

INSPIRATIONSKATALOG

Øget kulstofbinding i økologiske grønsager

Efterafgrøder og grøngødning kan redde
grønsagsmarker fra kulstoftab



Innovationscenter
for Økologisk Landbrug

Produktion af grønsager tilfører jorden meget mindre kulstof, end der fjernes ved naturlig nedbrydning. Derved tærer grønsager på jordens kulstofbeholdning og jordfrugtbarhed. Dette katalog giver inspiration til, hvordan kulstofindholdet bevares og opbygges i et grønsagssædskifte med hjælp fra efterafgrøder og grøngødning - til gavn for klimaet og jordens dyrkningsegenskaber.

Udfordringer og muligheder for efterafgrøder i et grønsagssædskifte

Etablering af efterafgrøder og grøngødning i et grønsagssædskifte er udfordret fordi, grønsager ofte høstes for sent til rettidig etablering af en efterårssået efterafgrøde. Desuden er mange af de efterafgrøder, der anvendes i stort omfang i landbruget, problematiske at bruge i en grønsagsproduktion pga. risiko for opformering af skadegørere.

Derimod byder etablering af efterafgrøder og grøngødning i et grønsagssædskifte på andre muligheder, idet

- etablering af sene hold giver mulighed for at etablere en forårssået grøngødning eller en sent sået overvintrende efterafgrøde, der kan vokse videre om foråret
- produktion af grønsager giver flere områder i marken med bar jord gennem hele dyrkningsforløbet, der under visse omstændigheder kan bruges til efterafgrøder
- grønsager har en beskedent jorddækning i relativ lang tid, hvorved der kan etableres langsomt voksende efterafgrøder under kulturen senere i vækstforløbet, uden at grønsagskulturen generes
- et tidligt høstet hold af grønsager rømmer marken og giver plads til etablering af efterafgrøder

Derfor er kulstof vigtig

Kulstof er vigtig for jordens dyrkningsegenskaber. Et højt indhold af kulstof betyder, at jorden

- Har bedre struktur
- Er lettere at bearbejde - større tidsvindue og mindre energikrævende
- Hurtigere afdræner - længere vækstsæson
- Er mere robust over for mekanisk påvirkning
- Er mere robust over for vejret, som stadig bliver mere ekstremt
- Frigiver næringsstoffer
- Holder på næringsstoffer
- Har mere jordliv, der hurtigere omsætter tilført organisk materiale
- Giver højere og mere stabile udbytter

SÅDAN TILFØRER DU KULSTOF TIL JORDEN

Kulstof kan tilføres jorden via organisk gødning som gylle, kompost, dybstrøelse, halm og lignende. Men hovedparten af kulstoffet stammer fra biomasse produceret via fotosyntesen af levende planter og rødder, som efterlader det i jorden i form af organisk stof.

Jorden indeholder i gennemsnit 110 ton organisk stof pr. hektar i de øverste 25 cm. Hvert år forsvinder ca. 2-3 ton organisk stof pr. ha i form af CO₂ fra landbrugsjorden ved almindelig drift. For at være i balance skal dette tab opvejes af tilført organisk gødning og biomasse.

Størstedelen af den organiske gødning og biomasse, som tilføres jorden, vil hurtigt (inden for et år efter tilførsel) blive omsat af mikroorganismer og forsvinde op i atmosfæren som CO₂. En mindre del bygges ind i jordens pulje af mere tungt omsættelige organiske forbindelser og bidrager dermed til humusindholdet.



Efterafgrøde af fodervikke, honningurt og hestebønne sået den 10. august.

Foto: Richard de Visser

Lovgivningen kræver fokus på kulstof

På økologiske bedrifter skal mindst 50 % af det indberettede produktionsareal bestå af kulstoflagrende afgrøder. Kulstoflagrende afgrøder er:

- Græs og græsblandinger, både permanent og i omdrift
- Efterafgrøder og udlæg af græs og græsblandinger
- Energiafgrøder, skovkulturer, frugttræer og -buske med bunddække af græs (juletræer, remisser og læhegn kan også tælle med, hvis det indberettes som økologisk areal)

Grønsager har et meget lavt indhold af Effektivt Organisk Stof (EOS)

Et begreb som anvendes til at estimere, hvor meget organisk stof der er tilbage et år efter tilførsel, er EOS (Effektivt Organisk Stof). EOS beskriver ret godt, hvor meget organisk stof en given afgrøde bidrager med til jorden. Fælles for grønsagskulturer er, at de har et meget lavt EOS. Det vil sige, at der efterlades meget lidt stabilt organisk stof efter en grønsagskultur. Det meste vil blive omsat til CO₂ inden for et år efter nedmuldning.

Her er eksempler på, hvor meget EOS forskellige grønsagskulturer efterlader pr. hektar:

- Gulerod 696 kg EOS
- Løg 306 kg EOS
- Porre 227 kg EOS
- Hovedsalat 162 kg EOS
- Hvidkål 750 kg EOS

Efterafgrøder, der er etableret rettidigt, bidrager til sammenligning pr. hektar:

- Rødkløver 1.107 kg EOS
- Honningurt 660 kg EOS
- Olieræddike 874 kg EOS

Organisk gødning, som tilføres marken, bidrager også til puljen. Hvor meget afhænger af hvilken type organisk gødning og den udbragte mængde. Eksempler på bidraget af Effektivt Organisk Materiale (EOM) fra husdyrgødning og kompost:

- Sogylle 9 kg EOM/ton
- Kvæggylle 50 kg EOM/ton
- Dybstrøelse 109 kg EOM/ton
- Champost 106 kg EOM/ton
- Kompost 182 kg EOM/ton

Hvert år forsvinder ca. 2-3000 kg organisk stof pr. ha i form af CO₂ fra landbrugsjorden ved almindelig drift.

Nedenfor beskrives fem mulige indsatsområder, der kan få efterafgrøder og grøngødning ind i en intensiv grønsagsproduktion. Flere af forslagene er ikke videnskabeligt afprøvet, men bygger på dyrkningsmæssige erfaringer.

1 ETABLERING AF EFTERAFGRØDE EFTER HØST AF GRØNSAGSKULTUREN

Såning af en efterafgrøde efter høst af grønsagskulturen er den mest anvendte metode, hvis det er praktisk muligt. En eftersået efterafgrøde yder ingen konkurrence over for grønsagskulturen, og det er også derfor den mest foretrukne metode. Artsvalg er vigtig pga. risikoen for opformering af plantesygdomme og skadedyr. Desuden rømmes hele marken ikke på én gang, hvorved det kan være svært at finde det rette tidspunkt at påbegynde etablering af efterafgrøden.

Til gengæld etableres flere grønsager først sent i foråret eller i en plantning/såning af et senere hold. Dette giver mulighed for, at en efterafgrøde sået sent i det foregående efterår (helt frem til oktober), kan vokse videre om foråret og derved opnå en betydelig biomasse.

Diversitet i efterafgrøder

Det anbefales generelt at anvende blandinger af forskellige arter til efterafgrøder. Jo større diversitet jo bedre. Efterafgrøder med kun én art mangler diversitet i vækstform, etableringshastighed, varighed og robusthed.

Desuden anbefales det at anvende mindst én bælgplanteart i blandingen. Med en større spredning i arternes karakterer, styrker man effekten af en efterafgrøde. Komplexitet, tilgængelighed og pris er ofte begrænsende for sammensætning i praksis. Husk, at regler for brug af frø af økologisk oprindelse også gælder efterafgrøder.

Valg af efterafgrøde og såtidspunkt

I milde vintre kan der tabes mange næringsstoffer ud af rodzonen, hvis efterafgrøden dør af frost – især på let jord. Overvintrende arter sikrer et levende plantedække, der i milde vintre vil optage de mineraliserede næringsstoffer, der ellers ville gå tabt. Hvis der i året efter grønsagskulturen etableres en ny grønsagskultur uden dybe rødder – f.eks. spinat eller salat – anbefales det at etablere en blanding med delvis overvintrende arter.



Efterafgrøde af honningurt, hør, boghvede, aleksandrinerkløver, rødkløver og gul sennep sået den 10. august.

➤ Etablering før 1. september

Jo tidligere der sås, desto bedre er etableringsgrad og tilvækst i efterafgrøden. Alle efterafgrøder kan i Danmark sås sikkert frem til midten af august. De sidste to uger i august kan også være brugbare, men der tabes effekt for hver dag, såningen udsættes.

➤ Etablering fra 1. september - 1. oktober

I milde efterår kan der sås hurtigt voksende efterafgrøder.

➤ Etablering efter 1. oktober

Vintervikke/vinterhavre i forholdet 80/20 kan etableres sent og er relevant, hvis der er mulighed for fortsat vækst om foråret. Efterafgrøden snittes og nedmuldes om foråret i 5-10 cm's dybde eller pløjes ned. Især ved sen nedmuldning og stor biomasse er der risiko for at tømme jorden

for vand, hvilket kan medføre problemer med etablering af den efterfølgende kultur.

En ny efterafgrødetype af helbladet vinterært kan sås sent på året til overvintring og videre vækst om foråret. Helbladet vinterært har et kraftigt jorddække om foråret modsat sin halvbladløse fætter.

I et sædskifte med korsblomstrede grønsagskulturer bør der ikke anvendes korsblomstrede efterafgrøder pga. risiko for kålbrok og opformering af skadedyr. Er der ingen kål eller andre korsblomstrede grønsager i sædskiftet, er det en fordel at korsblomstrede efterafgrøder indgår i blandingerne. De har stor tilvækst, er lette at etablere og er relativt billige. Mykorrhiza-svampe reduceres kraftigt efter korsblomstrede afgrøder, og derfor anbefales disse generelt ikke forud for løg og porre.

2 AREALER TIL SÅNING FORUD FOR GRØNSAGSKULTUREN

Forud for grønsagskulturer, der først etableres i begyndelsen af juni, - f.eks. et sent hold af broccoli eller porre, er det muligt at så en blanding af ét-årige arter med bælglplanter med en hurtig udvikling. Eksempler på disse er ært, aleksandri-nerkløver, honningurt og boghvede.

Effekten er ikke meget stor, men arterne er hurtigt etableret og vil således kunne dække jorden. Anvend en stor udsædsmængde, f.eks. 1,5 gange den anbefalede. Ved nedmuldning af en meget kraftig grøngødning er der risiko for vandmangel.

3 ÅBNE AREALER -FORLAND, VANDINGSSPOR OG KØRESPOR

Grønsager dyrkes temmelig ineffektiv med et lille plantetal i marken sammenlignet med landbrugsafgrøder. Derfor er der meget bar jord i løbet af vækstsæsonen. Hvis man sammenlægger al udyrket jord i en grønsagsmark, er helt op mod 50 % af jorden bar i løbet af sæsonen (se tabel 1 på næste side). At holde jorden bar er praktisk i forhold til ukrudtsbekæmpelse, færdsel, m.m. Etablering af efterafgrøder på de åbne arealer udfordres af færdsel i marken under grønsagskulturens vækst, manglende etableringsteknik samt skånsom høstteknik, og der er derfor en risiko for, at en efterafgrøde på disse arealer ikke bliver til noget. Risikoen kan dog være værd at tage, og i de tilfælde hvor op mod halvdelen af

jorden ligger bar, kan der hentes en del på disse uproduktive arealer i form af kulstofinput samt evt. kvælstofproduktion. Til disse arealer vælges robuste arter med kraftig trævlerod. Frøgræsblandinger med rajgræs, engsvingel og rødkløver sået i anden halvdel af juni har klaret sig fint på forland i en knoldsellerimark. Der blev klippet 3,2 ton tørstof pr. ha i kløvergræs i slutningen af oktober, og dækningen var 100 %.

Eng- og rødsvingel af plænetype samt græs-blanding 56 til svineproduktion har en vis robusthed og forventes således at have en betydelig slidstyrke.



Tabel 1 viser et eksempel på en mark på lidt over 1 ha. I tabellen kan man se, hvor stort et areal i marken, der står uden bevoksning, og potentiel kan anvendes til efterafgrøder.

	Areal med afgrøde	Arealer uden bevoksning			
	Bede	Vandingsspor	Forager	Kørespor	Mellem rækkerne
Bredde	2 meter	2 meter	6 meter	0,3 meter	0,15 meter
Længde	250 meter	250 meter	42 meter	250 meter	250 meter
Antal	12	2	2	15	36
kvadratmeter	6.000 m ²	1.000 m ²	504 m ²	1.125 m ²	1.350 m ²
Andel uden bevoksning på marken	46% af arealet kan potentielt anvendes til efterafgrøder i dyrkningsæsonen				



Det er mest oplagt at lade forland, vandings- og høstspor indgå i arealet med grøngødning. Risikoen for at planterne i køresporet bliver ødelagt af færdsel er høj, og det er i praksis svært at vælge det rigtige tidspunkt for etablering.



Kløvergræs på forland i en gulerodsmark. Foto: Richard de Visser



Kløvergræs i vandingspor i en gulerodsmark. Foto: Richard de Visser

4 AREALER MED UNDERSÅNING I EN STÅENDE GRØNSAGSKULTUR

Undersåning i en grønsagsskulptur medfører en vis risiko for dyrkningsikkerheden i kulturen og vil desuden ændre nogle arbejdsgange. Som udgangspunkt kan undersåning i en grønsagsskulptur kun lade sig gøre;

1. hvis den ikke yder for stor konkurrence med grønsagsskulturen om vand og næring
2. hvis den ikke generer høsten
3. hvis høstmetoden tillader, at efterafgrøden overlever – dvs. ved håndhøstede kulturer som græskar, kål, bladselleri og knoldselleri med top. Med nænsom høstteknik kan andre afgrøder såsom knoldselleri også komme i betragtning.

Etableringstidspunkt og artsvalg er afgørende ved undersåning af efterafgrøde i en stående grønsagsskulptur. Hvis etableringen sker for tidligt, er konkurrencen om næring og vand næsten altid til ulempe for grønsagsskulturen. Det er også en erfaring, at meget konkurrencestærke afgrøder som f.eks. græskar, tåler relativt aggressive arter som hvidkløver og rødkløver udbragt inden rækken lukker.



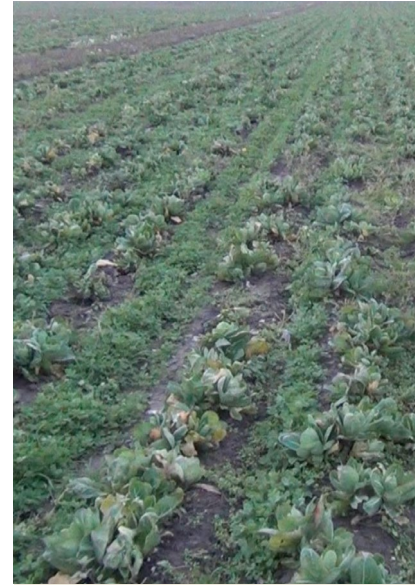
Etableringstidspunkt og artsvalg er afgørende ved undersåning af efterafgrøde i en stående grønsagsskulptur. Afprøvning af etablering af vikke/rug i knoldselleri med top i uge 35 gav ingen reduktion i udbytte. Efterafgrøden opsamlede op til 50 kg kvælstof til den efterfølgende kultur, samtidigt med at der var et plantedække hen over vinteren. Foto: Richard de Visser.



Hvis etableringen sker for tidligt, er konkurrencen om næring og vand næsten altid til ulempe for grønsagskulturen. Her et eksempel på for tidlig sået hvidkløver i rødbede. Foto: Richard de Visser.



Undersåning med en blanding af honningurt og rødkløver i hokkaido. Foto: Richard de Visser.



I spidskål med en vækst på op til 80-90 dage er etablering af f.eks. rødkløver ved sidste radrensning lykkedes forudsat, at afgrøden kan vandes, eller der er tilstrækkelig nedbør. Efter høst af grønsagskulturen vokser kløveren videre. Foto: Richard de Visser.

Der findes ikke færdigteknik til såning af efterafgrøder i grønsager, men der er gjort gode erfaringer med en almindelig radsåmaskine, hvor såaggregaterne over grønsagsrækkerne er fjernet eller løftet. Se i videoen [her](#), hvordan Skiftevær Økologi sår efterafgrøder i græskarmarken.

5 ETABLERING AF GRØNSAGSKULTUR I EN EKSISTERENDE GRØNGØDNING

Der er ikke mange erfaringer med etablering af grønsagskulturer i en eksisterende grøngødningsmark i Danmark. En vigtig erfaring, der dog er værd at nævne, er, at genvækst af græs, hvidkløver og andre krybende kløverarter samt korn, der ikke er skredet på indarbejdningstidspunktet – især vinterrug – medfører risiko for, at der skal bruges en del mere tid på ukrudtsbekæmpelsen.



Vintervikke i renbestand. Om foråret udvikler den sig hurtigt med stor dækningsgrad og stor biomasse. Der er målt 80 kg N-eftervirkning efter vintervikke pløjet ned i anden halvdel af maj på sandjord. Foto: Richard de Visser

De beskrevne metoder i dette inspirationskatalog er ikke afprøvet videnskabeligt. Udsagnene er baseret på erfaringer fra projektet "Kulstofbinding i Økologiske Grøntsager", hvor etablering af udvalgte efterafgrøder i et grønsagssædskifte er afprøvet. Kataloget tjener således som inspiration.

ÆNDRING AF KULSTOFINDHOLD MED EFTERAFGRØDER OG GRØNGØDNING

Brugen af efterafgrøder kan være med til at begrænse tabet af kulstof i et grønsagssædskifte, men det er ikke nok til at give en kulstofopbygning (se tabel 2). Hvis kulstofindholdet skal øges, kræver det, at der indgår kløvergræs i sædskiftet. Kløvergræs kan øge kulstofindholdet med tæt på 1 ton pr. år i jordens øverste 25 cm.

Hvis der er helårsgrøngødning i ét ud af fem år og efterafgrøder i de øvrige år, vil kulstofindholdet kunne hæves med 0,71 ton/ha over de fem år. Hvis der ikke er efterafgrøde, vil man stadig kunne hæve kulstofindholdet, men kun med 0,23 ton/ha.

Dyrkningssystem	Efterafgrøde	Grøngødning	Ændring i C-pulje (ton C/ha)
1	-	-	-0,9
2	+	-	-0,3
3	-	+	0,23
4	+	+	0,71

Tabel 2. Ændring i jordens kulstofindhold i de øverste 25 cm over fem år ved forskellige dyrkningssystemer med eller uden efterafgrøder. I dyrkningssystem 1 indgår hverken efterafgrøder eller grøngødning. I dyrkningssystem 2 indgår efterafgrøder i alle fem år. I dyrkningssystem 3 er der helårsgrøngødning i ét ud af fem år, og i dyrkningssystem 4 er der helårsgrøngødning i ét ud af fem år samt efterafgrøder i de øvrige år. Udregninger: Mads Juul, ØkologiRådgivning Danmark.

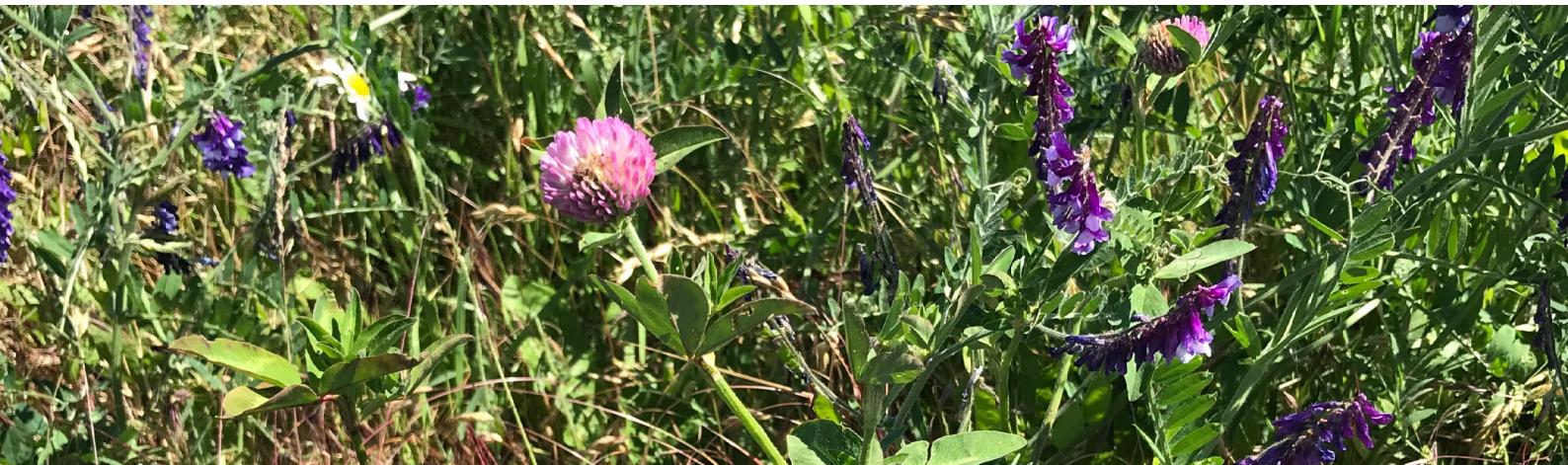
ØKONOMIEN I EFTERAFGRØDER

Med udgangspunkt i en efterafgrøde bestående af en kløvergæsblanding, vil en efterafgrøde typisk kunne etableres for omkring 500 kr./ha i frø. Dertil skal lægges omkostningen til etablering. Kan arbejdet udføres med en let maskine, f.eks. en gammel slæbeskærssåmaskine, vil omkostningen til maskinarbejde inklusive løn ofte kunne holdes i et leje omkring 200 kr./ha. Omkostningen vil være meget afhængig af kapaciteten på den maskine, der anvendes. Jo mere, der kan tilsås i timen, jo mindre bliver omkostningen til traktor og løn pr. ha. Dette forudsætter, at der er en ældre maskine til rådighed, som er afskrevet. Skal der indkøbes en maskine, skal der beregnes afskrivning af denne.

Kan man etablere en efterafgrøde i samme arbejdsgang som f.eks. en radrensning, vil man kunne spare en arbejdsgang og dermed også udgifter til etableringen.

Skal der etableres efterafgrøde efter en hovedafgrøde, f.eks. tidlige kartofler, vil der i de fleste tilfælde udføres en jordbearbejdning i forbindelse med såning af efterafgrøden. Hvis denne jordbearbejdning ikke er planlagt, vil der være en forholdsvis høj omkostning til etablering af efterafgrøden i forhold til, hvis den blev sået i en afgrøde med såmaskine eller radrenser.

Værdien af efterafgrøden for den efterfølgende kultur afhænger i høj grad af, hvor meget kvælstof der kan opsamles i efterafgrøden og videregives til næste afgrøde. I efterafgrøder med en høj kløverandel er det ikke urealistisk at kunne videreføre mellem 40 og 80 kg N/ha. Efterafgrøder uden kløver forventes ikke at kunne overføre så meget kvælstof. Her må forventes en eftervirkning i niveauet 0-25 kg/ha.



YDERLIGERE INFO OG RÅDGIVNING

Ønsker du at vide mere om emnet eller rådgivning om implementering af efterafgrøder, kan du kontakte forfatterne:



Richard de Visser

Konsulent hos HortiAdvice

Telefon: +45 8740 66 10

Mobil: +45 3053 8716

Mail: rdv@hortiadvic.dk



Mads Juul

Planterådgiver hos ØkologiRådgivning Danmark

Mobil: +45 29 62 73 29

Mail: mju@oerd.dk



Maja Eline Petersen

Projektleder hos Innovationscenter for

Økologisk Landbrug

Mobil: +45 2890 2039

Mail: maep@icoel.dk

Projektet "Kulstofbinding i økologiske grønsager" er finansieret af Promilleafgiftsfonden for frugtavl og gartneribruget

Samarbejdspartnere

