre radene). Foto: Kaia Slågedal.**

Opplegging av jorda i opphøyde bed kan være gunstig, avhengig av jordas egenskaper og hvordan dreneringa er. Ved dårlig drenering og jord som holder godt på vann (f.eks. leirjord), kan det gjerne brukes opphøyde bed, da vannet drenerer lettere bort fra disse. I tillegg gir opphøyde bed en raskere oppvarming av jorda om våren.

Volumet av vekstmediet ved dyrking i bakken vil variere en del etter hvor dypt jordlaget er og om hele grunnen består av jord som man dyrker i, eller om man f.eks. har lagt jord i kasser med åpen bunn over grus. Volumet per plante vil nok uansett være større enn ved dyrking i sekk.

## 2.1 Teknikk ved nyetablering av jordbed

Ved omlegging til å dyrke økologisk tomat og agurk direkte i bakken følger det noen utfordringer med etablering av jordbed og infrastrukturen i veksthuset. Denne delen av dyrkningsveiledningen vil gå gjennom teknikk som må tas hensyn til når man skal etablere bed for agurk- og tomatproduksjon i bakken.

### 2.1.1 Infrastruktur under bakken

Når vi legger om til jordbed kan det hende vi må installere drenerør, varme eller isolasjon under bakken for å sikre gode vekstforhold.

#### 2.1.1.1 Drenering

Basert på undergrunnen og jordas egenskaper kan det være behov for dreneringsrør under bakken for å sikre lufttilgang til røtter og mikroorganismer. En jord med for lite oksygen gir dårligere plantevekst fordi rotveksten hemmes og plantene klarer dermed ikke å ta opp næring like effektivt som i ei veldrenert jord. Et tørt jordlag vil også isolere bedre enn et vått jordlag. Dreneringsrør kan legges på 0,5-1 meter dybde sammen med et lag med grus eller sand.

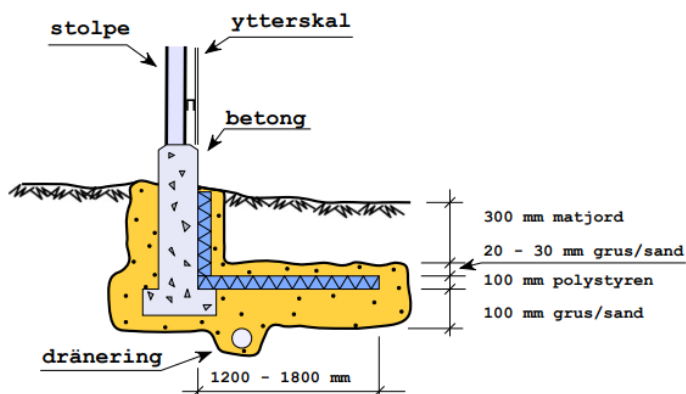
#### 2.1.1.2 Varmerør i bakken

En utfordring med å dyrke i bakken under norske forhold er at jorda er kald om våren og at vi derfor kommer sent i gang med sesongen. Varmerør i bakken gir mulighet til å varme opp jorda og komme i gang med dyrking tidligere på våren. For å forlenge sesongen, kan man installere varmerør i bakken. Dybden på rørene begrenser dybden det kan jordarbeides på, men jo lengre ned i bakken de ligger, jo mer tid og energi trengs for å varme opp jordlaget. Varmerør på 30-40 cm har vist seg å fungere godt.

#### 2.1.1.3 Isolasjon

For å holde varmen i veksthusets matjord og ikke miste den til grunnen rundt, kan det isoleres med for eksempel isodren, celleplast eller steinull i jorda på yttersida av grunnmuren. Dersom det isoleres i sammenheng med andre installasjoner under bakken, skal det være en relativt lav merkost å legge isolasjon langs grunnmuren.

Det kan med andre ord være behov for en del installasjoner under bakken og/eller sprenging av betonggulv. Gartneren må vurdere hvordan tunge og store maskiner kommer inn og ut av veksthuset, om betonggulv eller konstruksjonen tåler dette og hvordan det kan tas hensyn til strømkabler eller andre eventuelle installasjoner under bakken.



Figur 3. Figuren viser isolasjon og drenerør på utsida av veksthusets grunnmur (Nielsen og Nimmermark, 2019).

## 2.1.2 Infrastruktur over bakken

Når vi legger om til dyrking i bakken må vi tilpasse infrastrukturen som varmerør og vanningsanlegg til etablering og skjøtsel av jordbed. Det finnes mange ulike måter å håndtere varmerør og vanningsanlegg på, men de fleste velger fleksible systemer som kan fjernes ved behov.



Figur 4. Jord i veksthus, med varmerør. Foto: Susanne Friis Pedersen.

### 2.1.2.1 Varmerør i plantebestanden

Grønnsaksproduksjon i veksthus med forlenget sesong er helt avhengig av oppvarming. Her finnes det ulike metoder, men de vanligste er varmluft som fordeles med plastpølser eller vannbåren varme i varmerør.

Varmerør med varmt vann kan legges langs bakken i hver planterekke, langs veggene og mellom plantene. Utfordringen med jordbed er at disse varmerørene ikke kan være i veien for jordarbeiding før sesongstart. Da må man enten gå for å bare ha varmerør langs vegger eller ha et system hvor jordbedene ligger mellom ganger hvor varmerør kan ligge og jordarbeidingsmaskiner kan kjøre. Hvis man velger å kun ha varmerør langs vegger vil det potensielt gi utfordringer med kulturen fordi man ikke får et jevnt klima i veksthuset og vil få store svingninger i både temperatur og fuktighet i huset. Heisene man bruker til arbeid i tomat og agurk i dag bruker varmerørene som skinner, det kan tenkes at man kan få til en slik løsning på jordarbeidingsmaskiner også. En annen mulighet for plassering av varmerørene er å henge dem mellom plantene. Det finnes også eksempler på veksthus som har varmerør som kan løftes opp fra bakken mellom sesongene. Da vil man kunne løfte vekk varmerørene, utføre nødvendig jordarbeiding med større maskiner og deretter legge varmerørene tilbake. Da unngår man utfordringen med å få tak i maskinpark som er tilpasset å kjøre på varmerør, men må likevel ha et veksthus som har stor nok port til å få inn maskiner som kan brukes ved jordarbeiding inne i veksthuset.

Luftbåren varme er mindre brukt i veksthusproduksjon, selv om varme og fuktighet kan fordeles betydelig jevnere med luft. Den vanligste metoden for fordeling av varm luft er ved vifter som blåser luften gjennom store plastrør under planterekkene. Disse plastrørene inneholder små hull på sidene som fordeler luften jevnt ut i huset, fra undersiden av plantene. Dette er en vanlig metode å bruke med varmepumper som erstatter fuktig luft med varm tørr luft.

Eksempler på løsninger for varmerør i noen norske veksthus:

- Varmerør med 90 cm avstand slik at en minitraktor med fres får plass i bedet (må rygge rett tilbake). Denne kan frese ned kompost og organisk materiale før hver sesong.
- Det finnes også eksempler på veksthus der rørene løftes bort fra bakken mellom sesongene for grunngjødsling og jordforbedring og så legges tilbake. Da unngår man utfordringene med å finne en maskinpark som kan gå på skinner oppå varmerørene.
- Det må alltid vurderes om port og gulv kan bære maskinene. Mange har inngangspartier med pakkehall og betonggulv som kan bli ødelagt.



Figur 3 og 5. Varmerør mellom plantene, over jordbed. Foto: Susanne Friis Pedersen, NORSØK.

#### 2.1.2.2 Maskinpark

Ved dyrking i bakken kan det i større produksjoner bli behov for en ny maskinpark tilpasset jordarbeiding og grunngjødsling. Eksempler på maskiner som har blitt brukt er en minitraktor med fres som får plass i bedet, der gartnere går ved siden av og rygger rett tilbake. Fra Danmark har vi sett maskiner som kjører på varmerør og fyller på med kompost eller pellets i bedene.



Figur 6. Maskin som kjører på varmerør og sprer ut kompost. Foto: Susanne Friis Pedersen, NORSØK.

#### 2.1.2.3 Vanningsanlegg

Flytende organisk gjødsel inneholder mye partikler som fort kan tette igjen vannslanger og drypp. Derfor er det nødvendig med mekaniske filter som kan rense gjødselfvannet. For eksempel kan det brukes selvrensende lamellfilter eller sandfilter med størrelse 0,1 mm (Nielsen og Nimmermark, 2019). Ulempen med filtrering er at næringsrike partikler blir rensset bort. Utover bruk av filter kan det være en fordel å ha to vanningsystemer, ett med gjødsel og ett med rent vann.

Valg av drypp, siveslanger eller sprinkleranlegg må baseres på behovene til kulturen, valg av gjødsel og om det skal dyrkes i samplanting med andre kulturer.

Vanning med sprinkelanlegg er aktuelt for å spre vann jevnt utover en større flate og kan bidra til å øke luftfuktigheten i huset og fremme nedbrytingen av grønngjødsling. Sprinkling er også aktuelt hvis du skal ha en samplanting som du direktesår eller er avhengig av at hele jordbedet vannes, men en ulempe er at det også vil vanne ugresset. Drypp er aktuelt når du skal ha mer kontroll på vanningen og det er vanlig å plassere 1-2 drypp i hver agurk-/tomatplante, men så mye som opptil 12 dryppunkter/m<sup>2</sup> har også vært vanlig å bruke i Danmark, for å få en jevnt fuktig jord (Xie m.fl., 2023). Disse kan plasseres lenger ut fra planten etter hvert for å stimulere rotutviklingen. Kombinasjoner med drypp i tillegg til siveslange eller sprinkling er vanlig.

### 3 Klima og klimastyring

Klimastyring i veksthus er en viktig del av veksthusproduksjon, da det bidrar til å optimalisere vekstforholdene for plantene og samtidig redusere energiforbruket. Klimastyring innebærer å kontrollere og styre faktorer som lys, temperatur, CO<sub>2</sub>-nivåer og luftfuktighet gjennom døgnet og sesongen. Oppvarming er viktig for å holde en bestemt minimumstemperatur i veksthuset, men også for å kontrollere luftfuktigheten.

Noen deler av klimaet i veksthuset kan bli annerledes når man dyrker i uavgrensa jord i stedet for i sekk. Temperaturen i jorda vil sannsynligvis være lavere ved sesongoppstart og jorda vil bruke lengre tid på å varmes opp enn avgrensa vekstmedier (se mer om oppvarming av jorda i kapitlet Teknikk ved nyetablering av jordbed). Luftfuktigheten kan også tenkes å bli påvirket, siden det er ei større jordoverflate som vann kan fordampe fra.

Jorda bør ved planting ha en temperatur på minst 16-18 grader for tomat. Jordtemperatur under 15 grader kan gi dårlig rotutvikling (Hansson og Ögren, 2018). Ved kaldere jord enn dette, går veksten saktere eller stopper opp. Agurk er enda mer følsom for lav jordtemperatur, og jorda bør holde 20 grader ved planting av agurk (Molén og Ögren, 2018).

Temperaturstigninga i lufta om morgenen bør ikke være for rask (ikke mer enn 1 grad per time). Ved rask temperaturstiging kan det komme kondens på fruktene, siden disse bruker lengre tid på å varmes opp og da vil være kaldere enn lufta rundt ei stund.

Det er viktig å ha god luftbevegelse i veksthuset, slik at ikke luftfuktigheten blir for høy i lufta mellom plantene. Optimal relativ luftfuktighet er mellom 75 og 82 % for tomat (Hansson og Ögren, 2018), relativ luftfuktighet høyere enn 85 % kan føre til dårlig fordamping fra plantene. Relativ luftfuktighet under 70 % bør unngås, da det kan føre til stress for plantene. Agurk kan godt ha litt høyere relativ luftfuktighet, opptil 85 % (Molén og Ögren, 2018).

Tilførsel av mye fast gjødsel før planting, kan gi vegetative planter i starten. I et slikt tilfelle, bør klimaet styres på en måte som gir mer generativ vekst, for eksempel ved å ha en høyere døgntemperatur eller større forskjell mellom dag- og nattetemperatur. Det hjelper også å slippe opp to eller flere topper.

Gardiner bør brukes for å sikre en energieffektiv drift.

## 4 Jordforbedring

Jordforbedring er en viktig del av det å dyrke i uavgrensa medium i veksthus. Jordforbedringsmidler er «produkter som bare, eller vesentlig, virker gagnlig på jorda/dyrkingsmediets fysiske, kjemiske og/eller biologiske tilstand og dermed indirekte på planteveksten» ifølge gjødselvereforskriften (Anon., 2003). Dermed har jordforbedringsmidler en status som gjødselvarer, men kan også spille en rolle som forebyggende plantevern. I veksthus med intensiv dyrking av få hovedkulturer, kan det være hensiktsmessig å fokusere på forebygging av plantesykdom som kan oppstå fra organismer i jorda.

Jordforbedringsmidler til økologisk drift kan være organisk materiale, for eksempel kompost, biorest eller biokull. Mattilsynet sin Veileder for økologisk landbruk, vedlegg 2: Gjødsel, jordforbedringsmidler og næringsstoffer viser materialer godkjent for jordforbedring og hvilke kvalitetskrav som stilles til dette (Mattilsynet, 2024).

Gjødselvereforskriften er under revisjon (Mattilsynet, 2023). I det gjeldende regelverk og trolig også i det reviderte skjelnes mellom fire klasser av gjødselvarer der innhold av skadelige tungmetaller (f.eks. kadmium, kvikksølv og bly) bestemmer innplassering i klasse. Til bruk i økologisk landbruk er grense for tillatt innhold plassert mellom de to reneste klasser. Råstoffer til kompost og biorest kan ha svært ulikt innhold av slike uønskede stoffer alt etter om det kommer fra landbruk, havbruk, husholdning eller industri. I økologisk landbruk er det ikke tillatt med resirkulert biomasse fra industrilandbruk eller avløpsslam. Produsenter og brukere må utvise aktsomhet ved bruk av alle jordforbedringsmidler.

Formålene med jordforbedring varierer etter utgangspunktet. Jord i veksthus må tilføres organisk materiale for å bedre strukturen og vannholdingskapasiteten, og også stimulere det biologiske livet i jorda og humusdannelse. Det bør tilføres mye organisk materiale de første årene, opp mot 10-15 tonn/daa. Vanlig matjord har vanligvis et moldinnhold på 3-4 %, mens jord i veksthus kan ha veldig varierende moldinnhold, opp mot 15-25 % ved langvarig dyrking og tilførsel av organisk materiale (Ögren, 2019). Ved forsøk hos NIBIO Særheim ble det brukt ca. 2/3 matjord og 1/3 jordforbedring med 1/10 biokull og enten kompost eller fast biorest. Begge deler fungerte bra.

Det er som regel ikke nødvendig, eller vanlig, å bytte ut jorda eller ta ut jord fra veksthuset. Det organiske materialet som tilføres, blir som regel "brukt opp" i løpet av året, og neste år tilføres bare nytt.

Fysiske egenskaper ved dyrkingsmediet er viktig, dyrkingsmediet bør ha en god struktur som gir støtte til plantene og holder på luft og vann i passelige mengder.

Hva slags organisk materiale man skal bruke, velges ut fra egenskapene til jorda man har. Sandjord bør for eksempel tilføres organisk materiale som holder på vann og næring og som gir en grovere struktur. Leirjord bør også tilføres grovt organisk materiale, for å få en luftigere struktur og unngå at den blir hardpakka og oksygenfattig (Ögren, 2019).

Det er obligatorisk å resirkulere organisk materiale på den enkelte bedriften. Kompostering er en god måte å resirkulere på. Kompost regnes for å være sykdomshemmende. Komposteringsprosessen utvikler varme som sanerer patogener og ugrasfrø. Prosessens aktive mikroorganismer reduserer bestanden og mangfoldet av skadegjørere i konkurranse om næring og ved forsvar med antibiotika (Raviv, 2016). Sykdomshemming skjer også fordi patogener ikke utvikles synkront med planteverten sin i den modnende komposten (Doyle, 2017). Kompost har i sammenligning med biorest, kokosfiber, trefiber og torv vist seg som den beste sykdomshemmeren av *Pythium ultimum* (Fuchs m.fl., 2017).

Biorest etter biogassproduksjon kan i fast form fungere som jordforbedring og i flytende form være gjødsel. Erfaringer med bruk av biorest som gjødsel har tidligere vist flere tilfeller med for høye grenseverdier av sink og kobber. Begge tungmetaller har vært forbundet med fôr og medisin til husdyr, men er i praksis på vei ned. I fiskeslam er det tungmetallene sink og kadmium som er problematiske. Dosering av denne gjødsla bør baseres på grenseverdien av disse (Brod, 2023). Biorest er bra å bruke for å heve pH i dyrkingsmediet om det er behov for det.

Biokull anbefales som jordforbedring hvor jorda inneholder lite humus og lite næring (Thomassen *et al.*, 2017). Biokull hever pH og binder tungmetaller til seg, hvis de fins i jorda fra før (Pommeresche, *et al.*, 2021).

Jordforbedring kan også gjøres gjennom levende vekster som grønngjødsel, jorddekke eller vekstskifte. Se mer om dette seinere.

## 4.1 Jorddekke

Jorddekke i form av organisk avklipp som legges oppå jorda (engelsk: mulch) kan være gunstig. Røttene vil ha mulighet til å utvikle seg helt opp i jordoverflata, pga. fuktighet og beskyttelse under dekket. Jorddekke vil dessuten redusere fordamping fra jorda, og dermed vanningsbehovet. Grønt jorddekke hemmer skorpedannelse på jordoverflaten og fremmer biologisk liv i jorda. Blandes jorddekket ned i jorda mellom sesongene, bidrar det med næring og organisk materiale, og dermed til å bedre jordstruktur og gi økt karbonlagring.



Noen ulemper kan være at jorddekket kan føre med seg ugrasfrø, snegler og tiltrekke seg mus (Hauenstein *et al.*, 2021). Halm som jorddekke kan være problematisk om det har vært behandlet med ugrasmidler som hemmer plantevekst, for eksempel med aktive stoffer som klopypiralid eller aminopyralid (McKinnon m.fl., 2021). Fra nylig innlagt biomasse, kan det også fordampe nitrose gasser som kan gi sviskader på kulturplantenes blad; derfor anbefales det å legge inn grønt jorddekke et par uker før kulturplantene plantes inn, og i den tida lufte godt i veksthuset.

Figur 7. Jorddekke av surfôr i tomatproduksjon. Foto: Kaia Slågedal.

## 5 Gjødsling og vanning

### 5.1 Vanning

Vanning er litt annerledes ved dyrking i bakken enn ved dyrking i sekk, da plantene har et større volum å hente vann fra, og man ikke kan måle avrenningsprosent og styre etter det.

Vannbehovet til plantene varierer mye etter solinnstråling. Agurk og tomat har et daglig vannopptak på 2-3 ml/m<sup>2</sup> per joule innstråling (Molén og Ögren, 2018). Vanningsbehovet er også avhengig av jordas egenskaper, struktur og vannholdingskapasitet. Jord med mye leire vil holde mer på vann enn jord med mye sand. Det fins sensorer som settes ned i jorda for måling av jordfuktighet, som kan være til hjelp i styring av vanning.



Det kan være en utfordring å vanne nok uten at jorda blir for blaut rundt dryppene, det anbefales derfor å bruke mange drypppunkter og/eller sprinkler, slik at hele jordoverflata blir fuktig. Dette gjør at røttene kan utvikle seg i hele jorda, og hjelper på å tilgjengeliggjøre næringsstoffer. Se avsnittet om vanningsanlegg for mulige tekniske løsninger.

Figur 8. Eksempel på en sensor som måler fuktighet i jorda. "Gaffelen" stikkes ned i jorda, mens boksen henges opp i kulturen og måler bl.a. lufttemperatur og -fuktighet. Foto: Kaia Slågedal.

### 5.2 Gjødsling

Tomat- og agurkdyrking i veksthus er en intensiv produksjon som trenger mye næring. Hvor mye plantene trenger, kan beregnes ut fra forventet avlingsnivå (se tabell 1). Selv om det trengs mye næring, kan konsentrasjonen av næringsstoffer i vekstmediet være lavere ved dyrking i uavgrensa medium enn ved dyrking i sekk, fordi jordvolumet som regel er flere ganger så stort som ved dyrking i sekk. Dermed har plantene et større område å ta opp næring fra. En annen forskjell mellom dyrking i avgrensa og uavgrensa medium, er at man i uavgrensa som regel vil tilføre en større andel av næringsstoffene med grunnkjødsla i stedet for som tilleggsgjødsl.

Grunngjødsla blandes i jorda før planting og består som regel av faste gjødselmidler som kompost, biorest, husdyrgjødsl, osv. Næringsstoffene fra grunnkjødsla frigjøres gradvis gjennom sesongen. Mesteparten av fosfor- og kalsiumbehovet tilføres vanligvis i grunnkjødsla.

Tilleggsgjødsl er den gjødsla som tilføres i løpet av sesongen, og kan være flere ulike gjødselmidler, slik som ulike typer pellets eller flytende gjødsl. Det er viktig å begynne tilleggsgjødsling i god tid, da organiske gjødselmidler bruker tid på å frigjøre næringsstoffene. Hvor fort frigjørelsen går varierer ut fra gjødsltype, temperatur, jordfuktighet og pH. Forsøk ved NIBIO har vist at det for fast hønsegjødsl tok rundt tre uker fra tilførsel til nitrogenet (N) ble tilgjengelig for plantene. N-frigjørelsen fra fast storfegjødsl brukte lenger tid, mens N fra flytende grisegjødsl ble raskere tilgjengelig. Forsøk har også

vist at flytende biorest er bra å bruke for å oppnå kjappere nitrogenomsetning til plantetilgjengelig form enn ved gjødsling med bløtgjødsel fra husdyr (Serikstad, 2016).

Tilførsel av for mye nitrogen i jorda før planting, kan føre til mye vegetativ vekst i begynnelsen av kulturen og seinere mangel på nitrogen, fordi N ofte er lettløselig og frigjøres raskt. For å motvirke dette, kan det grunngjødsles med gjødsel som bruker lengre tid på å frigjøre nitrogenet (f.eks. kompostert storfegjødsel). I tillegg bør en god del av N tilføres som tilleggsgjødsel i løpet av sesongen. Denne tilleggsgjødslinga med N-holdig gjødsel bør, for tomat, starte rundt tidspunktet for blomstring på klasse 3-6 (Hansson og Ögren, 2018). I Danmark er det erfaringer med å tilføre så mye som 75 % av nitrogenet som grunngjødsel og heller styre plantene mer generativt på andre måter (Søllingvrå Jensen, pers. komm.).

Tomat og agurk trenger mye kalium i forhold til nitrogen. Kalium (K) er lettløselig og tilføres hovedsakelig som tilleggsgjødsling gjennom sesongen. Kaliumbehovet varierer i løpet av sesongen, og er størst under fruktutvikling/fruktsvelling. Tilleggsgjødsling med K-holdig gjødsel bør derfor starte før høstestart (innen blomstring på klasse 6 for tomat (Hansson og Ögren, 2018; Molén og Ögren, 2018).

De fleste organiske gjødselmidler inneholder ikke optimale forhold mellom de ulike næringsstoffene. Variasjonen i næringsstoffinnhold er stor mellom ulike gjødseltyper, men også samme type gjødsel kan inneholde varierende mengde næringsstoffer fra parti til parti. For eksempel inneholder vinasse relativt mye kalium, men svært lite fosfor, mens beinmel inneholder relativt mye fosfor, men ingen kalium. Gjødselmidler som inneholder mye kalium relativt til nitrogen, er bl.a. storfeurin og talle fra storfe, sau og hest (men ikke svin) og noen plantebaserte gjødselprodukter (Ögren, 2019). Man bør derfor undersøke dette og gjerne bruke flere ulike gjødselmidler tilpassa til næringa som allerede fins i jorda og plantenes behov.

Ofte er det nok mikronæringsstoffer i jorda og/eller i de gjødselmidlene man bruker, slik at man ikke trenger å tilføre mikronæringsstoffer i tillegg (Sonneveld og Voogt, 2009), men hvis det er mangel likevel, kan det brukes bladgjødsel.

**Tabell 1. Behov for næringsstoffer ved ulike forventede avlingsnivåer for agurk og tomat (Cuijpers et al., 2005):**

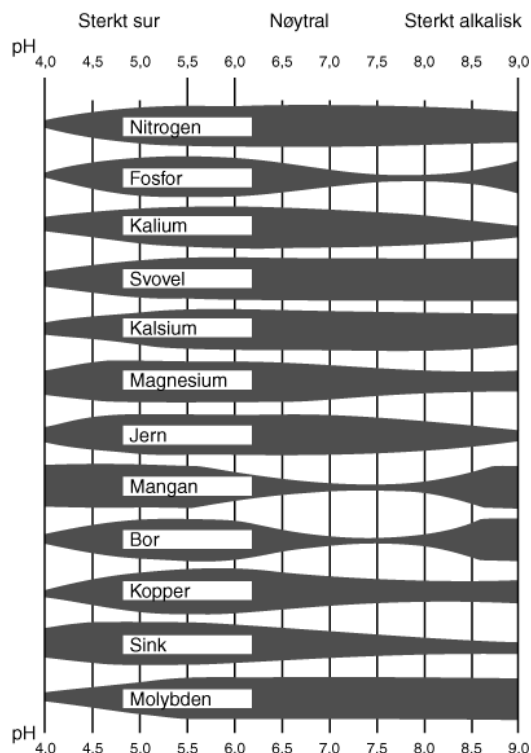
**Agurk:**

| Forventa avling (kg/m <sup>2</sup> ) | N (kg/100 m <sup>2</sup> ) | P (kg/100 m <sup>2</sup> ) | K (kg/100 m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 10                                   | 2,06                       | 0,48                       | 3,42                       |
| 25                                   | 4,23                       | 0,84                       | 6,62                       |
| 40                                   | 6,41                       | 1,20                       | 9,81                       |

**Tomat:**

| Forventa avling (kg/m <sup>2</sup> ) | N (kg/100 m <sup>2</sup> ) | P (kg/100 m <sup>2</sup> ) | K (kg/100 m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 20                                   | 4,37                       | 1,08                       | 8,45                       |
| 30                                   | 6,24                       | 1,52                       | 11,45                      |
| 40                                   | 8,11                       | 1,96                       | 14,45                      |

### 5.2.1 Plantetilgjengelige næringsstoffer



Mengden næringsstoffer i jorda tilsvarer ikke alltid det planten kan ta opp. Opptaket kan hindres av et dårlig rotsystem eller sykdommer. Surheten i jorda har stor påvirkning på hvilke næringsstoffer som blir tilgjengelige (se figur 8). Høy pH reduserer opptak av fosfor og alle mikronæringsstoffer utenom molybden. Ubalanser mellom de ulike næringsstoffene kan også forstyrre opptaket. Flere av næringsstoffene konkurrerer med hverandre om opptak i plantene; fins det for mye av ett næringsstoff, kan det gå ut over opptaket av et annet. Mye K i jorda, kan føre til dårlig opptak av andre positive ioner, slik som kalsium og magnesium.

Figur 9. Tilgjengelighet av næringsstoffer ved ulike pH i jorda (Skøien, 2003).

### 5.3 Stigende pH i jorda

pH-en i jorda stiger ofte i økologisk veksthusjord (jorda blir mer basisk), fordi organiske gjødselmidler ofte har en høy pH. Vanningsvannet kan også bidra til dette. Det er ikke så lett å senke pH-en igjen. Å tilføre sitronsyre til vanningsvannet hjelper ikke nødvendigvis på pH-en i jorda, men kan hjelpe på opptaket av næringsstoffer, som fosfor (Ögren, 2019). Det kan hjelpe på pH-en i jorda å tilføre gjødsel der nitrogenet er i form av ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ammonium blir raskt omgjort til  $\text{NO}_3^-$  av mikroorganismene i jorda, og i denne prosessen frigjøres  $\text{H}^+$ -atomer som gjør jorda surere (Sonneveld og Voogt, 2009). Det kan også tilføres ukalka torv ( $3\text{--}5 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ ), som har en ganske lav pH. Ved oppstart av dyrking i ny jord, bør denne ikke kalkes hvis pH-en er 5-6 (Ögren, 2019).

### 5.4 Jord- og bladprøver

Jordprøver brukes for å følge med på næringsinnholdet i jorda. Det bør tas en årlig prøve der man ser totalinnholdet av nitrogen (total-N), både i bundet og tilgjengelig form. Da kan man se om man totalt sett har tilført mer eller mindre enn det plantene har tatt opp i løpet av det siste året.

Det bør også tas jordprøver som viser næringsstoffene som er tilgjengelig for plantene (altså ikke i bundet form) der og da gjennom sesongen, for å kunne tilpasse gjødslinga etter det. Det fins ulike metoder for slike jordprøver, og resultatene fra disse kan ikke nødvendigvis sammenlignes direkte. I Norge er det vanlig å bruke halvannengangsmetoden (1:1,5), mens i Sverige er det vanlig å bruke Spurway-metoden for å måle mengden av plantetilgjengelige næringsstoffer (NLR Veksthusrådgiving, 2021). Det er den sistnevnte metoden det fins mest erfaring og flest referanseverdier for (se "Økologisk odling av tomat" fra Jordbruksverket). Prøvene tas med jordbor ned til 20-25 cm i jorda, ti stikk med boret på ulike steder samles til én prøve som sendes inn til analyse.

I agurkproduksjon anbefales det å ta en prøve før planting, en rundt høstestart, og deretter en etter avslutning/før neste hold. Prøven etter avslutning brukes til å planlegge grunnkjødsling før neste hold, mens prøven før planting brukes til å planlegge når man skal starte med tilleggsgjødsling. Prøven tatt rundt høstestart gir en indikasjon på om man bør øke eller minke tilleggsgjødslinga, f.eks. gi mer kalium, som planten har stort behov for under fruktutviklinga.

I tomatproduksjon anbefales det å ta flere prøver gjennom sesongen, f.eks. etter følgende plan (NLR Veksthusrådgiving, 2021):

1. Etter avslutta sesong, for å se hvor mye man bør gjødsle før neste sesong.
2. Før planting, for å planlegge når det må tilleggsgjødsles.
3. Ved fruktbelastning (blomstring på 6. klase). Spesielt kalium bør sees på her.
4. Midtveis i sesongen (blomstring på 12.-15. klase).

Jordprøver gir ikke det fulle bildet av hva som faktisk blir tatt opp av plantene. Det bør derfor tas bladprøver/plantesaftprøver i tillegg til jordprøver. Bladprøver viser total mengde næringsstoffer som er tatt opp i bladet over lengre tid, mens plantesaftprøver viser hva som akkurat har blitt tatt opp og enda ikke har blitt bygd inn i bladet. Slike prøver brukes til å finne ut om planten tar opp det den trenger, eller om de næringsstoffene som fins i jorda er utilgjengelige for planten. Spesielt for mikronæringsstoffer er det ikke alltid en sammenheng mellom verdiene målt i jord og det som blir tatt opp av plantene (Sonneveld og Voogt, 2009). Plantesaftprøver kan godt tas flere ganger gjennom sesongen, og brukes som hjelp til å styre gjødslinga.

## 5.5 Avrenning

Avrenning av gjødsel og næringsstoffer bør begrenses så mye som mulig. Nitrogen i form av nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) renner lett bort, mens fosfor renner bort først når jorda er metta med fosfor i bundet form (Sonneveld og Voogt, 2009). Ved dyrking i bakken er det vanskelig å fange opp og resirkulere vannet. Det bør derfor tilstrebases å ikke vanne så mye at jorda blir metta; det er uansett ikke vanlig i veksthusproduksjon i jord. Hyppige vanninger med mindre vannmengder fordelt på mange dryppunkter er bedre enn mye vann på en gang, for å unngå avrenning (Xie m. fl., 2023). Spesielt på slutten av vekstsesongen er det risiko for avrenning og da er det best å minke vanningsmengden. Jord med et rikt liv av mikroorganismer har også vist seg å minske avrenning av nitrogen (Bender og van der Heijden, 2015).

## 5.6 Saltopphopping

Det er fare for at næringsstoffer, og -salter, kan hope seg opp i jorda når man dyrker i bakken uten noe særlig avrenning eller utskifting av jorda. Dette kan på sikt føre til ubalanser i næringsinnholdet i jorda og et høyt ledetall, som igjen kan føre til dårlig vannopptak i plantene. Høyt saltinnhold i jorda kan også gi dårlig opptak av kalsium, og dermed gi større fare for griffelrøte. Næringsstoffene det ofte blir overskudd av i veksthusjord er fosfor, svovel, natrium, kalsium og magnesium (Tittarelli m. fl., 2016).

En metode for å bli kvitt opphopa næringsstoffer og -salter er å skylle det ut ved å vanne mye på en gang, men dette fører til avrenning, noe som bør begrenses. Det bør heller prøves på å unngå ubalanser og opphopinger i utgangspunktet. Jordprøver bør tas for å følge med på mengden av de ulike stoffene og tilpasse gjødslinga etter dette, slik at det ikke blir store overskudd av noen stoffer. Det bør gjødsles med flere ulike gjødselmidler tilpassa plantenes behov ved ulike utviklingsstadier. Gjødsel som inneholder mye natriumklorid, som f.eks. hønse- og grisegjødsel, bør begrenses (Xie m.fl., 2023), alternativer kan være noen flytende

plantebaserte gjødselmidler. Vannet som brukes til vanning bør også tas prøve av, fordi det kan inneholde bl.a. natrium, klorid og kalsium, og dermed bidra til opphoping.

Vekstskifte (f.eks. tomat og agurk annethvert år) kan motvirke opphoping, ved at ulike plantearter tar opp ulike stoffer i ulike mengder. Det samme kan et rikt mikrobiologisk liv og mye meitemark i jorda gjøre (Søllingvrå Jensen, pers. komm.).

På den annen side kan høyt saltinnhold også gi bedre fruktkvalitet, det vil si bedre smak og holdbarhet (Sonneveld og Voogt, 2009).



Figur 10. Tomatdyrking i jordbed uten tett skille til grunnjorda. Foto: Kaia Slågedal.

## 6 Jordhelse/biologisk liv i jorda

Det er nyttig å følge med på det biologiske livet i jorda og forsøke å holde en god jordhelse. Et godt mikrobiologisk liv bryter ned gjødsel og frigir dermed næringsstoffer. En mangfoldig mikrobiologi kan også føre til lavere sykdomspres, ved at skadelige organismer blir utkonkurrert eller eliminert.

Jordlivet fremmes generelt ved å tilføre vekstmediet organisk karbon og holde en pH-verdi over 5. Jordlivet i mengde, mangfold, aktivitet og funksjon er bestemmende for biologisk jordhelse. Det fins ulike metoder for å vurdere jordlivets tilstand.

Prøver og analyser som er relevante i den sammenheng er:

- Jordprøver
- Mikrobiologiske prøver

Jordprøver som viser innhold av organisk karbon vil gi en pekepinn på grunnlaget for jordbiomet. Det måles ved glødetapsprøve. I forsøk 2022-24 på Særheim ble det prøvd ut vekstmedier med kompost, bioest og torv. Det kan være fordeler og ulemper ved hver av dem, det var ikke stor forskjell i innholdet av organisk materiale, se tabell 2.

Tabell 2. Organisk materiale i tre ulike jordblandinger med overveielser om fordeler og ulemper.

|                                   | Kompost                                                                                                                                                                                         | Bioest                                       | Torv                                                                                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forsøk i prosjektet</b>        | Grønt avfall, landbruksavfall fra husdyrproduksjon, maritimt avfall                                                                                                                             | Fast del av svinemøkk fra konvensjonelt bruk | Importert fra Sverige                                                                                      |
| <b>Organisk materiale SOM (%)</b> | 15,3                                                                                                                                                                                            | 13,9                                         | 13,5                                                                                                       |
| <b>Fordel</b>                     | Resirkulering av lokal ressurs<br>Ugrasfritt<br>Høyt innhold av organisk materiale<br>For økologisk drift: Materiale fra industrilandbruk og kloakkslam ikke tillatt<br>Kalium for fruktdanning |                                              | Velegnet til formålet<br>Ugrasfritt<br>Høyt innhold av organisk materiale                                  |
| <b>Ulempe</b>                     | Råmaterialet er avgjørende for seinere kvalitet; kan ha toksisk effekt eller inneholde uønskete medisinrester, mikroplast eller tungmetaller<br>Ubalansert næringsprofil                        |                                              | Sakte fornybar ressurs<br>Tap av biologisk mangfold ved uttak<br>Viktig karbonlagring mistes ved utvinning |

Mikrobiologisk aktivitet kan måles ved å følge hvor mye mikroorganismene spiser av organisk stoff fra hull i spesielle matpinner (Bait lamina test) eller fra innhold i nedgravde teposer. Matpinnene har organisk stivelsesmateriale i hull og det kan telles opp hvor mye som er spist over en periode på tre uker. Nedbryting av innhold i tepose, med rød og grønn te, etter tre måneder er også en enkel metode for å følge mikrobiologisk aktivitet.

Måling av respirasjon fra jorda og bestemmelse av enten sopp- eller bakteriekultur forteller om biologisk aktivitet, biologisk mangfold og stabilitet av jordkarbonet (Friis Pedersen, 2024). Måling av mikroorganismenes aktivitet ble gjort ved å registrere åndingen ( $\text{CO}_2$ ) i prosjektet «Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold». Resultatet for alle de tre jordblandingene viste svært gode gjennomsnittstall for ånding. Mengden sopp i forhold til mengden bakterier var høy alle årene (60-80 %). Mer enn 50 % sopp regnes for tegn på et bra, stabilt jordliv. Andelen sopp kan fremmes ved å tilføre fast organisk materiale; sopp knyttes til nedbryting av dette (Pommeresche & Tittl, 2024). Inndeling i enten sopp eller bakterier gir ikke svar på organismenes art eller om de skader eller fremmer helsa i jord og planter. Mer omfattende analyser er kostbare og mer kompliserte. Jordliv er svært krevende å analysere eksakt, det varierer i tid og rom og er veldig allsidig sammensatt. En ytterligere begrensning av verdien i analysene er at potensielt skadegjørende organismer ikke alltid utgjør en trussel mot jord- og plantehelse. Dette fordi organismen ikke nødvendigvis er i en fase hvor den gjør skade eller nytte (Alsanius & Rosberg, pers. komm.). Derfor er svenske forskere kommet frem til at slike analyser bare gir et øyeblikksbilde av aktiviteten til mikroorganismene i jorda. I stedet foreslår de en tilnærming hvor innfallsvinkelen er hvilke jordfunksjoner som fremmes ved ulike tiltak og hva de betyr for en bedre jordhelse.

Jorddekke som øker innhold av organisk materiale, øker også biologisk mangfold. I noen tilfeller viser den positive effekten seg ikke før året etterpå.



Figur 11. Tomatplanter i jord. Foto: Susanne Friis Pedersen.

## 7 Sykdomsforebygging

Vanlige jordbårne skadegjørere i tomat- og agurkproduksjon er soppene *Pythium* og *Phytophthora*. Begges forekomst kan ha opphav i dårlig fysisk jordkvalitet, som kunne vært forebyggt ved jordforbedring og vekstskifte.



*Pythium* spp. er en av de vanligste jordbårne patogener i norsk produksjon av agurk, og kan føre til rothalsrøte. *Pythium* forekommer særlig om jorda er dårlig drenert og temperaturen er over 20 °C (Friis Pedersen, 2024). Utviklinga av sykdom pga. *Pythium* kan begrenses ved å unngå lav nattetemperatur – ikke under 8°C (Nielsen, 2016a). Forebyggende kan også nevnes å unngå for mye fuktighet over lengre tid i jorda. Hærmygglarver, som trives i fuktig jord, kan skade røtter og deretter kan det oppstå pythiumrøte ved rothalsen (Nielsen, 2016a). Hærmygg og vannfluer kan dessuten være vektorer (smittespredere) for sopp (Plantevernleksikonet, 2013). *Pythium* kan også føre til fallesyke hos nysådde småplanter, for eksempel på tidlig sådd reddik, dermed kan slike planter brukes som en indikator på om det fins *Pythium* i jorda.

Figur 12. Rothalsrøte på agurk, forårsaka av *Pythium*.  
Foto: Erling Fløistad, NIBIO.

Korkrot i tomat, forårsaka av sopp *Pyrenochaeta lycopersici*, kan hindres ved bruk av resistente grunnstammer (se mer under Poding).

*Sclerotinia sclerotiorum*, kan føre til skader på agurk, med et hvitt soppbelegg på stammen. Soppen kan overleve i jorda i flere år. Det er viktig at angrepne planter fjernes så fort som mulig (Molén og Ögren, 2018).

*Rhizoctonia solani*, som kan forårsake rottiltsopp, forekommer ofte i hønsemøkk, og kompost etter hønsehold kan saneres ved meitemarkkompostering og treholdig kompost (Neher, 2021).

*Phytophthora* forekommer særlig på slekter i søtvierfamilien (bl.a. tomat) og gir skade først på bladverk og seinere på planteorganer under bakken. Dette kan forebygges med et passende vekstskifte (Friis Pedersen, 2024).

Patogenet *Fusarium oxysporum*, som kan forårsake røte i rot, stengel eller fallesyke i småplanter kan forebygges med kompostert kumøkk eller jorddekke med kløver. Polykultur kan også ha en viss effekt (Friis Pedersen, 2024). Grønnpoding med resistente grunnstammer er også en mulighet (Friis Pedersen, 2021a).

Patogenet *Didymella bryoniae*, som kan forårsake svartprikkørte i agurk, er oftest sett i sammenheng med mye fuktighet og høy temperatur – mest i jorden, men også i luften rundt plantene. Forebyggende tiltak er god klimastyring med kjapp opptørring etter vanning og dessuten vanning på en måte som gir minimal vannsprut. Det har også forebyggende effekt å

minke og tørke sårflater i plantene kjapt, for eksempel ved å skjære agurker som høstes tidlig på dagen. Skada vev bør fjernes og brennes (Toppe & Herrero, 2018).

Soppsykdom som f.eks. meldugg kan forebygges med resistente sorter.

Det er nylig også kommet forskjellige biostimulanter på markedet som kan ha en kombinert forebyggende og vekstfremmende effekt på jord og planter. Effekten blir mer tydelig i varmere klima, som i veksthus. Effekten blir mindre tydelig i jord som fra før er gjødsla godt med husdyrgjødsel. Et rikt, allsidig biologisk liv i jorda forebygger sykdom. Flere biostimulanter er mikrobielle og fremmer mangfoldet av sopp og bakterier. Soppen *Trichoderma* hemmer sykdom ved å parasittere skadelig sopp. Blant bakterier som fremmer næringsopptak av fosfor kan nevnes *Bacillus*, *Pseudomonas* og *Lactococcus*; og av nitrogen *Azobacter* og *Azospirillum* (Friis Pedersen, 2024).



Figur 13. Perserkløver dyrka om vinteren (oktober-mars), mellom hovedkulturene. Foto: Kaia Slågedal.

## 8 Vekstskifte

Vekstskifte er en viktig grunnstein i økologisk drift. Det bidrar til god næringsutnyttelse, da ulike plantearter tar opp ulike mengder av næringsstoffene. Det kan dermed også hindre opphoping av enkelte stoffer. I tillegg vil vekstskifte være forebyggende mot plantesykdommer.

Vekstskifte kan etableres både som vekstfølge av monokulturer eller i samplanting fordelt i høyde eller etter veksthastighet og høstetidspunkt. Hvis man skal ha en underkultur under agurk og tomat, viser nordiske erfaringer at underkulturen må etableres først og deretter kan hovedkulturen plantes ut. Dette er av hensyn til å sikre nok lys til underkulturen (Lundin & Söderlind pers. komm. 2024; Friis Pedersen, 2021b).

Selv om det er lite lys og varme på vinterstid i Norge og dermed også lite vekst i plantedekket, vil det likevel vekste positiv og nyttig med noe plantedekke utenom hovedkulturen, sånn at vekstfølgen brytes med andre arter.

Plantevernleksikonet nevner vekstskifte som forebyggende tiltak mot pythiumråte (Plantevernleksikonet, 2013). Svenske erfaringer viser at kålvekster i skifte med tomat er fordelaktig, særlig med henblikk på rotgallnematode *Meloidogyne spp.* Senneps-arter fra samme familie som kål har også en hemmende effekt på nematoder pga. innhold av glykosinater (Lundin og Söderlind, pers. komm. 2024). Løkarer (Lefèvre & Navarrete, 2021) eller tagetes (Tittarelli m.fl., 2016; Serikstad m.fl., 2017) kan også virke forebyggende mot nematoder. Kløver som etablert bunndekke før innplantning av tomat fungerte bra i svensk forsøk (Furenhed m.fl., 2024).

Raigras og belgvekster i vekstskiftet kan forebygge en skadegjører som *Rhizoctonia solani*, som sammen med *Pythium* og *Phytophthora* regnes for en versting i veksthusjord (Lundin & Söderlind pers. komm. 2024; Neher 2021). Kløverarter sådd før hovedkulturen kan frembringe næring via nitrogenfikserende knollbakterier, forutsatt at de har utvikla seg i minst seks uker. En viktig forholdsregel mot oppformering av sykdom er å unngå at grønngjødsel og hovedkultur er beslekta.

Vekstskifte kan også være brakklegging for en periode – gjerne i et tidsrom hvor solinnstråling varmer jorda godt opp og eventuelt kan jorda være dekket med plast i den perioden for å heve temperaturen (Friis Pedersen, 2021b). Det er lite erfaring og dokumentert effekt av dette i norsk sammenheng.



Figur 14. Vinterdyrking gir vekstskifte selv om det er lite lys på vinterstid.  
Foto: Susanne Friis Pedersen, NORSØK.

## 9 Dyrkingsmetodikk

### 9.1 Plantestell

Stellet av plantene, slik som oppbinding, avblading, senking, osv. vil hovedsakelig være likt ved dyrking i bakken som ved dyrking i sekk. Men ved mye vegetativ vekst i starten, på grunn av mye gjødsel i jorda og dermed mye nitrogenfrigjørelse, bør plantene styres mer generativt, for eksempel med økt avblading.

### 9.2 Kunstig lys

Det er lov å bruke kunstig belysning i økologisk veksthus, men ikke som eneste belysningskilde i mer enn kortere perioder i kulturtida.

### 9.3 CO<sub>2</sub>

Tilførsel av CO<sub>2</sub> bidrar til større vekst og avling. Det er lov å tilføre CO<sub>2</sub> til veksthuset, men kun hvis det er et biprodukt fra fyring eller anna produksjon, eller hvis det kommer fra ikke-fossile kilder. I en levende jord vil også mikroorganismene i jorda slippe ut en betydelig mengde CO<sub>2</sub>.

### 9.4 Poding

Tomater er vanlig å pode, både i økologisk og konvensjonell dyrking. Dette bør gjøres for å få et kraftigere rotnett og motstandsdyktighet mot ulike sykdommer fra jorda, slik som korkrot (*Pyrenochaeta lycopersici*), *Fusarium*, *Verticillium* og rotgallnematoder. Poding kan også gi bedre toleranse for lave temperaturer i jorda.



Agurk har ikke vært særlig vanlig å pode, verken i konvensjonell eller økologisk produksjon. Likevel anbefales det å pode ved dyrking i bakken, for å få et kraftigere rotnett og minske risikoen for sykdommer fra jorda (Hanson, 2018). Sykdommer som kan forhindres ved poding, er blant anna sykdommer forårsaka av soppene *Fusarium*, *Verticillium*, *Phomopsis sclerotoides* og rotgallnematoder. I en helt ny og «rein» jord uten sykdommer, kan det være en fordel å ikke pode, men ved dyrking i den samme jorda igjen år etter år, så det vil nok lønne seg å pode etter hvert. (Hanson, 2018). Selv om det ikke finnes grunnstammer som er resistente mot *Pythium*, kan motstandsdyktigheten mot *Pythium* likevel bedres ved poding, fordi rotnettet blir større og mer robust.

Figur 15. Poding av agurk. Foto: Kaia Slågedal.

## 9.5 Sorter

Grunnstammer til poding av planter som skal brukes til dyrking i bakken bør være motstandsdyktige mot jordbårne sykdommer, slik som dem nevnt i avsnittet over. Foredlinga av nye sorter skjer kontinuerlig, så anbefalinger om bestemte sorter kan fort bli utdatert. Grunnstammene DR0141TX og Maxifort fra De Ruiter er for tiden vanlige å bruke til tomat, men det fins flere andre sorter. På nåværende tidspunkt kan grunnstammene Ardito fra The Rootstock Company (TRC) og Ancora fra Takii anbefales for agurk.

Valg av kultivarsort trenger ikke være forskjellig ved dyrking i sekk kontra dyrking i bakken. Men det kan være lurt å bruke tomatsorter som er robuste mot griffelråte, da mindre presis styring av vanninnhold i vekstmediet ved dyrking i bakken kan gi en høyere risiko for griffelråte.

Alle frøene som brukes, må så klart være godkjent til økologisk bruk.

## 9.6 Avling

Det er vanskelig å gi absolutte tall på avlingsnivået ved dyrking i bakken, men det forventes ikke å være lavere enn ved dyrking i sekk. Avlinga påvirkes av mange faktorer og varierer mye fra gartneri til gartneri. Gartnerier i Danmark og Tyskland har et typisk avlingsnivå på 35-45 kg/ m<sup>2</sup> for store tomater og 40-50 kg/ m<sup>2</sup> for agurk (fra februar til oktober, uten kunstig lys) (Søllingvrå Jensen, pers. komm.). Lignende avlingsnivå ble funnet i forsøk hos NIBIO, der agurk med kunstig lys ga rundt 30 kg/m<sup>2</sup> per hold, uten kunstig lys ga 20 kg/ m<sup>2</sup> per hold. Forsøk med store tomater uten lys ga ei årsavling på 40 kg/ m<sup>2</sup>, perletomater 17 kg/ m<sup>2</sup>.



Figur 16. Cherrytomater. Foto: Kaia Slågedal.

## 10 Videre lesing

Jordbruksverket i Sverige sin serie “Ekologisk odling i växthus”, inneholder blant anna heftene “Ekologisk odling av tomat”, “Ekologisk odling av växthusgurka” og “Växtnäringstyrning”.

<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/p9.html>

“Växtföljd och växtmångfald i ekologisk växthusodling” av Sara Furenhed, Pauliina Jonsson og Axel Benediktsson, Jordbruksverket i Sverige.

[https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7867114f1940f27d4968be52/1737710219336/p9\\_2\\_2.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7867114f1940f27d4968be52/1737710219336/p9_2_2.pdf)

“Lønnsomhet i økologisk dyrking av veksthusgrønnsaker i jord” av Torbjørn Haukås, Signe Kårstad og Kristin Bue Jahn, NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/handle/11250/3176261>

“Jordforbedring i økologisk veksthus – bedre jordhelse og plantevern” av Susanne Friis Pedersen, NORSØK. <https://www.agropub.no/publikasjoner/jordforbedring-i-okologisk-veksthus>

“Grønnpoding av tomat og agurk” av Susanne Friis Pedersen, NORSØK. <https://www.agropub.no/fagartikler/gronnpoding-av-tomat-og-agurk>

“Veksthusbygg for dyrking direkte i bakken” av Bjørn Steinar Skarbø, NLR.

<https://www.agropub.no/fagartikler/veksthusbygg-for-dyrking-direkte-i-bakken>

# 11 Referanser

- Alsanius, B. & Rosberg, A. K. (2023). The riddle of soil biological assessments in organic greenhouse horticulture. Innlegg holdt ved IV International Symposium on Organic Greenhouse Culture 22.-27. Oktober 2023.
- Anonym. (2003). Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. [Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav - Lovdata](#)
- Bender, S. F., van der Heijden, M. G. A. (2015) Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses. *Journal of Applied Ecology*, 52 (1).
- Brod, E. (2023). Biorest fra marine råstoffer. Kjemisk sammensetning og gjødselkvalitet. *NIBIO Rapport vol. 9*, nr. 140, 16 s.
- Cuijpers, W., Bokhorst, J., Koopmans, C., Voogt, W., Zoon, F. (2005). Bodem & bemesting Biokas 2005: Gezonde bodem basis voor geslaagde teelt. DLV biologische landbouw, Louis Bolk Instituut en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Dorais, M., Thériault M., Pepin, S. & Lefort, J. (2016). Fertilisation management for organic cucumber grown in raised demarcated beds. *Acta Hort.* 1137 (ed. Bellon S. et al.). ISHS. Pp 27-32.
- Doyle, O.P.E. (2017): Suppressive Composts in Organic Horticulture: Fact or Fiction? *Review – thematic Issue in Eur. J. Hort. Sci.* 82 (6), 263-276. ISHS.
- Friis Pedersen, (2021a). Grønnpoding av tomat og agurk. *NORSØK Faginfo vol 6* (1). 8 s.
- Friis Pedersen S. (2021b). Vekstskifte og plantenæring i økologisk veksthusdyrking. *NORSØK Faginfo vol 6* (2). 10 s.
- Friis Pedersen S. (2024). Jordforbedring i økologisk veksthus. Bedre jordhelse og plantevern. *NORSØK rapportvol. 9* (1). 36 s.  
<https://orgprints.org/id/eprint/52707/1/NORSØK%20Rapport%20nr%203%20vol%209%202024%20Jordforbedring%20i%20veksthus.pdf>
- Fuchs, J.G., Hedrich, T., Hofer, V., Koller, M., Oberhaensli, T., Ribera Regal, J., Tamm, L., Thuerig, B., Schwarze, F.W.M.R. & Herforth-Rahmé, J. (2017). Development of disease-suppressive organic growing media. *Acta Horticulturae*, 1164, pp181-188.
- Furenhed, S., Jonsson, P. & Benediktsson (2024). Växtföljd och växtmångfald i økologisk växthusodling. Jordbruksverket. 20 s.
- Hanson, M. (2018). Ympning av växthusgurka. *Økologisk odling i växthus, Jordbruksverket*.
- Hansson, T. og Ögren, E. (2018). Økologisk odling av tomat. *Økologisk odling i växthus, Jordbruksverket*.
- Hauenstein, S., Rochat, A. & Schwitter, P. (2021). Transfer mulch in organic greenhouses. Greenresilient Factsheet. Pp. 4.
- Lefèvre, A. & Navarrete M. (2021). Designing agroecological systems based on crop diversification in sheltered market-gardening: Combining plot and agrifood system studies. Presentation at ISHS webinar on agroecology, 16<sup>th</sup> of June 2021.
- Lundin E. & Söderlind M.(2024): Erfarenhet og forsøksresultat i økologisk tomatodling. Innlegg på webinar Slutredovisning av försök i økologisk tomatodling. 12. Mars 2024. Arrangert av Jordbruksverket, Sverige.
- Mattilsynet. (2023). Organisk gjødsel, jordforbedringsmidler og dyrkingsmidler. [Planter og dyrking | Mattilsynet](#)
- Mattilsynet. (2024). Vedlegg 2: Gjødsel, jordforbedringsmidler og næringsstoffer. [Vedlegg 2: Gjødsel, jordforbedringsmidler og næringsstoffer | Mattilsynet](#)

- McKinnon, K., Løes, A.-K. & Almvik M. (2021). Gjødning med rester av herbicid: Effekt av klopuralid på oppsplanter. *NORSØK Rapport vol. 6* (6), 44 s.
- Molén, S. A. og Ögren, E. (2018). Ekologisk odling av växthusgurka. *Ekologisk odling i växthus, Jordbruksverket*.
- Moritz S. (2017). Rotsykdomar på tomat. Växtskyddsåtgärder för bekämpning av *Pyrenochaeta lycopersici* och *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* på ekologisk tomat. Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. 54 s.
- Neher D.A. (2021). Biological indicators and comopost for managing plantdisease. Acta Hort. 1317. Proc. II Int. Symp. On Growing Media, Soilless Cultivation and Compost in Hort. (eds. Vandecasteele B. & Viaene J.) Pp 33-45.
- Nielsen, J. M. og Nimmermark, S. (2019) Växthusteknik. *Ekologisk odling i växthus, Jordbruksverket*.
- Nielsen S.S. (2016a). Dyrkingsveiledning økologisk agurk i veksthus. NLR Viken.
- Nielsen S.S. (2016b). Dyrkingsveiledning økologisk tomat i veksthus. NLR Viken.
- NLR Veksthusrådgiving (2021). Jordprøver i økologisk tomatproduksjon. <https://www.nlr.no/fagartikler/veksthus/veksthus/jordprøver-i-okologisk-tomatproduksjon>
- Plantevernleksikonet, (2013). Pythiumrøte. Artikkel av Hermansen A., Sundheim L. & Toppe B. [Pythiumrøte \(plantevernleksikonet.no\)](http://plantevernleksikonet.no)
- Pommeresche, R., Rasse, D. & Joner, E. (2021). Biokull – status for forskning og utprøving i Norge. Biokull - status for forskning og utprøving i Norge @ Agropub
- Pommeresche, R. & Rittl, T. (2024). Karbon og biologisk aktivitet i jord med eng- og potetdyrking (K\_BEP). *NORSØK Rapport nr. 2* (9) 50 s.
- Raviv, M. (2016): Compost as a tool to suppress plant diseases: established and putative mechanisms. Acta Hort. 1146. ISHS 2016. DOI 10.17660/ ActaHortic.2016.1146.2. Proc. III.
- Roos, U. M. (2023). Økologiske grønnsaker i veksthus og nytt regelverk. Temadag 20.06.23. Presentasjon. DEBIO.
- Serikstad, G.L. (2016). Råtnere - aktuelt som gjødning i økologisk landbruk? *NORSØK Faginfo vol. 1* (6).
- Serikstad, G.L., Magnusson, C. & de Boer, A. (2017). Kløvertretthet i økologisk eng. Kartlegging av forekomst av mulig skadegjører, med vekt på nematoder. *NORSØK Rapport nr. 3*, 2017.
- Skøien, S. (2003). *Jordlære*. GAN Forlag AS.
- Sonneveld, C. og Voogt, W. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer Dordrecht.
- Søllingvra Jensen, J. pers. komm. Jesper Søllingvra Jensen jobber for danske Grotek og deltok med innlegg 20. juni på åpent seminar i prosjektet «Økologisk veksthusdyrking i bakken ved norske forhold».
- Thomassen, M.K., O'Toole, A., Joner, E., Tschentscher, R., Otte, P., Vik, J., Brobakk, J., Horn, S., Vik, L. & Halvorsen T. (2017). Utvikling og implementering av biokull som klimatilskudd i Norge. SINTEF. 25 s.
- Tittarelli, F., Båth B., Ceglie F.G., Garcia M.C., Möller K., Reents H.J., Védie H. & Voogt W. (2016). Soil fertility management in organic greenhouses in Europe. *BioGreenhouse COST Action FA 1105*, [www.biogreenhouse.org](http://www.biogreenhouse.org).
- Toppe B. & Herrero M., (2018). Agurksvartprikkørte. Plantevernleksikonet. [Agurksvartprikkørte](http://plantevernleksikonet.no)
- Verheul, M. og Hanslin, H. M. (2014). Økologiske dyrkingsmedia til veksthuskulturer. *Bioforsk TEMA*. Nr. 32.

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

Ögren E. (2019). Växtnäringsstyrning. *Ekologisk odling i växthus, Jordbruksverket*.

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.

