

2602 GAU-efterafgrøder i frilandsproduktion.

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

Hortiadvice har i et tidligere projekt gennemført demonstrationsaktiviteter med fokus på efterafgrøder / grøngødning og sædskifte. Der har været stor interesse for projektet blandt producenter af frilandsafgrøder, hvor der er et stort behov for metoder, der kan forbedre struktur og frugtbarhed på arealer, der anvendes til en meget intensiv produktion.

Mange overvejer at ændre deres jordbearbejdningsmetode inden etablering af en grønsagskultur, blandt andet ved at sætte ploven ud. Ved at minimere pløjning vil man reducere en stor andel af jordens udledning af CO₂. I dag drives ca. 12 pct. af Danmarks landbrugsareal uden plov. Dette giver dog nogle udfordringer med ukrudt samt en opnåelse af en ordentlig etablering af højt værdi afgrøder. Efterafgrøder binder CO₂ fra luften, men er også uundværlig ved løsning af jorden, samt dannelse af humus.

Det kræver en særdeles god planlægning og en ændret tilgang til efterafgrøder, der skal tænkes ind i en større flerårig helhed. Efterafgrøderne er ikke blot et vedhæng til kulturplanterne, men er en forudsætning for en vellykket avl og en bæredygtig produktion, der ikke udpiner jorden. Det er nødvendigt med et langt sejt træk for at ændre praksis og få indarbejdet nye strategier, hvor efterafgrøderne er en del af produktionen og produktionsplanlægningen.

Projektets indhold

I 2020 er der udført følgende:

1. Fremmet anvendelsen og udbredelsen af katalog af plantearter til grøngødning og efterafgrøder, der er relevante for frilandsgartnere, og som er udarbejdet i 2019. Kataloget indeholder oplysninger om artens egenskaber og rolle for jordfrugtbarhed, dyrkningsmæssige elementer – såsom etableringstidspunkter, blandinger, sædskiftesygdomme, m.m., Dette har vist sig at støtte grønsagsproducenter i deres valg. (bilag 1.).
2. De anlagte parceller med 4 efterafgrødeblandinger i 2019 hos 4 producenter i Danmark er blevet vurderet. Jordtyperne har jbnr 4-8. Vi udvalgte specifikt en bedrift og vurderede eftervirkningen af efterafgrødeparcellerne anlagt i 2019 ved tilberedning af så-/plantebed, i vækstsæsonen og ved høst. Udbyttet blev vurderet og sorteret på optisk sorter. I dette tilfælde løg. Endvidere er der tilført et ekstra parameter i form af reduceret jordbehandling.
3. Der har været afholdt to demonstrationer med vurdering af jordstruktur og frugtbarhed gennem udgravede jordprofiler. Dette blev udført i samarbejde med Annette Vibeke Vestergaard, SEGES. Jordprofilen blev vurderet i de etablerede demoparceller hos den udvalgte bedrift, som var en del af den etablerede ERFA-gruppe af grønsagsproducenter. Den anden demo blev gennemført sammen med Hans Henrik Petersen, FRDK. Her blev efterafgrøder på et nyt areal vurderet med henblik på etablering, vækst og destruktions. Møder i vækstsæsonen blev aflyst grundet Covid-19.

- Der skulle have været organiseret en temadag omhandlende efterafgrøder i grønsagsproduktion. Emner som mekanisk løsning, jordstruktur, reduceret jordbehandling ville også være emner på temadagen. Dette var ikke muligt grundet forsamlingsforbud. For at kompensere for dette, valgte vi at invitere andre producenter, end dem der var medlem af ERFA-gruppen. Herved blev gruppen fyldt op til max deltagere, uden at bryde forsamlingsforbuddet.

Udbyttet af projektet/målopfyldelse af projektet

På baggrund af dataindsamling, afprøvninger og udbytte målinger i demoforsøg 2018 blev der udvalgt 4 blandinger som i 2019 blev afprøvet ved 4 producenter i en lille ERFA-gruppe. Producenterne var udvalgt på baggrund af forskellige udfordringer med jordfrugtbarhed og sædskifte. De varetog selv 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 blev i 2019 lavet biomasseklip hos 2 deltagere i ERFA-gruppen. Heraf valgt vi i HortiAdvice at følge arealet hos den ene producent i 2020 (fig. 1 og fig. 2). I sæson 2020 blev der dyrket såløg på arealet.

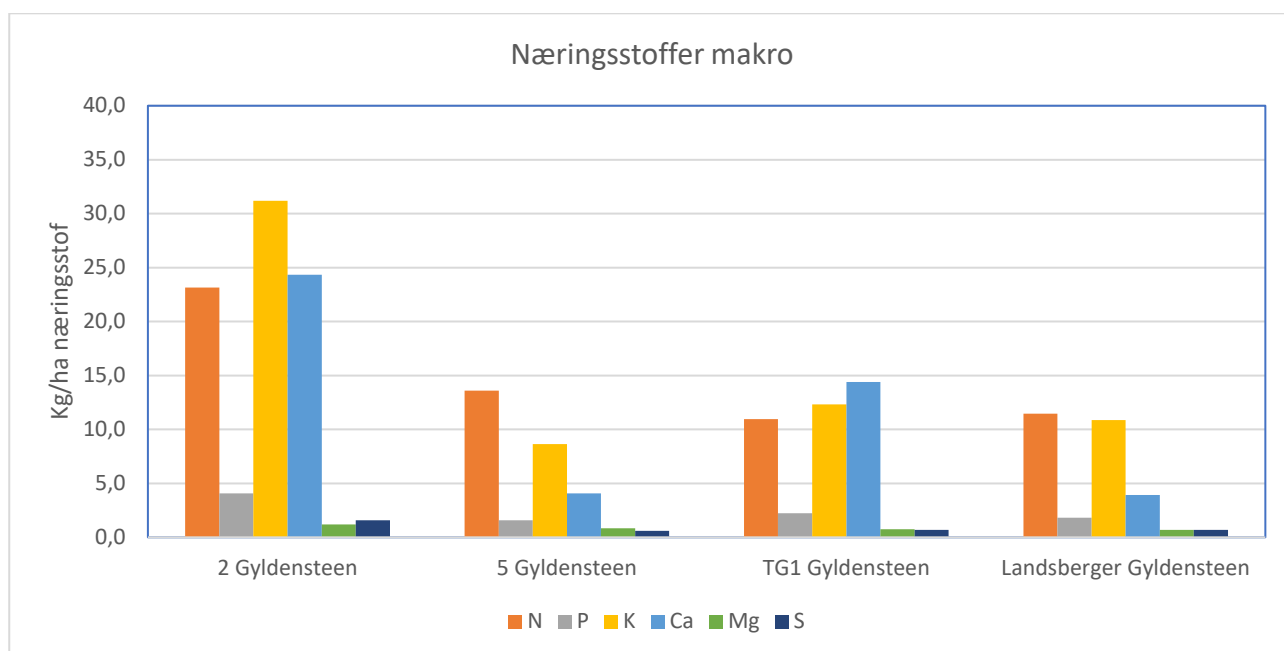


Fig. 1: Opgørelse af makronæringsstoffer bioklip i parceller hos Gyldensteen Gods (GG) 2019.

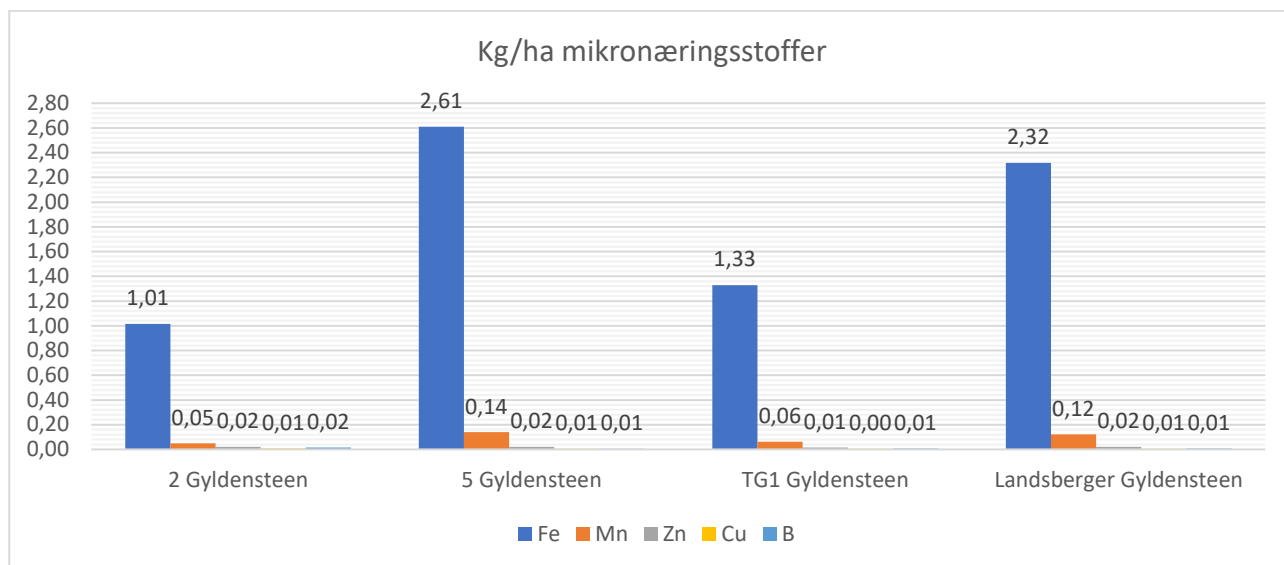


Fig. 2: Opgørelse af mikronæringsstoffer i parceller hos Gyldensteen Gods (GG) 2019. Alle resultater af næringsstof indhold i efterafgrøderne er kun indeholdende overjordiske plantedele.

Der er i høj grad fokuseret på sædskiftet, når der er blevet udvalgt efterafgrødearter til de afprøvede blandinger. 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, da dette forhold er bestemmende for frigivelse af N samt jordfrugtbarhed og jordstruktur.

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 rodtæthed er derfor ikke så vigtigt 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 vanskeligt 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 b.la. 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 af 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 som f.eks. løg, ært, porrer eller majs.

Andre plantearter udskiller rodsekreter som forsurer jorden og herved frigives der fosfor fra jordpartiklerne. Lupin er meget effektiv hvad det angår, men forskellige bælgplanter 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 jorden. 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 3. Blandingers/arters evne til at frigive jordens næringsstoffer samt sædskifte de kan indgå i)

Rodtætheden har stor 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.

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 i 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.

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 korsblomstrende 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. Bælgplanter og græsser reagerer på samme måde. Hvis de 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.

I 2019 var situationen vanskelig for etablering. Megen nedbør forsinkede høsten af alle afgrøder. Der blev derfor etableret efterafgrøder meget sent. Jorden var vandlidende og efterafgrøden havde meget svært ved at etablere sig.

Det er vigtigt, at man bruger den optimale udsæds mængde, som en given efterafgrøde/blanding kræver (fig. 3.) 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 rodtætheden ikke så meget for N, idet nitrat ligger i jordvandet. Derimod er rodtætheden meget vigtig for de hårdt bundede næringsstoffer som f.eks. P. Maskinomkostningerne er de samme, da man stadig skal over det samme areal. Vi så generelt mere ukrudt i de parceller der var etableret med dårligt, eller af andre årsager havde mindre plantetække. 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, 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.

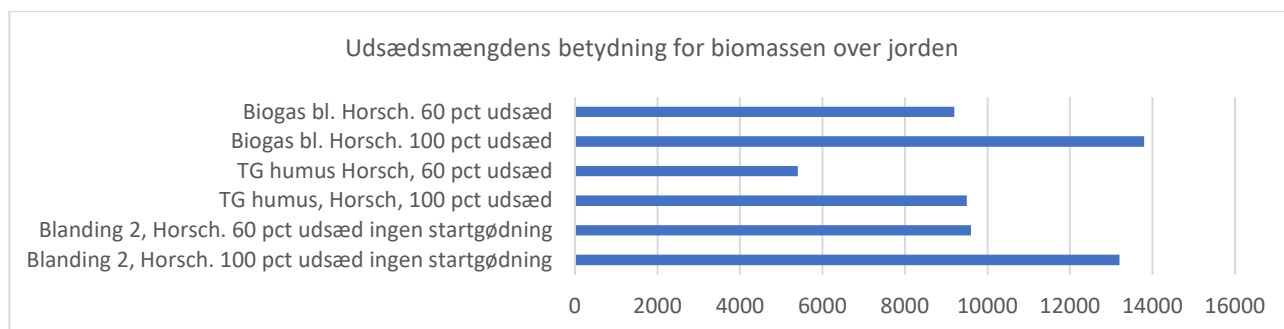


Fig 3.: Udsæds mængdens betydning for biomassen som produceres over jorden. Data stammer fra Demo i 2018.

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.4). 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. Bælgplanterne 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.

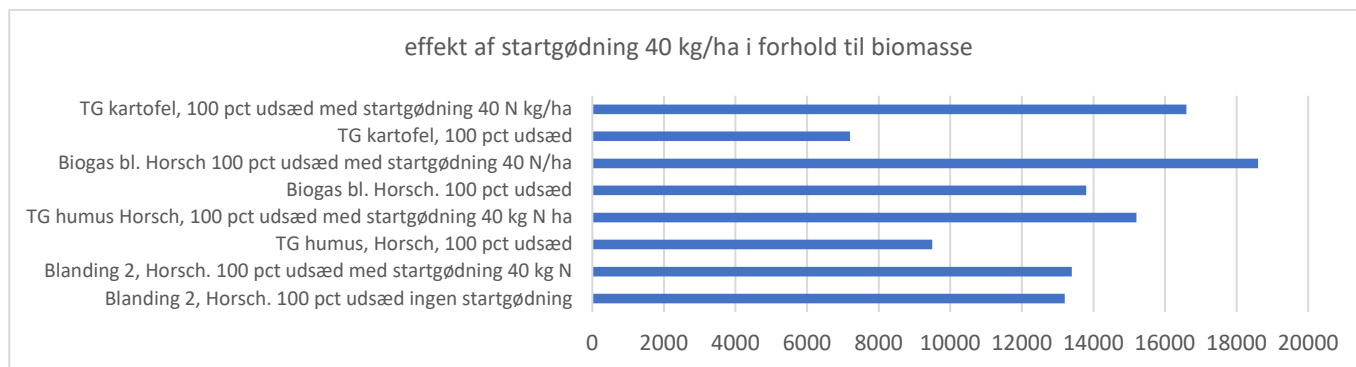


Fig 4.: Alle blandinger undtaget blanding 2 viser positiv effekt af tildeling af kvælstof ved såning.

Parcellen med TG-kartoffel i 2018 reagerede endnu mere positivt på N ved såning af flere årsager. Blandingen består primært af korsblomster, 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. 5). Dette ses tydeligt når parceller hos Anders og Steen Hansen I/S (ASH) sammenholdes med parceller hos Gyldensteen Gods (GG). Parcellerne 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 måde dårlige.

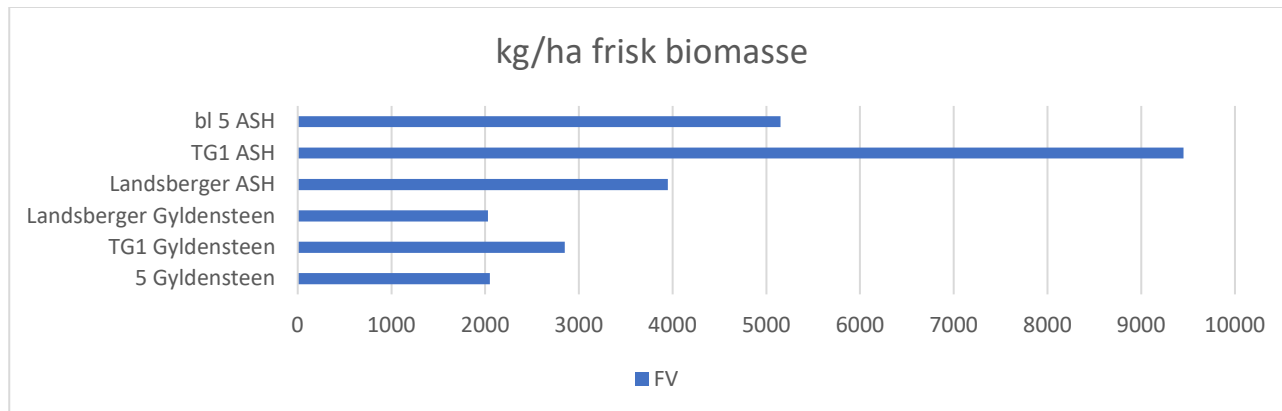


Fig. 5: Biomasse hos 2 producenter i ERFA-gruppen. Etableret med samme maskine, udsæds mængde, gødningsmængde og dato.

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.

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.

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.

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. 6). 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.

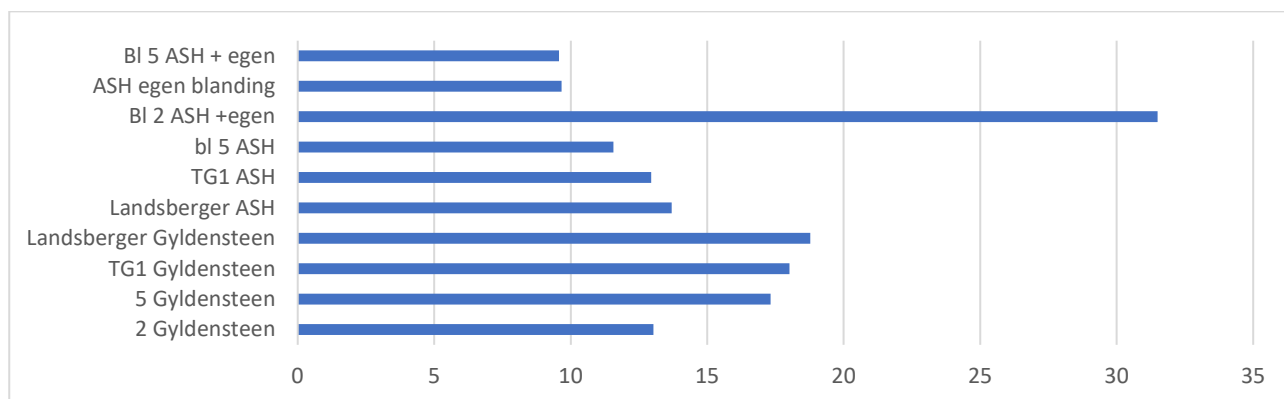


Fig. 6: C/N forhold i efterafgrøder fra Gyldensteen Gods samt Anders og Steen Hansen I/S 2019.

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 for 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 findes i cellulose i cellevæggene og fastholdes på samme måde, som 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. 7 og fig.:8).

% N i plante-materiale	C/N forhold	% N mineraliseret	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. 7: 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 dækafgrøder).

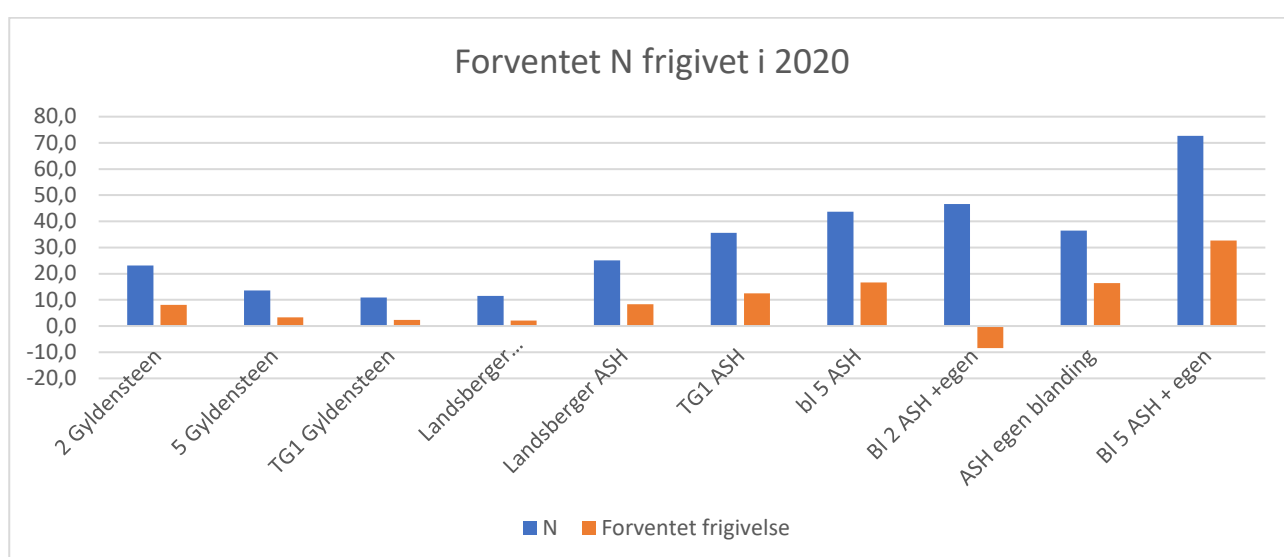


Fig. 8: Forventet mineralisering af N i 2020 i de enkelte blandinger.

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 end 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 udvintres 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.

En del efterafgrøder udvintres 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

Inden opstart af demoforsøget var både bedriften og HortiAdvice bekendt med, at der var fusarium på arealet. Hvis efterafgrøderne og jordbearbejdnings metode skal vise noget var det oplagt at anvende dette areal. Som nævnt tidligere var der store udfordringer med etablering af efterafgrøder i 2019. Biomassen blev aldrig stor og voldsom. Den var ikke lystæt og stod meget dårligt.

Vi valgte allerede ultimo 2019 i forbindelse med destruktion af efterafgrøden, at vi i foråret 2020 ville tilberede såbedet på to måder. Den ene halvdel af arealet blev pløjet, mens den anden del blev kun harvet. Efterfølgende blev begge del arealer stenedlægningsfræsset umiddelbart før såning. Fræsning gøres for at få stenene ud af rodzonen og ned i bunden af såbedet. Disse sten vil ellers genere ved høst og sortering. På sigt vil fræsning måske kunne udelades, da man vil være i stand til at sortere sten fra med en airsep. Der var ingen forskel at se på jorden, da den blev tilberedt i forhold til efterafgrøderne. Der var dog meget mindre slid på fræsersens tænder, da man kørte i parcel, som kun var dybdeharvet. Kapaciteten på fræser steg. Jorden havde ikke sat sig som på det pløjede areal.

Der blev etableret såløg primo maj i demoparceller fra 2019. Såbedet var optimalt og det samme var etableringen. Fremspiringen blev dog uens grundet en tør periode efterfølgende. Løgene stod længe i stampe og væksten var ikke tilfredsstillende. Dette vendte sidst i juni, men her var skaden sket. Der manglede planter i alle parceller.

Der var stor forskel på ukrudtsfaunaen, når man så på pløjet og harvet parcel. Der var et enormt ukrudtstryk i den harvede del i starten af sæsonen, mens den pløjede del var relativt ren. I den harvede del var det primært enårigt ukrudt, som var relativt nemt at bekæmpe med de midler, der er til rådighed i løg.

Fuglegræs, *Stellaria media* var den primære art. Sidst på sæsonen kom der lidt hundepersille, *Aethusa cynapium L.* og lugtløs kamille, *Tripleurospermum perforatum*. Det var dog ikke i samme omfang som i den pløjede halvdel. Her tog de to sidst nævnte arter totalt over i pletter. Imellem parcellerne var der ingen forskel.

Brutto udbytte lå på 60,7 t/ha. Ved visuel bedømmelse i marken var indtrykket det samme på hele marken. Grundet den uens fremspiring og manglende plantetal er forsøget gjort op i pct.

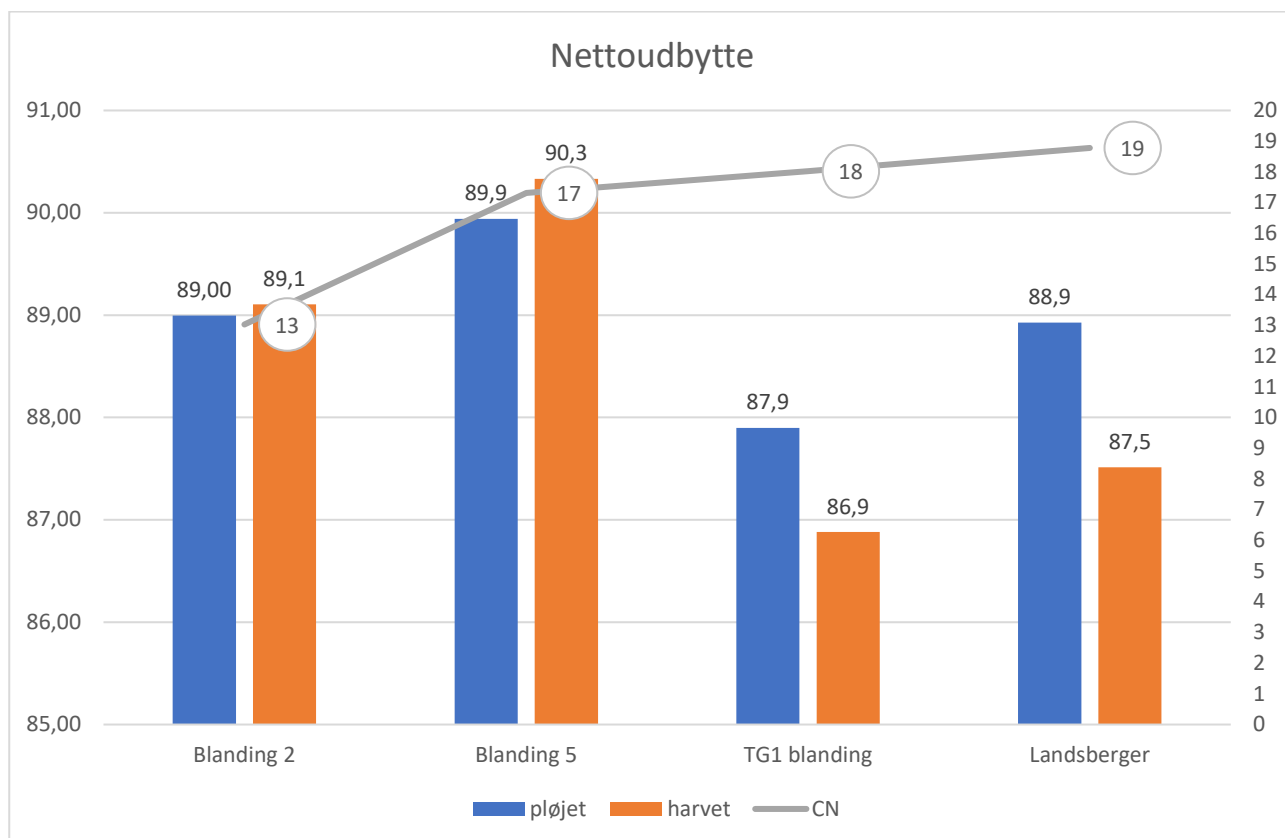


Fig.9: Pct. Udbytte i parceller fra demoareal 2019. Udbytter er gjort op i pløjet og harvet parceller.

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 2019. Blanding 5, der indeholder en del mere vikke end øvrige, tegner positivt for nettoudbyttet. (Effekt af vikke er beskrevet i bilag 1.)

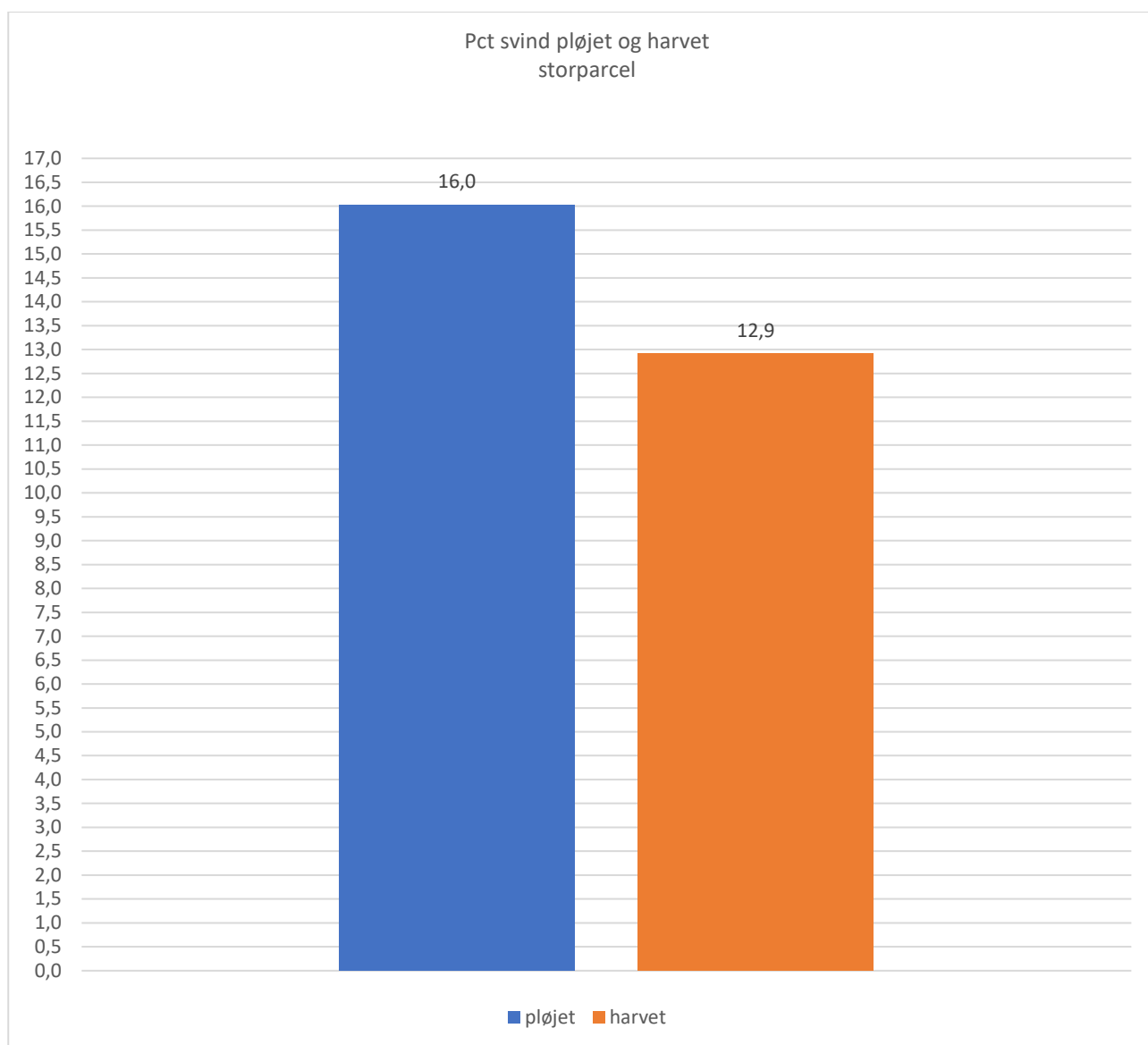


Fig. 10: Pct. svind i pløjet og harvet storparcel.

Når man ser på hvordan blandingerne har fungeret i demoforsøg, vil vores bud i HortiAdvice være, at blanding 2 og 5 vil være glimrende bud til grønsagssædskifter (Bilag 2. Indhold i blandinger). Blanding 5 vil kunne optimeres yderligere ved at tilsætte noget honningurt. Endvidere kan man styre om den skal udvintre eller overleve vinteren. Her kan man vælge mellem fodervikke eller vintervikke. Rug kan byttes ud med byg eller sandhavre. Hvis den skal opfylde et krav og ikke må indeholde kvælstoffikserende, kan disse pilles ud. Der er mange muligheder. De færdige blandinger er dyre, især Landsberger blanding er dyr og det er spørgsmålet om den kan tjene sig ind.

Ud fra resultaterne i projektet er der ikke noget der indikerer, at det er nødvendigt at pløje forud for en løg kultur. Umiddelbart kan det tyde på at løgene har nemmere ved generere vækst. Det der skal være den bestemmende faktor for pløjning inden etablering er forfrugt samt ukrudtsfaunaen på arealet. Alle de mikroorganismer og jordboende dyr, der har deres habitat i overfladen, tager voldsom skade af at blive lagt ned i bunden af en plovfure, hvor miljøet er helt anderledes. Noget tyder også på at frø fra problemukrudt pløjes op og er til gene for løgene.

Udover et merudbytte ved anvendelse af efterafgrøder og til dels reduceret jordbehandling, må der forventes en mere dyrkningssikker jord grundet opbygning af humus. Med et større indhold af humus i jorden kan klimatiske ekstremer bedre modstås. Dette kan bare ikke dokumenteres i dette projekt, idet det tager år at bygge humus op igen.

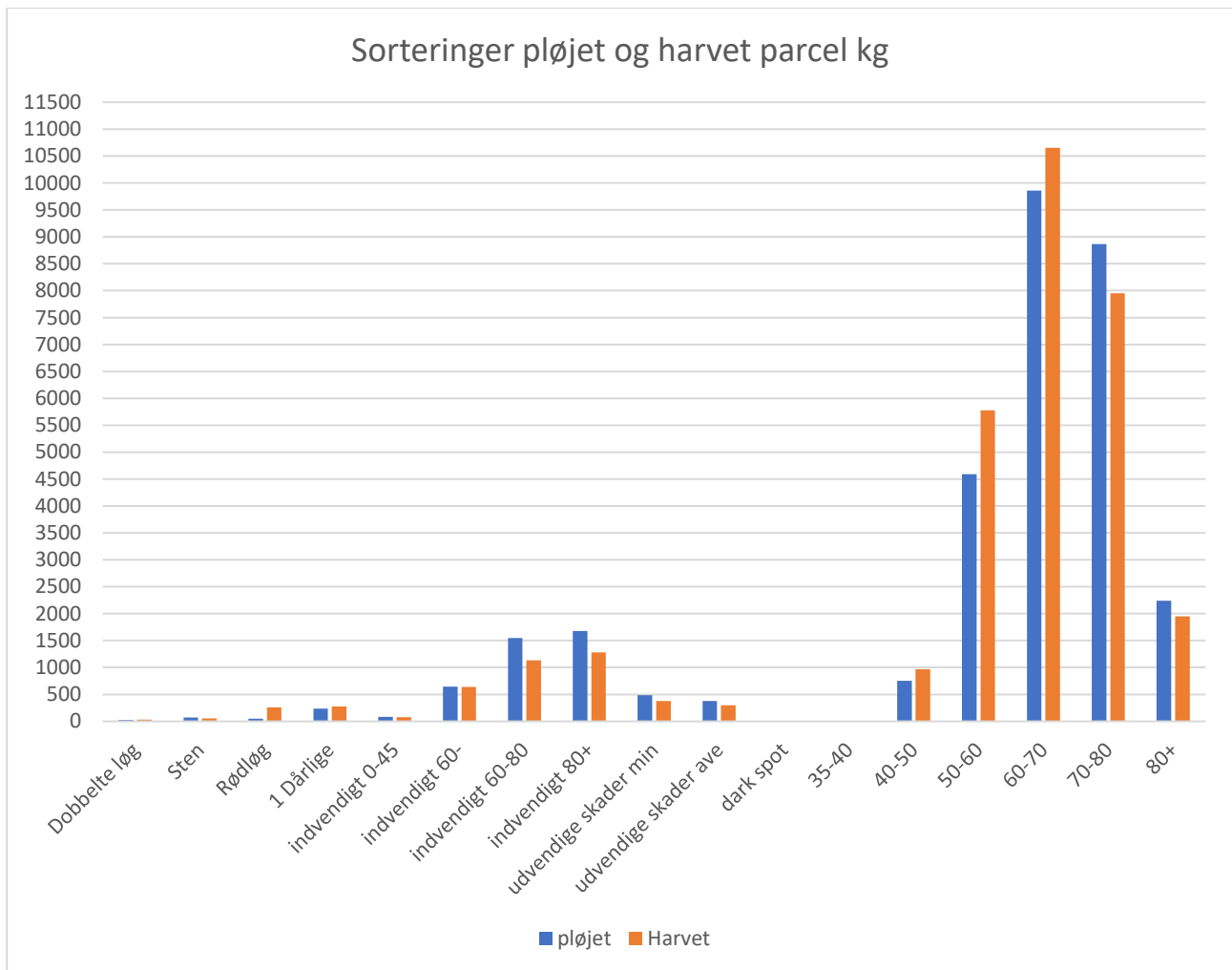


Fig 11.: sorteringerne i storparceller.

Betydning for jordens egenskaber

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.

Flere 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 nedbørsrige. 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.

Destruktion

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 jordbundens 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 efterafgrøde 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 opformerer 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 destruktion. 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 udsæds mængde 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 destruktion så mest muligt N og øvrige næringsstoffer er til rådighed for kommende kultur.

Normalt har man ved en tidlig vinterpløjning på lidt svære jord kunnet 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 i 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 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. Man bør også overveje om pløjning er

nødvendigt. Umiddelbart er der ikke noget der indikerer at udbyttet stiger ved pløjning. Jorden bliver ikke sundere og stærkere. Man risikerer derimod at skabe en ubalance, når man vender hele muldlaget på hovedet.

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 ekstreme bedre modstås. Med i dette projekt er der ikke taget besparelse på traktor, maskiner, timer og brændstof, hvis man undlader at bruge plov på sin bedrift. Der er ej heller taget højde for CO₂ indbygning i efterafgrøden.

Promilleafgiftsfonden for frugtavl og gartneribruget har støttet projektet