

Fra biorest til høyverdig gjødsel:

Gjødseltyper fra markkompostering utfordrer kommersielle mineralgjødseltyper

Edelmark AS gjennomførte et forskingsprosjekt på kompost fra ulike kilder, der det ble laget et organisk gjødselprodukt gjennom vermikompostering (Markkompost) som anvender mark til omdanning av organiske avfallsressurser (i dette tilfellet: biorest) til brukbar kompost på kort tid. Fire flytende organisk gjødsler ble produsert etter prosessen. Disse ble testet på dyrking av spinat, i samarbeid med Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) og Universitetet i Innlandet (INN).

Tekst: Alene Alemu Tesfamichael¹, Svein Solberg², Hesam Mousavi², Trine Hvoslef-Eide³, Svein Andre Kolltveit³, Rodmar Isak Rivero³ Dereje T. Asefa^{1*}

¹Edelmark AS, Hokksund; ²Universitetet i Innlandet (INN), Blåstad; ³Norges-miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU), Ås.

*for korrespondanse - derejetasefa@edelmark.no



Figur 1. Eksperimentoppsett med flytende gjødsel fra vermikompost fra tre ulike kilder til spinat i INNs vekstkammer. Rent vann vises lengst til høyre, med mindre spinatplanter med gulere blad pga næringsmangel. De andre leddene som fikk gjødselvann, viser jevnere vekst.



Figur 2. Spinatavling ved bruk av fire ulike gjødseltyper, mineralgjødsel og vann ved avslutning av forsøket. Disse plantene ble veid (friskvekt) og deretter tørket og veid for å kunne regne statistikk.

Prosjektet ble finansiert av Regionale forskningsfond (RFF) i Viken. Vi undersøkte hvordan biorest fra Hadeland og Ringerike Avfallsselskap (HRA), Mjøsanlegget på Lillehammer og Cermaq (fiskeslam fra NordNorge) fungerer som råstoff for prosessen med å produsere flytende gjødseltyper. Prosjektet brukte Edelmark AS sin bioreaktorløsning, der millioner av meitemark omdanner organisk avfall til markkompost og videre til tre ulike flytende gjødseltyper, én fra hvert av de fire råstoffene. Denne teknologien er utviklet for stabil og effektiv omdanning av ulike typer organisk materiale til å produsere forutsigbar og høy kvalitet sluttprodukter som markkompost og flytende gjødsel. VI testet disse opp mot tilsvarende konsentrasjon av mineralgjødsel i flytende

form for å se om disse organiske gjødseltypene kan være et godt alternativ.

FORSØKSOPPSETT

Komposteringen ble gjennomført hos Edelmark AS i deres oppskalerte vermi-kompost-beholdere. Råstoffet til markkomposten kom fra tre ulike kilder: biorest fra Hadeland og Ringerike Avfallsselskap (HRA), biorest fra Mjøsanlegget på Lillehammer og fiskeslam fra Cermaq (fiskeforprodusent i NordNorge). Markkomposten gjennomgikk prosessen i løpet 12-15 uker hos Edelmark. Fire flytende gjødseltyper ble ekstrahert av markkompostene med en metode utviklet av Edelmark har utviklet som tar 4 uker. Gjødseltypene ble sendt til Eurofins AS for analyse og ledetallene til forsøket ble justert til hhv EC 1,5 (enkel dose), som

ble administrert til spinat i enkel og dobbel dose (tilsvarende EC 3,0 for mineralgjødsel).

I forsøket ved NMBU ble spinat 'Winterreuzen' sådd 16.6.2025 i 1,8 L pottar med veksttorv fra Norgro. Pottene ble satt i vekstkammer ved Senter for klimaregulert planteforskning (SKP) på NMBU. Kamrene holdt 16°C, med en daglengde på 12 timer og lysstyrke på 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ med fullsækktrum LED lys fra Heliospektra. Dette ble målt i tomt kammer før oppstart. Pottene ble vannet med 2 dl til hver potte med rent vann ved oppstart. Første gjødselvanning var 2 dl 10 dager etter såing. Deretter fikk plantene gjødselvann ved hver vanning (2 dl 2 x per uke), enten ved 1,5 EC (enkel dose) eller 3,0 EC (dobbel dose). Mineralgjødsel ble også justert til samme ledetall fra Kristalon

«DENNE TEKNOLOGIEN ER UTVIKLET FOR STABIL OG EFFEKTIV OMDANNING AV ULIKE TYPER ORGANISK MATERIALE TIL Å PRODUSERE FORUTSIGBAR OG HØY KVALITET SLUTTPRODUKTER SOM MARKKOMPOST OG FLYTENDE GJØDSEL.»

og Calcinit, som er vanlig brukt for veksthusproduksjon. Rent vann hadde ledetall på 0,2. Alle gjødselblandinger hadde pH rundt 7 eller rett under.

Samme forsøksopplegg ble gjennomført i vekstkammer hos INN, men mineralgjødselen som ble brukt her var flytende gjødsel fra Felleskjøpet Agri og pottene som ble brukt var 1.8 liters firkantpottar i perforert plast. Plantene ble fotografert

underveis og ved slutten av forsøket (etter 6 uker fra såing) ble plantene fra hver potte veid (friskvekt) og tørket (tørrvekt). Det ble regnet statistikk og resultatene for NMBU og INN er vist ved Tukey's tester.

RESULTAT OG DISKUSJON

Vellykket markkomposteringsprosess

Markkomposteringsprosessene kan variere avhengig av råstoff som skal omdannes.

For bioresten fra HRA og Mjøsanlegget, kom prosessen raskt og stabilt i gang, og meitemarkene etablerte seg uten utfordringer. Den fiskeslambaserte bioresten fra Cermaq (Cermaq 1) krevde derimot mer tilpassing før markkomposteringen kunne foregå stabilt. Dette skyldtes i hovedsak forskjeller i kjemisk sammensetning og råstoffets biologiske struktur, som naturlig påvirker meitemarkens evne til å starte

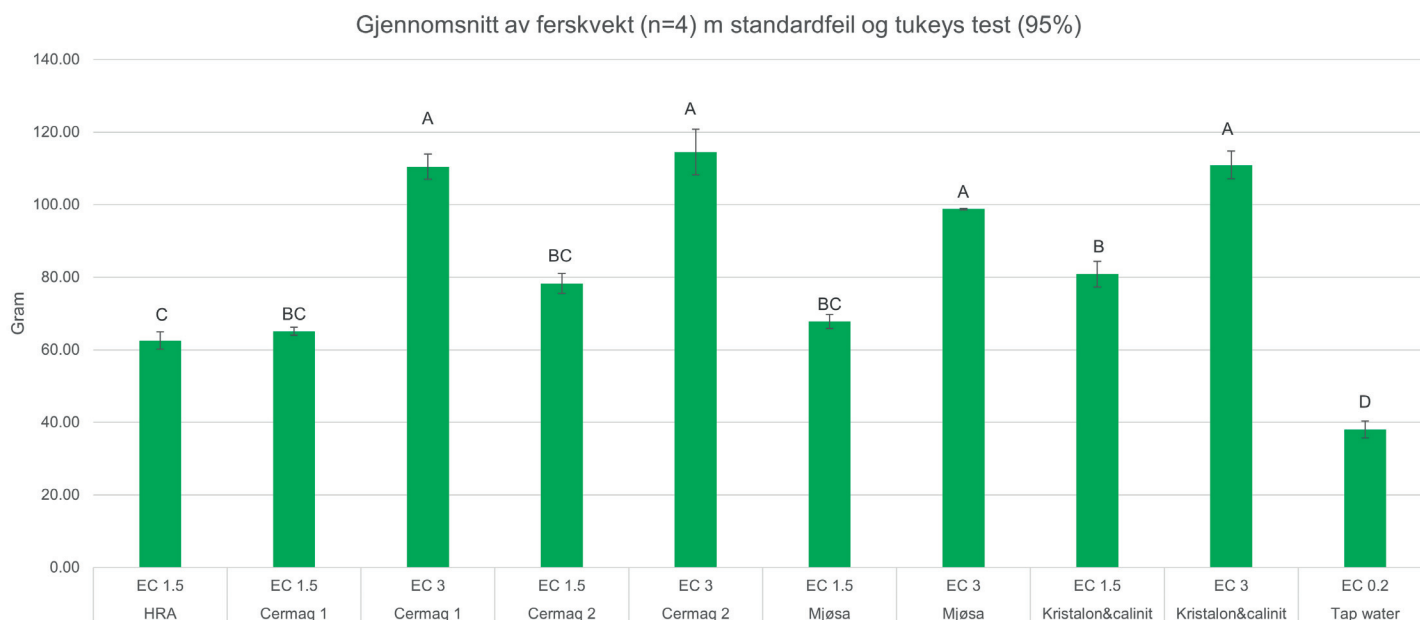


Gjensidige 

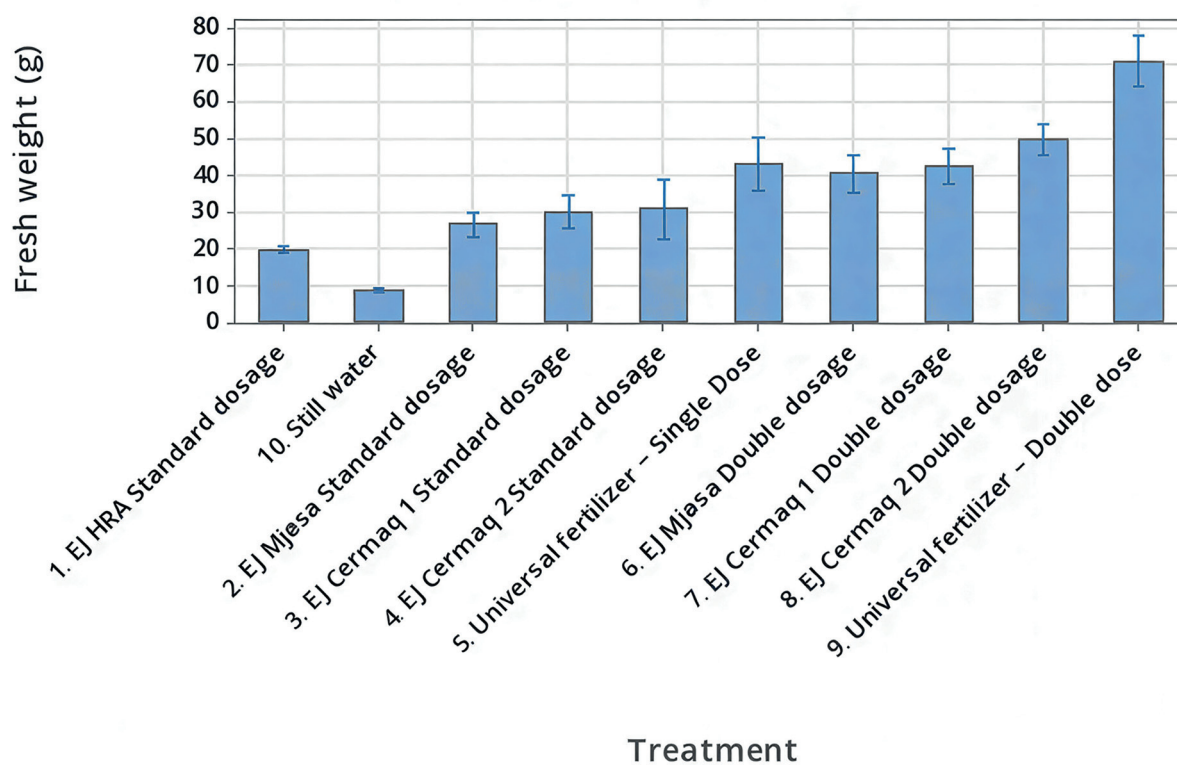
Noen minutter for all tid

Brannforebygging

Noen minutter for all tiden du legger ned. Innsatsen. Arbeidskraften. For det du har arvet, det du beskytter og det du skaper fra grunnen. Bruk noen minutter nå – for å ta vare på det som skal vare for alltid. Gå inn på gjensidige.no/brann og les våre beste råd for hvordan du kan oppdage farene i tide.



Figur 3. Gjennomsnittlig friskvekt av spinat etter gjødslingsforsøket på NMBU. Søylene som har samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre i hht til Tukeys test (95%).



Individual standard deviations are used to calculate the intervals.

Figur 4. Gjennomsnittlig friskvekt av spinat etter gjødslingsforsøket på INN. Søylene som har overlappende variasjon, er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

nedbrytningen. Etter at prosessen var justert, ble også bioresten fra fiskeslammet (Cermaq 2) omdannet til markkompost av god kvalitet. Observasjonene viser dermed at Edelmarks teknologiske løsning klarte å håndtere fire ulike bioresttyper og produserte sluttprodukter av høy kvalitet.

Næringsrike og rene gjødselprodukter

Både markkomposten og de fire flytende gjødseltypene oppfylte alle krav i norsk regelverk for organisk gjødsel. Laboratorieanalyser viste høyt innhold av plantenæring og lave konsentrasjoner av tungmetaller, godt under gjeldende grenseverdier. Det ble ikke funnet rester av skadelige plantevernmidler, og alle produkter var frie for salmonella og koliforme bakterier. Gjødslene oppnådde Kvalitetsklasse 0 i forskriftmessig organisk gjødsel klassifisering, noe som innebærer at de kan brukes i all landbruks- og gartneriproduksjon uten restriksjoner. De flytende gjødseltypene inneholdt ingen synlige plastpartikler, mens markkomposten kunne inneholde noe mikropplast fra råstoffene.

Stabile, luktfrie og trygge produkter å jobbe med

Stabilitetsanalysene viste at alle fire flytende gjødseltyper var stabile i minst ni måneder ved romtemperatur og luktfrie gjennom hele lagringsperioden. Produktene krevde ingen kjøling eller ventilasjon, noe som gjør dem både enkle og trygge å håndtere for gartnere og produsenter. De er HMSvennlige og legger til rette for praktisk bruk både i veksthus og på fri-land.

Dokumentert gjødseleffekt: Organisk alternativ på lik linje med mineralgjødsel for spinat

Gjødslingsforsøkene ble gjennomført på samme måte i vekstkammer ved NMBU (beskrevet i detalj her) og INN, samt i veksthus hos Edelmark AS. Spinat ble brukt som testplante, og alle fire flytende gjødseltypene ble testet hver for seg og veksten av spinaten ble sammenlignet med mineralgjødsel og rent vann (Fig. 1 og 2).

Friskvekt og tørrvekt

Resultatene for friskvekt viste tydelige forskjeller mellom gjødseltypene avhengig av

råstoff, noe som er naturlig for organiske produkter (Fig.3 fra NMBU og Fig. 4 fra INN). Resultatene fra NMBU og INN viste de samme trendene. Dette ble også sett for forsøkene til Edelmark, som ble gjennomført under mindre kontrollerte vekstbetingelser. Den flytende gjødselen fra fiskeslambasert markkompost ga et godt avlingsnivå, både for frisk- og tørrvekt (Fig. 3-6). Det var ikke signifikante forskjeller mellom mineralgjødsel og fiske-

slambasert gjødsel for tørrvekt som tyder på en god biomasse akkumulering og vekst av spinat. Flytende gjødseltyper fra HRA og Mjøsanlegget ga også svært gode resultater, som ikke var signifikant forskjellig fra tilsvarende ledetall fra mineralgjødsel, om enn med noe mer variasjon i avlingsrespons. Slik variasjon er vanlig for organiske gjødslingsmidler der næringsinnholdet er biologisk og ikke kjemisk standardisert.



NORGESFØR

Kvaliteten starter i kulturen

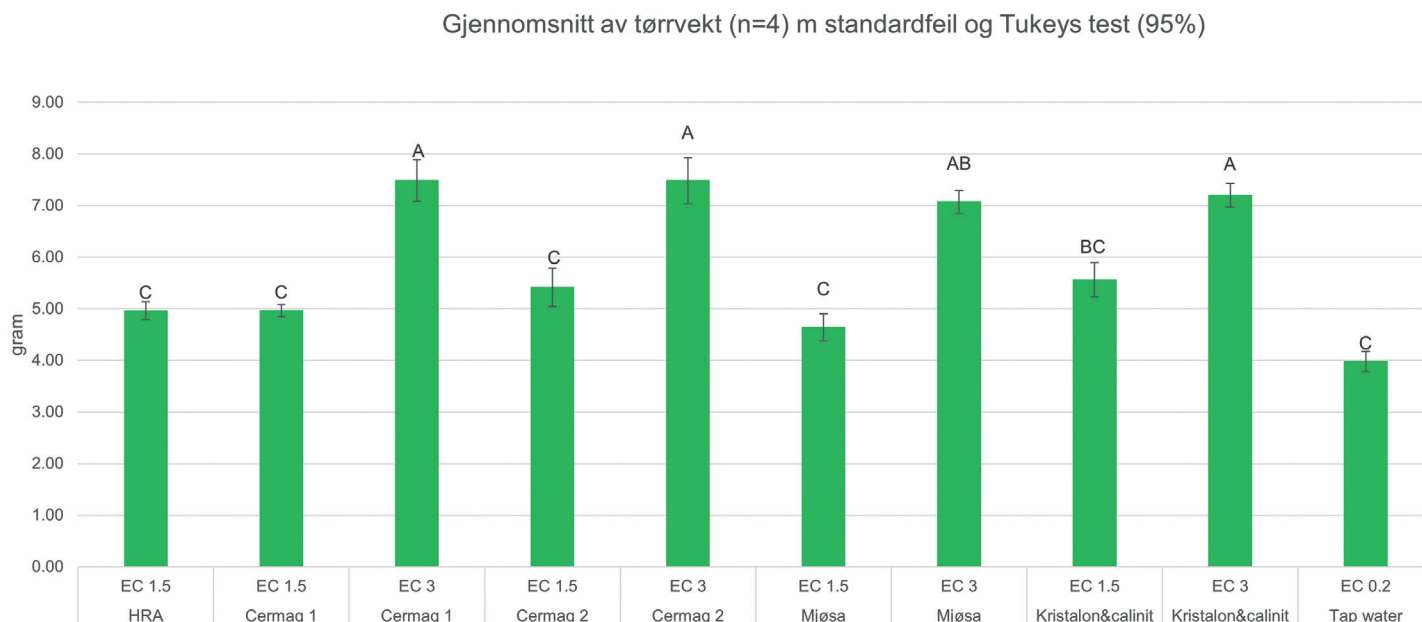
God kvalitet begynner lenge før varen emballeres. Norgesfôr tilbyr kunnskap, innsatsmidler og lokale fagmiljøer som hjelper profesjonelle gartnere gjennom hele vekstsesongen. Hold deg oppdatert på

www.plantekultur.no

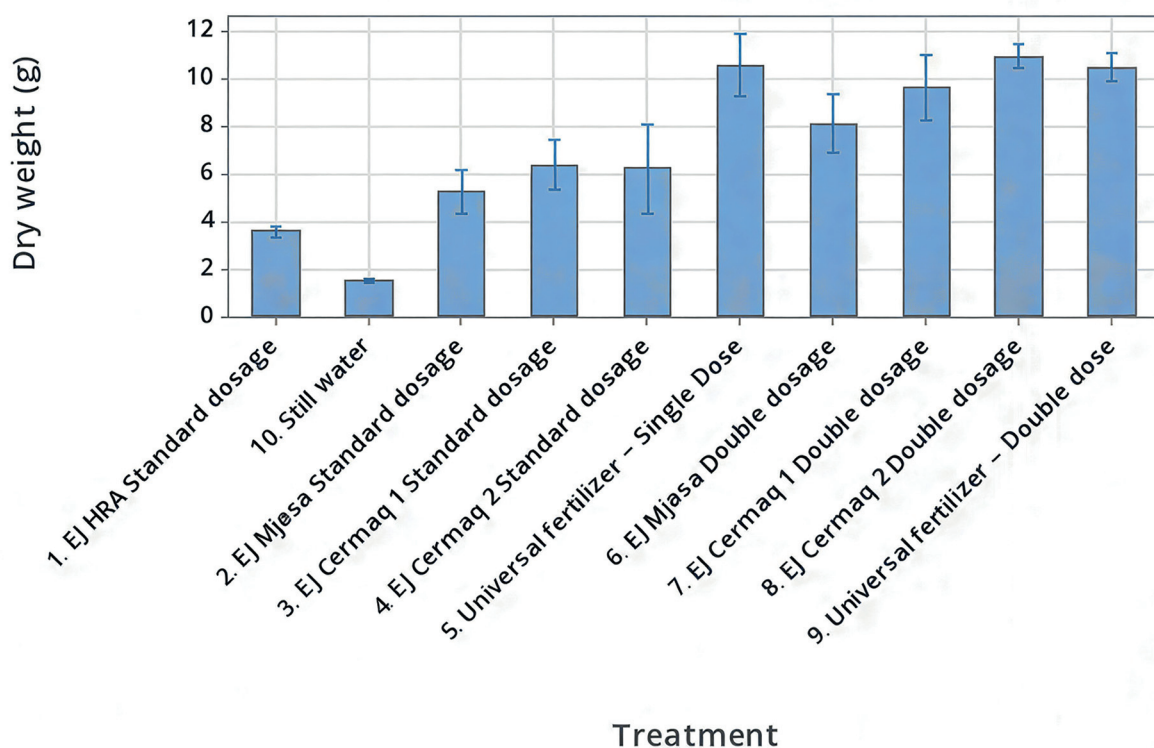
Alltid der for deg

Hold deg oppdatert og kontakt din lokale forhandler for sesongens anbefalinger





Figur 5. Gjennomsnittlig tørrvekt av spinatplanter etter gjødslingsforsøket på NMBU. Søylene som har samme bokstav(er) er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.



Individual standard deviations are used to calculate the intervals.

Figur 6. Gjennomsnittlig tørrvekt biomasse av spinat etter gjødslingsforsøket på INN. Søylene som har overlappende variasjon er ikke signifikant forskjellige fra hverandre.

«STUDIEN KONKLUDERER MED AT GJØDSEL- PRODUKTER FRA MARKKOMPOSERINGSPROSESSER REPRESENTERER ET SOLID OG AGRONOMISK STERKT ALTERNATIV TIL MINERALGJØDSEL.»

Som det kommer frem av figurene 3-6, gjorde vi også forsøk med ulike lednings-
evne til de flytende gjødseltypene, for å
finne ut hvor mye gjødsel som var opti-
malt for spinat, og justerte ledetallet slik at
vi sammenlignet EC 1,5 med EC 3,0 for
alle leddene (også mineralgjødsel), unntatt
leddet for rent vann (EC 0,2). Resultatene
viser at det gjennomgående var bedre med
ledetall på 3,0 enn med bare halve meng-
den næring (Fig.3-6). Gjennomgående var
tendensene de samme hos både INN og
NMBU, der dobbelt gjødselmengde ga
best vekst i spinatplantene.

Plantene som fikk de fire flytende gjød-
seltypene utviklet kraftige og lange rotsys-
temer og hadde en mørkegrønn bladfarge
som indikerer god næringsstatus og velfun-
gerende fotosyntese. Veksten var stabil
gjennom hele perioden og samsvarte i stor
grad med behandlingen som fikk mineral-
gjødsel. Kontrollplantene som kun fikk
rent vann viste derimot svært svak vekst,
gulning og betydelig redusert avling (Fig.1).

Disse forsøkene dokumenterer derfor
tydelig at flytende gjødseltyper basert på
markkompostering har reell og konsistent
gjødseffekt, og at spesielt gjødselen fra
fiskeslambasert biorest kan erstatte mine-
ralgjødsel fullt ut.

Regenerativ effekt på jordhelse

Markkomposterte produkter har dessuten
naturlig høyt innhold av gunstige mikro-
organismer, noe som ble bekreftet gjen-
nom DNA-analyser. Disse mikroorganis-

merne bidrar til bedre jordstruktur, økt
næringsfrigjøring og et mer stabilt og
aktivt mikroliv i rotsonen. Ved jevnlig
bruk kan denne typen gjødsel ha en rege-
nerativ effekt på jordhelse, noe som er
svært relevant for gartnere som ønsker å
redusere avhengigheten av syntetiske inn-
satsfaktorer og styrke jordens biologiske
funksjoner.

Nye muligheter for norsk gartnere

Studien konkluderer med at gjødselpro-
dukter fra markkomposeringsprosesser
representerer et solid og agronomisk sterkt
alternativ til mineralgjødsel. Edelmarks
teknologi gjør det mulig å utnytte norsk
biorest på en sirkulær og verdiskapende
måte, samtidig som den gir gartnere til-
gang til næringsrike, rene, trygge og doku-
mentert effektive gjødseltyper som kan
bidra til å bygg opp jordhelse over tid.
Resultatene representerer dermed et viktig
steg i retning av en mer bærekraftig og kli-
mavennlig matproduksjon for selvforsy-
ning i Norge.

VI TAKKER

Prosjektet er gjennomført i tett samarbeid
mellom flere fagmiljøer. Vi retter en stor
takk til følgende bidragsytere i forsknings-
arbeidet: **Cermaq, Hadeland og Ringe-
rike Avfallsselskap (HRA) og Mjøsanleg-
get for levering av biorest** og verdifullt
samarbeid gjennom prosjektperioden.
Prosjektet er finansiert av **Regionale fors-
kningsfond (RFF) Viken.** ■



Energihjørnet

Aktuelt stoff fra NGFs arbeid med energispørsmål i veksthus

Energitaap i forbindelse med dører og porter

I forbindelse med den pågående
energikartleggingen så har vi i
NGF oppdaget at vi kanskje
burde ha et økt fokus på dører og
porter ut til omgivelsene.

Nå er det vinter og dermed blir
det veldig tydelig hvor det er lek-
kasje av luft inn til veksthusene på
grunn av dannelse av is i disse
områdene. NGF har sett mest is
dannet rundt dører og porter. For
å gjøre det enda mer interessant så
har den samme type døren i hver
sin ende av en avdeling hatt helt
forskjellig mengde is bygget opp
på innsiden. Det var kun tilstan-
den på gummilisten på innsiden
av døren som virket annerledes,
men denne lille forskjellen ble
tydelig på grunn av det kalde kli-
maet ute. Derfor anbefaler NGF å
ta en runde i veksthusene og se
hvor disse kildene til lekkasje
befinner seg. For å prøve å fore-
stille oss energitapet til en dør
som lekker så kan vi ta utgangs-
punkt i en vanlig dør på
70x200cm. Dersom du har 10
grader i veksthuset og det er is på
innsiden av døren så betyr det at
døren er vertfall 0 grader, om ikke
kaldere. Dersom vi tar utgangs-
punkt i 10mm kanaplater med
p-verdi på 3,6 W/m², da vil mate-
rialet til døren alene trekke 18
kWh. Merk at dette er energitap
utenom utskiftningen av luft som
er selve årsaken til denne tempe-
ratur forskjellen.

*Wilhelm Løken
Energi- og klimarådgiver Norsk
Gartnerforbund*