

2919 GAU-Sund jord – Sunde planter.

Projektets formål

Vi har med projektet sund jord sunde planter ønsket at give producenter af frilandsgrønsager nogle redskaber til at forbedre indsatsen for en god jordfrugtbarhed ved at have fokus på sædskifte og grøngødning/efterafgrøder. Der er et behov for at demonstrere, hvordan man i intensive produktionssystemer kan sikre eller forbedre jordens struktur og indhold af organisk stof og dermed jordens frugtbarhed. Ønsket og behovet er steget igennem de sidste par år grundet meget vanskelige vejr-situationer som har skabt mange udfordringer for producenterne.

Baggrund/faglig begrundelse for projektet

Jordens frugtbarhed sættes på en hård prøve ved intensiv frilandsproduktion af grønsager – jorden bearbejdes mange gange og intensivt, der er meget trafik henover jorden. Jordbearbejdning som pløjning, harvning og fræsning medfører forstyrrelser i jorden, som kan fremme nedbrydningen af organisk kulstof, også i form af mere stabile forbindelser som humus. Det sker ved ødelæggelse af de jordaggregater, der beskytter kulstoffet fra mikrobiel nedbrydning. Med hensyn til god jordkvalitet betragtes den kritiske grænse for indhold af organisk kulstof, ifølge Vågen (2000), generelt at være på 1 til 2,5 %. Målinger fra Danmarks JordbrugsForskning tyder på, at lerholdige jorde bliver vanskelige at bearbejde, når indholdet af organisk kulstof kommer under ca. 1 %, svarende til ca. 1,7 % organisk stof (Schjønning 2004). Det niveau er vi nået flere steder i dag.

Der efterlades ikke meget tørstof efter en produktion af grønsager idet C/N forholdet er meget lavt i afgrøderesterne, og derfor efterlader grønsager generelt ikke tilstrækkeligt med organisk materiale i jorden. Intensiv produktion på friland medfører derfor ofte en reduktion af jordens indhold af organisk stof. Netop organisk stof spiller en stor rolle i jordens frugtbarhed, idet en jord med lavt organisk stofindhold er udsat for at slemme til og få en ringere struktur. Herved holder den ikke så godt på hverken næringsstoffer eller vand, og jordens dyrkningsværdi forringes. Modsat har en jord med stort indhold af organisk stof en god struktur med en god vandholdende evne, og den yder en god forfrugt.

Det er vanskeligt med den nuværende teknik at ændre på praksis med trafik i marken og jordbearbejdning. Men det er muligt at styrke og øge den del, der omfatter input af organisk stof til jorden. En væsentlig kilde til input af organisk stof er sædskiftet, grøngødning og efterafgrøder.

Anvendelse af efterafgrøder i grønsagsproduktion er dårligt belyst i Danmark, idet fokus har været på landbrugsafgrøder. Der er derfor et stort behov for at dette område undersøges.

Det er rigtig ærgerligt at efterafgrøder ses som en chikane frem for et værktøj, der kan forbedre jordfrugtbarheden markant hvis de køres ind i produktionsplanlægningen. Ud over at opsamle evt. overskydende N, opsamler efterafgrøderne andre næringsstoffer der ligger frit i jordvandet f.eks. S på sulfatform, B som ligger som borsyre. På lette jordtyper med lille ler indhold opsamles der også kalium som ellers ville udvaskes. Fosfor ses også som et næringsstof der udvaskes og det resulterede fornyeligt i en ny lovgivning som lagde loft på tildelingen af fosfor. For nogle bedrifter betyder det at fosfor er den begrænsende faktor i gødningsplanen og ikke kvælstof som hidtil. Så er det store spørgsmål om nogle arter af efterafgrøder kan frigive noget af det fosfor der ligger hårdt bundet i jorden.!?

På bedrifter med produktion af grønsagsafgrøder skal man dog tænke sig godt om inden der vælges hvilke efterafgrøder der skal anvendes som pligtige, MFO eller mellemafgrøder. Man kan ved det forkerte valg ødelægge sit sædskifte, opformere skadevoldere, skabe udfordringer med ukrudt eller forringe den efterfølgende kulturs vækstbetingelser. Dernæst kommer alle reglerne om hvilke afgrøder der er godkendt, samt datoer der skal overholdes med hensyn til etablering, nedmuldning, indberetning og kontrol.

Som loven er i dag, har efterafgrøderne kun en effekt på miljøregulering for at opsamle overskydende kvælstof efter høst. Kvælstof, som typisk ikke findes, fordi hovedafgrøden allerede har brugt det tilgængelige kvælstof i jorden. Mange bedrifter oplever derfor, at de udsåede efterafgrøder ikke bliver til noget på grund af, at der ikke er kvælstof til rådighed. Hvis efterafgrøden står og sulter efter kvælstof, har den ikke den ønskede tilvækst og fotosyntese som er med til at binde kulstof i planten, og den gavner ikke meget med

hensyn til biodiversitet og opbygning af organisk stof i jorden ved senere nedmuldning. Det er en meget usund spiral, som er begyndt at give sig til kende flere steder i DK i form af en høj Dexter ratio værdi. Gavnlig effekt på biodiversiteten er også et emne der kan diskuteres, idet de fleste godkendte efterafgrøder enten er i familie eller meget nært beslægtede med vores afgrøder. Arealer med efterafgrøder ligner derfor vores marker med hovedkulturer som er etablerede som monokulturer. Det fremmer ikke mikro- og makrolivet i jorden, nytteinsekter eller vores markvildts livsbetingelser.

Projektets indhold

Projektet gennemføres over 3 år fra 2017. Projektet arbejder indenfor 2 tværgående områder: Efterafgrøder/grøngødning og grønsagssædskifte. Der er en del materiale tilgængeligt om efterafgrøder i landbrugssædskifter. Vores projekt sætter fokus på muligheder i grønsagssædskifte. Projektet skal indsamle og formidle relevant viden på området, samt etablere demonstrationsparceller hos udvalgte producenter i forskellige afgrøder og jordtyper.

I 2018 og 2019 har vi udført følgende:

1. udarbejdet et katalog af udvalgte plantearter egnet til grøngødning eller efterafgrøder, og som er relevante for frilandsgartnere. Kataloget indeholder oplysninger om arternes egenskaber og rolle for jordfrugtbarhed, dyrkningsmæssige elementer – såsom blandinger, sædskiftesygdomme, m.m. (bilag 1.). Kataloget kan hjælpe producenter af grønsager med at vælge og sammensætte den rigtige blanding på deres bedrift i henhold til efterafgrødernes formål, samt sædskifte, etableringstidspunkt af både efterafgrøde og efterfølgende kultur, jordtype, forfrugt, mv.
2. I 2018 er der demonstreret anvendelse af efterafgrøder og grøngødning, i forskellige blandinger som er blevet afprøvet på et større demoareal ved Gyldensteen Gods. Der er endvidere afprøvet 2 typer af såmaskiner samt anvendt startgødning i nogle af parcellerne samt nedsatte udsæds mængder. (Bilag 2. Bilag 3. Indhold i blandinger samt pris på blanding) Der blev anlagt parceller med såløg i demomarken i 2019. Vi har vurderet eftervirkning af efterafgrødeparcellerne anlagt i 2018 ved pløjning, ved etablering af løgene, i løbet af vækstsæsonen og ved høst. Vurderingen blev understøttet af penetrometermålinger.
3. Der er lavet økonomiske beregninger for indsatsen for nogle af blandingerne i forsøget. Bilag 4.
4. Formidlet fordele og ulemper i dyrkningssystemer med fokus på grøngødning og efterafgrøder til forbedring af jordfrugtbarhed. I 2018 blev der udgravet et 3 større huller med rendegraver for at lave et jordscan på demoarealet i forbindelse med en temadag. I 2019 valgte vi i stedet at demonstrere muligheder for vurdering af jordstruktur og frugtbarhed gennem håndudgravede jordprofiler og hollænderbor. Dette blev udført i samarbejde med Anette Vibeke Vestergård fra Seges. Hun har stor erfaring vurdering af jordfrugtbarhed under danske forhold og er vant med at formidle disse resultater for landmænd. Indsatsen fandt sted i forbindelse med ERFA-møderne med grønsagsproducenter. På møderne blev der lavet strategi for efterafgrøder i producenternes sædskifter. Der blev etableret en ERFA-gruppe af grønsagsproducenter med interesse og indsigt i jordfrugtbarhed og jordstruktur. Der blev afholdt 3 møder. Alle Grønsagsproducenter i ERFA-gruppen fik leveret 4 udvalgte blandinger som de etablerede på deres egen bedrift (bilag 5. indhold blandinger udleveret til medlemmer i ERFA-gruppen). Producenterne besøgte hinanden på skift og vurderede efterafgrøderne. De udleverede blandinger blev udvalgt efter erfaringer fra demo udført i 2018. Mulighederne for undergrundsløsninger i grønsagsproduktion blev gennemgået og vurderet. Både biologiske og mekaniske virkemidler blev gennemgået. I denne forbindelse blev det diskuteret hvilke grubere der var optimale og hvilke krav der blev stillet til arealet efterfølgende.
5. Lavet et beslutningsstøttesystem, som kan hjælpe avlere med at vælge efter- og grøngødningsafgrøde (bilag 6. Beslutningsskema).

Udbyttet af projektet/målopfylde af projektet

Ud fra demoforsøg i 2018 er der opgjort biomasse på den overjordiske biomasse og beregnet på denne (fig.1 og fig. 2). Resultaterne ville være meget anderledes hvis rodmasse også var medtaget (bilag 6 blandingers indhold af næringsstoffer i overjordisk biomasse). Andelen af planters biomasse i rodmassen kan variere 5-10 % og op til 50 %. Den laveste biomasse i rod findes ved 1-årige planter. Hos et årlige udvikles der kun rodmasse indtil planten går i det generative stadie hvorefter rodudviklingen stopper. Ved de to- og flerårige planter vil der udvikles rødder over længere tid, idet planterne er i det vegetative stadie i længere tid og rødderne fungerer som lager for kulhydrater og næringsstoffer til næste års vækst.

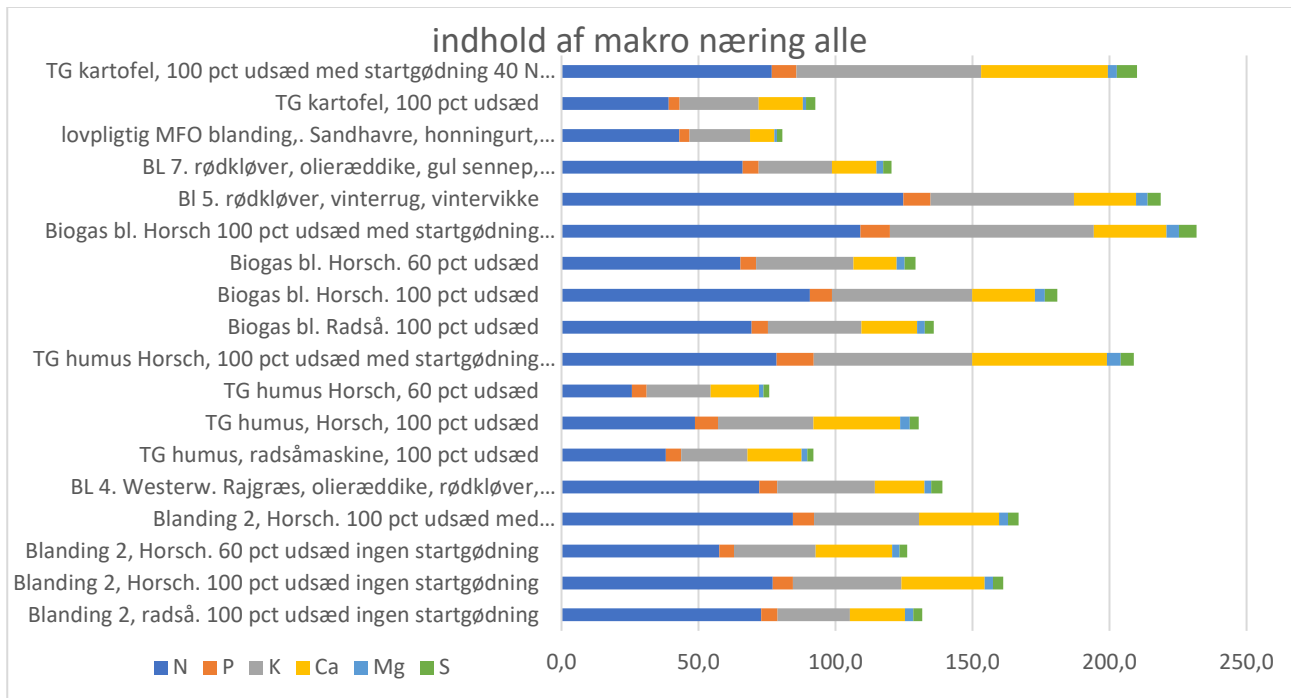


Fig. 1: Overjordisk biomasses indhold af makro næringsstoffer i demoforsøg i 2018.

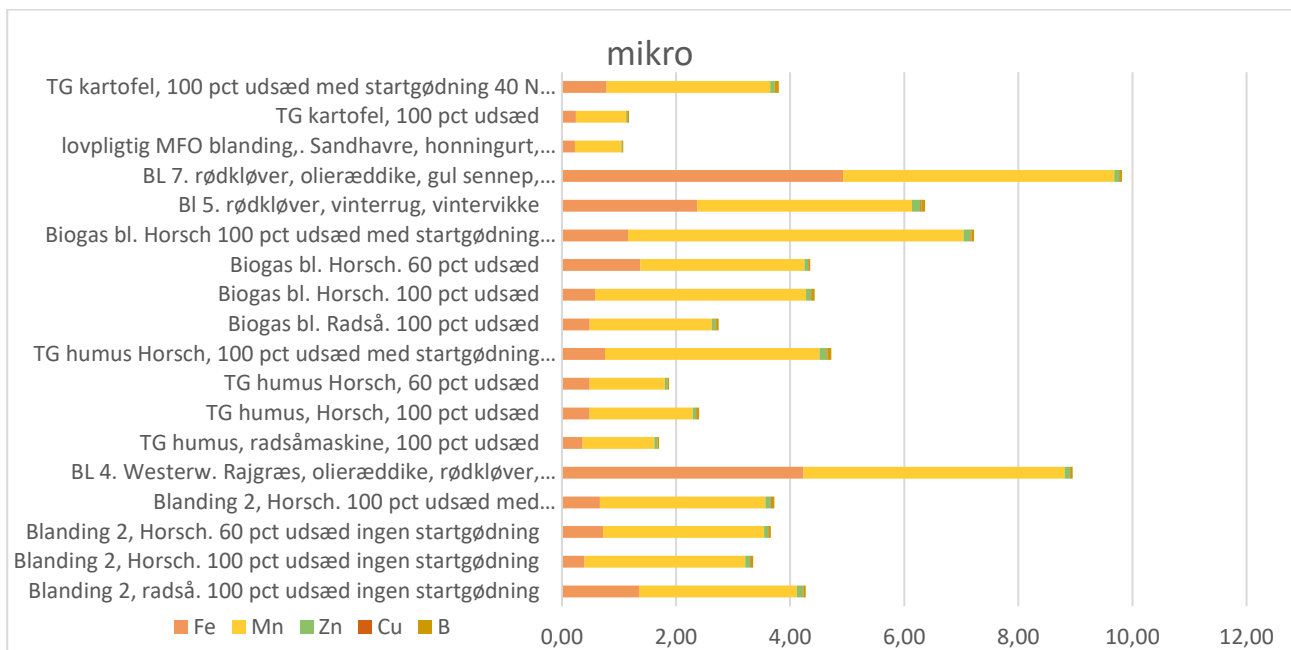


Fig. 2: Overjordisk biomasses indhold af mikro næringsstoffer i demoforsøg 2018.

På baggrund af dataindsamling, afprøvninger og udbytte målinger i demoforsøg 2018 blev der i sæson 2019 afprøvet 4 blandinger ved 4 producenter. Den lille ERFA-gruppe af producenter var udvalgt på baggrund af forskellige udfordringer med jordfrugtbarhed og sædskifte. De fik leveret blandingerne og skulle selv

varetage etableringen. Dette skulle gøres som de selv syntes fungerede bedst på deres bedrift. ERFA-gruppen mødtes efterfølgende på skift hos hinanden og diskuterede etablering, kulturteknik, sædskifte og destruktion af efterafgrøden. Der er lavet biomasseklip hos 2 deltagere i ERFA-gruppen (fig. 3 og fig. 4).

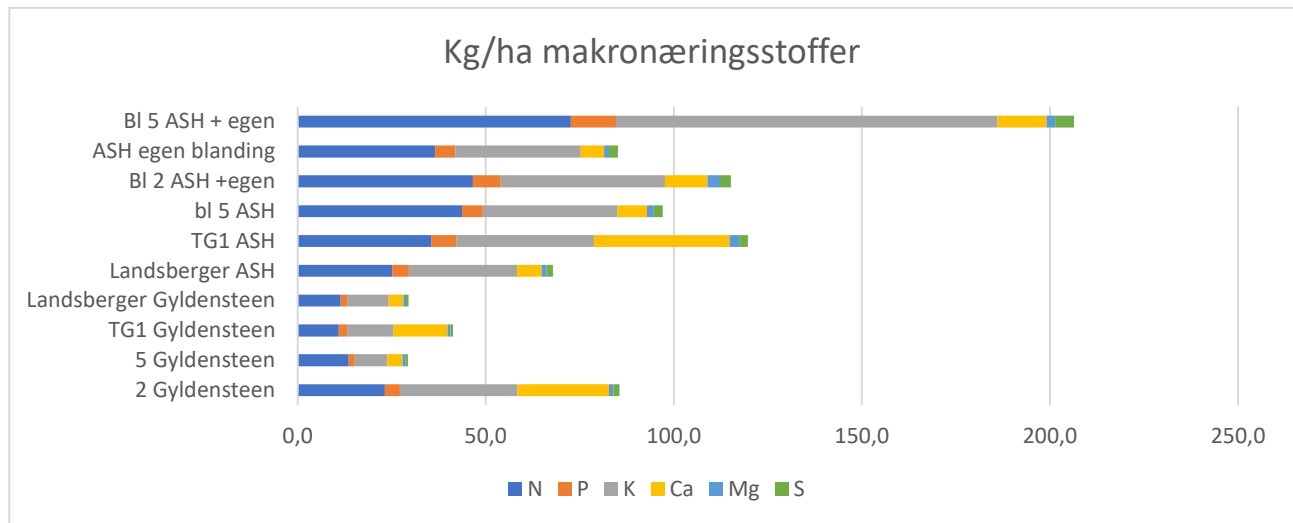


Fig. 3: Opgørelse af makronæringsstoffer i parceller hos Anders og Steen Hansen I/S (ASH) samt Gyldensteen Gods (GG) 2019.

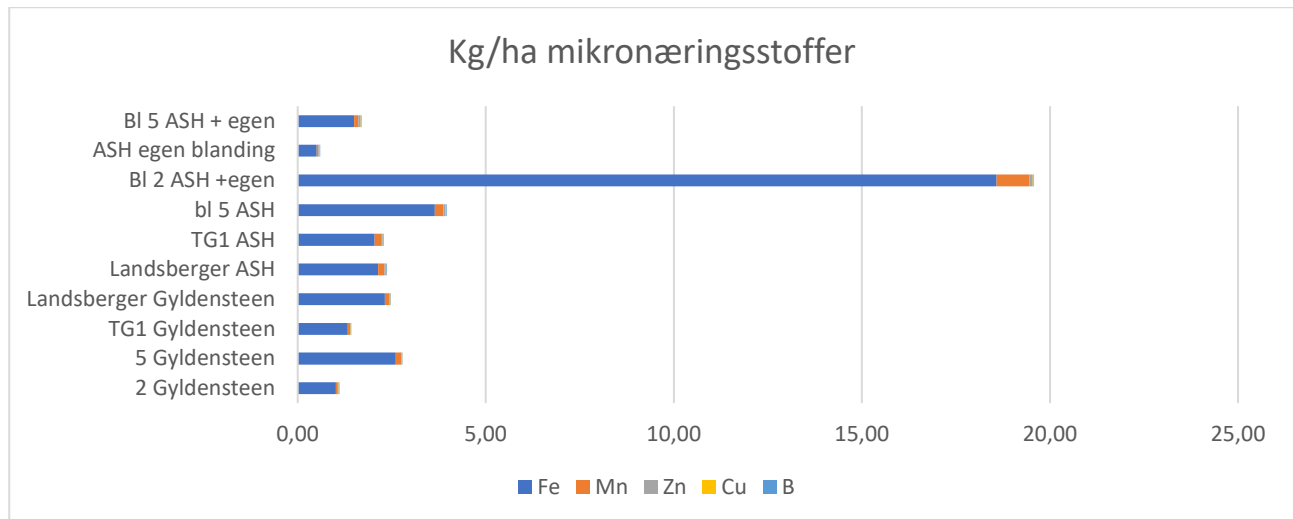


Fig. 4: Opgørelse af mikronæringsstoffer i parceller hos Anders og Steen Hansen I/S (ASH) samt Gyldensteen Gods (GG) 2019. Alle resultater af næringsstof indhold i efterafgrøderne er kun indeholdende overjordiske plantedele.

Der er i høj grad fokuseret på sædskiftet når der er blevet udvalgt efterafgrødearter til de afprøvede blandinger begge år. Dernæst er der fokuseret på hvad de enkelte arter i blandingen kan tilføre næste års kultur samt jordfrugtbarhed. Der er i projektet fokuseret på C/N forhold, idet at dette forhold er bestemmende for frigivelse af N samt jordfrugtbarhed og jordstruktur.

Som det fremgår af opgørelse i 2019, er der afprøvet lidt flere ting hos ASH. På areal hvor forsøg skulle ligge var der i forvejen fra bedriftens side sået efterafgrøde. Denne var sået henholdsvis 14 dage og 5 dage før at forsøget blev etableret. Idet der stadig var frø tilbage af de forskellige blandinger, da de planlagte parceller var etableret, blev det besluttet at så resten ud oven i den efterafgrøde som ASH havde etableret 5 dage før. Der ville herved være mulighed for at opgøre bedriftens egen metode på næringsstoffer og etablering. Der ville samtidig være mulighed for at se hvad en øget udsæds mængde kunne gøre og om det var et parameter som kunne bruges i praksis. Vi ville samtidig kunne se om nogle arter evt. havde en allopatisk effekt (rug).

Rodtætheden er størst i de øverste jordlag og tætheden afhænger af den etablerede plante bestand. Kvælstof i form af nitrat ligger opløst i jordvandet og planterne har derfor god mulighed for at optage N. Maksimal rodtætheden er derfor ikke så vigtig for dette næringsstof.

Derimod er Rodtætheden af stor betydning for planternes mulighed for at optage fosfor. Fosfor er hårdt bundet til jordpartikler og humus. Fosfor bevæger sig minimalt og derfor skal der en stor rodtæthed til for at planterne kan optage nok fosfor. Mycorrhiza i jorden har derfor stor effekt for optaget af fosfor.

Mycorrhiza har mange gavnlige virkninger. Det er svampe, der lever i symbiose med mange plantearter, og udveksler vand og næringssalte mod at planten afgiver kulhydrater. Når symbiosen er etableret vil svampen udvide plantens rodsystem mange gange, og da svampen er meget mere effektiv i at hente næringsstoffer end planter, hjælper den planten med forsyning af næringsstoffer, og har især betydning for den vanskelige tilgængelige fosfor. Det forlængede rodsystem giver også adgang til et større jordvolumen og dermed større vandmængde. Det hjælper planten til en hurtigere og sikker etablering. Desuden udskiller Mycorrhiza glomalin fra cellevæggene, der virker som lim og kan binde jordpartikler og afgrøderester sammen. Det gør jorden stærk og stabil, så bæreevnen styrkes og jorden afdræner bedre.

Nogle plantefamilier er meget afhængige af Mycorrhiza bl.a. Allium, skærmpflanter, kartofler og en stor del af ærteblomst familien, typisk planter med et relativt lille rodsystem. De mest almindelige kornarter vi dyrker har også mycorrhiza, men klarer sig uden, hvis der er nok P til rådighed. Plantearter fra korsblomst- og salturt familien har ikke symbiose med mycorrhiza. Svampen kan ikke overleve uden vært, og derfor vil den ikke være at finde i jorden efter dyrkning med planter fra disse familier. Dette skal man være særligt opmærksom på ved de arter, der er afhængige. Derfor må planter fra korsblomst- (raps, gul sennep, olieræddike mv) og salturt familien (roer, rødbeder, spinat mv) i ren bestand ikke etableres forud for rodsvage kulturer f.eks. løg, ært, porrer eller majs.

Andre plantearter udskiller rodsekreter som forsuret jorden og herved frigives der fosfor fra jordpartiklerne. Lupin er meget effektiv hvad det angår men forskellige bælgeplanter og korsblomstrede arter har også den evne. Andre planter kan danne chelater som bidrager til at opløse de metaller som P og andre mikronæringsstoffer er bundet til. Denne mekanisme ses ved græsarter. Andre plantearter udskiller enzymer som kan frigøre P der er bundet i organisk stof i jorde. Det er især planter med lange rodhår der er særligt effektive til dette. Boghvede og honningurt er effektive til at optage P og har derfor et væsentligt højere indhold end andre planter. (bilag 8. Blandingers/arters evne til at frigive jordens næringsstoffer samt sædskifte de kan indgå i)

Rodtætheden har stor betydning for betydning for jordstrukturen i de øverste jordlag men det er også vigtigt at se på plantearter evne til at udvikle dybe rodsystemer som kan gennemtrænge og åbne struktur skadet jord. Med den størrelse traktorer og maskiner der køres med i dag, kan ingen sige sig helt fri for den udfordring.

Arter i korsblomst familien kan have rødder ned i 2 meters dybde. Rajgræsser og kløver afsøger området ned til 75-100 cm. Rodvækst i dybden kræver dog at der ikke er strukturskader i dybden. Hvis planterødder møder en pakket lag/sål som kræver mere end 300 psi at komme igennem, flader rodvæksten ud og rødderne kommer ikke længere ned. Opsamling af næringsstoffer vil derfor kun foregå i de øverste jordlag. Lupin, lucerne, nogle arter af korsblomst og cikorie er rigtig gode til at skabe kraftige rodsystemer i dybere jordlag. Rodnettet skaber permanente revner som hjælper med afdræning og vandoptag i efterfølgende afgrøder. De oven nævnte arter bør også indgå jordbearbejdningsstrategien. Hvis man har arealer der er strukturskadede og skal grubbes, skal det ske på tør jord. Man skal kun grubbe arealet hvis der er mulighed for en efterfølgende biologisk stabilisering. Med det menes der at efter man har åbnet det pakkede lag skal der etableres en afgrøde. Hvis der ikke etableres en afgrøde, vil den åbnede jord falde sammen og genpakke. Så hvis der grubbes i august/september hvor jorden ofte er tør skal der udsås en efterafgrøde med et stort og kraftigt rodnet der kan holde jorden åben og stabiliserer. Dette kan gøres i samme arbejds gang som grubningen eller man kan så i en ekstra arbejds gang. Kort sagt grub kun arealet hvis der er udsigt til plantevækst med det samme-biologisk stabilisering.

Grubbet jord genpakker let og den skal skånes ellers vil skaden ofte akkumuleres. Dette blev fremhævet og prioriteret flere gange på ERFA-møderne af Anette Vestergaard, SEGES som arbejder med jordfrugtbarhed og strukturskader. Hun deltog i alle møderne der blev afholdt.

Etablering af en efterafgrøde

Rettidig såning af efterafgrøder er meget afgørende for det samlede udbytte af anstrengelserne der bruges. Jo senere såning jo mindre udbytte bliver der på biomasse og hermed også næringsstoffer samt de gode effekter i jorden. Andre forsøg har vist at for sen såning vil medføre at efterafgrøden bliver til en omkostning i stedet for en indtægt.

Flere forsøg har vist at etablering af korsblomstende arter og honningurt senest 15/8 kan lave et stort arbejde i jorden (jordløsning, opsamling af næringsstoffer). Hvis de derimod sås efter 1/9 er effekten betydeligt mindre. Bælgeplanter og græsser reagerer på samme måde. Hvis der af forskellige årsager først etableres efter 1/9 er det kun kornarter der er velegnede.

Ved optimal etablering kan rodmassen på græsser, bælgplanter og korn vokse med 1-2 cm om dagen. Korsblomstrende arter kan vokse 4-5 cm ned i jordlaget. Som tommelfingerregel kan man sige at 5 kg N/ha mistes pr dag ved etablering efter den 20/8. Dette ses tydeligt i de analyser som er lavet i efterafgrøderne i demomarken 2018 samt de efterafgrøder som producenterne i ERFA gruppen har etableret i 2019. (Bilag 6 og 7.)



Maskiner brugt til etablering: Horsch Focus



og Nordsten

Efterafgrøderne i Demo forsøg i 2018 på Gyldensteen Gods er etableret på et optimalt tidspunkt i forhold til året. Det var tørt men omkring 15/8 blev der lovet lidt nedbør og vi valgte at så på det tidspunkt. Der kunne have været sået før men så havde frøene spiret uens grundet tørken. I 2019 var situationen helt anderledes. Megen nedbør forsinkede høsten af alle afgrøder. Der blev derfor etableret efterafgrøder meget sent.



Kålfluens larve i roden på en olierædike. TG-kartoffelblandingen samt parcel med blanding 7 var hårdt angrebet.

Lige så vigtigt er det at man bruger den optimale udsædsmængde som en given efterafgrøde/blanding kræver (fig. 5). Afgrøden bliver for lysåben og ukrudtet har frit spil hvis man sparer på udsæden. Efterafgrøden har også lettere ved at opsamle næringsstoffer. Som nævnt betyder rodtæthed ikke så meget for N idet nitrat ligger i jordvandet. Derimod er rodtæthed meget vigtig for de hårdt bundede næringsstoffer som f.eks. P. Hvis man regner på input af udsæd og maskinomkostning på biogas blandingen 100 % udsæd og 60 % udsæd i forhold til hvad der kommer ud i form af N, P, K og C, så taber man 412 kr./ha ved at spare 40 % udsæd. DB-budget på biogasblandingen kan forbedres med 446 kr./ha hvis der tilføres 40 kg/ha N (bilag 4).

Maskinomkostningerne er de samme da man stadig skal over det samme areal. Vi så generelt mere ukrudt i de parceller der var etableret med mindre udsæd eller af andre årsager havde mindre plantedække. Hvis frøene ikke opnår ordentlig jordkontakt, spirer de uens og man opnår samme effekt som hvis der sås for sent.

I sæsoner som 2019 hvor etablering af efterafgrøde bliver sen er det en fordel at hæve udsædsmængden. Det er svært at sige hvordan vejret bliver og hvornår der høstes. De fleste indkøber deres frø til

efterafgrøderne i forsommeren og man køber ikke mere end det der skal bruges til sæsonen. Det er ofte træls at have frøet stående vinteren over og spirer evnen forringes. Bestil derfor frø til arealerne i den optimale udsæds mængde og bliver høsten sen og vejret vanskeligt kan der iblandes byg, rug, havre mv. for at optimere plantetætheden. Dette er en billig øvelse. Pas dog på med at blande for meget rug i. Der er noget der tyder på at rug har en allopatisk langvarig effekt som begrænser fremspiring af efterfølgende kultur. Mange landbrugsbedrifter har observeret et mindre udbytte i vårbyg hvis der har været anvendt rug i ren bestand som efterafgrøde. Rugs allopatiske effekt er ikke undersøgt i dette projekt men man kan godt forestille sig at det samme gør sig gældende i løg, gulerødder, rødbeder mv. I ERFA-gruppens demoer så vi en rigtig god effekt på biomassens udvikling hos Anders og Steen Hansen hvor der var udsået 64 kg/ha vårbyg ud sammen med 10 kg/ha rug i 2 parceller hvori der også var etableret bl. 2 og bl. 5. (bilag 5). Dette er meget høje udsædsmængder og det skal man ikke i praksis. På bedriften anvender man 75 kg/ha i egen blanding når der sås efterafgrøde. Der blev en god biomasse på arealet. Efterafgrøden var ikke lysåben og fri for ukrudt i bunden. Når vårbyg udvintres vil den ligge og dække for ukrudtet.

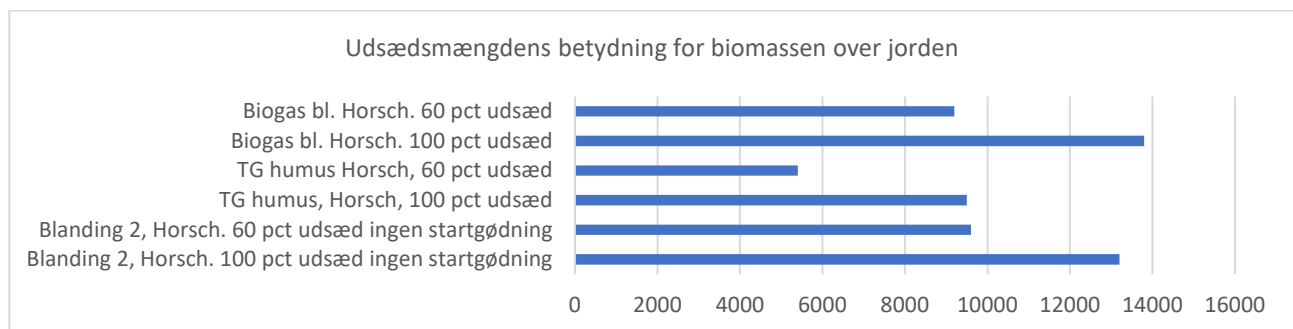


Fig 5.: Udsæds mængdens betydning for biomassen som produceres over jorden.

I demomarken 2018 var det helt tydeligt at parceller med startgødning udviklede større biomasse, dog ikke Blanding 2 som består af 75% N-fikserende planter. I starten var det tydeligt at denne parcel kvitterede for N at starte på, hvorefter effekten klingede af (fig.6). Kvælstoffiksering er for bælgplanterne en energikrævende proces. Hvis bælgplanterne har tilgængeligt kvælstof omkring rødderne vil de optage dette først frem for at fikse N fra luften. Bælg planterne vil i en sådan situation ikke fikse ret meget N og de vil efterlade mere uudnyttet N i jorden end andre plantearter. Der er derfor fordele ved at etablere efterafgrøder i blanding af bælgplanter og efterafgrøder der ikke fikse N og som er bedre til at opsamle næringsstoffer fra jorden. Så noget tyder på at 10-15 kg/ha N vil være tilstrækkeligt i blandinger med 65-100 % N fikserende planter. I øvrige parceller med startgødning kan vi stort set genfinde de 40 kg/ha N der blev nedfældet ved såning. Formentlig kan 20-30 kg/ha N være tilstrækkeligt. N-min prøver udtaget i parceller med tildelt N viste 0 kg/ha nitrat mens der blev fundet 30 kg/ha nitrat uden for parcellerne. Så planterne har optaget det der er tildelt. I ERFA-gruppens efterafgrøder blev der tildelt 27 kg/ha N ved såning. Det er dog svært at konkludere noget på det grundet de store nedbørsmængder. Den vandmættede jord skabte mistrivsel i flere af arterne i blandingerne.

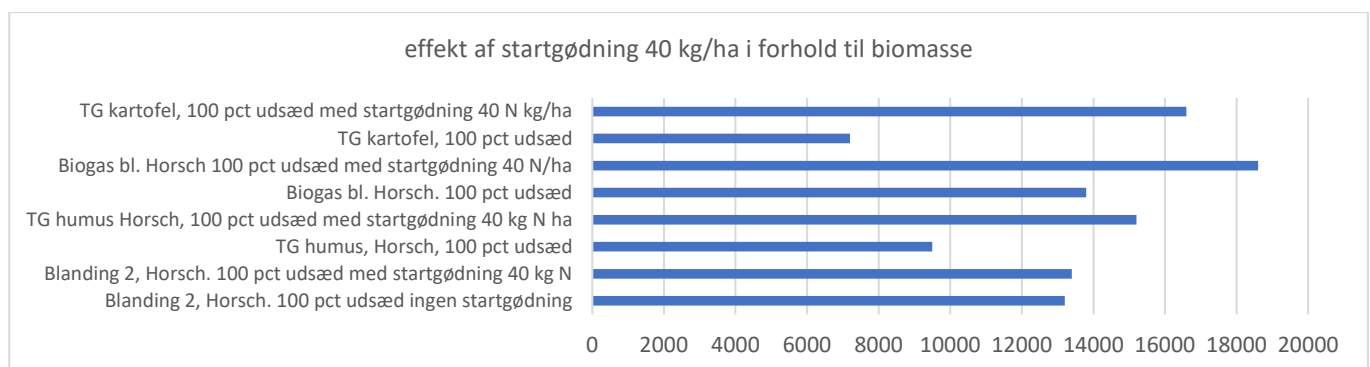


Fig 6.: Alle blandinger undtaget blanding 2 viser positiv effekt af tildeling af kvælstof ved såning.

Parcellen med TG-kartoffel i 2018 reagerede endnu mere positivt på N ved såning af flere årsager. Blandingen består primært af korsblomst som kræver noget N for at blive til noget. En anden årsag er at begge parceller var hårdt angrebet af kålfluens larve. Rigtig mange planter gik til og dem der overlevede var voldsomt hæmmet. Den parcel der fik startgødning er kommet bedre i gang og har været kraftigere inden angrebet startede.

Der er ingen tvivl om at startgødning til efterafgrøder kan øge biomassen og herved samle flere næringsstoffer. Det er især på jorde der i forvejen har et mindre indhold af humus og er tømt for næringsstoffer af den foregående kultur (fig. 6). Dette ses tydeligt hvis parceller hos Anders og Steen Hansen I/S (ASH) sammen holdes med parceller hos Gyldensteen Gods (GG). Parceller er etableret samme dag, med samme såmaskine samt udsæd og gødningsmængde. Forfrugt hos ASH var blomkål og jorden er i god kondition. Hos GG var forfrugten vårbyg. Jorden her er i dårlig kondition som viser sig i form af dårlig struktur. Jordbundstal på begge arealer er i orden og på ingen måder dårlige (fig. 7).

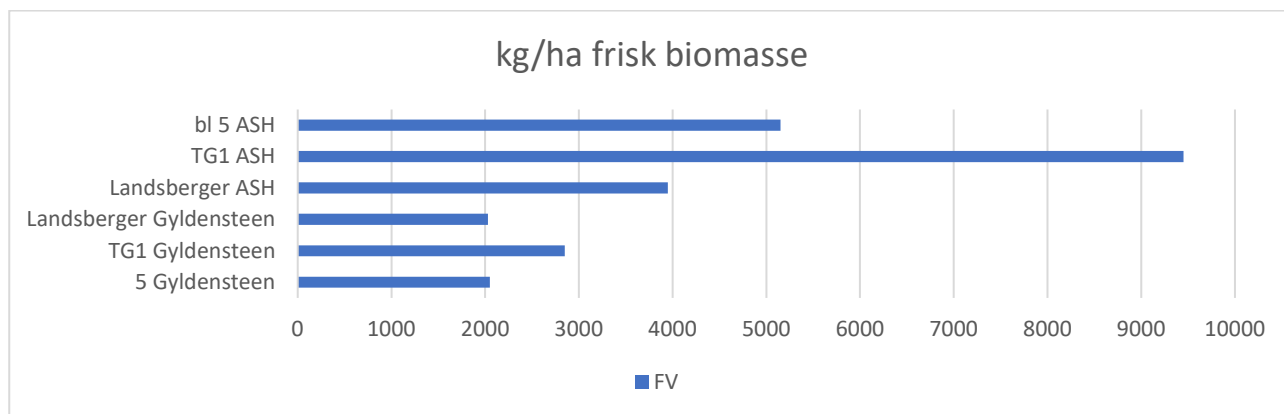


Fig. 6: Biomasse hos 2 producenter i ERFA-gruppen. Etableret med samme maskine, udsæds mængde, gødningsmængde og dato.

C/N forhold

C/N forhold er et udtryk for kvælstof indhold som forholdet imellem kulstof (C) og kvælstof (N). C/N forholdet kan variere fra under 10 i ungt plantemateriale med meget N og op til over 100 i halm med meget lidt N. C/N forholdet er afgørende for om der sker en mineralisering eller en immobilisering af N efter nedmuldning af efterafgrøden. Tilvæksten af mikroorganismer i jorden bestemmes i høj grad af mængden af C.

Mikroorganismene skal bruge N til deres livsfunktioner og de vil derfor bruge af N puljen. Nedmuldes der efterafgrøder eller andet organisk materiale med meget C og meget lidt N (højt C/N forhold) vil der være for lidt N til mikroorganismernes livsfunktioner og de vil derfor bruge af jordens pulje. I dette tilfælde sker der en immobilisering af N. Hvis forholdet derimod er omvendt, vil mikroorganismene have et overskud og de nedbryder materialet og udskiller ammonium. Balancen mellem immobilisering og mineralisering ligger ved C/N forhold på ca. 20. Hvis C/N forholdet ligger på 15 og derunder i efterafgrøden vil mineraliseringen ske hurtigt efter nedmuldning. Selv meget små forskelle i C/N forholdet kan have stor betydning for mineraliseringen og hastigheden heraf, især i starten efter nedmuldning. C/N forhold over 15 vil give en immobilisering i starten hvorefter omsætning og mineralisering af efterafgrøden tager over. Hastigheden afhænger af jordfugt og temperatur.

	Forfrugt	Rt	Pt	Kt	Mgt	NH4	NO3	N-min 2 sept.	Bemærkning
Demo 2018	vinterrug	6,6	2,3	7,9	3,2				Halm bjærget
GG 2019	Vårbyg	7,2	3,9	11	5,9	0,5	4,8	28	Halm bjærget
ASH 2019	Blomkål	5,7	4,2	16	6,9	1,2	21,3	118	Tallerken harvet

Fig. 7: Data for arealer anvendt til forsøg

I demoforsøget 2018 var ingen af parcellernes C/N forhold over 15. I 2019 er alle C/N forhold generelt højere. Dette skyldes formentligt primært den sene etablering, lav indstråling og stor mængde nedbør. Den gennemsnitlige temperatur er stort set ens i 2018/2019. Der er tildelt 13 kg/ha N mindre ved etablering i 2019, Men dette har ikke så meget indflydelse som etableringstidspunktet og klimaet i kulturtiden. C/N vil stige yderligere idet planterne på dette tidspunkt stadig er i vækst. Kun boghvede var begge år faldet for den første nattefrost. Flere af arterne var på vej ind i det generative stadie og det medfører en stigning i C/N forholdet.

Forholdet mellem C og N har en afgørende betydning for frigivelsen af N. Det samme gælder C/S og P/S forholdet. Dette er dog ikke undersøgt og afprøvet så godt som C/N forholdet. Forsøg tyder på at hvis koncentrationen af næringsstofferne er høje vil C/P og C/S være tilsvarende lave og derfor vil frigivelsen af P og S være relativ hurtig. Balancepunktet for C/P og C/S ligger på 100, og da C altid er ca. 40 % i tørt plantemateriale kan man sige at både S og P skal være højere end 0,4 % før der kan forventes en

mineralisering efter nedmuldning. Stort set alle parceller havde værdier over 0,4 % P i demoforsøget i 2018 og der kunne derfor forventes en frigivelse af P til såløgene etableret i 2019. P indhold er ikke så højt i parceller fra 2019 formentligt grundet mindre biomasse og mindre rodtæthed da jorden var vandmættet. Koncentrationen af næringsstoffer i biomassen ændrer sig i forhold til efterafgrødens alder/stadium. Unge planter har en høj koncentration af næringsstoffer og C/N forholdet ligger ofte på 10-16 mens koncentrationen falder når biomassen bliver ældre og C/N forholdet stiger ofte til 16-20.



TG1 humus blanding på Gyldensteens areal. Jorden er sammen-slemmet. Dårlig jordstruktur.



TG1 Humus blanding hos Anders og Steen Hansen en helt anden vækst! God jordstruktur

Hvis en efterafgrøde mangler eller får for meget nedbør og næringsstoffer vil den gå i stå og ikke udvikle sig som ønsket. Der er dog stor forskel i de forskellige arters måde at håndtere denne type stress på. Biomassen bliver mindre og koncentrationen af næringsstoffer bliver også mindre. Der vil ikke være så høj koncentration af N og C/N forholdet stiger dette ses tydeligt i forsøg fra 2019 (fig. 8 og fig. 9). Der vil derfor ske en immobilisering af N når efterafgrøden nedmuldes. Man oplever herved en negativ effekt hvor den efterfølgende kultur sulter hvis der ikke tilføres ekstra N ved kulturstart.

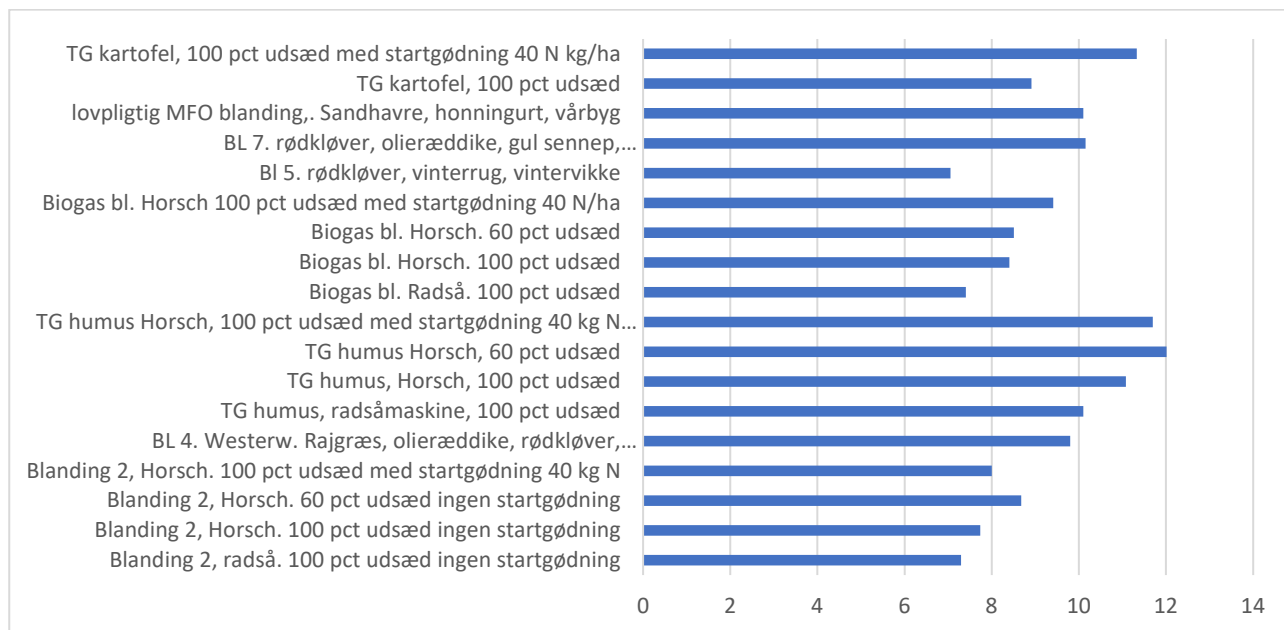


Fig.8: C/N forhold i Demoforsøget på Gyldensteen Gods 2018.

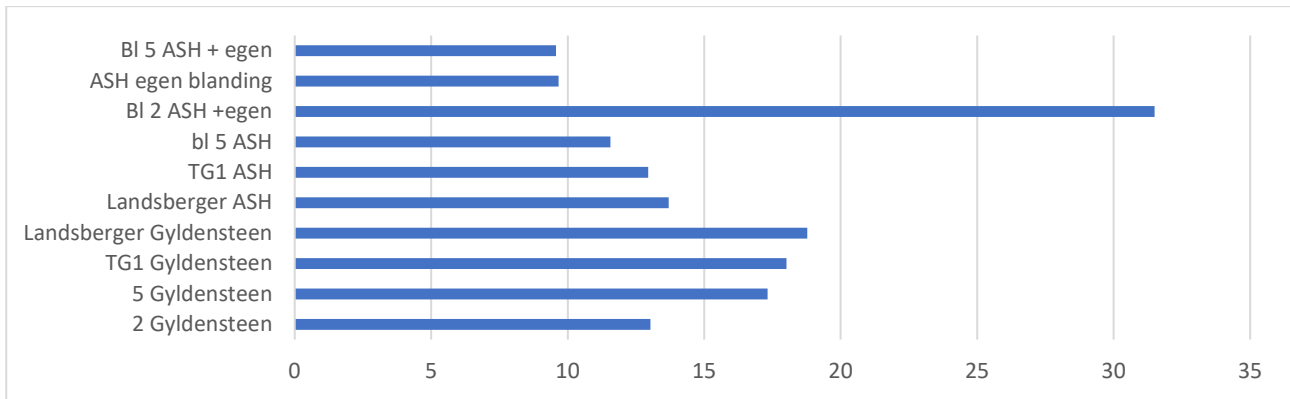


Fig. 9: C/N forhold i efterafgrøder fra Gyldensteen Gods samt Anders og Steen Hansen I/S 2019.

Bælgplanter har med deres N-fiksering en meget bedre tilgang til N og indeholder meget N. Når planten har optaget evt. N der ligger i jorden begynder den selv at fikserer N fra luften. Bælgplanter har derfor et relativt lavt C/N forhold. Bælgplanters C/N forhold varierer ikke ret meget i henhold til vækstforholdene som øvrige plantearter.

I bælgplantefamilien er der stor forskel på C/N forholdene. I den lave ende ligger arter som hvidkløver, vintervikke, blodkløver og lucerne, C/N på 10 i ungdomsstadiet. Rødkløver, ærter, fodervikke ligger højere, ca. 12-14 i C/N forhold. Perserkløver og alexandrinerkløver kan ligge på C/N forhold på 16 eller højere i ungdomsstadiet. Disse forskelle synes små men har stor betydning for mineraliseringen af N efter nedmuldning.

Det er ikke alle næringsstoffer der skal mineraliseres inden de er tilgængelige. Kalium findes som opløste ioner i plantesaften. Kalium er tilgængeligt med det samme efter nedmuldning. Ca og Mg indbygges heller ikke og findes på samme måde i organiske forbindelser. Ca og Mg findes i cellulose i cellevæggene og fastholdes på samme måde de vil blive fastholdt på ler- og humus partikler. Disse næringsstoffer er derfor ikke tilgængelige som K

Udvaskning og tilgængelighed

Som nævnt før ses efterafgrødernes primære funktion som, at forhindre udvaskning af især N men også S og B samt K på lette jorde. Som bekendt sker udvaskningen når der ikke er levende afgrøder på jorden. Dvs. udvaskningen sker i det sene efterår, vinteren og det tidlige forår inden ny afgrøde etableres. Hvis der er plantevækst i form af efterafgrøde vil man minimere udvaskningen voldsomt. Det vil også være muligt at hente næringsstoffer op fra dybere jordlag hvis efterafgrøden har et dybt rodnet. Det gælder f.eks. kalium som der ofte findes en større pulje af i dybere jordlag. Dette kan hentes op i de øvre jordlag og blive tilgængeligt til efterfølgende afgrøder.

I starten efter nedmuldning vil man ved C/N under 15 kunne måle en mineralisering på 0-50 Pct. af biomassens N. Omsætning og mineraliseringen flader ud hen over sommeren og efteråret. De sidste 50-100% vil blive mineraliseret i små portioner i de efterfølgende år. C/N forhold på 15-17 medføre ofte at der ingen mineralisering sker i den første fase og der vil formentligt kun mineraliseres 10-20 pct. N i første sæson efter nedmuldning. C/N over 20 i biomassen vil medføre ingen eller kun en meget lille mineralisering i sæsonen efter nedmuldning (fig. 10).

% N i plante-materiale	C/N forhold	% N minera-liseret	Produktion af efterafgrøden tons tørstof pr. ha			
			1 t tørstof/ha	2 t tørstof/ha	3 t tørstof/ha	4 t tørstof/ha
			Forventet mineralisering kg N pr ha			
1,0	40	-45	-5	-9	-14	-18
2,0	20	15	3	6	9	12
3,0	13	35	11	21	32	42
4,0	10	45	18	36	54	72
5,0	8	51	26	51	77	102

Fig. 10: Sammenhæng mellem procent N i plantematerialet, C/N forhold og den forventede mineralisering i løbet af de første 6 mdr. efter nedmuldning (Kilde: Grøngødning, efterafgrøder og dækafrøder).

Ingen af blandingerne der blev afprøvet i demoforsøget i 2018 havde C/N forhold over 15 på prøve udtagningsstidspunktet den 2/10. Der er dog stor forskel på hvor meget N der forventes frigivet fra de enkelte blandinger i 2019 (fig. 11). Beregning af C/N samt beregnet mineralisering. Hvis en tilsvarende prøve analyseres 1-2 måneder senere vil C/N forhold være højere. I 2019 er C/N forholdet helt anderledes grundet en sen etablering og et meget anderledes klima end i 2018 (fig. 12).

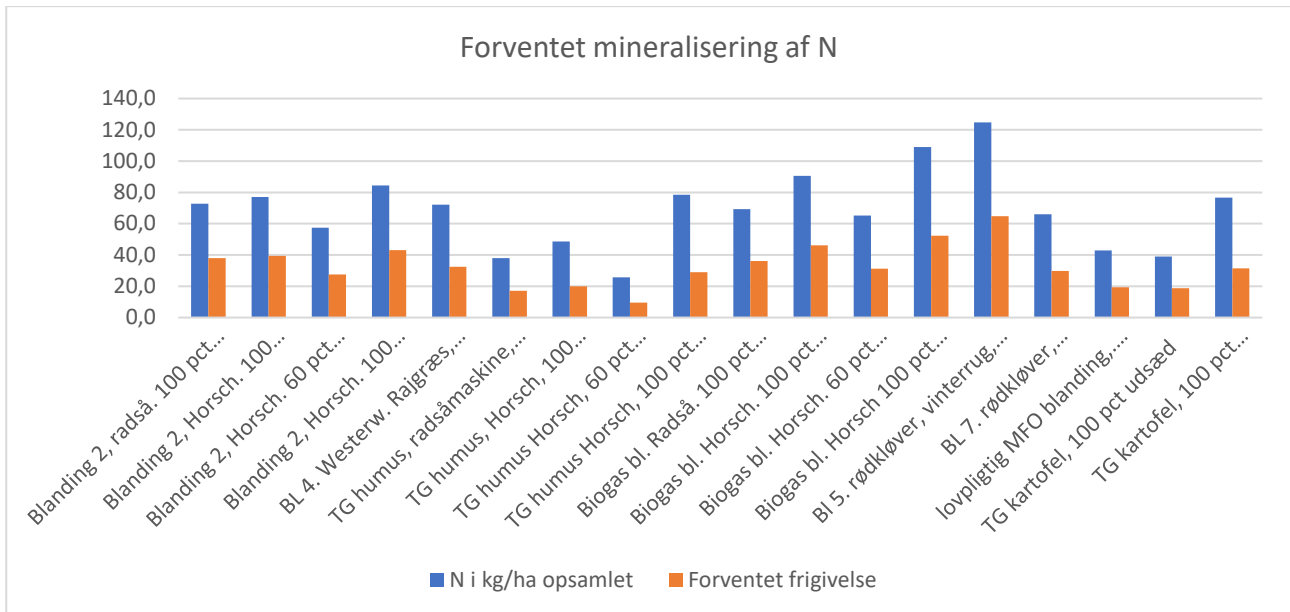


Fig. 11: Forventet mineralisering af N i 2019 i de enkelte blandinger.

Mange undersøgelser flytter ved den antagelse at ved jordtemperaturer under 5°C stopper omsætning og mineralisering af biomasse og N. Dette er ikke helt tilfældet. Omsætningen af efterafgrøder går langsommere ved lav temperatur men forløber langt hurtigere en først antaget. Undersøgelser har også vist at selv om omsætningen af biomassen forløber langsomt så forløber mineraliseringen af N hurtigt. De to ting følges ikke ad. Forklaringen kan være at andre mikroorganismer tager over i kold jord. Det kan også skyldes at de mest omsættelige stoffer i biomassen omsættes og de svært omsættelige stoffer som lignin og cellulose ikke gør. Dette vil ændre på det samlede C/N forhold i biomassen.

Dette betyder at nedmuldnings tidspunktet har stor betydning. Det er faktisk ikke nok at vente til sidst på efteråret med at nedmulde efterafgrøden for at undgå en tidlig mineralisering og herved udvaskning af N som kunne være til gavn for den efterfølgende kultur. Man vil således kun få gavn af den jordforbedrende effekt og øvrige næringsstoffer som ikke er så flygtige.

Når man taler om omsætning og mineralisering så anser man det normalt som noget der sker efter nedmuldning. Men under væksten af efterafgrøden sker der et løbende tab af blade og rødder som omsættes. Om vinteren sker der et stort tab hvor plantens overjordiske dele henfalder grundet henfald. Hvis planten ikke udvintrer vil næringsstofferne optages igen og det organiske stof har stor betydning for jordbiologien. Den løbende omsætning har stor betydning idet der efterlades meget svært nedbrydeligt materiale som bruges til humusopbygningen i jorden.

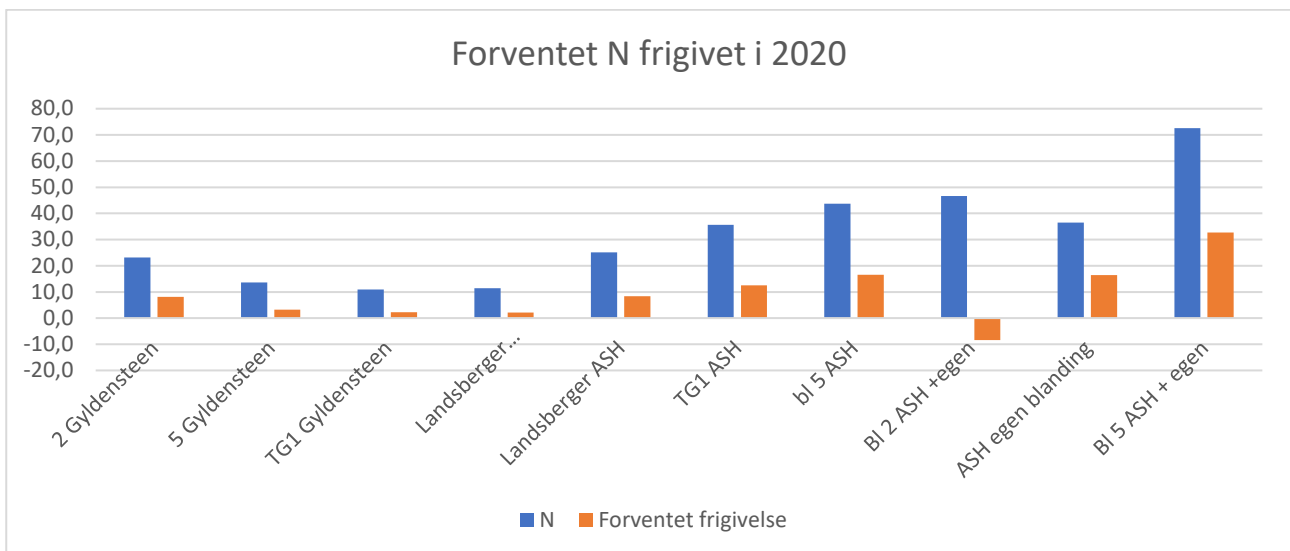


Fig. 12: Forventet mineralisering af N i 2020 i de enkelte blandinger.

En del efterafgrøder udvintre og forsøg har vist at langt over halvdelen af det opsamlende N tabes fra de døde plantedele hen over vinteren. Mineraliseringen kan altså forløbe lige så hurtigt over jorden som hvis efterafgrøden var nedmuldet. Efterafgrøder i blanding hvor i der både er udvintrende arter sammen med arter der er vinterfaste kan minimere dette.

Udbytte i efterfølgende kultur

Løg parceller som blev etableret efter demoparceller blev etableret optimalt i 2019 og fremspiring samt vækst var som følge heraf god. Udbytterne var på dette areal generelt høje. Højest målte udbytte i parceller lå på 120 tons/ha brutto og laveste på 83 tons/ha brutto (fig. 13). Normalt avles der i gennemsnit 70-75 tons/ha på arealet.

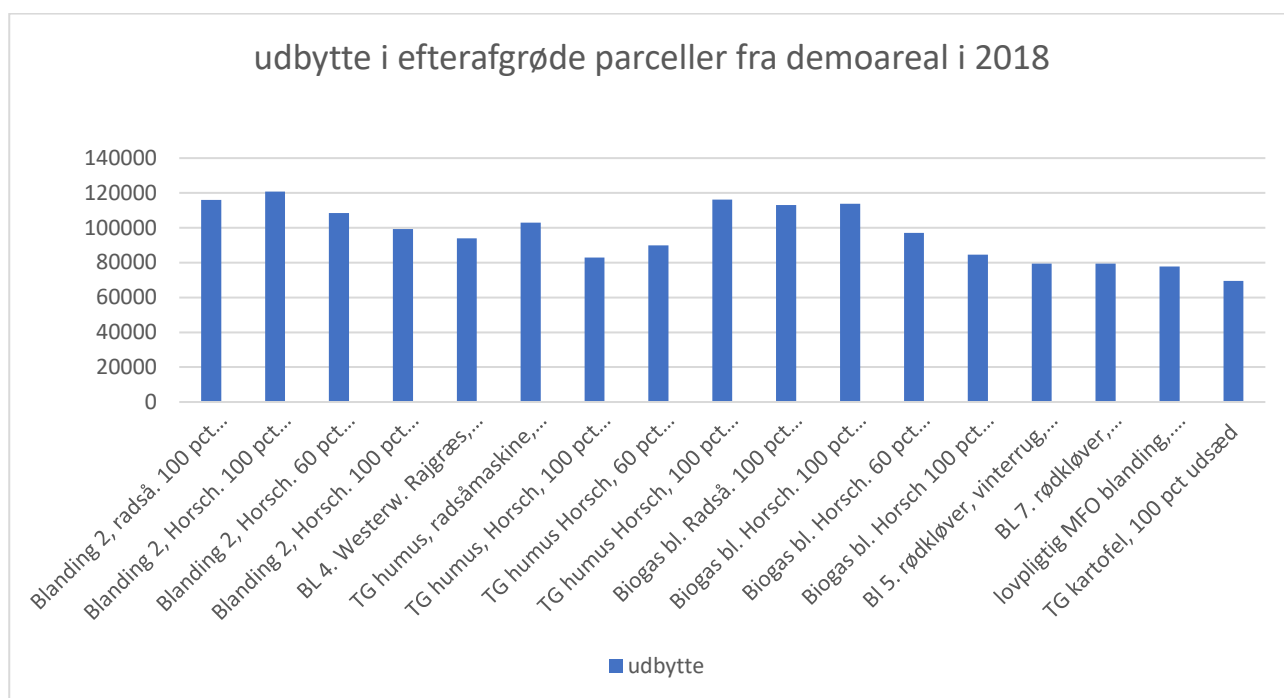


Fig.13: Udbytte i parceller fra demoareal 2018. De sidste 5 parceller til højre i diagram er stikløg. Øvrige er såløg.

Når man ser på udbytterne er der en tendens til at de højeste udbytter findes i de parceller med lavt C/N forhold i efterafgrøden etableret i 2018 (fig. 14)

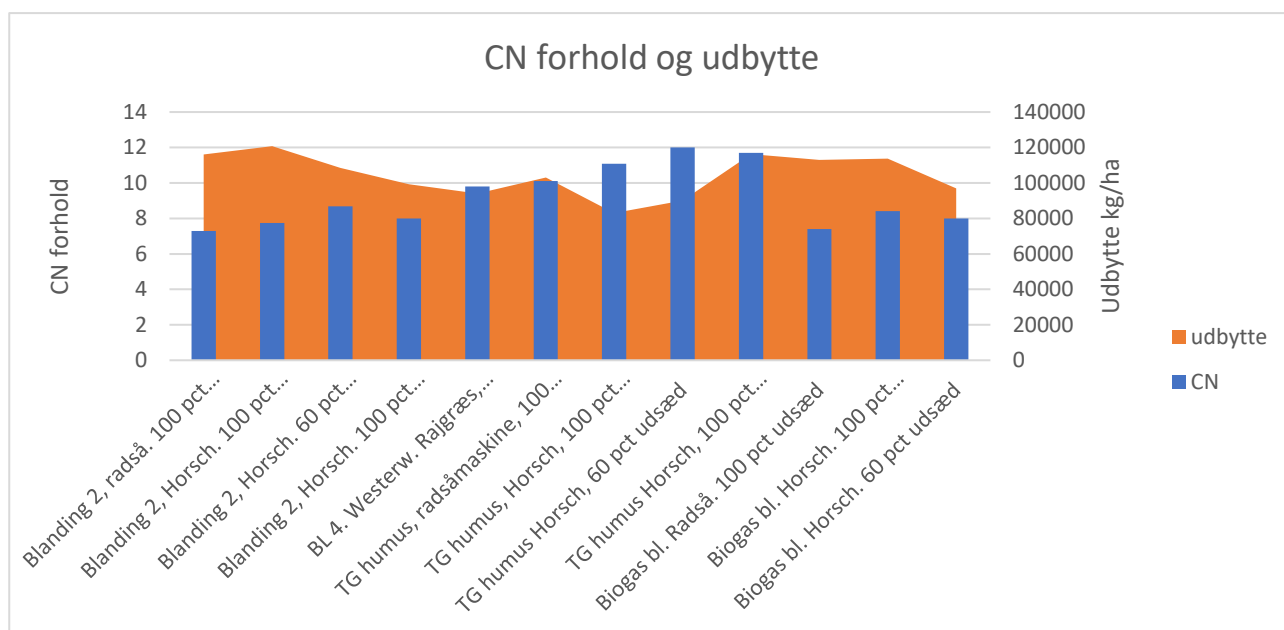


Fig.14: Udbytte i såløg i forhold til C/N forhold i efterafgrøde parceller etableret i 2018.

Udover et merudbytte ved anvendelse af efterafgrøder, grøngødning samt sædskifte, må der forventes en mere dyrkningssikker jord grundet opbygning af humus. Med et større indhold af humus i jorden kan klimatiske ekstremer bedre modstås. Man vil derfor på sigt kunne få mere økonomi i driften ved at vælge en efterafgrøde blanding med højt C/N forhold.



På dette drone foto (Niels Enggård Klausen) ses alle parceller i demo forsøget i 2018. Plantetætheden ses tydeligt.

Betydning for jordens egenskaber

Rodtætheden af en etableret efterafgrøde har stor betydning for betydning for jordstrukturen i de øverste jordlag, men det er også vigtigt at se på plantearters evne til at udvikle dybe rodsystemer som kan gennemtrænge og åbne struktur skadet jord. Med den størrelse traktorer og maskiner der køres med i dag kan ingen sige sig helt fri for den udfordring. Lupin, lucerne, nogle arter af korsblomst og cikorie er rigtig gode til at skabe kraftige rodsystemer i dybere jordlag. Rodnettet skaber permanente revner som hjælper med afdræning og vandoptag i efterfølgende afgrøder.

Omsætning og frigivelse af næringsstofferne i efterafgrøden afhænger meget af biomassens egenskaber men bestemt også jordens egenskaber. Som man er bekendt med forløber omsætningen hurtigere på en sandjord end som en lerjord, formentligt grundet at lerpartiklerne har en evne til at binde sig til og beskytte det organiske materiale der tilføres. Jordens indhold af organisk materiale har også stor betydning for omsætningen. Er der i forvejen meget organisk stof i jorden forløber omsætningen hurtige. Det skyldes at jordbiologien er i god form. Endvidere virker det til at jordens partikler kun kan beskytte en hvis mængde organisk stof mod omsætning/nedbrydning. Hvis jorden er "mæt" vil der omsættes og mineraliseres mere organisk stof. I en jord der er fattig på organisk stof vil der bindes mere af det nedmuldede materiale. Man vil derfor opleve at jorde der er i dårlig kondition ikke kvittere med ret meget næringsstof til den efterfølgende afgrøde. Man vil måske i stedet opleve at jorden bliver bedre at arbejde med efter et par år hvor der er nedmuldet halm og efterafgrøder.

Fleere af medlemmerne i ERFA-gruppen erfarede at deres jorde var nemmere at færdes på, når der var efterafgrøde på arealerne. Dette var på trods af et ekstremt vådt efterår. Jorden var ikke vandmættet på samme måde som de omliggende arealer med stub. Enkelte af medlemmerne, som normalt pløjer ret tidligt på efteråret, ville lade efterafgrøden stå og nedmulde tidligt i foråret i stedet. Normalt har man ved en tidlig vinterpløjning på lidt svære jord kunnet opnå en bedre struktur i jorden, hvis der har været længere perioder med frost. Disse perioder med frost har vi bare ikke på samme måde mere og efterårene er mere nedbørs rige. Der vil derfor være en fordel i at lade efterafgrøderne stå længere. Et sted mellem 50-100 graddage før etablering af ny kultur, afhængigt af efterafgrødens C/N forhold vil være det ideelle tidspunkt at nedmulde efterafgrøden på.

Nedmuldning

Indarbejdning af efterafgrøden har stor betydning for omsætningen. Det samme gælder findelingen. Ofte ser man at efterafgrøden nedmuldes direkte med plov. Det kan ikke anbefales. For det første slæber det og for det andet bliver biomassen ikke lagt ordentligt ned i furen. Det resulterer i at efterafgrøden ligger i tykke pølser som mikroorganismene har meget svært ved at komme i gang med at omsætte. For det tredje bliver

pløjningen så dårlig at når jorden ikke kastes ordentligt over skabes der lommer som udtørre da der ikke skabes kapilær effekt. Den efterafgrøde der ligger i disse lommer vil udtørre og der vil ikke være tilstrækkelig jordfugt så jordbundes biologi kan leve her.

Plantematerialet i en efterafgrøde er ikke ensartet. C/N forholdet i bladene er lavere end i stænglerne og rødderne. Det medfører i praksis at bladene vil mineraliseres, mens at der i stængler og rødder vil ske en immobilisering af N. En findeling og mindre opblanding vil gøre at mikroorganismene bedre kan bruge N fra blade til omsætningen af stængler og rødder. Der kan anvendes en brakpudser til at findele de øvre plantedele inden pløjning/harvning. Andre har succes med en let fræsning. Forud for plantede grønsags kulturer er det ikke altid nødvendigt at pløje. Det er op til den enkelte bedrift hvad der fungerer bedst. Flere forsøg gennemført ved Danmarks Jordbrugsforskning tyder på at man kan forbedre eftervirkningen af efterafgrøder betydeligt ved at vælge det helt rigtige nedmuldnings tidspunkt. Forårs nedmuldning må ikke ske for sent. Efterårs nedmuldning bør kun bruges på lerjorderne, og det må ikke ske for tidligt. Ved pløjning om foråret vil man opnå så hurtig og stor mineralisering af kvælstoffet som muligt, så afgrøden får størst mulig nytte af eftervirkningen.

Nedmuldningen påvirker ikke kun, hvornår mineraliseringen af kvælstoffet i efterafgrøden begynder. Hvis nedmuldnings tidspunktet udsættes til sent på foråret, vil en overvintrende efterafgrøden begynde at vokse igen, og det kan føre til at jorden tømmes for vand og N. Hermed vil N blive frigivet for sent i vækstsæsonen.

Opsamling

For at få succes med efterafgrøder skal man prioritere dem. De skal tænkes ind i markplanen og sædskifteplanen. Dette gælder især nu efter man har vedtaget den nye lov om eftergrøder.

De skal passes lige så godt som de "cash crops" der dyrkes. Efterafgrøder skal etableres i blandinger af minimum 3 arter og gerne 5-6 arter. På den måde er der plads til at en art ikke bliver til noget. Blandinger skal sammensættes så der opnås rodvækst i flere jordlag og der opnås en god rodtæthed.

Valget af arter skal passe til sædskiftet, så der ikke opformeres skadevoldere og ukrudt. Der er ikke noget belæg for at N-fikserende planter udvasker mere N end de godkendte arter hvis de sås i blandinger med arter der ikke fikserer N. Den vigtigste faktor er derimod tidspunktet for nedmuldning. Tendensen i forsøget er at efterafgrøder kan optage P til kommende "cash crop". Hvis jorden er tømt for N af hovedkulturen er det vigtigt at tilføre startgødning for at opnå en ordentlig etablering, tilvækst og biomasse. Dette var meget tydeligt i 2019.

Brug den udsædsmængde blandingen kræver, spar ikke på det. Få efterafgrøden sået ordentligt ellers opnår man en dårlig fremspiring og hermed en lysåben efterafgrøde hvor ukrudtet har frit spil. Det er også vigtigt at udsæds mængden tilpasses etableringstidspunktet. Sen etablering kræver større udsæds mængde for at opnå en optimal plantebestand.

Lav beregninger på hvad indsatsen har kostet. Dette kan gøres ved at klippe en m², veje den og sende den til analyse. Herved får man et overblik over hvad biomassen indeholder samt hvor meget næringsstof der er opsamlet. Man kan endvidere vurdere C/N forholdet og planlægge nedmuldning, så mest muligt N og øvrige næringsstoffer er til rådighed for kommende kultur.

Normalt har man ved en tidlig vinterpløjning på lidt svære jord kunne opnå en bedre struktur i jorden hvis der har været længere perioder frost. Disse perioder med frost har vi bare ikke på samme måde mere og efterårene er mere nedbørs rige. Der vil derfor være en fordel i at lade efterafgrøderne stå længere. Et sted mellem 50-100 graddage før etablering af ny kultur, afhængigt af efterafgrødens C/N forhold vil være det ideelle tidspunkt at nedmulde efterafgrøden på.

Rodvækst i dybden kræver at der ikke er strukturskader i dybden. Hvis planterødder møder en pakket lag/sål som kræver mere end 300 psi at komme igennem, flader rodvæksten ud og rødderne kommer ikke længere ned. Lupin, lucerne, nogle arter af korsblomst og cikorie er rigtig gode til at skabe kraftige rodsystemer i dybere jordlag. Rodnettet skaber permanente revner som hjælper med afdræning og vandoptag i efterfølgende afgrøder. De oven nævnte arter bør også indgå jordbearbejdningsstrategien. Hvis man har arealer der er strukturskadede og skal grubbes, skal det ske på tør jord. Man skal kun grube arealet hvis der er mulighed for en efterfølgende biologisk stabilisering. Med det menes der at efter man har åbnet det pakkede lag skal der etableres en afgrøde. Hvis der ikke etableres en afgrøde, vil den åbnede jord falde sammen og genpakke. Så hvis der grubbes i august/september hvor jorden ofte er tør skal der udsås en efterafgrøde med et stort og kraftigt rodnet der kan holde jorden åben og stabiliserer. Grubbet jord genpakker let og den skal skånes ellers vil skaden ofte akkumuleres.

Udover et merudbytte ved anvendelse af efterafgrøder, grøngødning samt sædskifte, må der forventes en mere dyrknings sikker jord grundet opbygning af humus. Med et større indhold af humus i jorden kan klimatiske ekstremere bedre modstås.