

GODT I GANG MED **CONSERVATION AGRICULTURE I DANMARK**

Få en optimal overgang til CA - version 1



GODT I GANG MED CONSERVATION
AGRICULTURE I DANMARK
er udgivet af
SEGES
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N

+45 8740 5000
seges.dk

UDARBEJDET AF
PlantelInnovation, SEGES

REDAKTØR
Annette Vibeke Vestergaard
SEGES, PlantelInnovation
+45 8740 5360
avv@seges.dk

FORFATTERE
Lea Staal
Kasper Stougaard
Jens Erik Jensen
Michael Højholdt
Annette Vibeke Vestergaard
Hans Henrik Pedersen, FRDK

FORSIDEFOTO
Hans Henrik Pedersen, FRDK

BEVILLINGSGIVER

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

November 2019

SEGES skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden. SEGES er en del af Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

SEGES
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

+45 8740 5000
info@seges.dk
seges.dk



1. INDLEDNING	2
HVAD ER CONSERVATION AGRICULTURE (CA).....	2
2. EFFEKTER AF CA.....	3
ÆNDRINGER I DET ØKONOMISKE RESULTAT	4
3. DET SKAL DU VÆRE OPMÆRKSOM PÅ VED OMLÆGNING TIL CA.....	6
JORDEN SKAL VÆRE I GOD FORM.....	6
OBS PÅ FÆRDELSE I MARKEN	7
TILPASNING AF AFGRØDEVALGET	7
UDFORDRENDE AFGRØDER	7
4. ETABLERING AF AFGRØDER	8
5. MASKINPARK	8
HALMSTRIGLE	9
6. HALMSTRATEGI	9
7. STRATEGI FOR OVERGANG TIL CA.....	9
KOM GODT I GANG	10
8. SÆDSKIFTESTRATEGI	11
SÆDSKIFTESYGDOMME	11
UKRUDT OG SÆDSKIFTE	11
9. PLANTEVÆRNSSTRATEGI	12
UKRUDT	12
SVAMPESYGDOMME	13
SKADEDYR/NYTTEDYR	13
10. GØDSKNING	14
11. VALG AF EFTERAFGRØDER.....	15
SÅTIDSPUNKT OG ETABLERING	15
12. LITTERATURLISTE.....	17

1. Indledning

Denne vejledning giver en kort introduktion og indføring i dyrkningssystemet conservation agriculture. Formålet er at informere omkring de fordele, udfordringer og overvejelser man kan tage stilling til, når man vil ændre dyrkningspraksis, samt anvisninger til hvordan man kommer godt i gang. Målgruppen er landmænd og konsulenter.

Hvad er conservation agriculture (CA)

CA er en videreudvikling af reduceret jordbearbejdning, som generelt nyder stor opmærksomhed på verdensplan. Ifølge FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) er conservation agriculture (CA) en dyrkningsmetode som vil give forbedret og vedvarende produktivitet, øget overskud og fødevarer-sikkerhed og samtidig bevare og forbedre ressourcenyttelsen og miljøet. CA er karakteriseret af tre sammenkoblede dyrkningsprincipper, nemlig

- Ingen/minimal jordbearbejdning: Undgå kontinuerligt mekanisk jordforstyrrelse.
- Permanent jorddække: Afgrøder, afgrøderester, dækafrøder, efterafgrøder.
- Sædskifte: Afvekslende afgrødearter dyrket i sekvenser, ved samdyrkning eller i rotationer¹.

Jorden må i princippet kun brydes ved direkte såning og kun undtagelsesvis forstyrres i maksimum 25 pct. af jorderoverfladen og i bånd på maksimalt 15 cm.

Jorden skal som udgangspunkt altid være minimum 30 procent dækket af organisk materiale fra levende afgrøder og/eller afgrøderester. Ideelt set er dækningsgraden 100 pct.

Minimum 3 arter skal indgå i sædskiftet og aldrig den samme enårige afgrøde to år i træk.

I Danmark tænker vi en mere forsimplet definition:

- Ingen/minimal jordbearbejdning,
- Plantedække eller afgrøderester på jorden hele året
- Sædskifte, hvor samme enårige art ikke dyrkes to år i træk

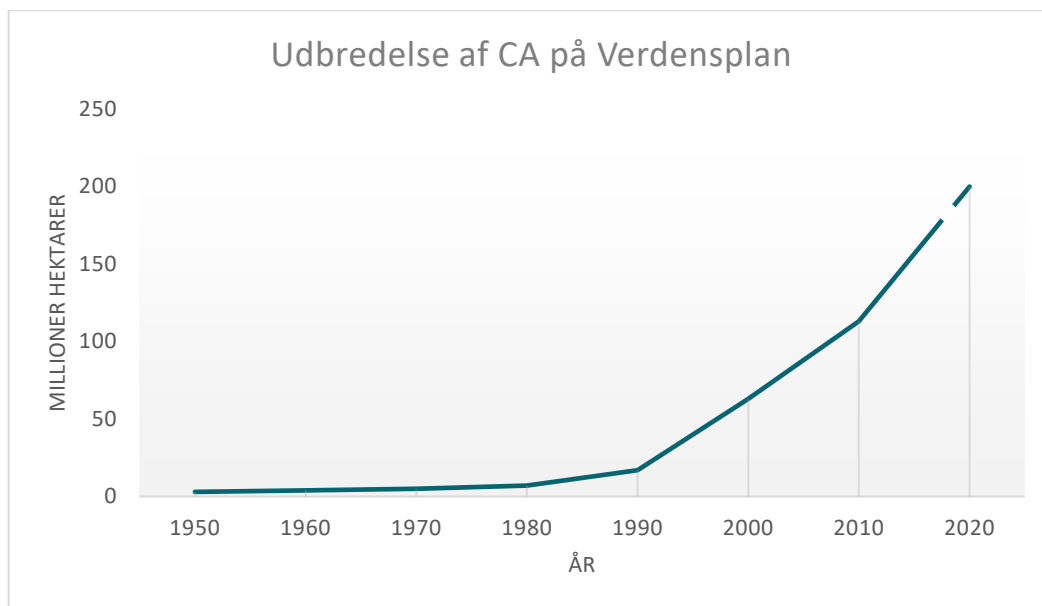
CA startede på forarmede jorder i Nord- og Sydamerika, hvor den traditionelle dyrkning førte til faldende udbytter. Siden har dyrkningssystemet vundet indpas i hele Verden, også med udgangspunkt i lavere dyrkningsomkostninger²

I tabel 1 ses udbredelsen af CA i de forskellige kontinenter i 2016 og i figur 1 vises udviklingen i det samlede CA-areal over tid. Det ses, at CA-arealet er begrænset på vores kontinent, og at det er eksponentielt stigende på Verdensplan, gående mod at udgøre 200 mio. ha i år 2020, svarende til knapt 20 pct. af Verdens dyrkningsareal.

Tabel 1: CA-areal fordelt på kontinenter i 2016. Mod. efter Kassam A., 2017³

Kontinent	CA-areal, mill. ha	Procent af CA-areal på Verdensplan	Procent af dyrkningsarealet med CA pr. kontinent
Syd Amerika	69,9	39,0	63,2
Nord Amerika	63,2	35,2	28,1
Australien og New Zealand	22,7	12,7	45,5+
Asien	13,2	7,4	3,8
Rusland og Ukraine	5,2	2,9	3,3
Afrika	2,7	1,5	2
Europa	2,5	1,4	3,5
På Verdensplan	179,4		16,4

I Danmark steg arealet dyrket uden jordbearbejdning med 20 procent fra 2016 til 2018 og udgjorde i 2018 38.585 ha ifølge Danmarks Statistik. Udviklingen her hjemme følger således kurven i figur 1.



Figur 1. Udvikling i CA-arealet over tid. Mod. efter Kassam A., 2017³

2. Effekter af CA

Når der ikke foretages jordbearbejdning og den konstant er dækket af levende og dødt plantemateriale, får det effekt på planteavlen og forholdene i marken. Erfaringerne er forskellige, men nedenfor er listet nogle af de typiske effekter.

Tabel 2. Mulige effekter af CA

Forbedringer	Udfordringer
Mindre tidsforbrug til etablering	Etablering i mange afgrøderester
Mindre brændstofforbrug (omkostnings- og klima-effekt)	Snegle, især fra kanter, kan give skader
Mindre risiko for erosion (bedre næringsstofudnyttelse)	Tålmodighed er en dyd – jordkomprimeringer skal undgås
Markvariationer udlignes over tid (organisk materiale og ler forbliver på bakketoppene)	Komprimerede og vandlidende jorder er ikke egnede
Større bæreevne i marken	Sædskifteændringer kan give færre hkg kerne
Flere jordboende dyr og insekter	

Landmanden opnår større jordstyrke i overjorden ved CA, som giver flere køreegnede dage end i bearbejdet jord⁴. Indlysende fordele ved dyrkningssystemet på vores breddegrader er en hurtigere og nemmere etablering med et betydeligt lavere tids- og brændstofforbrug. Fra praksis er tids- og brændstofforbrug ofte mere end halveret ved CA-dyrkning. Forsøg⁵ og erfaringer⁶ fra praksis herhjemme tyder ikke på udbytteforskelle mellem traditionel etablering og CA, mens omfattende og langvarige forsøg i Afrika viser en meget nedbørsafhængig effekt. Dyrkning af majs i nedbørsrige egne (>1.000 mm årsnedbør) giver langt oftest et udbyttetab ved CA, som derfor stiller krav til meget veldrænet jord⁷. Derimod er der betydelige merudbytter i egne med lave årsnedbør (<600 mm)⁷. Denne udbyttesammenhæng ved CA og nedbør bekræftes i flere andre studier.

Ved CA akkumuleres organisk materiale i overjorden, som derved bliver mindre udsat for erosion. Den urørte jord giver bedre betingelser for jordboende dyr og insekter, som tager skade ved mekanisk bearbejdning. Maksimalt plantedække hele året giver optimalt føde- og livsgrundlag for markens dyr og insekter og det er således velkendt, at CA øger såvel forekomsten af forskellige arter som antallet.

Den direkte klimaeffekt er en mindre udledning af CO₂ fra sparet brændstof (25-35 l diesel/ha som svarer til 80-120 kg CO₂/ha). Og så er der en effekt af opbygning af jordens kulstofindhold fra en øget tilførsel af biomasse fra permanent afgrødedække og afgrøderester. Effekten heraf afhænger af jordens kulstofindhold og jordtype, - jo lavere udgangspunktet er, des større opbyggende effekt. Når der ikke jordbearbejdes, reduceres mineraliseringstab, men forsøg med minimal jordbearbejdning som enkeltfaktor viser ikke forskel i det samlede indhold i jordprofilen mellem reduceret jordbearbejdning og traditionel etablering. Muligvis fordi omsætningsraten øges med indholdet af organisk stof, som hurtigt forøges i overjorden.

Lattegasemissionen (N₂O) bør reduceres over tid, som overjordens kulstofindhold og dermed luftskifte øges.

Studier viser dog begge scenarier og det opleves også i praksis, at jorden i en overgangsperiode er vådere.

Ændringer i det økonomiske resultat

Beslutning om overgang fra et dyrkningssystem til et andet træffes typisk ikke på baggrund af økonomiske parametre alene, men oftest som en kombination af flere ønsker.

Det kunne f.eks. være ønsker om at:

- Færdes mindre i marken
- Reducere skadeligt marktryk fra tunge maskiner
- Øge muligheden for etablering af vintersæd på svære jorder
- Nye faglige udfordringer, større biodiversitet i marken, osv.
- Øge omfanget af dyrkning af efterafgrøder
- Spare tid og brændstof i markarbejdet, særligt ved efterårssåning

Ændringer i dyrkningssystemet vil påvirke en lang række faktorer i produktionen. Det er den samlede økonomiske effekt af disse ændringer, der vil opleves som de økonomiske konsekvenser for landbrugeren.

- Bruttoudbytte
 - mængde X pris for hovedprodukt (*er produkter de samme som før omlægning?*)
 - mængde x pris for biprodukter
- Stykomkostninger – omkostninger til udsæd, gødning og planteværn (*er der ændringer i mængder eller priser for hjælpepestoffer?*)
- Maskin- og arbejdsomkostninger
 - forrentning og værditab maskiner (*hvad betyder evt. udskiftning af maskiner for rentebyrde og værditab på maskinparken?*)
 - dieselolie og vedligehold (*reduceres brændstofforbrug og slid på maskinerne?*)
 - arbejdstid (*bliver frigivne timer anvendt på andet lønsomt arbejde?*)
- Øvrige omkostninger omfatter f.eks.
 - Forsikringer
 - Omkostninger til maskinhus
 - Tørring og lagring af afgrøder

Når man ønsker at vurdere de økonomiske konsekvenser af omlægning af dyrkningssystemet, er det derfor relevant at estimere og kvantificere effekterne af omlægningen på

- Bruttoudbytte: Afgrødevalg og sædskifte, mængde og kvalitet af afgrødeudbytte, dyrkningssikkerhed,
- Stykomkostninger: Omkostninger til udsæd, herunder hoved- og efterafgrøde, typer og mængder af gødning og planteværn
- Maskin- og arbejdsomkostninger samt evt. øvrige forhold: Ændringer i maskinpark, og maskinanvendelse, herunder effekt på forrentning og værditab, diesel og vedligehold, arbejdstid, tørring og lagring af "nye" afgrøder.

Ved omlægning af en bedrift fra f.eks. dyrkningssystem med pløjning til pløjefri dyrkning, eller fra pløjefri dyrkning til direkte såning, kan der opstilles forventninger til udviklingen som relativt enkelt kan kvantificeres efterfølgende. I tabel 3 er givet et **eksempel** på, hvordan en sådan kvantificering kan laves.

Tabel 3. Eksempel på vurderede effekter af ændret dyrkningspraksis ved overgang til CA-dyrkning

Emne	Udgangspunkt	2-3 år frem	5-10 år frem
Udbytte vårsæd [hkg]	60	58	65
Udbytte vintersæd [hkg]	80	80	90
Udbytte specialafgrøder [hkg]	-	-	-
Øvrige forhold til bruttoudbytte		Kvalitet og pris antages uændrede. Der bør regnes med øget andel af vårsæd fra 20 til 33 % i dette tilfælde.	Kvalitet og pris antages uændrede
Stykomkostninger [kr. pr. ha] Udsæd Gødning Planteværn		Udsæd + 50 kr. pr. ha Gødning uændret Planteværn uændret	Uændret
Maskiner og arbejde [kr. pr. ha] Forrentning og værditab (maskinsaldo) Kapaciteter Dieselforbrug Vedligehold Arbejdstid	Kr. 4.500 pr. ha	Maskinsaldo kan stige ved omlægning, det afhænger noget af eksisterende maskinpark.	Kr. 3.000 - 4.000 pr. ha Større kapacitet på maskinerne betyder frigjort 2 timer pr. ha til andet lønnet arbejde Dieselforbrug forventes reduceret med 20-30 % pr. ha

Ved opstilling af afgrødekalkuler og evt. ved brug af maskinanalyse, kan ovenstående forventninger anvendes til estimere de økonomiske konsekvenser – og ved brug af følsomhedsberegninger på f.eks. afgrødeudbytte og maskinomkostninger kan der estimeres spredning i økonomisk resultat.

Læs mere om beregning af sædskifte og afgrødeøkonomi [her](#)

Læs mere om dyrkningssystemer og maskinanalyse og [her](#)

3. Det skal du være opmærksom på ved omlægning til CA

Jorden skal være i god form

Betingelsen for at få succes med CA er, at jorden er i god form. Dvs. jorden må ikke være meget pakket, dræningstilstanden skal være i orden og der skal være et vist indhold af organisk stof i overjorden. Erfaringsvis er det derfor ofte lettest at gå fra et system med reduceret jordbearbejdning til CA. Læs mere om hvordan man praktisk starter med CA i afsnit 8.

OBS på færdsel i marken

Konsekvenserne af færdsel med tunge maskiner i marken ved overgang til CA er et endnu vigtigere fokusområde end i marker som løsnes mekanisk hvert år. Derfor skal vej- og køreforholdene i marken være optimale ved færdsel, som kan stille krav til tålmodigheden og kræve strategændringer under vejs. Eksempelvis hvis jorden er tjenlig til såning, men ikke kan bære en gyllevogn.

Jordstyrken i overjorden øges med tiden, som følge af et højere indhold af organisk materiale og, at jordagregaterne ikke brydes mekanisk. Det betyder at deformationen af jorden ved færdsel begrænses og øger farbarheden.

For at begrænse jordpakningen i forbindelse med overgangen til CA, kan faste kørespor/kontrolleret trafik i maskinstrategien overvejes.

Faste kørespor i fx et ni-meters system er relativt nemt at opnå ved rendyrket no-till, da det er muligt at anvende relativt store arbejdsbredder uden at have behov for enorm trækraft foran fx såmaskinen. Derved vil der kunne anvendes faste kørespor på 9/36 meter. Altså med gødskningsudstyr og sprøjte på 36 meter, samt halmstrigle, såmaskine (dyr) og mejetærsker på ni meter (Kræver stort areal).

Alternativt bør man tilstræbe at holde den tunge trafik i plejesporene.

For de maskiner, der er nødt til at køre mellem plejesporene – fx mejetærskeren – er fokus på dæktype/-dimensioner og dæktryk væsentligt. Dæk og dæktryk har som bekendt særlig betydning i overjorden, mens aksellasten har størst betydning i de dybere jordlag. Der bør være fokus på begge parametre.

Tilpasning af afgrødevalget

Hvis andelen af vintersæd ved nu-driften er høj for at sikre en vis foderforsyning, skal man være opmærksom på, at vårsædsandelen bliver stigende, som følge af et ændret sædskifte. En betydelig andel af vårsæd og efterafgrøder er en betingelse for at kunne styre specielt vintergræsserne og sikre at der er mest muligt liv i marken og størst mulig fotosyntese. Der skal endvidere øges fokus på sammensætningen af efterafgrødearter, som passer med de arter der dyrkes, så risikoen for sædskiftesygdomme minimeres. Det er derfor en god ide at regne på den økonomiske konsekvens af større indkøb af foder og efterafgrøder, måske også i forhold til salg af andre afgrøder.

Udfordrende afgrøder

Det ikke er lige nemt at etablere alle afgrøder uden foregående jordbearbejdning. Således kan kartofler, roer og grønsager være vanskelige at etablere i CA-systemet, men der er flere gode eksempler i kartoffelavlens praksis. I majs skal man være indstillet på at rotere afgrøden i sædskiftet og selvom der er succes med avl af frøgræs, skal man være opmærksom på græsukrudt i forhold til at opnå en tilstrækkelig renhed. Modsat overgang til reduceret jordbearbejdning er der dog mange eksempler på, at græsukrudtsproblemerne ikke forværres ved overgang til CA.

Der kan være udfordringer i at placere småfrøede arter i ensartet dybde, specielt i de første år og hvor der er snittet halm.

4. Etablering af afgrøder

Der er under såning, at man som landmand oplever den største forskel i dyrkningen. At tilså en mark dækket af halm, eller en nedvisnet efterafgrøde, opleves meget anderledes end såning i bearbejdet jord.

En kornkerne er dog ikke fra naturen udviklet til at skulle være omgivet af løs og gennembearbejdet jord. I en jord, der kun er minimalt bearbejdet, vil jordens svampe og andre mikroorganismer hurtigere og i højere grad være klar til at samarbejde med den spirende plante.

Jord, der ikke er bearbejdet er mere kold end bearbejdet jord, og det medfører, at kernerne efter direkte såning ofte spirer langsommere end kerner, der er sået i bearbejdet jord. Ligeså foregår de tidlige vækstfaser langsommere. Planterne vil indhente dette i løbet af sæsonen. Man bør reducere sådybden ved direkte såning, for at kompensere for den langsommere fremspiring. For specielt store frø, som hestebønner, vil rød-der skubbe frøet op ad, hvis jorden er løs. Det sker ikke ved direkte såning.

5. Maskinpark

Omdrejningspunktet i CA-maskinparken er såmaskinen. Der findes en lang række såmaskiner på det danske marked, der er udviklet til direkte såning. De kan groft deles op i skiveskærssåmaskiner, tandskærssåmaskiner og striptill-såmaskiner. Er formålet at begrænse jordbearbejdningen til et absolut minimum er skiveskærssåmaskinen det oplagte valg.

VM Seeder, John Deere 750 A, Multiva Forte, Weaving, Sly Boss, Kuhn Aurock, Horsch Avatar og Sky Easy Drill er eksempler på skiveskærssåmaskiner, der aktuelt markedsføres på det danske marked. Der er væsentlige forskelle på de enkelte maskiner og modeller, særligt skal opmærksomheden rettes mod maskinens evne til at så i store mængder plantemateriale, hvad enten det er efterafgrøder eller snittet halm. De enkelte modeller har forskellige løsninger på udfordringen, men mest fremtrædende er de vinklede skiver på fx Sly Boss og Weaving GD.

Amazone Cayena, Horsch Sprinter/Pronto ST, Virkar Dynamic og Claydon Hybrid (kan også opbygges til striptill) er eksempler på tandskærssåmaskiner. Tandskærssåmaskinerne laver en større grad af jordbearbejdning end skiveskærsmaskinerne. men er generelt bedre til at placere kernerne under store mængder af snittet halm.

Claydon Hybrid, Mzuri, StripCat og Väderstad Spirit Stripdrill er eksempler på striptill-såmaskiner. Princippet afviger fra rendyrket no-till, grundet bearbejdning med grubbetanden. På finsandede jordtyper kan dybdeløsningen være hensigtsmæssig, særlig i de tidlige år af CA.

Trækkraftbehovet er i sagens natur lavest for skiveskærssåmaskinerne, som yder meget begrænset modstand. Trækkraftbehovet for fx Weaving GD opgives til at være minimum 35 hk pr. meter, svarende til 140 hk til en fire meter bred maskine og 210 hk for en seks meter bred maskine. John Deere 750A, som er væsentligt lettere end Weaving GD har et trækkraftbehov på min. 140 hk for en 6 meters model. På meget kuperede arealer kan trækkraftbehovet være større. Det er værd at notere sig, at den reelle kapacitet i afgrødeetableringen er påvirket af, at alt klares i én overkørsel.

Halmstrigle

Overkørsel med halmstrigle efter høst kan have flere formål. Det kan være fordeling af den snittede halm, et ønske om en let opblanding af halm og jord for at sætte gang i nedbrydningen, at sætte gang i fremspiring af spildfrø og etablering af efterafgrøder.

Halmstriglen kan altså have mange anvendelser ved CA og er derfor et centralt redskab. Selv med stor arbejdsbredde er trækraftbehov (ca. 15-20 hk/meter) og brændstofforbrug lavt, og der er tale om en billig overkørsel.

6. Halmstrategi

Halmen er en vigtig kulstof- og næringsstofkilde for jorden og dens organismer. Og så bidrager den til opbygningen af en god jordstruktur. Som udgangspunkt bør den derfor forblive i marken. Ved snitning af halmen, er en ensartet fordeling af plantemassen afgørende for en god etablering. Hvis halmen snittes, er den højest mulige stubhøjde altid tilrådelig. Det giver de bedste vilkår, for at mejetærskeren kan fordele den snittede halm optimalt. Desuden nedsætter det mejetærskerens brændstofforbrug, sammenlignet med lav stub, hvor en større andel snittes.

Et alternativ til traditionelle skærebord er et såkaldt ripperbord, som "plukker" aksene af strået og dermed lader hele strået blive stående på marken. Ved efterfølgende såning i efteråret vil denne praksis også gøre store halmmængder nemmere at håndtere for skiveskærssåmaskiner.

Ét er, at halmsnitte på mejetærskere bliver udviklet til at fordele halm og avner i selv store arbejdsbredder. Praktiske forhold som sidehæld og sidevind kan alligevel betyde, at mejetærskeren med fx et 35 fods skærebord ikke formår at lave en ensartet fordeling i hele bredden. Er meget brede skærebord nødvendige for at sikre rette kapacitet på den enkelte bedrift, er det vigtigt at være opmærksom på, om den snittede halm er jævnt fordelt bag tærskeren og i modsat fald fx anvende halmstrigle på skrå af kørselsretningen efter høst. Hav fokus på skarpe snitterblade.

7. Strategi for overgang til CA

Der er blandt mange pløjefri planteavlere interesse for at gå over til direkte såning og CA, og mange landmænd drager i disse år deres første erfaringer. I pjecen 'conservation agriculture i praksis' gives 13 landmænds erfaringer med overgangen til CA. '

CA praktiseres overvejende af landmænd, der har mange års erfaring med pløjefri dyrkning. Efter at de har opbygget en muldholdig og biologisk levende overjord, erfares det, at behovet for jordbearbejdning bliver mindre, og de starter typisk med at så enkelte marker direkte for derefter evt. at indføre CA på hele deres areal.

Der er dog også landmænd, der omlægger jord direkte fra pløjning til CA. Det kan også ske, hvis rutinerede pløjefri landmænd forpagter eller køber nyt jord.
(Evt. et billede eller boks med Søren Christensen)

Når jord omlægges direkte fra pløjning til CA, kan man forvente udfordringer med at fastholde et højt udbytte niveau de første år, da de biologiske funktioner, der skal sikre næringsstofftilførslen er mangelfulde. Dette kan delvist afhjælpes ved at øge gødningstilførslen eller ved at dyrke mindre krævende afgrøder som f.eks. hestebønner eller græsfrø.

For at få succes med CA skal man fokusere på at opbygge en sund jord i god struktur og med stor biologisk aktivitet. Mange peger på gode efterafgrøder som meget væsentlig for at få succes med CA.

Man bør have følgende på plads, *før* man starter med at så direkte i et CA system:

Er markerne jævne?

Det er de oftest, hvis man har dyrket pløjefrit i en årrække.

Er jordstruktur og dræningstilstand i orden?

Hvis der er strukturmæssige udfordringer med jorden f.eks. pakkede jordlag eller mangelfuld dræning, så bør disse udfordringer løses før der indføres CA. CA kan ikke inden for en kort årrække reparere en strukturskade, våd jord og det kan koste udbyttetab. Så start med at finde ud af, hvorfor jorden ikke afdræner ordentligt. Skyldes det pakket jord eller vandstandsende lag, eller slemmer jordprofilen til pga. ringe afdræning? Er der pakket jord, kan det med fordel løsnes med en grubber med en smal tand til lige under det pakkede lag. Det er overordentligt vigtigt, at der kun grubbes når jorden er tør og farbar for at mindske risikoen for genpakning. Er drænene gamle og trænger til oprensning eller udskiftning, er der hermed en anledning til at få løst problemet. Ringe dræning er ofte en undervurderet udbyttebegrænsende parameter som øger risikoen for pakning, da jordstyrken reduceres med stigende vandindhold. I forbindelse med grubning – eller straks efter – bør jorden stabiliseres af planterødder og man skal være særlig varsom med genpakning.

På stive lerjorde med et lavt indhold af organisk materiale (under 2 procent), kan en strukturkalkning give en bedre struktur bidrage til at sikre en god etablering.

Er marken i passende gødningstilstand?

Hvis der er ubalance i sammensætningen af mineraler, så kan man opleve misvækst. I CA systemer gøder man principielt jorden, ikke afgrøden. Det er jordens næringsstoffressourcer og mikroorganismer, der primært sørger for næringstilførslen til planterne.

Er der ukrudtsarter, der er meget problematiske?

Ukrudtsfloraen vil ændre sig, men det er et skidt udgangspunkt at starte med store ukrudtsproblemer,

Kan afgrøderester håndteres?

Som det fremgår af afsnit 7 er det meget vigtigt at sikre en jævn fordeling af afgrøderester med mejetærsker og/eller ved en efterfølgende strigling.

Kom godt i gang

Dækning af jorden over efterår og vinter med efterafgrøder er som sagt meget vigtigt ved CA dyrkning. Så start med at opbygge erfaring med at dyrke efterafgrødeblandinger med flere forskellige arter, også gerne kvælstoffikserende. Forskellige arter sikrer både overfladisk og dyb rodvækst over så lang en periode som muligt (afsnit 12).

En CA mark kan f.eks. startes op efter en vellykket efterafgrøde eller efter en græsmark, der har dannet en god jordstruktur. Man kan også starte med at så en rapsmark direkte. Når man har en velfungerende mark,

bør man på mindre del af arealet afprøve den såmaskine, man har. Under hvilke forhold kan den så direkte? Hvis ikke maskinen er velegnet til forholdene, kan man evt. få en nabo eller maskinstation til at så de første marker. Efter afprøvning af forskellige maskiner på ens egen jord er man langt bedre klædt på til den sidste beslutning: valg af såmaskine.

Prioriter marker hvor der ikke står vand ved kraftige nedbørshændelser og begynd eksempelvis med grub-besåning af efterafgrøde i snittet halm, med en øget udsædsmængde for at sikre jordløsning og etablering af et kraftigt plantedække. Efter en regnfuld periode eller hvor der ikke er husdyrgødning i sædskiftet, kan det overvejes at tilføre lidt gødning ved såning, 25-30 kg N i NS-gødning pr. ha.

8. Sædskiftestrategi

Sædskifter for CA-systemer tilrettelægges generelt efter de samme principper som for andre systemer. Det tilstræbes, at:

- risikoen for betydende angreb af sygdomme og skadedyr minimeres under hensyntagen til det økonomiske resultat
- næringsstofferne i husdyrgødning og fra forfrugten udnyttes bedst muligt, og at frigjort kvælstof også opsamles i efterårsmånederne
- der opretholdes en stabil indtjening fra markbruget ved ikke ensidigt at satse på afgrøder, der svinger meget i enten udbytte eller pris fra år til år
- der indgår både en- og tokimbladede afgrøder i sædskiftet
- der både indgår vår- og vinterafgrøder i sædskiftet med en balanceret andel af begge typer
- udnytte arbejdskraft og maskinkapacitet (afsnit 6) bedst muligt.

Når CA-princippet om, aldrig at dyrke samme afgrøde 2 år i træk på samme areal følges, har det stor betydning for forebyggelsen af sygdomme som hvedebladplet (DTR) og aksfusarium og følgelig indholdet af fusariumtoksiner i korn.

Sædskiftesygdomme

Der ses i disse år en stigende forekomst af kålbrok i danske sædskifter. Man bør være opmærksom på dette ved dyrkning af korsblomstrede efterafgrøder. Hovedårsagen til dette er ikke kun, at afgrøder som olieræddike i mindre grad kan opformere kålbrok, men først og fremmest fordi det er vanskeligt at styre spildrops i efterafgrøder med korsblomstrede arter.

Af samme årsag bør man, hvis man dyrker hestebønner og ærter som hovedafgrøder i sædskiftet, undlade at dyrke vikke for at forebygge angreb af sygdommen *Phytophthora pisi*. (se foto)

Ukrudt og Sædskifte

Særligt de vinterenårige græsser og tokimbladede arter som kornblomst, kornvalmue og burrener har en livscyklus, som ligner vintersæd, og derfor er der stor risiko for opformering af disse besværlige og tabsvoldende arter i sædskifter med høj andel af vintersæd. Omvendt opformeres arter som pileurter og hvidmelet gåsefod i større omfang ved høj andel af vårsåede afgrøder.

Der bør af hensyn til ukrudts-management vælges en forholdsvis høj andel af vårsåede afgrøder i sædskiftet, mindst 30 pct. og meget gerne 40 pct. Jo større andel af vintersæd du har i sædskiftet, desto

større krav til andre forebyggende tiltag og effekt af kemien og dermed større risiko for udvikling af resistens.



Foto 1. Svampesygdommen *Phytophthora pisi* i hestebønner. Svampen angriber rodsystemet. Til venstre intet angreb, i midten 50 % angreb og til højre 100% angrebne planter. Foto: Mariann Wikström, Agroplantarum, Sverige.

Flerårige ukrudtsarter (kvik, tidsler med flere) opformerer let i dyrkningssystemer, hvor der er minimal jordbearbejdning, og hvor der ikke er flerårige græsmarker. Det er derfor vigtigt, at du også er opmærksom på, at der i dit sædskifte skal være "vinduer" til at bekæmpe disse arter.

9. Planteværnsstrategi

Et varieret sædskifte er nøglen til at forebygge, at ukrudt og sædskiftesygdomme bliver et problem (se afsnit 9).

Ukrudt

CA-systemer er karakteriseret ved, at jorden ikke bearbejdes eller kun bearbejdes øverligt, og at det derfor kun er ukrudtsfrø i nogle få centimeters dybde, som får mulighed for at spire hvert år. Desuden vil ingen eller kun meget overfladiske jordbearbejdning betyde, at ukrudtsfrøene ikke får nogen lyspåvirkning, hvilket er essentielt for at fremprovokere fremspiring af mange småfrøede ukrudtsarter.

Disse forhold kan betyde, at ukrudtsbestanden i tilfælde af manglende opmærksomhed får mulighed for at eksplodere i løbet af få år. Men omvendt kan det også betyde, at ukrudtsbestanden ved god management kan bringes ned på et niveau, hvor ukrudtsbestanden og dermed behovet for ukrudtsmidler falder. Det er derfor, særligt i overgangsperioden til CA, *vigtigt* at holde et vågent øje med ukrudtsbestandene og justere strategi og middelvalg, så snart man ser forandringer. Og har man et stort ukrudtstryk på sine marker, vil det være en fordel at nedbringe det ved at øge effektkravet og/eller starte med sædskiftetilpasningen, inden overgangen til CA påbegyndes. Det samme gælder, hvis man har kendskab til herbicidresistens på sine marker.

Ukrudtsarter, som man skal have særligt fokus på i dyrkningssystemer uden pløjning er især de enårige græsser: væselhale, hejrearterne, agerrævehale rajgræsserne og vindaks. Også flerårige ukrudtsarter kan opformeres i sådanne systemer.

De enårige græsser responderer også kraftigt for tidlig såning af vintersæd. Derfor bør man ikke så tidligt, hvor der er erfaring for, at disse græsser er et problem.

Udover sædskifte og korrekt middelvej er det vigtigt for håndteringen af enårige græsser at efterlade stub så urørt som muligt, eller evt. kun jordbearbejde helt overfladisk (halmstrigle) hurtigst muligt efter høst for at bringe ukrudtsfrø kastet omkring høsttidspunktet i kontakt med jord og fugt. Spiring, forrådnelse og det faktum at frøene ædes af dyr vil give et hurtigt henfald af frø efterladt på jordoverfladen. Dette er selvsagt særligt vigtigt efter afgrøder, hvor der har været et betydeligt frøkast.

Ved konsekvent at bruge en passende lav dosis glyphosat (350-400 g aktivstof pr. ha) i forbindelse med etablering af afgrøderne i sædskiftet, bekæmper man nyfremspiret græsukrudt og tokimbladet ukrudt, og man får en dæpende virkning på kvik, hvis skuddene er fremme med 3-4 blade.

Mod flerårige ukrudtsarter som f.eks. kvik, agerpadderok og agertidsel skal der vælges en anden strategi. Konkurrencestærke afgrøder og efterafgrøder kan reducere opformeringen af disse, men kemisk må der sættes på selektive midler som f.eks. fop/dim-midler (Agil og Focus Ultra) mod kvik i raps, hestebønner og ærter, eller MCPA mod agerpadderok og tidsler, eller man må finde "vinduer" i sædskiftet, hvor højere doser af glyphosat kan bruges på tidspunkter, hvor de flerårige arter er i aktiv vækst (glyphosat virker dog ikke mod agerpadderok).

Svampesygdomme

Med hensyn til svampesygdomme skal der tages hensyn til, om CA-sædskiftet og dets efterafgrøder giver risiko for opformering af sædskiftesygdomme som f.eks. kålbrok (se afsnit 9).

For bladsvampe vil der i et alsidigt CA-sædskifte ikke forventes væsentligt ændrede sygdomstryk i forhold til sædskifter i pløjede systemer. Erfaringer fra praksis antyder, at der ved CA-dyrkning er mindre angreb af meldug og septoria end i andre systemer. Rationalet skulle for meldugs vedkommende være, at kvælstofoptagelsen sker mere jævnt i løbet af vækstsæsonen og at man derved i CA-systemer undgår de høje kvælstofkoncentrationer tidligt, som fremmer meldug. Desværre er der ikke forsøgsresultater, som kan underbygge disse observationer.

Det anbefales derfor som udgangspunkt at følge sygdomsudviklingen i marken og i registreringsnettet og behandle efter de bekæmpelsestærskler, som kan findes på LandbruksInfo.

Skadedyr/nyttedyr

Det nævnes ofte, at CA-dyrkning fremmer bestande af nyttedyr. Der findes flere videnskabelige undersøgelser, som viser at der er flere nyttedyr når man undlader pløjning, så det forventes at dette også gælder for CA. En kvantificering af effekten af disse på behovet for bekæmpelse findes desværre ikke. Det betyder at der anvendes generelle skadetærskler. Endvidere skal der fokus på, at kornbladlus kan vandre uforstyrret via 'den grønne bro' til næste afgrøde og eksempelvis inficere med havrerødsot. For at skåne nyttedyrene, kan lus bekæmpes med Pirimor

10. Gødskning

De fleste forsøg med gødskning er gennemført i konventionelle dyrkningssystemer med pløjning flere gange i sædskifteperioden. CA påvirker næringsstofomsætningen i jorden på flere måder. Ved CA holdes jorden plantedækket om efteråret i en større del af årene i en sædskifteperiode og der tilføres flere afgrøderester. Det giver en ophobning af planterester og kulstof i jordoverfladen. Frigørelsen af næringsstoffer ved mineralisering er mindre, fordi den ikke accelereres af jordbearbejdning. Alt andet lige betyder det, at tabet af mobile næringsstoffer som kvælstof, svovl, bor og i mindre omfang kalium reduceres i forhold til konventionelle dyrkningssystemer. Det betyder også, at fosfor vil forblive mere tilgængeligt på grund af den større mikrobielle aktivitet og i mindre omfang end i konventionelle systemer bindes i tungtopløselige forbindelser. Ophobning af organisk stof i jordoverfladen vil give en større immobilisering af næringsstoffer i CA-systemer, fordi mikroorganismene binder specielt kvælstof og svovl fra jorden i den mikrobielle biomasse, når kulstofrige planterester skal nedbrydes.

I de første år efter omlægning fra konventionel til CA dyrkningssystemer kan næringsstofbehovet forøges for specielt kvælstof og svovl, som er de mest udbyttebegrænsende næringsstoffer under danske forhold. Selv om tabet af næringsstoffer alt andet er mindre, vil opbygningen af et større indhold af organisk stof i CA-systemer kræve en ekstra næringsstoffertilførsel. Efter nogle år vil frigørelsen af næringsstoffer ved mineralisering af det organiske stof være i balance med immobiliseringen og behovet for næringsstoffer vil derfor være det samme eller mindre end i konventionelle systemer. I danske forsøg tilbage i 1980'erne og 90'erne er gennemført mange forsøg med tilførsel af kvælstof til omsætning af halm. Den overordnede konklusion var, at en sådan kvælstoftilførsel ikke er nødvendig. Tilsvarende blev der gennemført en række forsøg for at belyse, om kvælstofbehovet stiger ved direkte såning. Konklusionen var også her, at kvælstofbehovet var uafhængigt af jordbearbejdningen.

Afgrødens næringsstofforsyning er i CA-systemer på sigt mere bestemt af næringsstofforsyningen fra jorden end i konventionelle systemer. Derfor bør man holde styr på tilførslen af organisk stof i de enkelte marker og modelberegne kvælstofbehovet ud fra jordens kvælstofpuljer f.eks. med MarkOnline.

Mineraliseringen af kvælstof ved CA er mindre om foråret end i konventionelle systemer. Derfor bør tilføres en større mængde kvælstof til vintersæd ved vækststart end i konventionelle systemer. For at begrænse immobilisering af kvælstof kan gødningen punktnedfældes i vintersæden, så den placeres i 5-8 cm's dybde. I det såkaldte CULTAN-gødsningssystem placeres en ammoniumsulfat opløsning i denne dybde. Placering i dybden betyder, at det organiske stofindhold er mindre og placering i punkter betyder, at kontakten mellem mikroorganismer og gødning bliver mindre. En forsøgsserie over 3 år er der i landsforsøgene opnået positive resultater af CULTAN-gødsning i systemer med reduceret jordbearbejdning⁸. I forårssåede afgrøder må det forventes, at fordelene ved placering af gødning er større end i konventionelle systemer på grund af mindre immobilisering.

Anvendelse af husdyrgødning herunder specielt gylle skal følge de samme principper som i konventionel dyrkning. Der er fordele og ulemper ved de forskellige udbringningsmetoder. Nedfældning af gylle må forventes at give større fordele mht. N-udnyttelse i CA end i konventionelle systemer på grund af den lavere immobilisering. En bedre bæreevne i CA-systemer vil alt andet lige gøre nedfældning nemmere, så der ikke fås spor eller samme omfang af skadelig jordpakning efter tunge maskiner. Det kan muliggøre nedfældning af gylle til vårsæd inden såning. Omvendt kan pakning af overjorden ikke udbedres når der ikke jordbearbejdes, som taler for den store arbejdsbredde som opnås ved slangeudlægning. Desuden fravælger mange nedfælderen, da især sortjordsnedfælderen laver jordbearbejdning.

Anvendelse af fast gødning og dybstrøelse om efteråret vil forventes at give en bedre virkning i CA-systemer. Ammoniumkvælstof vil blive immobiliseret og dermed ikke blive vasket ud af vinterens overskudsnedbør.

I CA-systemer kan accepteres et lavere Reaktionsstal end i konventionelle systemer på lerjord, fordi der ikke skal tages hensyn til jordstruktur. Dette medfører generelt et lavere behov for tilførsel af kalk. På grund af manglende opblanding af jorden kan Rt falde hurtigere i de øverste 5 cm af jorden på grund af omsætning af ammoniumgødninger. Derfor kan det argumenteres for, at der skal kalkes hyppigere og med mindre mængder end i konventionelle systemer. F.eks. i niveauet 1 ton jordbrugskalk hvert 3. år. Hvis Reaktions-tallet er meget lavt og skal hæves for at få optimal plantevækst, er det vigtigt at kalkningen foretages tidligt på efteråret for, at nedbør kan opløse kalken og transportere det ned i jorden. Der findes ingen erfaringer med kalkstrategier i CA under danske forhold.

11. Valg af efterafgrøder

Efterafgrøder sikrer at der er levende planterødder i marken i den størst mulige del af året. De bidrager til kulstofopbygning, opsamler næringsstoffer, forbedrer jordstrukturen, mindsker risikoen for erosion, konkurrerer mod ukrudt og danner basis for liv i marken. Der er derfor al mulig grund til at prioritere stærke, sunde efterafgrøder, hvilket kræver en betydelig andel af vårsæd i sædskiftet. Det er en betingelse for succes med CA.

Såtidspunkt og etablering

For at opnå en dyb rodvækst, stor næringsstofopsamling og høj biomasseproduktion skal efterafgrøderne etableres så tidligt som muligt – helst i juli måned eller tidligere. Men etablering før høst kræver omhu, for at det skal lykkes. Når efterafgrøderne sås i hovedafgrøden, bør hovedafgrøden høstes tidligst muligt med høj stub og halmen bør snittes, for at give efterafgrøden de bedste betingelser. Du kan bruge gødningsspreder eller elspreder umiddelbart før høst. Husk at frøenes fremspiring kræver fugt i jorden.

Det kan være svært at bredsprede frøblandinger ensartet i hele arbejdsbredden. Særligt lette frø i blandingen spredes ikke i fuld bredde. Der er endnu ikke gode løsninger på markedet, som kan sprede frø ensartet i 36 meters bredde. Derfor er de fleste gode efterafgrødespredere hjemmebyggede med basis i bommen fra en marksprøjte monteret med flere elspredere. Men når etableringen lykkes, får du langt større efterafgrøder og næringsstofopsamling end ved såning efter høst.

Etableringen er dog langt mere sikker efter høst; men sker tit så sent, at efterafgrøderne ikke bliver til meget. Vælger du at etablere efterafgrøder efter høst, anbefales radsåning for at give en hurtig og ensartet fremspiring. Etablering i stub kan alternativt foregå med halmstrigle med frøudstyr.

Frivillige eller pligtige efterafgrøder?

For at få mest mulig biomasse og større diversitet kan det være en fordel, at bruge flere eller andre end de arter, som er godkendt. Undgå så vidt muligt at bruge en stor andel af de samme arter i efterafgrødeblandinger, som bruges i resten af sædskiftet. Så mindskes risikoen for opformering af sygdomme. Alternative arter giver større biodiversitet til jordens organismer, insekter og vildt. Nogle CA landmænd har frivillige efterafgrøder på så stort et areal som muligt, og begrænser arealet med pligtige efterafgrøder ved at vælge nedsat kvælstofkvote. Det kan være en løsning for dem, som allerede har god erfaring med efterafgrøder.

Brug af bælgplanter

Du kan have fordel af at bruge bælgplanter i blandinger. Det kvælstof, som de optager fra luften fordeler sig nemlig også i blandingens andre planter. Det ekstra kvælstof til planterne kan give en højere biomasseproduktion. Det er især tilfældet, hvor jordens Nmin indhold er lavt, efter at hovedafgrøden har optaget meget kvælstof. Brug altid bælgplanterne i blandinger med andre arter. Der er nemlig stadig tvivl om hvorvidt bælgplanter i ren bestand vil opsamle kvælstof effektivt. Som companion crops eller undersået i en kornafgrøde, er der mindre risiko for at tabe kvælstof.

Brug af blandinger

Blandinger bidrager til diversitet i sædskiftet. En blanding med mange arter øger chancen for, at nogle af arterne spirer godt – og sænker dermed risikoen for en generel dårlig fremspiring. Bland forskellige typer af efterafgrøder: Enkimbladede, bredbladede, bælgplanter og korsblomstrede. Du bør vælge arter med forskellige rodtyper og rodtybder, forskellige plantehøjder, blomstringstidspunkter mm. Vær dog opmærksom på forskellige sådybder: Når du laver blandinger med mange arter, har de sjældent samme anbefalede sådybde. Hvis en gennemsnitlig sådybde ikke er passende for frøene, vil spiringsevnen falde.

Vinterfaste og udvintrende arter

Som tommelfingerregel bør du bruge en andel af overvintrende arter på sandjord for at undgå udvaskning. På lerjord er der langt lavere risiko for udvaskning. Vær dog opmærksom på, at efterafgrøderne også bruges til at dække af for ukrudt, så vinterfaste arter har også fordele på lerjord indenfor CA. Frø af vinterfaste arter er generelt dyrere end udvintrende arter, så du kan spare penge ved at blande overvintrende og udvintrende arter.

En anden god grund til at blande, er at vinterfaste arter generelt vokser langsommere og derfor dækker dårligere for ukrudt om efteråret. I vintre med hård frost vil de fleste almindelige efterafgrøder udvintre, og de vinterfaste efterafgrøder vil derfor dominere blandingen næste forår. Overvej hvilke arter du ønsker i blandingen om foråret og sørg for at de arter, som står tilbage, kan destrueres, så de ikke skaber problemer med genvækst i næste afgrøde. Vær også forsigtig med vinterrug, da rug kan have en negativ effekt på næstes afgrødes fremspiring.

Vinterfaste arter: Græsser, vintersæd, tritcale, cikorie, farvevaid, fodermarvkål, vinterraps.

Vinterfaste bælgplanter: Hvidkløver, rødkløver, stenskløver, lucerne, esparssette, kællingetand.

Klarer milde vintre: Blodkløver, perserkløver, sneglebælg, sæddodder, foderradise, (olieræddike)

Udvintrende arter: Solsikke, boghvede, honningurt, sandhavre, vårsæd, rybs, gul sennep, hør (olieræddike)

Efterafgrøder til specifikke formål

I pløjefri systemer er det vigtigt, at efterafgrøderne også dækker af for ukrudt. Den effekt bør ikke opnås med græsser, da de kan være svære at håndtere uden pløjning. Vælg i stedet arter med store blade, som perserkløver eller blodkløver – og så dem jævnt ud, så de dækker godt i bunden.

Er jordstrukturen skadet af jordpakning, bør man vælge arter med god og dyb rodudvikling. Ingen arter gror godt på kompakt jord; men nogle gror bedre end andre. Vælg arter som cikorie, lupin og foderradise til blandingen, for at forbedre jordstrukturen.

Lerjorde kan gøres mere robuste for færdsel ved at tilsætte organisk materiale fra efterafgrøder. Vælg arter med en god biomasseproduktion som foderærter, korsblomstrede, lupiner eller vikker. Både tidlig såning og brug af bælgplanter i blandingen kan bidrage til en større biomasseproduktion.

Destruktion af efterafgrøder

Destruktion af efterafgrøder foregår typisk lige før såning eller lige før fremspiring af hovedafgrøden. Hvis der er græsser i bunden af efterafgrøderne, kan det alligevel være en fordel at sprøjte om efteråret. Hvis der er frost i foråret, kan det nemlig hindre nedvisning af græsserne – og så udsættes såningen af hovedafgrøden. Men ved nedsprøjtning i efteråret mister man plantedækket henover vinteren, og nogle CA-landmænd vælger derfor risikoen for senere såning af hovedafgrøden.

Oftest nedvisnes efterafgrøderne ved hjælp af en glyphosat-sprøjtning. Andre alternativer kan være gasbrænding eller elektrisk behandling, men disse metoder er stadig under udvikling. Destruktion med kniv-tromle (roller crimper) afprøves også; men det er svært at få til at lykkes under danske forhold. Glyphosat-sprøjtning er uden sammenligning den billigste og sikreste løsning, når ønsket er at undgå jordbearbejdning

12. Litteraturliste

¹ <http://www.fao.org/publications/card/en/c/981ab2a0-f3c6-4de3-a058-f0df6658e69f/>

²Kassam et al, 2012: Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. Field Crops Research 132, (2012), 1-17

³Amir Kassam, 2017: PP: The revolution og No Till system: A Global perspective. The NoTill Show and Conference, Groundswell, Western Park Farms, Hertfordshire, UK, 29. June 2017

⁴Edwards et al, 2016. Soil & Tillage Research 155 (2016) pp. 339-350

⁵Oversigt over Landsforsøgene 2018, pp. 239-240

⁶Interview af danske CA-landmænd

⁷Rusinamhodzi et al., 2011: A meta-analysis of long-term effects of conservation agriculture on maize grain yield under rain-fed conditions. Agronomy for Sustainable Development, Oct. 2011, 31:657 <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0040-2>

⁸Oversigt over Landsforsøgene 2019.

Vi mangler et link til dyrkningsvejledningen vedr. sædskifte og måske et til bemølpelsestærskler på LandbrugsInfo