



Høgskolen
i Innlandet



Svein Øivind Solberg, Jørgen Ødegaard, Siri Josefine Mo, Rebekka Kaald Andresen, Hans Andre Tandberg, Thomas Cottis, Harald Solberg og Kari Bysveen

Fangvekster i korn

Artsvalg, såtidspunkt og miljøeffekt

Skriftserien 18 - 2021



© Forfatteren/Høgskolen i Innlandet, 2021

Det må ikke kopieres fra publikasjonen i strid med Åndsverkloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for høgskolens syn.

I Høgskolen i Innlandets skriftserie publiseres både internt og eksternt finansierte FoU-arbeider.

Skriftserien nr. 18-2021

ISBN digital utgave: 978-82-8380-297-9

ISSN: 2535-5678

Sammendrag

Fangvekster kan forhindre næringstap og forbedre jordstruktur og karbonfangst. Høgskolen Innlandet arbeider for bærekraftige løsninger for jordbruket. Som del av denne satsningen har vi de siste årene gjennomført forsøk og utprøvinger med fangvekster. Det er også gjennomført intervjuer, gårdsbesøk og litteraturstudier. Deler av arbeidet er gjort i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Innlandet.

Forsøkene og utprøvingene ble startet opp våren 2019 og har pågått over to sesonger på Høgskolen Innlandet, Blæstad (utenfor Hamar). Vi undersøkte blant annet effekten av såtidspunkt av fangvekst i korn, henholdsvis med såing samme dag som kornet eller et par uker senere. Effekten er undersøkt med tanke på kornavling men også for tilslaget av fangvekst om høsten, samt mengde nitrogen i fangvekst og jord om høsten. Fangvekstene som ble undersøkt var flerårig raigras (*Lolium perenne* L.), italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam.) og engsvingel (*Festuca pratensis* L.). I tillegg har det blitt gjennomført utprøvinger av fangvekster sådd rett før og rett etter tresking. Her ble det brukt andre arter som oljereddik og en frøblanding med honningurt, vikker og italiensk raigras. Resultatene med såing av fangvekster i korn om våren viste at såing samtidig med kornet kan ha en viss negativ innvirkning på kornavlingen men at dette gjelder kun for italiensk raigras. Tilsvarende effekt ble ikke observert ved utsatt såtid av fangveksten eller ved bruk av flerårig raigras eller engsvingel. Uavhengig av art ble etableringen av fangvekster bedre ved såing samtidig med kornet sammenlignet med såing noen uker senere. Det ble funnet et høyere karbon- og nitrogenopptak i fangveksten ved såing samtidig med kornet sammenlignet med såing et par uker senere. Derimot hadde såtidspunktet mindre å si for restmengde av nitrat i jorda sent om høsten. Her betyr det mer om det er fangvekst der eller ikke. Det var et signifikant høyere nitratinhold i jorda der det ikke var fangvekster sammenlignet med der det var fangvekst. Såing i stående kornåker ga svært usikker etablering i feltene våre (i Innlandet), mens såing rett etter tresking også ga noe sikrere etablering men et begrenset tilslag. Fangveksten rakk ikke å komme særlig langt opp innen høsten kom. Vi ønsker likevel å prøve ut metodene videre i nye forsøk i et nytt forskningsprosjekt i regi av Nibio.

Vi har også gjennomført intervjuer, gårdsbesøk og et litteraturstudie for å kvantifisere karbonbinding ved bruk av fangvekster under klimaforhold tilsvarende det vi har i Norge. Intervjuene med bønder og fagpersoner viste at dyrkningsteknikken fungerer men at det er mange spørsmål knyttet til tidspunkt for såing, artsvalg og vekstavslutning. I litteraturstudiet kunne vi identifisere et 40-talls vitenskapelige artikler som interessante i forhold til å kvantifisere karbonbindingen ved bruk av fangvekster, hvorav 11 ble vurdert som relevante eller delvis relevante for norske klimaforhold. Disse viste igjen varierende resultat, og med et gjennomsnitt på 73 kg C/daa/år, noe som er dobbelt så mye av det som Poeplau og andre har funnet i langvarige forsøk med bruk av flerårig raigras som underkultur i Sverige.

Samlet sett viser resultatene at fangvekster i korn har mange fordeler men at det fortsatt finnes dyrkningstekniske utfordringer. Noen metoder, som bruk av flerårig raigras som underkultur i korn er derimot velprøvde og fungerer godt også under norske forhold. Såing av fangvekster i stående åker eller etter tresking er derimot mer usikkert, i alle fall under klimaforhold som i Innlandet hvor vekstsesongen etter tresking er kort. De erfaringer vi har gjort oss tas videre inn i et forskningsprosjekt (Capture+) som ledes av Nibio.

Emneord: Avrenning, Karbonbinding, Korn, Nitrat, Avling, Konkurransen, Etablering

Oppdragsgiver: Statsforvalteren Innlandet

Forord

Institutt for Jordbruksfag på Campus Blæstad har en profil med studentaktiv læring hvor teori og praksis skal gå hånd i hånd. Her finnes også Norsk Landbruksrådgiving Innlandet som en aktiv samarbeidspartner for Høgskolen Innlandet. Denne rapporten er skrevet som en oppsummering av de senere årenes aktiviteter omkring fangvekster. Rapporten inkluderer resultater av forskning og utprøvinger på Blæstad men også studentprosjekter hvorav fire av disse har vært bachelor-oppgaver.

En stor takk til Stein Morthov og Johan Kvæken og Elisabeth Røe ved Institutt for Jordbruksfag for hjelp til å få ordnet ulike praktiske ting.

Takk til Oddbjørn Kval-Engstad for dronefoto. Takk også til Statsforvalteren Innlandet for prosjektstøtte. Arbeidet er gjennomført innenfor Forskergruppen Bærekraftig Jordbruk ved Høgskolen Innlandet.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Forord.....	4
Innholdsfortegnelse	5
1. Innledning	6
2. Material og metode	8
2.1 Forsøk og utprøvinger	8
2.1.1 Forsøk med såing om våren.....	8
2.1.2 Utprøving av såing i stående åker og såing etter tresking.....	9
2.2 Gårdsbesøk og intervjuer	9
2.3 Analyser av litteratur	10
3. Resultater og diskusjon.....	11
3.1 Forsøk med fangvekster sådd som underkultur i korn	11
3.2 Utprøving med såing i stående åker og etter tresking.....	15
3.3 Intervjuer med bønder, rådgivere og forskere	17
3.4 Gårdsbesøk hos produsenter med erfaring	20
3.5 Litteraturstudie om fangvekstenes karbonbinding.....	22
4. Oppsummerende diskusjon og videre forskning.....	27
Litteraturliste.....	28

1. Innledning

Fangvekster kan defineres som planter som sås for å samle opp overflødig næringsstoffer fra jorda etter høsting av korn eller andre vekster. Det er særlig nitrogen men også svovel og fosfor som fangvekstene bidrar med å binde opp, og de brukes også å redusere erosjon (Hansen et al., 2021). På engelsk snakker man ofte om «cover crops» og på dansk «mellomafgrøder».

Det fins mange grunner for å bruke fangvekster (Bøe, et. al., 2019). Mange bønder har sett at ensidig korndyrking har ført til dårligere jordstruktur og mindre organisk materiale i jorda. I Norge ble det i 2016 opprettet en egen Facebook gruppe «Jordkarbon - erfaringer og diskusjon». Grappa deler erfaringer og litteratur og en gjennomgang av alle innlegg i 2018 viste at fangvekster var et av de tema med flest innlegg (44 i alt i 2018), og bare redusert jordarbeiding/såteknikk hadde flere innlegg (57 i alt i 2018) (Tandberg, 2019).

Fangvekster i korn sees som et tiltak for å øke jordas innhold av organisk materiale og bedre jordstrukturen. Fangvekster kan gjerne kombinert med redusert jordarbeiding eller i de minste å unngå høstpløying og brenning eller fjerning av halmen. Å beholde halmen betyr at det organiske materiale forblir lenger tid i jorda, og det å ha aktiv plantevekst utover høsten vil produsere mer organisk materiale. Hvor mye organisk materiale som produseres og hvor mye av dette som bindes i jorda er derimot ikke avklart. Altså, fangvekster må kunne forventes å bidra med en viss karbon fangst, men tilslaget på fangvekstene og hva de kan bidra med av opptak av overflødig plantenæringsstoff og binding av karbon varierer men faktorer som artsvalg, tidspunkt for såing og gjødsling.

Denne rapporten handler om fangvekster i korn, og under norske forhold. Brukt som underkultur, dvs sådd rett etter såing av kornet om våren, løftes gjerne italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam.), flerårig eller engelsk raigras (*Lolium perenne* L.) og også timotei (*Phleum pratense* L.), hundegras (*Dactylis glomerata* L.) og engsvingel (*Festuca pratensis* L.) som aktuelle i Norge (Bøe, et. al., 2019, s.21). Lavtvoksende kløverarter som hvitkløver (*Trifolium repens* L.) og jordkløver (*Trifolium subterraneum* L.), men også tirlunge og luserne kan være aktuelle (Brandsæter et al, 2008). Sådd i stående kornåker, eller eventuelt rett etter tidlig høsting av korn, kan man også anvende høyere arter som honningurt (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) og oljereddik (*Raphanus sativus* L. var. *oleoferus* Metzg. Stokes), men også belgvekster som vintervikke eller lodnevikke (*Vicia villosa* Roth.), blodkløver (*Trifolium incarnatum* L.) og steinkløver (*Melilotus officinalis* L.).

Innslag av belgvekster anvendes særlig innenfor økologisk produksjon, dette på grunn av nitrogenfikseringen fra lufta. For å hindre utvasking er det særlig ikke-belgvekstene som løftes fram (Thorup-Kristensen, Magid & Jensen, 2003). Avrenning av næringsstoff kommer likevel an på nedbørsmengdene og vil variere fra år til år (Van Dam & Leffelaar, 1998, s.268). I erosjonsutsatte områder er det særlig viktig å bruke fangvekster med godt rotsystem, dette for å hindre tap av overflateavrenning av jordpartikler til vassdrag (Gyssels, Poesen, Bochet & Li, 2005). Det er blitt utført forsøk i Norge der fokus har vært å se på avrenning, erosjon og partikkelkonsentrasjon i vassdrag og disse har vist at konsentrasjonen av partikler har blitt redusert mye med andelen areal med fangvekster men også ved å unngå høstbearbeiding av jorda (Bechmann et al., 2007, s.110). Arter som raskt danner djup rot, kan fange opp nitrogen bedre, samtidig som noen av dem kan ha jordløsnende effekt. Dette gjelder f.eks. oljereddik.

Forsøk har også kunne dokumentert at fangvekster og grønn gjødsel kan være effektivt når man ønsker å bedre jordkvaliteten, og særlig om man kombinerer dette med redusert jordarbeiding (Chenu et al., 2018, s.47). Også her vil valg av art, såtidspunkt og tidspunkt for fjerning av veksten være faktorer av betydning (Dabney, Delgado & Reeves, 2001, s.1239). Det er hovedsakelig røttene

og økt innhold av organisk materiale i jorda som bidrar til jordstrukturen. Grasarer av ulike slag har for eksempel et finfordelt rotnett som kan bidra positivt til en grynstruktur mens belgvekster og korsblomstra vekster ofte har en pålerot som kan bidra med anrikning av nitrogen samt bedret jordstruktur.

Selv om en del kunnskap allerede finnes om fangvekster er detaljer om artsvalg, dyrkningsteknikk og tilslag under norske forhold likevel begrenset. Det ble gjort en del studier på 1990- og 2000-tallet, særlig med tanke på nitrat og fosfor-avrenning ved bruk av fangvekster sådd som underkultur (Breland, 1995; Sturite, Henriksen & Breland, 2007). Men hvordan man kan optimalisere bruken krever stadig oppdatering og testing av nye ideer. Hovedmålet med denne rapporten er å samle slike detaljer. Problemstillingen er tredelt. 1) Hva skjer innenfor utviklingen av dyrkingspraksis innenfor fangvekster i korn i Norge i dag? 2) Hvordan kan artsvalg og såtidspunkt optimaliseres med tanke på både tilslag av fangvekster og å hindre konkurranse med hoved-kulturen? 3) Kan bruk av fangvekster øke innholdet av karbon i jorda i Norge? Og i så fall: hvor mye kan fangvekstene binde av karbon?

2. Material og metode

For å besvare disse problemstillingen valgte vi å gjennomføre forsøk og utprøvinger men også intervjuer og gårdsbesøk, samt litteraturstudier.

2.1 Forsøk og utprøvinger

2.1.1 Forsøk med såing om våren

Feltforsøk med fangvekster sådd om våren i korn ble gjennomført i to år (2019 og i 2020) på Høgskolen Innlandet, Blæstad, Ridabu. Jorda er av typen morenejord hvor jordarten klassifiseres som lettleire med 4.3% moldinnhold (klasse 2). Jordprøver ble tatt fra feltet i 2020 og sendt til analyser hos Eurofins (Moss, Norge). Plantetilgjengelig fosfor (P-AL) tallet lå på 9 (klasse C1), plantetilgjengelig kalium (K-AL) på 5 (klasse 1) og pH lå på hele 7.8, som har sin årsak i at det er kalkfjell under morenejorda som her er ganske grunn.

Begge årene hadde de samme arter av fangvekster med i forsøkene (Tabell 1). Forsøksfeltene ble behandlet på samme måte som resten av feltet. Det ble gjødslet med ca. 56 kg/daa av typen 20-4-11 (YaraMila fullgjødsel), dette tilsvarer ca. 11 kg nitrogen/daa. I tillegg ble det ugrassprøytet med Ariane-S i sesongen.

Tabell 1. Oversikt over de ulike fangvekstene sådd som underkultur i vårkorn i 2019 og 2020.

Behandling (sådd som fangvekst i korn)	Såmengde fangvekst	Såtidspunkt fangvekst
Italiensk raigras 'Barpluto' (<i>Lolium multiflorum</i> Lam., Strand unikorn parti DE-148-214011)	1.5 kg/daa	Samtidig som kornet 14 dager etter kornet
Flerårig raigras 'sortsblanding' (<i>Lolium perenne</i> L., Strand Unikorn parti 18509070)	1.5 kg/daa	Samtidig som kornet 14 dager etter kornet
Engsvingel 'Fure' (<i>Festuca pratensis</i> L., Strand Unikorn parti 6571801)	1.5 kg/daa	Samtidig som kornet 14 dager etter kornet
Uten fangvekst	-	Nullrute (kontroll 1) Nullrute (kontroll 2)

Samme arter og såmengde av fangveksten inngikk i forsøkene de to årene. I 2019 ble forsøkene anlagt i vårsådd bygg (*Hordeum vulgare* L.) sort 'Salome' fra Strand Unikorn (parti 8168402), 21 kg/daa, i havre (*Avena sativa* L.) sort 'Niklas' fra Strand Unikorn (parti SWE19-41633), 22 kg/daa, og i vårhvete (*Triticum aestivum* L.) sort 'Mirakel' fra Strand Unikorn (parti 8328905, 22 kg/daa. Kornet ble sådd på storruter (9x35 m), sådd 8 mai med Wäderstad Rapid, mens fangvekstene ble sådd på småruter (à 9*2,5 m) med Nordsten såmaskin, tre gjentak av hvert forsøksledd i hver kornart. Forsøksfeltet i 2019 hadde i tillegg såing av fangvekster 3 og 4 uker etter såing av kornet.

I 2020 ble feltene anlagt i vårhvete 'Mirakel' (22 kg/daa) og i vårsådd bygg 'Rødhette' (6 rader, 18 kg/daa). Feltet ble anlagt 4.april og her ble rutene sådd med forsøkssåmaskin i samarbeid med NLR Innlandet. Dette resulterte i 24 ruter for hver kornart og 8 kombinasjoner (ledd) for hver fangvekst inkludert nullruter. Hver rute var 1,5x8 m og fangveksten ble sådd på ca. 1 cm dyp. Sålabbene ble justert slik at fangveksten ble sådd mellom korn-radene.

Kornet ble tresket med forsøkstresker i samarbeid med NLR Innlandet (Ridabu, Norge) og tørkeprøver ble sendt og analysert ved Nibio Apelsvoll (Kapp, Norge). Det ble ikke observert legde i noen av feltene eller sesongene. Det ble observert enkelte kvekerosetter og andre ugras uten at dette ansees som å ha forstyrret forsøkene vesentlig.

2.1.2 Utprøving av såing i stående åker og såing etter tresking

Såing av fangvekster på ettersommeren ble gjennomført som enkle utprøvinger uten gjentak, dette for å samle erfaringer fra Innlandet for såpass sen såing. Utgangspunktet vårt var å se om frøene spirte, og i så fall hvordan etableringen av fangvekst ble, ved såing i stående åker eller rett etter tresking (Tabell 2).

Såingen av fangvekstene ble gjennomført manuelt og kun i byggfelt. Frøet av fangvekst ble strødd ut manuelt i åkeren kort tid før tresking. I 2019 ble fangvekstene sådd 10 september, dette etter en kald og våt ettersommer. I 2020 ble fangvekstene sådd 7 september, nå etter en tørr og varm ettersommer. Såingen rett etter tresking ble gjort ved manuelt å lage riper i jorda med et skjær, 1-2 cm dype, hvor frøet ble plassert og pakket til. Alternativt ble frø strødd ut i stubben manuelt etterfulgt av en stubbharving som moldet ned frøene (Lemken skålharv). På halvparten av feltet ble halmen fjernet, mens ikke på den andre halvdel.

Tabell 2. Oversikt over såmengde og såtidspunkt for de ulike fangvekstene som ble prøvd ut med såing på ettersommeren i 2019 og 2020 på Blæstad.

Behandling (sådd i korn)	Såmengde fangvekst	Såtidspunkt fangvekst
Strand Unikorn nr. 50 (55 % fôrvikke (<i>Vicia sativa</i> L.), 35 % Italiensk raigras, 5 % Perserkløver (<i>Trifolium resupinatum</i> L.), 5 % Hvitkløver),)	7 kg/daa	I stående åker før tresking I stubb etter tresking
Strand Unikorn nr. 51, bedre kjent som pionerblandinga, (44 % Vintervikke, 20 % Italiensk raigras, 18 % Blodkløver, 18 % Honningurt)	7 kg/daa	I stående åker før tresking I stubb etter tresking
Fôrreddik (<i>Raphanus sativus</i> L.)	1 kg/daa	I stående åker før tresking I stubb etter tresking
Uten fangvekst	-	Nullrute (kontroll)

2.2 Gårdsbesøk og intervjuer

Intervjuer ble gjennomført med 13 utvalgte personer fra Østlands-området med hovedvekt på bønder fra Viken-området (Østfold og Akershus). Intervjuene ble gjennomført med åpne spørsmål

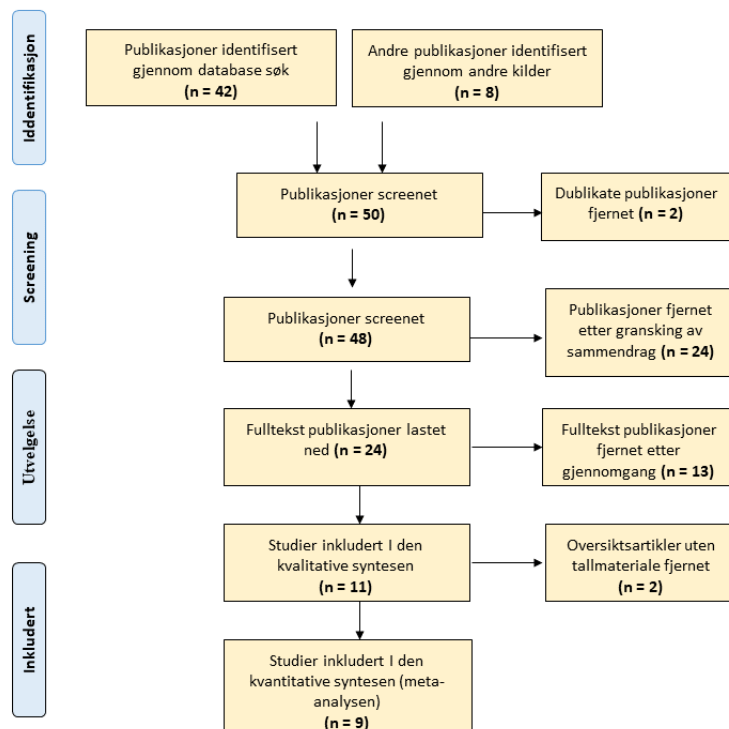
hvor samtalene ble tatt opp (etter samtykke), alternativt at svarene ble notert ned underveis. Intervjuene ble senere transkribert og analysert. Utvalget bestod av to rådgivere fra Norsk Landbruksrådgivning, to forskere fra Nibio/NMBU, en frøprodusent og åtte bønder. De aktuelle personene ble valgt på bakgrunn av allerede kjent erfaring rundt fangvekster. De må derfor ikke sees som annet enn et utvalg av personer med god kjennskap til tematikken.

Gårdsbesøk ble gjennomført på 6 gårder der fangvekster har blitt prøvd ut noen år. Også her var utvalget basert på bøndenes kjennskap og erfaring med bruk av fangvekster.

2.3 Analyser av litteratur

Web og Science er verdens største database for vitenskapelige artikler og det ble gjort et avansert søk i denne med følgende skript «TS=(soil organic carbon* AND temperate climate* OR sweden OR norway OR denmark OR finland OR nordic countries*) AND TI=(carbon* AND cover crop* OR catch crop*)». Dette ga i alt 42 treff. I tillegg ble det lagt til 6 artikler til fra andre søk. Den videre gangen i prosessen er gjengitt i Figur 1, hvorav til slutt 11 artikler ble inkludert i den kvalitative syntesen og av disse inngikk 9 i den endelige metaanalysen.

Figur 1. Illustrasjon av prosessen bak litteraturstudiet.



3. Resultater og diskusjon

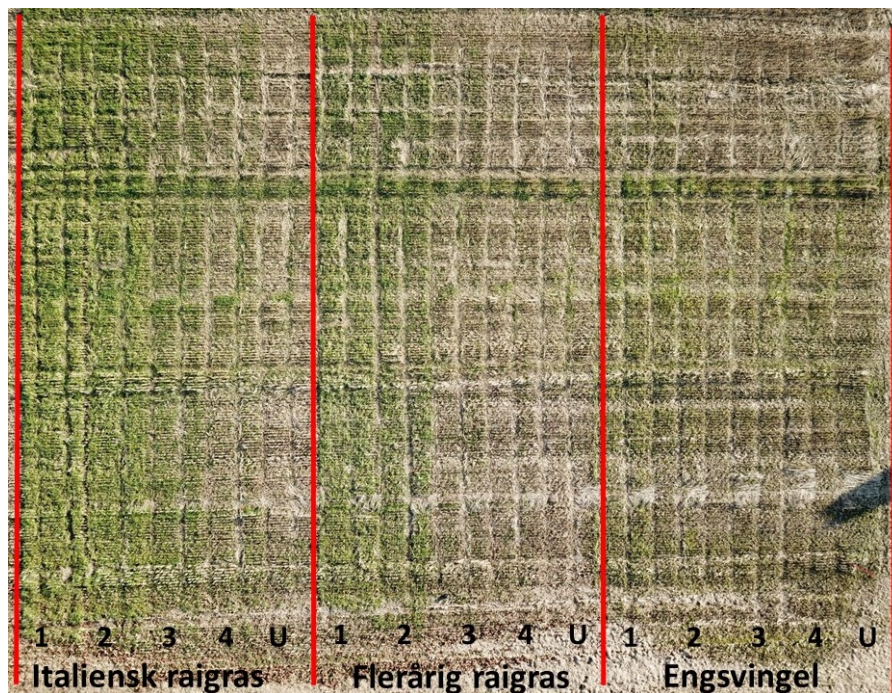
3.1 Forsøk med fangvekster sådd som underkultur i korn

Forsøkene ble anlagt på Blæstad (Innlandet) for å undersøke effekten av såtidspunkt og ulike arter av fangvekster sådd om våren i bygg, havre og vårhvete. Italiensk raigras, flerårig raigras og engsvingel var med i forsøkene som ble gjentatt over to år.

Sesongen 2019

Det første året hadde vi med fire ulike såtidspunkt, fra samme dag som kornet til fire uker senere. De to seneste såtidene ga svært dårlig etablering av fangveksten (Figur 2). Etableringen av fangvekster ble best ved såing samtidig med kornet. En subjektiv vurdering viste at Italiensk raigras ga best etablering, etterfulgt av flerårig raigras og dårligst av engsvingel. Dette sees også på dronebildet nedenfor. Det ble ikke gjort avlingsregistreringer eller kjemiske analyser av fangvekster eller jord dette året.

Figur 2. Dronefoto av gjentak 1 av forsøksfeltet i 2020, med italiensk raigras (til venstre), flerårig raigras (i midten) og engsvingel (til høyre), og med såing samtidig med kornet = 1 og såing noen uker etter kornet = 2, 3 og 4, samt uten fangvekt = U. Foto er tatt i noe tid etter tresking (foto ved Oddbjørn Kval-Engstad).

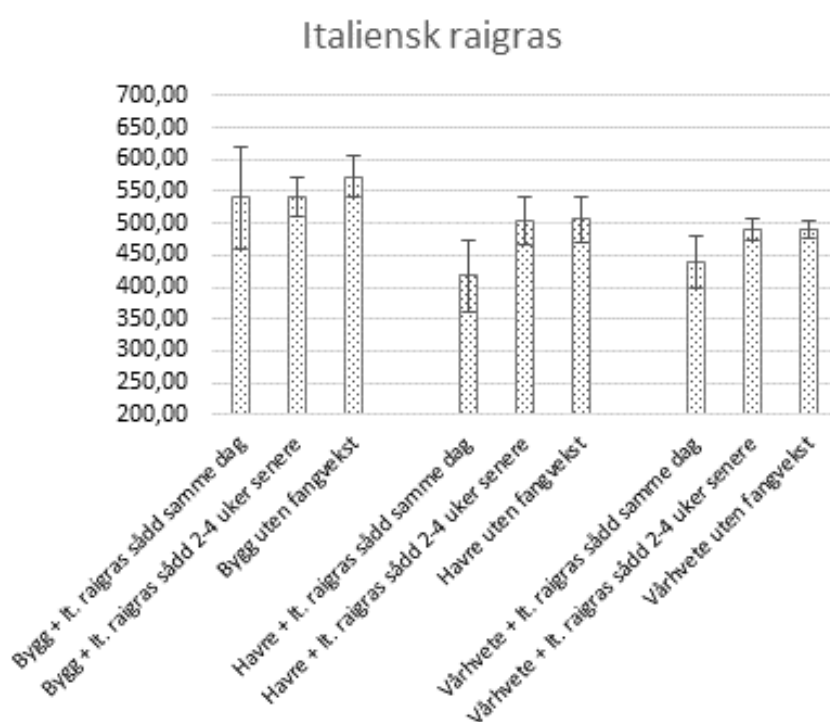


Variansanalysen kjørt for hver av kornartene for seg viste ingen signifikante utslag. Dersom analysen ble kjørt samlet for alle de tre kornartene som ble dyrket i 2019 ble det derimot et sikkert utslag. Den samla statistiske analysen viste negativt utslag på kornavlingen ved bruk av fangvekst, men her var det særlig såing av italiensk raigras samtidig med kornet i havre og hvete som ga konkurranse med kornet ($F_{(14, 112)} = 2.03$, $p = 0.02$) (Tabell 3; Figur 3). Bruk av flerårig raigras eller engsvingel ga ikke tilsvarende problem, og italiensk raigras som sås en til to uker etter kornet ga heller ingen konkurranse med kornet (Figur 4).

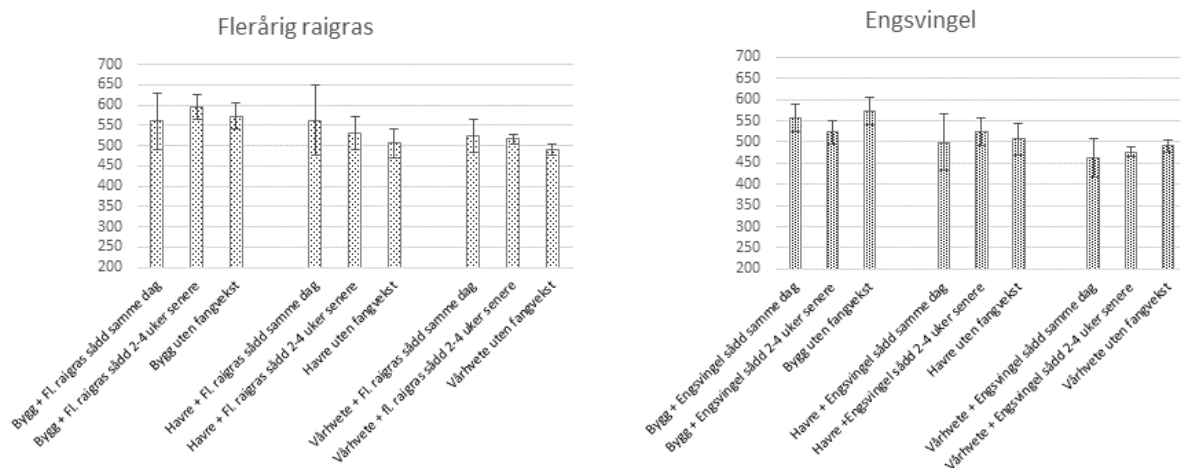
Tabell 3. Kornavling i 2019 (kg/daa) i hvete, havre og bygg ved bruk av fangvekst sådd om våren som underkultur.

Behandling (sådd som fangvekst i korn)	Bygg (kg/daa)	Havre (kg/daa)	Vårhvete (kg/daa)	Samlet 3 kornarter (kg/daa)
Italiensk raigras, sådd samtidig som kornet	539	417	438	465
Italiensk raigras, sådd 14 dager etter kornet	541	502	489	511
Flerårig raigras, sådd samtidig som kornet	560	562	523	548
Flerårig raigras, sådd 14 dager etter kornet	594	530	520	547
Engsvingel, sådd samtidig som kornet	556	500	462	506
Engsvingel, sådd 14 dager etter kornet	523	524	477	508
Uten fangvekst (kontroll)	572	506	490	490
Resultat av variansanalyse (F test)	Ikke signifikant	Ikke signifikant	Ikke signifikant	P<0.05
LSD 5% (kg/daa)				74

Figur 3. Kornavling (kg/daa ± standardfeil) i hvete, havre og bygg ved bruk av italiensk raigras som fangvekst og med ulik såtid, samt uten bruk av fangvekst.



Figur 4. Kornavling (kg/daa ± standardfeil) ved bruk av flerårig raigras og engsvingel som fangvekst og med ulik såtid, samt uten bruk av fangvekst.



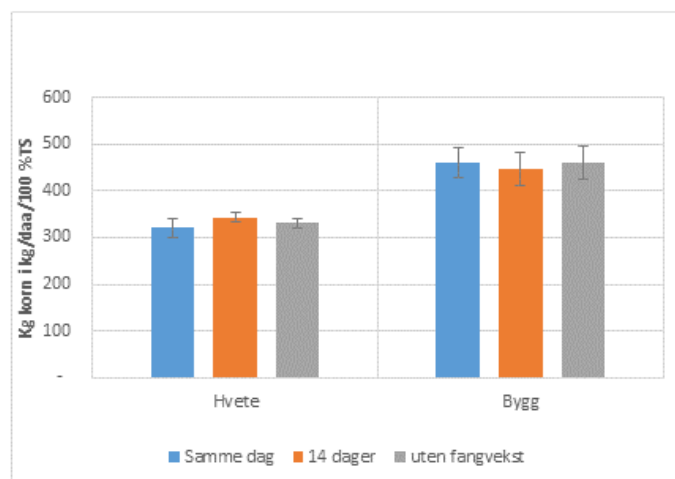
Sesongen 2020

Forsøket dette året ble forenkla i forhold da vi valgte å ikke ha med havre som kornart. Vi hadde videre kun to såtidspunkt for fangvekstene. Resultatene dette året viste ingen negativ effekt av fangvekster på kornavling, og dette gjaldt også såing samtidig med kornet (Tabell 4; Figur 5). Det var tydelige forskjeller i avling mellom bygg og hvete, men altså ingen effekt av å ha med fangvekst. En samlet analyse for de to kornarter viste også samme resultat.

Tabell 4. Kornavling i 2020 (kg/daa ± standardfeil) i hvete, havre og bygg ved bruk av fangvekst sådd om våren som underkultur.

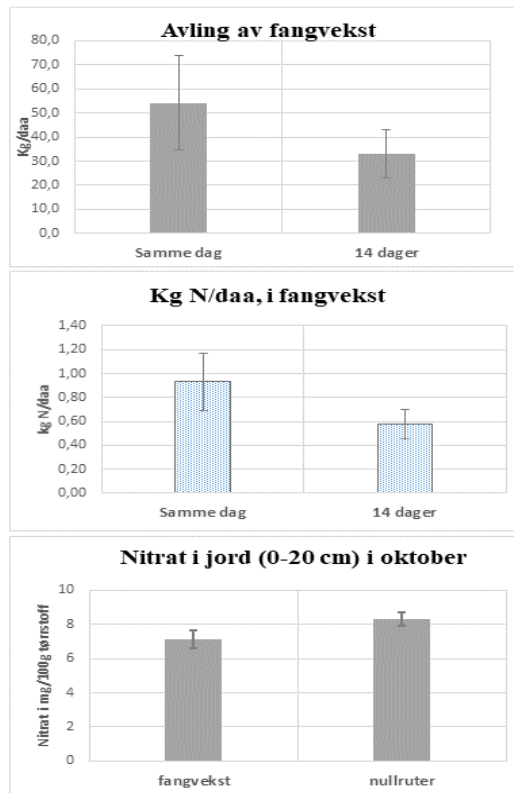
Behandling (sådd som fangvekst i korn)	Bygg (kg/daa)	Vårhvete (kg/daa)	Samlet (kg/daa)
Italiensk raigras, sådd samtidig som kornet	450	298	374
Italiensk raigras, sådd 14 dager etter kornet	453	336	394
Flerårig raigras, sådd samtidig som kornet	466	332	400
Flerårig raigras, sådd 14 dager etter kornet	436	339	388
Engsvingel, sådd samtidig som kornet	464	333	399
Engsvingel, sådd 14 dager etter kornet	452	354	404
Uten fangvekst (kontroll)	461	330	393
Resultat av variansanalyse (F test)	Ikke signifikant	Ikke signifikant	Ikke signifikant

Figur 5. Kornavling (i kg/daa ± standardfeil x 2) av vårhvete og bygg med fangvekst sådd samme dag som kornet og 14 dager senere, samt kontrollruter uten fangvekst



Når det gjelder tilslag av fangvekter var det sikre forskjeller mellom fangvekstens såtidspunkt og tilslaget av fangvekster i form av kg TS/daa [$F_{(1, 34)} = 3,81$, $p = 0,05$]. Resultatet er her slått sammen fra bygg og vårhvetefeltene. Fangvekst sådd samme dag utgjorde vesentlig mer fangvekstbiomasse enn fangvekst sådd 14 dager etter (Figur 6). Mengde N i fangvekstens plantemasse ble også analysert og det ble funnet en effekt av såtidspunkt [$F_{(1, 34)} = 6,95$, $p = 0,01$]. Fangvekst sådd samme dag som kornet hadde høyere mengde av nitrogen enn fangvekst sådd 14 dager senere. Det ble også tatt jordprøver for undersøkelse innholdet av nitrat i jorda om høsten for hver kombinasjon av fangvekt og såtidspunkt, inkludert nullrutene. Det ble ikke påvist noen statistisk signifikans mellom fangvekstens såtidspunkt og mengde nitrat i jorda i oktober [$F_{(1, 10)} = 1,9$, $p = 0,19$] mens det ble derimot påvist en signifikante forskjeller mellom rutene med fangvekst og rutene uten fangvekst [$T_{(14)} = 2,14$, $p = 0,02$].

Figur 6. Avling av fangvekst (kg TS/daa \pm standardfeil $\times 2$) og N avling av fangveksten (kg N/daa \pm 2SE) med fangvekst sådd samme dag og 14 dager etter kornet, samt nitrat innhold målt i jorda i midten av oktober med og uten fangvekst. Tallene er gjennomsnitt for hvete og bygg feltet.



Kort oppsummering fra forsøkene

Forsøkene som alle ble gjennomført på Blæstad utenfor Hamar viste at italiensk raigras, flerårig raigras og engsvingel sådd som underkultur i vårkorn ikke gir nevneverdig nedgang i kornavlingen samme år med unntak av italiensk raigras sådd samtidig med kornet. I vårhvete og i havre kan italiensk raigras sådd samtidig med kornet bli litt for aggressivt og dermed gi en viss negativ innvirkning på kornavlingen. Det er viktig å påpeke at dette gjelder kun for italiensk raigras og kun ved sådd samtidig med kornet. Dersom italiensk raigras såes 1-2 uker etter kornet vil dette problemet reduseres samtidig som man får etablert et bra plantedekke av fangveksten. Bruk av flerårig raigras istedenfor italiensk raigras gjør at man reduserer risiko for konkurranse med kornet og er således et tryggere alternativ. Engsvingel etablerte seg dårligst og er således mindre aktuelt som fangvekst enn flerårig raigras. Uavhengig av art ble etableringen av fangvekster best ved såing samtidig med kornet. Det ga størst biomasse og mer nitrogen bundet opp i fangveksten sammenlignet med såing et par uker senere. Det viktigste for restmengdene av nitrat i jorda om høsten er likevel at det er noen form for plantevekst der. Det var et signifikant høyere nitratinhold i jorda der det ikke var fangvekster sammenlignet med der det var fangvekst.

3.2 Utprøving med såing i stående åker og etter tresking

Disse utprøvingene ble gjennomført på Blæstad (Innlandet) i to påfølgende sesonger (2019 og 2020) og med bruk av frøblandinger som inneholder ettårige vekster. Det er viktig å påpeke at det var enkle utprøvinger uten gjentak. Likevel ga dette oss nyttige erfaringer. Det ble ikke gjort avlingsregistreringer men kun samlet observasjoner av oppspiring og etablering.

Fangvekst som ble sådd i stående åker på ettersommeren ga dårlig etablering og det var svært få planter å se. Dette fungerte altså dårlig i disse to sesongene på Blæstad i Innlandet. Såing ble gjort sent i 2019 (i starten av september) og bare noen dager innen tresking. Spiringen ble svært dårlig til

tross for bra med fuktig vær etter såing. I 2020 ble såingen gjort noe dager tidligere, også her ble etableringen like dårlig.

Såing etter tresking ga grei spiring så lenge frøet kom ned i bakken og halmen ikke laget problem for såingen. Dette krever imidlertid en såmaskin som takler halm. Men fangvekstene som ble sådd etter tresking i disse utprøvingene på Blæstad rakk ikke å komme særlig langt innen de stagnerer i vekst i løpet av oktober (Tabell 5). Fangvekstene burde vært sådd et par uker tidligere enn det vi gjorde. Vekstsesonen etter tresking ble ganske enkelt for kort til å få etablert noen effektiv fangvekst. Noen detaljer fant vi likevel ut av. Stubbharving i forbindelse med såingen ga sikrere spiring enn å strø frøene oppå bakken uten noen form for nedmolding. Alternativet er å få frøet ned i bakken, og her gir i 2019 såing på 2 cm dyp bedre spiring enn 1 cm, og dårligst spiring er ved frø som blir liggende oppå bakken (Tabell 5). I 2020 ga såing på 1 cm minst like godt resultat som 2 cm. Halmdekke stimulerer til bedre spiring, sannsynligvis på grunn av mindre uttørking av jordoverflaten og bedre spireråme (Figur 7). Dette gjelder også der frøet ble lagt på 2 cm dyp, og særlig for honningurt og vikker synes halmdekke å virke positivt på etableringen. Men for alle arter blir plantemassen beskjeden da vekstsesonen etter tresking ble for kort.

Figur 7. Spiring av fangvekst (den 17 oktober) etter såing 7 september rett etter tresking av bygg, og med eller uten halmdekke. Sådybde = 0 cm på de to rutene til venstre, 1 cm på de to i midten og 2 cm på de to til høyre (foto ved Blæstad-student, 2020).



Tabell 5. Notater av spiring av fangvekster på Blæstad (Innlandet) i 2019 og 2020. Alle fangvekster/blandinger ble i 2019 sådd 10 september mens de i 2020 ble sådd den 7 september.

Metode og notater	Notater fra 2019 (23 oktober)	Notater fra 2020 (17 oktober)
<u>Sådd i stående åker</u>		
Strand 50	Svært få planter spirer	Svært få planter spirer
Strand 51	Svært få planter spirer	Svært få planter spirer
Fôrreddik	Svært få planter spirer	Svært få planter spirer
<u>Sådd rett etter tresking med etterfølgende stubbharving</u>		
Strand 50	Bra spiring, 1 varig blad	Bra spiring, 1-2 varige blad
Strand 51	Bra spiring, 1 varig blad	Bra spiring, 1-2 varige blad
Fôrreddik	Bra spiring, 1 varig blad	Bra spiring, 1-2 varige blad
<u>Sådd rett etter tresking på ulikt dyp 80, 1 og 2 cm), med og uten halm</u>		
Strand 51, 0 cm, uten halm	Dårlig spiring, mest raigras	Svært dårlig spiring

Strand 51, 0 cm, med halm	Dårlig spiring, mer honningurt og vikker	Svært dårlig spiring
Strand 51, 1 cm, uten halm	Noe spiring, bedre enn 0 cm sådyp	Bra spiring, 1-2 varige blad
Strand 51, 1 cm, med halm	Bra spiring, bedre enn uten halm	Best tilslag, 1-2 varige blad
Strand 51, 2 cm, uten halm	Bra spiring, 5% dekning, 1-2 varige blad	Bra spiring, 1-2 varige blad
Strand 51, 2 cm, med halm	Best tilslag, mer vikker og honningurt	Bra spiring, 1-2 varige blad

Kort oppsummering av utprøvingene

Såing i stående kornåker ga svært usikker etablering i utprøvingene her i Innlandet. Såingen ble gjort for sent hos oss til å trekke konklusjoner. Såing rett etter tresking ga også dårlig resultat. Selve spiringen var bedre enn ved såing i stående åker men fangvekstene rakk ikke å utvikle seg særlig mye før vinteren kom. Det er nødvendig å påpeke viktigheten at frøet kommer ned i bakken. Å beholde halmen på jordet gir økt karbonbinding og er derfor ønskelig ut fra miljøperspektiv. Halmen gir ikke redusert etablering av fangvekstene så lenge denne er godt kuttet og fordelt og ikke hindrer såmaskinen.

3.3 Intervjuer med bønder, rådgivere og forskere

Motivasjon hos bøndene

I alt åtte bønder deltok i intervjurunden, og disse er fra Viken-området (Østfold og Akershus), Resultatet må derfor ikke brukes til generalisering men snarere for å få større innsikt i tematikken rundt fangvekster utfra denne regionen.

De åtte bøndene har alle forskjellige ønsker for hva fangvekstene skal bidra med i deres drift. Det er likevel noen fellestrekk. Fem av dem har fangvekster på bakgrunn av ønsket om å praktisere redusert jordarbeiding. De har sagt at jordstrukturen er betraktelig forbedret og dermed har de fått større avling enn før. Den økonomiske konsekvensen fangvekster har er dermed et av hovedpunktene for mange av de spurte. En av bøndene har drevet med redusert jordarbeiding og fangvekster i 10 år, men det hele begynte litt tilfeldig. Det var en vår han sprøyta flekkvis, noe som førte til at det var områder med raigras som ikke ble sprøyta. Når dette så ble harva og deretter sådd korn i, så han raskt forskjell på avlingen. Kornet kom mye bedre der det hadde vokst raigras. Året etter sådde han raigras samtidig med kornet og fikk gode resultater av det, og fikk samtidig bedret jordstrukturen betraktelig. En annen som driver redusert jordarbeiding og satser tungt på fangvekster, sådde godt over 700daa fangvekster i 2018. Det området han ikke sådde fangvekster på, sådde han høstkorn. Bonden uttalte i intervjuet at å ikke ha svart jord om høsten og vinteren var «en vinn-vinn-situasjon på alle områder». Han begrunnet dette med de positive effektene fangvekster har. Han fikk idéen våren 2015 og var klar til å så, men fangvekster var da ikke lagervare. Derfor var han bedre forberedt våren 2016. Da sådde han oljereddik og vikker. «Det ble en fantastisk fin jordstruktur av de vekstene». Jorda hadde aldri vært så fin før, og marken hadde vært aktiv og halmen fra 900kg/daa var helt omdanna. «Så våren etter var veldig fin og vi harva lett før vi sådde 6-rads bygg». Personen opplevde røtter ned på 2 meter som henta næring effektivt. Etter 2016 har han bare hatt positive erfaringer med fangvekster, og ser på det som veldig godt hjelpemiddel for å øke avlinga av hoved-veksten. Det er hovedmotivasjonen; økt avling og dermed økt inntekt. Videre sier han at fagmiljøet i Danmark har hatt stor betydning for hans eget fokus på jordhelse og fangvekster.

Det er en av bøndene som kun sår fangvekster på grunn av tilskuddsordningen. Det er et sjansespill, da disse satsene kan endres fra år til år, men han hadde regnet på det og kommet fram til at det hadde økonomisk betydning. I tillegg til den økonomiske effekten, merker han at jorda fikk bedre

struktur og at avlingsmengden hadde steget jevnt etter at han startet å så fangvekster – med unntak av i 2018 og tørken som ødela avlingene i stor grad.

To av bøndene driver økologisk, og bruker fangvekster på grunn av gjødseffekten det kan ha dersom veksten er nitrogenfikserende. Dermed får de tilført nitrogen til jorda på en biologisk og effektiv måte. Dette har fungert godt for begge i flere år. De stiller riktignok spørsmålsteget ved at ikke flere økologiske produsenter benytter seg av den gjødslingen de riktige vekstene kan gi. Tilførsel av nitrogen fra belgvekster har mye å si for avlingsmengden deres. I tillegg så opplever de en rekke andre positive effekter med fangvekster, som bedret jordstruktur og mindre tap av jord.

Ingen av bøndene sa at de sådde fangvekster på grunn av erosjon/avrenningsfare alene, men løftet fram at dette var en positiv bieffekt. I de områder som er særlig erosjonsutsatt gis ekstra tilskudd for tiltak mot erosjon. Dette gjelder visse deler av Østlandet der erosjon og avrenning til vassdrag fører til store problemer, og da brukes ofte fangvekster som virkemiddel. En av bøndene sier at han heller lar åkeren stå i subb på høsten, så slipper han ekstra kostnader med fangvekster. Han ser ikke på de andre positive effektene fangvekster har som et godt nok argument for å hindre avrenning.

Dyrkningsteknikk

Såtidspunktet hos de intervjuet bøndene er forskjellig, men det kan også variere fra år til år hos den enkelte. Noen sår samtidig som hoved-veksten på våren fordi det er den ~~beste~~ mest praktiske løsningen. Dette forutsetter at fangveksten/blandingen ikke konkurrerer med hoved-veksten. Andre sår med sentrifugalspreder rett før høsting. Da er de sikre på at fangveksten verken tar næring eller energi fra hoved-veksten. Men man må da passe på at frøene blir godt spredt og at de har tilnærmet lik vekt så man får et jevnt spredebilde. Det setter også krav til været på dagen av spredning; det kan ikke blåse for mye. Det siste alternativet er såing rett etter høsting. Faktorer man må ta hensyn til da er mengden halm, hvor mye jordarbeiding man skal gjøre og tiden man har til rådighet blant annet. Flere mener det fangveksten får tid til å vokse seg stor nok slik at man kan dra nytte av de fysiske egenskapene den gir, som at bladmassen hindrer avrenning og ved kraftig nedbør bremser nedbøren.

De økologiske bøndene har naturligvis ikke samme mulighet for praktisk gjennomføring som de som driver konvensjonelt da bruk av plantevernmidler er utelukket. Der den ene bonden som driver økologisk harver på våren, pløyer den andre øko-bonden. Begge har gode erfaringer med denne type jordarbeiding i sine produksjoner og med tilgjengeligheten av utstyr.

Tre av seks intervjuet bønder som driver konvensjonell kornproduksjon sprøyter ned fangvekstene om våren. Alle fire påpeker at det da er veldig viktig med riktig type ugrasmiddel, rett mengde og at det gjøres til rett tid. Glyfosat er blant midlene som blir brukt. Én av bøndene har prøvd en annen type ugrasmiddel myntet for å ta kveke for å spare penger da dette ugrasmiddelet er billigere enn glyfosat. Dette viste seg som en dårlig avgjørelse. Bonden fikk problemer med ugras den påfølgende sommeren. Dette resulterte igjen i mer bruk av plantevernmidler for å bli kvitt ugrasproblemet som hadde oppstått, og fikk dermed en høyere kostnad enn det han kanskje hadde hatt hvis han hadde valgt riktig middel på våren. Dette er en risiko man tar, og det kan variere fra år til år hvilke midler som tar hva og hvilke ugras som er problemet den sesongen. Ettersom glyfosat er det mest vanlig sprøytemiddelet å bruke for å kvitte seg med bladmassen, bør man begynne å se etter andre muligheter. Bruken av glyfosat er ønsket utfaset og dette kan få betydning for bruken av fangvekster, hvis det ikke blir like lettvinnt som før å avslutte veksten. De resterende to pløyer fangvekstene på våren, og mener de får moldet ned bladmassen nok til at det ikke blir et problem senere på året. Gjør det derimot det, kan de tape mye penger og det kan bli et vedvarende problem. Men så lenge de har kontroll på fangvekstene og andre ugrasarter i omløp nær omkrets, trenger det ikke bli et problem og de sparer penger på ugrasmiddel.

I og med at redusert jordarbeiding er en del av motivasjonen for mange av bøndene som ble intervjuet, gjøres det så lite som mulig med jorda. Fangvekstene sprøytes om våren, for så å harves. De som gjør dette har gode resultater, og en av bøndene sier: «Jo mindre jordarbeiding, jo enklere er det å lykkes agronomisk». En av de andre har en annen oppfatning. Han har vurdert å la vær å pløye, men på

bakgrunn av store problemer med rotugras, har han sett seg nødt til å pløye på våren, etter at fangvekstene er sprøyta. Ingen av de andre har dette problemet. Dette kan tyde på geografiske forskjeller og eksponering for ulike typer ugras i løpet av en sesong, eventuelt at noe spirte etterpå.

En av de intervjuede bøndene bruker fangvekstene som beite om våren. Han mener han får bedre utnytte av det ved å la dyra sine beite på det. Raigras blir i dette tilfellet brukt som fangvekst. En annen vurderer å selge sin eksisterende harv og såmaskin, og kjøpe ny direktesåmaskin. Dette for å spare jorda minst mulig, og da tar han samtidig «minst mulig meitemark» som er med på å sørge for den gode jordstrukturen.

Foretrukne vekster

Ettersom de spurte bøndene har forskjellig motivasjon for å så fangvekster, er naturligvis deres foretrukne vekster forskjellige. Men det er spesielt en vekst som går igjen, og det er raigras. Den har alle mye kjennskap til og erfaring med. Det gode rotsystemet til raigraset er også begrunnelse for hvorfor det brukes.

Av blandinger trekkes Strand Unikorns nr. 61 fram. Den består av fôrvikke (60%), oljereddik (30%) og honningurt (10%). Dette er en blanding som kan spres med sentrifugalspreder rett før høsting, men også med såmaskin rett etter høsting. De har god erfaring med det, og får et jevnt såbed med fangvekster. En av bøndene prøvde denne blanding fra Strand for første gang i 2018, og han er spent på hvordan resultatet blir i år. Da direktesådde han etter høsting. Så langt ser det bra ut; det er mye grønt og fin bladmasse, så han er spent på hvordan våronna blir, og legger samtidig til at han må være nøye på ugrasssprøyting i denne sesongen.

Oljereddik og vikker er også populære vekster blant dem som ble spurt. De har gode egenskaper som virker godt på jordstrukturen. Belgvekster er også svært populære vekster, spesielt for de som driver økologisk og ønsker nitrogenfikserende vekster.

For et par år siden prøvde en annen av bøndene en ny blanding i samarbeid med den lokale NLR-enheten. Blandingen besto av vikker, oljereddik og bokhvete (*Fagopyrum esculentum* Moench). Dette året var høsten kjøligere enn vanlig, så blandingen vokste ikke slik som antatt eller ønsket. Men man så likevel bedret jordstruktur. Bokhvete sies å gjøre lite av seg ved høstsåing.

Den vekstene som ingen av de intervjuede bøndene nevnte, men som virket svært vanlig under litteraturinnhenting, er blandinger med havre. Ifølge NLR skal havre være god mot sykdom som svartskurv og etablerer seg raskt. Flere bruker heller rug (*Secale cereale* L.) som korninnslaget i sine blandinger. Rug sies å spire dårlig dersom den ikke kommer ned i jorda.

Forskning og rådgiving

I tillegg til åtte bønder, ble fem andre med bred kunnskap og erfaring om fangvekster kontaktet. Ettersom deres bakgrunn er annerledes enn bøndenes, ble spørsmålene vinklet på en annen måte. De som ble spurt som jobber som rådgivere har fangvekster som et av sine hovedfagområder. En setter også spørsmålsteget ved at bønder/andre landbruksforetak er lite undersøkende og kritisk før de begir seg ut med noe nytt. Hen tar fangvekster som et eksempel. Flere hen har snakket med har mer fokus på å bli med på «trenden» enn å nødvendigvis sette seg godt nok inn i det. Da risikerer man å gjøre feil som kunne vært unngått hvis man hadde satt seg mer inn i fangvekster og tilpasset sitt opplegg aktuelle vekster, såtidspunkt, vekstskifte, jordtype og praktisk gjennomførbarhet. «Å være nysgjerrige og stille spørsmål er verken dumt eller flaut; det er heller lurt og lærerikt», sier personen som til daglig er landbruksrådgiver. Hen oppfordrer sine medlemmer til å engasjere seg og delta på aktuelle arrangementer der relevant informasjon blir presentert. Det gjelder selvsagt ikke bare fangvekster, men alt som er nytt og spennende i norsk landbruk – og gammelt og spennende for den saks skyld.

En person mener fangveksters største potensiale på det området er karbonlagring og erosjon. Vedkommende ser derimot ikke på fangvekster som et globalt klimatiltak, men et mer lokalt tiltak.

Det å hindre avrenning av fosfor og nitrogen til vassdrag og hindre mer unødvendig gjødsling, vil forebygge oppblomstring av alger og forurensing, og bidra på den måten. Men de mener også at det gjenstår mye forskning på området, men at det helt klart har positive effekter i forhold til karbonbinding. Det var ingen av bøndene som hadde klima og karbonbinding som motivasjon for å så fangvekster. Dette kan endre seg hvis man får et økt fokus på den positive effektene det har på karbonbinding da klimaet er et viktig og stort tema i alle næringer.

En av de intervjuet personene var frøprodusent. Hen sier at produksjon og salg av egnede fangvekstblandinger har steget de siste årene. På spørsmål om hvorfor det er slik, svarer hen at det økende fokuset på jordas egenskaper og hvordan vi kan utnytte jorda best mulig, er noe av det viktigste for bonden; i tillegg til den økonomiske fordelene det kan ha. «Å så fangvekster må lønne seg for bonden, ellers vil han/hun hen ikke vurdere det engang». Videre sier hen at det er noen som ikke setter seg like godt inn i fangvekster og deres forskjellige funksjoner før de bestiller en spesiell vekst/blanding. Dermed er det fare for at de ikke får den samme gode effekten som man har hørt andre har erfart og lest om i medier fordi man ikke tilpasser det sine behov og sitt driftsopplegg. Da kan det oppstå problemer som ugras, og at det bare er et økonomisk tap og ingen biologisk vinst.

Flere av ide spurte mener norsk jord kan utnyttes bedre. Ved å samarbeide på tvers av bruk med forskjellige vekster og ikke drive ensidig, får man utnyttet jordas potensial og man får dermed mulig økt avling og bedre økonomi.

Kort oppsummering fra intervjuene

En ting som kom klart fram i intervjuene med bøndene var at alle sier at fangvekstene har gitt bedre jordstruktur og mener de har raskere infiltrasjon av nedbør, bedre rotutvikling og kulturplantene og en finere grynstruktur. Det synes å være behov for økt informasjon- og kunnskapsflyt mellom bønder og andre jordbruksinstanser. Ettersom litteraturen på området gir et tydelig inntrykk av at fangvekster har veldig mange positive effekter på både jorda, avlingen og klimaet, bør nettopp denne informasjonen ut til bønder bedres og kunnskap deles i større grad enn det som gjøres i dag. I tillegg må bønder våge å følge med på utviklingen og fokuset som er i jordbruket. Bønder er verken meteorologer eller spåmenn. De er agronomer, og higer etter å gjøre rett ting, på rett sted til rett tid. Likevel er det ikke alle som greier dette – og da er sjansen for å lykkes mindre. Alle personene under kategorien «bønder» sier fangvekster ikke har hatt en negativ virkning på avlingsmengden, snarere tvert om. Som følge av et rikere jordliv og god gjødseffekt har deres produksjon steget, med noen unntak av år som har vært svært utenfor normalen. Fangvekster bidrar til at man får et allsidig vekstskifte innenfor tidsrommet av én sesong i en ellers ensidig produksjon og bidrar til bedret jordstruktur.

3.4 Gårdsbesøk hos produsenter med erfaring

Viken: 1800 daa, konvensjonell drift, redusert jordarbeiding

Bonden har som mål å redusere innkjøp av kunstgjødsel og sprøytemidler med 70% i løpet av 5 år. Det anvendes kompost med husdyrgjødsel fra andre gårder og komposten lages i ranker på eget areal og snus med kompostvender. Ferdig kompost spres på eng og til korn før såing. Bonden ønsker null jordarbeiding og direktesåing. Inspirert av regionale miljøtilskudd har bonden sådd fangvekst i stående åker midt i juli med en luftassistert 12 meter bred såmaskin som drysser frøene på bakken. Såingen skjedde 10 juli men tre uker etter var det likevel lite av frøene som hadde spiret. Dette kan forklares med både tett åker og dårlig spireråme. Det var enda ikke treska på feltet ved vår observasjon.

Viken: 4000 dekar konvensjonelt med redusert jordarbeiding.

Gården dyrker ulike slags korn og åkerbønne. Jorda er for det meste leirjord, men meget løs og med god struktur. Bonden solgte plogen i år 2000 og har siden da drevet kun harvet og brukt sådd med Väderstad Rapid. Bonden har erfart at jorda har blitt mye lettere å jobbe med og strukturen er mye bedre. Alle traktorer som går på jordet har brede dekk og lufttrykket er lavt (aldri mer enn 0,4 bar foran og 0,5 bar bak). Bonden har nå kjøpt en Horsch direktesåmaskin som sår på med 16,5 cm radavstand. Han har en Claas skurtresker med belter i stedet for hjul foran og all halmen kuttes og spres med treskeren. Etter tresking kjøres en stivtindhav som blander inn halmen i jordoverflaten. Bonden mener at meitemarken lettere tar halm som er noe innblandet i jorda enn halm som ligger løst oppå bakken. (Kanskje bør det påpekes at dette heller skyldes at mikroorganismene starter nedbrytningen av halmen raskere ved denne jordblandingen. Det må også påpekes at man ikke får tilskudd ved jordarbeiding etter tresking.) Det stubbes så høyt som mulig ved all tresking, noe som gir betydelig lavere dieselforbruk. Det har blitt sådd fangvekst av typen Strand Unikorn blanding nr. 61 som sås etter tresking, og med godt tilslag. Det er også sådd samme fangvekst-blanding i høsthvete i siste uka i juli. Oljereddik er den veksten i blandingen som kommer best opp mens de andre artene gjør mindre av seg. Bonden er generelt skeptisk til vårsådd fangvekst fordi det kan gi problemer i treskingen.

Vestfold og Telemark: 1500 dekar konvensjonelt, redusert jordarbeiding

Gården har for det meste korn men også noe gras på små arealer. De direktesår alt med Väderstad Seedhawk med radavstand på 25 cm. All halmen blir kuttet og tilbakeført. bonden sier at det er viktig at halmkutteren på treskeren sprer skikkelig godt. Til såing av fangvekst brukes Väderstad Biodrill, som sår nøyaktig oppå bakken og tromler i en operasjon.

I havre, som er sådd etter en Roundup-sprøyting om våren, såes hvitkløver (150 gram/daa) på 3-4 blad stadiet til kornet med Biodrillen. Det ble ikke tromlet før dette og i august står havren fint og hvitkløveren er brukbar. Planen er å så høsthvete etter tresking av havren.

I høsthvete blir det sådd fangvekst av raigras og hvitkløver og denne såes om våren. Dette har gitt et svakt tilslag på fangveksten, kanskje fordi hveteåkeren raskt blir for tett og fangvekstene ikke får etablert seg. I tillegg blir det sådd noen kanter med blomsterblanding og her kunne observeres et yrende liv av humler, bier og andre insekter.

Vestfold og Telemark: 1700 dekar konvensjonelt drift, redusert jordarbeiding

Bonden har drevet med direktesåing i flere med såmaskin med smale fjærende tinder og 25 cm radavstand. Etter tresking av frøeng står denne gjennom vinteren og om våren sås åkerbønner rett i engstubben. En uke etter såingen av åkerbønnene sprøytes åkeren med Roundup og deretter kommer åkerbønnene opp alene uten mye ugras. Noe hvitkløver fra enga overlever sprøytingen og utgjør en underkultur i åkerbønnene. Bonden er sikker på at direktesåingen har bidratt til mer porøst såbed og generelt bedre jordstruktur, og også bedre vanninfiltrasjon. Det vises til eksempler på styrtregn som før ødela jorder med overflateavrenning, men nå tåler jorda slikt regn fordi vannet siger raskt ned gjennom jorda.

Det sås hvitkløver i vårsådd rughvete (*x Triticale* Tscherm.-Seys. ex Müntzing). Det anvendes 250 gram hvitkløverfrø/daa som sås med spreder på direktesåmaskina. Arealet ble tromlet etterpå. Tilslaget av hvitkløver som underkultur er bra. Planen er å avslutte veksten av hvitkløveren med kjemiske midler før såing av høsthvete med direktesåmaskinen.

I bygg sås fangvekst midt i juli og det anvendes oljereddik, lodnevikke og honningurt (pluss sneglegift), og fangveksten hadde kommet fint opp etter tre uker. De har hatt problem med hønsehirse som ugras men etter at de gikk over til direktesåing er problemet nesten borte. De tror at dette skyldes at frøene fra hønsehirsens blir liggende i jordoverflaten slik at de får dårligere spireforhold.

Viken: 340 daa, økologisk drift

Gården er drevet økologisk i noen år. Fangvekster såes om våren som underkultur i korn og det den kuttes ned med beitepusser (ved behov) for deretter å avslutte veksten med en hurtiggående fres som stilles på 2-5 cm dybde. Fresen går med 360 omdreininger i minuttet og kjøres 6-7 km/t. Bonden mener å ha sett bedre jordstruktur med bruk av fangvekster, allerede etter to år, og vedkommende opplever at fangveksten fyller rollene til ugraset, og dermed holder ugraset unna.

Underkulturen sås om våren med en sentrifugalspreder som er montert i forkant av en Einbøck ugrasharv, og underkulturen sås ved første ugrasharving i vårkorn. Underkulturen er i realiteten en allsidig blanding av grasgjenlegg. Dermed står de fritt til å velge hva de lar gå til eng og hva de freser opp og så korn i neste vår.

Vestfold og Telemark: 280 daa økologisk drift

Det meste av arealet er korn og det dyrkes også erter og havre på såvarekontrakt. Kornet gjødsles med noe pelletert hønemøkk. Bonden har satset på Felleskjøpet sin blanding av raigras, hvitkløver, og blodkløver, som overvintrer og pløyes neste vår før såing. Videre har bonden god erfaring med italiensk raigras sådd samtidig eller inntil 10 dager etter såing av havre. Han har aldri hatt problem med for kraftig vekst av italiensk raigras som underkultur i korn og mener at det skyldes økologisk drift med lite nitrogen tilførsel. Blodkløver dør om vinteren i denne delen av landet mens Italiensk raigras kan overvintre.

Kort oppsummering fra gårdsbesøkene

Gårdene som ble besøkt ligger alle i Viken eller Vestfold og Telemark. Klima er noe annerledes her enn i Innlandet, og derfor kan ikke erfaringene overføres direkte. Såing av fangvekster i stående åker om sommeren eller såing rett etter tresking har større sjans for å gi en viss plantemasse jo lenger vekstsesongen man har. Videre har gårdsbesøkene vist at det fins ulike måter å bruke fangvekster på, og for å lykkes må såtidspunkt og teknikken tilpasses de lokale forholdene.

3.5 Litteraturstudie om fangvekstenes karbonbinding

Litteratursøket på «Web of Science» hadde som hovedmål å kvantifisere fangvekstenes evne til å øke karboninnholdet i jorda. I alt 11 studier ble stående igjen ut som interessante og med data relevante for norske klimaforhold. Detaljer fra disse presenteres nedenfor og studiene inkluderte så vel langvarige forsøk som modelleringer og metaanalyser.

Yang et al. (2004) - Norge

Yang et al. (2004) undersøkte langtidseffekten av ulike vekstskifter hvor fangvekter og gjødslingspraksiser inngikk. Datagrunnlaget var to langtidsforsøk på leirjord på Ås. Det ene forsøket så på vekstskifte, mens det andre så på fangvekster. Fangvekstforsøket ble satt i gang i 1988 og varte i 13 år (til 2001) innen det ble avsluttet. Forsøket omfattet korn med tre ulike behandlinger: ingen fangvekster, raigras fangvekst og kløver fangvekst. Fangvekstene ble gjødslet og jordprøver ble tatt i fra 0-10 og 10-25 cm jorddybde høsten 2001. Fangvekstene ga en liten økning i jordas innhold av organisk karbon (SOC) (+20-30 kg C/daa og år) sammenlignet med ingen fangvekst. På grunn av stor variasjon var forskjellene likevel ikke signifikante.

Blombäck et al. (2003) – Sverige

Blombäck et al. (2003) simulerte effektene av flere års bruk av fangvekster på ulike parametere ved hjelp av *SOILN* modellen. Over en simulasjonsperiode på 35 år ble det funnet at uten bruk av fangvekster ville det relative karbontapet fra jorda være på 5-7%, eller 17-23 kg C per daa og år. Ved bruk av fangvekster ville man derimot kunne øke innholdet av organisk karbon med 0.6% over en

sjuaars periode. Modelleringen viste videre at en netto akkumulering var svært sensitiv for C/N forholdet i jorda.

Popelau et al. (2015) - Sverige

Popelau et al. (2015) så på flerårig raigras som fangvekst og dens effekt på jordas innhold av organisk karbon i tre svenske langtidsforsøk, hvorav to lå i Mellby i Halland i Sør-Sverige og ett i Länna utenfor Uppsala i midt-Sverige. Varigheten på forsøkene var på 16 til 24 år.

Mellby I ble startet i 1983, hvor undersådd grasfangvekster ble introdusert i 1989. I denne studien inkluderes data fra Mellby I fra 1989-2013 (24 år). Det var fire ulike par av fangvekst/ikke fangvekst arealer samt ledd med ulike gjødsling. Vårbygg, vårhvete, havre, vårraps (*Brassica napus* L.) og poteter (*Solanum tuberosum* L.) ble dyrket som hoved-vekst. I korn og raps ble raigrasfangveksten undersådd om våren, samme dag som hoved-veksten. Ved potetdyrking ble rug sådd som fangvekst etter høsting. I dette forsøket sto fangvekstene over vinteren og veksten ble avsluttet ved pløying om våren (Poeplau et al., 2015).

Mellby II ble startet i 1993 og undersøkte effekten av flerårig raigras som fangvekst i korn. Hoved-vekstene her var vårbygg, havre og vårhvete. Fangveksten ble sådd om våren og avsluttet om høsten og forsøket varte i 20 år (Poeplau et al., 2015).

Länna eksperimentet i Midt-Sverige startet i 1997 og ble avsluttet høsten 2013. Forsøket inkluderte ulike pløyedatoer, halminnlemmelse og bruk av fangvekst, hovedsakelig på nitrogendynamikken. Hoved-vekstene var i dette forsøket var også vårbygg, havre og vårhvete. Fangveksten, som var flerårig raigras, ble sådd om våren (Poeplau et al., 2015).

Resultatet av de svenske studiene viser at i seks av syv par som ble sammenlignet ga flerårig raigras som fangvekst en økning i jordas karbonlager sammenlignet med ingen bruk av fangvekst. Effekten varierte mellom -20 til 148 kg C/daa over forsøksperioden, noe som i gjennomsnitt tilsvarer rundt 35 kg C per daa og år. To av forsøkene er gjort på samme område, men her er det likevel store forskjeller i resultatene. Også innad i Mellby I forsøket var det en del variasjon og dette gir en usikkerhet i forhold til å trekke altfor bastante konklusjoner når det kommer til fangvekster og karbonbinding.

Poeplau et al. (2011) – metaanalyse av data fra den temperert sone

Poeplau et al. (2011) arbeidet også teoretisk ved å se på endringer i organisk jordkarbon ved endring av arealbruk mellom åker, eng og skog. En metaanalyse med i alt 95 studier inngikk. Resultatene viste av eng generelt sett ga en positiv effekt på karboninnholdet i jord og med en relativ forandring i karbonlagret på $128 \pm 23\%$ over 100 år, mens skogplanting på tidligere åkerjord ga $116 \pm 54\%$. Det var derimot ingen netto organisk karbonbinding som følge av skogplanting på eng, og faktisk viste 75% av alle observasjonene en nedgang i jordkarbon i jorda etter 100 år ved en slik arealbruksendring.

Mutegi et al. (2013) - Danmark

Mutegi et al. (2013) undersøkte effekten jordarbeiding på omsetningen av karbon fra fôrreddik i Danmark. Studien ble gjennomført fra 2008 til 2010 på to ulike steder. Direktesåing og vanlig jordarbeiding (til 18-20 cm dybde) ble inkludert i forsøket. Fôrreddik ble brukt som fangvekst og var undersådd i vårbygg to uker før den ble høstet. For å finne omsetningen av karbon ble jordprofil fra begge jordarbeidingsfeltene ekstrahert og merket regelmessig med ^{14}C -isotoper gjennom vekstperioden. Etter innlemmelsen av biomassen ble det tatt prøver etter fire, åtte og atten måneder og fra 0-10, 10-25 og 25-40 cm jorddybde. Resultatene viste at ^{14}C minsket signifikant med jorddybde for de to jordarbeidingspraksisene. På 0-10 cm jorddybde ble det observert et høyere ^{14}C innhold for direktesåing sammenlignet med konvensjonell jordarbeiding. På 10-25 cm jorddybde var resultatet derimot motsatt. Ved bruk av modelleringer ble det estimert at over en 30 års periode med kontinuerlig bruk av fôrreddik som fangvekst kan 490 kg C/daa bli lagret i jorden. Det er selvsagt stor usikkerhet rundt slike beregninger da beregningene bygger på ett til to års datamateriale.

Thomsen & Christensen (2004) - Danmark

Thomsen & Christensen (2004) undersøkte effekten av langtids- og årlig innblanding av halm i jorda i Danmark. Studien baserer seg på et forsøk som ble startet i 1981 på sandholdig lettleire ved Askov forsøksstasjon sør i Danmark. Her vokste vårbygg hvert år fram til 1999. Ved høsting ble halmen fjernet, eller ulike mengder på 400, 800 og 1100 kg/daa ble blandet inn i jorden. Fra 1981 til 1988 ble halmbehandlingen kombinert med tilførsel av 3.500 kg/daa av husdyrgjødsel fra svin etter høsting i november/desember, mens andre felt ikke ble gjødslet. Alle feltene ble pløyd i november/desember, etter den eventuelle gjødslingen. I 1989 ble det tatt i bruk fangvekster på alle felt, både der det ble gjødslet og ikke gjødslet. Flerårig raigras ble brukt som fangvekst og ble undersådd i vårbygget. Halmbehandlingen stod som før. Fra 1999-2001 ble det sådd vinterhvete på feltene for å finne den gjenværende effekten av halmbehandlingen samt raigras-fangveksten med eller uten gjødsling. Resultatet viste at jord som fikk tilført halm årlig i 18 år inneholdte mer karbon enn jord som fikk halmen fjernet. Karbon- og nitrogeninnholdet i jorda økte lineært med halm-mengden innblandet. Med flerårig raigras som fangvekst i 10 år økte også jordkarbon- og nitrogen konsentrasjonene i jorda.

Wiesmeier et al. (2013) - Tyskland

Wiesmeier et al. (2013) undersøkte potensiale for binding av karbon i jorda i Tyskland og analyserte et datasett bestående av 384 jordprofiler under åker og 333 jordprofiler under permanent grasmark. Alle data kom fra arealer sørøst i Tyskland og jordprøvene ble tatt i vekstsesongen før gjødsling. Analysene viste at total SOC- og N-lager ned til en meter var signifikant høyere for jord under grasmark sammenlignet med jord under åker. Median mengden for SOC var på 11,8 og 9 kg m⁻² og for N-lager 0,92 og 0,66 kg m⁻² under gresslette og åker, henholdsvis. Fordelingen av SOC og N var ulike i jord fra grasmark og åker. Selv om dette ikke er et fangvekstforsøk, fins det visse likheter mellom grasdekke og fangvekster. Forsøket viser at det er en større bestanddel av organisk jord karbon i jord som har dekke, enn jord som står mer åpent, som den gjør ved dyrking av korn og grønnsaker.

Boselli et al. (2020) – Nord Italia

Boselli et al. (2020) undersøkte hvilken effekt av kombinasjonen ingen jordarbeiding (NT) og fangvekster har på avling, jord organisk materiale (SOM), totalt jordnitrogen (STN) og fosfor i 0-60 cm jorddybde. Det ble også sett på effekter for forskjellige typer fangvekster på avling og jordparametere. Forsøket var et seksårig og lå på siltig leirjord under et temperert klima i Piacenza nord i Italia. Det ble utført fire ulike behandlinger: konvensjonell jordarbeiding (kontroll), NT med rug, NT med lodnevikke, og NT med en miks av fangvekster (55% rug, 25% lodnevikke, 8% blodkløver, 8% italiensk raigras og 4% fôrreddik). Ved konvensjonell jordarbeiding ble jorda pløyd og harvet, og ved ingen jordarbeiding ble jorda direktesådd. Fangvekstene ble sådd etter høsting av hoved-kulturen. Vekstskiftet på de seks årene var vinterhvete – mais – mais – soyabønner - vinterhvete - mais. Før behandlingene ble alle feltene pløyd. Resultatet av denne studien viser at SOM-konsentrasjonen i de øverste 30 cm i jorden økte ved ingen jordarbeiding og fangvekster. Med noen av de ulike kombinasjonene av ingen jordarbeiding og fangvekster, ble det vist 30% høyere SOM konsentrasjon enn ved konvensjonell jordarbeiding. I 30-60 cm jorddyb ble ikke SOM påvirket av de ulike måtene å drive jorda på. Studien indikerer at bruk av fangvekster øker karboninnholdet i jorda i de øverste 30 cm. Det at det ble sett på kombinasjonen av fangvekster og ingen jordarbeiding gjør svarene mer utydelige, da man ikke kan si for sikkert at det er fangvekstene alene som står for resultatene. Forsøket varte i seks år, noe som er relativt lenge og gir mer pålitelige svar enn kortvarige forsøk.

Chahal et al. (2020) – Canada

Chahal et al. (2020) ville finne effektene av fangvekster på karbonbinding, primær produktivitet og avling, samt undersøke om fangvekster lønner seg økonomisk. Rapporten baserer seg på to forsøk, utført med seks meter avstand. Forsøkene ble utført i Ontario, Canada i 2007-2015 og 2008-2016 under temperert, fuktig klima. I årene 1986 til 2016 var den årlige gjennomsnittstemperaturen på 9,6°C og nedbørmengden på 72 mm i gjennomsnitt per måned. Forsøkene ble utført på sandig lettleire og bestod av fire fangvekster: havre, oljereddik, rug og en blanding av oljereddik og rug, samt

en kontroll uten fangvekst. Vekstskiftet på forsøkene var lik og besto av korn og grønnsaker etterfulgt av fangvekst sådd i juli, august eller september, avhengig av når hoved-kulturen ble høstet. Fangvekstene ble stående til påfølgende vår. Resultatene viste at feltene med fangvekster hadde et signifikant høyere innhold av SOC enn kontrollfeltet uten fangvekster. Fangvekstene hadde gjennom forsøksperioden over åtte år bundet opp 440-1060 kg/daa mer karbon enn kontrollen på lokasjon A. Enda større forskjell var det på lokasjon B, hvor fangvekstene bandt 370-1860 kg/daa mer enn kontrollen. Dette er gode forsøk, som har vart en stund. Det er store forskjeller mellom lokasjon A og B, med tanke på at det er seks meter mellom lokasjonene. Jordarten er den samme, og vekstene har blitt utsatt for det samme klimaet. Dette sier hvor uforutsigbare resultatene kan være, når det kommer til karbonbinding og fangvekster. Om det gir bedre eller dårligere grunnlag til å kunne sammenligne forsøk fra andre land, med norske forhold, er vanskelig å si. Men ulikheter ville det trolig vært om forsøket ble utørt i Norge også. I rapportens diskusjonsdel blir det nevnt at de ikke var sikker på årsaken til at fangvekstene hadde mer SOC enn kontrollen. De mente at mengden jordkarbon ikke kunne komme av planten over jorda alene. Det kunne komme av at fangvekstene reduserte karbontap og nedbrytning av organisk materiale, eller at fangvekster forbedret beskyttelsen av jordkarbon i aggregatene, eller til sist på grunn av røttenes utsondring av karbon i rhizosfæren (Chahal et al., 2020; Cheng & Gershenson, 2007).

Curtin et al. (2000) – Canada

I Saskatchewan, Canada, undersøkte Curtin et al. (2020) om jordkarbon kunne økes ved bruk av årlig grønngjødsel av belgvekster som alternativ av brakk i et vekstskifte med «brakk-hvete-hvete». Forsøket startet i 1987 på en type svartjord i Canada. Tre år før oppstart var det en brakk-hvete vekstskifte på jorda med minimal gjødseltilførsel. Hele ni vekstskifter inngikk i forsøket, inkludert «brakk-hvete-hvete» og «grønngjødsel-hvete-hvete» som ble evaluert i studien vi referer til. Hvetestubben ble holdt høy og jordarbeiding ble holdt til et minimum. Resultatene viste at i et treårs vekstskifte hvor delvis brakk er byttet ut med belgvekst-grønngjødsel kun har en begrenset påvirkning på karboninnholdet i jorda. Dette er fordi økningen av karbon er relativ liten, og grønngjødsling brytes ned raskt i jorden på grunn av dens lave C/N forhold (C/N forhold på 12-13). Sammenlignet med brakk økte total organisk karbon i 0-7,5 cm jorda med 0,5 g kg⁻¹. På 7,5-15 cm jorddyb minsket total organisk karbon med 1,2 g kg⁻¹.

Hermawan & Bomke (1997) - Canada

Hermawan & Bomke (1997) ville undersøke rollen fangvekster har på forandringer i jordaggregatene. Bakgrunnen for dette forsøket er det utbredte problemet med dårlig jordstruktur og lavt innhold av organisk materiale i jorda i den delen av Canada hvor forsøket ble gjennomført. I feltforsøket, som startet i 1993, inngikk tre ulike fangvekster: vårbygg (som utgikk om vinteren), rug og Italiensk raigras, samt en kontroll uten fangvekst. Mens vårbygget utgikk om vinteren, ble veksten til rug og raigras avsluttet med sprøyting av Roundup. Forsøket foregikk på veldrenert siltig lettleire. Resultatene viste at sesongvariasjoner i aggregatstabilitet, særlig på ruter med bar jorda og ikke under fangvekstene. Overvintrende fangvekster forbedret aggregatstabilitet og andelen aggregater på 2-6 mm sammenlignet med kontrollen uten fangvekst. Innhold av organisk karbon i 2-6 mm aggregater var gjennomgående høyest med raigras som fangvekst. Det må påpekes at dette forsøket kun har pågått gjennom én vinterperiode med fangvekster. Forsøk som strekker seg over flere år, gjerne tiår, kan gi et bedre bilde på de faktiske effektene av, i dette tilfellet, fangvekster på aggregatstabilitet. Dette er ikke et direkte fangvekstforsøk, men bruken av fangvekster og måling av jordkarbon gjør forsøket likevel relevant.

Kort oppsummering av litteraturstudiene

Det ble funnet stor variasjon i hvor mye karbon som faktisk bindes over tid. Trenden er positiv og som hovedregel sees en økning i jordas innhold av organisk materiale ved bruk av fangvekster. Ut ifra resultatene av de forsøkene som er presentert ovenfor kan vi se at fangvekster i snitt kan binde i størrelsesorden 73 kg karbon per daa og år. Variasjonen var stor mellom de ulike studiene og også

innenfor enkelte av studiene. Derfor trengs det mer forskning for å klargjøre hvor mye karbon fangvekstene kan bidra med å binde i jorda. En rekke faktorer vil påvirke resultatet, hvor jord og klimaforhold er viktig men også tilslaget av fangvekster og hvordan jordarbeidingen skjer. Veksttida betyr mye. En kort vekstsesong gir mindre potensiale for karbonbinding. Det kan være greit å minne om at flerårig eng er den beste karbonfangeren, dette fordi den vokser sammenhengende fra april til langt ut i oktober. En kornåker har mye kortere veksttid, og fangveksten enda kortere – men kombinert med korn vil fangveksten ta over etter kornåkeren og dermed forlenge tiden med aktiv plantevekst. De svenske langtidsforsøkene viste at fangvekster i korn kan bidra med en karbonfangst på ca. 35 kg karbon pr daa og år etter introduksjon av fangvekster på jord som har vært drevet ensidig med korn i mange år.

4. Oppsummerende diskusjon og videre forskning

Miljøgevinsten av godt etablerte fangvekster er betydelig, både i form av redusert avrenning av jord og næring men også i form av økt produksjon av organisk materiale og de gode agronomiske fordeler dette gir for jordliv og jordstruktur. God jordstruktur med høy aggregatstabilitet betyr at jorda blir mer luftig, og at vann infiltrere raskere. Hvor mye karbon fangvekstene kan binde i jorda, og dermed bygge opp jorda organiske materiale avhenger av mange forhold. Litteraturstudiet som vi gjennomførte på bakgrunn av studier i Norden og Nord-Amerika viste at trenden var positiv og at fangvekster gir en økning i jordas innhold av organisk materiale sammenlignet med ensidig korndyrking uten fangvekster. Størrelsesorden på denne bindingen/oppbyggingen er 73 kg karbon per daa og år. Men det var stor variasjonen mellom de ulike studiene og det trengs mer forskning for å klargjøre dette. Det mest avgjørende er sannsynligvis at fangvekstene rekker å etablere seg og produsere en biomasse. Her betyr veksttida mye. De svenske langtidsforsøkene viste en karbonfangst på ca. 35 kg karbon pr daa og år ved bruk av flerårig raigras. Økningen i jordas innhold av organisk materiale vil naturlig nok ikke kunne fortsette i det uendelige. Netto karbonbinding vil avta med tiden, siden jorda etter en stund vil komme i likevekt mellom det som bindes og det som brytes ned. Mange års bruk av fangvekster vil gradvis øke jordas innhold av organisk materiale opp til et høyere nivå, men etter et visst antall år vil økningen avta for til slutt å flate ut.

Våre forsøk på Blæstad utenfor Hamar viste at vårsådd fangvekst gir en sikker etablering. Vi prøvde ut italiensk raigras, flerårig raigras og engsvingel sådd samtidig med kornet og 1-2 uker senere. Brukt på denne måten gir underkulturen ikke nevneverdig konkurranse med kornet. Flerårig raigras er det tryggeste alternativet. Det gir god etablering men konkurrerer i svært liten grad med kornet. Italiensk raigras kan konkurrere om det sås samtidig som kornet mens engsvingel gir en tynn fangvekst. Vi kunne likevel dokumentere mindre restmengdene av nitrat i jorda om høsten også ved bruk av engsvingel som fangvekst. Dette innebærer mindre risiko for nitrogenavrenning om vinteren med bruk av fangvekster.

Tilskudd til fangvekster er regionalt betinget, og satsene ligger på 100-130 kr/daa. De regionale miljøprogrammene ser fangvekststilskuddet i sammenheng med tilskudd om utsatt jordarbeiding og her varierer satsene mye etter erosjonsklasse. For å kunne motta fangvekststilskudd må vekstene være godt etablert før vinteren. I praksis betyr dette at det meste av jorda skal være dekket med fangvekstene. Våre forsøk og utprøvinger har vist at såing av fangvekster om våren som underkultur gir en sikker etablering. I områder med kort vekstsesong etter tresking, som i Innlandet, gir vårsådd fangvekst sikrere etablering enn såing før eller etter tresking. Intervjuer og gårdsbesøk som ble gjennomført viste at fangvekster kan benyttes på flere ulike måter avhengig av lokale vekstforhold og dyrkningsopplegg. Dersom man skal så på ettersommeren i stående åker er det svært viktig å så fangvekstene i tide. I praksis betyr dette at en tett åker som treskes sent er det ikke aktuelt å så fangvekster. Såing etter tresking er også bortkastet ved sen tresking. Videre er det viktig å benytte en direktesåmaskin som bearbeider jorda minimalt samtidig som at såmaskinen kan takle halmen.

Vårsådd fangvekst – helst litt etter såing av kornet er nok den sikreste metodikken. Såing i stående åker kan gi dårlig resultat i år med tørke på ettersommeren. Og motsatt, de åra det er våte høster, får man ikke treska tidlig nok. Fangveksten spirer bra, men får ikke nok lys til å vokse. Det er nødvendig å undersøke detaljene nærmere angående såing i stående åker. Vi arbeider videre med slike problemstillinger i et nytt forskningsprosjekt (Capture+) i regi av Nibio.

Litteraturliste

- Bechman, M., Deelstra, J., Stålnacke, P., Eggesetad, H.O., Øygarden, L. & Pengerud, A. (2007). Monitoring catchment scale agricultural pollution in Norway: policy instruments, implementation of mitigation methods and trends in nutrient and sediment losses, *Environmental Science & Policy* 11, 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2007.10.005>
- Blombäck, K., Eckersten, H., Lewan, E. & Aronsson, H. (2003). Simulations of soil carbon and nitrogen dynamics during seven years in a catch crop experiment. *Agricultural Systems*, 76(1), 95–114. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00030-6)
- Boselli, R., Fiorini, A., Santelli, S., Ardeni, F., Capra, F., Maris, S. C. & Tabaglio, V. (2020). Cover crops during transition to no-till maintain yield and enhance soil fertility in intensive agro-ecosystems. *Field Crops Research*, 255, 107871, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107871>
- Brandsæter, L.O., Heggen, H., Riley, H., Stubhaug, E. & Henriksen, T.M (2008). Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in Northern Temperate Regions. *European Journal of Agronomy*, 28, 437-448. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.013>.
- Breland, T.A. (1995), Green manuring with clover and ryegrass catch crops undersown in spring wheat: effects on soil structure. *Soil Use and Management*, 11: 163-167. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1995.tb00950.x>
- Bøe, F., Bechmann, M., Øgaard, A. F., Sturite, I. & Brandsæter, L. O. (2019). Fangvekstenes økosystemtjenester – Kunnskapsstatus om effekten av fangvekster. NIBIO rapport 5 (9).
- Chahal, I., Vyn, R. J., Mayers, D. & Van Eerd, L. L. (2020). Cumulative impact of cover crops on soil carbon sequestration and profitability in a temperate humid climate. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70224-6>
- Chenu, C., Angers, D.A., Barré, P., Derrien, D., Arrouays, D. & Balesdent, J. (2018). Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations, *Soil & Tillage Research*, 188 (2019), s.41-52. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.04.011>
- Cheng, W. & Gershenson, A. (2007). Chapter 2 - Carbon Fluxes in the Rhizosphere. In: Cardon Z.G., Whitbeck J.L. (Eds.) *The Rhizosphere*, Academic Press, pp 31-56.
- Curtin, D., Wang, H., Selles, F., Zentner, R. P., Biederbeck, V. O. & Campbell, C. A. (2000). Legume green manure as partial fallow replacement in semiarid Saskatchewan: Effect on carbon fluxes. *Can. Journal of Soil Science*, 80, 499–505. <https://doi.org/10.4141/S99-036>
- Dabney, S.M., Delgado, J.A. & Reeves, D.W. (2001). Using winter cover crops to improve soil and water quality, *Communications in soil science and plant analysis*, 32(7&8), 1221-1250
- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E. & Li, Y. (2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review, *Progress in Physical Geography* 29(2), 189-217
- Hansen, V., Eriksen, J., Jensen, I.S, Thorup-Kristensen, K. & Magid, J. (2021). Towards integrated cover crop management: N, P and S release from aboveground and belowground residues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 313, 107392. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107392>.

- Hermawan, B. & Bomke, A.A. (1997). Effects of winter cover crops and successive spring tillage on soil aggregation. *Soil & Tillage Research*, 44(1), 109–120. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(97\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(97)00043-3)
- Mutegi, J. K., Petersen, B. M. & Munkholm L. J. (2013). Carbon turnover and sequestration potential of fodder radish cover crop. *Soil Use and Management*, 29(2), 191–198. <https://doi.org/10.1111/sum.12038>
- Poeplau, C., Aronsson, H., Myrbeck, Å. & Kätterer, T. (2015). Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden. *Geoderma Regional*, 4, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2015.01.004>
- Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., Schumacher, J. & Gensior, A. (2011). Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology*, 17(7), 2415–2427. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02408.x>
- Sturite, I., Henriksen, T.M., and Breland, T.A. (2007). Winter losses of nitrogen and phosphorus from Italian ryegrass, meadow fescue and white clover in a northern temperate climate. *Agric. Ecosyst. Environ.* 120: 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.10.001>
- Tandberg, H.A. (2019). Utvikling av dyrkingspraksis for økt karbonbinding i kornbaserte produksjonssystem. Bacheloroppgave. Høgskolen Innlandet, Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi, Blæstad.
- Thomsen, I. K. & Christensen, B. T. (2004). Yields of wheat and soil carbon and nitrogen contents following long-term incorporation of barley straw and ryegrass catch crops. *Soil Use and Management*, 20(4), 432-438.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., & Jensen, L.S. (2003). Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*, 79, 227-302.
- Van Dam, A.M. & Leffelaar, P.A. (1998). Root, soil water and nitrogen dynamics in a catch crop – soil system in the Wageningen Rhizolab, *Netherlands Journal of Agriculture Science*, 46, 267-284.
- Wiesmeier, M., Hübner, R., Barthold, F., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Reischl, A., Schilling, B., von Lützw, M., & Kögel-Knabner, I. (2013). Amount, distribution and driving factors of soil organic carbon and nitrogen in cropland and grassland soils of southeast Germany (Bavaria). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 176, 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.012>
- Yang, Z., Singh, B. R. & Sitaula, B. K. (2004). Fractions of organic carbon in soils under different crop rotations, cover crops and fertilization practices. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70(2), 161–166. <https://doi.org/10.1023/B:FRES.0000048479.30593.ea>



Høgskolen
i Innlandet

Fangvekster kan forhindre næringstap og forbedre jordstruktur og karbonfangst. Høgskolen i Innlandet arbeider for bærekraftige løsninger for jordbruket. Som del av denne satsningen har vi de siste årene gjennomført forsøk og utprøvinger med fangvekster. Det er også gjennomført intervjuer, gårdsbesøk og litteraturstudier. Deler av arbeidet er gjort i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Innlandet.

Forsøkene og utprøvingene ble startet opp våren 2019 og har pågått over to sesonger på Høgskolen Innlandet, Blæstad (utenfor Hamar). Vi undersøkte blant annet effekten av såtidspunkt av fangvekst i korn, henholdsvis med såing samme dag som kornet eller et par uker senere. Effekten er undersøkt med tanke på kornavling men også for tilslaget av fangvekst om høsten, samt mengde nitrogen i fangvekst og jord om høsten. Fangvekstene som ble undersøkt var flerårig raigras (*Lolium perenne* L.), italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam.) og engsvingel (*Festuca pratensis* L.). I tillegg har det blitt gjennomført utprøvinger av fangvekster sådd rett før og rett etter tresking. Her ble det brukt andre arter som oljereddik og en frøblanding med honningurt, vikker og italiensk raigras. Resultatene med såing av fangvekster i korn om våren viste at såing samtidig med kornet kan ha en viss negativ innvirkning på kornavlingen men at dette gjelder kun for italiensk raigras. Tilsvarende effekt ble ikke observert ved utsatt såtid av fangveksten eller ved bruk av flerårig raigras eller engsvingel. Uavhengig av art ble etableringen av fangvekster bedre ved såing samtidig med kornet sammenlignet med såing noen uker senere. Det ble funnet et høyere karbon- og nitrogenopptak i fangveksten ved såing samtidig med kornet sammenlignet med såing et par uker senere. Derimot hadde såtidspunktet mindre å si for restmengde av nitrat i jorda sent om høsten. Her betyr det mer om det er fangvekst der eller ikke. Det var et signifikant høyere nitratinnhold i jorda der det ikke var fangvekster sammenlignet med der det var fangvekst. Såing i stående kornåker ga svært usikker etablering i feltene våre (i Innlandet), mens såing rett etter tresking også ga noe sikrere etablering men et begrenset tilslag. Fangveksten rakk ikke å komme særlig langt opp innen høsten kom. Vi ønsker likevel å prøve ut metodene videre i nye forsøk i et nytt forskningsprosjekt i regi av Nibio.