



Forsøg med grøngødning i energipil

Resultater fra markforsøg 2013-2015 i projektet 'Økologisk dyrkning af energiafgrøder under bæredygtige forhold'

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne

Forsøg med grøngødning i pil

Af:

Søren Ugilt Larsen, AgroTech

Mads S. Vinther, Økologisk Landsforening

AgroTech

AgroTech omsætter forskning til forretning

gennem vidensbaseret rådgivning, teknologiske services og innovation inden for:

Miljø / Planter / Fødevarer

INDHOLD

1. Sammendrag	5
2. Indledning	7
3. Forsøg 1 ved Tylstrup, anlagt 2012	8
4. Forsøg 2 ved Tylstrup, anlagt 2013	11
5. Forsøg 3 ved Terndrup, anlagt 2013.....	18
6. Forsøg 4 ved Farsø, anlagt 2014.....	22
7. Diskussion og konklusion.....	26

1. SAMMENDRAG

Anvendelse af kvælstoffikserende grøngødning som kvælstofkilde er velafprøvet i mange sammenhænge, men anvendelse af grøngødning i pil er kun meget sparsomt belyst. For at undersøge mulighederne for at anvende grøngødning i pil er der i perioden 2013-2015 gennemført fire markforsøg. I forsøgene er der afprøvet forskellige kvælstoffikserende grøngødningsarter med særlig fokus på hvidkløver, rødkløver og blodkløver samt honningurt som en ikke-kvælstoffikserende referenceart. Der er også afprøvet andre arter samt enkelte forskellige blandinger og udsædsmængder. For at sammenligne effekten af grøngødning med gødskning blev der i 3 af forsøgene (forsøg 2, 3 og 4) gødsket i pilens 2. vækstsæson med organisk gødning (Biogrow, NPK 10-3-1) svarende til 120 kg kvælstof pr. ha.

I tre af forsøgene (forsøg 1, 2 og 3) blev grøngødningen udsået i pilens etableringsår men først mellem 44 og 62 dage efter plantning af pilen. Derved har pilen fået et forspring i forhold til grøngødningen, og der har været mulighed for at bekæmpe ukrudt i en periode mellem plantning af pil og udsåning af grøngødning. Blodkløver og honningurt etableredes godt og blev kraftige i etableringsåret men var næsten væk året efter. Hvidkløver og rødkløver etableredes også relativt godt i etableringsåret men blev endnu kraftigere året efter etableringen. Der var generelt en høj dækningsgrad af grøngødning+ukrudt, men i parceller med veletableret grøngødning 'erstattede' grøngødningen i stort omfang ukrudtet. I ét af de tre forsøg (forsøg 3) var der en del ukrudt ved udsåning af grøngødningen, og i dette forsøg kom grøngødningen til at udgøre en væsentlig mindre del af 'bunddækket' i pilen.

I et af forsøgene (forsøg 4) blev grøngødningen udsået i pilens 2. vækstsæson. Pilen blev renholdt meget effektivt med ca. 8 gange strigling i etableringsåret og blev godt etableret. Ved udsåning af grøngødningen i det følgende forår var der dog en stor bestand af nyfremspiret frøukrudt, og da ukrudtet ikke blev bekæmpet før udsåningen, har ukrudtet formodentlig konkurreret meget hårdt mod grøngødningen. Derfor blev der kun etableret meget lidt grøngødning i dette forsøg. Det er derfor meget vigtigt, at pilen er renholdt helt indtil, at grøngødningen udsås.

I et af forsøgene (forsøg 1) blev der afprøvet rækkefræsning mellem planterækkerne i maj i 2. vækstsæson for at fremme mineraliseringen af kvælstof fra grøngødningerne. Bestanden af hvidkløver og rødkløver blev kraftigt reduceret mellem planterækkerne både ved let fræsning og kraftig fræsning, og til gengæld var der en del nyfremspiring af frøukrudt. Grøngødningen stod dog stadig ret kraftigt i planterækkerne.

På grund af meget uensartet jordbund og pilevækst (forsøg 1) og for dårlig etablering af grøngødning og for meget ukrudt (forsøg 3 og 4) blev der kun lavet måling af grøngødningens virkning på pilens udbytte i ét af forsøgene (forsøg 2). I ubehandlede parceller var tørstofudbyttet (sum af 1. og 2. vækstsæson) 7,2 tons pr. ha, mens det for parceller med kvælstoffikserende grøngødninger varierede mellem 8,1 og 12,5 tons pr. ha, og for honningurt var det kun 5,5 tons pr. ha. Til sammenligning var tørstofudbyttet i parceller med gødskning med 120 kg N pr. ha i 2. vækstsæson 11,2 tons pr. ha. Selvom udbytteforskellene ikke var statistisk sikre ($P=0,111$), så tyder resultaterne på, at kvælstoffikserende grøngødninger kan bidrage til at øge tørstofudbyttet i pil, og i dette forsøg synes effekten i

bedste fald at være på niveau med at gødske med 120 kg kvælstof pr. ha. Det er dog også meget relevant hvilken effekt, der måtte være udover de to første vækstsæsoner.

Udbytteeffekten af at gødske med 120 kg kvælstof pr. ha i pilens 2. vækstsæson blev målt i to af forsøgene (forsøg 2 og 4). Merudbyttet ved gødskning varierede mellem 1,7 og 4,0 tons tørstof pr. ha (26-55 %, hhv. forsøg 4 og 2), og som gennemsnit af forsøgene var merudbyttet på 2,8 tons tørstof pr. ha, hvilket kun var næsten signifikant ($P=0,097$).

Rentabiliteten ved gødskning af pil afhænger især af gødningspris, merudbytte i pil samt flispris. Ved gældende priser vil gødskning med konventionel handelsgødning knap kunne betale sig i det ene forsøg men formodentlig kunne øge dækningsbidraget i det andet forsøg. For den anvendte organiske gødning er kvælstofprisen noget højere, og gødskningen med denne gødningstype og -mængde vil ikke være rentabel. Hvis der kan gødskes med husdyrgødning til en lavere kvælstofpris end prisen på konventionel handelsgødning, så vil det formodentlig ofte være rentabelt. Anvendelse af grøngødning i pil formodes at kunne udgøre et alternativ til gødskning med kvælstofgødning. Hvis udsåning af hvidkløver eller rødkløver i praksis kan give et merudbytte efter 2. vækstsæson i samme størrelsesorden som i forsøget (2-5 tons tørstof pr. ha), så vil grøngødningen højst sandsynligt forbedre rentabiliteten ved pileydrkningen.

Forsøgene i projektet har demonstreret, at grøngødningsarter såsom hvidkløver, rødkløver og blodkløver kan etableres i en pilekultur, og resultaterne antyder også, at der kan være en positiv effekt på pilens udbytte. En sådan effekt vil være af stor interesse både for økologiske og konventionelle pileavlere. Der er dog også mange ubesvarede spørgsmål om brugen og effekten af grøngødning i pil, bl.a. om samspillet mellem ukrudtsbekæmpelse og etablering af grøngødning, om optimal grøngødningsart, udsædsmængde og etableringstidspunkt, om der skal laves jordbearbejdning, afklipping eller andet i grøngødningen mellem planterækkerne, og hvordan grøngødningens overlevelse og effekt er på længere sigt i en pilekultur.

2. INDLEDNING

I perioden 2013-2015 har Økologisk Landsforening gennemført projektet 'Økologisk dyrkning af energiafgrøder under bæredygtige forhold'. Et hovedformål med projektet har været at belyse anvendelsen af grøngødning ved dyrkning af energipil, bl.a. med det formål at sikre pilens kvælstofforsyning og dermed vækst. Som en del af projektet har AgroTech og Økologisk Landsforening i samarbejde gennemført fire markforsøg i projektperioden. Denne rapport beskriver de fire forsøg og opsummerer hovedresultaterne.

De fire forsøg er desuden oprettet i forsøgsdatabasen Nordic Field Trial System, og for hvert forsøg er der angivet et link til forsøgets 'resultatside', hvor alle indberettede data, notater og fotos i databasen kan ses. Selvom hovedresultaterne er beskrevet i denne rapport, kan det anbefales at se fotodokumentationen fra forsøgene på resultatsiderne.

3. FORSØG 1 VED TYLSTRUP, ANLAGT 2012

Materialer og metoder

I 2012 blev der udsået en række forskellige grøngødninger i pil (tabel 1) på en JB2 ved Tylstrup. Der indgik 7 forskellige kvælstoffikserende grøngødninger i renbestand samt en blanding af 11 forskellige arter (fodermarvkål, olieør, gul stenklover, boghvede, honningurt, quinoa, alsikekløver, esparsette, kællingetand, rødkløver og hvidkløver).

Tabel 1. Grøngødningsarter og udsædsmængder i forsøg i pil, anlagt 2012 ved Tylstrup. Pollen-nektarblanding bestod af 11 forskellige arter.

Behandling	Grøngødning, art og sort		Udsædsmængde, kg/ha
1	Jordkløver	Dalkeith	15
2	Gul lupin	Mister	75
3	Pollen-nektarblanding	11 arter	12
4	Rødkløver	Rajah	8
5	Sneglebælg	Virgo	8
6	Blodkløver	Heusers Ostart	12
7	Kællingetand	Lotanova	8
8	Hvidkløver	Rivendel	4

Pil af klonerne Tordis og Inger blev plantet 15/4 2012, og der blev renholdt med strigling 4 gange samt håndlugning af gråbynke frem til udsåning af grøngødning 29/5 2012. Hver grøngødning blev udsået i en stribe på 4 dobbeltrækkers bredde (9 m) gennem hele markens længde (ca. 250 m). Pilens etårs skud blev afpudset 15/4 2013 i ca. halvdelen af marken.

I foråret 2013 blev der anlagt forsøg i den del af marken, der blev pudset af. Formålet med forsøget var at belyse effekten af forskellig jordbehandling i 2. vækstsæson både på de forskellige grøngødningers vækst og pilens vækst. Forsøget er nærmere beskrevet på resultatsiden for forsøg [052541313-001 Grøngødning og jordbearbejdning i energipil](#), hvor der findes data, notater samt fotos fra forsøget. Nedenfor er forsøgets gennemførelse beskrevet kort, og hovedresultaterne er opsummeret.

I forsøget indgik tre forskellige jordbehandlinger:

- 0 = ingen jordbehandling
- ½ = let fræsning med rækkefræser (PTO = 540 omdr./min.)
- 1 = kraftig fræsning med rækkefræser (PTO = 1.000 omdr./min.)

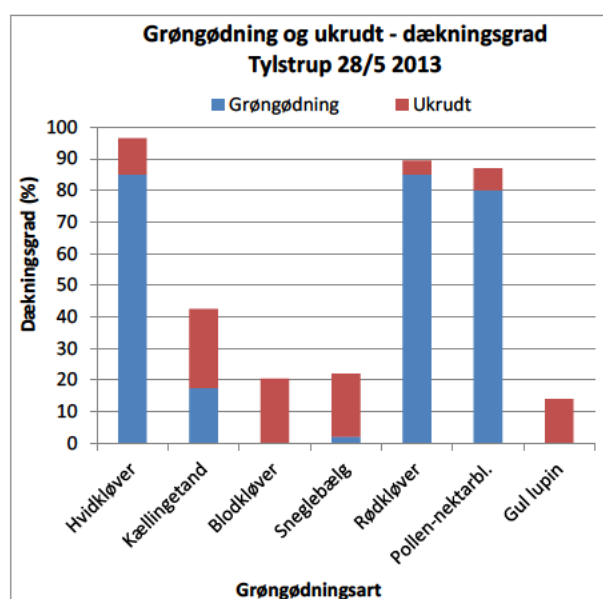
Indenfor hver grøngødning blev der lavet 15 m strækning med hver jordbehandling over de 4 m dobbeltrække, og dette blev gentaget 2 gange, dvs. forsøget var i alt 90 m langt. Fræsningen blev foretaget 28/5 2013. Der var kommet lidt regn lige før fræsningen, men jorden var ikke meget våd i overfladen. I dybden var jorden moderat fugtig efter en del regn i den senere tid. Hele arealet med jordkløver blev fræset, så jordkløver indgår ikke i dette forsøg.

Dækningsgraden for grøngødning og ukrudt blev bedømt 28/5 2013 umiddelbart før jordbehandlingerne. Effekten af fræsningen blev vurderet 27/8 2013 ved registrering af dækningsgrader imellem planterækkerne, dvs. i det fræsede areal. Efter en tør periode i juli og august 2013 viste der sig at være meget uensartet pilevækst henover forsøgsarealet pga. meget forskelligartet jordbund i forsøgsarealet varierende fra høj, tør sandjord til relativt fugtig lavbundsjord. Derfor blev det opgivet at lave de planlagte målinger af kvælstofstatus i pilen og Nmin-målinger i jorden m.m.

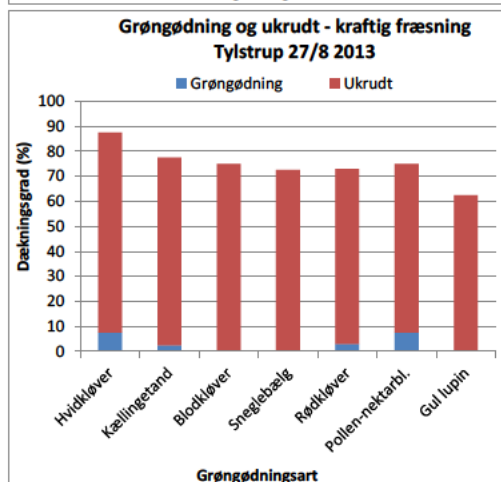
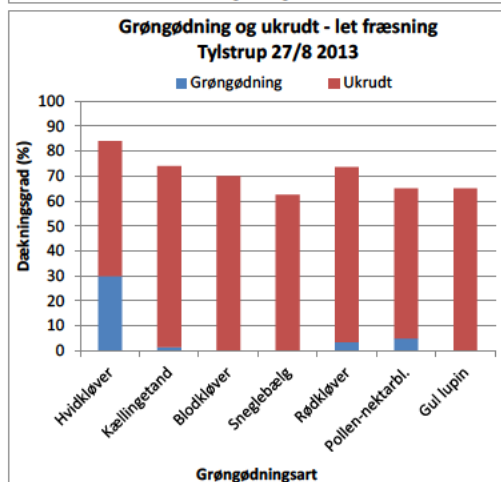
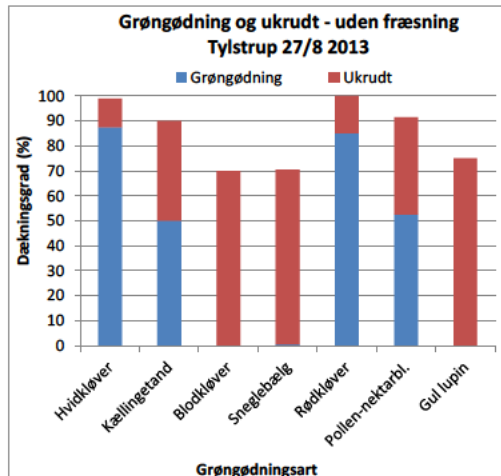
Resultater

Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i maj 2013 ses i figur 1. Der var en kraftig bestand af hvidkløver og rødkløver, og i pollen-nektarblandingen var der en kraftig bestand af rødkløver, som dominerede i blandingen. Desuden var der noget kællingetand, men bestanden var ikke nær så kraftig som for hvidkløver og rødkløver. Sneglebælg var næsten væk, og blodkløver, gul lupin og jordkløver var helt væk (dog ingen specifik registrering i jordkløver). Der foreligger ingen registreringer af dækningsgraden for grøngødningsarterne i 2012, men bl.a. blodkløver og gul lupin stod kraftig.

Dækningsgrader i august 2013 er vist i figur 2 for parceller med hhv. ingen rækkefræsning, let rækkefræsning og kraftig rækkefræsning. I parceller uden fræsning svarede dækningsgraderne for grøngødning nogenlunde som i maj med kraftig bestand af hvidkløver, og rødkløver men nu også med en del kællingetand. Pollen-nektarblandingen var knap så kraftig som i maj. I parceller med blodkløver, sneglebælg og gul lupin var der fortsat ingen grøngødning, men ukrudtsmængden er til gengæld øget voldsomt. I parceller med let og især kraftig fræsning var grøngødningen hæmmet særdeles meget, og til gengæld var der en kraftig bestand af frøukrudt, bl.a. frøukrudt der var fremspiret i den fræsede jord. Rødkløver og hvidkløver stod dog stadig kraftigt inde i planterækken. Som nævnt har det ikke været muligt at foretage målinger af virkningen af jordbehandlingen på pilens vækst, men forsøget viser, at grøngødningerne generelt hæmmes meget af rækkefræsningen mellem rækkerne, og at der så i stedet kommer en del ukrudt.



Figur 1. Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i forsøget ved Tylstrup, anlagt i 2012. Pilen blev plantet 15/4 2012, og grøngødningen blev udsået 29/5 2012.



Figur 2. Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i forsøget ved Tylstrup, anlagt i 2012, afhængig af jordbehandling. Pilen blev plantet 15/4 2012, og grøngødningen blev udsået 29/5 2012. Tre niveauer af jordbehandling blev udført 28/5 2013 med hhv. ingen rækkefræsning, let rækkefræsning (PTO=540 omdr./min.) eller kraftig rækkefræsning (PTO=1.000 omdr./min.).

4. FORSØG 2 VED TYLSTRUP, ANLAGT 2013

Materialer og metoder

I forsommeren 2013 blev der anlagt to forsøg efter samme forsøgsplan med grøngødning i pil, det ene ved Tylstrup og det andet ved Terndrup (se efterfølgende afsnit). Forsøget ved Tylstrup er nærmere beskrevet på resultatsiden for forsøg [052551414-001 Grøngødning i energipil](#), hvor der findes data, notater samt fotos fra forsøget. Nedenfor er forsøgets gennemførelse beskrevet kort, og hovedresultaterne er opsummeret.

I begge forsøg var der 8 forsøgsled (tabel 2), nemlig et ubehandlet led, et led med gødskning med organisk gødning, 5 led med forskellige kvælstoffikserende grøngødningsarter samt et led med en ikke-kvælstoffikserende grøngødning. Grøngødningerne blev udsået i pilens etableringsår, mens gødningen i led 2 blev udbragt i pilens 2. vækstsæson. I begge forsøg var der 3 gentagelser og en parcelstørrelse på 15 m i længden og 5 dobbeltrækker (11,25 m) i bredden, dvs. i alt 168,75 m² pr. parcel.

Tabel 2. Grøngødning og gødskning i forsøg i pil, anlagt 2013 ved Tylstrup og Terndrup. Grøngødningen blev udsået i pilens etableringsår. Gødskning i 2. vækstsæson blev tilført i form af organisk gødning (Biogrow m. 10 % N).

Behandling	Grøngødning, art og sort		Gødskning i 2. vækstsæson, kg N/ha	Udsæds-sæds-mængde, kg/ha	Tusind-korn-vægt, g	Udsæds-mængde, frø/m ²
	Udsået 1. vækstsæson					
1	Ingen		Ingen			
2	Ingen		120 kg N/ha			
3	Hvidkløver	Rivendel	Ingen	4	0,7	571
4	Hvidkløver	Mikrokløver Pirouette	Ingen	4	0,7	571
5	Rødkløver	Callisto	Ingen	8	1,8	444
6	Blodkløver	Heusers Ostart	Ingen	15	2,5	600
7	Blanding	Hvidkløver, Rivendel	Ingen	2	0,7	286
		Blodkløver, Heusers Ostart	Ingen	8	2,5	320
8	Honningurt	Angelina	Ingen	10	2,0	500

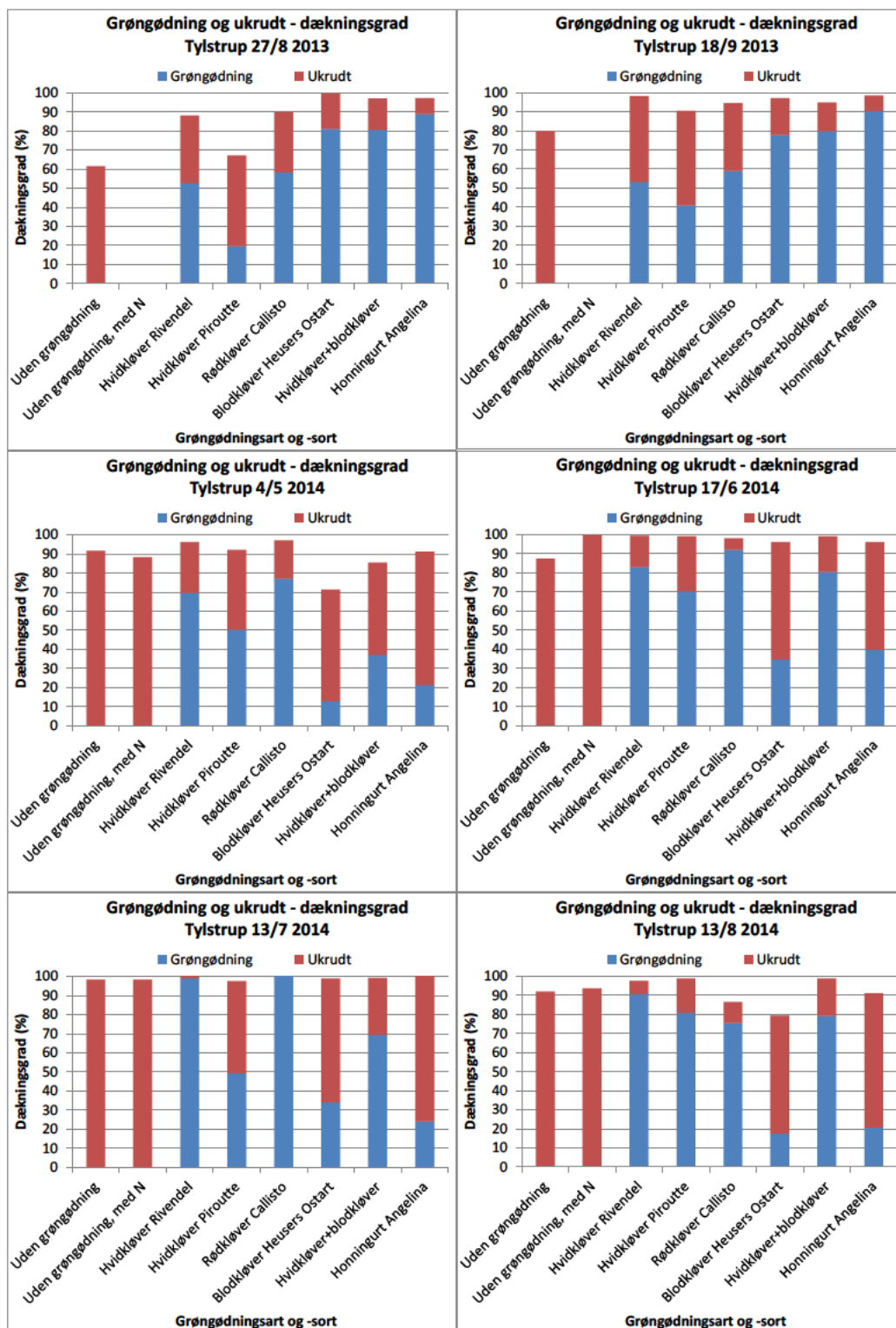
Forsøget i Tylstrup blev etableret på en JB2, der havde været i omdrift til og med 2012, senest med vinterhvede. I april 2013 blev der udbragt 20 tons svinøgylle pr. ha (svarende til ca. 90 kg N pr. ha) før pløjning sidst i april. Pil af klonen Tordis blev plantet 4/5 2013. Efter plantning blev ukrudt bekæmpet mekanisk med strigling 3 gange og rækkefræsning 1 gang (26/6). Forsøget blev anlagt 3/7 2013, hvor pilen var 0,3-0,5 m høj. Lige inden udsåning af grøngødningen blev forsøgsarealet striglet (dvs. 4. strigling efter etablering). Frø af grøngødningerne blev opblandet med sand og udsået manuelt. Det havde regnet en del før udsåningen, så jorden var relativt fugtig. Der kom desuden nedbør umiddelbart efter udsåningen. I led 2 blev der 4/5 2014 gødsket med organisk gødning i form af Biogrow (pelletteret kød- og benmel med N-, P- og K-indhold på hhv. 10, 3 og 1 %) svarende til 120 kg N pr. ha.

I gennem vækstsæsonen 2013 og 2014 blev der løbende foretaget registreringer, bl.a. af dækningsgrad for grøngødningerne og ukrudt. I september 2013 og september 2014 blev der lavet planteklip (1 m² pr. parcel) til bestemmelse af samlet tørstofproduktion og kvælstofoptagelse i den overjordiske biomasse af grøngødning og ukrudt. I oktober 2013 og november 2014 blev der målt N_{min} i jorden (ledprøve, dvs. én fælles prøve for de tre gentagelser pr. led). I december 2014 blev der målt tørstofudbytte og kvælstofoptagelse i pilen i 10 m dobbeltrække pr. parcel (22,5 m²).

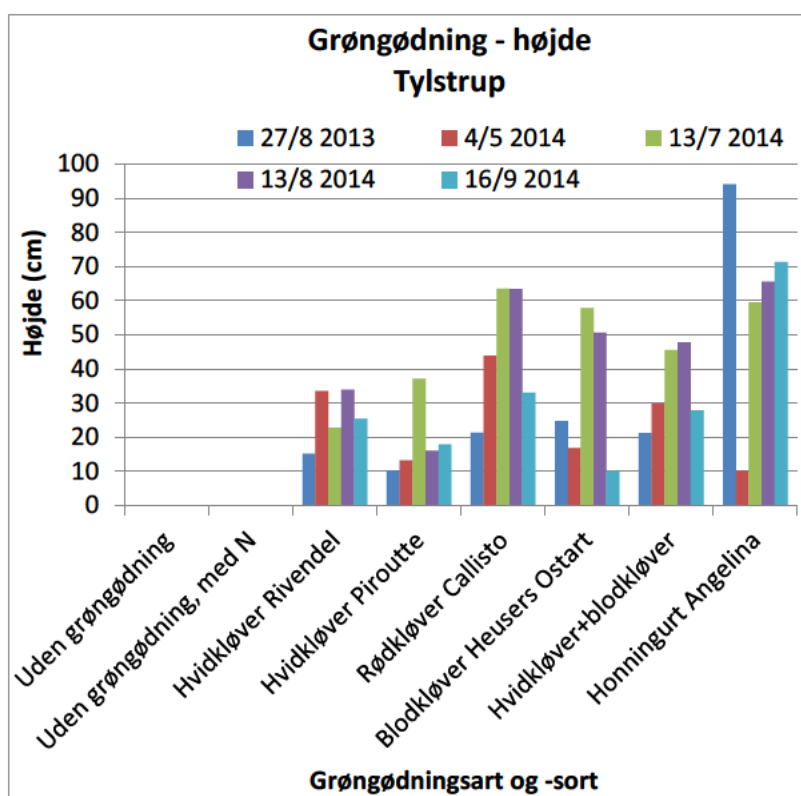
Resultater

Dækningsgrader af grøngødning og ukrudt på forskellige tidspunkter ses i figur 3. Jorden var fugtig ved udsåningen, hvilket gav en god fremspiring, og trods en lang, tør periode fra først i juli til ind i august 2013 blev grøngødningen godt etableret, og sidst i august 2013 var der en betydelig dækningsgrad især i parceller med blodkløver og honningurt og knap så stor i rødkløver og hvidkløver. Hvidkløversorten Pirouette er en meget småbladet type, som ikke etableredes så godt og hurtigt. I 2014 var der kun en moderat genvækst af blodkløver og honningurt, mens der var en meget kraftig vækst af rødkløver og hvidkløver (især sorten Rivendel). I parceller med hvidkløver+blodkløver dominerede blodkløveren i 2013, mens det var hvidkløveren, der dominerede i 2014. Ukrudtsbestanden var domineret af frøukrudt, og den gode etablering af grøngødning bevirkede, at der var en væsentligt mindre forekomst af ukrudt sammenlignet med ubehandlede parceller.

Udviklingen af grøngødningerne afspejles også i plantehøjden (figur 4). Honningurt blev meget høj i etableringsåret. Rødkløver blev efterhånden også høj i 2014, og samlet set var rødkløver meget kraftig i 2. vækstsæson.

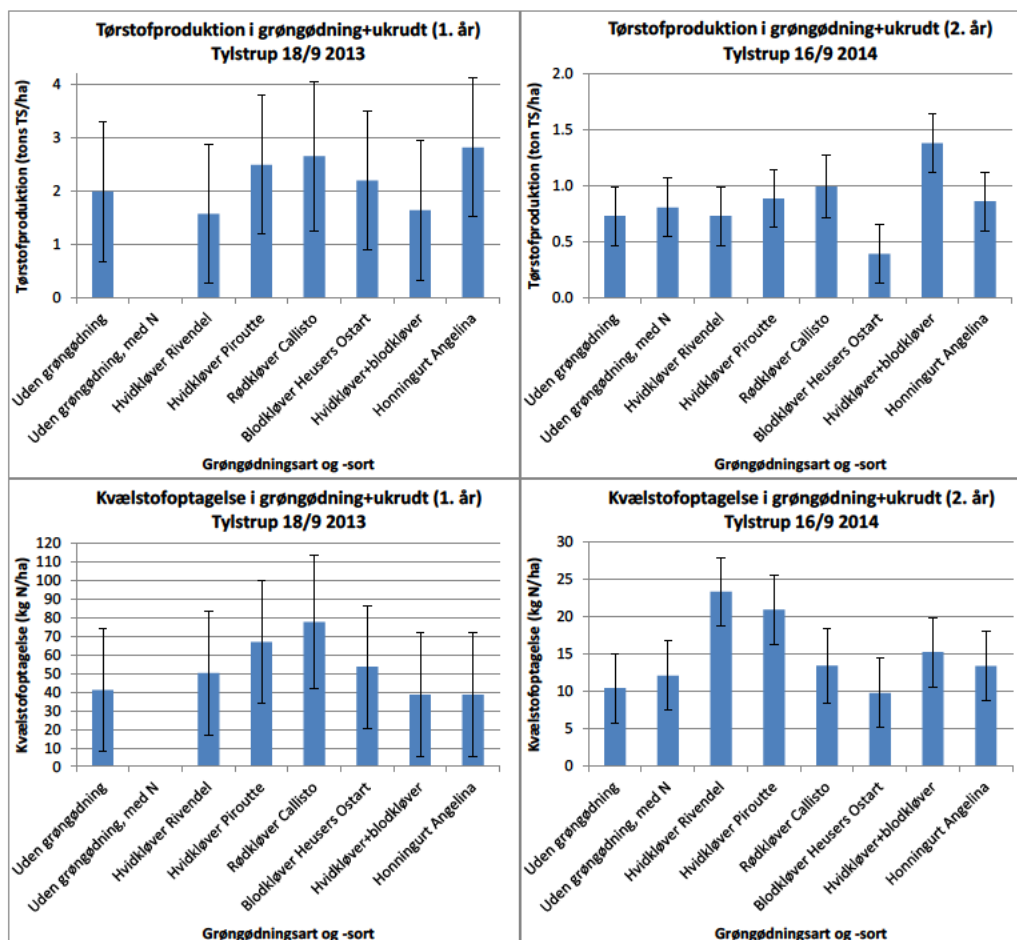


Figur 3. Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i forsøget ved Tylstrup. Pilen blev plantet 4/5 2013, og grøngødningen blev udsået 3/7 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014.



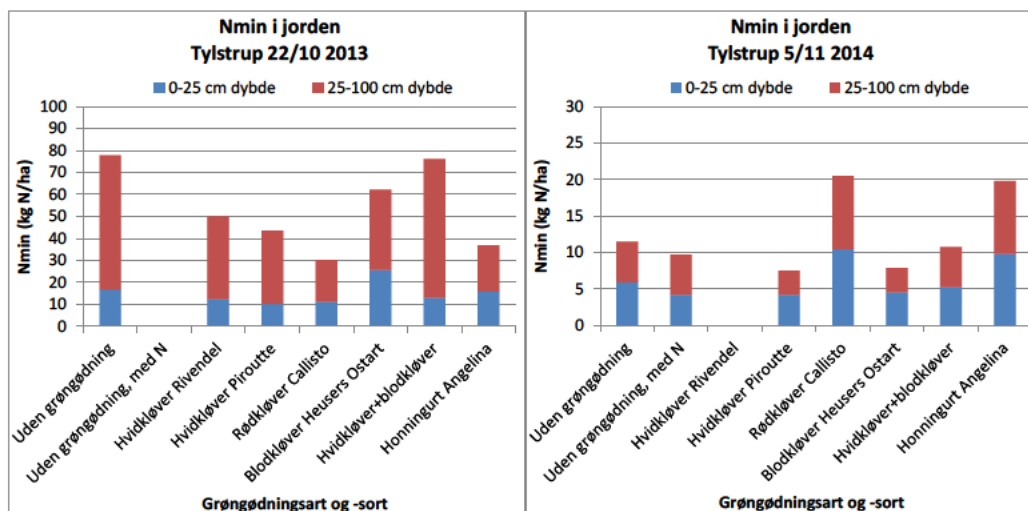
Figur 4. Højde af grønngødning i forsøget ved Tylstrup. Pilen blev plantet 4/5 2013, og grønngødningen blev udsået 3/7 2013.

I september 2013 og september 2014 blev der målt samlet tørstofproduktion og kvælstofoptagelse i den overjordiske biomasse af grønngødning og ukrudt (figur 5). Det blev ikke analyseret, hvor stor en andel, der kom fra hhv. grønngødning og ukrudt, men dækningsgraderne i figur 3 indikerer, at grønngødningen generelt udgjorde hovedparten. I september 2013 var der en biomasse på 1,6-2,8 tons tørstof pr. ha og en kvælstofmængde på 39-78 kg N pr. ha. Der ses en tendens til højere kvælstofmængde i parceller med rødkløver, men der var dog ingen sikre forskelle mellem behandlinger, hverken mht. tørstofmængde ($P=0,691$) eller kvælstofmængde ($P=0,487$). I september 2014 udgjorde biomassen 0,4-1,4 tons tørstof pr. ha med signifikant højere mængde for hvidkløver+blodkløver og signifikant lavere for ren blodkløver end for øvrige behandlinger ($P=0,004$). Kvælstofmængden udgjorde 10-23 kg N pr. ha med signifikant højere niveau for de to hvidkløversorter i renbestand end de øvrige behandlinger ($P=0,004$). Niveaue af både tørstof og kvælstof var dog væsentligt lavere i 2014 end i 2013, formodentlig fordi pilen har bundet en del næringsstoffer i løbet af 2. vækstsæson.



Figur 5. Tørstofproduktion (øverst) og kvælstofoptagelse (nederst) i grøngødning og ukrudt i forsøget ved Tylstrup. Pilen blev plantet 4/5 2013, og grøngødningen blev udsået 3/7 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014. Tørstofproduktion og kvælstofoptagelse blev målt i den overjordiske del af biomassen (ekskl. pilen) i september 2013 (til venstre) og september 2014 (til højre). Fejllinjer angiver 95 % konfidensinterval. Bemærk forskellige skalaer på y-aksen i figurene for hvert af de to år.

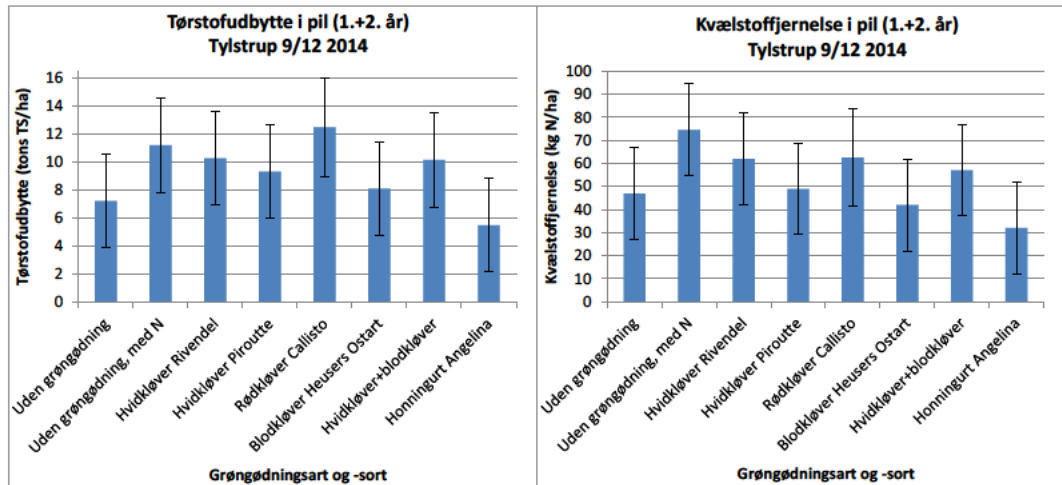
Jordprøver viste Nmin-indhold i 0-100 cm dybde på mellem 30 og 80 kg N pr. ha i oktober 2013 og mellem 10 og 23 kg N pr. ha i november 2014 (figur 6). For hvidkløver Rivendel er Nmin-resultatet i 2014 udeladt pga. en urealistisk høj værdi i 25-100 cm dybde (24 og 70 kg N pr. ha i hhv. 0-25 og 25-100 cm). Da der ikke var nogen gentagelser i Nmin-målingerne, kan der ikke beregnes statistisk usikkerhed, men umiddelbart ser en del grøngødninger ud til at have sænket Nmin-niveauet i forhold til ubehandlet i efteråret 2013. Dette kan skyldes, at de udsåede grøngødninger har optaget en del mineralisk kvælstof, men at der endnu ikke er begyndt at blive mineraliseret fikseret kvælstof fra grøngødningerne. I efteråret 2014 var Nmin-niveauet væsentligt lavere end i 2013. Da kvælstofoptagelsen i grøngødningerne også generelt var lavere i 2014 end i 2013 (figur 5), kan den lavere Nmin-måling i 2014 tyde på, at pilen har optaget en del kvælstof i løbet af 2. vækstsæson, inkl. hovedparten af det fikserede kvælstof som evt. er mineraliseret fra grøngødningerne.



Figur 6. Nmin-målinger i jorden i efteråret 2013 og 2014 i pil med forskellige grøngødningsarter i forsøget ved Tylstrup. Pilen blev plantet 4/5 2013, og grøngødningen blev udsået 3/7 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014. Bemærk forskellige skalaer på y-akserne.

I december 2014 blev der målt tørstofudbytte i pilen samt kvælstofoptagelse i den høstede biomasse (figur 7). Pilens vækst var væsentligt dårligere i den ene ende af forsøget, og i dataanalysen af udbyttet blev der forsøgt korrigeret for dette ved en blokinddeling, ligesom der blev korrigeret for plantetallet i de enkelte parceller. Tørstofudbyttet varierede fra 7,3 til 12,5 tons tørstof pr. ha, og kvælstofoptagelsen varierede fra 32 til 75 kg N pr. ha mellem de forskellige behandlinger, og disse mængder svarer til summen af udbyttet i 1. og 2. vækstsæson. Kvælstofkoncentrationen i tørstoffet varierede mellem 0,51 og 0,66 % (ikke vist), og trods nogen variation i kvælstofkoncentration afspejler tørstofudbyttet og kvælstofoptagelsen nogenlunde samme billede (figur 7).

Samlet set var der ingen signifikante forskelle mellem de 8 behandlinger, hverken mht. tørstofudbytte ($P=0,111$) eller kvælstofoptagelse ($P=0,107$). Der ses dog en tendens til lavere tørstofudbytte og kvælstofoptagelse i ubehandlede parceller og især i parceller med honningurt. I en analyse, hvor de kvælstoffikserende grøngødningsarter blev samlet i én gruppe, gav honningurt signifikant lavere tørstofudbytte end gødskning med organisk gødning og udsåning af kvælstoffikserende grøngødning ($P=0,035$). For ubehandlede parceller var der også tendens til lavere udbytte end i parceller med gødskning og kvælstoffikserende grøngødningsarter, men forskellen var ikke signifikant. Det lave tørstofudbytte i pil i parceller med honningurt kan skyldes, at honningurten blev meget kraftig i 1. vækstsæson (figur 3 og 4) og optog en betydelig mængde vand men uden at fikser kvælstof til senere gavn for pilen. Derved kan honningurten i princippet have en virkning, der svarer til konkurrencen fra ukrudt. I figur 7 fremgår det også, at tørstofudbyttet for rødkløver, hvidkløversorten Rivendel og hvidkløver+blodkløver ligger omtrent på niveau med udbyttet ved gødskning med 120 kg N pr. ha. Resultaterne tyder på, at kvælstoffikserende grøngødningsarter kan bidrage til at øge tørstofudbyttet i pil, og effekten synes i bedste fald at være på niveau med effekten af at tilføre 120 kg N pr. ha i form af organisk gødning i pilens 2. vækstsæson. (Se afsnit om forsøg 4 ved Farsø vedr. samlet analyse af effekten af gødskning med organisk gødning).



Figur 7. Tørstofudbytte og kvælstoffjernelse i pil med forskellige grøngødninger i forsøget ved Tylstrup. Pilen blev plantet 4/5 2013, og grøngødningen blev udsået 3/7 2013. I led 2 er der gødsket med Biogrow 4/5 2014. Pilen blev høstet 9/12 2014, og udbytte og kvælstoffjernelse svarer til summen af 1. og 2. vækstsæson. Fejllinjer angiver 95 % konfidensinterval.

5. FORSØG 3 VED TERNDRUP, ANLAGT 2013

Materialer og metoder

I forsommeren 2013 blev der anlagt to forsøg efter samme forsøgsplan med grøngødning i pil, det ene ved Tylstrup (se foregående afsnit) og det andet ved Terndrup. Forsøget ved Terndrup er nærmere beskrevet på resultatsiden for forsøg [052551414-002 Grøngødning i energipil](#), hvor der findes data, notater samt fotos fra forsøget. Nedenfor er forsøgets gennemførelse beskrevet kort, og hovedresultaterne er opsummeret.

I forsøget indgår 8 forsøgsled (tabel 2), nemlig et ubehandlet led, et led med gødskning med organisk gødning, 5 led med forskellige kvælstoffikserende grøngødningsarter samt et led med en ikke-kvælstoffikserende grøngødning. Grøngødningerne blev udsået i pilens etableringsår, mens gødningen i led 2 blev udbragt i pilens 2. vækstsæson. Der var 3 gentagelser og en parcelstørrelse på 15 m i længden og 5 dobbeltrækker (11,25 m) i bredden, dvs. i alt 168,75 m² pr. parcel.

Forsøget i Terndrup blev etableret på en JB3, der havde været i omdrift forud for plantning med pil, med dyrkning af korn i 2012. Pil af klonen Inger blev plantet 24/4 2013. Efter plantning blev ukrudt bekæmpet mekanisk med bl.a. rækkefræsning frem til etablering af forsøget 25/6 2013. Der var dog en hel del ukrudt især i planterækkerne, både frøukrudt og flerårigt rodukrudt. Desuden var bestanden af pileplanter temmelig ujævn med en del manglende planter og variation i plantehøjde mellem 5 og 50 cm. Frø af grøngødningerne blev opblandet med sand og udsået manuelt. Jorden var tør i overfladen men fugtig lidt under overfladen. Det havde regnet en del før udsåningen, så jorden var relativt fugtig. Pilens etårs skud blev afpudset i vinteren 2013-2014. I led 2 blev der 4/5 2014 gødsket med organisk gødning i form af Biogrow (10 % N) svarende til 120 kg N pr. ha.

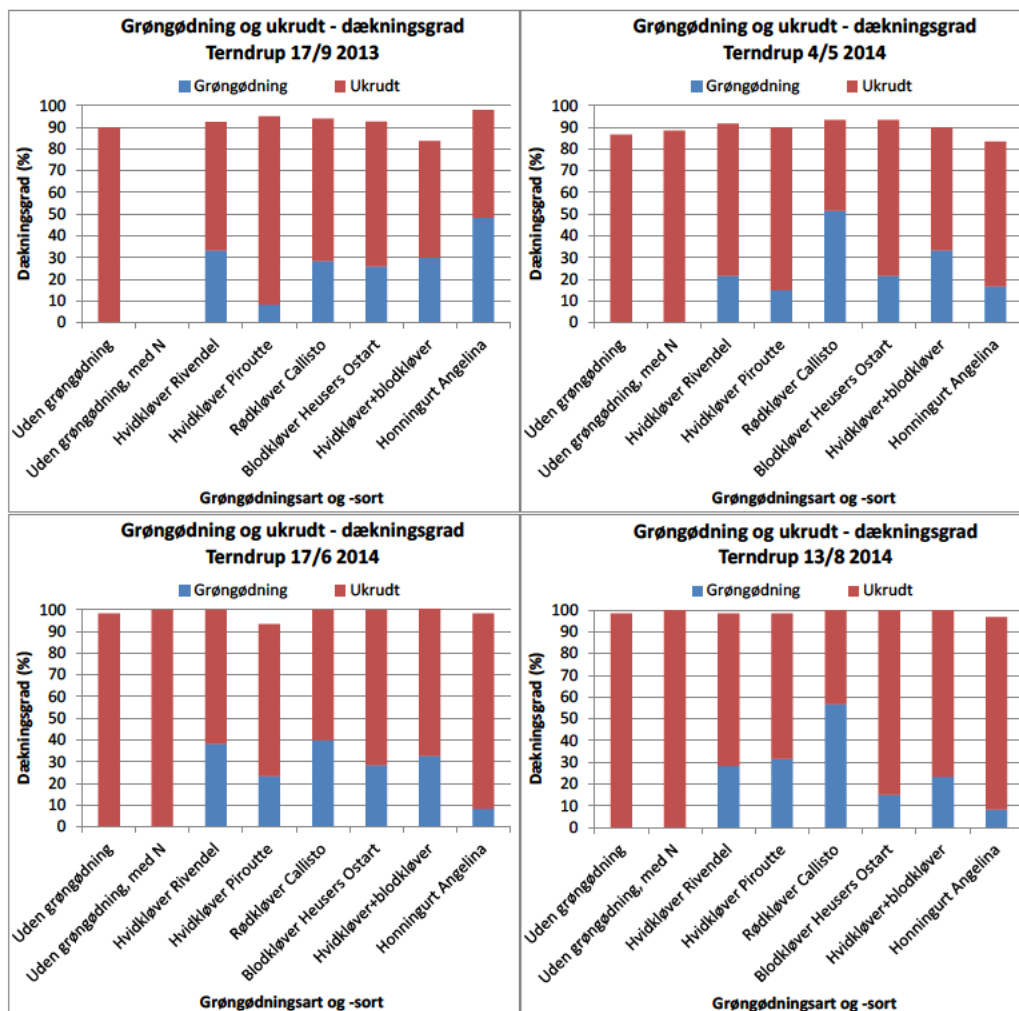
Igennem vækstsæsonen 2013 og 2014 blev der løbende foretaget registreringer, bl.a. af dækningsgrad for grøngødningerne og ukrudt. I september 2013 2014 blev der lavet planteklip (1 m² pr. parcel) til bestemmelse af samlet tørstofproduktion og kvælstofoptagelse i den overjordiske biomasse af grøngødning og ukrudt. I oktober 2013 blev der målt N_{min} i jorden (ledprøve, dvs. én fælles prøve for de tre gentagelser pr. led).

Da forsøget var meget præget af den kraftige ukrudtsforekomst, blev det vurderet, at det ikke ville give brugbar viden at gennemføre de planlagte målinger af udbytte af grøngødning og af pil samt N_{min}-målinger i jorden i efteråret 2014.

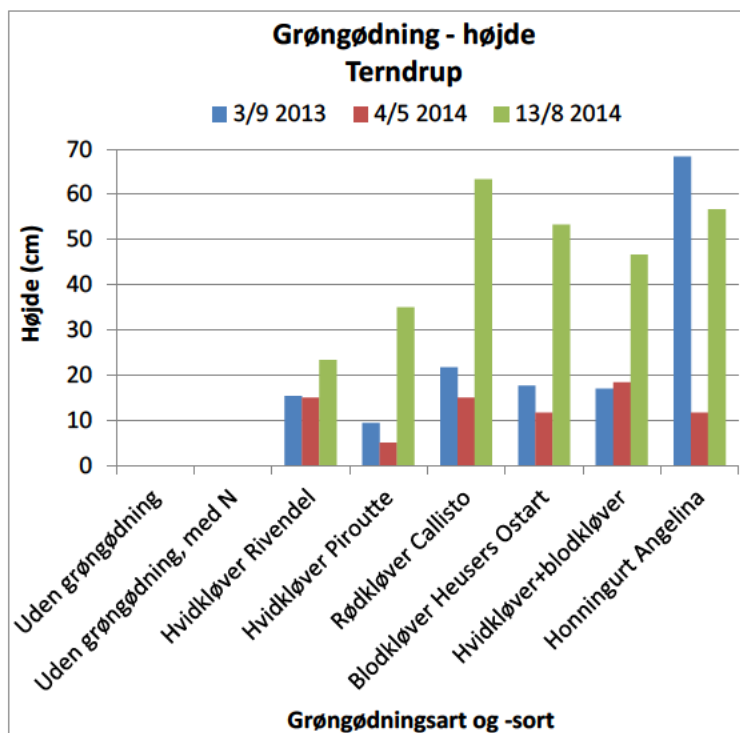
Resultater

Dækningsgrader af grøngødning og ukrudt på forskellige tidspunkter ses i figur 8. I september 2013 lignede den relative etablering af de forskellige grøngødninger den tilsvarende etablering i forsøget ved Tylstrup (figur 3) med størst dækningsgrad i honningurt og mindst i hvidkløversorten Pirouette. Men mens grøngødningerne udgjorde hovedparten af plantedækket i Tylstrupforsøget i etableringsåret, så udgjorde de en væsentlig mindre andel i Terndrupforsøget, hvor ukrudt generelt dækkede mere end halvdelen af jorden (figur 8). Året efter etablering var der stort set samme billede, dog var rødkløver blevet lidt kraftigere, mens honningurt nu havde den mindste dækningsgrad. Udviklingen af grøngødningerne afspejles også i plantehøjden (figur 9), idet planterne generelt var lavere end i Tylstrupforsøget (figur 4). Rødkløver, blodkløver og honningurt var forholdsvis

høje i august 2014 (figur 9), men dækningsgraden viser, at der var tale om en tynd bestand (figur 8). Den dårligere etablering af grøngødning i Terndrupforsøget formodes at skyldes den meget kraftige konkurrence fra ukrudt, som allerede var delvis etableret ved udsåning af grøngødningen.



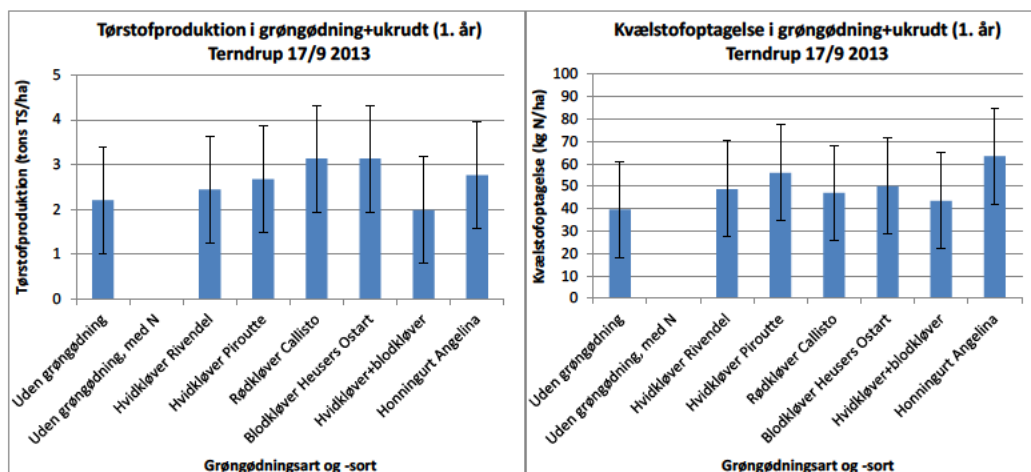
Figur 8. Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i forsøget ved Terndrup. Pilen blev plantet 24/4 2013, og grøngødningen blev udsået 25/6 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014.



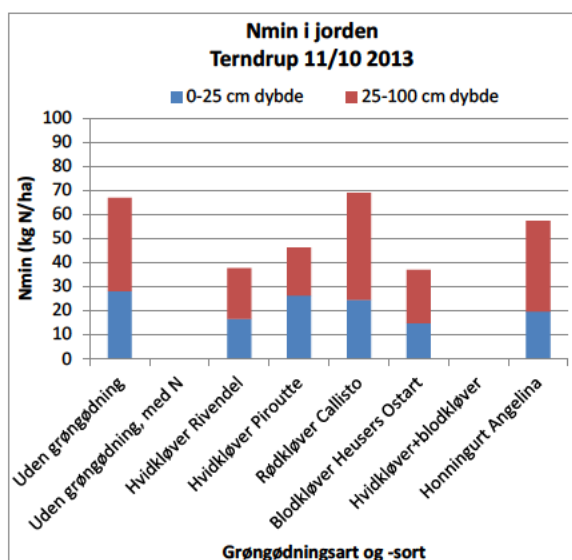
Figur 9. Højde af grøngødning i forsøget ved Terndrup. Pilen blev plantet 24/4 2013, og grøngødningen blev udsået 25/6 2013.

I september 2013 blev der målt samlet tørstofproduktion og kvælstofoptagelse i den overjordiske biomasse af grøngødning og ukrudt (figur 10). Det blev ikke analyseret, hvor stor en andel, der kom fra hhv. grøngødning og ukrudt, men dækningsgraderne i figur 8 indikerer, at ukrudt generelt udgjorde hovedparten. Den samlede biomasse var mellem 2,0 og 3,1 tons tørstof pr. ha, og kvælstofmængden var mellem 40 og 63 kg N pr. ha, og begge dele er derfor på omtrent samme niveau som i etableringsåret i Tylstrupforsøget (figur 5). Der var ingen signifikante behandlingsforskelle, hverken mht. tørstofmængde ($P=0,691$) eller kvælstofmængde ($P=0,693$). Den store ukrudtsforekomst kan være medvirkende til, at der ikke ses nogen sikre forskelle mellem behandlingerne.

Jordprøver i oktober 2013 viste Nmin-indhold i 0-100 cm dybde på mellem 37 og 69 kg N pr. ha (figur 11), og niveaumæssigt svarer det omtrent til Tylstrupforsøget i oktober 2013 (figur 6). For hvidkløver+blodkløver er Nmin-resultatet udeladt pga. en urealistisk høj værdi i 25-100 cm dybde (19 og 178 kg N pr. ha i hhv. 0-25 og 25-100 cm). Da der ikke var nogen gentagelser i Nmin-målingerne, kan der ikke beregnes statistisk usikkerhed. For nogle af grøngødningerne i Terndrupforsøget synes der at være tendens til lavere Nmin-niveau end i ubehandlede parceller, men på tværs af de to forsøg ses ikke noget tydeligt mønster.



Figur 10. Tørstofproduktion (til venstre) og kvælstofoptagelse (til højre) i grøngødning og ukrudt i forsøget ved Terndrup. Pilen blev plantet 24/4 2013, og grøngødningen blev udsået 25/6 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014. Tørstofproduktionen blev målt i den overjordiske del af biomassen (ekskl. pilen) i september 2013. Fejllinjer angiver 95 % konfidensinterval.



Figur 11. Nmin-målinger i jorden i efteråret 2013 i pil med forskellige grøngødninger i forsøget ved Terndrup. Pilen blev plantet 24/4 2013, og grøngødningen blev udsået 25/6 2013. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 4/5 2014.

6. FORSØG 4 VED FARSØ, ANLAGT 2014

Materialer og metoder

I foråret 2014 blev der anlagt et forsøg i pil ved Farsø. Forsøget er nærmere beskrevet på resultatsiden for forsøg [052611414-001 Grøngødning i energipil](#), hvor der findes data, notater samt fotos fra forsøget. Nedenfor er forsøgets gennemførelse beskrevet kort, og hovedresultaterne er opsummeret.

I forsøget var der 9 forsøgsled (tabel 3), nemlig et ubehandlet led, et led med gødskning med organisk gødning, 6 led med kvælstoffikserende grøngødningsarter, blandinger og forskellige udsædsmængder samt et led med en ikke-kvælstoffikserende grøngødning. Grøngødningerne blev udsået i starten af pilens 2. vækstsæson, dvs. ikke som i forsøg 2 ved Tylstrup og forsøg 3 ved Terndrup, hvor grøngødning blev udsået i pilens etableringsår. Gødningen i led 2 blev udbragt i pilens 2. vækstsæson, dvs. ligesom i forsøgene ved Tylstrup og Terndrup. I forsøget var der 3 gentagelser og en parcellstørrelse på 15 m i længden og 5 dobbeltrækker (11,25 m) i bredden, dvs. i alt 168,75 m² pr. parcel.

Forsøget blev etableret på en lavtliggende JB11 med 57 % humus. De seneste 10 år før plantning af pil havde marken været dyrket med slætgræs (10-30 % kløver). Før etablering af pilen blev græsset sprøjtet med glyphosat, reolpløjet, tromlet, harvet og tromlet igen. Pil af klonen Inger blev plantet 6/6 2013, der blev tromlet efter plantningen, og ukrudt blev bekæmpet effektivt med strigling ca. 8 gange i løbet af 1. vækstsæson. Pilens etårs skud blev ikke afpudset, og ved anlæg af forsøget 11/4 2014 var der en god og relativt ensartet bestand af pil med en højde på typisk 1,5-2,0 m. På dette tidspunkt var der enkelte puder af ukrudt fra 2013 (især vejpileurt) og generelt forholdsvis meget bar jord. Der var dog særdeles meget frøukrudt på vej i store dele af marken, bl.a. ferskenpileurt på kimbladsstadiet. Der blev ikke foretaget nogen jordbehandling lige før udsåning af grøngødningen, og frø af grøngødningerne blev opblandet med sand og udsået manuelt 11/4 2014. Samme dag blev der i led 2 gødsket med organisk gødning i form af Bio-grow (10 % N) svarende til 120 kg N pr. ha. Jorden var tør i overfladen men generelt temmelig fugtig næsten op til overfladen. Der kom nogen nedbør få dage efter udsåning af grøngødningen.

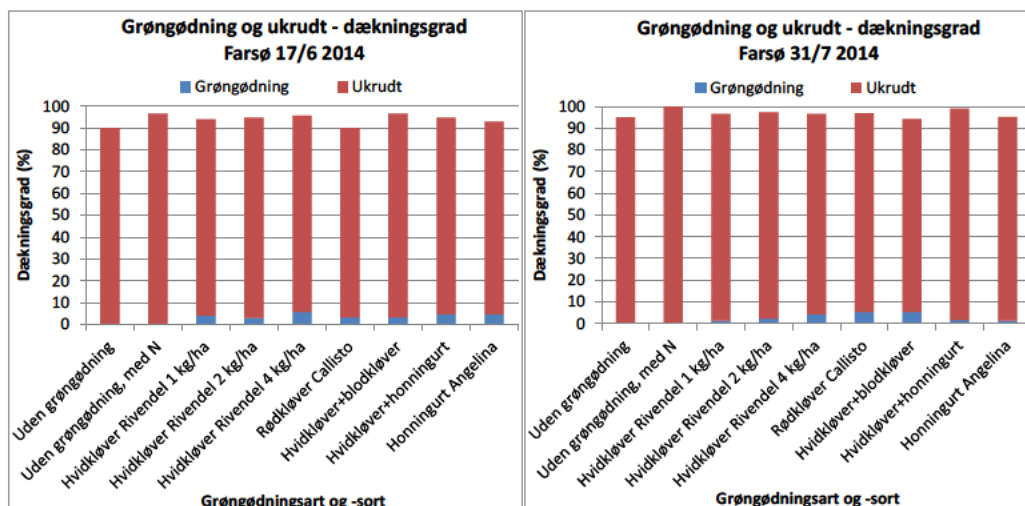
Igennem vækstsæsonen 2014 blev der flere gange foretaget registreringer, bl.a. af dækningsgrad for grøngødningerne og ukrudt. Da der var en meget kraftig bestand af ukrudt og kun meget lidt grøngødning, blev det vurderet, at det ikke ville give brugbar viden at gennemføre de planlagte målinger af udbytte af grøngødning og af pil samt Nmin-målinger i jorden i efteråret 2014. I december 2014 blev der dog målt tørstofudbytte i pilen i led 1 og 2 for at vurdere effekten af gødskning med organisk gødning. Der blev målt udbytte i 10 m dobbeltrække pr. parcel (22,5 m²).

Tabel 3. Grøngødning og gødskning i forsøg i pil, anlagt 2014 ved Farsø. Grøngødning blev udsået i starten af pilens 2. vækstsæson, ligesom der blev gødsket med organisk gødning (Biogrow m. 10 % N).

Behandling	Grøngødning, art og sort		Gødskning i 2. vækstsæson, kg/ha	Udsæds-sæds-mængde, kg/ha	Tusind-korn-vægt, g	Udsæds-sæds-mængde, frø/m ²
	Udsået 2. vækstsæson					
1	Ingen		Ingen			
2	Ingen		120 kg N/ha			
3	Hvidkløver	Rivendel	Ingen	1	0.7	143
4	Hvidkløver	Rivendel	Ingen	2	0.7	286
5	Hvidkløver	Rivendel	Ingen	4	0.7	571
6	Rødkløver	Callisto	Ingen	8	1.8	444
7	Blanding	Hvidkløver, Rivendel	Ingen	2	0.7	286
		Blodkløver, Heusers Ostart		8	2.5	320
8	Blanding	Hvidkløver, Rivendel	Ingen	2	0.7	286
		Honningurt, Angelina		5	2.0	250
9	Honningurt	Angelina	Ingen	10	2.0	500

Resultater

Dækningsgrader af grøngødning og ukrudt i juni og juli ses i figur 12. Der var i alle led en meget begrænset etablering af grøngødning med en dækningsgrad på højst 6 % dækning og en højde på mellem 9 og 18 cm. Til gengæld var dækningsgraden for ukrudt mellem 87 og 100 %. Det vurderes, at de mange ukrudtskimplanter, som allerede var til stede ved udsåning af grøngødningen, havde et konkurrencemæssigt forspring, hvorved grøngødningen aldrig rigtig fik fat, selvom den måtte være spiret. Ved besigtigelse medio august 2014 blev der dog fundet grøngødningsplanter af især hvidkløver, som vurderedes at være spiret frem efter en lang tør juli måned. Den dårlige etablering af grøngødning kan derfor både skyldes en begrænset spiring i overfladen af humusjorden og en dårlig konkurrencesituation overfor et allerede etablerede ukrudt. Da grøngødningen blev etableret i pilens 2. vækstsæson, kan grøngødningen også være hæmmet af den kraftigere pil, men da pilen først for alvor begyndte at skygge i løbet af sommeren 2014, har ukrudtet formodentlig spillet en større rolle.

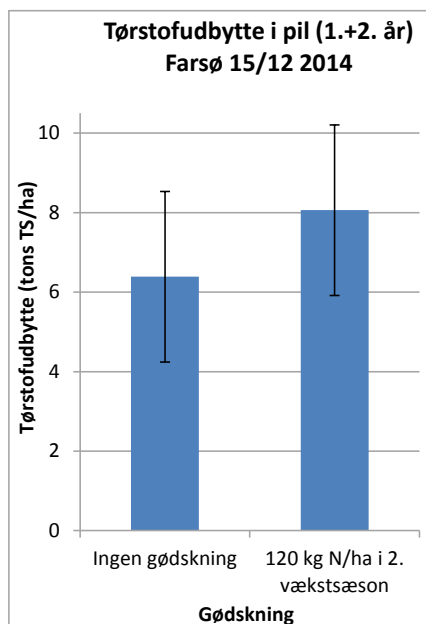


Figur 12. Dækningsgrad for grøngødning og ukrudt i forsøget ved Farsø. Pilen blev plantet 6/6 2013, og grøngødningen blev udsået 11/4 2014. I led 2 blev der gødsket med Biogrow 11/4 2014.

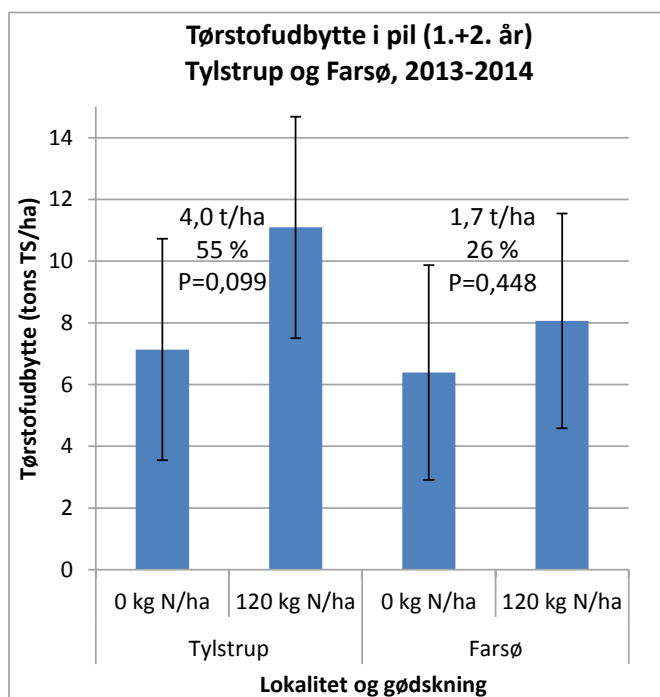
I december 2014 blev der målt tørstofudbytte i led 1 og 2 i forsøget, dvs. i ubehandlede parceller og parceller gødsket med organisk gødning (figur 13). Udbyttet svarer til summen af udbyttet i 1. og 2. vækstsæson. Udbyttet var hhv. 6,4 og 8,1 tons tørstof pr. ha, dvs. gødskning gav et merudbytte på 1,7 tons tørstof pr. (26 %), men forskellen var ikke signifikant ($P=0,141$).

Led 1 og 2 i forsøget ved Farsø svarer til led 1 og 2 i forsøget ved Tylstrup i 2013, og i begge forsøgene er pilen etableret i 2013 og gødsket i 2014. Udbytteerne i figur 13 kan derfor sammenlignes med udbytteerne i 1. og 2. søjle i figur 7. Selvom der er tale om forskellige lokaliteter/jordtyper og forskellige pilekloner, så kan en sammenligning af forsøgene give et mere generelt billede af gødningseffekten i 2. vækstsæson. Der er derfor lavet en samlet dataanalyse af tørstofudbyttet i led 1 og 2 i de to forsøg (figur 14).

Analysen viste, at der ikke var nogen signifikant vekselvirkning mellem lokalitet og gødningsbehandlingen ($P=0,464$), dvs. at gødskningen har haft omtrent samme virkning på de to lokaliteter, selvom merudbyttet var lidt større i Tylstrup (4,0 tons tørstof pr. ha, 55 %) end i Farsø (1,7 tons tørstof pr. ha, 26 %). Som gennemsnit af de to forsøg var udbyttet 6,8 og 9,6 tons tørstof pr. ha hhv. uden og med gødskning, dvs. et merudbytte på 2,8 tons tørstof pr. ha (42 %), men forskellen var kun næsten signifikant ($P=0,097$).



Figur 13. Tørstofudbytte i pil i forsøget ved Farsø. Pilen blev plantet 6/6 2013, og i led 2 blev der gødsket med Biogrow 11/4 2014. Pilen blev høstet 15/12 2014. Fejllinjer angiver 95 % konfidensinterval.



Figur 14. Tørstofudbytte i pil i to forsøg med og uden gødskning i 2. vækstsæson. Samlet analyse af to forsøg. Udbyttet svarer til summen af 1. og 2. vækstsæson. Fejllinjer angiver 95 % konfidensinterval.

I Tylstrup blev pil af klonen Tordis plantet 4/5 2013 på JB2, der blev renholdt frem til primo juli 2013 med strigling 3 gange samt en radrensning og en rækkefræsning, og der blev gødsket med Biogrow 4/5 2014. I Farsø blev pil af klonen Inger plantet 6/6 2013 på JB11, der blev renholdt med strigling ca. 8 gange gennem første vækstsæson, og der blev gødsket med Biogrow 11/4 2014. Pilen blev høstet hhv. 9/12 og 15/12 2014 i de to forsøg.

7. DISKUSSION OG KONKLUSION

Formål med grøngødning i pil

Udsåning af grøngødning i pil kan tjene flere formål. Grøngødning kan være med til at konkurrere mod ukrudt og bidrage til biodiversiteten i pilekulturen, og ikke mindst kan kvælstoffikserende grøngødningsarter bidrage til pilens kvælstofforsyning, hvilket kan være særlig relevant ved økologisk dyrkning af pil. Den positive effekt af grøngødning som 'mellemafgrøde' mellem to afgrøder er veldokumenteret ligesom den positive kvælstofvirkning af bælgeplanter i blanding med f.eks. græs til slæt eller afgræsning. Brugen af grøngødning i pil er dog kun sparsomt dokumenteret, og dette er baggrunden for at gennemføre forsøg med forskellige grøngødninger i pil. Ved udsåning af grøngødning i pil er der tale om to meget forskellige kulturplanter i blanding. Det afføder bl.a. spørgsmål om, hvornår og hvordan man etablerer og vedligeholder grøngødningen, hvordan man undgår for stor konkurrence fra grøngødningen mod pilen, og om der kan opnås en tilstrækkelig gødningseffekt til gavn for pilens vækst.

Ukrudtsbekæmpelse og etablering af grøngødning i pil

For at bekæmpe ukrudt i pilens etableringsfase og for at undgå for stor konkurrence fra grøngødning mod pilen er der i forsøgene set på forskelligt tidspunkt for udsåning af grøngødning. I begge forsøgene i Tylstrup og i forsøget i Terndrup er grøngødningen udsået hhv. 44, 60 og 62 efter plantning af pilen, og pilen har derved fået et vist forspring i forhold til grøngødningen. På tidspunktet for udsåning af grøngødningen var der dog væsentlig mindre ukrudt i Tylstrupforsøgene, hvor der blev striglet 4 gange samt rækkefræset en gang i det ene forsøg. I Terndrupforsøget blev ukrudt også bekæmpet, men der var alligevel en del rodukrudt samt frøukrudt i planterækken, og marken har formodentlig ikke været fri for ukrudt ved plantning af pilen. Det større ukrudtstryk i Terndrupforsøget formodes at være en væsentlig årsag til dårligere etablering af grøngødning i dette forsøg, muligvis kombineret med mere tørre forhold ved fremspiringen.

I Farsøforsøget blev pilen grundigt renholdt med ca. 8 striglinger i etableringsåret, og udsåning af grøngødningen blev udsat til året efter plantning af pilen. Derved fik pilen et godt forspring og var veletableret ved udsåningen af grøngødningen. Ved udsåningen var der imidlertid meget frøukrudt på vej frem, og da dette ikke blev bekæmpet lige før udsåningen, havde dette ukrudt et forspring i forhold til grøngødningen og har derfor formodentlig konkurreret hårdt mod grøngødningen. Desuden kan der have været en lidt dårlig fremspiring af grøngødning fordi, tørvejorden var tør i overfladen.

Et aspekt som ikke er belyst i forsøgene, er muligheden for kun at udså grøngødning mellem planterækkerne. Det er tænkeligt, at dette vil reducere konkurrencen med pilen, forudsat at der ikke i stedet kommer en tæt bestand af ukrudt i planterækken.

Forsøgene viser, at der er et komplekst samspil mellem pilens etablering, bekæmpelse af ukrudtet og etableringen af grøngødningen. Selvom den optimale løsning ikke kan anvises på nuværende tidspunkt, så tyder forsøg og erfaringer på følgende:

- Marken skal under alle omstændigheder være fri for ukrudt, når pilen plantes.

- For at grøngødningen ikke skal konkurrere for hårdt med pilen, bør grøngødning ikke udsås de første måneder efter plantning af pilen, evt. først året efter plantning.
- Ukrudt skal bekæmpes omhyggeligt i perioden frem til udsåning af grøngødning.
- For at sikre en god spiring af grøngødningen bør der – hvis det er muligt – laves en øverlig jordbehandling lige før udsåning af grøngødningen. Dette vil samtidig bekæmpe ukrudt.
- Afpudsning af pilens etårs skud kan være en forudsætning for at lave jordbehandling året efter plantning af pilen, men generelt hæmmer afpudsning at etårs skud pilens vækst og bør så vidt muligt undgås.

Grøngødningsarter og udsædsmængder

Blandt et meget stort antal mulige grøngødningsarter er der i forsøgene afprøvet et udsnit, især med fokus på de mest kløverarter der er mest velkendt under danske forhold. Der er betydelig forskel på arternes levetid. Hvidkløver og rødkløver er flerårige og blev i forsøgene kraftigere i 2. vækstsæson. Blodkløver etableredes generelt godt og blev kraftig i 1. vækstsæson men udvintrede i stort set. Det er uklart, om den moderate genvækst af blodkløver i 2. vækstsæson skyldes overvintrende planter eller fremspiring af nye planter. Honningurt, som ikke er kvælstoffikserende, blev ligesom blodkløver kraftig 1. år men var næsten væk i 2. vækstsæson.

De fleste af grøngødningerne i forsøgene er kun afprøvet i én udsædsmængde, og den har generelt været forholdsvis stor. I Farsøforsøget blev der prøvet med 3 forskellige udsædsmængder af hvidkløver, men da alle grøngødninger blev etableret dårligt, kan der ikke udledes noget sikkert om nødvendig udsædsmængde. Det må dog antages, at effektiv ukrudtsbekæmpelse før såning, et godt såbed samt nedbør efter såning er af større betydning end udsædsmængden.

Det kan ikke med sikkerhed siges, om det er en fordel med kort- eller langlivede grøngødningsarter i pil, men forsøgene viser følgende:

- Hvidkløver og rødkløver etableres generelt godt og lever videre i flere år.
- Blodkløver etableres generelt godt og kan blive kraftig i 1. vækstsæson men udvintrer stort set. Hvis der ønskes en kraftig grøngødning både i 1. og efterfølgende vækstsæsoner, kan blodkløver f.eks. udsås i blanding med hvidkløver eller rødkløver.
- Der bør anvendes en middel til høj udsædsmængde af grøngødningen, men etableringen afhænger også meget af ukrudtstryk og såbed.

Effekt af grøngødning på pilens vækst

Den samlede virkning af grøngødning på pilens vækst afhænger bl.a. af gødningseffekten (positiv effekt), hæmningen af ukrudt (positiv) og konkurrencen mod pilen (negativ effekt), og det er vanskeligt at skelne disse effekter fra hinanden. På grund af problemer med kraftig ukrudtsvækst og uensartet jordbund i flere af forsøgene i projektet er der kun i ét af forsøgene opnået tal for pileudbyttet ved brug af grøngødning. Målinger af kvæl-

stofoptagelse i grøngødning+ukrudt i september måned og måling af Nmin-indhold i jorden i oktober-november viser ikke noget entydigt billede af, hvor meget kvælstof de kvælstoffikserende grøngødningsarter har bidraget med. Selvom behandlingsforskellene i Tylstrupforsøget anlagt i 2013 ikke var statistisk sikre, så tyder resultaterne på følgende:

- Kvælstoffikserende grøngødning synes at kunne bidrage til at øge tørstofudbyttet i pil sammenlignet med ubehandlede parceller.
- Effekten af grøngødningen på pilens udbytte synes i bedste fald at være på niveau med effekten af at tilføre 120 kg N pr. ha i form af organisk gødning i pilens 2. vækstsæson.
- Grøngødning som f.eks. honningurt, som ikke er kvælstoffikserende, kan muligvis have en negativ effekt på pilens vækst, der svarer til konkurrencen fra ukrudt.

Effekt af gødskning på pilens vækst samt økonomiske betragtninger

Hidtidige gødskningsforsøg i pil viser meget forskellig respons på gødskning varierende fra meget begrænset virkning til stort merudbytte. Udbytteresponsen ved gødskning afhænger formodentlig meget af jordtype og jordens næringsstofstatus, samt om der er andre faktorer end næringsstofforsyningen, som begrænser pilens vækst. Desuden er det tænkeligt, at gødningsbehovet i pil kan være størst i de første år, hvor der opbygges rod-biomasse. Derfor vil der sandsynligvis være behov for tilførsel af især kvælstof i mange situationer, især på mindre næringsrig jord, og muligvis især i de første år af pilekulturens levetid. Kvælstoffikserende grøngødningsarter kan være en mulighed for tilførsel af kvælstof til en pilekultur, og alternativt kan der tilføres gødning i form af handelsgødning, husdyrgødning eller anden organisk baseret gødning såsom Biogrow, der består af pelleteret gød og benmel.

I tre af forsøgene er der i pilens anden vækstsæson gødsket med Biogrow svarende til 120 kg N pr. ha, hvilket er kvælstofnormen til energipil. I de to forsøg, hvor der blev målt udbytte i ubehandlede parceller og parceller gødsket med Biogrow, var der et merudbytte i begge forsøgene, om end det kun var tæt på at være signifikant. Merudbyttet varierede mellem 1,7 og 4,0 tons tørstof pr. ha (sum for 1. og 2. vækstsæson).

Hvis salgsprisen for pileflis er 44 kr. pr. GJ svarende til ca. 700 kr. pr. ton tørstof, så vil merudbyttet ved gødskning i de to forsøg kunne give en ekstra salgspris på mellem 1.190 og 2.800 kr. pr. ha. Prisen for udbringning af handelsgødning er ca. 140 kr. pr. ha, og prisen for konventionel kvælstofgødning er ca. 7,60 kr. pr. kg kvælstof (priser iflg. Budgetkalkule for pil, efteråret 2014). Omkostningerne til gødskning med 120 kg kvælstof pr. ha vil med disse priser udgøre ca. 1.050 kr. pr. ha. Udover omkostningerne til gødskning skal den ekstra salgspris dog også dække de ekstra omkostninger til at høste et højere udbytte. Derfor vil gødskningen i det ene forsøg nok knap kunne betale sig, mens gødskningen i det andet forsøg givetvis vil øge dækningsbidraget.

Prisen på gødning kan dog variere meget, og i nogle situationer kan der formodentlig være mulighed for udbringning af husdyrgødning til en lavere pris pr. kg kvælstof, hvilket vil forbedre rentabiliteten ved gødskning. Prisen på den anvendte organiske gødning Biogrow svarer derimod til ca. 30 kr. pr. kg kvælstof, og med en sådan kvælstofpris er det næppe rentabelt med gødskningen.

Anvendelse af grøngødning i pil formodes at kunne udgøre et alternativ til gødskning med kvælstofgødning. Med priser på ca. 125-135 kr. pr. kg økologisk hvidkløverfrø og ca. 120 kr. pr. kg økologisk rødkløverfrø (priser iflg. Danish Agro, marts 2015) svarer frøomkostningen til mellem 540 og 960 kr. pr. ha med de udsædsmængder, der er anvendt for hvidkløver og rødkløver i forsøgene. Desuden er der en mindre omkostning til udsåningen. I forsøget i Tylstrup anlagt i 2013 var der en tendens (omend ikke signifikant) til et merudbytte på mellem 2 og 5 tons tørstof pr. ha ved udsåning af ren hvidkløver eller rødkløver sammenlignet med ubehandlede parceller. Hvis der i praksis kan opnås et merudbytte i denne størrelsesorden efter 2. vækstsæson ved udsåning af grøngødning, så vil grøngødningen højst sandsynligt forbedre rentabiliteten. Hertil kommer en evt. længerevarende effekt af grøngødningen, men denne synes der pt. ikke at være noget grundlag for at værdisætte.

Resultaterne fra forsøgene i projektet og andre undersøgelser tyder derfor på følgende:

- Der kan formodentlig opnås et merudbytte i pil ved gødskning med 120 kg N pr. ha i pilens 2. vækstsæson, men merudbyttet vil variere fra sted til sted.
- I en del tilfælde vil gødskning af pil i 2. vækstsæson formodentlig være rentabel, men rentabiliteten ved gødskning afhænger både af merudbyttet og af gødningsprisen, og begge dele kan variere meget.
- Hvis grøngødning kan etableres hensigtsmæssigt og give en fornuftig gødnings-effekt, formodes det at være rentabel metode til at sikre kvælstofforsyningen i pil, og formodentlig en billigere løsning end at gødske med f.eks. handelsgødning.

Jordbearbejdning/pleje efter etablering af grøngødning

For at pilen kan udnytte kvælstof, som grøngødningen har fikseret, skal der ske en mineralisering, og den kan formodentlig fremmes af jordbearbejdning. I forsøget i Tylstrup etableret i 2012 blev det undersøgt, hvordan grøngødningen overlever forskellig jordbehandling i 2. vækstsæson. Hvad enten det var en moderat eller kraftig rækkefræsning mellem pilerækkerne, så blev mængden af både hvidkløver, rødkløver og kællingetand reduceret markant, og der var kun lille genvækst fra fræsningen sidst i maj til sidst i august. Til gengæld fremspirede der en del ukrudt i stedet for grøngødningen. Da en stor del af perioden var præget af tørke, kan dette også have hæmmet grøngødningens genvækst, men der var stadig en ret kraftig bestand af grøngødning i planterækken. På grund af tørken var det ikke muligt at måle effekten af rækkefræsningen på pilens vækst og kvælstofstatus, så derfor kan der primært konkluderes følgende:

- Rækkefræsning i 2. vækstsæson kan reducere mængden af grøngødning mellem planterækkerne markant.
- Jordbearbejdningen giver risiko for fremspiring af ny ukrudtsvækst.
- Det er uklart, om jordbearbejdningen kan fremme mineraliseringen af kvælstof fra grøngødning og dermed have en positiv effekt på pilens vækst.

Videre udviklingsmuligheder

Forsøgene i projektet har demonstreret, at grøngødningsarter såsom hvidkløver, rødkløver og blodkløver kan etableres i en pilekultur. Resultaterne antyder også, at der kan være en positiv effekt af grøngødning på pilens udbytte sammenlignet med ubehandlede parceller, og en sådan effekt vil være af stor interesse både for økologiske og konventionelle pileavlere. Projektet har dog også vist udfordringer, både i forhold til at finde egnede forsøgsmarker og i forhold til at påvise den optimale anvendelse af grøngødning pil i praksis. Der er derfor behov for at få demonstreret brugen og effekten af grøngødning væsentligt bedre, herunder følgende emner og spørgsmål:

- Pilen skal formodentlig have et forspring, før grøngødningen udsås. Men hvad er det optimale tidspunkt for etablering af grøngødning i pil, og hvilken virkning kan der opnås på pilens udbytte?
- Kløverarter som hvidkløver, rødkløver og blodkløver kan etableres som grøngødning i pilekulturer. Men hvilke arter og udsædsmængder er optimale for pilens vækst?
- Det er umiddelbart enklest at bredsprede grøngødning, hvorved den etableres både mellem planterækker og i planterækker. Men hvad er betydningen af, at grøngødningen også vokser i planterækkerne sammenlignet med kun at vokse mellem planterækkerne? Er det mere hensigtsmæssigt med grøngødning i planterækkerne fremfor ukrudt?
- Kløverarter som hvidkløver og rødkløver kan leve mindst ind i pilens 2. vækstsæson, men hvordan er overlevelsen på længere sigt, når pilen begynder at skygge mere?
- Jordbearbejdning såsom rækkefræsning kan begrænse mængden af grøngødning mellem planterækkerne. Men kan jordbearbejdning fremme mineraliseringen af kvælstof og dermed øge pilens udbytte? Kan anden behandling af grøngødningen såsom afklipping øge mineraliseringen og pilens vækst?