

Vekstskifte - forsøk og praksis

Wendy Waaalen, Unni Abrahamsen & Hans Stabbetorp
NIBIO Korn og frøvekster
wendy.waaalen@nibio.no

Vekstskifte, veksling mellom ulike plantearter på et skifte, er viktig som både jordforbedrings- og planteverniltak i korndyrkinga. Den positive effekten er både målet i forsøk, og ofte også ser i praksis, skyldes hovedsakelig redusert sjukdomssmitte og forbedret næringstilgang. Andre arter enn korn i et omløp kan også være gunstig for ugrasbekjempelse, moldinnhold, jordstruktur og mikrobiologisk aktivitet i jorda. I korndyrkinga vil også husdyrgjødsel i omløpet ha en positiv effekt ut over næringstilgangen i gjødslingsåret. Den overveiende delen av kornet i Norge dyrkes i ensidige vekstskifter der det veksles mellom kornarter, og i noen grad med olje- og proteinvekster. Mange ulike arter i omløpet krever kunnskap om dyrkingsteknikk i alle artene. Lagrings- og leveringsforhold, maskinsamarbeid og entreprenørvirksomhet kan også være begrensende faktorer.

I mange år har studier blitt gjennomført for å øke kunnskapen om hvordan ulike plantearter i et omløp påvirker hverandre. I forsøk prøver en å finne verdien av enkelte faktorer aleine. En undersøker som oftest en til to faktorer, og prøver å holde alle andre faktorer like. Det utføres forgrødeforsøk, der en ved hjelp av ulike vekster bryter et ensidig vekstskifte, og måler effekten av de ulike forgrødene. Oftest måler en kun effekten påfølgende år, med forsøkene kan også være flerårige. Omløpsforsøk er mer langvarige, og tar opp ulike driftsformers virkning på jordegenskaper, moldinnhold, næringsinnhold og følgende for jordas produksjonsevne på lang sikt. Forsøkene er arealkrevende forsøk, fordi en bør ha alle vekstene i vekstskiftet hvert år for å redusere effekten av årsvariasjonen. Det har vært svært få omløpsforsøk de seinere årene.

Denne artikkelen er to-delt. I del 1 gis en oppsummering av eldre og nyere forgrøde- og omløpsforsøk. I del 2 presenteres tall fra SSB som viser hvordan ulike vekstskifter virker inn på avlingene i praksis.

1. Norske forgrøde- og omløpsforsøk

I hundreåret før 1950 var det vanlig med storfe på de aller fleste gårdene i Norge, og det var vanlig med et 6-årig vekstskifte. Det normale omløpet var 3-årig eng med kløver, etterfulgt av korn - potet/rotvekster - korn m/gjenlegg. Husdyrgjødsel ble da brukt i årene med åpenåkervekstene. Dette har vært å betrakte som et ideelt eller optimalt vekstskifte når det gjelder jordas produktivitet. Det er en rekke faktorer som blir positivt påvirket i et slikt omløp. Flerårig eng har positiv virkning på moldinnhold, jordstruktur og aggregatstabilitet, og de etterfølgende vekstene drar nytte av dette. Bruk av husdyrgjødsel i åpenåkervekstene gir en god utnyttelse av gjødsel, og opprettholder en god næringsforsyning. Et slikt vekstskifte vil holde ugraset rimelig i sjakk i forhold til dyrking i monokultur. Sist men ikke minst vil et slikt vekstskifte være svært gunstig overfor sjukdommer som ofte kan virke sterkt avligningsnedsettende i et mer ensidig vekstomløp. I korn gjelder det både sjukdommer i fotsjukekomplekset og en rekke bladfleksjukdommer.

Målet om økt sjølforsyning av mat etter krigen var bakgrunnen for kanaliseringspolitikken. Det ble stimulert til å dyrke korn på Østlandet og i Midt-Norge på arealer som var godt egnet for korndyrking mens grovfôr skulle dyrkes på areal som var mindre godt egnet for korn. Det førte til en stor omlegging av arealbruken i Norge og et vekstskifte som var ganske forskjellig fra det som hadde vært praktisert tidligere, og det resulterte i en rekke problemer som en ikke hadde forutsett. Under krigen og like etter krigen ble det dyrket relativt mye hvete. Utover i 1950-årene opphørte hvetedyrkinga nesten helt. Kvalitetshvete med høyt proteininnhold ble importert, og den norske kornproduksjonen var i første rekke til kraftfôr. Arealene av bygg steg fra 400 000 dekar i 1949 til 1 850 000 dekar i 1969.

Fotsjuka

I begynnelsen av 1950-årene og utover fikk en store problemer med rotdreper og stråknækker i den etter hvert ensidige korndyrkinga. Om det bare var den ensidige dyrkinga eller dette i kombinasjon med spesielle værforhold som var årsaken, kan være vanskelig å si, men problemene var store og meget godt synlige. På lang avstand kunne en se hele åkre eller store partier i åkre som var angrepet av rotdreper når det nærmet seg gulmodning. Åkrene eller partiene fikk en lysere og etter hvert grålig/mørk farge i forhold den gyldne modningsfargen. Røttene var svarte og ødelagte, og kornfyllingen uteble eller ble meget dårlig. Situasjonen var så alvorlig at i 1954 tok daværende landbruksminister Rasmus Nordbø opp spørsmålet om å sette i gang undersøkelse av fotsjuka på korn. Landbruksdepartementet stilte kr. 30 000 kroner til rådighet for arbeidet og «Rådet for jordbruksforskning» fikk overlatt saken. I 1955 ble det på Østlandet anlagt 15 forgrødeforsøk på jord som i 1954 var mer eller mindre sterkt smittet med fotsjuka. Uavhengig av dette ble det også startet opp flere langvarige omløpsforsøk.

I tillegg til fotsjukdommene er det en rekke sjukdommer som kan overføres over år med halm og stubbrester når en dyrker samme arten år etter år. Det gjelder kanskje særlig bladflekkjukdommene i bygg og hvete. Det er lettere å holde disse i sjakk nå da en har effektive plantevernmidler mot disse. Hvor utbredt disse plantesjukdommene var i 1950 - 60-årene er vanskelig å si, men det er klart at disse også kan ha redusert avlingene ved dyrking av samme art år etter år. Det var imidlertid mindre oppmerksomhet rundt disse de første årene etter at den ensidige korndyrkinga tok til. Det var fotsjukdommene det dreide seg om.

Eldre forgrødeforsøk

I de nevnte forsøkene i midten av 1950-årene (Hansen og Aastveit 1959) ble det i 1955 sådd oljevekster, havre, bygg og hvete som forgrøder på areal hvor det hadde vært relativt ensidig bygg og hvetedyrking noen år. I 1956 og 1957 målte en ettervirkningen i bygg og hvete. Det ble ikke tatt avlingskontroll i alle forsøk, men det ble foretatt grundige undersøkelser av angrepsgrad av rotdreper og stråknækker på røtter og strå på de ulike leddene. I 1955 var det en skikkelig tørkesommer og på den måten kanskje et dårlig forgrødeår da særlig angrepene av rotdreper ofte er

større under fuktige forhold. Havre ble ikke angrepet, men det var sterke angrep i både hvete og bygg i 1956. Angrepene var nesten like sterke i bygg som i hvete. Både oljevekster og havre som forgrøde hadde redusert angrepene en god del, men det var betydelig angrep på røttene også etter både oljevekster og havre. Det var tydelig mindre avlinger der en hadde bygg og hvete som forgrøde i forhold til der det ble dyrket oljevekster og havre året før. På feltet med sterkest angrep av rotdreper var kornavlingen etter oljevekster/havre som forgrøde på 267 kg pr. dekar mot 128 kg der forgrøden var bygg/hvete.

Forsøkene fortsatte i 1957 med muligheter for å måle virkningen av 2 års dyrking med en ikke mottakelig vekst (havre og/eller oljevekster) sammenlignet med ensidig bygg/hvetedyrking. Det var sterke angrep. Angrepene på stråene var stråknækker, og det var ikke sikre forskjeller mellom de ulike leddene. Stråknækker kan spres over relativt store avstander i veksttiden, og mangel på sikre forskjeller ble tilskrevet dette forholdet. Angrepene på røttene var rotdreper, og angrepene var i gjennomsnitt sterkere i 1957 enn året før, 49,6 % mot 39,0 %. Det var ikke forskjell mellom angrepene på bygg og hvete i 1957. To år med en ikke mottakelig vekst hadde redusert angrepet mer en ett år, men det var fortsatt relativt tydelige angrep selv etter to år, ett år med oljevekster og ett år med havre.

Avlingstallene i 1957 var imidlertid små og ikke sikre. Bygg etter havre og bygg etter hvete ga lik avling i gjennomsnitt for 12 felt. Bygg etter bygg ga 24 kg lavere avling per dekar. Hveteavlingene var nesten de samme om det var havre, bygg eller hvete som forgrøde. Det var sikker sammenheng mellom gjennomsnittlig angrepsgrad av rotdreper på de ulike feltene med meravlingene etter 2 år med en ikke mottakelig vekst i bygg, men ikke i hvete.

I sammendraget blir det konstatert at det ikke er påvist hverken rotdreper eller stråknækker i havre, og at det ikke ble påvist forskjeller etter ulike forgrøder i angrep på strå (stråknækker). Forgrødene oljevekster og havre reduserte angrepsgraden av rotdreper på bygg og hvete sterkt sammenlignet med forgrødene bygg og hvete. Kornavlingene i 1956 viste at for havren var forgrødene likegyldig, mens bygg og hvete reagert likt og ga signifikant større avling etter ett år med ikke mottakelig forgrøde. I 1957 var det i gjennomsnitt små og lite sikre utslag i avlinger mellom de ulike forgrødene.

Etter forsøkene skulle veksling med havre eller med en oljevekst være effektive midler til å holde avlingene oppe på gårdsbruk hvor det drives ensidig korn dyrking. Hvete burde unngås på jord som var infisert med rot dreper. Det ble anbefalt å ta inn en ikke mottakelig vekst annet hvert år på sandjord og tredje hvert år på de tyngre jordartene.

Isåing av rødkløver/sneglebelg

En fikk meldinger fra England om at en ved isåing av sneglebelg og nedpløying av grønnmassen om høsten kunne en drive temmelig ensidig bygg dyrking uten store ulemper. Dette var bakgrunnen for 25 forsøk i perioden 1958-1964 (Hansen 1968). Byggsorter i forsøkene var Varde (6-rads) og Herta (2-rads) og isåingsvekst var tidlig rødkløver. I noen forsøk ble også sneglebelg tatt med. I ettervirkningsåret var det 3 nitrogenertrinn.

De to byggsortene reagerte likt på isåingen, og det var heller ikke noen forskjell på rødkløver eller sneglebelg i isåingsåret. Isåing av belgvekst ga en avlingsnedgang på 17 kg korn (5-6 %).

I ettervirkningsåret økte kornavlingene i gjennomsnitt med 43 kg der det var pløyd ned grønnmasse av belgvekster. Avlingsøkningen var størst på feltene med størst grønnmasse, og avlingsøkningen var også større i forsøkene med sterk smitte av rot dreper. Ved å tilføre 20 kg kalksalpeter oppnådde en samme økning av kornavlingen som ved isåingsvekst og nedpløying av grønnmassen. En kunne ikke påvise at isåingsveksten hadde virkning på smittegraden av rot dreper. Bakteriesmittet sneglebelg ga noe større grønnmasse og noe større kornavling enn rødkløver i ettervirkningsåret. Ettervirkningen av isåing av belgvekst så i første rekke ut til å være en N-virkning.

Andre forgrødeforsøk

I tillegg til problemene med fotsjuka ble også kveke et tiltagende problem for mange i den ensidige korn dyrkingen. I en del forgrødeforsøk var en på jakt etter vekster som ikke var mottakelig for fotsjuka og som samtidig var gode i kampen mot kveke (Sogn & Ørud 1967, Wølner 1968). Oljevekstene raps og rybs og herbicidet TCA mot kveke var særlig aktuelle her, men poteter ble også prøvd. Disse forsøkene ble gjerne lagt til kvekebefengt jord. I en del av disse forsøkene fikk en store meravlinger, kanskje særlig fordi en fjernet konkurransen fra kveka. I disse forsøkene ble virkningen mot rot dreper mindre vektlagt.

Det er også utført en del relativt enkle forgrødeforsøk hvor en har målt ettervirkningen av åkerbønne og erter. I disse forsøkene har ertene og åkerbønnene gitt meravlinger på 8-10 % året etter i forhold til korn etter korn.

Ved å gruppere forsøksserier med mange felt og som har med både hvete, bygg og havre etter ulike forgrøder kan en også måle forgrødevirkningen av ulike vekster. En serie med nær 200 forsøk i perioden 1978 - 1989 med ulike arter og sorter av korn ble gruppert etter ulike forgrøder (Heen & Stabbetorp 1990). Hvete og bygg konkurrerte klart best på skifter med havre eller andre gode forgrøder. Bygg etter bygg syntes å være dårligere enn bygg etter hvete. Hvete etter hvete og hvete etter bygg kom dårlig ut avlingsmessig.

Nyere forgrødeforsøk

De senere årene er det utført flere forgrødeforsøk, det vil si kortvarige forsøk der en ser på ettervirkningen av ulike forgrøder. I de fleste av forsøkene er det hvete etter hvete som er brukt som målestokk, og effektene av forgrødene er kun målt i påfølgende år. Her gis en kort oppsummering av konklusjonene fra ulike forsøksserier, grundigere beskrivelse vil en finne i den refererte litteraturen (som også ligger på www.nibio.no).

Forsøk der en ser på effekten på behov for sjukdomsutvikling (angrep)

I en 5-årig forsøksserie (2010-2014) studerte en betydningen av havre, oljevekster og erter/åkerbønne som forgrøde generelt og betydning for behov for sjukdomsbekjempelse i hvete. I forsøkene ble halm/planterester fjernet etter høsting for å redusere effekten av næringstilførsel fra planterestene, som er også kjent for å bidra til forgrødeeffekten. Effekten av næring i rotsystemet, samt effekt på jordstruktur var imidlertid til stede. Forsøksarealene ble vårharvet, slik at det var sjukdomssmitte på halm i overflata. Det var relativt sterke angrep av sjukdommer i to av forsøksårene, likevel hadde valg av forgrøde større betydning for det økonomiske resultatet i hveten året etter enn de ulike strategiene for sjukdomsbekjempelse. I gjennomsnitt for feltene fant en at sjukdommene kom seinere der det var annet enn hvete etter hvete, men at den økonomisk optimale soppbekjempelsen var den samme uavhengig av forgrøde. En kunne imidlertid sette inn behandlingen seinere ved «gode forgrøder» og fikk

dermed beskyttelse lengre i slutten av sesongen, og bedre utnyttelse av soppbekjempelsen. Merverdien av «gode forgrøder» var størst i våte år med sterke sjukdomsangrep.

Havre, oljevekster og belgvekster ga en merverdi på 14 % i forhold til hvete etter hvete i gjennomsnitt for 5 felt i 4 år i gjennomsnitt for ulike soppbekjempingsstrategier. Merverdien skyldtes øking i avlingsstørrelse, kornstørrelse og proteininnhold. En kunne ikke påvise noen sikre forskjeller mellom de ulike forgrødene for annet enn proteininnhold i hveten året etter. Havre som forgrøde ga omtrent det samme proteininnhold som i hvete etter hvete, mens oljevekster, erter og åkerbønne som forgrøde ga noe høyere proteininnhold i hvete påfølgende år (Abrahamsen 2015, Abrahamsen *et al.* 2016).

Forsøk der en primært ser på effekt av næringstilgang

I to andre forsøksserier i perioden 2013 -2017 ble planterestene etter forgrødene igjen på jorden, og hveten i det etterfølgende året ble behandlet mot sjukdommer slik feltverten gjorde på jordene rundt forsøksfeltet. Resultatene fra disse to forsøksseriene var dermed noe mer likt det en finner i praksis, og mye av forgrødeeffekten en finner skyldes effekt på næringstilgang. I den ene forsøksserien ble flere forgrøder sammenlignet i samme forsøk. I den andre serien ble en forgrøde sammenlignet med hvete etter hvete. I den siste serien kunne en ikke sammenligne de ulike forgrødene, siden de ikke lå på samme sted. Forsøksseriene viste en liten og ikke sikker meravling på 3 % etter havre, og tilsvarende også for erter. Oljevekstene ga en meravling på 9 %, og åkerbønne 14 %. For erter, oljevekster og åkerbønne fikk en i tillegg en øking i proteininnholdet i hveten året etter på 0,1 - 0,3 prosentenheter. I gjennomsnitt for de «gode» forgrødene oppnådde en noe høyere hektolitervekt (Abrahamsen 2017).

Omløpsforsøk

Omløpsforsøk er et skritt nærmere det som skjer i det praktiske landbruket enn forgrødeforsøkene, men også for disse må en lage noen avgrensinger i forhold til forsøksspørsmålene som tas opp for at det forsøkene skal være gjennomførbare. I artikkelen refereres resultater fra noen ulike undersøkelser, det er imidlertid ingen komplett gjennomgang av forsøkene som er utført.

I 1953 ble det anlagt et stort og langvarig omløpsforsøk ved daværende Institutt for jordkultur på Ås og i 1963 et noe lignende forsøk på Øsaker i Østfold (Uhlen 1963, Stabbetorp 1972). Det ble også anlagt 10 lokale omløpsforsøk på Sør-Østlandet i perioden 1967-69 (Uhlen 1974). Alle disse forsøkene hadde ledd med ensidig korndyrking, men det ble lagt vekt på å måle virkningen av eng med ulik varighet. I tillegg var det også med potet, oljevekster og belgvekster for å måle ettervirkningen av disse. Forsøkene hadde også forskjellig N-trinn fra svak til relativt sterk N-gjødsling. Ettervirkningen av de ulike vekstene ble målt i forhold til avlingene i et ensidig kornomløp med 3 år bygg og ett år havre.

I omløpsforsøket på Ås var avlingene av korn etter eng 5 - 17 % større enn avlingene i ensidige kornomløp. Den positive ettervirkningen av eng avtok med avstanden fra engperioden. Poteter ga en tydelig positiv forgrødeeffekt på kornavlingene første året etter potet, men i 2.-5. år var det ingen effekt. I dette forsøket ble ettervirkningen av eng målt i perioden 1992 - 2006 (Bleken 2017). Første året etter eng var kornavlingene 10 % høyere enn avlingene i et ensidig kornomløp. Meravlingene var omtrent like store i bygg, hvete og havre, og det skulle tilsi at fotsjuka ikke utgjorde noe problem lenger.

I forsøket på Øsaker ga bygg etter bygg omtrent samme avling som bygg etter havre, og det tyder på at fotsjuka ikke spilte noen stor rolle i dette forsøket. Det var heller ikke registrert noe synlige angrep. Forsøket på Øsaker hadde med et ledd hvor en målte virkningen av isåing av tidligkløver i bygg, åkerbønne og erter i ulike tidsrom. Virkningen av tidligkløver samsvarer bra med resultatene i serien med forgrødeforsøk med kløver/sneglebelg. Det var en liten nedgang i avlingene i isåingsåret og relativt stor avlingsøkning (7 %) første året etter isåingen. Også 2. og 3. året etter kløverisåingen var det en liten positiv ettervirkning, særlig ved svak N-gjødsling. Mesteparten av ettervirkningen etter isåing av tidligkløver var en nitrogeneffekt.

Kornavlingene etter 1-årig kløvereng lå hele 120 kg over avlingene ved ensidig korn (over 30 %) ved svak gjødsling. Ved sterkere gjødsling ble meravlingene halvert. Andre året etter kløverenga hadde en fortsatt noe større avlinger enn i det ensidige kornomløpet ved svak gjødsling. Ved sterk gjødsling var avlingene på samme nivå som i kornomløpet. I de lokale omløpsforsøkene ga også 1-årig kløvereng bra

ettervirkning, spesielt i bygg, men ikke på samme nivå som i forsøket på Øsaker. Også her hadde en positiv ettervirkning andre året etter 1-årig eng ved svakeste gjødsling, men ikke ved sterk N-gjødsling. Det var en god del legde i de lokale forsøkene, og det kan ha påvirket resultatene.

I en periode målte en ettervirkningen av åkerbønne på Øsaker. Den var meget stor (25 %) og på høyde med ettervirkningen av 1-årig kløvereng. Største delen så også her ut til å være en N-effekt, men kraftig rot og lettnekbrytbar plantemasse har sikkert også betydning. Virkningen var kortvarig. Åkerbønnene ble byttet ut med erter etter en tid. Erter ga også god ettervirkning, men noe mindre enn åkerbønne.

Oljevekster i omløpet har gitt noe varierende resultater. I forsøket på Øsaker der det ikke var problem med kveke eller fotsjukdommer, var avlingsøkningen året etter oljevekstene bare på 10 - 20 kg korn pr. dekar. Andre og tredje året etter oljevekstene var det ikke meravlinger. I de lokale forsøkene på Østlandet ga imidlertid oljevekstene store meravlinger i 3 forsøk. I ett av forsøkene ble ikke rapsen moden og hele avlinga ble pløyd ned, og denne grønngjødslingen bidro til det positive resultatet av oljevekstene. Første året etter potet ga relativt store meravlinger (over 10 %) i omløpsforsøkene, men ettervirkningen var kortvarig når det ikke var fotsjuka eller kveke med i bildet. Hvis en fjerner kveke og sanerte sjukdomssmitte i potetåret, ble ettervirkningen av potet som tidligere nevnt, langt større første året og en fikk en mer langvarig effekt.

I omløpsforsøket på Øsaker målte en også virkningen av brakk og høstvetete som forgrøde. Etter brakk ble det sådd høstvetete. Høstveteteavlingene etter brakk lå hele 120 kg korn pr. dekar over høstvetete etter bygg. Høstvetete etter 2-årig timoteieng ga ca. 60 kg korn pr. dekar i meravling (15 %). Årene etter høstvetete lå kornavlingene 10 - 20 kg under kornomløpene med bare vårkorn.

Forsøket på Øsaker ga store meravlinger etter eng. Etter 1-årig kløvereng lå avlingene over 100 kg over avlingene i det ensidige kornomløpet ved minste N-mengde, og på det halve ved midlere N-gjødsling. Det var også en svak positiv ettervirkning 2 år etter kløvereng, men det er mye som tyder på at den positive effekten av 1-årig kløvereng i første rekke var en N-virkning. Den 2-årige timoteienga ga stor og mer varig ettervirkning. Ved svak og midlere gjøds-

ling målte en positiv virkning både 3 og 4 år etter enga. Størst og mest varig virkning fikk en etter 3-årig eng. Avlingsøkningen det første året etter 3-årig eng var på 30 %. Andre og tredje året etter den 3-årige enga målte en tydelige meravlinger ved alle gjødseltrinnene. I de lokale omløpsforsøkene fikk en også meget god ettervirkning etter engårene men ikke så store meravlinger som på Øsaker. Det var en del legde i disse forsøkene og vesentlig mer legde etter eng og det har nok påvirket resultatene. Eng i alle disse forsøkene var eng til høyslått og en etterslått. Høstinga foregikk som regel i tørre perioder med lett høsteststyr.

I et omløpsforsøk på Voll i Midt-Norge ble et ensidig kornomløp med bygg og havre sammenlignet med omløp hvor en tok inn potet i stedet for havre og et omløp med potet og 2-årig eng (Brun 1975). Her ga det ensidige kornomløpet vesentlig dårligere avling enn de andre omløpene. Dette skyldtes i første svært mye kveke i omløpet med bare korn. Det var også vesentlig mindre angrep av stråknækker i omløpet med eng.

Decline - tilbakegang

Ofte har en det forholdet at hvis en dyrker samme vekst i år etter år på samme felt så kan det oppstå sterke sjukdomsangrep etter kort tid hvis forholdene for skadeorganismene er gunstige. På lang sikt kan disse angrepene avta til et minimum (Stabbetorp 1981). Dette kan ha sin årsak i flere faktorer. En kan ha en gradvis opphopning av antagonist som undertrykker sjukdommen. Bakgrunnen for antagonismen kan være og er vel oftest flere, direkte konkurranse om næringsstoffer, parasittisme eller antibiose. Ved parasittisme lever en organisme på eller i en annen organisme. Antibiose er skade som en organisme påfører en eller flere andre organismer ved produksjon av stoffer som hemmer veksten. Et annet forhold som kan virke inn på lang sikt, er foredling. I korn prøves det kontinuerlig nye sorter, og de med størst avling og best egenskaper godkjennes. En årsak til forbedringene kan være en gradvis forbedring av motstandsevnen mot sjukdommer.

Oppsummering

Når det gjelder fotsjukdommene er det tydelig at en har hatt en tilbakegang. Det var store problemer med særlig rot Dreper men også stråknækker i bygg og hvete i 1950 - 60-årene. Nå hører en sjelden om angrep i bygg av disse sjukdommene og angrepene i

hvete er langt mer sporadiske. I omløpsforsøkene har eng vært den klart beste veksten til å heve avlingene ved ensidig korndyrking. Første året etter eng har en i alle forsøk hatt en stor avlingsøkning i forhold til korn etter korn, og virkningen av flerårig eng varer i flere år. I tillegg til å sanere sjukdommer er det sikkert den positive virkningen på jordstrukturen som er årsaken.

Oljevekster, erter, åkerbønne og potet har også vært gode forgrøder i et relativt ensidig kornomløp og har ofte gitt meravlinger rundt 10 %, men her har en som oftest bare positiv virkning det første året etter vekselveksten. Åkerbønnene ser ut til å være en bedre forgrøde enn erter. I tillegg til sanering av sjukdomssmitte så samler disse belgvekstene nitrogen og plantematerialet er lett nedbrytbart.

2. Vekstskifte i praksis

For å se på om en finner igjen effektene av forgrøde/vekstskifte som en finner i forsøk i avlingsstatistikken fra norske korndyrkere, har en innhentet data fra SSB for årene 2006 - 2016, det vil si 11 år. Mens man i forsøk holder mange faktorer konstante og dermed lettere kan påvise effekten av det en tester ut, er det mange ting som påvirker avlingene i praksis. Ved å se på data fra avlingsstatistikk, kan blant annet naturgitte forutsetninger ha stor innflytelse på resultatet. Noe av det kan reduseres ved at det er mange driftsenheter i de ulike gruppene. Men i et stort geografisk område kan ulike driftsformer dominere i forskjellige regioner med ulike forutsetninger. Direkte sammenligninger kan derfor være vanskelige, det er svært mange ting som virker inn på de avlingene en oppnår i praksis, slik som jordart, hellingsretning, driftsstørrelse, skiftestørrelse og antall skifter, leiejord, grøftetilstand, maskinstørrelser, maskinleie, vanningsmuligheter, m.m. (Hoel *et al.* 2013). Den økonomiske betydningen av produksjonene for korndyrkeren vil også ha betydning på de prioriteringer som gjøres. Avlingsstatistikken viser en sum av disse forholdene, men ikke hva hver enkelt faktor bidrar med. I denne artikkelen har en valgt å se på statistikk for området Østfold, Vestfold og Akershus. Mulighetene for allsidige vekstskifter er stor i området, og de klimatiske betingelsene varierer ikke for mye. Samtidig er området stort nok til at det blir tilstrekkelig antall driftsenheter i de fleste gruppene. De tre fylkene har tilsammen i underkant av 50 % av det norske korn- olje- og belgvekstareale.

Utvalget av driftsenheter i undersøkelsen

Kriterier for grupper av driftsformer

Dataene en ser på i denne artikkelen omhandler produsenter som har drevet hele perioden (2006-2016). Det innebærer at arealene på gårder som ikke blir med fordi de ikke drives som egen driftsenhet gjennom hele perioden, kan være med i slutten av perioden som en del av en annen driftsenhet. Dataene omfatter avling og arealer av ulike produksjoner i gjennomsnitt eller sum for de 11 årene. For å kunne si noe om virkning av ulike driftsformer har en satt opp noen grupper, der en prøver å ha så «reine» driftsformer som mulig. En har derfor satt som betingelse at de vekstene en velger i gruppene skal utgjøre minst 80 % av arealet på driftsenheten. Det kan med andre ord være innslag av dyr, grønnsaker m.m. men av lite omfang. De gruppene en har valgt å se på er:

1. Bygg
2. Bygg og hvete
3. Bygg, hvete og havre
4. Korn + oljevekster
5. Korn + erter/åkerbønne
6. Korn + >50 daa med potet etter grønnsaker
7. Korn og eng + storfe - ikke andre dyr
8. Korn + gris/fjørfe

For gruppe 1 og 2 må de valgte vekstene være dyrket minst 8 av 11 år, for de øvrige gruppene minst 3 av 11 år. Rekkefølgen på seleksjonen var satt til 8,7,6,5,4,3,1 og 2. Det vil si at for eksempel en driftsenhet som har dyrket erter/belgvekster i 3 av de 11 årene, havner i gruppe 5, selv om det f.eks. hadde vært oljevekster i 4 år. Dette fordi gruppe 5 ble selektert før gruppe 4. Driftsenhetene kan ikke inngå i to grupper. Gruppe 1 ble selektert før gruppe 2, for ellers ville alle brukene med bygg havnet i gruppe 2.

Mange driftsenheter faller utenfor gruppene fordi de f.eks. har grønnsaker, men på mindre enn 50 daa. De kan ha flere dyreslag, ha gras til andre dyr enn storfe m.m. De gruppene som er med i undersøkelsen omfatter 73 % av kornarealet i de tre fylkene, det vil si ca. 35 % av Norges kornareal. For enkelte av gruppene er andelen høyere i forhold til landets produksjon, f.eks. for produksjon av olje- og belgvekster, mens den er lavere for kombinasjonen av storfe og korndyrking.

Forskjeller mellom gruppene

I slike sammenligninger vil ikke de ulike gruppene være ensartet for alle forhold, likeså vil antallet driftsenheter i gruppene være forskjellig. Det er flere grunner til produsentenes valgte driftsmåter, og disse kan helt klart ha betydning for resultatene en finner. I de følgende figurene er en del data om driftsstørrelse og driftsomfang i gjennomsnitt for gruppene. Alle figurer viser gjennomsnitt for 11 år.

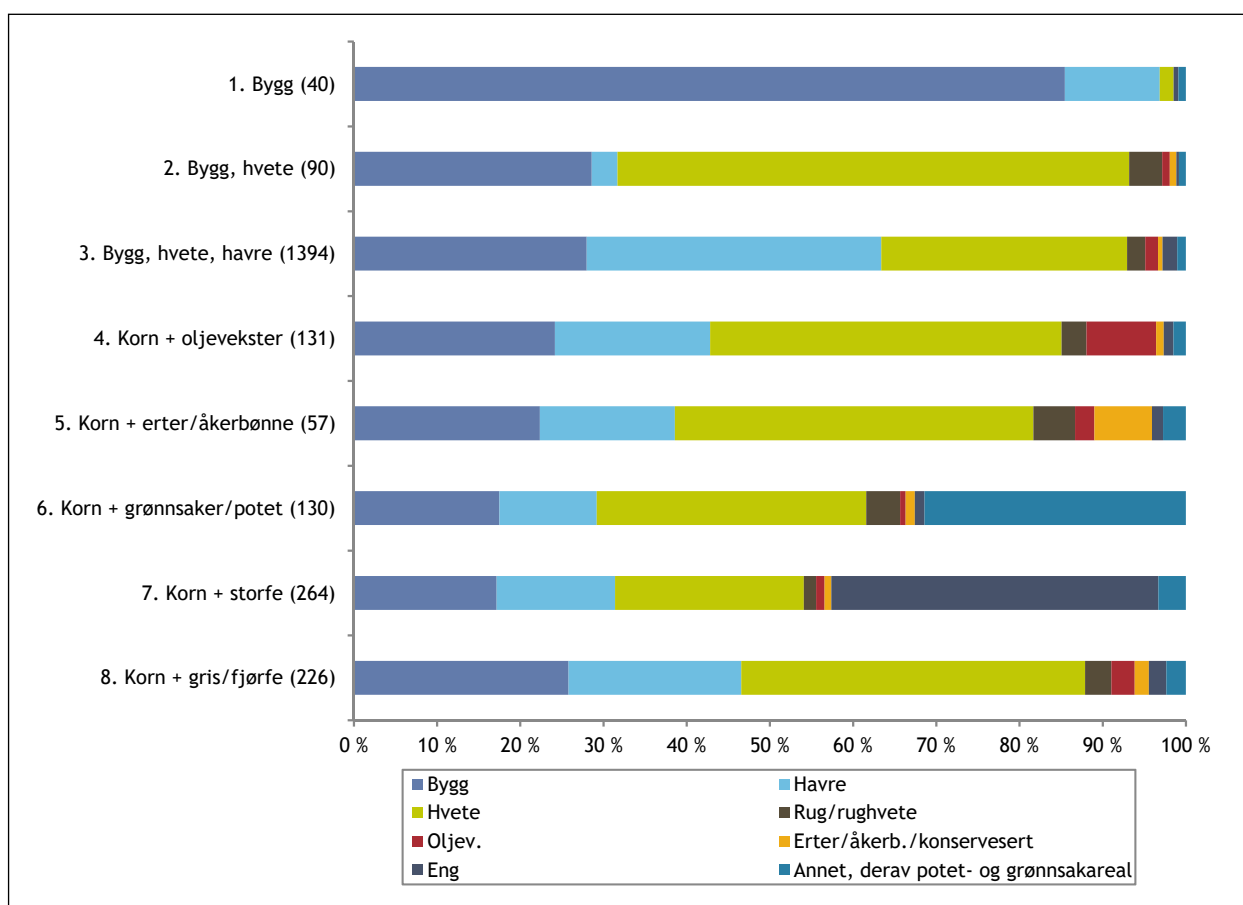
I figur 1 er antall driftsenheter i de ulike gruppene vist i parentes, videre viser de liggende søylene prosentvis fordeling av vekster på det totale jordbruksarealet i de ulike gruppene. Vårhvete og høsthvete er slått sammen til hvete, fordi en stor andel av produsentene har hatt både vår- og høsthvete i løpet av 11-årsperioden. En ser av figuren at det i dette området er relativt få produsenter som bare dyrker bygg. Videre viser figur 2 at disse driftsenhetene i gjennomsnitt er små. Gruppen som omfatter flest produsenter er gruppe 3 der de dyrker bygg, havre og hvete. Enheter i denne gruppen har i

gjennomsnitt 300 dekar jordbruksareal, og til sammen driver de over halvparten av kornarealet i undersøkelsen (figur 3).

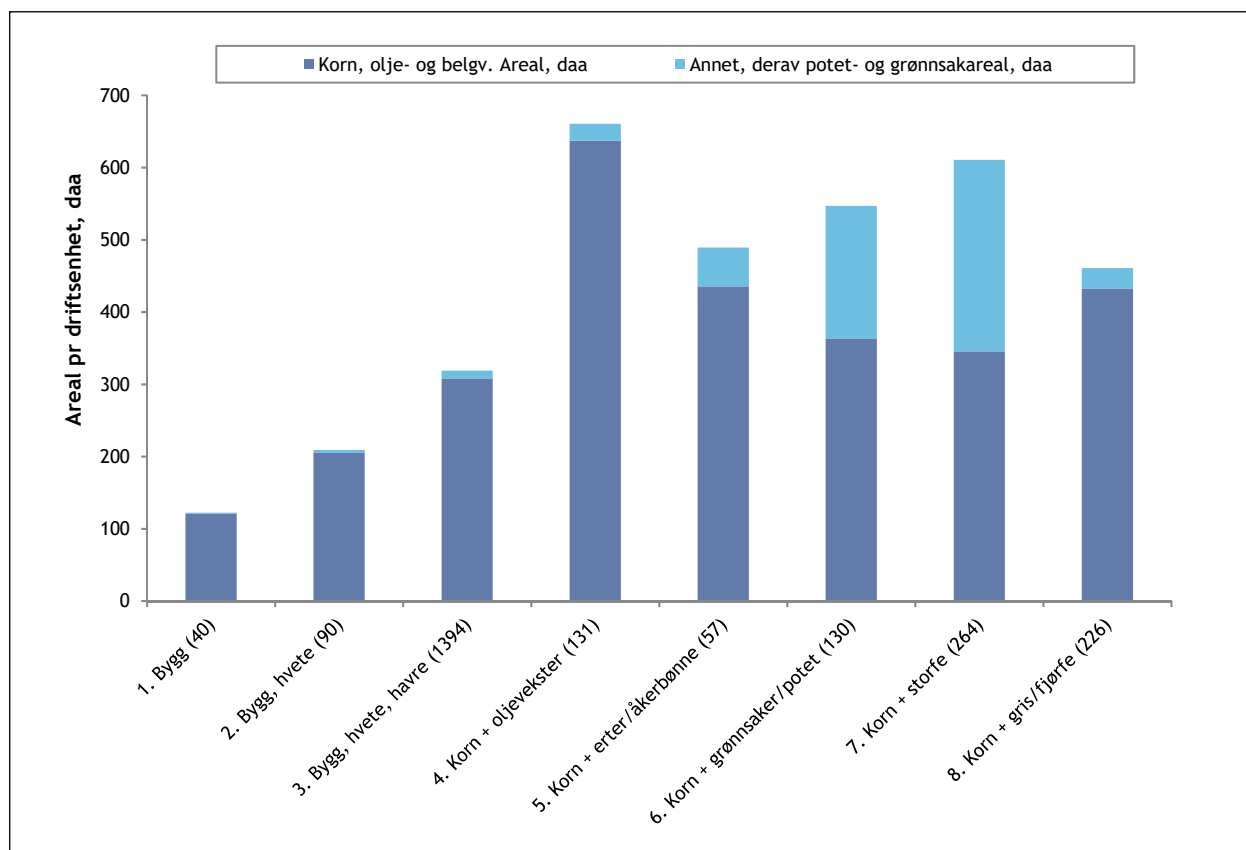
Gruppe 4, som dyrker korn og oljevekster har i gjennomsnitt for driftsenhetene og alle år 9 % oljevekster i omløpet. Driftsenheter i denne gruppen har i gjennomsnitt størst areal (figur 2). Gruppe 5, som har erter eller åkerbønne i omløpet i tillegg til korn, har i gjennomsnitt 5 % belgvekster. I tillegg har de 3 % oljevekster. For disse to gruppene utgjør hvete ca. 50 % av arealet for kornartene.

Gruppe 6 som produserer grønnsaker eller potet i tillegg til korn, har i gjennomsnitt grønnsaker eller potet på rundt 30 % av arealet på driftsenheten. Denne gruppen har også hvete på omtrent halvparten av kornarealet.

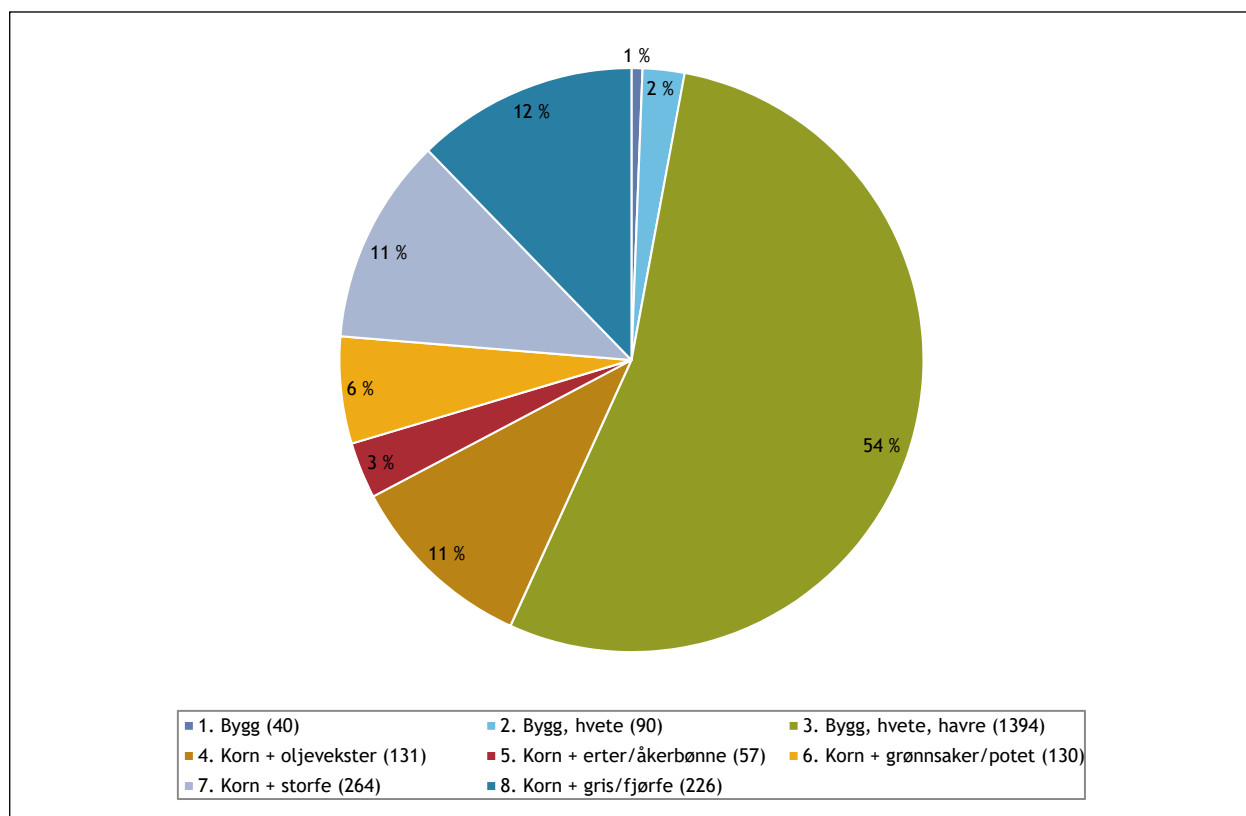
Gruppe 7 og 8 driver med husdyr i tillegg til korn- dyrking, og har dermed husdyrgjødsel. Gruppe 7 med storfe, har i gjennomsnitt 40 % av arealet i eng.



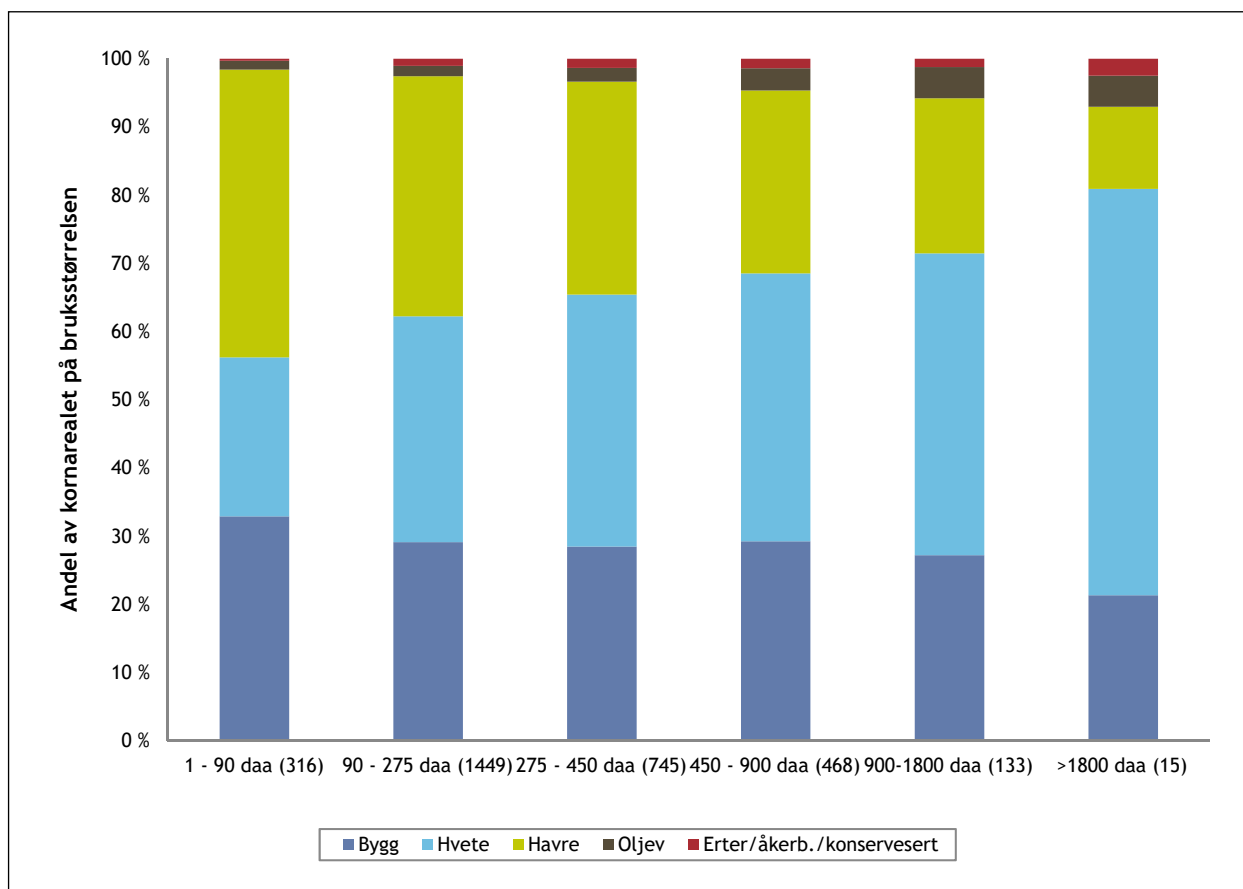
Figur 1. Prosentvis fordeling av ulike vekster på det totale arealet av korn, olje- og proteinvekster i de ulike gruppene for Østfold, Vestfold og Akershus mellom 2006 og 2016. Antall produsenter i de ulike gruppene står i parentes. Kilde: SSB.



Figur 2. Gjennomsnittlig bruksstørrelse i de ulike gruppene, samt andel korn, olje- og belgvekster (i sum) i de ulike gruppene for Østfold, Vestfold og Akershus mellom 2006 og 2016. Kilde: SSB.



Figur 3. Andel av kornarealet fordelt på de ulike gruppene for Østfold, Vestfold og Akershus mellom 2006 og 2016. Kilde: SSB.

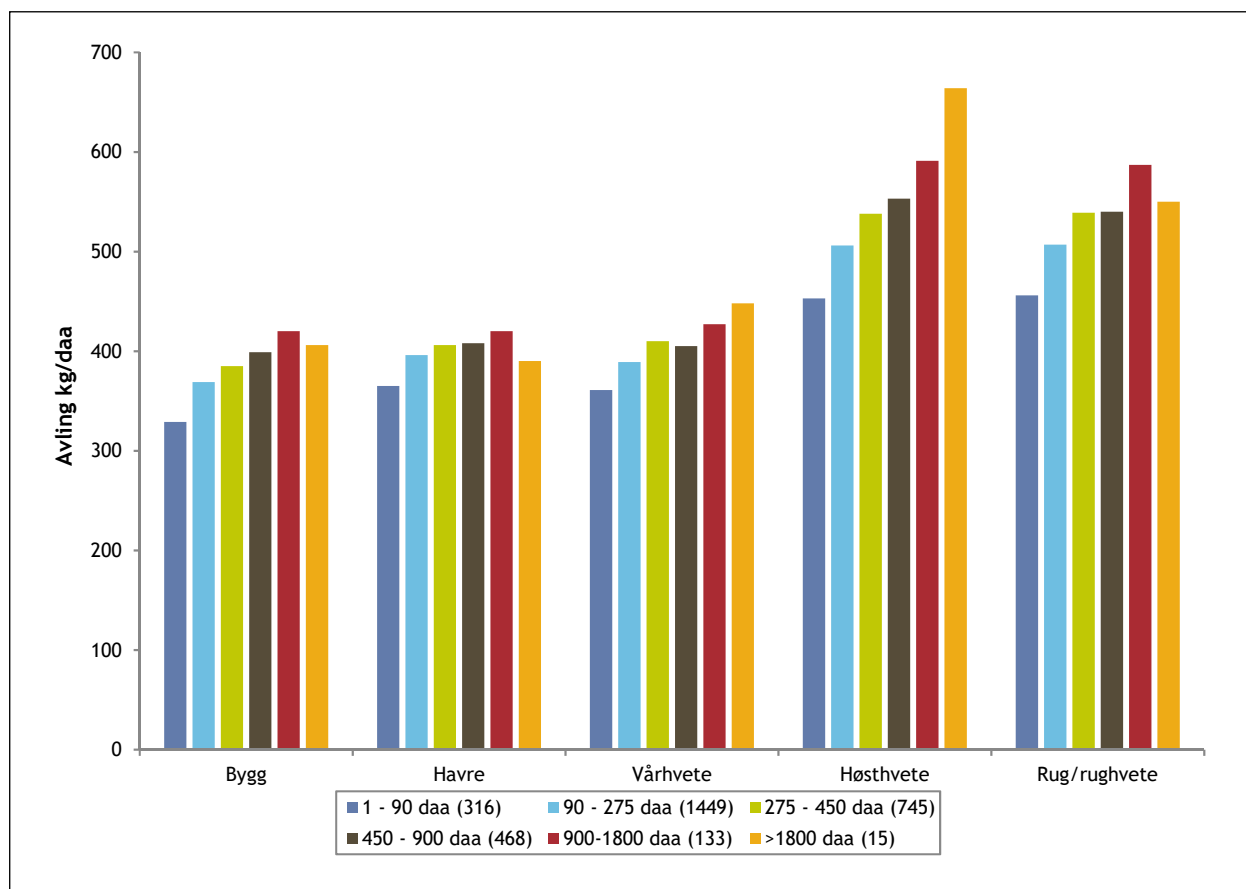


Figur 4. Andel av kornarealet med ulike arter, fordelt etter bruksstørrelse mellom 2006 og 2016. Antall driftsenheter i gruppene står i parentes. Kilde: SSB.

Denne gruppen har lavest andel hvete i omløpet (utenom gruppe 1 som primært dyrker bygg). Gruppe 8 har husdyrproduksjoner som er basert på kraftfôr, og har dermed ikke behov for gras. Hveteandelen utgjør i gjennomsnitt 45 % av kornartene, i tillegg dyrkes det en del oljvekster og belgvekster i denne gruppen.

Figur 4 og 5 viser noen forskjeller på hvilke arter som dyrkes og gjennomsnittlige avlinger i forhold til driftsstørrelse i gjennomsnitt for gruppe 1 - 8. Figur 4 viser andelen av kornartene i gjennomsnitt for ulike bruksstørrelser. En ser at det ikke er så veldig stor forskjell i andelen bygg som dyrkes, men en liten tendens at andelen er større på de minste brukene. For de andre artene er forskjellene store. Andelen av havre avtar betydelig med økende driftsstørrelse. Andelen hvete øker betydelig med driftsstørrelsen. Andelen av oljvekster og erter/åkerbønner er lav for alle bruksstørrelser, men er økende med økende driftsstørrelse.

Figur 5 viser de avlinger som er oppnådd av kornartene i gjennomsnitt for de 11 årene og i gjennomsnitt for gruppe 1 - 8, fordelt etter størrelsen på driftsenheten. Figuren viser at en har oppnådd noe økende avling for de ulike kornartene med økende bruksstørrelse i gjennomsnitt. For de største driftsenhetene er ikke tallene så entydige, men det er også veldig få enheter i denne gruppen. Det er andre ting enn bare driftsstørrelse som ligger bak disse tallene, f.eks. vil skiftstørrelse kunne ha stor betydning da andel vendeteig, der en forventer lavere avlinger, avtar med økende størrelse. Likeså viser figur 4 at vekstskiftet varierer med størrelsen på driftsenheten, og det har også betydning for avlinger. For de minste enhetene betyr det økonomiske resultatet av korndyrkingen, som er en bi-inntekt, ofte mindre for den totale økonomien til korndyrkeren, og fokus på avlingsøkende tiltak kan derfor også være mindre. Teknisk utstyr, muligheter til å gjøre ting til rett tid har helt klart også betydning.



Figur 5. Kornavling i kg/daa i gjennomsnitt for 11 år for alle driftsenhetene i undersøkelsen, etter størrelse på driftsenheten. Antall driftsenheter i gruppene står i parentes. Kilde: SSB.

Avlinger i ulike grupper

I figur 5 er avling i kg/daa for de ulike kornartene satt opp for ulike bruksstørrelser i undersøkelsen, uavhengig av vekster i omløpet. Figuren viser stort sett økende avling ved økende bruksstørrelse, størst økingen for høstsådde vekster. Driftsenhetene i gruppene med de ulike vekstskiftene er ikke like store i gjennomsnitt (figur 2). Dette kan ha en betyd-

ning når en tolker avlingsresultatene for gruppene i undersøkelsen. Dette gjelder spesielt gruppe 1 og 2 der driftsenhetene har betydelig mindre kornareal i gjennomsnitt enn gruppe 3.

I tabell 1 er avlinger og relative avlinger vist for de ulike gruppene i undersøkelsen. Avlingene av kornartene i gruppe 3 er satt til 100, da gruppe 3 omfatter

Tabell 1. Avlinger/relative avlinger ved ulike vekstfølger for området Østfold, Vestfold og Akershus i gjennomsnitt for perioden 2006-2016

	Bygg	Havre	Vårhvete	Høsthvete	Rug/rughvete	Gj.snitt korn
1. Bygg	96	-	-	-	-	-
2. Bygg og hvete	96	-	97	92	-	-
3. Bygg, havre, hvete	386 (=100)	408 (=100)	393 (=100)	527 (=100)	517 (=100)	417 (=100)
4. Korn + oljevekster	111	107	106	117	109	110
5. Korn + erter/åkerbønne	106	100	113	110	110	108
6. Korn + potet/grønnsak	101	95	111	112	109	104
7. Korn + storfe	95	95	99	98	103	98
8. Korn + gris/fjørfe	109	103	107	109	110	108

flest produsenter, og utgjør noe over halvparten av kornarealet i undersøkelsen (figur 3). For de andre gruppene er da avling satt som relativ avling i forhold til gruppe 3 i tabellen.

Tallene tyder på at havre i omløpet har hatt en liten positiv effekt for avlingene (gruppe 3 i forhold til 1 og 2). Hovedeffekten av havre som forgrøde i forsøkene har vært den sjukdomssanerende effekten. Den er spesielt viktig dersom en får angrep av fotsjueorganismene. For de andre sjukdommene vil det først og fremst ha en økonomisk betydning for korn dyrkeren i sparte kostnader til bekjempelse. Sparte kostnader finner en ikke igjen i avlingsstatistikk.

Av tabellen ser en at gruppe 4, med oljevekster i omløpet i tillegg til kornartene i gjennomsnitt har 10 % større avling enn gruppe 3. Tabellen viser videre at meravlingene i gjennomsnitt for korn er på omtrent samme nivå også for gruppe 5 med erter/åkerbønner og noen oljevekster i omløpet, og i tillegg en del oljevekster. En tredje gruppe, gruppe 8, som i tillegg til kornartene har tilgang på husdyrgjødsel har gjennomsnittlig høyere avlingsnivå enn gruppe 3 med omtrent samme produksjonsomfang men uten husdyrgjødsel. Ser en nøyere på kornartene, ser en at meravlingen er størst for høstkornartene, og for vårhvete. Meravlingene er noe lavere for bygg, og spesielt for havre.

Bygg og havre har noe mindre behov for nitrogen enn hvete, det kan være en del av forklaringen. Avlingene av de ulike kornartene i de ulike gruppene i denne undersøkelsen er i gjennomsnitt for perioden 2006-2016, og er dermed et uttrykk for betydningen av hele vekstskiftet. De ulike artene vil normalt inngå på ulike plasser i omløpet, og dette har betydning for resultatene. Vanligvis vil en dyrke vårhvete etter «gode forgrøder, det vil si oljevekster, erter, åkerbønner, men også havre, grønnsaker og poteter. Havre kommer oftest på en «dårligere plass i omløpet». Når det er mulig, vil en også så høstkorn etter så gode forgrøder som mulig. Høstkornet har enda bedre mulighet til å utnytte effektene av næring fra planterester om høsten og tidlig vår enn vårkorn, men i en del tilfeller rekker en ikke å høste de beste forgrødene før høstkornet skal såes.

Gruppe 6 der kornproduksjonen kombineres med grønnsaker eller potet, har også gitt gode meravlinger i høstkorn og vårhvete, men lite i bygg og havre. Avlingsstatistikk gir ingen forklaring på hvorfor det er slik, men også her er det logisk å tenke at en velger

hvete etter gode forgrøder. Ellers dyrkes en stor del av grønnsakene, og også en del av potetene i disse fylkene på relativt lett jord. Dersom det blir tørt utpå sommeren, vil evt. vanning bli prioritert i grønnsaker og potet. For de seine grønnsakene og potetene vil innhøsting under vanskelige forhold seint på høsten gi pakkingskader i korn påfølgende sesong.

I eldre vekstskifteforsøk har eng i kornomløpet gitt gode meravlinger. Dette finner en ikke igjen i avlingstallene for gruppe 7. I gjennomsnitt for gruppen er det 40 % eng i omløpet. Igjen kan ikke avlingsstatistikken forklare hvorfor en ikke registrerer avlingsøkninger i et omløp som både sanerer sjukdommer, tilfører husdyrgjødsel og gir mye organisk materiale i planterester. En årsak til manglende meravlinger i forhold til det en fant i eldre forsøk, kan være at en i praksis bruker mye tunge maskiner i engdyrkinga. Et annet forhold kan være at husdyrholdet og høsting av gras er arbeidskrevende i en periode da også kornet trenger oppfølging. Da vil både interesse og økonomi sannsynligvis gå i favør av arbeid med husdyrproduksjonen. Noe av kornet dyrkes også med gjenlegg, noe som normalt også vil gi noe lavere avlinger.

Oppsummering

I avlingsstatistikken for regionen Østfold, Vestfold og Akershus i gjennomsnitt perioden 2006 - 2016, finner en meravlinger hos driftsenheter med et allsidig vekstskifte på nivå med det en har funnet i forgrødeforsøk. De største meravlingene har en fått i høstkorn og vårhvete, og mindre i bygg og havre. Dette skyldes nok av hvete i større grad kommer på en gunstig plass i omløpet. Også i praksis ser en at oljevekster, erter og åkerbønne i omløpet har gitt en positiv effekt på avlingene. For grønnsaker/potet finner en meravlinger i driftsenhetenes vårhvete og høstkornproduksjon, men ikke i bygg og havre. Driftsenheter med gris/fjørfe har gitt meravlinger i alle kornarter i forhold til avlinger på bruk med ensidig dyrking av bygg, hvete og havre. I motsetning til det forsøkene har vist, viser imidlertid ikke avlingsstatistikken meravlinger ved å ha eng i omløpet.

Avlingsstatistikken viser at andelen av olje- og belgvekster i omløpet øker med økende driftsstørrelse, likeså at kornavlingene i gjennomsnitt også øker med størrelsen på driftsenheten.

Videre arbeid med vekstskifte-spørsmål

I de refererte arbeidene har det vært lagt stor vekt på sjukdomssanering og bedret næringstilgang ved ulike vekstskifter. Det gjenstår fortsatt en del spørsmål i forhold til hvordan de ulike vekstene påvirker jordegenskaper som jordstruktur, aggregatstabilitet og jordtetthet. Det vil også være viktig fremover å forstå og minske årsakene som fører til at gårdbrukere ikke driver et allsidig vekstskifte. Nødvendig fokus på klimatilpassing, jordstruktur og karbonlagring fører til at en blant annet bør arbeide videre med å inkludere effekter av jordforbedrende vekster i ulike vekstskifter. Hensikten for jordforbedrende vekster er blant annet å minske risikoen for erosjon, øke tilførsel av organisk materiale og forbedre jordstrukturen. I et omløpsperspektiv vil de også kunne påvirke næringstilgang, smittepress, ugrassituasjon og høstbarhet av åkervekstene. Videre forskning bør belyse hvilke vekster som passer sammen i et omløp, for å sikre gode avlinger og kvalitet av åkervekstene.

Vi vil rette en takk til Geir Inge Gundersen i SSB for gode diskusjoner og tilrettelegging av data.

Referanser

Abrahamsen, U. 2015. Forgrødens betydning for avling og kvalitet i vårhvete. Bioforsk Fokus 1 (9). Jord- og Plante-kultur 2015: 106-117.

Abrahamsen, U. & Brodal, G. 2016. Virkning av ulike forgrøder på neste års avling av hvete. NIBIO BOK 3 (1) Jord- og Plante-kultur 2017: 88-95.

Abrahamsen, U. 2018. Forgrødevirkning av havre, oljevekster, erter og åkerbønne. NIBIO BOK 4 (1) Jord- og Plante-kultur 2018: 118-122.

Bleken, M.A. 2017. Økt kornavling gjennom økt innhold av organisk materiale i jorda og omløp med eng. NIBIO Rapport, Vol. 3, nr. 87, s. 29-36.

Brun, L. 1975. Omløpsforsøk 1957-1972. Forskn. og forsøk i landbr. 26. s.167-184.

Hansen, L.R. og Aastveit, K. 1959. Forgrødeforsøk på fotsykesmittet jord. Forskn. og forsøk i landbr. 10, 1959, s. 89-126.

Hansen, L.R. 1968. Forsøk med isåing av belgvekster i korn på rotdrepermittet jord. Forskn. og forsøk i landbr. 19, s.135-149.

Heen, A. og Stabbetorp, H. 1990. Lønnsomhet ved dyrking av ulike kornarter. Virkning av ulike jordarter, forgrøder og distrikter. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket. Jord- og plantekultur på Østlandet nr. 2, s.107-125.

Hoel, B., Abrahamsen, U., Strand, E., Åssveen, M. & Stabbetorp, H. Tiltak for å bedre avlingsutviklingen i norsk kornproduksjon. Bioforsk Rapport 8 (14) 2013. 95 s.

Stabbetorp, H. 1972. Resultater fra omløpsforsøk på Øsaker 1963-1971. Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste. Informasjonsmøte jordbruk, s. 105-108.

Stabbetorp, H. 1981. Vekstskifteproblem i korndyrkinga. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket. Jord- og plantekultur på Østlandet nr. 2, s. 16-29.

Sogn, L. og Ørud, I. 1967. Hva viser omløpsforsøkene. Norsk Landbruk Nr. 8 og 10.

Uhlen, G. 1963. Noen virkninger av ulike vekstomløp. Forskn. og forsøk i landbr. 14, s. 421-442.

Uhlen, G. 1974. Omløpsforsøk. Resultater fra 10 lokale forsøk på Sør-Østlandet. Plantedyrkingsmøte.

Wølner, K. 1968. Grønngjødslings- og brakkforsøk. Forskn. og forsøk i landbr. 19, s. 449-463.