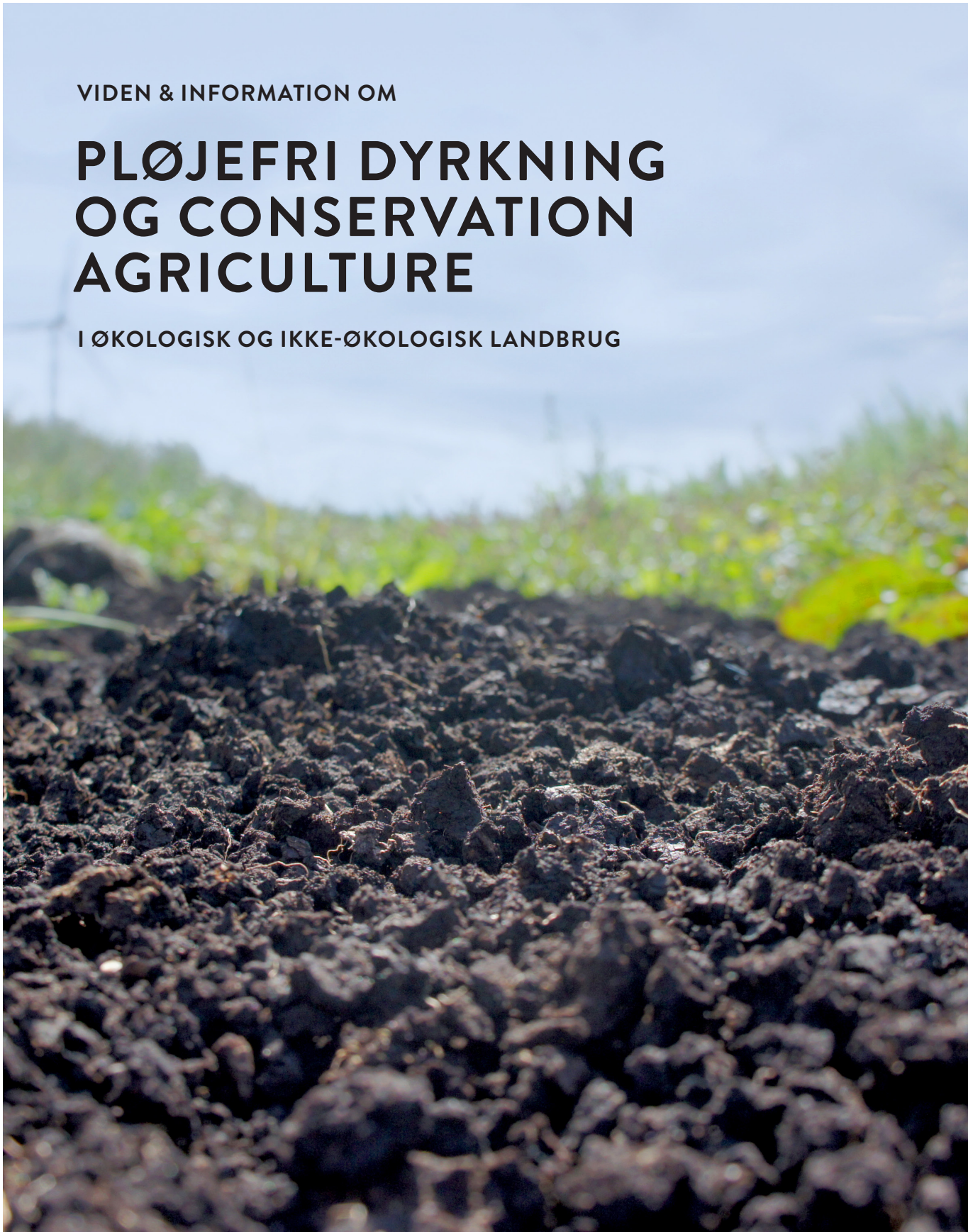


VIDEN & INFORMATION OM

PLØJEFRI DYRKNING OG CONSERVATION AGRICULTURE

I ØKOLOGISK OG IKKE-ØKOLOGISK LANDBRUG



AUGUST 2021

FORORD

Anton Rasmussen, Projektleder i Økologisk Landsforening

Denne værktøjskasse (version 2.0) indeholder viden og information om pløjefri dyrkning og Conservation Agriculture i økologisk og ikke-økologisk landbrug. Indholdet er tilvejebragt i projekterne CarbonFarm I og II om bæredygtige dyrkningssystemer. Værktøjskassen udvides og udvikles løbende i takt med at projekterne skaber resultater.



INDHOLD

Perspektiver i økologisk CA	s. 3
Hvorfor er minimal jordbearbejdning interessant?	s. 7
Sædskifter ved Conservation Agriculture (CA)	s. 10
Kulstofmotoren	s. 13
Regnorme-tjek	s. 15
Sådan får du stærkere efterafgrøder og mindre ukrudt	s. 17
Introduktion til pløjefri dyrkning i økologisk jordbrug	s. 19
Case beskrivelser	
Økologisk pløjefri dyrkning i Skåne	s. 24

PERSPEKTIVER I ØKOLOGISK CA

Af Niels-Kristian E. Knudsen og Carsten Markussen, ØkologiRådgivning Danmark (2021)

NoTill, pløjefri dyrkning, reduceret jordbearbejdning eller conservation agriculture (CA). Kært barn har mange navne. Uanset hvad, så har dyrkning af landbrugsafgrøder med ingen eller begrænset jordbearbejdning fået et stadig større fokus. Den største udfordring er ukrudtsbekæmpelsen. Blandt konventionelle landmænd er systemerne forholdsvis udbredt godt hjulpet på vej af glyphosat. For økologiske landmænd er der ikke et nemt alternativ til ploven, når ukrudtet skal bekæmpes, og der skal laves et godt såbed. Under økologiske forhold er det derfor mere realistisk at tale om LowTill end om NoTill.

HVORFOR BEGRÆNSE JORDBEARBEJDNINGEN?

Fra naturens side er jorden normalt dækket af planter hele tiden. Sort jord ses kun efter brande, tørke, jorderosion osv. - situationer, der mere eller mindre er forårsaget af mennesker.

I landbrugsmæssig sammenhæng har harvning og pløjning vundet indpas pga. et behov for at give de dyrkede afgrøder et forspring og en fordel over for konkurrerende planter, dvs. typisk ukrudt.

Der er dog en række ulemper forbundet med at bearbejde og berøre jorden. Ulemper, som også har betydning for de dyrkede afgrøder, og som her beskrives i fire hovedpunkter:

JORDSTRUKTUREN ØDELÆGGES

Den første udfordring, der opstår, er, at jordens struktur ødelægges i den dybde, den bearbejdes i. Regnormegange, rodkanaler og jordpartikler enten ødelægges eller neddeles. Fx benytter unge planter gange og kanaler i jorden til rodvækst. Når denne mulighed ikke er der, vil rodudviklingen hos planterne ofte forsinkes. Regnorme er medvirkende til at transportere materiale, fx planterester og gødning, ned i dybere jordlag, og jordbearbejdningen besværliggør deres arbejde, og mobiliteten af kulstof og næringsstoffer i jorden vil derfor nedsættes.

DÅRLIG VANDHOLDENDE EVNE

En anden udfordring er jordens evne til at opsuge, holde på, afgive og transportere vand. En god jordstruktur er med til hurtigt at hjælpe vandet med at infiltrere og fordeles i jorden. Jordbearbejdning ødelægger strukturen og medfører desuden, at det øverste jordlag iltes pga. en stigende luftgennemstrømning. Det er medvirkende til øget fordampning af vand fra det bearbejdede lag. Pakning af jorden i forbindelse med pløjning eller anden bearbejdning kan dog modvirke udtørring ret effektivt. En jord, der bearbejdes, vil have større tendens til at udtørre afhængig af årstiden og vejret. NoTill giver sig ofte konkret udslag i marker, som hurtigere bliver tørre og farbare for maskiner.

TAB AF KULSTOF

En tredje udfordring er tab af kulstof fra jorden. Når jorden bearbejdes og beluftes af maskiner, stiger mineraliseringen og omsætningen af organisk stof. Det er vigtigt, at der er ilt i jorden. Når der er ilt, sker den naturlige omsætning godt og i et roligt tempo. Når der pløjes, bliver der pludselig tilført en stor mængde ilt til de øverste 20-25 cm af jorden. Dette booster omsætningen, så der frigives kulstof i form af CO₂ i relativt store mængder. Det er en af hovedårsagerne til, at jordbearbejdning også øger klimabelastningen.

KONSERVERING OG AKTIVERING AF UKRUDTSPULJE I JORDEN

En fjerde ulempe er, at man med ploven "konserverer" frø, som ellers ville være ødelagt af fugle, mikroorganismer, vejr og sol på jordoverfladen. Mange frø, især de olieholdige, kan ligge i spirehvile i jorden i mange år. Når de igen bliver pløjet op, afbrydes spirehvilen. På den måde risikerer man at hente meget gammelt ukrudt op fra dybere jordlag. Hvis man kan reducere jordbehandlingen til de øverste 4-6 cm, hvor der er en langt større omsætning, vil de spildte frø være langt mere udsat for at blive ædt, eller på anden måde omsat/nedbrudt.

PERSPEKTIVERNE

Ideelt set vil man kunne opnå bedre vandforsyning, færre ukrudtsproblemer, bedre jordstruktur, mindre klimabelasting og mere farbare marker, hvis systemet kunne overføres til det økologiske jordbrug. Alle disse forhold vil kunne afføde både højere udbytter i afgrøderne pga. bedre vækst samt færre omkostninger pga. sparet energi til ukrudts- og jordbearbejdning.

UKRUDT - DEN STORE UDFORDRING

Udfordringen for økologien er, at vi ikke kan give afgrøderne tilstrækkeligt gode konkurrencevilkår i forhold til ukrudtet, fordi vi ikke har et effektivt alternativ til ploven, når der skal laves såbed; et alternativ, der kan slå efterafgrøde og ukrudt ihjel hurtigt og effektivt.

Det, økologer indtil videre har afprøvet både i Danmark og i udlandet, er at etablere en efterafgrøde, som tromles ned inden såning af hovedafgrøden. Den nedtromlede afgrøde vil dække for ukrudtet, og der kan herefter sås en hovedafgrøde med en såmaskine med skiveskær. Disse forsøg har dog givet svingende resultater. Gengroning fra den nedtromlede afgrøde er et problem, og såningen af den primære afgrøde bliver ofte for sen, da efterafgrøden skal være på strækingsstadiet, før tromlingen har succes.

Den såkaldte fladekompostering, hvor man med en fræser med højt omdrejningstal samt hjul, der kan styre dybden overligt, kan skære (efter)afgrøden af lige mellem top og rod, er afprøvet med vekslende held. Udvikling af maskineri og afhængighed af vejrlig er de største udfordringer.

Desuden afprøves maskiner, hvor der anvendes vand til at spule/skære en sårille. Om det er hensigtsmæssigt at anvende vand på den måde omkring såsæden, skal undersøges, men det er tvivlsomt.

Ovenstående er eksempler på hvordan, der arbejdes på at finde løsninger til økologisk conservation agriculture. Driftsformen er dog ikke moden endnu.

EGNEDE MASKINER

Maskinvalget afhænger af hvor dybt, man vil bearbejde jorden.

KNIVTROMLE

Knivtromlen, som anvendes til nedtromling af efterafgrøden, er egentligt udviklet ifm. destruktion af majsstubbe men kan i denne forbindelse sammenlignes med den tidligere beskrevne afgrødetromle. Tromlen kombinerer principperne fra tromling med knivene fra spaderulleharven. Hastighed er afgørende for resultatet, så maskinen har stor kapacitet. Knivtromlen har stort set ingen jordbearbejdende effekt.

SKRÆLPLOV

Skrælploven var tidligere et meget anvendt stubbearbejdningværktøj, men forsvandt op gennem 1990'erne. Der er dog nye plove på markedet, som forholdsvist nemt arbejder i otte til ti cm's dybde. Furebredden er ofte omkring ti tommer, hvilket gør den lille arbejdsdybde mulig. En stigende interesse for skrælplojning er muligvis understøttet af, at mange af fordelene fra almindelig pløjning bibeholdes, fx nedmuldning af afgrøderester og et renere såbed til såmaskinen. Den mindre arbejdsdybde bevirker, at man vil kunne trække en skrælplov med større arbejdsbredde.

HARVER

Man kunne forestille sig, at pløjning forud for etablering af en afgrøde ikke altid er nødvendig. Det er muligt, at pløjning i 50-75 pct. af årene/markerne kan erstattes af en gåsefods- og vingeskærsharve til ukrudtsbekæmpelse. Harvning er mindre indgribende for jorden, da arbejdsdybden reduceres. En afledt effekt kan være jævnere marker uden sammenpløjninger samt en større kapacitet end ved pløjning. Arbejdsdybden kan styres ret præcist, hvis harven er udstyret med pakvalse i fuld arbejdsbredde.

PTO-DREVNE REDSKABER

Som udgangspunkt er PTO-drevne redskaber, som fx rotorharver ikke velsete, da de meget let kan pakke jorden, så der bliver en sål. Jorden vil ofte blive bearbejdet meget hårdt og konsekvent af disse maskiner. Grunden til, at de alligevel nævnes her, er, at arbejdsdybden kan reduceres betragteligt ift. pløjning. Fx har knivfræsning stor effekt på visse typer rodukrudt, og derudover vil man med dybdehjul kunne arbejde mere overfladisk, dvs. tre til fem cm afhængig af, hvor jævnt arealet er. Ulempen ved fræsning er ofte højere driftsomkostninger, glitning af jorden samt begrænset kapacitet.

RÆKKEDYRKNING

Rækkedyrkning er interessant i et LowTill-system, da man teoretisk set vil kunne nøjes med at bearbejde jorden i den stribe, hvor afgrøden sås. Maskinerne hertil er stadig på forsøgsplan, og ligesom med nedtromling af dækafgrøder er teknologien ikke nået langt. Dog er det en interessant tanke, da fremtiden uvægerligt vil være præget af mere teknik, GPS og kamerastyring, hvilket kun kan ses som en hjælp på vejen til rækkedyrkning.

LOWTILL I PRAKSIS: ELLINGLUND ØKOLOGI, MALKEKVÆGBRUG

Ellinglund "solgte" ploven for fire-fem år siden, og har erstattet den med harver af forskellige typer. Grunden til dette skridt er en tro på, at jorden uden pløjning vil kunne opbygge mere kulstof og større frodighed. Det store skridt er baseret på lysten til at prøve noget nyt, til at eksperimentere i dagligdagen samt en lyst og vilje til at se og lytte til andre, der prøver noget lignende. Som Ellinglunds ejer, Gert Lassen, selv udtrykker det: "Vi er gået væk fra at pløje, men vi er ikke nået til reduceret jordbearbejdning endnu".

VÆRKTØJERNE

Før hver ny afgrøde bliver der harvet efter behov. Kløvergræs er sværest at håndtere. Her bliver der oftest harvet op til fire gange, først så overligt som muligt, derefter dybere og dybere indtil 8-12 cm.

Der anvendes faste kørespor i kløvergræs-markerne for at sikre en luftig og let jord i den helt overvejende del af arealet, hvor der ikke køres, - til gavn for livet, væksten og omsætningen i kløvergræsmarken.

I samme periode er kvælstofildelingen i husdyrgødning reduceret med 40 pct. Sædskitte og grøngødning erstatter dette kvælstof, der nu sælges til andre økologer i området.

Der bliver sået rigtig mange efterafgrøder, og andelen af marker med efterafgrøder og kløvergræs nærmer sig stærkt 100 procent. Samtidig er der kommet flere nye arter og flere blandinger ind i efterafgrøderne. Formålene er at indbygge kulstof, kvælstof, frugtbarhed og struktur jorden. Det er netop det arbejde, effektive efterafgrøder kan udføre, og samtidig udgør de et sundt og billigt fodertilskud primært afgræsset af køer og kvier.

Indbygning af frugtbarhed og kulstof i jorden er som fremhævet målet med det hele. Udover ovennævnte tiltag arbejder Ellinglund med kompostering, med udtræk af kompost på forskellig vis samt opformering af mikroorganismer til udsprøjtning på plantedækket for at fremme omsætningen af de planter, der skal nedbringes før såning af nye afgrøder, og for at fremme livet i jorden og plantevæksten.

ERFARINGER

Ellinglund Økologi har haft de samme udfordringer, som de fleste andre, der arbejder med LowTill. Det sværeste er at aflive den eksisterende afgrøde/ukrudt. Der er mange kløvergræsmarker i sædskitte og det er ikke den letteste afgrøde at stoppe uden en plov. Derfor har traktor og harve slugt lige så meget diesel, som pløjningen gjorde tidligere. En effektiv læring af perioden uden plov er, at man skal være tålmodig om foråret og omhyggelig vente med at så, til jorden er tjenlig til at aflive kløvergræsset ordentligt og til at så næste afgrøde i.

Rodukrudt er ikke blevet et større problem. Sædskitte, efterafgrøderne og harven sørger for at holde det på et fuldt acceptabelt niveau.

NYT GREJ

Der er i 2021 investeret i en tre meter bred fræser, som arbejder helt overfladisk i jorden og med flere omdrejninger. Den skulle derfor være rigtig god til at skille plantens top fra roden og dermed i teorien aflive den med én behandling. For at få fræseren til at arbejde effektivt, skal der køres med ikke mere end 4 km/t, så det tager sin tid. Til gengæld kræver den ikke ret meget /trækkraft og diesel, da den arbejder overfladisk.

Erfaringen fra 2021 er, at fræseren ikke gør arbejdet godt nok uden hjælp. En harve med lille arbejdsdybde, stor bredde og kapacitet vil måske kunne gøre arbejdet færdigt. Den skal kun gå en smule dybere end fræseren, skære toppen af rødderne og rode rundt i de tørv, som fræseren har lavet, så skal det pløjefri såbed være klart. Erfaringen siger tydeligt, at man ikke skal forhaste sig; jord og plantedække skal være klar og modent til såning.

Ellinglund har taget et skridt, formodentligt et afgørende et, mod økologisk LowTill og reduceret jordbearbejdning.

HVORFOR ER MINIMAL JORD-BEARBEJDNING INTERESSANT?

Erik Sandal, Chefrådgiver Planteproduktion – LMO.



Der er ingen tvivl om, at effektiv jordbearbejdning har spillet en meget stor rolle for udviklingen af det moderne landbrug. Omvendt må det også konstateres, at for intensiv jordbearbejdning gennem tiderne har været med til at omdanne store landbrugsarealer til ufrugtbar jord flere steder på kloden.

Selv om vi i Danmark næppe er på vej mod direkte ødelæggelse, er der alligevel mange gode grunde til at minimal jordbearbejdning er interessant. Det skal dog understreges, at den fulde gevinst ved minimal jordbearbejdning kun opnås, hvis dette ses i sammenhæng med andre dyrkningsfaktorer, som sker i Conservation Agriculture. Hovedprincipperne i dette system er derfor kort beskrevet her.

CONSERVATION AGRICULTURE (CA) ER EN INTERNATIONAL BETEGNELSE FOR ET DYRKNINGSSYSTEM SOM BESTÅR AF TRE ELEMENTER:

- Minimal jordforstyrrelse - direkte såning
- Altid dække af planter og/eller planterester
- Sundt sædskifte - aldrig samme afgrøde to gange i træk

Conservation Agriculture er internationalt anerkendt (FAO) som et bæredygtigt dyrkningssystem, da det indeholder både miljø- og klimafordele.

FORDELE VED MINIMAL JORDBEARBEJDNING

I det følgende redegøres for nogle af de vigtigste fordele ved minimal jordbearbejdning.

OMKOSTNINGER

En helt oplagt fordel ved minimeret jordbearbejdning er, at du kan spare omkostninger til maskiner og arbejde. Du sparer tid, og der skal bruges færre og mindre maskiner. Specielt vil behovet for trækraft blive mindre, og dine omkostninger til brændstof vil derfor blive reduceret.

Hvor meget du kan spare, afhænger af mange forhold på din bedrift. Det betyder meget hvilken strategi for minimal jordbearbejdning du praktiserer. I praksis har vi set besparelser fra nogle få hundrede kroner helt op til 2.500 kr. pr. hektar. Den største besparelse findes, hvor der kan spares såvel mandskab som traktorer, og hvor etableringen bliver gennemført som direkte såning.

FORBEDRINGER AF JORDSTRUKTUREN

Når du minimerer jordbearbejdningen, sker der ændringer i jordstrukturen. Dette skyldes flere forhold. Jordens indhold af organisk stof øges, specielt i de øverste jordlag. På især lerjord vil dette bevirke, at der lettere kan etableres et bekvemt såbed. Herudover bevarer jorden flere makroporer, enten som regnormegange eller gamle rodkanaler. Det betyder at, jordens infiltrationsevne øges, så jorden bedre kan opfange nedbør.

Minimeret jordbearbejdning stabiliserer jordaggregaterne. Det betyder, at jorden ikke har så stor risiko for at slemme sammen efter nedbør. Dyrkningssikkerheden bliver derfor større.

NEDSAT RISIKO FOR JORDEROSION

Ved minimal jordbearbejdning efterlades flere planterester på jordoverfladen, og som nævnt stabiliseres jordaggregaterne. Dette betyder samlet set, at risikoen for både vind- og vandjorderosion nedsættes markant. Jorderosion er netop en af de væsentligste årsager til at store landbrugsarealer hvert år mister dyrkningsværdi.

BEVARELSE AF JORDENS KULSTOFINDHOLD – MINDRE RISIKO FOR KVÆLSTOFUDVASKNING

Når jorden bearbejdes minimalt, vil der være en mindre del af jordens organiske stof, som bliver eksponeret for ilt, lige som jordtemperaturen vil være marginalt lavere. Alt andet lige betyder det en mindre mineralisering af jordens organiske stof – humusindholdet bevares bedre.

Derfor kan et system med minimal jordbearbejdning have en gunstig klimaeffekt, da netop opbygning eller bevarelse af jordens kulstofindhold er meget væsentligt i forhold til at undgå uønsket stigning i atmosfærens CO₂ indhold.

Det er dog den gængse opfattelse at minimal jordbearbejdning i sig selv ikke er i stand til at øge jordens kulstofindhold, hvis ikke det sker i sammenhæng med efterafgrøder og at afgrøderester efterlades på jordoverfladen, som det sker i dyrkningssystemet Conservation Agriculture.

Når der bliver frigivet mindre kulstof, frigives der også mindre kvælstof fra den organiske pulje til nitrat og ammonium kvælstof. Dette vil især ved etablering af efterårssåede afgrøder betyde en mindre risiko for kvælstofudvaskning. Undersøgelser tyder således på, at specielt nitratinholdet om efteråret er lavere ved direkte såning end ved pløjning. Da en del af kvælstofudvaskningen sker fra de såkaldte hotspots – som blandt andet fremstår efter jorderosion, betyder dette forhold også at risikoen for kvælstofudvaskning reduceres.

BIOLOGISK AKTIVITET OG BIODIVERSITET

Jordbearbejdning har stor indflydelse på levevilkårene for den fauna, der er knyttet til jorden. Minimeret jordbearbejdning har således en meget positiv indflydelse på antallet af regnorme, som er vigtige i forhold til at opretholde en god jordstruktur og til omsætning af plantemateriale. Herudover har undersøgelser vist, at en lang række insekter – f.eks. løbebiller har langt bedre levebetingelser i et dyrkningssystem med minimal jordbearbejdning.

Nyere forskning har vist at minimal jordbearbejdning har positiv effekt på mykorrhizasvampe, der spiller en meget væsentlig rolle for plantens mulighed for optagelse af især fosfor. Herudover udskiller mykorrhizasvampe stoffet glomalin, som er vigtig i forbindelse med stabilisering af jordaggregaterne.

Intensiv jordbearbejdning har negativ indflydelse på levemulighederne for de fugle, der er knyttet til agerlandet. Der er derfor fundet flere fugle på de bedrifter, der gennemfører minimal jordbearbejdning, specielt på bedrifter, der dyrkes efter principperne i Conservation Agriculture.

MINDRE FREMSPIRING AF UKRUDT

I de tilfælde, hvor afgrødeetableringen foregår helt uden forudgående jordbearbejdning, altså ved direkte såning vil der spire mindre ukrudt frem i afgrøden.

OMSÆTNING AF PESTICIDER

Når jorden ikke pløjes, vil pesticider ikke nedbringes i dybden. Dette vil alt andet lige betyde en hurtigere omsætning, da den biologiske aktivitet er højest i de øverste jordlag. Det kan derfor med rimelighed antages, at risikoen for udvaskning af pesticider er lavere end i f.eks. et pløjet system.

ULEMPER VED MINIMAL JORDBEARBEJDNING

Selv om der således er rigtig mange gode argumenter for minimal jordbearbejdning bør det også nævnes, at der naturligvis er nogle ulemper.

JORDEN BLIVER MERE KOMPAKT

En af argumenterne for jordbearbejdning er netop at løsne jorden! Det er da også tydeligt, at jorden ved minimal jordbearbejdning bliver mere kompakt, specielt hvis der ikke er et tilstrækkeligt højt humusindhold. Specielt jorde med indhold af grovsand kan pakke meget hårdt sammen så udbyttet falder. Den vigtigste forholdsregel mod kompakt jord er at sørge for tilstrækkelig højt humus indhold. Herudover er det vigtigt at køre med korrekt lavt dæktryk, samt undgå at køre på jorden når den for våd. Der er dog næppe tvivl om at minimal jordbearbejdning på visse jordtyper bedst lykkes, når der gennemføres en ikke vendende jordløsning af jorden en gang i mellem. Et varieret sædskifte med efterafgrøder og tilførsel af organisk materiale er dog den bedste forebyggelse i de fleste tilfælde.

UKRUDT

En af de største trusler mod et system med minimal jordbearbejdning er opformering af specielt græsukrudt. Dette skyldes at alle frø der bliver kastet på jordoverfladen, vil være et sted, hvor de kan spire i den næste afgrøde. Derfor er et alsidigt sædskifte med vår- og vintersæd alfa og omega for at få et system med minimal jordbearbejdning til at lykkes. Det har således vist sig, at opformering af resistent ukrudt går langt hurtigere i et system med minimal jordbearbejdning, frem for et system med pløjning.

Som nævnt ovenfor vil et system med helt direkte såning dog medføre en meget lav fremspiring af ukrudt.

SYGDOMME

Visse sygdomme smitter via planterester til kommende afgrøde. Derfor vil nogle sygdomme f.eks. hvedebladplet optræde mere hyppigt i et system med minimal jordbearbejdning. Disse ulemper kan dog i vid udstrækning undgås ved et godt planlagt sædskifte. Omvendt er en sygdom som meldug mindre aggressiv i et system, hvor jorden bearbejdes minimalt.

SNEGLE

Snegle har desværre vist sig at udgøre en alvorlig trussel mod systemer med ingen eller meget lidt jordbearbejdning. Dette gælder specielt når der også er mange efterafgrøder. Halmstriglen har dog vist sig at være et effektivt våben, ligesom en stor bestand af visse arter af løbebiller måske kan være med til at holde bestanden nede.

SÆDSKIFTER VED CONSERVATION AGRICULTURE (CA)

Erik Sandal, Chefrådgiver Planteproduktion LMO

I et CA-system er sædskiftet en af nøglerne til succes. Sædskiftet skal selvfølgelig indeholde de afgrøder, som giver et godt økonomisk grundlag, men sædskiftet skal også sikre at dyrkningssystemet kan gennemføres på sigt.

I det følgende gennemgås de vigtigste principper for sædskifte ved et CA-system, herunder muligheder for efterafgrøder og companion crops. Det er forudsætningen at samme afgrøde aldrig dyrkes to år i træk (undtagen flerårigt græs)

DÅRLIGE KOMBINATIONER I SÆDSKIFTET

I nedenstående tabel er givet eksempler på nogle kombinationer i et CA sædskifte, som bør undgås eller som er problematiske

FORFRUGT	AFGRØDE	BEMÆRKNING
Vinterhvede	Vinterbyg	Bør undgås. Der vil være alt for stor risiko for spildplanter af vinterhvede i vinterbyggen
Vinterhvede	Vinterrug	Der vil formentlig kunne findes spildplanter af vinterhvede, hvilket kan være et problem hvis rug skal afregnes som brødkorn.
Frøgræs	Vintersæd	Kan praktiseres, men risiko for at du får en opformering af spildfrø – angreb af fritfluer. Kan evt. være mellemafgrøde. Anbefalingen er dog at bruge frøgræs som efterafgrøde og så vårsæd til foråret.
Vårbyg	Vinterhvede	Vær særlig opmærksom på spildkorn af vårbyg, hvis vinterhveden er til brød eller fremavl.
Majs	Vinterhvede	Bør helt undgås af hensyn til faren for toksiner i vinterhveden.

PLACERING AF EFTERAFGRØDER

Efterafgrøder udgør en anden af grundstenene ved CA. Du skal derfor tilrettelægge dit sædskifte således, at der er god mulighed for at etablere efterafgrøderne tidligt, så de kan udvikle sig tilstrækkeligt.

- I et CA system, bør du altid etablere efterafgrøder forud for vårsæd
- Vinterbyg giver optimal betingelser for tidlig såning af efterafgrøder
- Vårbyg giver mulighed for at udlægge græs om foråret
- Hestebønner giver også mulighed for udlæg af græs om foråret
- Vinterhvede skal høstes tidligt, hvis der skal sås efterafgrøder efter høst
- Vinterhvede egner sig bedst til at etablere efterafgrøder ved udspredding før høst
- Gul sennep bør ikke anvendes som efterafgrøde i sædskifter med raps
- Olieræddike kan godt anvendes som efterafgrøde i sædskifter med raps, men ikke hvor der er kontakteret kålbrok
- Efterafgrødeblanding med f.eks. bælgplanter skal ikke dyrkes for hyppigt, da der kan ske opformering af visse sygdomme
- Der er set dårlige resultater, hvor der er sået efterafgrøder efter rug.

MELLEMAFGRØDER

I et CA-system kan mellemafgrøder være en god mulighed for at øge arealet med efterafgrøder, fordi du har en såteknik, der muliggør direkte såning i en nedvisnet mellemafgrøde – enten frøgræs eller olieræddike.

Mest oplagt vil det være at så 2. års vinterhvede efter en mellemafgrøde, men det strider jo lidt mod principperne med ikke at så samme afgrøde to år i træk. Et alternativ kan være vinterrug. En anden mulighed er at så vintersæd/vårhvede direkte efter en MFO afgrøde efter 20. oktober.

COMPANION-CROPS

Formålet med companion-crops er dels at sikre biodiversitet, dels at hæmme ukrudt og skadedyr. Der er dog kun få erfaringer med companion-crops i Danmark og næsten ingen forsøgs- og forskningsresultater endnu.

Følgende skal derfor mest ses som inspiration til, hvordan du kan eksperimentere på din bedrift.

Vinterraps er den afgrøde, hvor der er flest erfaringer med companion crops. Både honningurt og bælgplanter kan anvendes. Udsædsmængden bør være moderat, da udbyttet af vinterraps ellers kan reduceres.

I vintersæd vil bedste bud være bælgplanter, f.eks. vikke eller kløver. Disse kan dog ved overvintring blive meget dominerende. Ved konventionel drift kan du hæmme dem med ukrudtsmidler om foråret.

I vårsæd vil især arter af kløver være relevant, da disse ikke vil hæmme vårsæden væsentligt. Vi har dog kun få erfaringer med at så vintersæd direkte ned i et kløverudlæg, men metoden fortjener afprøvninger i forsøg og praksis.

BRAK

På mange bedrifter bør det overvejes at inddrage brak til opfyldelse af en del af MFO-kravet. Små ukurante marker, skæve vinkler, områder langs skove med videre, vil ofte give for dårligt økonomisk resultat, hvorfor brak kan være et godt alternativt. Hvis du anvender alsidige blandinger, kan brak desuden være et godt aktiv i forhold til at øge biodiversiteten på bedriften.

FORSLAG TIL SÆDSKIFTER I CA

Nedenstående er forslag til sædskifter, som kan gennemføres ved CA dyrkning. Eksemplerne skal ses som inspiration til at tilpasse sædskiftet på din egen bedrift. Hvor vinterhvede eller vårbyg høstes tidligt kan vinterbyg evt. undlades. I de fleste eksempler er der 33 % efterafgrøder.

EKSEMPEL 1: KORNSÆDSKIFTE

	EFTERAFGRØDE	BEMÆRKNING
1. Vinterbyg		
2. Vinterraps		Evt. companion crop
3. Vinterhvede	Evt. sået før høst	Evt. tidlig såning af vinterhvede
4. Vårbyg/Havre/Hestebønne		
5. Vinterhvede	Evt. sået før høst	
6. Vårbyg		

EKSEMPEL 2. SÆDSKIFTE MED FRØGRÆS OG VINTERRAPS

	EFTERAFGRØDE	
1. Vårbyg med frøudlæg	MFO efterafgrøde	
2. Frøgræs	Efterafgrøde	Frø kan evt. ligge 2 år
3. Vårbyg		
3. Vinterbyg		
4. Vinterraps		Evt. companion crop
5. Vinterhvede	Evt. sået før høst	

EKSEMPEL 3. SÆDSKIFTE M. FRØ, RAPS OG HESTEBØNNE

	EFTERAFGRØDE	
1. Vårbyg med frøudlæg	MFO - efterafgrøde	
2. Frøgræs	Efterafgrøde	
3. Hestebønne		
4. Vinterhvede		
5. Vinterraps		Evt. companion crop
6. Vinterhvede	Efterafgrøde	

EKSEMPEL 4. SÆDSKIFTE MED KARTOFLER

	EFTERAFGRØDER	
1. Kartoffler		
2. Vårbyg	Efterafgrøde	Kan evt. være græsudlæg i vårbyg
3. Havre		
2. Vinterhvede	Efterafgrøde	Efterafgrøde tilpasset kartofler – bekæmpelse af nematoder
5. Vinterraps		Evt. companion crop
6. Vinterhvede	Efterafgrøde	

EKSEMPEL 5. GROVFODER SÆDSKIFTE GRÆS – MAJS

	EFTERAFGRØDE	
1. Majs	Græsudlæg	
2. Vårbyg m. udlæg	MFO efterafgrøde	
3. Græs		
4. Græs		
5. Majs	Græsudlæg	
6. Hølsæd – byg/ært.	Græsefterafgrøde	

KULSTOFMOTOREN

Erik Kristensen, Planteavlserådgiver, ØkologiRådgivning Danmark

Kulstof er helt central når vi snakker jordfrugtbarhed. Humus er resultatet af en biologisk proces, hvor levende organismer i jorden nedbryder organisk stof. Organisk stof er kulstof. Og kulstof eksisterer i hver eneste levende celle, og er udgangspunktet for alt liv. De vigtigste organiske stoffer er kulhydrater, fedtstoffer, aminosyrer og proteiner, - stoffer som levende organismer er opbygget af.

Planterne bygger deres celler ved hjælp af fotosyntesen der bruger solens energi til at spalte kulstof og ilt. Kulstoffet transporteres som kulhydrater f.eks. til rødderne, hvor de deles og frigiver energi til at samle vand og næringsstoffer fra det omgivende miljø. Kulstoffet efterlades i jorden som rodexudater og danner her basis for nye organismer. At holde gang i kulstofmotoren er den vigtigste forudsætning for dannelsen af humus og dermed vejen til en frugtbar jord.

Tilførsel af organisk stof og grønne marker på alle tider af året er derfor en effektiv metode til at øge kulstofomsætningen og humusdannelsen. Men at markerne er grønne fortæller ikke noget om hastigheden på kulstofmotoren. Det gør derimod antallet af mider og springhaler som tælles i tusinder pr. kvadratmeter. Disse dyr er de første til at angribe frisk organisk materiale, hvorved overfladen gøres mange gange større til glæde for mikroorganismene. Også regnormen har betydning for kulstofomsætningen, herunder iltning af jorden, så de store populationer af mikroorganismer kan ånde. Jord levende leddyr, også kaldet makrofaunaen, forøger omsætningshastigheden af kulstof ganske betragteligt¹, men kræver at føde og levevilkår vedligeholdes. Dræning og minimal jordbearbejdning er her helt central.

Myceliesvampe er den anden faktor, der virkelig har betydning for kulstofomsætningen. Svampe har et langt højere forbrug af kulstof end bakterier, men er essentielle for holdbarheden af humuspartiklerne. Deres hyfer henter vand og næringsstoffer til planternes rødder og sørger for blivende bindinger mellem jordens partikler. Den mest kendte svampefamilie er Mykorrhiza, som primært henter det immobile fosfor til planternes rødder. Større koncentrationer af fosfor i jord, betyder imidlertid at der ikke er behov for svampen², hvilket nedsætter omsætningshastigheden og slutproduktet: humus, udebliver.

Resultatet af mikro- og makro organismernes fordøjelse af kulstoffet er krummer. Krummer er karakteriseret ved at have en rund kringlet overflade og en porøsitet således at de kan smuldres mellem to fingre. Krummer sikrer det rette forhold mellem grove og fine porer i jorden, hvor de grove porer sørger for ventilation, ilt og frit kvælstof tilføres, mens kuldioxid og andre gasser fra mikroorganismernes ånding fraføres. De små porer holder på vandet via kapilærkræfterne og udgør et reservoir for planterødder og mikroorganismer. Indeholder jorden kulstof i kraft af organisk materiale, er der tale om en selvforstærkende proces, hvor krummestruktur vil resultere i en hurtigere afdræning om foråret, hurtigere opvarmning og deraf større biologisk aktivitet. Modsat vil mangel på krummer føre til dårligere jordstruktur med et højt indhold af kuldioxid og metan, der hæmmer rodvæksten og omsætningen af organisk materiale³.

¹ Jordbundsfaunaens betydning i økologisk jordbrug. Henning Petersen og Peter Gjelstrup. Økologisk planteproduktion SP rapport nr. 15 red. Erik Steen Kristensen. Danmarks Jordbrugsforskning 1997. Side 125-134

² Iver Jakobsen, DTU har siden 1990'erne arbejdet med mykorrhiza og fosfor optag i hør og porre. Og vist at høje tildelinger af fosfor nedsætter mykorrhizas virkning på udbyttet. Se f.eks. Flax (*Linum usitatissimum* L.) depends on arbuscular mycorrhizal fungi for growth and P uptake at intermediate but not high soil P levels in the field. Ida Thingstrup, Gitte Rubæk, Erik Sibbesen and Iver Jakobsen. Plant and Soil 203, 1998 side 37-46 © 1998 Kluwer Academic Publishers.

³ Soil porosity as a habitat for microorganisms. Per Schjøning, Ingrid K. Thomsen, Bent T. Christensen. Proceedings of NJF-seminar no. 286: Soil tillage and biology, red. T. Børresen. Agricultural University of Norway 1998. Side 49-56

De mest stabile krummer kaldes humus. Humus er sammensat af molekyler på kryds og tværs og har derfor en meget stor overflade, der formår at udveksle næringsstoffer med det omgivende miljø. Evnen til at udveksle næringsstoffer hedder kationskapacitet, og er et af de direkte målbare udtryk for jordfrugtbarheden. Ler har også kationskapacitet, men i langt mindre grad. Og pointen er at humusindholdet i dyrkningsjorden kan ændres, mens ler-indholdet ikke kan. Humus er resultatet af fordøjelse, af liv i jorden. Boksene herunder beskriver de virkemidler vi har for at tilføre, omsætte og stabilisere kulstof i jord.



TILFØRE KULSTOF VIA:

- Efterafgrøder
- Mellemafgrøder
- Blandingsafgrøder
- Flerårige afgrøder
- Halm nedmuldning
- Husdyrgødning
- Kompost

OMSÆTTE KULSTOF VIA:

- Grønt plantedække
- Mangfoldige rodsystemer
- Dræning
- Godt luftskifte
- Reaktionstal

STABILISERE KULSTOF VIA:

- Minimal jordbearbejdning
- Varieret sædskifte
- Velomsat kompost

REGNORME-TJEK

Erik Kristensen, Planteavlserådgiver, ØkologiRådgivning Danmark



Regnorme er en god indikator for jordfrugtbarhed. Des flere des bedre. De små røde orm (epigæiske) er sensitive over for jordbearbejdning og øverlig tilførsel af afgrøderester. Mens de lidt større (endogæiske) blege orm spiller en vigtig rolle for tilgængeligheden af næringsstoffer og dannelsen af jord aggregater. Og de store orm (anektiske), med mørkt hoved, ilter jorden lodret og fremmer rodvæksten.

Regnorme skal tælles i foråret eller efteråret. Om sommeren går de i dvale og trækker sig tilbage i de dybere jordlag. Brug spaden. Tag en jordblok op 20*20*20 cm, skil den ad og tæl antallet af orme. Gentag fem gange hen over marken. Frugtbar jord indeholder som tommelfingerregel mindst 5 orme pr. skovlfuld.

Mere viden om jorden fås ved at opdele regnormene i arter. Voksne orm har mavebælte og kan opdeles efter størrelse og farve. Den store lodret gående orm skal du helst finde en af i hver skovlfuld. Hvis ikke er det tegn på for meget dybtgående jordbearbejdning. Den lille røde orm er fraværende hvis der ikke er et konstant henfald af organisk materiale den kan opholde sig under. Den blege orm er helt central for plantevækst og skal helst findes i et stort antal.

Vælg en mark, hvor du vil gøre en indsats for jordfrugtbarheden og følg bestanden ved at grave huller forår eller efterår. Brug skemaet herunder.

- Tæl antallet af orme pr. skovlfuld.
- Udtag de voksne orme med mavebælte.
- Del de voksne orme i tre typer efter størrelse og farve.

Notat ark til regnorme test findes [HER](#).

Bliv bedre til at identificere arter af regnorme [HER](#).

ART	STØRRELSE	FARVE	LEVESTED	GANGE I JORD	ØGE BESTANDEN
Kompostorm	Under 8 cm (tændstik)	Røde	Overfladen 0-5 cm	Vandrette	Mindre øverlig jordbearbejdning og flere grønne marker forår og efterår
Grå- og blåorm	2-10 cm	Blege, blågrønne	Pløjelaget 0-20 cm	Vandrette og lodrette	Tilførsel kulstof: husdyrgødning, kompost, levende rødder
Stor- og langorm	Over 8 cm (blyant)	Mørkfarvet rød/sort hoved	Dybere jordlag 0-2000 cm	Lodrette	Undgå dyb jordbearbejdning

REGNORMENS BIOLOGI

Regnormen er helt central for jordfrugtbarheden, fordi den fortærer op til 80% af det organiske materiale, der tilføres og efterlader fra 10 til 260 tons ekskrementer pr. hektar, - klar til mikroorganismernes fortæring. Regnormene komprimerer og blander organisk materiale med spyt i svelget, kalk i forrådsmaven og jord i deres muskelmave, hvor sandkorn maler føden ved hjælp af nogle meget kraftige muskler. Herefter sendes massen ud i tarmen, hvor den egentlige fordøjelse foregår. Transporttiden gennem tarmen varer normalt mellem 1 og 3 timer. Tarmen er specialiseret, idet dens rygside er foldet ind i tarmrummet, hvorved tarmens overflade forøges betragteligt. Ekskrementerne har i kraft af findelingen og komprimeringen et højere indhold af lettilgængeligt kulstof og kvælstof end det omgivende miljø, tilmed har spyttet forøget vandindholdet og kalken skabt ideelle pH forhold, så alle faktorer for en rig bakterie- og plantevækst er tilstede. Stor orm og lang orm lægger deres ekskrementer på jordoverfladen, mens de øvrige arter så at sige afstiver deres gange med ekskrementerne. Af samme grund følger planterødder ofte regnormegangene, for her er masser af næringsstoffer, ilt og inden vækst modstand.

LITTERATUR

Regnorme – Den frugtbare jords arkitekter. FiBL og Seges 2017.

Regnorme som øko-ingeniører i jordbruget fra konventionel til økologisk jordbrug. Ole M. Christensen og Janice G. Mather. SP-rapport nr. 15, Danmarks Jordbrugsforskning 1997.

Vejledning i økologisk genopretning – om mikroorganismer i økologisk jordbrug. Erik Kristensen 1998.

#WorldWormWeek. Farmland earthworm assessment. Rothamsted research 2019. www.wormscience.org

SÅDAN FÅR DU STÆRKERE EFTERAFGRØDER OG MINDRE UKRUDT

Michael Tersbøl, Planteavlserådgiver, ØkologiRådgivning Danmark.

Artiklen er bragt i "Økologisk inspiration" oktober 2019



Tidligere høst kræver skårlægning og tørring, men det betaler sig at rydde marken tidligt til efterafgrøder. Har du tjekket dine stubmarker med efterafgrøder og vurderet, om de er livskraftige nok til at konkurrere kvik og andet rod ukrudt væk? Desværre gentager det sig ofte, at efterafgrøderne bliver sået for sent - eller slet ikke, og vi ser en blanding af ujævne, svage efterafgrøder og for mange kvik-skud. Kvik er et stigende problem mange steder. Det er selvfølgelig uholdbart, og der er derfor brug for et markant systemskifte.

EFTERAFGRØDER BØR SÅS PRIMO AUGUST

Efterafgrøderne skal prioriteres højere, og de bør faktisk have hele august til rådighed til vækst for at blive kraftige nok til at gøre en forskel. Derfor bør man have følgende målsætning:

- Inden 1. august er alle kornafgrøder (med efterafgrøder) høstet og lagt til tørring / opbevaring
- Inden 5. august er alle efterafgrøder sået

Den overvældende afhængighed af vejret omkring høst i august bør mindskes for at få større succes. Mulighederne for at få kontrol over, om der er kraftige grønne efterafgrøder eller kvik i massevis i stubmarken efter høst, bør udnyttes langt bedre.

TIDLIG HØST BETALER SIG

Tidligere høst kræver investeringer og en systematik, som måske er uvant for mange. Investeringerne skal tjenes hjem dels på bedre produktivitet i planteavlen, dels på mindre tidsforbrug og ulemper omkring høst og ukrudtsbekæmpelse. Tørring af tidligt høstet korn koster overslagsmæssigt 400-500 kr. pr. ha. Til gengæld mister man nemt 750-1000 kr. pr. ha bare i manglende N-effekt fra en efterafgrøde, der først sås i slutningen af august eller slet ikke sås. Dertil kommer udgifter til høstbesvær ved sen høst og tab ved opformering af kvik.

TRINVIS TJEKLISTE

For at nå målet om, at hele august udnyttes til vækst af efterafgrøden, må man begynde et sted. Her er en trinvis tjekliste, som bringer dig tættere på målet.

- 1. Høsttidspunkt:** Så snart kornets vandindhold er under 20 pct., skal du høste kornmarkerne, hvor der er sået udlæg, eller hvor der skal sås efterafgrøder efter høst.
- 2. Høstmetode:** Skårlægning af korn forud for tærskning ved udsigt til stabilt tørt vejr bør være langt mere udbredt. Det giver en nemmere høst i en ikke helt tør afgrøde, og hvor udlæg af efterafgrøden evt. fylder meget. På en varm og tør sommerdag falder vandprocenten i skåret op til 4 %-point pr. dag. Hvis det er foderkorn, der afsættes direkte eller opfodres, kan ribbehøst eller høst til crimpning og konservering planlægges og give en tidligere høst.
- 3. Tørring og opbevaring:** Der skal være tørrings- og opbevaringskapacitet tilstede, eller man skal være villig til at lade foderstofvirksomheden tørre avlen. Mobilt tørreri kan lejes ind, så man kan prøve virkningen af denne tilgang, inden man selv investerer i større kapacitet.
- 4. Valg og såning af efterafgrøde:** Brug kraftigt voksende bælgeplanter som en del af en efterafgrødeblanding. Dvs. rødkløver, når man lægger ud i korn om foråret, og vikke, når der sås efterafgrøde efter høst. Rødkløver bør ikke blive et problem med en skårlægger i høstplanen. Efterafgrøden sås straks efter eller sammen med blindstrigling om foråret, så den får fugtig jord at spire i.
- 5. Bekæmpelse af rodukudt:** Er der meget rodukudt, især kvik, er det relevant at stubharve og pløje forud for såning af efterafgrøden, så kvikken bliver svækket. Tag et kig på dine stubmarker nu, og overvej om du kan høste tidligere og få en kraftigere efterafgrøde at kigge på næste år.

ULEMPER VED TIDLIG HØST EFTER SKÅRLÆGNING

- Investering i/leje af skårlægger
- Flere kørsler med mejetærsker og skårlægger i marken
- Skift til pickup-skærebord kan være nødvendigt, især ved rækkedyrket korn
- Risiko for tab, hvis det regner kraftigt på skåret.

FORDELE VED TIDLIG HØST EFTER SKÅRLÆGNING

- Længere vækstperiode for efterafgrøden
- Muligt at så mere aggressive arter af efterafgrøde ud om foråret
- Hurtigere og mere bekvem høst med mejetærsker – større kapacitet
- Større vindue til at høste i – dermed også tidligere, hvor det ofte er mere tørt
- Ukrudtsfrø kan sorteres fra i mejetærskeren – renere og mere tør høstvare
- Kornet er nemmere at tørre uden ukrudtsfrø og planterester på lageret
- Tærskning om aftenen er ofte muligt
- Halm kan presses hurtigere efter tærskning
- Større vindue til at bekæmpe rodukudt.

INTRODUKTION TIL PLØJEFRI DYRKNING I ØKOLOGISK JORDBRUG

Michael Tersbøl, Planteavlserådgiver, ØkologiRådgivning Danmark



Pløjefri økologisk dyrkning er diskuteret meget. ER det muligt at praktisere med succes? Er der inspiration og metoder at hente i konventionel pløjefri dyrkning. I denne artikel finder du forklaring på de vigtigste begreber inden for pløjefri dyrkning, samt får indblik i de vigtigste effekter af det, samt fordele og ulemper. Der er særlige forhold at være opmærksom på i sidste del af artiklen, hvis du som økolog vil forsøge at dyrke uden plov.

Pløjefri dyrkning er ikke særlig udbredt i økologisk landbrug i Danmark, men det er en dyrkningsmetode, som virker meget tiltrækkende på mange økologiske landmænd af flere grunde. Det opfattes som mere naturligt og ”økologisk” praksis, når man undlader at vende det øverste jordlag, og derved undlader at forstyrre de jordlevende dyr m.v. Nogle nye økologer har allerede erfaringer med pløjefri dyrkning, fra da de var konventionelle landmænd, og er derfor nysgerrige på, om de kan fortsætte med dette i det økologiske på en eller anden måde. På den anden side er der en generel frygt for at ukrudt og ikke mindst rodukudt vil få for gode vilkår, når der ikke pløjes. I konventionel pløjefri dyrkning er brug af herbicider på de rigtige tidspunkter en essentiel del af praksis.

Pløjefri dyrkning er et meget vidt begreb, som dækker over, at alternativerne til pløjning er meget varierende. I stedet for pløjning foretager man i stedet mere eller mindre jordbearbejdning med harver m.v.

REDUCERET JORDBEARBEJDNING

Begrebet Reduceret jordbearbejdning dækker over, at man i stedet for pløjning harver i 5 til 15 cm's dybde, evt. dybere.

MINIMAL JORDBEARBEJDNING

Begrebet minimal jordbearbejdning dækker en praksis, hvor jorden bearbejdes meget overfladisk, i forbindelse med såning, - enten med tallerken-harve eller harvetænder.

STRIBEHARVNING

Her behandles i striber eller bånd hvor afgrøden skal etableres, og arealet mellem planterækkerne er ubehandlet. Kan typisk bruges i rækkeafgrøder.

DIREKTE SÅNING

Her foretages ikke anden jordbearbejdning end det fra selve såskæret. Der kan skelnes mellem, "No-till" hvor der harves lidt dybere end placering af frøene, - evt. med placering af startgødning, og "Zero-till", hvor der kun bearbejdes til sådybden.

CONSERVATION AGRICULTURE (CA)

Dette begreb dækker over et sammensat koncept hvor direkte såning kombineres med sædskifte og udstrakt brug af efterafgrøder. Principperne er:

- Minimal jordforstyrrelse - direkte såning
- Altid dække af planter og/eller planterester
- Sundt sædskifte - aldrig samme afgrøde to gange i træk
- Conservation Agriculture er internationalt anerkendt (FAO) som et bæredygtigt dyrkningssystem, da det indeholder både miljø- og klimafordele.

STATUS I ØKOLOGISK LANDBRUG

Ingen af de ovenstående metoder er særligt udbredte i økologisk landbrug i dag, men flere forsøger sig med at undvære ploven. Det kan enten være med dybe harvninger af jorden eller med fræsning i de øverste 10 cm.

Det vil altid være tiltrækkende for en landmand at have en helt "ren" jordoverflade at så i, - forstået som fri for planterester og ukrudt, og det fås netop ved pløjningen, hvor stub, halmrester, ukrudt og evt. gødning er pløjet ned i bunden af plovfuren. Hvis der i stedet harves, vil der være planterester i det øverste jordlag, som kan slæbe i såskærene ved en almindelige klassisk radsåmaskine. Derfor er det også centralt i pløjefri dyrkning, at såmaskinerne er udviklet til at så jævnt på trods af planterester m.v. så de skal have skiveskær eller tandskær, som ikke forstyrres i opgaven af planteresterne.

GAVNLIGE EFFEKTER AF PLØJEFRI DYRKNING

JORDLIV

En vigtig effekt er, at de overfladelevende nyttedyr som edderkopper og løbebiller ikke bliver begravet i jord. Disse dyr har stor betydning for at holde skadedyr som bladlus under kontrol. En anden effekt er, at regnorm bliver mindre forstyrret og påvirket, jo mindre jordbearbejdning der er. Især fræsning og rotorharve-behandling er skadelig for regnorme. Hvis regnormegangene kan blive uforstyrret næsten op til jordoverfladen hjælper det f.eks. på afdræning af jorden og giver også mulighed for, at rødderne kan skyde genvej ned i jorden via en regnormegang.

Nyttedyr som edderkopper og løbebiller har også gavn af, at der er mere føde til dem på jordoverfladen, når der ligger døde planterester her. Heri findes nemlig andre smådyr (springhaler), som er føde for nyttedyrene, også tidligt i sæsonen. Det betyder, at bestanden af nyttedyr er holdt vedlige, så de kan lægge et større pres på populationen af skadedyr som bladlus, når de optræder senere i sæsonen.

Det er endvidere en generel opfattelse, at der i en mere uforstyrret overjord vil udvikle sig en permanent forekomst af mykorrhiza svampe, da denne er følsom for mekanisk bearbejdning. Svampen er meget nyttig for plantevæksten da den gror ind i rødderne og forlænger deres rækkevidde i jorden og derved bidrager til større optagelse af fosfor.

På grund af de større fødemuligheder på jordoverfladen oplever landmænd med pløjefri dyrkning i form af Conservation Agriculture en generelt større biodiversitet også i forhold til vildtet som f.eks. harer og agerhøns.

ORGANISK STOF

Mindre jordbearbejdning antages at give en mindre omsætning af organisk stof i jorden, men det er usikkert om det også fører til et generelt højere indhold af organisk stof i marker, der dyrkes pløjefrit. Det er derimod ret sikkert, at der sker en omfordeling, hvor en større del af det organiske stof, både nedbrudt og ikke-nedbrudt plantemateriale kommer til at være i det øverste jordlag 0-10 cm, mens der bliver mindre organisk stof i det dybere lag 10-25 cm. Det vil være en stor fordel for bl.a. afgrødens etablering, når indholdet af organisk stof er højere i såbedet. Først og fremmest kan det give et mere bekvemt såbed, så det bliver mere sikkert at etablere afgrøden og få det ønskede plantetal. Desuden bliver jorden mindre følsom for vind- og vinderosion herunder tilslemning, da infiltrationen af regnvand bliver bedre.

JORDSTRUKTUR

Ved reduceret jordbearbejdning bliver andelen af de luftholdige makroporer (> 30mm) mindre og andelen af mediumporer (0,2-30 mm) bliver større. De sidstnævnte porer rummer det plantetilgængelige vand i jorden.

Jorden bliver mere tæt og tung uden pløjning, og det er vigtigt at få gode forhold for regnorm og (efter)afgrøder så de kan bidrage til, at der kommer flere biologiske makroporer i form af sammenhængende regnorme- og rodgange i jorden. Det kan tage nogen tid at komme fra kompakt ikke-pløjet jord til forbedret system af biologiske porer. Der er derfor tale om en form for "omlægningstid", hvor tålmodighed kræves.

Vandledningsevnen og luftskiftet påvirkes af jordbearbejdning. Ved pløjefri er der som udgangspunkt en ringere vandledningsevne i den kompakte jord, men med tiltagende mængde af biologiske makroporer, vil den også blive forbedret. Luftskiftet bliver mindre i overjorden, mens det i jordlaget som helhed bliver bedre som følge af biologiske makroporer og fravær af pløjesaal.

Flere mediumporer betyder, at jorden kan indeholde mere plantetilgængeligt vand. Planterester på overfladen kan også nedsætte fordampningen og derved give planterne en bedre vandforsyning, til gavn i tørre perioder.

Temperaturen i jorden er typisk lavere ved pløjefri dyrkning, og det kan forsinke afgrødens fremspiring og udvikling med op til tre dage.

Når overjorden bliver mere tæt og robust ved pløjefri beskytter det også de dybere jordlag mod jordpakning, - under forudsætning af, at man ikke kører på marken under u hensigtsmæssige forhold. For at undgå at få en for tæt overjord i det hele taget er det oplagt at kombinere pløjefri dyrkning med faste kørespor, som erfaringsmæssigt hæver udbyttet på niveau med, eller over, et pløjet system

ØKONOMISK UDBYTTE

I en række forskellige forsøgsserier er der ikke fundet nogen tydelig tendens til udbytteforskelle mellem konventionelle afgrøde dyrket med plov eller med mere eller mindre reduceret jordbearbejdning. I praksis kan man dog forestille sig, at den enkelte landmand, der engagerer sig meget i f.eks. Conservation Agriculture (CA), kan få et bedre økonomisk resultat evt. i form af højere udbytter.

Hvis maskinparken tilpasses til CA, herunder at traktoren kan være med færre hestekræfter, så kan maskin- og arbejdsomkostningerne reduceres med op til 800,- kr. pr. ha. Heri indgår også et mindre forbrug af diesel.

På markniveau kan der være forskellige udbyttefremmende fordele, som færre dybe spor, mindre jordpakning, bedre dyrkningsforhold i foragre med videre, som ikke umiddelbart kan måles i parcellforsøg.

Ulemper ved pløjefri dyrkning i økologisk jordbrug

Nogle af ulemperne ved pløjefri dyrkning er fælles for økologisk og konventionelt jordbrug, men særligt interessante er de ulemper, der er specifikke for økologisk dyrkning, og hvordan de så kan håndteres.

- Den koldere jord, der giver senere og langsommere fremspiring
- Langsom omsætning af organisk gødning i jorden – forsinket N-forsyning
- Ikke rent såbed – med risiko for overvintrende ukrudtsplanter
- Halmrester på marken efter høst, skal fordeles jævnt af halmsnitte/avnespreder og ved kørsel på skrå/tværs med halmstriglen
- Flerårige afgrøder der skal nedmuldes, og vige pladsen til efterfølgende afgrøde
- Rodukrudt, der vinder frem i énårige afgrøder, og normalt harves og pløjes væk i efterår-vintermånederne.

OMSTILLING TIL ØKOLOGISK PLØJEFRI DYRKNING

I praksis har vi endnu ikke særlig meget erfaring med, hvordan pløjefri økologisk dyrkning kan lade sig gøre, men ved at sammenstille viden og erfaring fra del-områder, er det muligt at give et foreløbigt bud på, hvad der skal til for at det kan lykkes. Det kan virke som inspiration for økologiske landmænd om, hvad de skal være opmærksomme på og forberede sig på, hvis de ønsker at omstille til pløjefri dyrkning med tiden.

FORUDSÆTNINGER FOR PLØJEFRI DYRKNING

EFTERAFGRØDER

Man skal være god til at dyrke efterafgrøder, og det er man hvis man prioriterer deres etablering og vækst højt. Gerne efterafgrøder i blanding af forskellige arter. Efterafgrøderne giver mere kulstof til jorden, energi til mikrolivet og mad til regnormene, og de fylder jorden med ekstra rødde og rodgange. Det vil være en fordel at udelade flerårige arter som rajgræs af blandingen.

JORDSTRUKTUR

Din jordstruktur skal tjekkes, så du ved om du har jordpakning og pløjesål, som skal løsnes med dybe harvninger som en del af omstillingen. Hvor udbredt er pakningen? Hvor tyk er pløjesålen osv.

DRÆNING

Pløjefri fungerer kun på veldrænedede marker, og hvis der er områder eller pletter med dårlig dræning vil der ikke blive gode forhold for jordlivet og afgrøden uden pløjning. Områder der ikke kan drænes af en eller anden grund bør tages ud som delmarker til vedvarende græs eller anden anvendelse uden jordbearbejdning.

UKRUDTSFOREKOMST

Hvilke arter har du af enårigt og flerårigt ukrudt? Hvor er det og hvor udbredt findes det? Enårigt græsukrudt, som kan være et stort problem i pløjefri konventionel dyrkning, tåler ikke pløjning af frøene særlig godt, men kan have gode vilkår i pløjefri dyrkning, hvis der dyrkes for meget vintersæd. Så man skal som økolog have en god strategi mod græsukrudt, og sædskifteovervejelser og såtidspunkt i vintersæd er vigtige værktøjer her.

Rodukrudt bør man generelt være stort set fri for inden, man starter med at dyrke pløjefri som økolog. Men med tiden vil det nok alligevel blive opformeret. Formodentlig skal planteavlssædskiftet og dyrkningssystemet trimmes ekstra godt til at holde rodukrudtet under kontrol, og samtidig er det vigtigt at holde godt øje med, om der er en opformering under vejs, f.eks. med drone-billeder, registreringer via gps, Farmtracking m.v. så man kan gøre en tidlig indsats. Trimming af sædskifte og dyrkningssystem kan bestå af flere ting:

- Tidlig høst af hovedafgrøde så efterafgrøde kommer godt i gang og bliver kraftig
- Kløvergræs i sædskiftet til slæt, evt. til energi (biogas)
- Minisommerbrak efter energi- eller foderafgrøde med overfladisk harvning mod rodukrudt med pletbehandling eller i delmarker.
- Rækkedyrkning /radrensning af kornafgrøder, også i vintersæd, og i efterafgrøder (RowCrop)
- Brug af kraftige men udvintrende efterafgrøder, så der ikke behøves jordbearbejdning forud for såning af efterfølgende afgrøde.



SKAL PLOVEN SÆLGES?

Det kan virke som en fornuftig forsikring at beholde ploven og så kun bruge den i nødstilfælde, når et af de potentielle problemer har manifesteret sig og kalder på en pløjning. Man skal dog være opmærksom på, at den nye jordstruktur, med en stabil underjord, med rod- og orme-gange, mykorrhizahyfer m.v. sættes tilbage ved pløjningen, og man skal i et vist omfang starte forfra. I forhold til de ønskede effekter og egenskaber, som er beskrevet, kan det dog godt give mening at have ploven med i driften en gang i mellem og så få de effekter, der nu er mulige, f.eks. ved at pløje én gang i løbet af en sædskifterotation, eller bruge pløjning som en backup. Skal man kun pløje et mindre areal giver det mening at leje en plov eller maskinstation efter behov i stedet for at eje den selv.

Det vil give bedre mening at overveje at anskaffe f.eks. en skrælplov eller andet relevant udstyr, så man kan lave fuld gennemskæring overfladisk og fastholde en uforstyrret underjord.

DYRKNINGSSYSTEM

Hvilken af de konventionelle modeller for pløjefri dyrkning kan bedst passe til økologisk drift? Conservation Agriculture er nok den mest udfordrende for økologer, da man som økolog er nødt til at jordbearbejde hele fladen overligt for at holde ukrudtet væk, hvilket er imod princippet i CA. Derfor er det nok den model, der i indledningen kaldes "Minimal jordbearbejdning," som er det længste økologer kan gå i retning af at reducere jordbearbejdningen. I praksis kan der være situationer, hvor direkte såning er muligt, f.eks. efter en udvintret efterafgrøde eller ved såning i en kraftig efterafgrøde eller gennemskredet rug, der først er tromlet flad med en knivtromle. En kombination med stribedyrkning kan være relevant, hvor man f.eks. vil dyrke majs i harvede/fræsede rækker i en grøngødningsmark. Når man skal kombinere flere af metoderne/koncepterne, bliver behovet for forskellige maskiner også større, og det udhuler en evt. økonomisk gevinst ved den meget forenklede maskinpark, man f.eks. kunne nøjes med ved konventionel dyrkning i Conservation Agriculture konceptet.

OPSAMLING VEDR. PLØJEFRI ØKOLOGISK DYRKNING

- Der findes en række spændende muligheder for dyrkningsteknikker, der kan erstatte pløjning i økologisk dyrkning, men der er endnu ikke erfaringer fra gennemprøvet praksis over længere tid.
- At omstille til pløjefri dyrkning kræver god forberedelse og en strategi for hvordan afgrøderne passes, og hvordan efterafgrøder bliver en succes, da de er en vigtig forudsætning for at pløjefri kan fungere.
- Det er ligeledes vigtigt at kunne råde over de rigtige maskinløsninger, som kan give præcis såning, ukrudtskontrol og præcis og overfladisk bearbejdningsdybde ved jordbearbejdning.

LITTERATUR

Inspiration og vejledning til pløjefri dyrkning, SEGES, LMO og FRDK, 2017

ØKOLOGISK PLØJEFRI DYRKNING I SKÅNE

Josef Appel, Fra Plantekongres 2017

MASKINPARK

- Väderstad Cultus 9 m gåsefodsskær + spaderuller som efterharve.
- Väderstad NZ harve 9 m med gåsefodskær: bruges til blindharvning.
- Ukrudtsharve (langfingerharve) til blindharvning.
- System Cameleon 9 m: såning og rækkerensning.
- Strip Cat til rækkesåning af raps.
- BB Umwelttechnik Dobbeltknivbjælke 9 m: pudsning stub og frøukrudt, skårlægning af kløver og engsvingel, afpudsning af ukrudt over afgrøden

165 ha. lerjord i Skåne.

Typisk dieselforbrug i vårsæd 40 liter /ha.

SÆDSKIFTE. EKSEMPEL 1	DYRKNINGSPLAN
1. Vårbyg med undersået blodkløver 2. Vårbyg med undersåede vikker 3. Havre med undersået hvidkløver	<ul style="list-style-type: none"> • Såbedsharvning med gåsefodsskær med spaderuller på slæb • Kombisåning af havre/vårbyg og Biofer (=Øgro) med Cameleon i 4 cm's dybde i samme række. Havre sået i 7 cm brede sårækker • Blind- "harvning" i 2 cm dybde med Väderstad NZ harve med gåsefodsskær, 100 % gennemskæring • Blindharvning med ukrudtsharve • Rækkerensning af havre med Camelon, 18 cm renseskær • 2. rensning hvor der iså hvidkløver samtidig • Høst
4. Hvidkløver til frø	<p>Efterår</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pudsning af stub med isåning af hvidkløver med BB Umwelttechnik Dobbelt knivbjælke 9 m. <p>Forår</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afpudsning af hvidkløverudlæg med 400 får to gange. Klipping af ukrudt over kløveren med knivbjælke fire gange. • Skårlægning af kløver med knivbjælke • Høst (tærskning) af hvidkløver med ribbebord, 425 kg rensset vare pr. ha.

SÆDSKIFTE. EKSEMPEL 1	DYRKNINGSPLAN
1. Vårbyg 2. Hvidkløver + 3 x får 3. Havre	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte såning af havre i 5 cms dybde i afgræset hvidkløver • Harvning med NZ harve /gåsefodsskær i 3 cms dybde efter såning af havre. Spaderulle-efterharve. Kløveren løsnes uden at røre sårækken af havre. • Harvning igen efter én uge, kun med spaderullerne. • Havren rækkerenses. Der er lidt kløvergenvækst, som bliver følgeafgrøde
4. Vinterraps	<ul style="list-style-type: none"> • Sået med Strip Cat lige efter høst af hvidkløverfrø • Efter såning, afgræsning af hvidkløver i to uger • 0 kg N, 6 kg frø og 5 kg Sluxx <p>Forår</p> <ul style="list-style-type: none"> • To radrensninger