

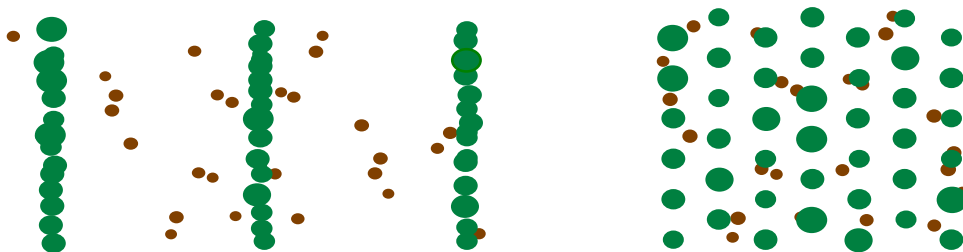
## Ændring af dyrkningspraksis kan reducere behovet for ukrudtsbekæmpelse i korn

Fordelingen og antal af planter i marken kan have betydning for planternes vækst. Nye forsøg har vist, at en høj afgrødetæthed og en mere regelmæssig fordeling af afgrøden resulterer i en reduktion af ukrudtsbiomassen i forhold til traditionel rækkeåning i korn. Dette gør sig gældende både ved konventionel og ved økologisk dyrkning. Hvis målet er at nedsætte herbicidforbruget, er der således perspektiver i en ændret dyrkningspraksis. Ved konventionel dyrkning blev der i forsøgene opnået det økonomisk bedste resultat ved reduceret rækkeafstand, standard afgrødetæthed og uden herbicider. Ved økologisk dyrkning blev det økonomisk bedste resultat opnået ved reduceret rækkeafstand, høj afgrødetæthed og ingen ukrudtsharvning.

### Baggrund og formål

En øget forståelse af konkurrencen mellem afgrødeplanter og ukrudt, peger på nye muligheder inden for ukrudtsbekæmpelse i korn. En dyrkningsstrategi, der er baseret på øget afgrødetæthed og en mere regelmæssig fordeling af afgrøden i marken, vil kunne reducere anvendelsen af ukrudtssmidler (herbicider). I stedet for kemisk eller mekanisk bekæmpelse kan vi styre konkurrencen mellem afgrøde og ukrudt. En forøgelse af afgrødetætheden kombineret med et mere regelmæssigt afgrødemønster (figur 1) resulterer i en bedre undertrykkelse af ukrudtet i forhold til normal rækkeåning. En ulempe er højere omkostninger til såsæd og evt. investering i nye såmaskiner.

Et centralt mål for teknologi i planteavl er at forbedre planternes vækst ved at forbedre udnyttelsen af ressourcer. Planter konkurrerer typisk om lys, vand og næringsstoffer. Figur 1 viser to forskellige afgrødemønstre: Et traditionelt rækkemønster og et regelmæssigt mønster. I rækkemønstret er afstanden mellem planterne lille inden for rækken og stor mellem rækkerne. I det regelmæssige mønster er afstanden mellem de enkelte afgrødeplanter den samme i alle retninger. For rækkeåede afgrøder som f.eks. korn, kan den uens fordeling af afgrøden medføre, at afgrødens vækst kan blive begrænset, især når der forekommer ukrudt. Denne begrænsning består i, at (i) næringsstoffer og vand ikke er lige tilgængelige for alle afgrødeplanter, (ii) afgrødeplanterne inden for rækken begynder at konkurrere indbyrdes tidligere end i et regelmæssigt mønster og (iii) evnen til at undertrykke ukrudtet mellem rækkerne begrænses af den større rækkeafstand. Lige efter fremspiring er afgrødeplanter oftest større end nyligt fremspiret ukrudt. Denne størrelsesmæssige konkurrencefordel øges både når afgrøden sås i et mere regelmæssigt mønster og når afgrødetætheden forøges.



Figur 1. Afgrøde sået i alm. rækkemønster (venstre) og regelmæssigt mønster (højre). Grønne symboler repræsenterer afgrødeplanter og brune symboler repræsenterer ukrudtsplanter.

Spørgsmålet er så, om et fuldstændig regelmæssigt mønster er nødvendigt for at opnå en tilfredsstillende ukrudtsundertrykkende effekt eller om en mellemting mellem række- og regelmæssigt mønster måske er tilstrækkelig? Og hvad med økonomien?

## Undersøgelsen

Med støtte fra Miljøstyrelsen blev der i 2007 startet et treårigt forskningsprojekt med fokus på afgrødemønstre og tæthed "Biologisk ukrudtsbekæmpelse i kornafgrøder med forbedret rumlig uniformitet og høj afgrødetæthed" med henblik på at undersøge:

- 1) Effekten af forskellige afgrødemønstre og afgrødetætheder på undertrykkelsen af ukrudt
- 2) Rumlige analyser af forskellige afgrødemønstre
- 3) Driftsøkonomiske analyser af forskellige dyrkningssystemer

Projektet er udført som et samarbejde mellem Institut for Jordbrug og Økologi og Fødevareøkonomisk Institut ved Københavns Universitet, KU-LIFE. Fra Institut for Jordbrug og Økologi deltog Jacob Weiner (projektleder), Hans-Werner Griepentrog (lektor) og Jannie Olsen (post.doc). Fra Fødevareøkonomisk Institut deltog Søren Marcus Pedersen (seniorforsker) og Jens Erik Ørum (seniorrådgiver).

## Hovedkonklusioner

Resultater fra forsøg, der blev udført i mindre målestok viste, at når udsædsmængden blev forøget, så resulterede det i et fald i den producerede mængde ukrudt (biomasse). I to ud af tre forsøgsår var det meget tørt. I de tørre år var effekten af afgrødemønstret ikke så tydelige som under normale vejrforhold.

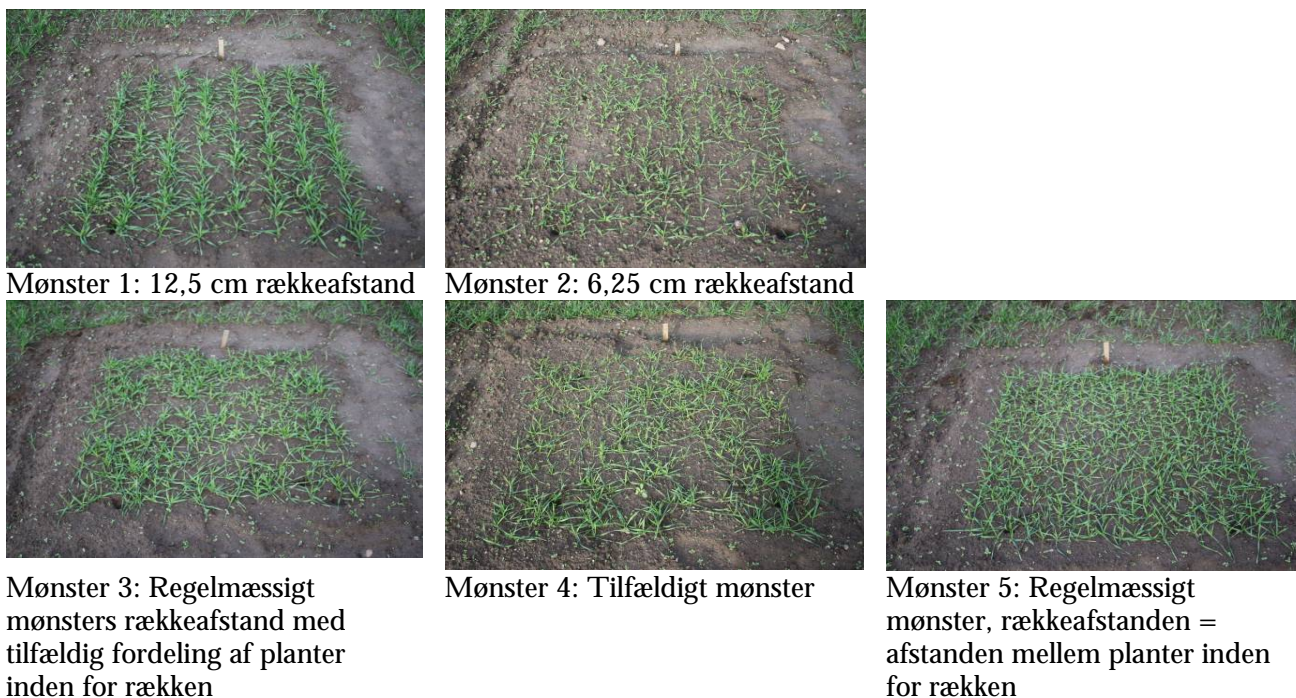
Driftsøkonomiske analyser af 2 års forsøg i vårhvede viste, at dyrkningsteknik, udsædsmængde og afgrødemønstre har stor økonomisk betydning. Forsøgene blev udført i både økologisk og konventionel dyrket vårhvede. Resultaterne viste for både økologisk og konventionel dyrkning, at det vil være økonomisk optimalt at reducere rækkeafstanden fra de normale 12,5 cm til 4-6 cm. Ved økologisk dyrkning kan mekanisk ukrudtsbekæmpelse med fordel udelades, hvis der anvendes en høj udsædsmængde. For konventionel dyrkning vil der overleve langt mere ukrudt, hvis den kemiske ukrudtsbekæmpelse ophører - uanset udsædsmængde og rækkeafstand. En øget udsædsmængde og reduceret rækkeafstand kan derfor ikke overflødig gøre herbiciderne i konventionel dyrkning af vårhvede under de nuværende omstændigheder. Det skal dog bemærkes, at analyserne er udført på resultater fra to tørre år, hvor der var en varierende effekt af mønstre på ukrudtsbiomassen.

Generelt viser resultaterne, at især høj afgrødetæthed, men også øget regelmæssighed i afgrødemønstret kan bidrage væsentligt til bekæmpelse af ukrudt. Der er ikke tale om en bestemt tæthed eller regelmæssighed i afgrødemønstret, men en kontinuert effekt, der kan udnyttes i den grad man vil med hensyn til økonomi og miljøkrav - f. eks for at nedsætte herbicidforbruget.

## Projektresultater

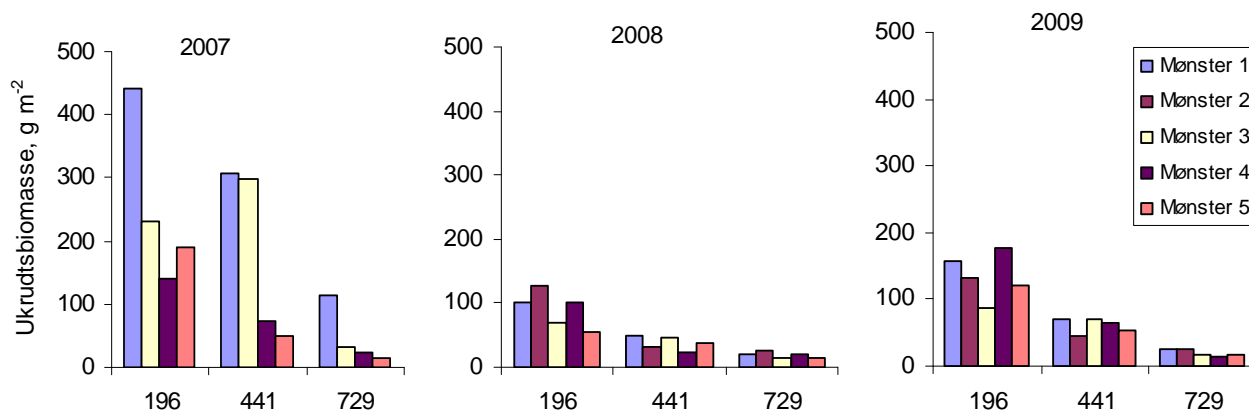
### ***Betydning af afgrødemønstre og afgrødetæthed på ukrudtsbiomassen***

Effekten af 3 afgrødetætheder (196, 441 og 721 planter  $m^{-2}$ ) og 5 afgrødemønstre på ukrudtsbiomassen blev undersøgt i forsøg i lille skala (1 x 1 m parceller) gennem tre år i vårhvede. De fem afgrødemønstre spændte fra et almindeligt mønster med 12,5 cm rækkeafstand til et helt regelmæssigt mønster (figur 2).



Figur 2. Fem afgrødemønstre ved 441 planter  $m^{-2}$  (foto's fra efteråret 2008).

Figur 3 viser den producerede ukrudtsbiomasse i de tre år.



Figur 3. Ukrudtsbiomasse (tørvægt af ukrudt) i vårhvede i 2007 (4 afgrødemønstre), 2008 og 2009 (5 afgrødemønstre) og 3 afgrødetætheder (196, 441 og 721 planter  $m^{-2}$ ). Mønstrene er ordnet efter stigende grad af regelmæssighed i afgrødemønstret. Mønstrene er nærmere forklaret i figur 2.

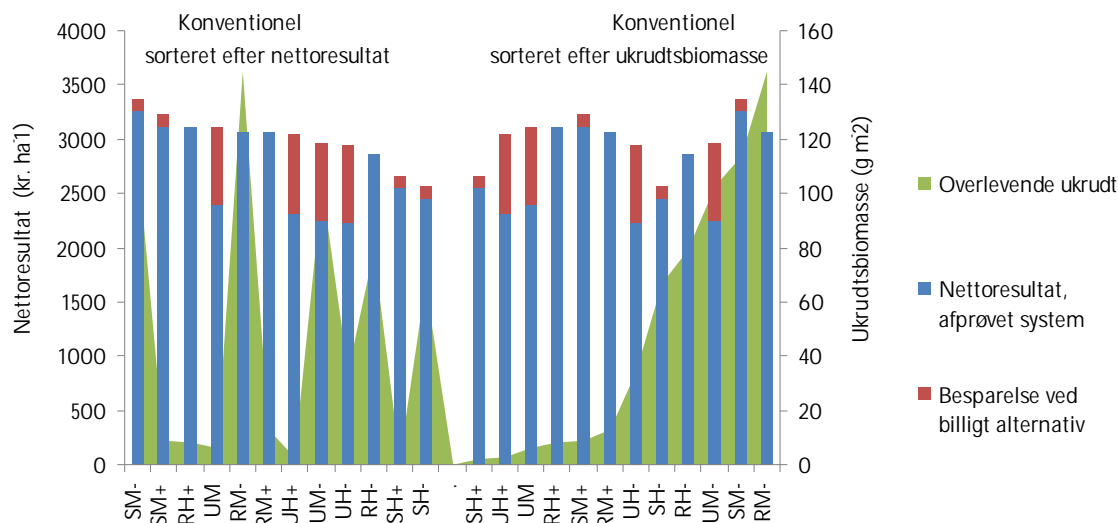
Forsøgene viste, at en forøgelse af afgrødetætheden havde en negativ effekt på ukrudtsbiomassen og en positiv effekt på afgrødebiomassen. 2008 og 2009 var to forholdsvis tørre og varme år, og planterne var mere tørkestressede. Konkurrence om lys formodes at være "størrelses-asymmetrisk". Det betyder, at når en stor og en lille plante konkurrerer om lys, så kan den store plante udnytte en uforholdsmæssig større mængde lys end den lille plante (i forhold til deres størrelse). Konkurrence om vand og næringsstoffer derimod formodes at være symmetrisk. At konkurrencen er symmetrisk betyder, at planterne kan udnytte

ressourcerne set i forhold til deres størrelse. Når der er mangel på vand, bliver konkurrencen formentlig mere symmetrisk (underjordisk konkurrence). Dette kan være en forklaring på, at effekten af mønster bliver mindre tydelig under tørke. Ukrudtsbiomassen var lavere i 2008 og 2009 end i 2007 (figur 3). En anden forklaring på, hvorfor der ikke ses den store effekt af afgrødemønstrene i 2008 og 2009 kunne være, at der simpelt hen ikke var ret meget ukrudt i de to år.

### Driftsøkonomiske analyser af forskellige dyrkningssystemer

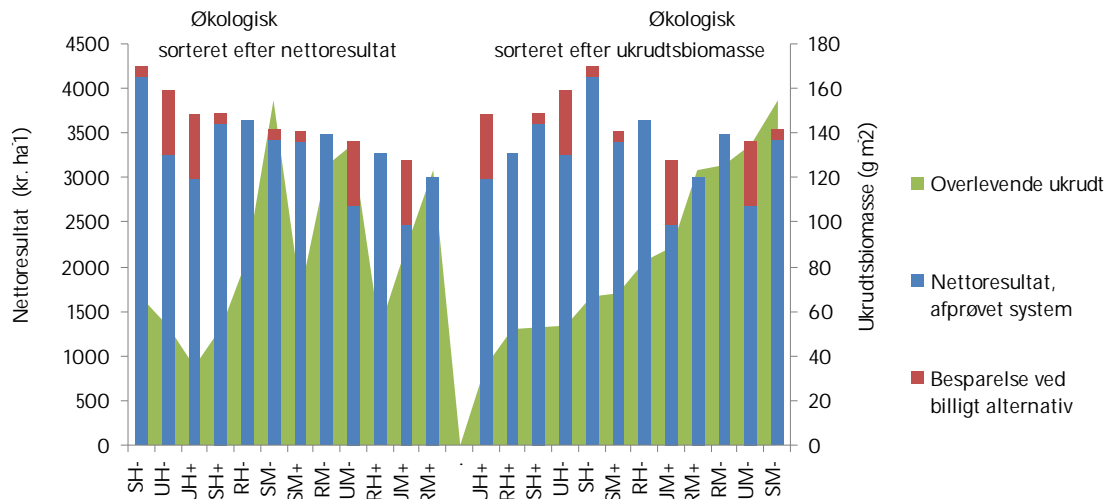
De økonomiske analyser er gennemført for flere forskellige dyrkningssystemer i vårsæd, hvor tre af systemerne svarer til dem, der har været anvendt i markforsøg (to afgrødetætheder og tre mønstre, se figur 4 og 5). Præcisionssåning, som er nødvendigt for at kunne så i et regelmæssigt mønster, er op til dobbelt så dyr (omkostninger i kr. per ha) i forhold til de øvrige systemer. Præcisionssåning og systemet med 4 cm rækkeafstand er blevet sammenlignet med nogle billigere alternative dyrkningssystemer. Figur 4 og 5 viser nettoresultat og ukrudtsbiomasse for den konventionelle (figur 4) og økologiske (figur 5) lokalitet i 2008 og 2009 (gns. af to år). Nettoresultatet er beregnet som: Produktionsværdien minus Variable og Faste omkostninger, hvor produktionsværdien er udbytte gange pris. Variable omkostninger er såsæd, ukrudtsharvning, herbicider og sprøjtning og faste omkostninger er såbedsharve og såmaskiner.

Dyrkningsteknik, udsædsmængde og afgrødemønster har stor indflydelse - både på økonomi og på den producerede ukrudtsbiomasse (figur 4 og 5).



Figur 4. Nettoresultat i kr. per ha (venstre side) og ukrudtsbiomasse i  $g\ m^{-2}$  (højre side) for de afprøvede systemer og mønstre i konventionel dyrket vårhvede (gns af 2008 og 2009). Til venstre er mønstrene sorteret efter faldende nettoresultat (kr. per ha), i højre side efter stigende ukrudtsbiomasse ( $g\ m^{-2}$ ). Blå søjler er nettoresultat for de afprøvede systemer og røde søjler er besparelsen ved at anvende de billigere alternative systemer. S=4 cm rækkeafstand; R=12,5 cm rækkeafstand; U=regelmæssigt (uniformt) mønster; M = 356 planter  $m^{-2}$ ; H = 721 planter  $m^{-2}$ ; +/- = med og uden herbicidbehandling/harvning. Billigt alternativ er billigere alternative systemer til henholdsvis 4 cm rækkeafstand og regelmæssigt mønster (6 cm rækkeafstand i stedet for 4 cm og bredsåning (frøene bliver lagt i jorden i 8 cm brede bånd) i stedet for regelmæssigt mønster).

For det konventionelle system (figur 4) har løsningerne med normal udsædsmængde (356 planter m<sup>-2</sup>) udsået på 4-6 cm rækkeafstand (SM+ og SM-) været de mest lønsomme. Med disse løsninger var der tilsyneladende ikke betaling for den kemiske ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtsbekæmpelse reducerede nettoresultatet med ca. 150 kr. per ha (fra 3.378 til 3.229 kr. per ha). Til gengæld resulterede det i en væsentlig bedre bekæmpelse af ukrudtet (fra 114 til 9 g m<sup>-2</sup>).



Figur 5. Nettoresultat i kr. per ha (venstre side) og ukrudtsbiomasse i g m<sup>-2</sup> (højre side) for de afprøvede systemer og mønstre i økologisk dyrket vårhvede (gns af 2008 og 2009). Yderligere forklaring til figur 5, se figur 4.

For det økologiske system (figur 5), har løsningerne med høj udsædsmængde (721 planter m<sup>-2</sup>) givet det højeste nettoresultat og den bedste ukrudtsundertrykkelse. 4-6 cm rækkeafstand har givet det bedste nettoresultat (4.245 kr. per ha). Ved høj tæthed var mekanisk ukrudtsbekæmpelse nærmest overflødig, da ukrudtsbiomassen ikke blev reduceret væsentligt ved behandlingen. Ved normal tæthed kunne mekanisk bekæmpelse - i kombination med 6 cm rækkeafstand eller regelmæssigt mønster - sikre en rimelig, men dyr bekæmpelse af ukrudtet. Ved normal dyrkningspraksis med 356 planter m<sup>-2</sup> og 12,5 cm rækkeafstand (RM+) havde mekanisk ukrudtsbekæmpelse stort set ingen effekt på ukrudtsbiomassen.

Samlet set har projektet vist, at en mere målrettet fokusering på afgrødemønstre og afgrødetæthed kan have betydning for udbytte, ukrudtstryk og i sidste ende landmandens økonomi.