

Nyhedsbrev - Kompost nr. 3

Optimering af kompostering og minimering af emission

Indhold

Derfor et nyhedsbrev om emission	1
Vigtige parametre	2
Baggrund	2
C/N forhold i materialet, som skal komposteres	2
Ilt	3
Vandindhold	3
Temperatur	4
Dækning	4
Samlende	5
Alternativ til kompostering	5
Lidt om metan og lattergas	6
Litteraturliste	6

Om drivhusgasser.

Drivhusgasser er blandt andet metan (CH₄), lattergas (N₂O) og CO₂. Det er luftarter, som absorberer og udsender varme, og dermed bidrager til drivhuseffekten og opvarmningen af jorden.

Derfor et nyhedsbrev om emission

Kompost har mange gode egenskaber, når det færdig komposterede materiale tilføres jorden for eksempel at øge evnen til at aflede vand, men også sikre tilgængeligt vand, øge mængden af gode mikroorganismer, samt kulstoflagring i jorden. Men under komposteringen kan der være risiko for emission af drivhusgasser. For at sikre mindst mulig emission af drivhusgasser fra komposteringen, er det afgørende at håndteringen og komposteringen foregår optimalt. Dette nyhedsbrev omhandler netop, hvordan vi opnår mindst mulig emission og samtidig opnår en god kompost, hovedsagelig gennem mile-kompostering.

Det skal dog pointeres, at der er mange parametre, som samlet skal tages i betragtning for at opnå reduceret emission. Desuden er det vigtigt, at man ser hele kæden, når man vil undgå emission. Det vil sige, der skal medtænkes før-behandling (kompostering eller andet behandling) samt emission ved udbringning, hvor milene åbnes op.

Nyhedsbrevet er skrevet på baggrund af videnskabelig litteratur og en vidensdelings-workshop i Closecycle (13.05.25), da HortiAdvice ikke laver forsøg på dette emne. Closecycle bygger på en stor vidensbase, da projektet indbefatter flere partnerne, der arbejder med kompostering henholdsvis på videnskabeligt niveau, certificering, forsøg og afprøvning samt i forhold til effekt ved anvendelse i planteproduktion på markniveau.

Vigtige parametre

Når det handler om at minimere emissionen fra komposteringsprocessen, viser de videnskabelige studier, at der er flere parametre, som har indflydelse:

- C:N forhold i materialet
- Ilt
- Vandindhold
- Temperatur
- pH

Parametrenes effekt og hvordan vi aktivt kan bruge dem for at minimere emissionen, beskrives i de følgende kapitler.

Baggrund

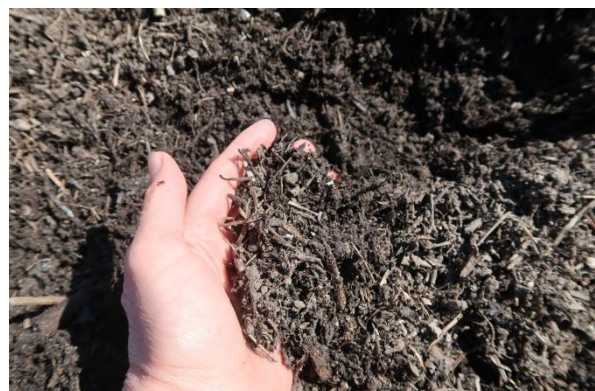
I enhver nedbrydningsproces af organiske materialer dannes CO_2 . Dette er naturens proces og foregår uanset, hvor materialet ligger henne – også i en skovbund. Derfor benævntes CO_2 biogent, hvilket kan oversættes til en naturlig del af nedbrydningsprocessen. Når vi taler om emission af drivhusgasser, omhandler det således CH_4 (metan) og N_2O (lattergas). Der er stor forskel på deres effekt. Metan har ca. 23 gange så kraftig drivhuseffekt som CO_2 , mens lattergas er ca. 298 gange kraftigere end CO_2 . Det er derfor netop disse forbindelser er vigtige at minimere. Vigtigt er det at pointere, at håndteringen af og under komposteringsprocessen kan reducere emissionen af metan og lattergas. Det handler dette nyhedsbrev om. Umiddelbart beskriver studierne, at der er variation i data og metode, men ikke desto mindre, er der konklusioner og forklaringer, som er samlet her.

Som det beskrives i nyhedsbrevet, kan der ved højt N-indhold ske afdampning af ammoniak (NH_3). NH_3 betragtes ikke som drivhusgas, men medvirke til syreregn.

C/N forhold i materialet, som skal komposteres

Generelt er det af stor betydning, at C:N forholdet ligger mellem 25:1 og 30:1 samlet set for materialer til en kompostering. Det svarer ca. til 60% volumen ved-agtigt materiale (høj C:N) + 40% volumen grønt organisk materiale (lavt C:N). Dog skal det pointeres, at der er stor forskel på materialers C:N forhold, ex. for plantemateriale, hvor i plantens udvikling materialet er.

Er det samlede C:N forhold for lavt i materialerne, der ønskes komposteret, vil det resultere i tab af kvælstof (N) i form af emission. Forsøg viser, at der er korrelation mellem total N i materialet, der komposteres, og NH_3 - og N_2O -emissionen. Der er eksempler på, at N-rigt materiale taber 40-50% af kvælstof fra materialet. N-tab, som kan være til lempe for miljø og



reducerer gødningsværdien af materialet. Blandt N-rige materialer kan nævnes husdyrgødning, madaffald og spildevandsslam.

Det skal tages i betragtning, at C i lignin ikke medregnes, da det er vanskeligt nedbrydeligt og oftest ikke kommer i spil.

At opnå den rette kombination af materialer, der skal komposteres, så **C:N-forholdet ligger mellem 25:1 og 30:1**, er afgørende parametre for at reducere eller modvirke emission af drivhusgassen N_2O samt NH_3 .

Ilt

Produktionen af både N_2O og CH_4 forgår under iltfrie-forhold, eller hvor der er knaphed på ilt. Det er således afgørende at ilt er til stede for at undgå produktionen af disse drivhusgasser.

Under aerobe mikroorganismernes nedbrydning af materialet bruger de ilt og producerer CO_2 , det er en almindelig nedbrydningsproces. Iltten bliver derfor forbrugt i milene, og der skal ny ilt til for at bibeholde de aerobeforhold og nedbrydningen. Iltten stimulerer biologisk aktivitet, som optager N, og dermed bevares N i materialet. Vending tilfører ilt til materialet, derfor vending vigtigt for komposteringsprocessen.

Ikke-homogent blandet komposterings-materiale, vil resultere i anaerobe-zoner i komposten, dvs. zoner uden ilt. Årsagen er uens nedbrydning og dermed uens ilt-forbrug. For at undgå emission af CH_4 , er det derfor vigtigt at materialet får en vis blanding før kompostering, og at vendingen under komposteringen foretages på en måde, hvor der sker blanding af materialet, også for eventuelle sammenfiltrede klumper.

Meget store miler har større risiko for anaerobe forhold, end vel-proportionerede miler, fordi der er længere ind til midten for luft-diffusion.

Nedbrydning af organisk-N kan resultere i NH_3 . Afhængig af pH og temperatur kan NH_3 omdannes til NH_4^+ (som ikke er på gasform). Da NH_3 er en gas vil den dampe af under vending eller beluftning af materialet, og dermed give et tab af N. Hvor meget NH_3 , der damper af afhænger af N-indholdet i materialet, tilsvarende som beskrevet i kapitlet ovenfor. Der er dog lige den lille kringel, at afdampning af NH_3 i tidlige faser af den termofile komposteringsprocessen vil reducere en senere N_2O emission.

At sikre ilt i materialet gøres ved enten vending eller aktiv beluftning. Ved aktiv beluftning er det en balance at opnå den rette beluftning. Afhængig af, hvordan beluftningen er opbygges, kan den resultere i "luft-kanaler" i materialer, hvorved det øvrige materiale bliver uden ilt (der henvises til tidligere nævnt effekt af iltfrie-forhold). For kraftig beluftning kan resultere i udtørring, nedkøling og reduceret nedbrydning af materialet. Periodisk beluftning er bedre end kontinuerlig beluftning.

I afmodningsfasen (afsluttende fase temperatur < 45 grader), kan tilførsel af ilt, dog øge N_2O frigivelsen.

Flere resultat viser, at emission af CH_4 og N_2O minimeres ved aerobe forhold (ilt tilstede). Det kan opnås ved **vending** af mile, men vending med måde, samt **materialer**, der giver plads til luft.

Vandindhold

Vandindholdet er afgørende for nedbrydningsprocessen, som er komposteringsens formål.

Der skal være tilstrækkeligt høj fugt i materialet ved start af komposteringen for at processen kan forløbe. De høje temperaturer, som nedbrydningen forårsager, resulterer i afdampning af vand. Derfor skal materialet tilføres vand under komposteringsprocessen. Tilførsel af vand foretages typisk under vendingen. Vendingen

medvirker til omfordeling af fugt og mikroorganismer i materialet. Der anbefales **typisk 40-60% vandindhold**, hvor den højeste vandprocent er i startfasen af komposteringen.

For højt vandindhold vil give anaerobe forhold og lommer (uden ilt) og derved øget risiko for emission af både CH_4 og N_2O , som beskrevet i kapitlet ovenfor. Ved lavt vandindhold sammen med høj temperatur øges risikoen for NH_3 -afdampning, dvs. tab af N. Tilsvarende er der sammenhæng mellem C:N forhold og vandindholdet, idet råmaterialer med lav C:N forhold og højt vandindhold begünstiger betingelserne for at producere flere drivhusgasemissioner.

Temperatur

Nedbrydningsprocessen er essentiel for komposteringen. Processen hænger sammen med opformering af mikroorganismer, processen afgiver varme og dermed hygiejnisering af materialet. Opformeringen af mikroorganismer øger den mikrobielle biomasse, hvorved N og C fikses i biomassen.

Hygiejnisering af materialet gør, at ukrudtsfrø og patogener elimineres. Dog skal temperaturen ikke blive for høj, da det kan resultere i NH_3 tab, dvs. tab af N.

Vinter med regn kan gøre komposteringsforholdene vanskelige. Men det kan også øge risikoen for højere CH_4 og N_2O emission.

Under nedbrydningen optages ilt, og CO_2 afgives. Men omvendt ønskes at mest muligt organisk stof bevares og minimalt CO_2 tab. Organisk stof giver mad til gode mikroorganismer senere og er en del af lagringen af kulstof i jorden.

Bevaring af kulstof i komposteringen	
Tilpas kort komposteringsperiode	Kompostering, ud over det krævede stabilitetsniveau, fjerner organisk stof.
Tilpas temperatur	Efter at kravene til hygiejnisering er opfyldt, kan lavere procestemperaturer hjælpe med at tilbageholde mere organisk materiale.
Aerobe forhold (ilt tilstede)	Under anaerobe forhold (uden ilt) dannes CH_4 .

Dækning

Dækning af komposten under selve komposteringsprocessen kan have varierende effekt, og litteraturen har varierende resultater på emnet. Yderligere har det stor indflydelse, hvilken form for dækmateriale, der anvendes.

Studier beskriver, at dækning minimerer emission af NH_3 og CO_2 , men at dækningen også resultere i dårlig ilt forsyning. Plast-dække kan lukke for ilt forsyning, og der er risiko for anaerobe forhold, og dermed fremme CH_4 -emission.

Dækning med fleece menes at have en positiv effekt på at reducere emissionen. Baggrunden er, at vanddampen kondenserer på undersiden og drypper tilbage i bunken. Når vandet drypper tilbage, tager det noget NH_3 , N_2O og CH_4 med retur. Samtidig har dækning af kompost-mile den fordel, at man med den kan

styre vandindholdet, da man kan undgå kraftig nedbør, der gennembløder materialet og giver anaerobe forhold. Omvendt kan fleece reducere påvirkningen af blæse, som kan udtørre materialet.

Biocover menes at have evne til at absorbere CO_2 og NH_3 . Biocover består typisk af ikke-sorteret færdig kompost eller træflis, men kan også være savsmuld eller halm. Materialet lægges på overfladen af milen i 15-30 cm, hvor det opfanger NH_3 , men der kan også være risiko for, at det reducerer passiv luftstrøm, og dermed ilt. Materialet skal holdes fugtigt og må ikke have høj N. Det vurderes at være mest fordelagtigt i første 1-2 uger af komposteringen. Det er typisk også den periode, hvor der vendes. Biocover kan vendes med i det øvrige materiale, og ny biocover lægges på efter vending.

Det er et emne, der er begrænset med viden om, og vi kan ikke sige noget om, om alle materialetyperne af biocover har samme virkning. I forlængelse heraf kan nævnes, at der i Danmark benyttes færdig kompost, som en slags biocover over gamle deponier, med det formål at opsamle CH_4 emission.

Samlende

Kompost har mange gode egenskaber, når det tilføres jorden. Emission under kompostering kan i høj grad afbødes ved god komposteringspraksis.

CH_4 minimeres ved	N_2O minimeres ved
Komposter kun til det krævede stabilitetsniveau	Det rette C:N forhold med tilstrækkeligt C
Undgå at starte komposteringen med kolde og våde materialer	Undgå højere end nødvendige temperaturer
Maksimere aerobe forhold i milen	Maksimere aerobe forhold i milen
Undgå anaerobe forhold	Undgå anaerobe forhold
	Undgå forsuring, da det accelerer emission af N_2O (pH 6-5)

Tabel 1. Samlende oversigt over, hvad der kan reducere emission af drivhusgas. Det må betragtes som god komposteringspraksis.

Emission fra kompostering og materialer kan måles/opsamle på forskellig måde. Men på trods af, at der i studierne (der ligger til grund for nyhedsbrevet) er benyttet forskellige metoder måle/opsamle, kommer de frem til samme konklusioner.

Alternativ til kompostering

Organiske materiale, som henligger, nedbrydes af mikroorganismer (det gælder også i naturen), og produkt af nedbrydningen er blandt andet CO_2 . Om der dannes metan og lattergas hænger sammen med tilværelsen af ilt. Således er der høj risiko for emission af CH_4 , NH_3 og N_2O ved henlagt husdyrgødning. Der er ikke fundet nogle studier af emission fra henlagt af finstof, men i henhold til ovennævnte faktorer for emission, må der ved anaerobe forhold forventes emission.

I modsætning hertil er en god kompostering, eller en god kompostering skal være, en kontrolleret proces. Som gør at emission kan reduceres, ved aktivt at tage aktion på de parametre, som er beskrevet i ovenstående.

Lidt om metan og lattergas

Metan (CH₄) I atmosfæren har metan en gennemsnitlig "levetid" på ca. 12 år. "Levetiden" er den gennemsnitlige levetid for et molekyle i atmosfæren (ca. halveringstiden). Der er specialiserede mikroorganismer (methanogener), som nedbryder organisk stof, hvor ilt er begrænset. Det betyder, at hvis der i komposteringen er knaphed på ilt produceres CH ₄ . Emission fra kompostering minimeres bedst ved at sikre aerobe (ilt til stede) forhold i milen.	Lattergas (N₂O) I atmosfæren har lattergas en gennemsnitlig "levetid" på ca. 100 år. "Levetiden" er den gennemsnitlige levetid for et molekyle i atmosfæren (ca. halveringstiden). Lattergas dannes, når ammoniak omdannes til nitrat eller nitrit under ilt-frie forhold (denitrifikation). Emission fra kompostering minimeres bedst ved at sikre optimalt C:N forhold, samt aerobe forhold i milen.
---	--

Litteraturliste

Workshop om emission og minimering heraf fra kompostering afholdt d. 13.05.25 i Closecycle med deltagelse flere projektpartnere, med præsentation af Koen Willekens fra ILVO, Anne Tremier fra INRAE, Claas Boysen fra TUHH.

Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependency on process temperature. Estela Pagans, Raquel Barrena, Xavier Font, Antoni Sa'nchez

Assessing the climate change mitigation potential from food waste composting. Scientific reports 13 article no. 7608 (2023)

Emission of greenhouse gases (GHGs) during composting and vermicomposting: Measurement, mitigation, and perspectives. ScienceDirect vol 7, 2022

Gaseous Emissions from the Composting Process: Controlling Parameters and Strategies of Mitigation . Processes, MDPI. 2021.

Greenhouse Gas and Air Pollutant Emissions from Composting. Environ Sci Technol. 2023 Feb 14; 57(6): 2235–2247. Published online 2023 Jan 31.

Measures for Controlling Gaseous Emissions during Composting: A Review. Int J Environ Res Public Health. 2023 Feb; 20(4): 3587. Published online 2023 Feb 17

The Composting Handbook, A how-to and why manual for farm, municipal, institutional and commercial composters. Compost Research & Education Foundation. Robert Rynk. 2022.

Vi sender løbende nyhedsbrev om kompost, og du kan følge med i Closecycle-projektets aktiviteter på:
<https://www.interregnorthsea.eu/closecycle>

Projektet Closecycle er et Interreg project støttet af the North Sea Programme of the European Regional Development Fund of the European Union samt medfinansieret af Promilleafgiftsfonden for frugtavlen og gartneribruget.

Promilleafgiftsfonden
for frugtavlen og gartneribruget

Formålet med Closecycle projektet er at sikre produktionen samt øge kvalitet og udbytte af gartneriafgrøder. Dette sker ved at samle og formidle international viden og forskning om recirkulering af organiske ressourcer samt kvaliteten heraf. Der opnås synergi gennem samarbejde, videndeling og sparring på tværs af lande i Nordsø regionen.

Ønsker du ikke længere at modtage nyhedsbrev om kompost, kan nyhedsbrevet afmeldes på følgende: juch@hortiadvise.dk eller rdv@hortiadvise.dk.