

Påvirkninger af ukrudt og sygdom på udbyttet af økologiske sortsblandinger

The effects on yield of organically grown variety mixtures by weed and disease



4. semester, forår 2004, NAT-BAS, RUC
Gruppe 3, Hus 13.2

Janne Rendtorff
Høgni Holm

Vejledere:
Henning Schroll
og
Hanne Østergaard (Risø)

Abstrakt (Dansk)

Gennem litteraturstudie og analyse af data fra FØJO-projektet BAR-OF har vi undersøgt, om man ud fra kendskab til de indgående sorters konkurrence- og resistensegenskaber kan forudsige, at udbyttet af en sortsblanding er lig eller større end det gennemsnitlige udbytte af de indgående sorter dyrket som monokulturer.

Det viste sig, at konkurrenceparametrene strållængde og bladareal kan bruges til at forudsige ukrudtsdækningen for de fleste sorters tilfælde, når der ikke er andre forhold, såsom sygdom, der påvirker ukrudtsdækningen samtidig. Endvidere har vi vist, at der er sammenhæng mellem ukrudtsdækningen og udbyttet og med lidt større usikkerhed også mellem sygdomsdækningen og udbyttet. Da der imidlertid er andre betydelige forhold såsom sorterens genetik, der påvirker udbyttet, mener vi ikke, at vi kan konkludere, at man kan forudsige sorters udbytte udelukkende ud fra ukrudts- og sygdomsdækningen og uden at inddrage disses effekt på hinanden. Endvidere har vi vist, at der ikke er en klar sammenhæng mellem det, vi har defineret som gode konkurrenceegenskaber, og højt udbytte.

Samlet set betyder dette, at man ikke udelukkende ud fra kendskab til de indgående sorters konkurrence- og resistensegenskaber vil kunne forudsige at udbyttet for sortsblandinger er lig eller større end det for gennemsnittet af de indgående sorter. Kendskab til ukrudts- og sygdomsdækningen i gennemsnittet af de indgående sorter giver en mere sikker indikation af udbyttet.

Endelig mener vi ikke, at en undersøgelse af forholdene i 6 forskellige blandinger er nok til, at vores konklusion vil gøre sig gældende for alle andre blandinger også.

Abstract (English)

Through a literary study and analysis of data from DARCOF's scientific project BAR-OF we have studied whether it is possible to predict a yield in variety mixtures of spring barley that is equal to or higher than that of the varieties that form the mixture grown separately based on knowledge of their competition- and resistance abilities.

The study showed that the competition abilities, straw length and leaf area can be utilized to predict the weed coverage for most of the varieties, if there are no other factors like disease coverage that effect the weed coverage at the same time. Furthermore we have showed that there is a link between weed coverage and yield, and disease coverage and yield, but the latter is less certain. There are other relations that affect the yield of a mixture, F.X. genetics of the varieties, and therefore do we conclude that it is not possible to predict the yield of the varieties only based on the weed and disease coverage, without looking into the effect, which these two relations have on each other. Furthermore we have shown that there is not a clear link between, what we have defined as good competition abilities and high yield.

All in all this means that it is not possible only based on the knowledge of the competition- and resistance abilities of the varieties, to predict that the yield of variety mixtures is higher or lower than the average yield of the varieties that form the mixture grown separately. The knowledge of the average weed and disease coverage of the varieties that form the mixture grown separately give a more certain indication of the yield.

In conclusion we do not think that a study of the relations in 6 variety mixtures of spring barley is enough to conclude that these relations are the same for other variety mixtures of spring barley.

1 Forord

Vi vil gerne takke vores vejledere for deres gode vejledning og kommentarer, de har været til stor hjælp under udformningen af projektet. Særligt vil vi takke Hanne Østergaard for hendes stadige udholdenhed i at besvare vores spørgsmål.

BAR-OF¹-forsøgets resultater, har givet os inspiration til mange mulige projekter, og vi håber, at det vil også gøre det for fremtidens studerende, der søger viden omkring sorter og sortsblandinger af vårbyg. Vores RISØ-vejleder har været meget hjælpsom med at vejlede og inspirere os til at yde vort bedste og vi håber på et langt og udbytterigt samarbejde mellem RUC og RISØ i fremtiden.

¹ **BAR**ley varieties for **O**rganic **F**arming

1	Forord	1
2	Indledning.....	3
2.1	Problemfelt.....	3
2.2	Problemformulering	4
2.3	Projektafgrænsning	4
2.4	Målgruppe	4
3	Metode.....	6
3.1	Diskussion af metoder.....	8
3.1.1	Sygdomsdækning	8
3.1.2	Konkurrenceparametre og ukrudtsdækning	8
3.1.3	Forsøgsdesign.....	8
3.1.4	Opsamlende diskussion	9
4	Vårbyg.....	10
5	Ukrudtsdækning	11
5.1	Konkurrenceegenskaber.....	11
5.1.1	Interaktioner mellem planter	11
5.1.2	Parametre for konkurrenceevnen	11
5.2	Hypotese.....	13
5.3	Analyse.....	14
5.4	Diskussion.....	17
6	Udbytte.....	20
6.1	Stresspåvirkninger.....	20
6.2	Hypotese.....	20
6.3	Analyse.....	21
6.4	Diskussion.....	25
7	Sortsblandinger.....	27
7.1	Egenskaber ved sortsblandinger	27
7.1.1	Konkurrenceegenskaber og ukrudtsdækning i sortsblandinger	27
7.1.2	Sygdom i sortsblandinger.....	28
7.2	Hypotese.....	30
7.3	Analyse.....	30
7.4	Diskussion.....	33
8	Konklusion.....	35
9	Perspektivering	36
10	Referenceliste	37
11	Bilag 1: Rådata (www.planteinfo.dk)	39
12	Bilag 2: Markdesign af Flakkebjerg.....	45

2 Indledning

Et af lovkravene til det økologiske jordbrug er, at der ikke må anvendes pesticider (Eriksen *et al.* 2003). Dermed udsættes afgrøderne potentielt for flere og mere intense stresspåvirkninger, hvilket er med til at mindske udbyttet. Det drejer sig bl.a. om stresspåvirkning i forbindelse med konkurrence med ukrudt og sygdomsangreb.

De potentielt øgede stresspåvirkninger i økologisk landbrug nødvendiggør en alternativ dyrkningspraksis fra den konventionelle. De nuværende metoder indbefatter bl.a. mekanisk ukrudtsbekæmpelse, brug af blandingsafgrøder og en tilrettelæggelse af sædskiftet, der hæmmer ukrudt, plantesygdomme og skadedyr. Desuden mindskes den negative effekt af stresspåvirkningerne præventivt ved gennem jordforbedring og -pleje at sikre sunde og konkurrence- og modstandsdygtige planter, samt ved at forbedre mulighederne for en høj biodiversitet i og omkring markerne, hvorved naturlig bekæmpelse finder sted. (Østergaard 1986)

Yderligere kan den negative effekt af stresspåvirkningerne mindskes ved at anvende sortsblandinger, hvor man dyrker flere forskellige sorter af samme art i en blanding. Fordelen ved dette er, at sorterne har forskellige konkurrence- og resistensegenskaber, hvilket gør, at de har forskellig tolerance for stresspåvirkningerne. Når man dyrker sortsblandinger frem for monokulturer, tilfører man derfor sin afgrøde flere egenskaber, der kan modvirke den negative effekt af stresspåvirkningerne, end en afgrøde af en enkelt sort ville have haft. Dette kan være med til at nedsætte den negative effekt af stresspåvirkningen på udbyttet. (Wolfe 1985) Derudover øges stabiliteten af udbyttet, idet sandsynligheden for, at hele afgrøden tager skade pga. særlige forhold et år, mindskes. Dette skyldes, at de andre sorter i en sortsblending kan kompensere for det tabte udbytte af en sort, der er særligt udsat for stresspåvirkninger et år. Det er f.eks. aktuelt ved angreb af en sygdom, som en af sorterne ikke er resistent overfor. (Finckh *et al.* 2000)

I DDR i 1980'erne brugte landmænd sortsblandinger af vårbyg til at nedsætte sygdomspåvirkningen af Meldug. Sortsblandinger blev brugt, fordi landmændene ikke havde råd til at købe pesticider. Ved dyrkning af monokulturer var der en sygdomsdækning på 50%, men efter indførelse af sortsblandinger faldt sygdomsdækningen til 10% (Mundt 2002). Der er et lignende eksempel fra Kina, hvor der blev sået sortsblandinger af ris i spredte marker rundt i landet. Det viste sig snart, at sortsblandingerne klarede sig bedre overfor Rice Blast. Brugen af sortsblandinger medførte en gennemsnitlig nedsættelse af sygdomsdækningen af Rice Blast på 94% (Zhu *et al.* 2000). Det resulterede i mindre brug af fungicider, samtidig bliver markerarbejderne ikke udsat for sundhedsskadelige fungicider. Det samlede vækstareal af blandinger i Kina var i 2001 ca. 100.000 ha. (Wolfe 2000; Mundt 2002)

For at kunne sammensætte sortsblandinger, der bedst muligt kan modvirke et stressforårsaget fald i udbyttet, er det afgørende med kendskab til sorterens konkurrence- og resistens-egenskaber. Derudover er det vigtigt at have kendskab til, hvordan egenskaberne kommer til udtryk, når sorterne sammensættes til sortsblandinger, dvs. hvordan sorterne virker sammen.

I realiteten er der flere andre forhold såsom klima- og jordbundsforhold, der påvirker planternes evne til at modvirke de negative effekter af stress. Disse forhold varierer meget alt efter lokalitet. Derfor er det vigtigt at vide, om de egenskaber, man forsøger at forbedre ved at anvende sortsblandinger, også kommer til udtryk, når disse andre forhold medtages.

Der er lavet en del forsøg og undersøgelser af stresspåvirkninger i blandinger, men de har primært omhandlet sygdomspåvirkninger af udbyttet eller været undersøgelse af en bestemt sygdom og dens påvirkning af udbytte, plantevækst osv. (Mundt, 2002; Finckh *et al.* 1992).

Der er ikke lavet meget forskning i konkurrence mellem ukrudt og sortsblandinger eller konkurrence-egenskaberne i sortsblandinger (pers. comm. Hanne Østergaard). Der er dog forsket meget i konkurrence mellem planter, dvs. hvordan de reagerer på tilstedeværelsen af andre arter og konkurrence både over og under jorden (Rajcan *et al.* 2001; Olesen *et al.* 2004).

Vi ser det som en god mulighed for at undersøge vårbygssortsblandingers konkurrence med ukrudt og dens indflydelse på udbytte, vi mener det er vigtigt også at have indgående kendskab til forholdet mellem konkurrenceegenskaber og ukrudt, og ukrudt og udbytte i sortblandinger for at kunne optimere sammensætningen af sorter i forhold til udbytte. Derfor vil vi i dette projekt undersøge disse forhold med udgangspunkt i data fra BAR-OF-forsøget.

2.1 Problemfelt

Udbyttet af en sortsblending afhænger af de indgående sorters genetik og af bl.a. sygdoms- og ukrudtsforekomsten i sortsblandingerne. Til forskel fra sorterens genetik varierer sygdoms- og ukrudtsforekomsten fra år til år og mellem lokaliteter. Endvidere er sygdoms- og ukrudtsforekomst forhold, som umiddelbart kan påvirkes. Man kan sammensætte sortsblandinger ud fra, at de skal have gode konkurrence- og

resistensegenskaber og på den måde nedbringe påvirkningen af sygdoms- og ukrudtsforekomst. Derigennem kan man undgå en del af det tab i udbyttet, som stresspåvirkninger fra høj sygdoms- og ukrudtsforekomst medfører. Det forventes, at udbyttet for en sortsblending som minimum er lig udbyttet af de indgående sorter dyrket separat. Samspil mellem sorterne kan føre til, at der i sortsblandinger er mindre sygdom og ukrudt end i gennemsnittet af de indgående sorter dyrket som monokulturer (eller mere, hvis sorterne har negativ effekt på hinanden). Sortsblandinger, hvor man kan se, at der er mindre ukrudt og/eller sygdom end i gennemsnittet af de indgående sorter, burde også have et større udbytte end gennemsnittet af de indgående sorter. Dvs. man i teorien burde kunne sammensætte sortsblandinger ud fra kendskab til de indgående sorters konkurrence- og resistensegenskaber og dermed være sikret, at udbyttet af blandingerne er lig eller større end gennemsnittet af de indgående sorter. Imidlertid er der mange andre forhold end forekomst af sygdom og ukrudt, der påvirker udbyttet og vi stiller derfor spørgsmålstegn ved, om det er nok at se på disse to forhold.

2.2 Problemformulering

*Kan man ud fra kendskab til de indgående sorters konkurrence- og resistensegenskaber forudsige, at udbyttet af en sortsblending af vårbyg (*Hordeum vulgare*) er lig eller større end det gennemsnitlige udbytte af de indgående sorter dyrket som monokulturer?*

Som mål for sorterens konkurrenceegenskaber bruger vi strå længde, bladareal og procentvis ukrudtsdækning og som mål for resistensegenskaber bruger vi den samlede procentvise sygdoms-dækning af fire plantesygdomme.

Besvarelse af problemformuleringen kræver en undersøgelse af følgende 4 forhold:

- Forudsigeligheden af ukrudtsdækning ud fra sorters konkurrenceegenskaber
- Forudsigeligheden af sygdoms-dækning ud fra sorters resistensegenskaber
- Forudsigeligheden af udbytte ud fra ukrudts- og sygdoms-dækning
- Forudsigeligheden af ukrudt, sygdom og udbytte i en sortsblending ud fra ukrudt, sygdom og udbytte i gennemsnittet af de indgående sorter

2.3 Projektafgrænsning

Da brugen af sortsblandinger er særlig relevant i forbindelse med økologisk landbrug, vil vi fokusere på at besvare problemformuleringen i henhold til denne dyrkningsform.

De forsøgsresultater vi anvender til besvarelse af problemformuleringen stammer fra forsøg med vårbyg, og vi har derfor afgrænset os til kun at arbejde med vårbyg. Bruges betegnelsen byg i teksten, er det underforstået, at der er tale om vårbyg, hvis ikke andet er anført.

Ligeledes på grund af datamaterialet arbejder vi kun med 14 sorter og 6 blandinger à hver 3 af de 14 sorter. Disse er beskrevet i metodeafsnittet. Det samlede anvendte datamateriale er vist i bilag 1.

Andre undersøgelser (Finckh, 2000) har vist, at det er muligt at forudsige sygdoms-dækningen ud fra resistensegenskaberne. Da vi pga. den begrænsede tidsperiode, vi har haft til rådighed til udarbejdelsen af dette projekt, har valgt at fokusere på konkurrenceegenskaber og ukrudtsdækning, og forholdene omkring resistens og sygdom er undersøgt, vil vi undlade at undersøge forhold vedrørende forudsigeligheden af sygdoms-dækningen ud fra de indgående sorters resistensegenskaber.

Mht. ukrudt afgrænser vi os til kun at se på de ukrudtsarter, der er mest forekommende i de forsøgsmarker, hvorfra de data vi anvender kommer, eller som ofte forekommer på danske landbrugsarealer. Det drejer sig om: Ager-tidsel (*Cirsium arvense*), Blød Storkenæb (*Geranium molle*), Ager-stedmoderblomst (*Viola arvensis*), Vejpileurt (*Polygonum aviculare*), Snerle-pileurt (*Fallopia convolvulus*), Alm. Hanekro (*Galeopsis tetrahit*), Kamille (*Matricaria inodora*) og Mælde (*Atriplex prostrata*). Bemærk dog, at i de benyttede data for den procentvise ukrudtsdækning er alle forekommende ukrudtsarter medtaget dvs. også arter, som ikke er nævnt ovenfor.

Mht. den procentvise sygdoms-dækning anvender vi data for den totale sygdoms-dækning som følge af 4 forskellige arter svampeinfektioner: Meldug (*Blumeria graminis* f.sp. *Hordei*), Skoldplet (*Rhynchosporium secalis*), Bygrust (*Puccinia graminis*) og Bladplet (*Pyrenophora teres*).

2.4 Målgruppe

Vi mener, at dette projekt vil være interessant for landmænd, der overvejer at dyrke sortsblandinger, fordi det giver indblik i de biologiske principper, der ligger til grund for sortsblandingerne og de mulige fordele, der er ved at dyrke blandinger frem for monokulturer.

Desuden mener vi, at projektet vil være interessant for dem, der laver sortsblandinger, fordi vi beskæftiger os med nogle af de problemer, der er i det at udvikle sortsblandinger, som også i praksis udtrykker de konkurrence- og resistensegenskaber, man tilstræber.

Derfor vil vi skrive dette projekt med landbrugskonsulenter som målgruppe, da det er sådanne, der formidler resultater fra projekter som vores ud til disse folk.

3 Metode

Vores projekt er delt op i 3 hovedafsnit efter de tre forhold vi undersøger for at kunne besvare på vores problemformulering.

I det første hovedafsnit, Ukrudtsdækning, beskriver vi forskellige konkurrenceparametre, som kan tages i betragtning, når man skal afgøre en sorts konkurrenceevne. Vi opstiller gennem litteraturstudie og dataanalyse forventninger til konkurrenceevnen i de enkelte sorter og sortsblandinger. De opstillede forventninger sammenligner vi i analyseafsnit med data for ukrudtsforekomst og overensstemmelser og uoverensstemmelser diskuteres.

I det andet hovedafsnit, Udbytte, beskriver, analyserer og diskuterer vi sammenhængen mellem udbytte og stresspåvirkning af ukrudt og sygdom. Desuden gennemgår vi sammenhængen mellem udvalgte konkurrenceparametre og udbyttet.

I det tredje hovedafsnit, Sortsblandinger, gennemgår vi, hvordan sorter kan virke sammen, når de dyrkes i sortsblandinger. Vi analyserer og diskuterer konkurrenceegenskaber, ukrudts- og sygdomsdækning og udbytte i sortsblandingerne ud fra gennemsnittet af de indgående sorter.

Til besvarelse af vores problemformulering anvender vi data fra FØJO²-forskningsprojektet BAR-OF udført af Forskningscenter RISØ, Danmarks Jordbrugsforskning (DJF) og Landbohøjskolen (KVL). BAR-OF omhandler bl.a. konkurrence- og resistensegenskaber i vårbyg og sortsblandinger af vårbyg. De data vi anvender fra BAR-OF er:

- Strållængde
- Bladareal (LAI)
- Dato for spiring og skridning
- Procentvis ukrudtsdækning
- Procentvis sygdomsdækning
- Udbytte

Strållængde, bladareal samt dato for spiring og skridning bruger vi til at opstille forventninger til sorterens og sortsblandingerens konkurrenceevne. Dataene sammenholder vi med den faktiske forekomst af ukrudt i markerne udtrykt ved den procentvise ukrudtsdækning. Efterfølgende sammenligner vi strållængde, bladareal og ukrudts- og sygdomsdækning med udbyttet for efterfølgende at kunne vurdere, om der er sammenhæng mellem ukrudt, sygdom og udbyttet af en blanding og af gennemsnittet af de indgående sorter. Alle grafer og figurer, der forekommer i forbindelse med dataanalyse, har vi selv lavet ud fra rådata (se bilag 1), som vi har bearbejdet med databehandlings/regnearks-programmet Microsoft Excel.

De anvendte data kommer fra markforsøg på flere forskellige forsøgslokaliteter. Lokaliteterne omfatter økologiske og konventionelle forsøgsarealer ved Flakkebjerg, Jyndevad og Foulum samt konventionelle forsøgsarealer ved Borris, Holstebro, Roskilde, Karise, Jyderup og Tystofte. De økologiske marker er dyrket under økologiske forhold dvs. uden anvendelse af herbicider og fungicider. I de konventionelle forsøgsmarker er der anvendt herbicider men ikke fungicider.

Forsøgsmarkerne er opbygget ud fra et alfa-design, hvor hele markarealet er inddelt i 3 hovedområder (gentagelser) indenfor hvilke i alt 120 sorter og blandinger sås i hver sin parcel á 12-20 m². Dvs. hver sort har 1 parcel i hver af de 3 gentagelser. Placeringen af sorterne i de 120 parceller i hver gentagelse er tilfældig og forskellig. Der er desuden anlagt værn omkring forsøgsmarkerne og i evt. huller i designet. Værnet udgøres af en anden type afgrøde. Et eks. på designet er vist i bilag 2.

Der er ikke data for alle datatyper fra alle lokaliteterne (se tabel 1), hvilket gør, at der i nogle tilfælde ikke er mulighed for at inddrage alle data i analyse af sammenhæng mellem forskellige forhold på de enkelte lokaliteter.

² Forskningscenter for Økologisk Jordbrug

Økologisk	Sygdom	Strållængde	LAI	ukrudt	Udbytte	Spiringsdato	Skridningsdato
Jyndeved 2002	X	X			X	X	X
Jyndeved 2003	X	X		X	X	X	X
Flakkebjerg 2002	X	X		X	X	X	X
Flakkebjerg 2003				X			
Foulum 2002	X	X			X	X	X
Foulum 2003	X	X		X	X	X	X
Konventionelt							
Borris 2003		X	X				
Roskilde 2003		X					
Holstebro 2003		X	X				
Karise 2003		X	X				
Jyderup 2003		X	X				
Tystofte 2003		X	X				
Foulum 2002		X	X				
Foulum 2003		X					
Flakkebjerg 2002		X	X				
Flakkebjerg 2003		X					

Tabel 1: På tabellen ses, hvilke datatyper vi har anvendt fra de forskellige lokaliteter.

Sorterne og sortsblandingerne

I projektet arbejdes med data fra 6 sortsblandinger, som hver er sammensat af 3 sorter i forholdet 1:1:1. Blandingerne består af sorterne (sortsnummer angivet i parentes) (Østergaard, 2004):

- Blanding 1 (20187): Otira (17243), Landora (18818), Orthegea (17521)
- Blanding 2 (20188): Brazil (19462), Cicero (18161), Culma (17245)
- Blanding 3 (20189): Alabama (18091), Neruda (18958), Prestige (18880)
- Blanding 4 (20190): Orthegea, Brazil, Danuta (19459)
- Blanding 5 (20191): Fabel (19432), Harriot (19377), Sebastian (19435)
- Blanding 6 (20192): Cicero, Fabel, Punto (16426)

Det overordnede kriterium for sammensætning af sortsblandinger af vårbyg er: ”1) at blandingens forventede sygdoms-resistensniveau er på linie med de mest dyrkede sorter, 2) at komponenternes kerneudbytte er rimeligt samt 3) at plante højde henholdsvis 4) modningstidspunkt er nogenlunde ens for blandingens komponenter” (cit. Østergaard, 2004). Kombinationerne af sorterne i de 6 blandinger er lavet således, at der i hver blanding indgår både sorter med gode og mindre gode konkurrence- og resistensegenskaber. Blandingerne opfylder kriterierne mht. sygdomsresistens og modenhed, men ikke mht. højen.

I det følgende gennemgår vi de metoder der er brugt til at tilvejebringe de forskellige datatyper, vi anvender.

Mht. **strållængden** er der foretaget en repræsentativ måling pr. parcel i hver af de 3 gentagelser.

Bladarealet er bestemt ud fra LAI-målinger (LAI: leaf area index), hvor et udtryk for det samlede bladareal i forhold til jordareal bestemmes (enhed: m² bladareal pr. m² jordoverflade). Det sker ved, at måleren (LICOR-2000) registrerer UV-indstrålingen over og under planten. LAI-målingerne foretages i vårbyggens blomstringsstadiet (vækststadiet 65 jf. figur 1). Der foretages 3 målinger pr. parcel i 1. gentagelse. Målingerne foretages kun i konventionelt dyrkede afgrøder, da det er det totale bladareal i et område, der måles på. Dvs. at det for at få en ren prøve er nødvendigt at foretage målingerne i en mark uden ukrudt.

Dato for fremspiring og skridning, som er det stadium, hvor de første aks viser sig, registreres for 1. gentagelse, hvilket forventes at være repræsentativt for alle gentagelserne. Fremspiringsdatoen registreres, når det skønnes, at alle kornrækkerne er synlige. Skridningsdatoen registreres, når det skønnes, at ca. 90% af planterne er gennemskredet.

Ukrudtsdækningen vurderes 2 gange pr. sæson, når vårbyggen er i hhv. udviklingsstadiet 22 og 65. Bemærk dog, at vi kun anvender data for den sene måling. Det foregår ved en vurdering af den procentvise dækning af ukrudt i hele parcellen. Vurderingen er, når dækningen ligger mellem 0 og 10 %, med 1%’s nøjagtighed, mens den mellem 10 % og op efter vurderes med 5%’s nøjagtighed.

Sygdomsdækning bliver opgjort i dækningsprocent. Det bliver gjort 2-3 gange i vækstperioden, når planterne er på vækststadiene ca. 30-31, 49-50 og 65-69. Opgørelsen bliver foretaget, uanset om sygdomsangrebene ikke synes at være betydelige, eller der ikke synes at være forskel mellem sorterne. Selve bedømmelsen bliver foretaget på grønt bladareal, eller det som ville have været grønt på det pågældende vækststadium, hvis planten ikke var inficeret. For at få en mere nøjagtig måling af dækningsprocenten pr. plante, kan der ses på hele enkeltplanter. Den normale procedure er at bruge en lang pind til at bøje planterne ned, så alle bladene er synlige, og derudfra lave en vurdering af sygdomsdækningen. Ved undersøgelse af sygdomsdækningen bruges en procentvis skala.

Udbyttet er beregnet efter høst som Hkg/ha.

3.1 Diskussion af metoder

3.1.1 Sygdomsdækning

Den anvendte metode til måling af sygdomsdækningen virker ikke som den mest nøjagtige, men eftersom der er tale om et meget omfattende forsøgsareal, er det muligvis den mest tidsbesparende og mindst omkostningsrige. Det kan diskuteres, om metoden er nøjagtig nok til at være naturvidenskabelig forsvarlig, hvis det er flere forskellige personer, der foretager vurderingen, idet den så kan variere fra person til person og derved skabe en usikkerhed. Dog vil en del af denne usikkerhed kunne mindskes ved, at det er den samme person, der foretager alle målingerne eller ved, at alle personerne tilnærmelsesvis bedømmer dækningsgraden ens. Da sidstnævnte er tilfældet med de anvendte data, vurderer vi, at usikkerheden ikke er stor nok til at have nogen indflydelse på forsøget.

3.1.2 Konkurrenceparametre og ukrudtsdækning

Mht. den målte **strållængde** i sortsblandingerne er der en vis usikkerhed, idet den registrerede værdi er for én repræsentativ plante frem for et gennemsnit af de indgående sorters højder, når de dyrkes i blanding. Dvs. den variation, der er mellem sorterne, ikke kommer til udtryk i den angivne strållængde, som kan være både højere og lavere for de enkelte sorter, der indgår i blandingen. Dog vil blandingens konkurrenceevne mht. strållængde være et udtryk for den højeste sort i blandingen. Derfor kan det retfærdiggøres, at der er anvendt én strållængde, hvis det er ca. den højeste i blandingen der er målt.

Som mål for sorterens **bladareal** anvendes deres LAI. Dette er ikke sorterens egentlige bladareal men et indekstal deraf i forhold til alle de sorter, der er undersøgt i forbindelse med BAR-OF. Dog vurderer vi, at LAI alligevel kan anvendes som udtryk for variationen mellem sorterens bladareal. Målingerne er foretaget i konventionelle forsøg, men på trods af dette kan der have været ukrudt i marken, hvilket vil gøre, at den angivne værdi for LAI er større end den egentlige LAI-værdi for sorten. Da det ikke er muligt at undgå dette, og ukrudtsmængden i alle sorterne for hver af de konventionelle marker tilnærmelsesvis må forventes at være ens, vurderer vi, at dette ikke spiller en stor rolle for de anvendte data.

Ukrudtsdækningen er registreret ud fra en vurdering med ned til 1%'s nøjagtighed. Vi mener imidlertid ikke, at en person kan vurdere med så stor præcision ved øjemål. Vi mener, at hvis det er samme person, der laver alle målinger, kan vedkommende registrere målinger med en tilnærmelsesvis 1%'s nøjagtighed pga. den erfaring, vedkommende vil tilegne sig gennem processen.

3.1.3 Forsøgsdesign

Der er anvendt data fra forskellige forsøgsarealer på forskellige **lokalteter**, hvilket gør, at der er forskelle i jordbunds- og vejrforhold mellem lokaliteterne. Jordbundstypen varierer mellem lokaliteterne. I Jyndevad hedder jordbundstypen JB1, hvilket er en meget ensartet jord med et indhold af grovsand på ca. 72%, en rodzonekapacitet på kun på 6 cm og lavt indhold af silt, humus og ler. I Flakkebjerg hedder jordtypen JB7, hvilket er en lerjord, som indeholder meget ler, meget sand og lidt humus. I Foulum hedder jordtypen JB4, som har et højt indhold af sand, både grov og fin. Den har et meget lavt indhold af ler, humus og silt. Disse forskelle kommer til udtryk i dataene ved sammenligning af gennemsnittet over lokaliteterne og det er nødvendigt at tage højde for dette i dataanalysen.

Også med hensyn til de **datoer**, hvor de forskellige målinger er foretaget, er der variationer. Strållængden er registreret på 3 forskellige dage mellem 19/6 og 4/7 i 2002 og på 7 forskellige dage mellem 25/6 og 18/7 i 2003. Forskellene er desuden mellem lokaliteterne. Det kan forsvares i det omfang, at planterne er nået deres sluthøjde på forskellige tidspunkter på de forskellige lokaliteter, men ikke desto mindre er de nævnte datoforskelle store. Derudover bør strållængden registreres efter planterne er nået deres sluthøjde. Planterne modner i slutningen af

Juli og registreringerne er foretaget op til en måned før. Dermed er der sandsynlighed for, at nogle af de tidlige målinger er foretaget før, planterne er nået deres fulde højde.

Bladarealet er i 2002 registreret på datoerne 26/6 og 4/7 og i 2003 på datoerne 24/6, 30/6 og 2/7. De anvendte værdier er et gennemsnit af disse målinger, men registreringerne er i helt forskellige stadier af byggens vækst. I stedet burde registreringerne adskilles efter vækststadiet og betragtes som to forskellige udtryk – et for bladarealet tidligt og et for bladarealet sent i byggens vækstperiode. Derved ville man både få et udtryk for, hvor god byggen er til at undertrykke ukrudtet tidligt, hvor det spiller en stor rolle om den kan det, og for hvor god byggen har været til at undertrykke ukrudtet gennem hele dens vækstforløb.

Da dette giver anledning til samme fejlangivelse for alle målingerne for alle sorterne, mener vi godt, man kan se bort fra det i forbindelse med dette projekt, hvor vi ikke sammenligner dataene med data fra andre forsøg.

Sygdomsdækningen for hver lokalitet er registreret på to forskellige tidspunkter med ca. 2 ugers mellemrum. De anvendte værdier for sygdomsdækningen er et gennemsnit for hver lokalitet og derfor vil den tidlige registrering sænke den gennemsnitlige værdi, hvorved den angivne værdi bliver mindre end den egentlige sygdomsdækning. Vi mener, at dette giver en uhensigtsmæssig afvigelse i dataene, fordi der er stor forskel mellem første og sidste måling. I nogle af sorterne er der mere sygdomsdækning i første måling end i sidste, og det kan have stor indflydelse på gennemsnitsmålingen. I stedet skulle kun den ene af målingerne være blevet brugt.

Designet (alfa-designet) på forsøgsmarkerne gør, at nogle sorter vil ligge i yder- eller inderområder i forsøgsmarken uden garanti for, at der er forskel mellem hver sorts placering i de 3 gentagelser. Desuden er der meget lokale jordbundsforskelle indenfor den enkelte forsøgsmark, hvilket kan give nogle sorter bedre betingelser end andre. Det kan være større/lettere tilgængelighed af næringsstoffer og vejromstændigheder f.eks. vil der være større vindpåvirkning i ydreområderne. Idet der er anlagt værn omkring hele forsøgsmarken, vil der ikke være sorter, der står mere i læ end andre. Samtidig vil værnet gøre, at forsøgsmarken til en vis grad er beskyttet mod udefrakommende patogener, idet det fungerer som fysisk barriere. Placeringen af sorterne mellem hinanden gør, at nogle sorter vil blive dyrket ved siden af f.eks. sorter, som er meget modtagelige for en sygdom, og derfor vil der kunne være mere sygdom nær denne parcel, mens andre sorter dyrkes op til parceller med sorter uden sygdom. En måde at undgå dette på vil være at anlægge værn mellem alle parcellerne, men da dette vil kræve et meget større forsøgsareal, mener vi, at det anvendte forsøgsdesign alligevel er brugbart. Mht. de samlede påvirkninger af parcellerne mener vi, at forsøgsdesignet er anvendeligt, fordi det er tilfældigt, hvor i parcellen sorterne er placeret og derfor bliver de udsat for varierende stresspåvirkninger ligesom i en almindelig mark. Det er også en af de få måder, hvorpå det er muligt at opstille et forsøg uden at sætte faste rammer, der på forhånd sikrer at resultaterne er som forventet. Med det mener vi, at hvis placeringen ikke var tilfældig, men nøje udvalgt, ville det være muligt til en vis grad at få de resultater, der er ønskede.

3.1.4 Opsamlende diskussion

Diskussion omkring metoderne er bygget på en kritisk vurdering, baseret på vores egen erfaring med naturvidenskabelige metoder og forsøgsopstillinger. Men i al helhed må vi erkende, at de metoder, der er benyttet, ikke i lys af forsøgets størrelse kan underkendes, da de er anvendelsesorienterede og bygger på metoder, der er almindeligt accepterede i videnskabelige kredse. Derudover bliver disse metoder hele tiden evalueret af de personer, der arbejder med dem, så der sker en løbende udvikling af dem. I det følgende vil vi derfor undlade at kommentere yderligere på de anvendte metoder. Dog vil vi, i det omfang det er nødvendigt, angive usikkerheder på dataene og kommentere disse. Vi vurderer altså, at de anvendte forsøgsmetoder ikke kan afkræfte legitimiteten af vores konklusion.

4 Vårbyg

Mange steder i projektet refererer vi til vækststadier i forbindelse med de data, vi arbejder med, og vi mener, at dette afsnit vil give en hurtig indføring i bygplanters udvikling og vækst.

Vårbyg er medlem af græsfamilien og dens vækst er karakteristisk for denne familie. Efter såning, sker spiringen, der som oftest ligger sidst i Marts eller først i April afhængigt af forskellige faktorer, såsom hvornår frosten forlader jorden osv.. Den høstes ca. sidst i Juli eller først i August. Vårbyggen bruger den næring, der er i frøet, til at udvikle kimroden og kimbladet, eftersom det første, planten har brug for til videre vækst, er vand. Herefter udvikles bladene. Deres forgreningspunkt ligger ca. 2-3 cm under jordoverfladen. Der er som regel 2-4 blade i det første udviklingsforløb. Dette er et vigtigt stadie, fordi bladene skal levere den nødvendige energi for den fremtidige vækst. Når roden har etableret sig, vokser skudspidsen op mellem bladene og danner på vejen sideskud, hvor der er mulighed for bladdannelse. Efter bladdannelsen og den vegetative vækst, kommer vårbyggen i reproduktionsstadiet. Det er i dette stadie, at planten udvikler frøanlæg, som leder til udvikling af blomster, støvfang osv. og derefter udvikles frøene og planten modner.(Andersen 2000)

Vækststadier

Der er fire vækststadier, som vårbyggen skal igennem, efter den er blevet etableret: buskning, strækning, skridning og modning.

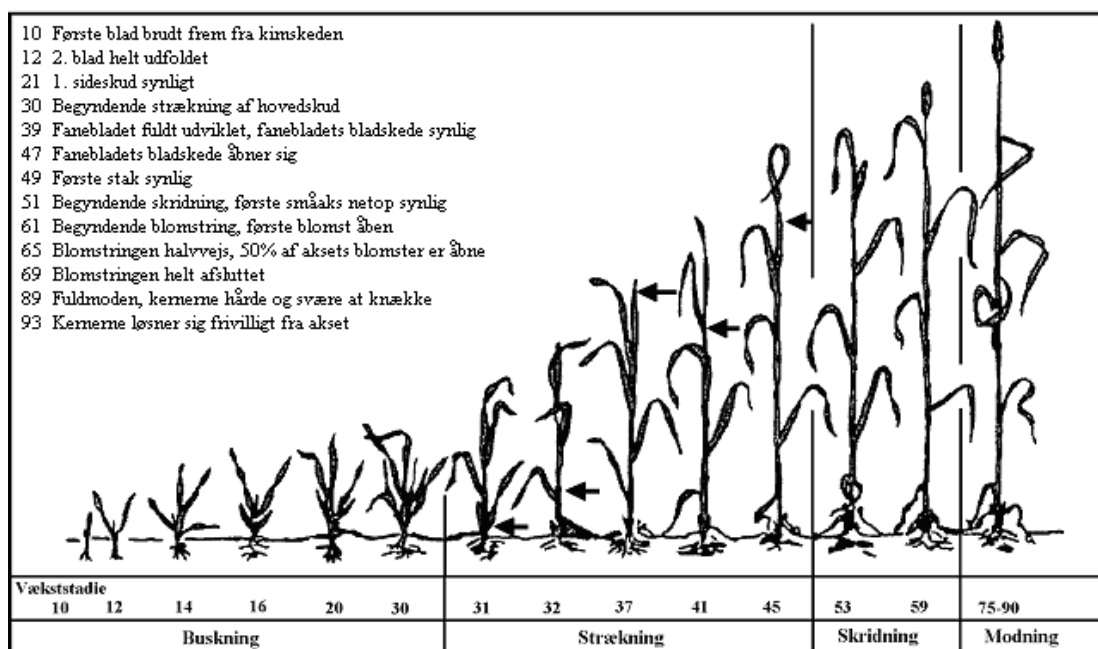
I buskningsperioden udvikler planten et stort bladareal for at dække et så stort areal som muligt. Det gør planten, fordi den skal have dækket sit behov for sollys. Derved kan den producere energi nok til at forsætte til næste vækststadium.

Efter buskningsperioden kommer strækningsperioden. I strækningsperioden strækker planten sig mod sollyset i et forsøg på at udkonkurrere andre planter. Det gør den ved, at komme først op til sollyset og sprede sine blade, og derved skabe en skyggeeffekt, hvorved rivalerne forhindres i at få nok sollys til deres strækningsperiode.

I skridningsperioden danner vårbyggen blomsterstanden. Den kommer først til syne, når den løftes ud af bladskeiden. Kort efter skridningen er overstået begynder blomstringen.

Modningen er det sidste stadie i plantens livsforløb. I modningsperioden er planten fuldt udvokset og har nået sin sluthøjde, som varierer fra sort til sort. I modningsperioden danner planten også aks, som er under udvikling til at blive korn.(Andersen 2000)

For at gøre det lettere, at kunne bedømme byggenes vækststadium, udvikledes en skala til brug i marken. Den bliver kaldt BBCH-skalaen opkaldt efter de mænd, som opfandt den. Den består af 10 makrostadier og 10 mikrostadier, hvor makrostadiet angiver, i hvilket vækststadium byggen er, og mikrostadiet angiver nogle bedømmelsesparametre for stadiet. En bedømmelsesparameter kan være hvilke blade, det forventes er synlige osv.(Andersen 2000)



Figur 1: Oversigt over stadierne i vårbygplantens udvikling.

5 Ukrudtsdækning

I dette afsnit vil vi beskrive de parametre, man kan tage i betragtning i forbindelse med beskrivelse af en vårbygplantens konkurrenceevne. På baggrund deraf formulerer vi definitioner af, på hvilken måde de konkurrenceegenskaber, vi fokuserer på, er gode og dårlige. Derefter sammenligner vi definitionerne med data i en analyse og sidst diskuteres, hvor gode de forskellige konkurrenceegenskaber er til at forudsige den faktiske forekomst af ukrudt.

5.1 Konkurrenceegenskaber

I dette afsnit beskriver vi de basale forhold omkring konkurrence mellem en afgrøde af vårbyg og de mest forekommende ukrudtsarter i forsøgsmarkerne. Efterfølgende gør vi rede for, hvordan de forskellige konkurrenceparametre påvirker ukrudtsforekomsten.

5.1.1 Interaktioner mellem planter

Konkurrence i en mark opstår, når to eller flere planter har brug for den samme ressource, som kun er tilgængelig i begrænset omfang. Det drejer sig om ressourcerne lys, vand og næringsstoffer. Konkurrence mellem forskellige plantearter betegnes interspecifik konkurrence og konkurrence mellem planter af samme art f.eks. mellem sorterne i en sortsblending er intraspecifik konkurrence. (Smith og Smith, 1998)

Konkurrencepåvirkninger er både indirekte og direkte. Indirekte ved at planterne optager vand, næringsstof og de bedste pladser i solen, hvorved der efterlades mindre af disse ressourcer til andre planter. De overjordiske dele af en plante kan skabe særlige lys/skygge- og mikroklimatiske forhold, hvilket ligeledes kan have negativ effekt på andre planters vækst og konkurrenceevne. (Booth *et al.*, 2003) Derudover påvirker planterne hinanden indirekte, idet sammensætningen af planter i et område er bestemmende for adfærden hos sygdomsfremkaldere og herbivorer. Ukrudtet kan f.eks. give levesteder for skadedyr eller fungere som værtsplanter og dermed spredningskilder for plantesygdomme (Firbank, 1991). Direkte konkurrencepåvirkning indbefatter allelopati, hvor planter udsender toksiske stoffer, der påvirker de omkringlevende planter. Der er registreret allelopatiske effekter af byg på visse ukrudtsarter og Kamille (*Matricaria inodora*) og Alm. Fuglegræs (*Stellaria media*) er begge ukrudtsplanter, som forekommer i forsøgsmarkerne og som har allelopatisk effekt på byg (Kohli *et al.*, 2001). Da allelopati i tilfældet med byg og ukrudt virker begge veje og kendskabet til det er lille, vil vi i det følgende koncentrere os om de indirekte konkurrencepåvirkninger.

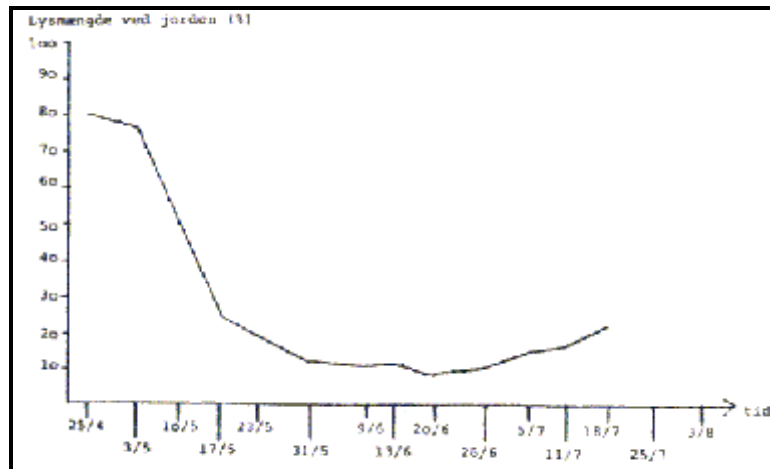
Ukrudtet i en mark kan også have gavnlig effekt på afgrøden. Tilstedeværelsen af ukrudtsplanter kan nedbringe græsningsstrykket på afgrøden. Det kan ske ved, at ukrudtet er med til at øge den naturlige bekæmpelse af skadedyr, fordi dets tilstedeværelse i markerne giver levesteder for rovdyr, eller ved at de græssere, der er i afgrøden, foretrækker ukrudtsplanterne som føde frem for afgrøden (Østergaard, 1986). Desuden kan tilstedeværelsen af ukrudt i nogle tilfælde besværliggøre spredningen af plantesygdomme, fordi de fungerer som fysisk barriere (Finckh *et al.*, 2000). Også allelopati kan have positive effekter, idet de stoffer planterne udsender kan virke som alarmsignaler ved angreb af f.eks. plantesygdomme, hvorved andre planter kan øge deres forsvar og dermed muligvis afværge et sygdomsangreb (Kohli *et al.*, 2001).

Konkurrencen er størst i tilfælde med ukrudtsarter, der ligner vårbyg og har samme niche som den. Differentiering mellem planter mht. deres niche er imidlertid generelt lille og endnu mindre mellem en afgrøde og de ukrudtsarter, der findes i en mark, fordi ukrudtsarterne er tilpasset forholdene i opdyrkede jorder på samme måde som afgrøden (Christensen og Rasmussen, 1998).

5.1.2 Parametre for konkurrenceevnen

I forbindelse med konkurrenceevne er der forskellige parametre, der har betydning. Det drejer sig om plantens højde, bladareal, vækstrate, spiringstidspunkt og næringsstoffoptag (Lambers *et al.*, 1998).

Højden og **bladarealet** har betydning for plantens evne til at konkurrere om lyset. Bygplanten er ikke lige god til at skygge for laverevoksende planter gennem hele dens udviklingsforløb. Dette er illustreret i figur 2, der viser forløbet af vårbyggens skyggeevne ved jorden i løbet af en vækstsæson.



Figur 2: Vårbyggets skyggeevne ved jorden gennem vækstsæsonen angivet i procent af lysmængden udenfor afgrøden (efter Sloth og Feddersen, 1983).

I den første måneds tid er planten meget busket med mange blade, der udspringer fra stilken tæt ved jorden (Andersen, 2000). I den periode er skyggeevnen og dermed konkurrenceevnen god. Senere bliver planten mere opret og mindre busket i takt med at dens vertikale bladfordeling mindskes, hvorfor dens skyggeevne forringes senere i udviklingsforløbet. Konkurrenceparametre mht. skyggeevnen hænger derfor overordnet sammen med vækstraten, men plantens bladareal i buskningsperioden og dens sluthøjde kan også betragtes som selvstændige konkurrenceparametre.

Eftersom planten er afhængig af sollys til opbygning af sukkerstoffer og dermed til sin udvikling, har bladarealet betydning for konkurrenceevnen generelt gennem hele plantens udviklingsforløb. Bladene skygger desuden for laverevoksede planter, hvilket gør bladarealet til en vigtig konkurrenceparameter (Christensen og Rasmussen, 1998). Planten kan dog også udvikle så stort et bladareal, at den begynder at skygge for sig selv ved, at de øverste blade skygger for de nederste. Derved nedsættes disses produktion, så de kun producerer lige så meget eller mindre, end de forbruger. På den måde har planten energimæssigt ikke gavn af at være for busket. (Andersen, 2000) Konkurrencemæssigt har den heller ikke gavn af, at være mere busket end det er nødvendigt for at undertrykke konkurrerende planter. Der er sammenhæng mellem buskningsevnen og antallet af sideskud. Udvikling af mange sideskud, der alle får aks og frø nedsætter udbyttet, fordi sideskuddene giver få og små frø i forhold til skud på en plante med få skud. (Andersen, 2000)

Sluthøjden har betydning for, hvor godt planten er stillet konkurrencemæssigt, når den er udvokset (Christensen og Rasmussen, 1998). En sluthøjde, der er større end de opretvoksede ukrudtsarter, er i den forbindelse vigtig. (Lambers *et al.*, 1998) For at drage nytte af en stor sluthøjde må planten endvidere have et stærkt strå, som ikke knækker nemt og giver anledning til lejesæd.

Nogle ukrudtsplanter er skyggetolerante f.eks. Fuglegræs (*Stellaria media*), Snerle-Pileurt (*Fallopia convolvus*) og Ager Stedmoderblomst (*Viola arvensis*). I forhold til sådanne konkurrenter mindskes fordelene ved hurtigt at udvikle et betydeligt bladareal. Spiringstidspunktet for diverse ukrudtsarter topper i perioden fra midten af Marts til midten af April (Sloth og Feddersen, 1983). Da ukrudtet kan bekæmpes effektivt inden byggen spirer (Østergaard, 1991) og ukrudtets spiringsperiode er toppet inden vårbyggets (Sloth og Feddersen, 1983), er byggen som udgangspunkt godt stillet konkurrencemæssigt under kimplante-stadiet.

Spiringstidspunktet og vækstraten har betydning for etableringen af planten. Hvis planten bliver godt etableret tidligere og hurtigere end konkurrenterne, er den bedre stillet konkurrencemæssigt efterfølgende, fordi den kan nå at udvikle et stort bladareal (jf. figur 1), før konkurrenter med senere spiring og/eller langsommere vækstrate når at etablere sig (Loomis og Connor, 1992). Dermed kan planten skygge for konkurrentens kimplanter, når disse kommer op ad jorden, hvorved deres videre vækstbetingelser forringes. Det kan ske ved, at ukrudtskimplanterne ikke får lys nok til den videre udvikling, som dermed standses eller nedsættes hastighedsmæssigt. Eller ved at kimplanten bruger alle sine ressourcer (fra frøet) på at udvikle en lang stængel for at komme op i lyset, hvorved rodsystemet underudvikles tilsvarende. Også i de senere vækststadier har vækstraten betydning. For at kunne opretholde en god evne til at undertrykke ukrudtsplanter under strækings- og skridningsperioden, hvor skyggeevnen er dårlig (jf. figur 2), er det nødvendigt, at bygplanten når disse stadier, mens ukrudtet stadig er på et tidligt stadier af dets vækst.

Nogle ukrudtsarter (f.eks. Ager-Tidsel (*Cirsium arvense*)) er til forskel fra vårbyggen flerårige. De udvikler først frø det andet år af deres vækstperiode. Dvs. de det første år bruger al deres energi og næringsstof på at udvikle

bladareal og rodnet, hvorimod vårbyggen også bruger energi på at danne blomster og frø (Cobb, 1992). Dette giver de flerårige ukrudtsarter en konkurrencemæssig fordel i forhold til vårbyggen.

I de tidlige stadier af plantens udvikling, hvor kimplanten dannes, spiller **næringsstofoptaget** og effektiviteten deraf ikke en stor rolle, fordi planten i den første periode anvender næringsstoffer fra frøet til sin vækst. Planten er i den periode afhængig af at få udviklet en kimplante i solen, for at sikre forsyning med sukkerstoffer til den videre udvikling, og et godt udgangspunkt for den videre udvikling af rodnettet. Efter etableringen af kimplanten er den underjordiske udvikling og dermed konkurrencen om næringsstoffer en vigtig parameter for plantens videre udvikling. Forhold som roddeby, rodthæthed og længden på rodhårene spiller en rolle i forbindelse med konkurrencen om næringsstofferne (Lambers *et al.*, 1998). En hurtig etablering af rodnettet skaber et godt grundlag for at give planten en høj vækstrate. Dette har betydning for plantens evne til at udvikle blade og dermed for dens konkurrenceevne mht. lyset. Effektiviteten mht. næringsstofoptagelse i de senere udviklingsstadier hænger sammen med, hvor godt planten har præsteret at etablere sig i de tidlige stadier, og hvor godt den på baggrund deraf klarer sig i konkurrencen om lyset (Loomis og Connor, 1992).

Senere i planternes udvikling spiller andre forhold ind i forbindelse med plantens konkurrenceevne. Det kan være plantens evne til at påvirke næringsstoffernes tilgængelighed vha. udskillelse af forskellige stoffer fra rødderne, plantens plasticitet (evne til at skifte vækstrening), stresstolerance og symbioseforhold med Mykorrhiza. (Lambers *et al.*, 1998)

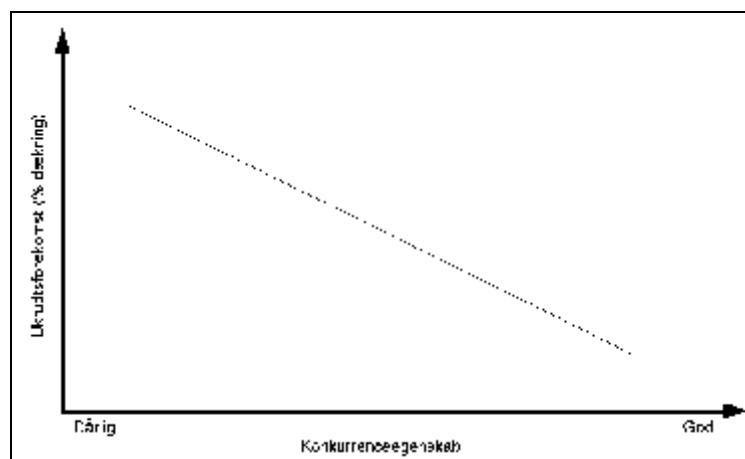
Udover de ovenfor nævnte konkurrenceegenskaber påvirkes ukrudtsmængden i en mark af andre forhold såsom ukrudtets frøpulje i jorden og tætheden af afgrøden. Disse forhold påvirkes ikke af egenskaber ved afgrøden, hvorfor vi ikke vil behandle det i det følgende. I øvrigt tages der højde for disse forhold ved jordbehandling og ved at optimere såningstætheden af afgrøden.

Som regel har planters udviklingsforløb gjort, at de genetisk enten har gode konkurrence-egenskaber i forbindelse med den over- eller underjordiske konkurrence (Lambers *et al.*, 1998). Dog er der sammenhæng mellem plantens evne til at udvikle hhv. sit rodnet og bladareal. Dvs. hvis planten klarer sig godt mht. til den ene del, udvikles den anden del tilsvarende. Det gør, at man kan få et generelt udtryk for plantens konkurrenceevne ved bare at se på konkurrenceegenskaber i forbindelse med udviklingen af enten rodnettet eller plantens overjordiske del. Skyggeevnen er den egenskab, der varierer mest mellem sorter af vårbyg, og i den forbindelse er et konkurrenceindeks blevet udviklet, hvori parametrene strållængde og bladarealindeks indgår (Hansen og Christensen, 2000).

I det følgende anvender vi plantens evne til at konkurrere om lyset (skyggeevne) til at beskrive plantens overordnede konkurrenceevne. Desuden vil vi se på plantens vækstrate udtrykt som periodelængden fra spiring til skridning.

5.2 Hypotese

Definitionen på en god konkurrenceegenskab er, at den give anledning til lav ukrudts-dækning, som det er illustreret i figur 3.

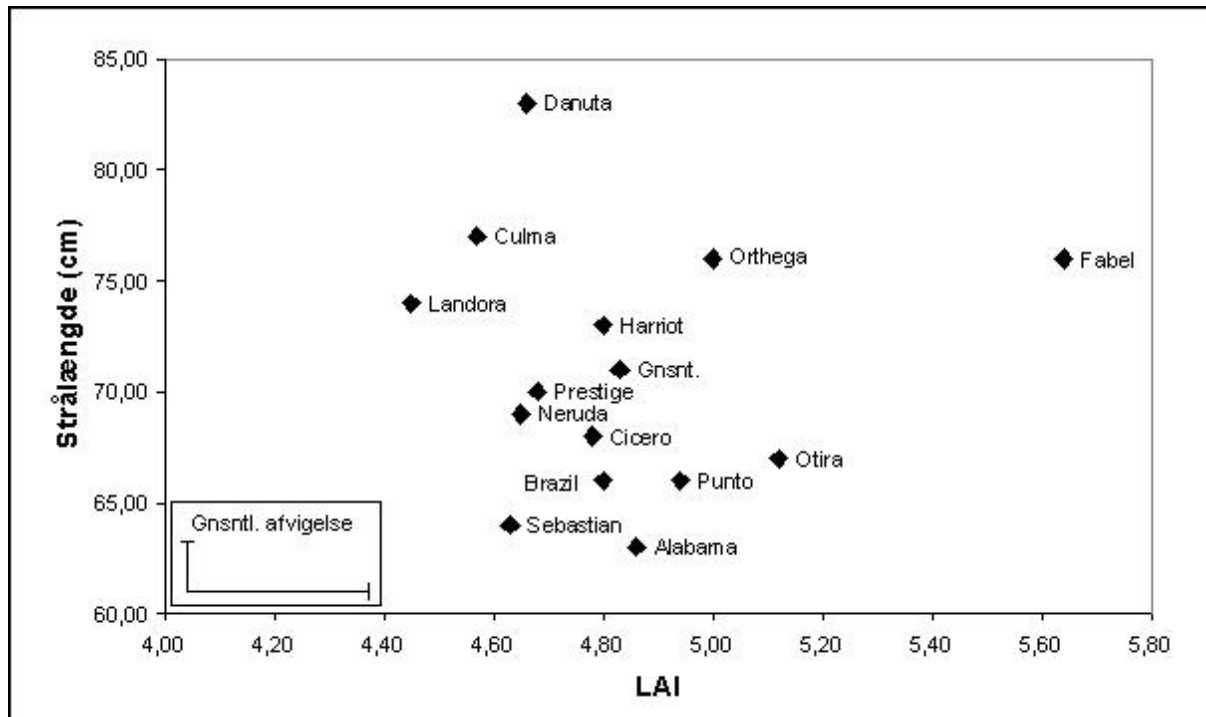


Figur 3: Forventet sammenhæng mellem konkurrenceegenskaber og ukrudtsforekomst (Christensen og Rasmussen, 1998).

Som parameter for de forskellige vårbygsorters konkurrenceegenskaber benytter vi deres strållængde og bladareal udtrykt ved LAI samt periodelængden fra spirings- til skridnings-datoen, som anvendes som et udtryk for vækstraten. På baggrund af forrige afsnit definerer vi gode konkurrenceegenskaber som stort bladareal og stor strållængde samt høj vækstrate.

5.3 Analyse

De data, vi anvender for sorterens bladareal og strållængde, er tilvejebragt ved måling i konventionelle markforsøg. Konkurrencepåvirkningen er mindre i konventionelle marker, da der er sprøjtet med herbicider. Data fra konventionelle forsøg er derfor et mere eksakt udtryk for sorterens genetisk bestemte egenskaber end data fra økologiske forsøg. Der er lavet flere målinger for hver egenskab og hver måling er et gennemsnit af 3 gentagelser af samme måling.



Figur 4: De 14 sorters placering i forhold til hinanden mht. konkurrenceegenskaberne bladareal og strållængde. Størrelserne har vi beregnet ud fra 7 målinger og er fra de samme lokaliteter for LAI og strållængde.

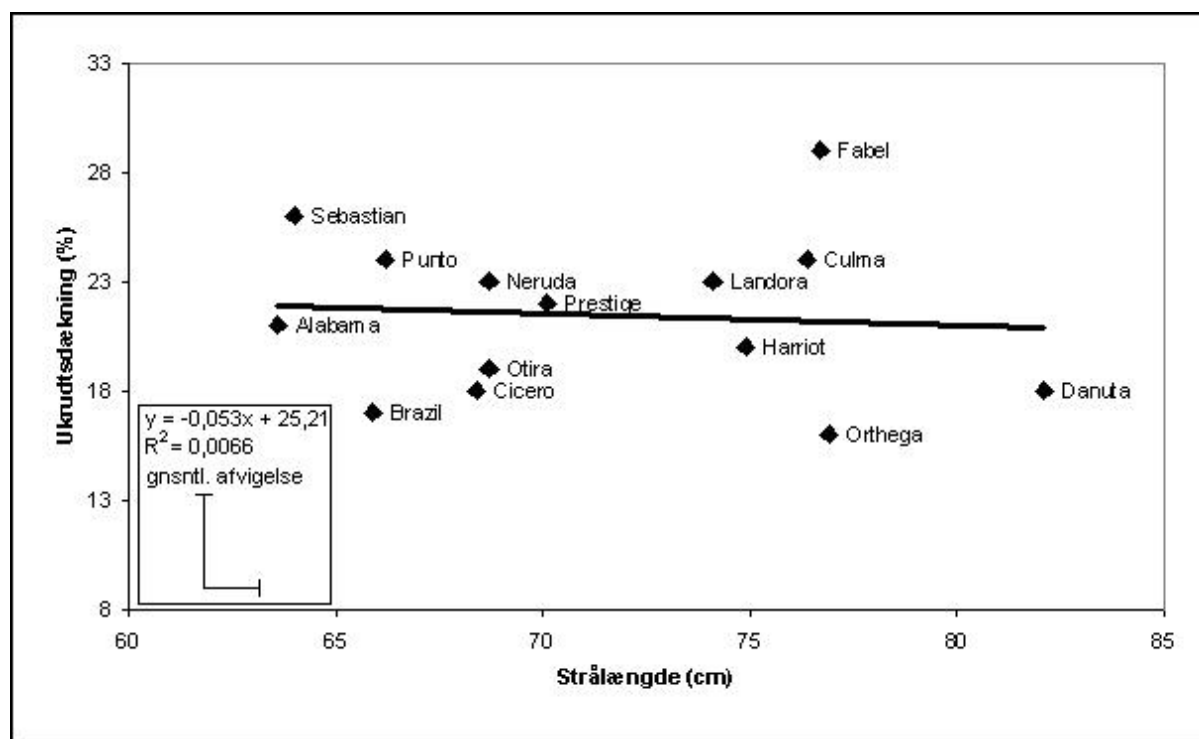
Af figur 4 ses, at sorterne Fabel, Orthegea, Otira, Punto og Alabama har større bladareal end gennemsnittet af sorterne. Sorterne Danuta, Culma, Fabel, Landora, Orthegea og Harriot er højere end gennemsnittet af sorterne. Særligt Fabel har gode konkurrencemæssige egenskaber mht. begge parametre.

År	2002	2003			Gnsnt.
Lokalitet	Flakkebjerg	Jydevad	Foulum	Flakkebjerg	
Måledato	25.06	22.07	23.07	21.07	
Alabama	28	17	22	16	21
Brazil	19	9	31	10	17
Cicero	9	27	22	14	18
Culma	20	19	38	18	24
Danuta	27	14	22	9	18
Fabel	28	20	43	25	29
Harriot	19	18	17	26	20
Landora	22	12	37	21	23
Neruda	18	35	30	8	23
Orthegea	15	20	22	8	16
Otira	14	11	33	17	19
Prestige	28	20	27	14	22
Punto	23	10	37	25	24
Sebastian	17	30	32	25	26
Gnsnt. på lokalitet	21	19	30	17	

Tabel 2: Tabel over den procentvise ukrudtsdækning for de 14 sorter i 4 forskellige målinger fra økologiske forsøg.

Der er mere ukrudt i sorten Fabel, end dens konkurrenceegenskaber indikerer, at der vil være. Fabel har de bedste konkurrenceegenskaber af alle sorterne, men er alligevel den sort, der har haft den største ukrudtsdækning.

Sorterne Brazil og Cicero har dårligere konkurrenceegenskaber end de øvrige sorter, men er alligevel blandt de sorter, der har den mindste ukrudtsdækning.

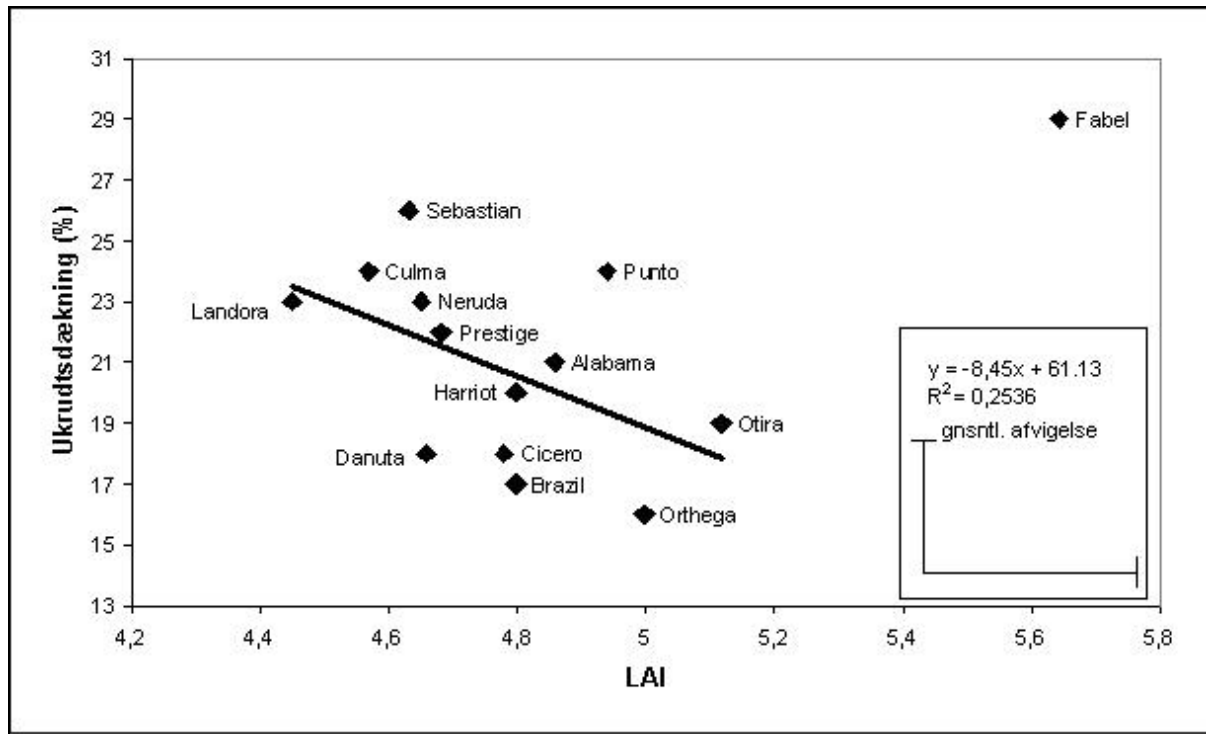


Figur 5: Sammenhængen mellem de 14 sorters strå længde og den procentvise ukrudtsdækning. Værdierne for strå længde er gennemsnit af 10 målinger fra konventionelle forsøg og værdierne for ukrudtsdækningen er gennemsnit af 4 målinger fra økologiske forsøg.

Figur 5 viser en tendenslinie for gennemsnitsværdier af flere målinger af strå længde og ukrudtsdækning for hver af de 14 sorter. Tendenslinier for hver af de 4 ukrudtsmålinger viser samme sammenhæng mellem strå længde og ukrudtsdækning som den gennemsnitlige tendenslinie, der er vist i figur 5 på nær for Flakkebjerg 2002, der har

en svagt voksende tendenslinie. Vi har alligevel vurderet, at tendenslinien i figur 5 er repræsentativ for sammenhængen og har nøjes med at vise denne.

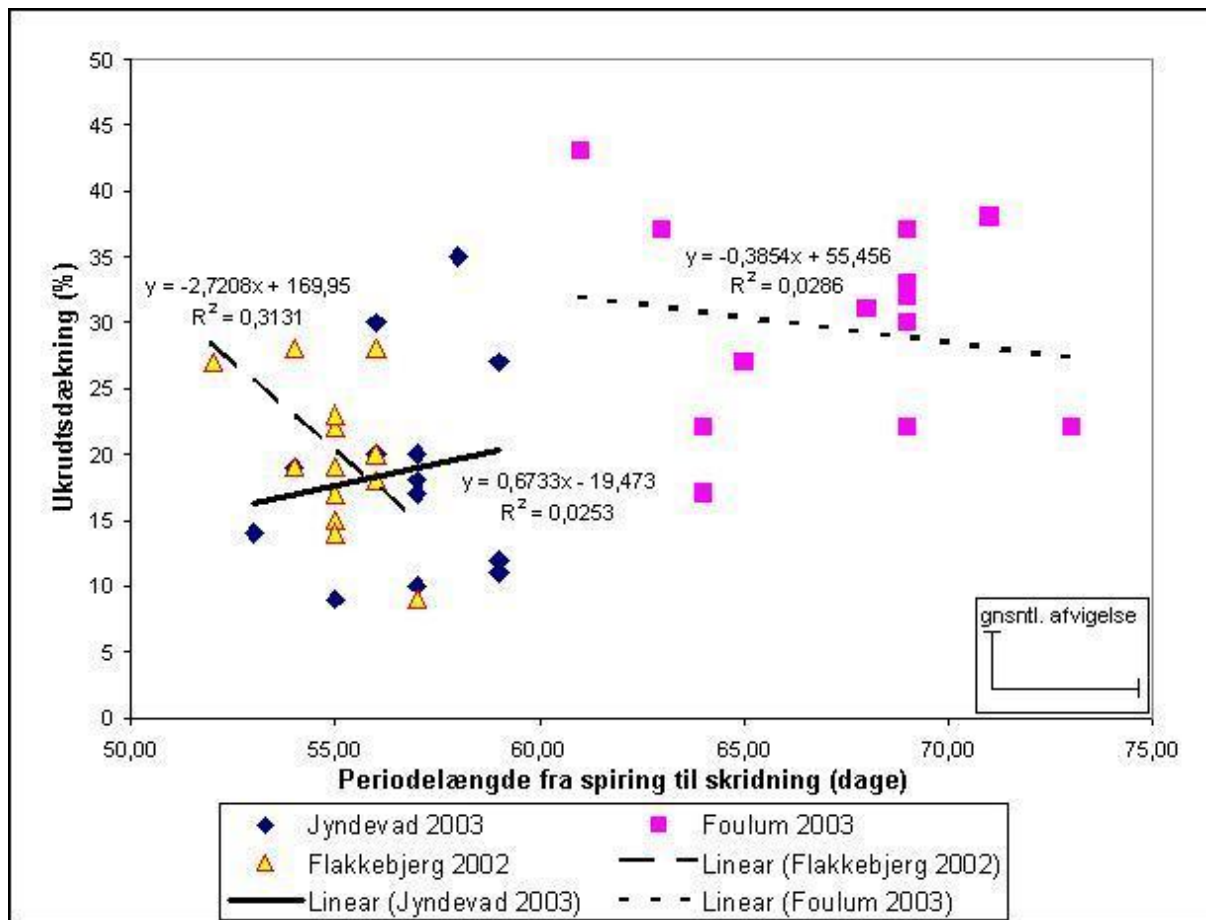
Egentlig påvirker det at sorterne har forskellige LAI-værdier sammenhængen mellem strållængden og ukrudtsdækningen, fordi LAI også påvirker sidstnævnte. Sammenlignes sorter med ens LAI og forskellig strållængde, viser ukrudtsdækningen for disse sorter betydningen af strållængden alene. På sådan måde kan sorterne Sebastian, Neruda og Danuta sammenlignes (jf. figur 4). Figur 5 viser, at af *de* 3 sorter er ukrudtsdækningen mindst for Danuta, som har den største strållængde, og størst for Sebastian, som har den mindste strållængde, mens Neruda ligger midt mellem både mht. strållængde og ukrudtsdækning. På samme måde kan sorterne Punto og Orthege sammenlignes. Det er den samme tendens, der viser sig mht. til disse sorter.



Figur 6: Sammenhæng mellem LAI og den procentvise ukrudtsdækning for de 14 sorter. Værdierne for LAI er gennemsnit af 7 målinger fra konventionelle forsøg og værdierne for ukrudtsdækningen er gennemsnit af 4 målinger fra økologiske forsøg. Punktet for Fabel er ikke medregnet i tendenslinien.

Af figur 6 ses, at punktet for sorten Fabel er meget forskelligt fra den sammenhæng mellem LAI og ukrudtsdækning, som de øvrige sorter antyder. Derfor har vi valgt at undlade at medregne Fabel i tendenslinien for sammenhængen mellem LAI og ukrudtsdækning. På samme måde som med figur 5 kan man lave tendenslinier for sammenhængen mellem LAI og ukrudtsdækning for hver af de 4 ukrudtsmålinger. Hvis man undlader at medregne punkterne for Fabel i disse tendenslinier, viser tendenslinierne samme sammenhæng mellem LAI og ukrudtsdækning som den gennemsnitlige, der er vist i figur 6, og vi har derfor vurderet, at denne er repræsentativ for sammenhængen.

På samme måde som med figur 5 kan sorterne forskellige strållængde influere sammenhængen mellem LAI og ukrudtsdækning. Sammenlignes sorter som Culma og Orthege, der alle har ens strållængde men forskellige LAI-værdier, viser det sig, at der er mere ukrudt i Culma end i Orthege, som også har større LAI end Culma. Dog viser sammenligning af sorterne Brazil og Otira samt Cicero og Otira en sammenhæng mellem lille LAI og lav ukrudtsdækning, men i det tilfælde er forskellen i ukrudtsdækningen meget lille, hvorfor der er en vis usikkerhed på, om det er signifikant.



Figur 7: Sammenhæng mellem vækstrate og ukrudtsdækning for de 14 sorter ved 3 målinger fra økologiske forsøg.

Figur 7 viser, at der er stor forskel på sammenhængen mellem vækstrate, udtrykt som periodelængde fra spiring til skridning, og ukrudtsdækning mellem de forskellige lokaliteter. Usikkerheden ved tendenslinierne er stor, hvilket ses af deres R^2 -værdier, som for Jyndeved 2003 og Foulum 2003 er meget lille. Endvidere ses, at punkterne ligger meget spredt og at denne spredning er signifikant (jf. gnsntl. afvigelse).

I alt er foretaget 4 forskellige registreringer for spirings- og skridningsdatoen. Anvendes et gennemsnit af disse samt gennemsnit af de 4 målinger af ukrudtsdækningen, har tendensen positiv hældning. Vi vurderer i dette tilfælde, at den gennemsnitlige tendenslinie ikke er repræsentativ for sammenhængen mellem periodelængden og ukrudtsdækningen og har derfor undladt at vise denne.

5.4 Diskussion

Vi har anvendt et gennemsnit af strållængde- og LAI-målinger fra adskillige konventionelle lokaliteter som udtryk for de forskellige sorters genetisk bestemte skyggeevne. Figur 4 viser, at der ikke er signifikant forskel på sorterens LAI på nær med hensyn til sorten Fabel, som har større LAI end de øvrige sorter. Mht. strållængden er der signifikant forskel mellem de fleste af sorterne. Usikkerheden for de to parametre er lille. På baggrund heraf mener vi, at de anvendte gennemsnitsværdier er repræsentative udtryk for sorterens genetik.

Strållængden, der bruges som et udtryk for variationen mellem sorterens sluthøjde, er en konkurrenceparameter, der først kommer til udtryk sent i udviklingsforløbet. Derfor kan den ikke påvirke ukrudtsforekomsten igennem hele vækstperioden. Først efter sluthøjden er nået, kan den påvirke ukrudtet i og med at sluthøjden har betydning for, om bygplanten kan skygge for de omkringstående ukrudtsplanter og på den måde forringe deres vækstbetingelser. Dvs. sluthøjden (strållængden) kun har betydning for, hvor gode vækstbetingelser de allerede etablerede ukrudtsplanter har sidst på vækstsæsonen og ikke for antallet af ukrudtsplanter eller deres dækningsprocent.

Hvis der er meget tæt dække af planter, hvorved konkurrencen om lyset øges, kan dette påvirke strållængden, der vil blive større end ellers, fordi planten forsøger i strækingsperioden at nå op over de omkringvoksende planter. I forsøgsmarkerne er der imidlertid ikke så stor ukrudtsdækning, at dette har betydning.

Bladarealet er til forskel fra sluthøjden en konkurrenceparameter, der kan påvirke ukrudts-dækningen tidligt i vækstsæsonen. Derfor har bladarealet en betydning for konkurrenceevnen gennem hele vækstforløbet, hvilket umiddelbart gør det til en god parameter at bedømme sorterens konkurrenceevne ud fra.

Sammenhængen mellem konkurrenceegenskaberne strållængde samt bladareal og ukrudts-forekomsten er illustreret i figur 5 og 6. Vi forventer, at ukrudtsforekomsten er lille, når strållængden er stor, og omvendt. Det samme forventes mht. bladarealet.

Figur 5 viser, at sammenhængen mellem strållængde og ukrudtsforekomst er som forventet (jf. hypotesen). Hældningen af tendenslinien er meget lille og punkterne ligger meget spredt omkring tendenslinien. Dette betyder, at usikkerheden for den sammenhæng, som er vist i figuren, er stor. Samtidig er der ikke signifikant forskel på ukrudtsdækningen mellem de forskellige sorter. Imidlertid er det alment accepteret i litteratur (Christensen og Rasmussen, 1998), at strållængden er en vigtig konkurrenceparameter i forbindelse med skyggeevnen. Derfor går vi også ud fra, at den sammenhæng, vi har opstillet i hypotesen, er gyldig mht. strållængde på trods af, at det ikke har været muligt at eftervise dette ud fra dataanalyse.

Hvis sorterne Fabel, Brazil og Cicero, som generelt ikke har opført sig som forventet, ikke blev medregnet i tendenslinien, ville denne have en stejlere hældning. Grunden til, at der er sorter, der har en markant anderledes ukrudtsdækning, end det forventes på baggrund af konkurrenceegenskaberne, som det er tilfældet med især Fabel, kan være, at dyrkningsformen har betydning for konkurrenceegenskaberne. Muligvis udvikles Fabels gode konkurrence-egenskaber kun optimalt under konventionelle dyrkningsforhold, f.eks. fordi der er en anderledes næringsstofforsyning og sprøjtes mod svampe- og skadedyrsangreb. Da ukrudts-dækningen er målt i økologiske forsøg, er det ikke sikkert, at strållængde og bladareal, vil være udviklet som under konventionelle dyrkningsforhold. Desuden kan græsningstrykket være større under økologiske forhold end under konventionelle forhold.

Ser man på sorter, der har nogenlunde ens bladareal og forskellig strållængde, er der en klar overensstemmelse mellem sorter med lille strållængde og stor ukrudtsdækning og sorterne med stor strållængde og lille ukrudtsdækning. På baggrund af dette vurderer vi, at definitionen af, at stor strållængde er en god konkurrenceegenskab, kan bekræftes ud fra dataanalysen.

Figur 6 viser, at sammenhængen mellem bladareal og ukrudtsdækning er som forventet (jf. hypotesen). Usikkerheden for tendenslinien er langt mindre end for tendenslinien for sammenhængen mellem strållængde og ukrudtsdækning. Dog er usikkerheden både af de anvendte værdier for LAI og ukrudtsdækning stor. Dette gør, at der reelt set ikke er forskel mellem LAI og ukrudtsdækning for de forskellige sorter, hvilket gør, at tendenslinien ikke kan bruges som en sikker indikator af sammenhængen mellem LAI og ukrudtsdækning. Hvis en tendenslinie laves over punktet for Fabel og de øvrige punkter, betragtet som et pga. den manglende signifikans forskel mellem dem, vil tendensen være modsat den, der er vist i figur 6. I så fald vil LAI være en dårlig parameter at vurdere sorterens konkurrenceegenskaber ud fra, fordi det vil være udtryk for, at det i højere grad er ukrudtsdækningen, der påvirker LAI, end omvendt. Dog vil en sådan tendenslinie med kun to punkter heller ikke give et sikkert billede af sammenhængen. Alt i alt har vi ikke belæg for at vurdere, om definitionen af stort bladareal som en god konkurrenceegenskab er gyldig. Imidlertid er det alment accepteret i litteratur (Christensen og Rasmussen, 1998; Smith og Smith, 1998; Lambers *et al.*, 1998), at der er en negativ sammenhæng mellem LAI og ukrudtsplanterens levevilkår. Derfor går vi også ud fra, at den sammenhæng, vi har opstillet i hypotesen, er gyldig mht. LAI på trods af, at det ikke har været muligt at eftervise dette ud fra dataanalyse.

Formlen for tendenslinien for sammenhængen mellem LAI og ukrudtsdækningen er $y = -8,45x + 61,13$. Tendenslinien for sammenhængen mellem strållængde og ukrudts-dækningen har formelen: $y = -0,053x + 25,21$. Hældningerne viser, at variation i bladarealet har større betydning for ukrudtsdækningen end variation i strållængden. Sammenligning af sorter med stor strållængde og lille LAI, såsom Culma og Landora, med sorter med lille strållængde og større LAI, såsom Otira (jf. figur 4), viser, at der er mindre ukrudt i Otira end i Culma og Landora (se tabel 2). Dette er også indikation af, at det konkurrencemæssigt er bedre med stort bladareal end stor strållængde. Dog findes denne sammenhæng ikke mellem sorter som Culma og Landora og Cicero. Pga. disse forskelle vil det ikke være dækkende nok kun at bedømme konkurrenceevnen for sorterne udelukkende ud fra deres LAI.

Mht. vækstraten viser figur 7 meget forskellige sammenhænge. Der er kun signifikant forskel mellem sorterens vækstrate for Foulum 2003. Til gengæld ligger punkterne meget spredt omkring tendenslinien for denne lokalitet, hvilket gør, at der er stor usikkerhed for, om linien er repræsentativ for sammenhængen. Den viste sammenhæng er ikke i overensstemmelse med det forventede. Dog er det muligt, at tendensen snarere er udtryk for ukrudtets påvirkning af vækstraten end omvendt. Desuden er periodelængden fra spiring til skridning ikke et direkte udtryk for plantens vækstrate, men snarere et udtryk for, at planten, hvis perioden har været lang, har haft

en længere periode, hvori planten har været busket. Da bygplanten, mens den er busket, har god evne til at skygge for andre planter, kan en lang periode i buskningsstadiet være med til at mindske ukrudtsforekomsten, men dvs. det mere er et udtryk for dens konkurrenceevne i forbindelse med skyggeevnen end vækstraten.

Dataanalysen har altså ikke med sikkerhed vist den forventede sammenhæng mellem de forskellige konkurrenceparametre og ukrudtsdækningen. Vores litteraturstudier viser imidlertid, at den forventede sammenhæng burde findes, og eftersom dataanalysen ikke har modvist den forventede sammenhæng, vurderer vi, at parametrene strållængde og LAI kan bruges til at forudsige ukrudtsdækningen. For at få et så eksakt materiale at vurdere sorterne udfra er det nødvendigt både at inddrage strållængden og LAI i vurderingen af de enkelte sorters konkurrenceevne. I det følgende vil vi koncentrere os om disse to parametre i forbindelse med konkurrenceevnen.

6 Udbytte

I dette afsnit vil vi gøre rede for de forhold, der påvirker udbyttet. Vi vil især fokusere på effekten af ukrudt og sygdom. Derefter vil vi se på, hvordan sygdom og ukrudt påvirker hinanden. På baggrund heraf opstiller vi hypoteser for sammenhængen mellem stresspåvirkninger og udbytte. Disse sammenlignes med dataanalyse af sammenhængen og til sidst diskuteres, hvorvidt udbyttet kan forudsiges ud fra sygdom og ukrudtsforekomsten.

6.1 Stresspåvirkninger

I det følgende vil vi beskrive, hvordan forskellige forhold påvirker udbyttet. Vi fokuserer på ukrudt og sygdom og vil også beskrive, hvordan disse to forhold i samspil påvirker udbyttet.

Udbyttet af en sort er bestemt af dens genetik og miljømæssige påvirkninger. Dvs. udbyttet af de forskellige sorter godt kan være forskelligt, selvom de udsættes for de samme ydre påvirkninger og dyrkes under samme forhold. Forædling af sorterne har sigtet mod at øge udbyttet, men under særlige omstændigheder kan det være fordelagtigt at dyrke sorter, der er forædlet med henblik på at forbedre deres konkurrence- eller resistensegenskaber snarere end deres udbytte i sig selv (Andersen, 2000). Ofte hænger de forskellige egenskaber sammen, men i nogle sorter kan der være fremavlet egenskaber så gode, at det ligefrem er sket på bekostning af et genetisk bestemt højt udbytte (Andersen, 2000). Derfor kan der forekomme sorter, der har gode egenskaber, men alligevel har et lavt udbytte, fordi der genetisk kan være sammenfald mellem disse forhold. Det omvendte kan også forekomme, men i sådanne tilfælde vil det genetisk høje udbytte i højere grad blive påvirket af ydre forhold, fordi egenskaberne til at modvirke stresspåvirkningerne er dårlige.

De ydre forhold, der kan påvirke udbyttet, er jordbunds- og klimaforhold samt påvirkninger fra ukrudt, sygdom og skadedyr. Planter er tilpasset særlige jordbunds- og klimaforhold og hvis disse er anderledes, end planten genetisk er tilpasset til, vil det stresser planten, hvorved dens udbytte falder (Smith og Smith, 1998). I forhold til bygplanter dyrket i Danmark kan planten blive stresset af særligt tørt, fugtigt, koldt eller varmt vejr eller hvis der er en anden jordbundstype, lysforhold eller en anden næringsstofsammensætning, end det er optimalt for planten.

Tilstedeværelsen af ukrudt i opdyrkede jorder mindsker udbyttet af afgrøden pga. det konkurrenceforhold, der opstår mellem afgrøden og ukrudtet, og det fald i tilgængeligheden af de nødvendige ressourcer, som følger. Udover den direkte effekt af ukrudtet bruger planten ressourcer og energi på at modvirke stresspåvirkningen. (Booth *et al.*, 2003) Hvis ukrudtet skygger for planten, vil den f.eks. bruge energi på at vokse sig over ukrudtsplanterne for igen at komme til at stå direkte i solen. På den måde har plantens plasticitet også betydning for, hvor stor effekt ukrudtet har på dens udbytte (Booth *et al.*, 2003). F.eks. vil en plante, der er i stand til at ændre vækstretning, blive mindre påvirket af ukrudtet.

Udover den interspecifikke konkurrence mellem vårbygplanterne og ukrudtet er der intra-specifik konkurrence mellem vårbygplanterne. Forholdet mellem inter- og intraspecifik konkurrence skulle gerne medføre, at ukrudtet hæmmes, uden at vækstbetingelserne for afgrøden selv forringes. Dette reguleres ved at optimere tætheden af frøene ved såning (Andersen, 2000).

Angreb af nogle sygdomme og skadedyr reducerer plantens blad- eller rodareal, hvilket nedsætter produktiviteten tilsvarende. Mht. sygdomsangreb bruger planten desuden energi på at begrænse angrebet til et lille område på planten (Finckh *et al.*, 2000).

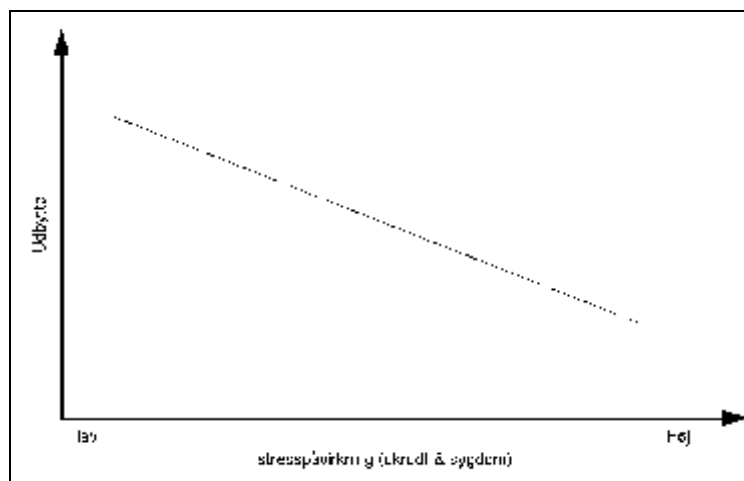
På markplan vil der være planter der dør som følge af ukrudtpåvirkning og/eller sygdoms- og skadedyrsangreb. Dermed vil udbyttet pr. arealenhed blive mindsket.

Udover at ukrudt og sygdom påvirker udbyttet hver for sig, indvirker de to forhold også på hinanden, hvorved også udbyttet påvirkes. Ukrudtet kan øge eller mindske sygdoms-dækningen alt efter om planterne er resistente, hvorved de vil virke som fysisk barriere for den videre spredning af sygdommen, eller ikke er resistente, hvorved de vil fungere som spredningskilde for sygdommen (Finckh *et al.*, 2000). Hvis ukrudtsplanterne ikke er resistente, vil ukrudtsdækningen falde, når sygdomsforekomsten er høj, fordi der vil være planter, der hæmmes i deres vækst eller dør som følge af angreb på samme måde, som det sker i afgrøden. Eftersom de fleste kendte sygdomme er tilpasset én planteart (Mundt, 2002) og derfor kun vil kunne inficere planter af denne art, vil ukrudtet i de fleste tilfælde fungere som fysisk barriere.

6.2 Hypotese

I forrige afsnit har vi givet indblik i, hvor kompliceret et samspil der er mellem de forskellige forhold, der påvirker udbyttet. Der er altså ikke en simpel sammenhæng mellem stress-påvirkninger fra ukrudt og sygdom og udbyttet. Derfor er det heller ikke muligt at opstille en simpel model for denne sammenhæng. Vi har opstillet en model, der beskriver den sammenhæng, man umiddelbart vil forvente findes og bruger den som udgangspunkt

for vores forventninger. Hvis der viser sig at være en anden sammenhæng, når vi analyserer data, vil vi tage de mere komplicerede sammenhænge i betragtning. Med hensyn til udbytte forventer vi, at dette er større, når der er lille ukrudt- og sygdomsdækning, end når der er stor ukrudt- og sygdomsdækning (jf. figur 8).



Figur 8: Forventet sammenhæng mellem ukrudt- og sygdomsforekomst og udbytte (Christensen og Rasmussen, 1998; Booth *et al.*, 2003).

På baggrund af forventningerne til sammenhængen mellem hhv. konkurrenceegenskab og ukrudtsforekomst og stresspåvirkning og udbytte forventer vi, at des bedre konkurrence-egenskaber en sort eller blanding har, des højere udbytte har den. Dog forestiller vi os, at der kan komme et punkt, hvor planterne bruger så meget energi på at udvikle sine gode konkurrenceegenskaber, at det har en negativ effekt på udbyttet (jf. afsnittet om konkurrence). Dvs. sammenhængen mellem konkurrenceegenskaber og udbytte ikke vil være lineær, men vil toppe, hvorefter udbyttet mindskes, des bedre konkurrenceegenskaberne bliver.

6.3 Analyse

Der er foretaget 5 forskellige målinger for udbytte af de 14 sorter. Data fra disse målinger er vist i tabel 3.

År	2002			2003		Gnsnt.
Lokalitet	Jydevad	Flakkebjerg	Foulum	Jydevad	Foulum	
Alabama	29,3	41,2	51,7	51,9	52,8	45,4
Brazil	35,2	46,4	61,9	53,2	53,8	50,1
Cicero	32,3	53,6	55,5	57,1	58	51,3
Culma	30,0	49,9	54,1	50,5	54,3	47,8
Danuta	37,0	51,0	57,8	55,4	59,7	52,2
Fabel	28,3	45,0	52,0	46,5	44,3	43,2
Harriot	34,7	53,2	59,1	50,8	59,9	51,5
Landora	36,1	57,5	60,4	52,7	60,9	53,5
Neruda	34,1	53,0	56,3	55,4	53,1	50,4
Orthegea	34,4	55,8	57,6	50,4	58,9	51,4
Otira	33,0	53,2	59,2	51,4	54,0	50,2
Prestige	33,4	46,3	53,2	52,1	54,6	47,9
Punto	27,6	48,9	53,4	49,7	50,9	46,1
Sebastian	34,3	55,4	56,3	49,4	52,9	49,7
Gnsnt. på lokalitet	32,8	50,7	56,3	51,9	54,9	

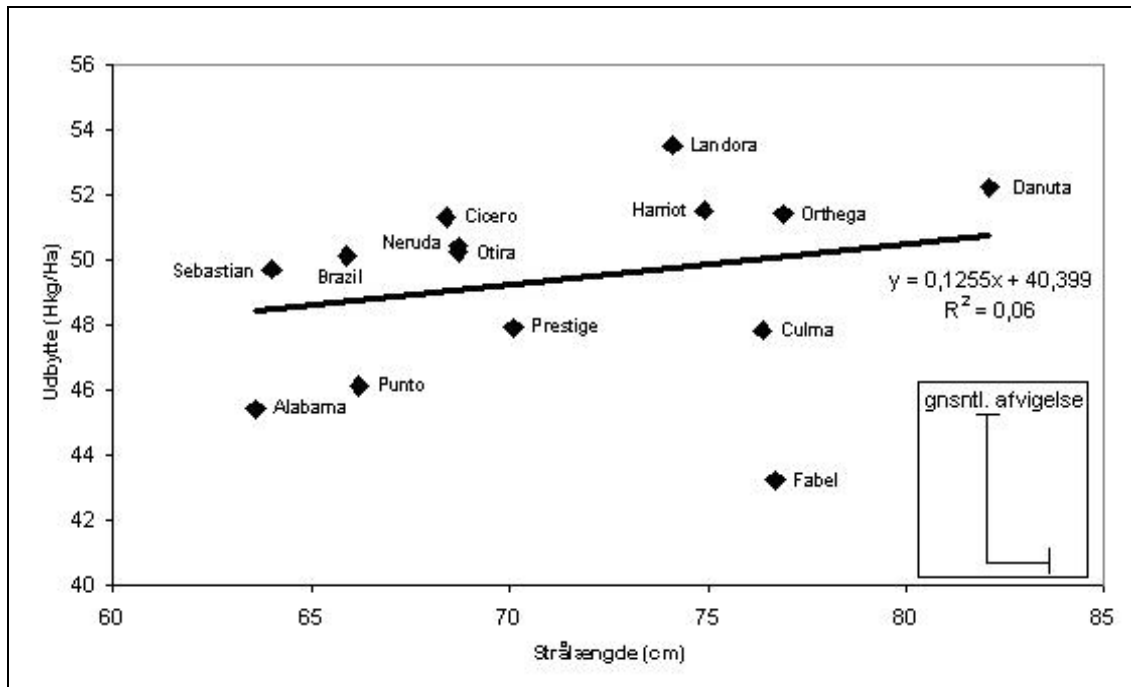
Tabel 3: Tabel over udbytte (Hkg/Ha) for de 14 sorter ved 5 målinger fra økologiske forsøg og gennemsnittet deraf.

Der er ikke signifikant forskel mellem udbyttet for de forskellige sorter.

En sammenligning af sorternes konkurrenceegenskaber (jf. figur 4) og deres udbytte (jf. tabel 3) viser, at der er visse uoverensstemmelser mellem det udbytte, der kunne forventes på baggrund af konkurrenceegenskaberne, og det faktiske udbytte.

Sorten Fabel har de bedste konkurrenceegenskaber af alle sorterne og har alligevel det laveste udbytte. Sorterne Brazil og Cicero er blandt de sorter, der har de dårligste konkurrence-egenskaber, men har alligevel ikke meget lavere udbytte end de øvrige sorter.

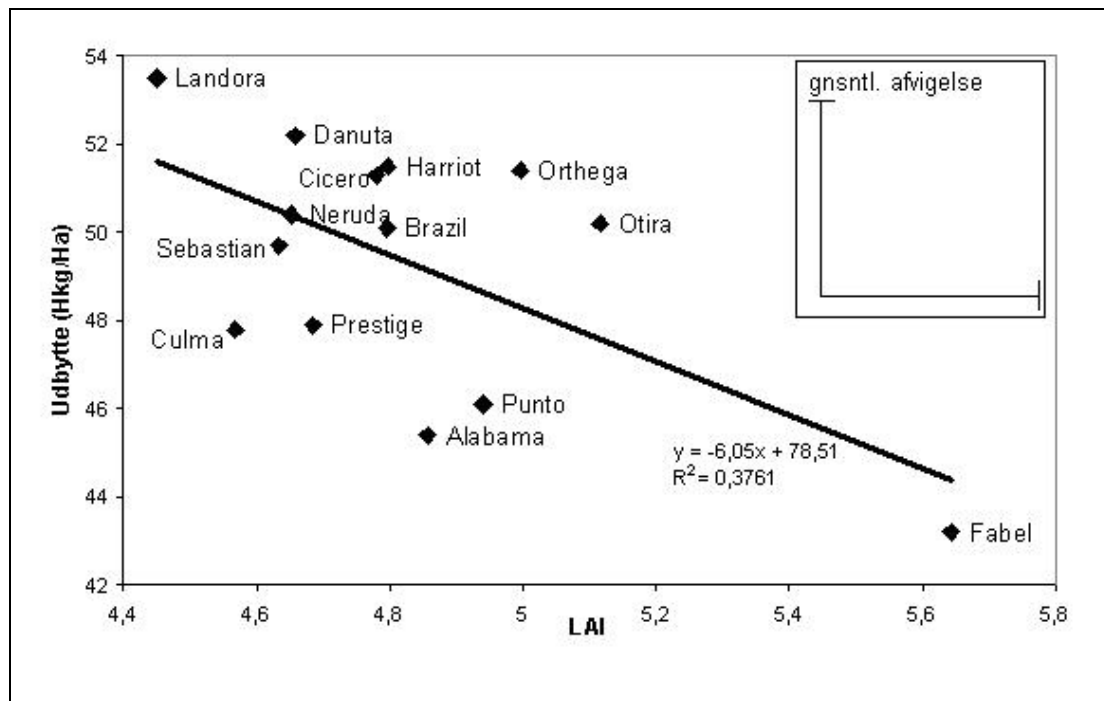
Sorten Landora har dårlige konkurrenceegenskaber især mht. bladareal, men har alligevel gennemsnitligt det største udbytte af alle sorterne.



Figur 9: Sammenhængen mellem strållængde og udbytte. De anvendte værdier for strållængde er gennemsnit af 10 målinger og de anvendte værdier for udbytte er gennemsnit af 5 målinger.

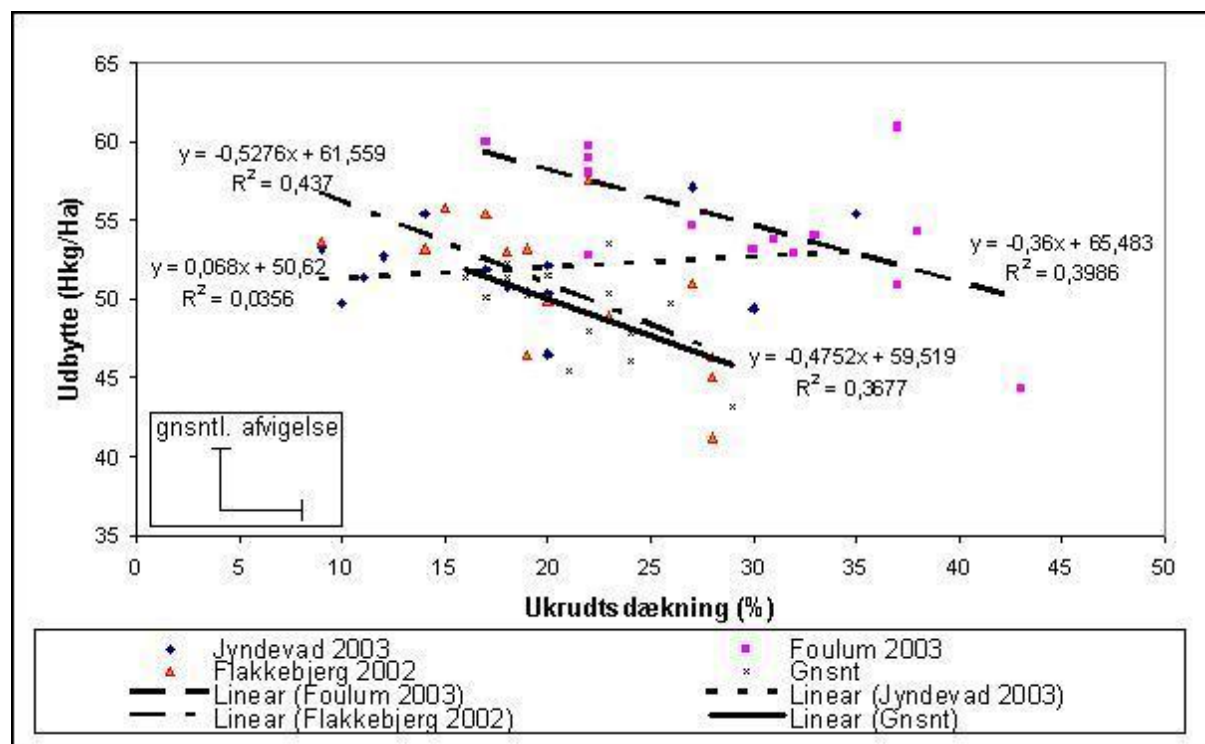
Figur 9 viser, at sammenhængen mellem konkurrenceegenskaben strållængde og udbyttet er som forventet, hvor des bedre egenskaben er, des større er udbyttet også. Der er kun en sort, der afviger markant fra den overordnede tendens, og det er sorten Fabel.

Tendenslinier for hver af de 5 udbyttmålinger viser samme sammenhæng som den, der er vist i figur 9, på nær for Jydevad 2003, hvor hældningen er svagt aftagende. Vi har dog vurderet, at tendenslinien for gennemsnitsudbyttet for hver af de 14 sorter, som er vist i figur 9, er repræsentativ for sammenhængen.



Figur 10: Sammenhængen mellem LAI og udbytte for de 14 sorter. De anvendte værdier for LAI er gennemsnit af 7 målinger og de anvendte værdier for udbytte er gennemsnit af 5 målinger.

Punkterne i figur 10 ligger tæt på nær punktet for sorten Fabel. Tendenslinien viser en sammenhæng mellem stort LAI og lavt udbytte, hvilket er modsat det forventede. Denne sammenhæng fremkommer, selv om man undlader at medregne Fabel i tendenslinien. Tendenslinier for hver af de 5 målinger for udbytte separat viser samme tendens som den, der er vist i figur 10.



Figur 11: Sammenhæng mellem den procentvise ukrudtsdækning og udbytte for de 14 sorter ved 3 forskellige målinger og en gennemsnitsværdi. Til beregning af gennemsnitsværdierne er anvendt værdier fra 4 målinger mht. ukrudtsdækningen og fra 5 målinger mht. udbyttet. I grafen er vist en tendenslinie for hver af de 4 serier.

Figur 11 viser tendenslinier for hver af de 3 målinger, hvor der både er registreret ukrudtsdækning og udbytte. Tendenslinien for Jynde vad 2003 er modsat de andre, men bortset fra denne er sammenhængen som forventet.

En sammenligning af ukrudtsdækningen (jf. tabel 2) og udbyttet (jf. tabel 3) viser, at der er flere mindre uoverensstemmelser mellem det udbytte, der forventes på baggrund af ukrudtsdækningen (jf. tabel 2), og det faktiske udbytte. Brazil og Otira har begge lille ukrudtsdækning, men har alligevel ikke nogle af de højeste udbytter. Sorten Sebastian har meget ukrudt men ikke tilsvarende meget lavt udbytte. Sorten Landora havde en middel ukrudtsdækning men alligevel det højeste udbytte af alle sorterne. Sorten Alabama havde ligeledes en middel ukrudtsdækning men et meget lille udbytte.

Da der i realiteten er mange andre forhold en ukrudtsforekomsten i marken, der påvirker udbyttet, har vi valgt også at analysere sammenhængen mellem den totale sygdomsdækning og udbyttet. Vi vil især inddrage sygdomsdækningen i det omfang, det kan forklare eventuelle uoverensstemmelser mellem den faktiske og forventede sammenhæng mellem ukrudts-dækning og udbytte.

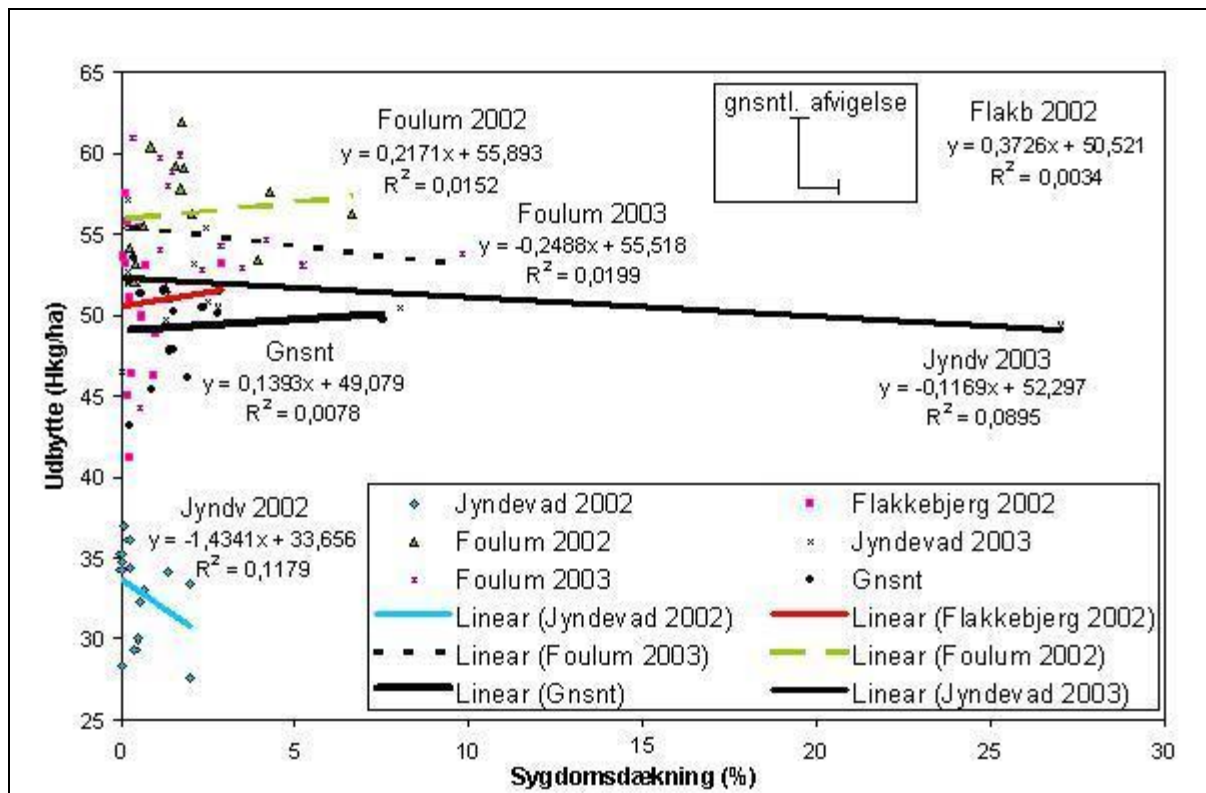
Der er foretaget 5 forskellige målinger af den procentvise sygdomsdækning. Data for hver af de 14 sorter er vist i tabel 4.

År	2002			2003		Gnsnt.	
	Lokalitet	Jynde vad	Flakkebjerg	Foulum	Jynde vad		Foulum
Alabama		0,40	0,24	1,28	0,21	2,34	0,89
Brazil		0,00	0,30	1,76	2,12	9,79	2,79
Cicero		0,53	0,10	0,67	0,21	1,34	0,57
Culma		0,50	0,61	0,24	2,78	2,87	1,40
Danuta		0,07	0,28	1,72	0,11	1,12	0,66
Fabel		0,01	0,21	0,40	0,02	0,54	0,24
Harriot		0,03	0,16	1,80	2,52	1,68	1,24
Landora		0,23	0,12	0,86	0,19	0,34	0,35
Neruda		1,33	0,72	2,06	2,45	5,23	2,36
Orthe ga		0,24	0,20	4,27	8,00	1,45	2,83
Otira		0,67	2,92	1,59	1,28	1,10	1,51
Prestige		2,00	0,94	0,41	0,19	4,15	1,54
Punto		2,00	1,00	3,93	1,31	1,38	1,92
Sebastian		0,00	0,55	6,64	27,00	3,46	7,53
Gnsnt. på lokalitet		0,57	0,60	1,97	3,46	1,85	

Tabel 4: Tabel over den procentvise totale sygdomsdækning i de 14 sorter for 5 forskellige målinger fra økologiske forsøg og gennemsnittet deraf.

Sammenlignes sygdomsdækningen (jf. tabel 4) med udbyttet (jf. tabel 3), viser det sig, at der er nogle uoverensstemmelser mellem sygdomsdækningen og udbyttet. Sorten Sebastian har den største gennemsnitlige sygdomsforekomst af alle sorterne ikke mindst pga. den store sygdomsdækning på Jynde vad 2003, men har alligevel ikke et af de laveste udbytter. Tværtimod har Sebastian højere udbytte end de andre sorter i flere af målingerne. Dog er det ikke lige så højt i målingen fra Jynde vad 2003, hvor der var særlig stor sygdomsdækning som i de andre målinger. Sorten Brazil har også højere gennemsnitlig sygdomsdækning end de øvrige sorter ikke mindst pga. en høj sygdomsdækning i Foulum 2003, men har alligevel ikke lavere udbytte end andre sorter med mindre sygdomsdækning. Det samme gør sig gældende for sorterne Neruda og Orthe ga.

Sorten Fabel har den laveste gennemsnitlige sygdomsdækning af alle sorterne, men har alligevel også det laveste gennemsnitlige udbytte. På samme måde har sorten Alabama lav sygdomsdækning men alligevel et meget lavere udbytte end de øvrige sorter.



Figur 12: Sammenhæng mellem den procentvise sygdomsdækning og udbyttet for de 14 sorter fra 5 forskellige målinger fra økologiske forsøg samt et gennemsnit af de 5 målinger. I grafen er vist en tendenslinie for hver af de 6 serier.

På samme måde som med sammenhængen mellem ukrudtsdækning og udbytte forventes det, at des større sygdomsdækningen er, des mindre er udbyttet. Ifølge figur 12 er der ikke entydigt den forventede sammenhæng mellem stor sygdomsdækning og lavt udbytte.

6.4 Diskussion

På Jyndeved 2002 er en forskel på +/- 0,79 signifikant. På Flakkebjerg 2002 er en forskel på +/- 1,25 signifikant. På Foulum 2002 er en forskel på +/- 0,85 signifikant. På Jyndeved 2003 er en forskel på +/- 0,74 signifikant. På Foulum 2003 er en forskel på +/- 1,18 signifikant. Dvs. der er signifikant forskel mellem udbyttet på hver af de 5 lokaliteter. Dog er der også signifikant forskel på udbyttet mellem de 5 lokaliteter, hvilket gør, at brugen af data fra forskellige lokaliteter i dette tilfælde udgør en væsentlig fejlkilde. I sammenligningen af stresspåvirkningerne og udbyttet har vi derfor set på sammenhængen mellem disse forhold for lokaliteterne hver for sig.

Analyse af sammenhængen mellem ukrudtsdækningen og udbyttet og mellem sygdoms-dækningen og udbyttet viser imidlertid, en overensstemmelse mellem høj dækningsprocent og lavt udbytte og omvendt. På nogle lokaliteter har der været tendenser i den modsatte retning.

Mht. ukrudtsdækningen viser figur 11, at der i Jyndeved 2003 er en sådan modsat tendens end for de øvrige målinger. Dette kan forklares ved, at der i Jyndeved 2003 var større sygdomsdækning end ved de øvrige målinger. Netop pga. den høje sygdomsforekomst kan det have været en fordel udbyttmæssigt, at der er meget ukrudt i afgrøden, hvis ukrudtet har været resistent og dermed har fungeret som fysisk barriere for spredningen af sygdommene. Egentlig bør sammenhængen mellem ukrudtsdækning og udbytte foretages på baggrund af data fra forsøg, hvor man så vidt muligt har sikret, at ukrudtet er den eneste variable parameter, der påvirker udbyttet. Af den grund er målingerne fra Jyndeved 2003 ikke gode at bedømme sammenhængen mellem ukrudtsdækning og udbytte ud fra.

For alle tendenslinierne gælder, at punkterne ligger meget spredt omkring dem, hvilket gør dem meget usikre. Der er desuden både signifikant forskel med hensyn til ukrudtsdækningen og udbyttet. Den gennemsnitlige afvigelse, som er vist i figur 11, giver et fejlagtigt udtryk for, hvad der er en signifikant forskel mellem sorterens udbytte, fordi den er angivet for gennemsnittet af alle lokaliteterne.

Analysen af sammenhængen mellem sygdomsdækning og udbytte har også vist forskellige tendenser. Sygdomsdækningen i målingerne fra Jyndeved 2002 og Flakkebjerg 2002 er meget lille og tendenslinierne for disse målinger kan derfor lige så vel være et udtryk for tilfældighed som for en egentlig sammenhæng mellem sygdomsdækningen og udbyttet. Tendenslinierne for Jyndeved 2003 og Foulum 2003, hvor sygdomsdækningen har været størst, må give det mest eksakte udtryk for sammenhængen mellem den procentvise sygdomsdækning og udbyttet. Tendenslinierne for disse målinger viser den forventede sammenhæng. Usikkerheden mht. tendenslinierne er mindst for Jyndeved 2002 og 2003. På baggrund heraf vurderer vi, at den mest eksakte tendenslinie er for Jyndeved 2003.

På samme måde som med ukrudt vil det bedste udtryk for sammenhængen mellem sygdomsdækningen og udbyttet fås ved at undersøge disse to forhold i en afgrøde, der kun er påvirket af sygdom og ikke ukrudt eller andre variable forhold. Selv om Jyndeved 2003 giver et godt billede af sammenhængen, fordi sygdomsdækningen dér er stor nok til, at sammenhængen er udtryk for andet end tilfældigheder, er det ikke optimalt, eftersom der samtidig har været en stor ukrudtsdækning på Jyndeved 2003. I teori afsnittet til dette kapitel er beskrevet, at ukrudt og sygdom interagerer indbyrdes, hvilket er med til komplicere forholdet mellem sygdomsdækningen og udbyttet. Der er altså ikke sikkerhed for, at sammenhængen er, som målingerne fra Jyndeved 2003 indikerer, men det er den mest repræsentative af de 5 målinger.

Mht. sammenhængen mellem konkurrenceegenskaber og udbytte har vi beskrevet flere tilfælde, hvor denne sammenhæng vil kunne afvige fra den umiddelbare antagelse at des bedre konkurrenceegenskaber er, des større udbytte, fordi der vil være mindre ukrudt. Ikke alene er sammenhængen mellem konkurrenceegenskaber og ukrudtsdækningen ikke entydig, det er sammenhængen mellem ukrudtsdækning og udbytte heller ikke. På baggrund heraf og fordi der desuden er mange andre forhold, der påvirker udbyttet end ukrudtsdækningen, kan man heller ikke forvente, at der er en simpel sammenhæng mellem konkurrenceegenskaberne og udbyttet.

Figur 9 og 10 viser, at det kun er mht. strållængde, at der er den forventede sammenhæng mellem en god konkurrenceegenskab og stort udbytte. Sammenhængen mellem LAI og udbytte er ikke som forventet. Dog er usikkerheden for tendenslinierne i figur 9 og især 10 meget stor og der er ifølge den gennemsnitlige afvigelse ikke signifikant forskel mellem de anvendte værdier. Dog er det muligt, at en beregning af signifikansforskelle mellem dataene for hver af de 5 lokaliteter vil vise, at der er signifikant forskel mellem punkterne.

Endvidere har mere omfattende undersøgelser (Østergaard og Kristensen, 2002) vist, at der er en signifikant positiv eller kun svagt negativ sammenhæng mellem strållængde og udbytte i økologiske lokaliteter.

I analysen har vi henledt opmærksomheden på enkelte sorter, der har opført sig uventet mht. sammenhængen mellem stresspåvirkning og udbytte. Nogle af disse kan forklares ved at se på stresspåvirkningerne fra ukrudts- og sygdomsdækningen samlet. En af disse er Fabel, der på trods af den laveste sygdomsdækning af alle sorterne, har det laveste udbytte. Til gengæld er ukrudtsdækningen i Fabel langt højere end for de øvrige sorter, hvilket kan forklare det lave udbytte. Omvendt havde sorterne Orthegea og Brazil lavere ukrudtsdækning end de øvrige sorter, men havde alligevel ikke større udbytte end mange sorter med større ukrudtsdækning. Til gengæld var sygdomsdækningen i disse to sorter større, hvilket er forklaringen på det lavere udbytte.

Sorten Sebastian har derimod både stor ukrudts- og sygdomsdækning men alligevel et større udbytte end flere af de øvrige sorter. En forklaring på dette kan være, at Sebastian har genetisk højere udbytte end de andre sorter.

Det, at der er sorter, der afviger fra forventningerne, indtil man inddrager nogle flere forhold, er argument for, at det er mere plausibelt at se på de forskellige påvirkninger i samspil frem for hver for sig.

Da der er store usikkerheder i forbindelse med de opstillede tendenslinier for de forskellige sammenhænge, vi tilstræbte at vise, kan vi ikke på baggrund deraf afgøre, om det er muligt at forudsige udbyttet for en sort ud fra ukrudts- og sygdomsdækningen. Dog har litteraturstudie (Finckh *et al.*, 2000; Booth *et al.*, 2003) vist, at den sammenhæng, som den vi forventer, er realistisk, og vi vil derfor ikke forkaste vores hypoteser omkring sammenhængen mellem hhv. konkurrenceegenskaber og udbytte og stresspåvirkninger fra ukrudt og sygdom og udbytte.

7 Sortsblandinger

I dette afsnit vil vi gøre rede for de mekanismer, der fungerer mellem sorterne i en blanding, både med hensyn til ukrudt, sygdom og udbytte. På baggrund deraf og de tidligere afsnit opstiller vi hypoteser for sammenhængen mellem ukrudts- og sygdomsdækning og udbytte i en blanding i forhold til i gennemsnittet af de indgående sorter. Hypoteserne sammenlignes med forsøgsdata i analysen og til sidst diskuteres, med hvor stor sikkerhed det er muligt forudsige ukrudts- og sygdomsmængden og udbytte for en blanding ud fra gennemsnittet af de indgående sorter.

7.1 Egenskaber ved sortsblandinger

Når forskellige sorter bliver dyrket sammen i sortsblandinger, kan der være forskellige mekanismer og effekter af samspillet mellem sorterne, der gør, at de klarer sig anderledes, end hvis de samme sorter blev dyrket som monokulturer. Der er desuden den effekt i blandingerne mht. udbyttet, at hvis en eller endog to sorter klarer sig dårligt, så vil de andre kunne øge deres vækst og dermed kompensere for det tabte udbytte fra de sorter, der har klaret sig dårligt.

Grundideen bag sortsblandinger er baseret på observationer i den vilde natur, hvor diversitetsfaktoren er meget større end den er i en mark med afgrøder. Diversitetsfaktoren i afgrøder kan øges uden at bruge forskellige arter, ved at bruge forskellige sorter af en art. Sorterne skal tilnærmelsesvis have de samme fænotypiske karakteristika såsom højde, kvalitet, udbytte, modningstidspunkt og korntype, fordi det har betydning for bearbejdningen og den videre anvendelse af kornet. Desuden skal deres resistens- og konkurrenceegenskaber være på linje med de mest dyrkede sorters (Munk, 1998).

Der er blevet forsket meget i blandinger, men der er få undersøgelser omkring betydningen af antallet af indgående sorter i blandinger. I blandingerne fra BAR-OF er der som bekendt tre indgående sorter. Undersøgelser har vist, at med højere antal af indgående sorter er det muligt at øge udbyttet og mindske sygdomsdækningen (Newton *et al.* 1997).

I de følgende afsnit vil vi gennemgå nogle af de mekanismer, der kan gøre, at der er forskel på hhv. ukrudts- eller sygdomsforekomst eller udbyttet i en sortsblanding og gennemsnittet af de indgående sorter. Vi gør opmærksom på, at alle de beskrevne forhold vedr. konkurrence-egenskaber og ukrudt i blandinger i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter stammer fra egne ræsonnementer, da der ikke på nuværende tidspunkt foreligger litteratur, der beskriver dette felt.

7.1.1 Konkurrenceegenskaber og ukrudtsdækning i sortsblandinger

Den intraspecifikke konkurrence mellem sorterne i en blanding afhænger af disses konkurrenceegenskaber. Hvis en sort har meget bedre konkurrenceegenskaber end de øvrige, vil denne undertrykke de andre sorter. Samtidig vil blandingen kunne få bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter, fordi den ene dominerende sorts egenskaber kommer til udtryk i hele blandingen.

Derudover kan konkurrenceegenskaberne i blandingen som helhed overstige konkurrence-egenskaberne for gennemsnittet af de indgående sorter, hvis de bedste af alle sorterne konkurrenceegenskaber kommer til udtryk i hele blandingen. Hvis én sort er meget busket i de tidlige stadier og en anden er meget høj og begge disse egenskaber kommer til udtryk, vil blandingen som helhed have bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter, fordi det er de bedste egenskaber mht. hver konkurrenceparameter fra de 3 sorter, der kommer til udtryk i blandingen.

Hvis sorterne udnytter jorden lidt forskelligt eller udnytter forskellige dele, vil sorterne få bedre levevilkår, når de dyrkes i blanding, fordi den intraspecifikke konkurrence er mindre i blandingen, end når sorterne dyrkes som monokulturer.

En blanding kan også have dårligere konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter. Det kan forekomme, hvis en eller flere af sorterne kun har god evne til at undertrykke omkringstående planter tidligt i deres vækstforløb. Dette kan medføre at andre sorter, som senere i deres vækstforløb har gode konkurrenceegenskaber, undertrykkes, så deres egenskaber aldrig når at komme til udtryk i blandingen. I sådan et tilfælde er der dog ikke konkurrenceegenskaberne generelt, der er dårligere i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, men kun f.eks. strå længden mens bladarealet er lig det i gennemsnittet af de indgående sorter. Resultatet af dette vil være, at blandingen har god konkurrenceevne tidligt på sæsonen, men ikke senere, hvorfor der samlet set kan nå at komme mere ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter.

Der kan være mindre ukrudt i en blanding end i gennemsnittet af de indgående sorter, hvis konkurrenceegenskaberne i blandingen bliver forbedret af, at sorterne bliver dyrket som blanding frem for som

monokulturer, f.eks. hvis en sort med gode egenskaber kan undertrykke ukrudtet i blandingen på linie med den sort dyrket som monokultur. Men der kan også komme mindre ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, selv om konkurrenceegenskaberne i blandingen er lig konkurrenceegenskaberne for gennemsnittet af de indgående sorter. Det vil forekomme, hvis selve kombinationen af de forskellige sorters konkurrenceegenskaber gør, at der kommer mindre ukrudt, uden at blandingen som helhed har bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter.

Selvom der er dårligere konkurrenceegenskaber i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, kan der godt være lige så meget eller mindre ukrudt i blandingen som i gennemsnittet af de indgående sorter. Det kan forekomme, hvis den intraspecifikke konkurrence, gør at nogle af sorterens udvikling forsinkes i forhold til de andre sorters. I så fald vil der være et tæt bunddække i blandingen, af bygplanter hvis vækstrate er blevet nedsat, samtidig med at andre sorter er vokset op og nået i senere vækststadier.

Der kan også være mindre eller lige så stort udbytte i en blanding som i gennemsnittet af de indgående sorter, selv om den har bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter. Det kan forekomme, hvis blandingens konkurrenceegenskaber afspejler, at der er én dominerende sort i blandingen og denne sort undertrykker de andre sorter samtidig med ukrudtet. Hvis den negative effekt af den øgede intraspecifikke konkurrence udligner eller overstiger den positive effekt på udbyttet af mindre ukrudtsdækning i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, vil udbyttet blive hhv. lig eller mindre end udbyttet for gennemsnittet af de indgående sorter.

Selvom der er ens konkurrenceegenskaber i en blanding som i gennemsnittet af de indgående sorter, kan der godt være større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, hvis sorterne har lidt forskellige nicher. I så fald så vil de nemlig have flere ressourcer til rådighed, end hvis de omkringstående planter udnyttede samme niche, sådan som det er tilfældet i monokulturer, og derfor vil deres udbytte blive lidt større. Eller udbyttet kan være mindre i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, hvis sorterne undertrykker hinandens kornproduktion uden at det skyldes øget intraspecifik konkurrence.

Selvom der er dårligere konkurrenceegenskaber i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, kan der godt være lige så stort eller større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter. Det kan forekomme hvis der på trods af de dårlige konkurrenceegenskaber er mindre ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter og effekten deraf på udbyttet opvejer den negative effekt på udbyttet af den intraspecifikke konkurrence. Hvis den positive effekt af det mindre ukrudt overstiger den negative effekt af den intraspecifikke konkurrence, vil der være et større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter.

Selvom der er mere ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, kan der godt samtidig være større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter. Det kan forekomme, hvis ukrudtet har en positiv effekt på udbyttet f.eks. ved at agere fysisk barriere for sygdomsspredningen, eller hvis sorterne har forbedret adgang til ressourcer, når de dyrkes i blandingen. Det kan forekomme hvis de udnytter forskellige nicher, men de alligevel ikke har forbedrede konkurrenceegenskaber. Det kræver dog, at den negative effekt af ukrudtet ikke overstiger den positive effekt af nicheforskellene.

Selvom der er mindre ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter kan der godt være mindre udbytte også, hvis der samtidig er stor intraspecifik konkurrence og effekten heraf på udbyttet overstiger den positive effekt af mindre ukrudt på udbyttet. Hvis de to effekter opvejer hinanden vil der være lige så stort udbytte i blandingen som i gennemsnittet af de indgående sorter.

Bortset fra disse særtilfælde vil der være mindre ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, hvis blandingen har bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt. Endvidere vil der være større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, hvis der er mindre ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt.

7.1.2 Sygdom i sortsblandinger

I dette afsnit vil vi forklare, hvordan sortsblandinger klarer sig, når de er under angreb af sygdom. Og hvilke mekanismer der indspiller i blandingerne, som gør, at de er mere resistente mod sygdomme.

I blandingerne er både benyttet sorter med monogen (et resistens-gen) og polygen (flere resistens-gener) resistens i et forsøg på at få en så alsidig resistens som muligt. Blandingens resistens afhænger meget af kombinationen af sorterne i blandingen og deres resistens-gener. Målet er at få en blanding, der opretholde den resistens, der skal til for at overleve patogen-angreb i en hel vækstperiode.

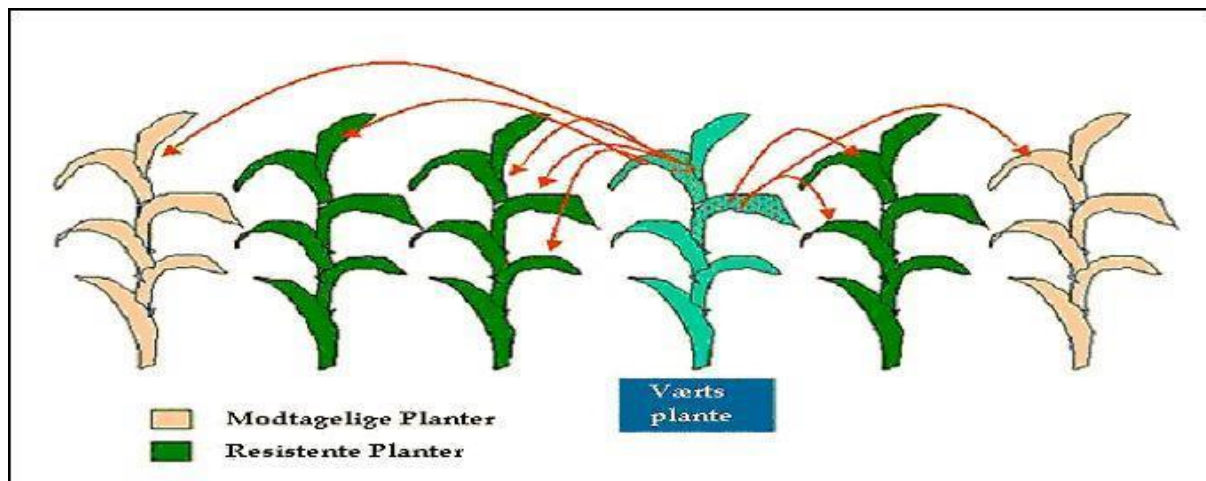
Sortsblandinger nedsætter sygdomsniveauet i marken i forhold til monokulturmarker, som ikke er blevet behandlet med pesticider (Mundt, 2002). Det er muligt at minimere sygdomsdækningen i en blanding ved at

sammensætte denne ud fra kendskab til resistens-egenskaberne for de indgående sorter. Og det er ikke så meget antallet af indgående sorter, men mere det gennemsnitlige resistensniveau i blandingen, der siger noget om, hvordan blandingen vil klare sig. (Finckh *et al.*, 2000)

Der er 3 forskellige mekanismer, som spiller ind i sygdomsnedsettelsen i blandinger.

Den vigtigste af dem er fortyndings-effekten. Den fungerer ved brug af en blanding af to resistensmæssigt forskellige sorter, en der er modtagelig overfor det pågældende patogen og en der ikke er det, idet afstanden mellem de modtagelige planter vil blive større, end hvis de stod i en monokulturmark. Dette resulterer i, at patogenet, som har smittet en sort og etableret sig, vil have meget sværere ved at blive spredt til en identisk sort, da der imellem dem står resistente planter. Det kan også siges, at jo flere resistente planter der er i en mark, jo sværere bliver det for patogenet at sprede og etablere sig.

Den anden mekanisme, barriere-effekten, grunder i, at det område, som ligger mellem de modtagelige sorter, i de fleste tilfælde er overgroet med planter, som muligvis er resistente overfor patogenet. Det resulterer i, at de resistente sorter virker som en fysisk barriere for patogenets sporer og derved forhindres en videre spredning af patogenet (se figur 13).



Figur 13: Figuren viser, hvordan barriere-effekten virker. Pilen indikerer sporer, som kommer fra værtsplanten. (www.apsnet.org)

Det skal dog siges, at spredning af patogenets sporer ikke er ens for alle patogener. Meldug (*B. Graminis* f.sp. *Hordei*) spreder sine sporer med vinden, dvs. at dens sporer kan komme meget langt, hvis forholdene er til det. Skoldplet (*R. Secalis*) spreder derimod sine sporer med vandstænk, som er ret begrænsede i deres rækkevidde. Derfor ville en fysisk barriere af resistente planter være en effektiv måde at forhindre videre spredning af Skoldplet.

Den tredje mekanisme er en slags vaccinationsproces, der kaldes induceret resistens. De sporer, som ikke kunne inficere en specifik sort, fremkalder en slags resistensreaktion i den sort eller det område på planten, som patogenet forsøger at etablere sig på. Når så en spore fra samme patogen-art, som normalt ville inficere planten, lander på det område, som er under resistensreaktion, vil den dø eller bare udvikle sig i et begrænset omfang (Lannou *et al.* 1995; Finckh *et al.* 2000). Induceret resistens er en ikke-specifik mekanisme, der findes i mange økosystemer, der er under angreb af patogener. Dens karakteristika varierer fra sygdom til sygdom. Nogle inducerede resistensmekanismer er lokaliserede til plantevæv i nærheden af infektionen, mens andre mekanismer påvirker en meget større del af planten. Forskere mener dog, at en infektion af en avirulent³ spore i et meget lokalt område kan medføre stor sygdomsreduktion på epideminiveau (Lannou *et al.* 1995).

Sygdom udvikles langsomt i blandinger, men det kan ikke undgås, at nogle planter bliver inficerede. Ved infektionen vil planten bruge energi på at forsvare sig mod patogenet, og det gør, at den ikke har den samme mængde energi til rådighed som sine naboplanter, samtidigt med at patogenet tager noget af plantens næringsstoffer til eget brug. Det tab i udbytte, som kommer ved infektion af de modtagelige sorter, bliver genvundet pga. den større mængde næringsstoffer, der er til rådighed for de ikke-modtagelige planter. I monokulturer er denne form for kompensation ikke almindelig. (Finckh *et al.* 2000)

³ Ikke i stand til at fremkalde sygdomsreaktion.

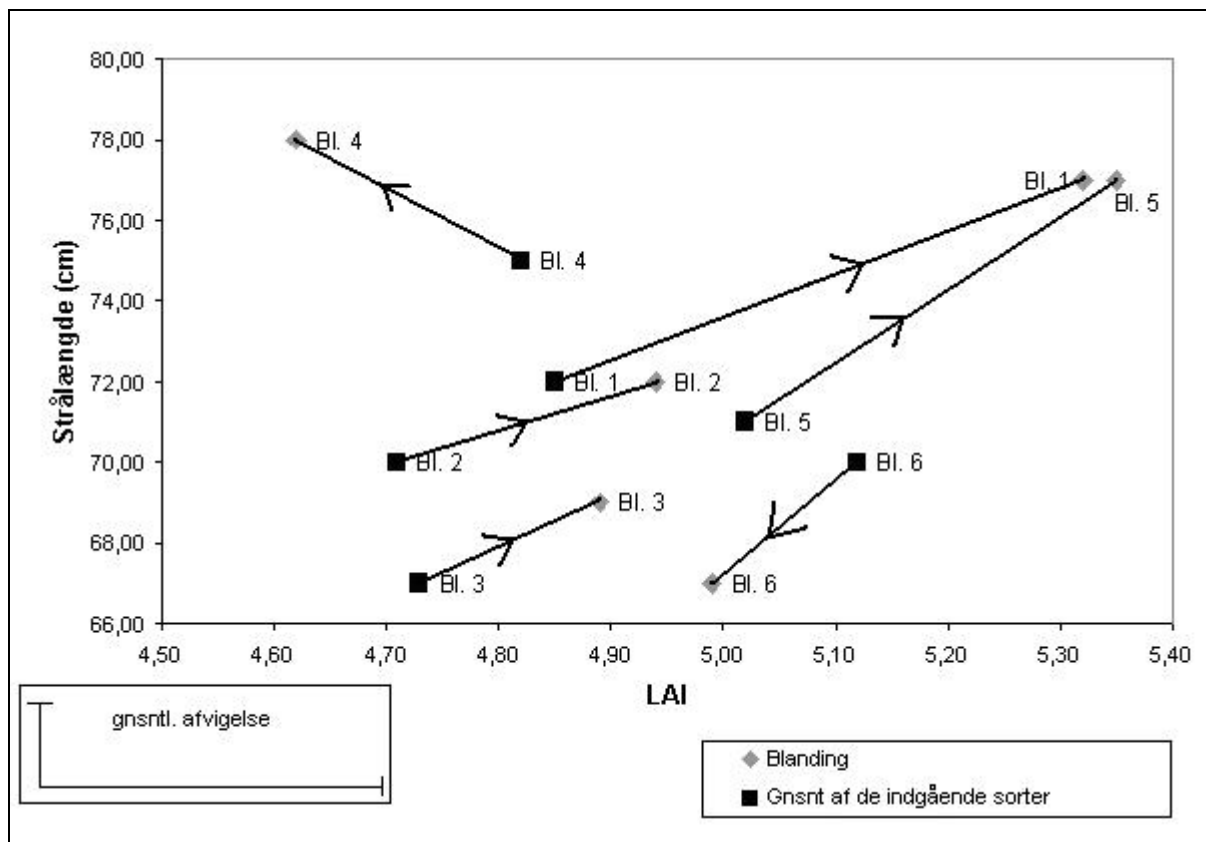
7.2 Hypotese

Som udgangspunkt forventer vi, at ukrudtsdækningen i blandingerne afspejler deres konkurrenceegenskaber og at udbyttet i blandingerne afspejler deres sygdoms- og ukrudtsdækning. På baggrund af litteraturstudie i forbindelse med forrige afsnit har vi vurderet, at disse forhold påvirker udbyttet mærkbart. Dvs. at selv om, der foruden ukrudt og sygdom er mange andre forhold, der påvirker udbyttet, er ukrudt og sygdom væsentlige for en forudsigelse af udbyttet. Endvidere forventer vi, at hvis der er mere ukrudt og/eller sygdom i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, så vil der være mindre udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt. Endelig vil påvirkningerne også kunne udligne hinanden, men vi har ikke belæg for at sige, hvor stor effekten på udbyttet er af ukrudts- eller sygdomspåvirkningerne eller hvor stor en sygdomsdækning der skal til, for at effekten deraf tilsvarende en positiv effekt af mindre ukrudt og omvendt.

På baggrund af forrige afsnit antager vi, at der i blandingerne som oftest vil være mindre sygdom og ukrudt end gennemsnittet af de indgående sorter. Derfor kan vi forvente, at udbyttet i en blanding som minimum er lig med udbyttet i gennemsnittet af de indgående sorter. En forudsætning for dette er nemlig, at forskellen mellem ukrudt- og sygdomsforekomsten i en blanding og i gennemsnittet af de indgående sorter er negativ eller lig nul. En mindre ukrudts- og/eller sygdomsdækning i blandingerne end i gennemsnittet af de indgående sorter indikerer, at der er en forstærkende effekt af sorterens konkurrence- og resistensegenskaber, når de bliver dyrket sammen i blanding.

7.3 Analyse

I dette afsnit vil analysere blandingerne i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter mht. konkurrenceegenskaber, ukrudts- og sygdomsdækning og udbytte.

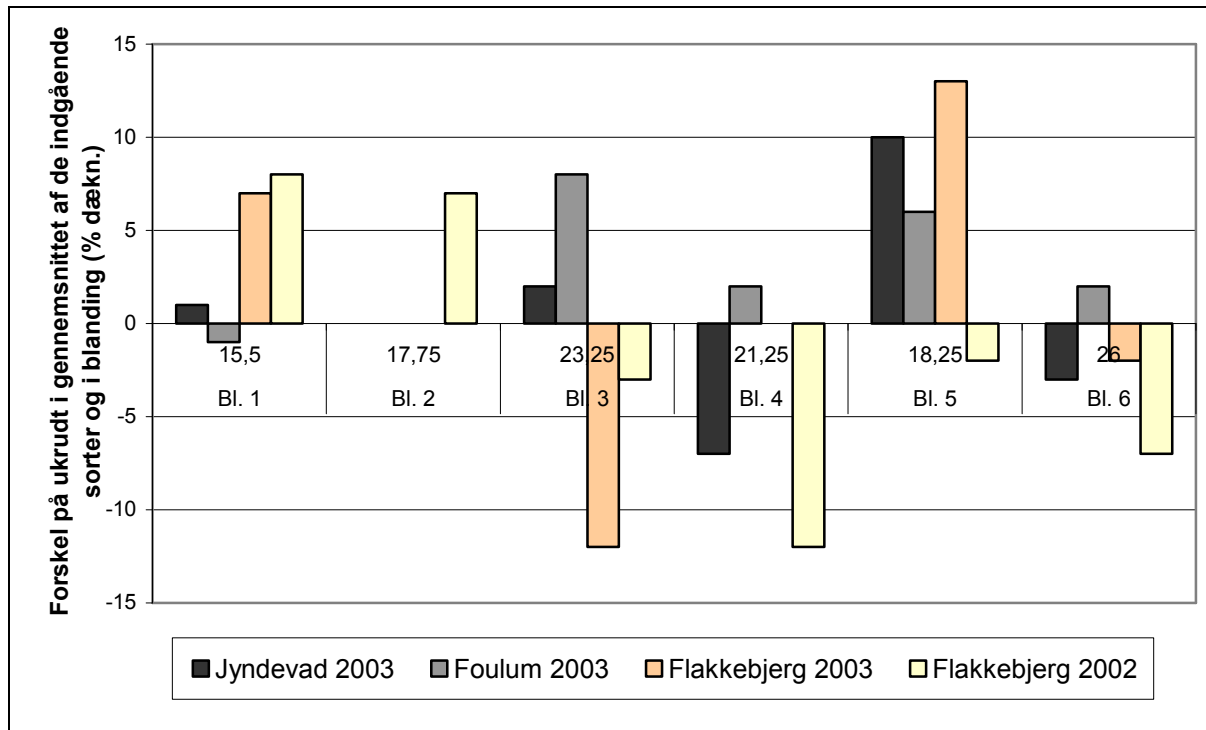


Figur 14: Konkurrenceegenskaber for de 6 blandinger og for gennemsnittet af de indgående sorter for hver blanding. De anvendte værdier er gennemsnit af målinger fra de samme lokaliteter for LAI og strållængde.

På figur 14 ses at blanding 1, 2, 3 og 5 har bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter for hver blanding. Blanding 4 har større strållængde men mindre bladareal end gennemsnittet af de indgående sorter mens blanding 6 både har mindre strållængde og bladareal end gennemsnittet af sorterne i blandingen. I de fleste tilfælde er egenskaberne altså bedre i blandingerne end gennemsnittet af de sorter der indgår i de respektive blandinger.

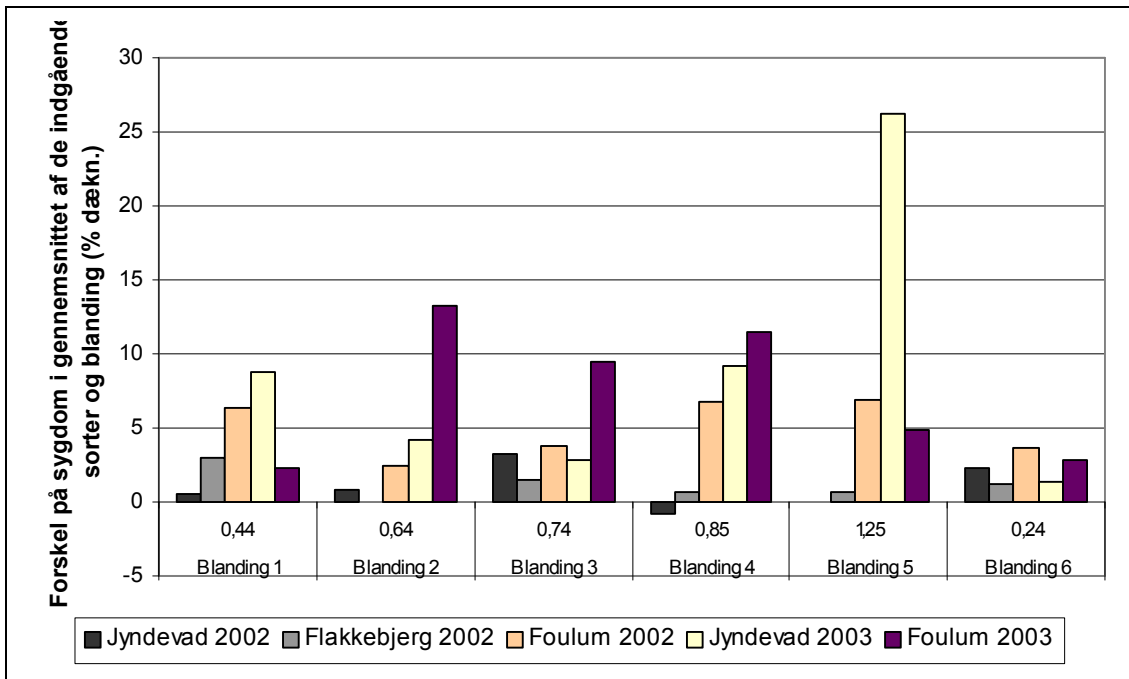
En sammenligning af blandingeres konkurrenceegenskaber i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter og den gennemsnitlige afvigelse viser, at det kun er for blanding 1 og 5, at der er signifikant forskel mellem blandingen og gennemsnittet af de indgående sorter.

På baggrund heraf forventes blanding 1 og 5 at have mindre ukrudt end gennemsnittet af de indgående sorter, fordi både deres strållængde og bladareal er signifikant større end gennemsnittet af de indgående sorter. Der kan ikke opstilles særlige forventninger for de øvrige blandinger, da der ikke er signifikant forskel mellem konkurrenceegenskaberne i blandingerne og gennemsnittet af de indgående sorter.



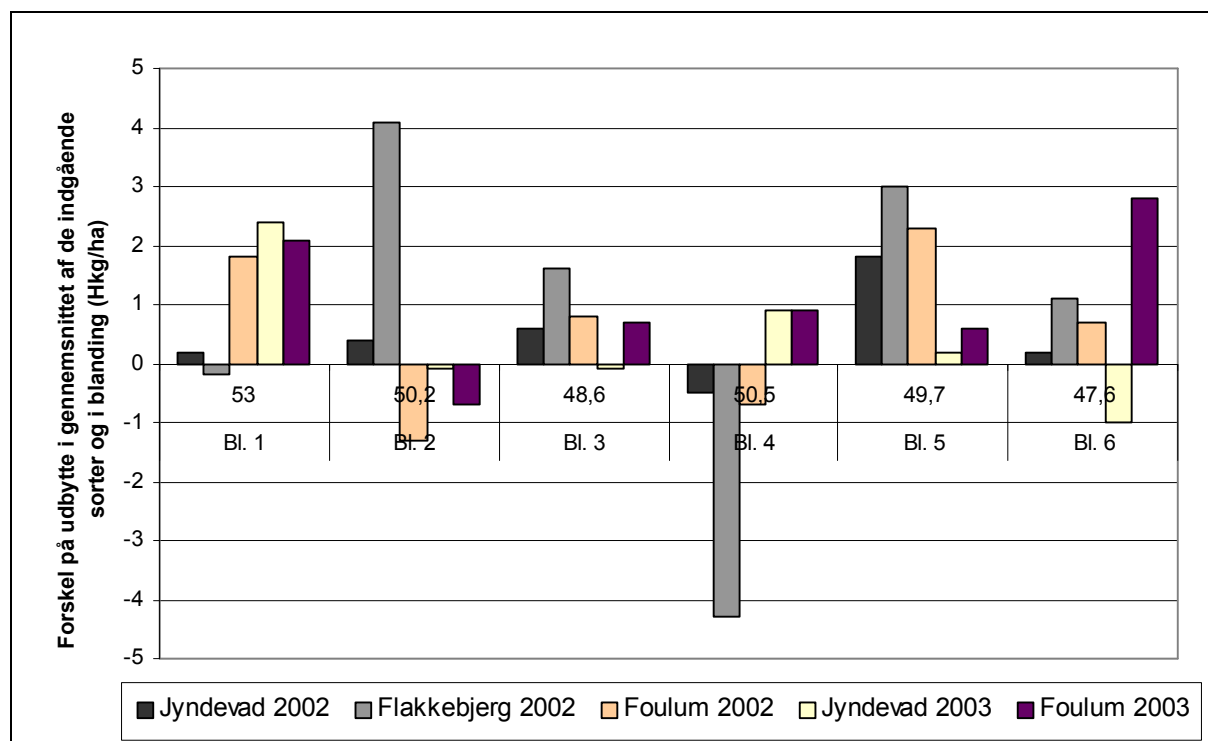
Figur 15: Graf over forskellen mellem ukrudt i blanding og gennemsnittet af de indgående sorter for hver af de 6 blandinger fra 4 forskellige målinger fra økologiske forsøg. Når søjlerne er over x-aksen er der mindre ukrudt i blandingen end gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt.

For ukrudt kan man se på figur 15, at blandingerne 1, 2 og 5 viser sig at have bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter. Der er noget der tyder på at der er nogle mekanismer i blanding 2 der gør at der ikke er registreret nogen forskel imellem gennemsnittet af de indgående sorter og blandingen for tre af de fire lokaliteter. Blanding 5 viser sig at have bedst konkurrenceegenskaber, selvom blanding 1 har laveste dæknings-procent. Blanding 4 og 6 har dårlige konkurrenceegenskaber i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter. For blanding 3 ses at de lokaliteter hvor den har klaret sig dårligt er på Flakkebjerg i 2002 og 2003. Set i forhold til figur 15 over konkurrence-egenskaber for blandingerne og hhv. gennemsnittet af de indgående sorter, så har blanding 3 ikke klaret sig så godt som forventet, da den har den næst højeste dækningsprocent på 23,25%. De andre tre blandinger der bliver omtalt i figur 15, blanding 1, 2 og 5 klarer sig som forventet, og det ses også på deres dækningsprocent at de har gode konkurrenceegenskaber.



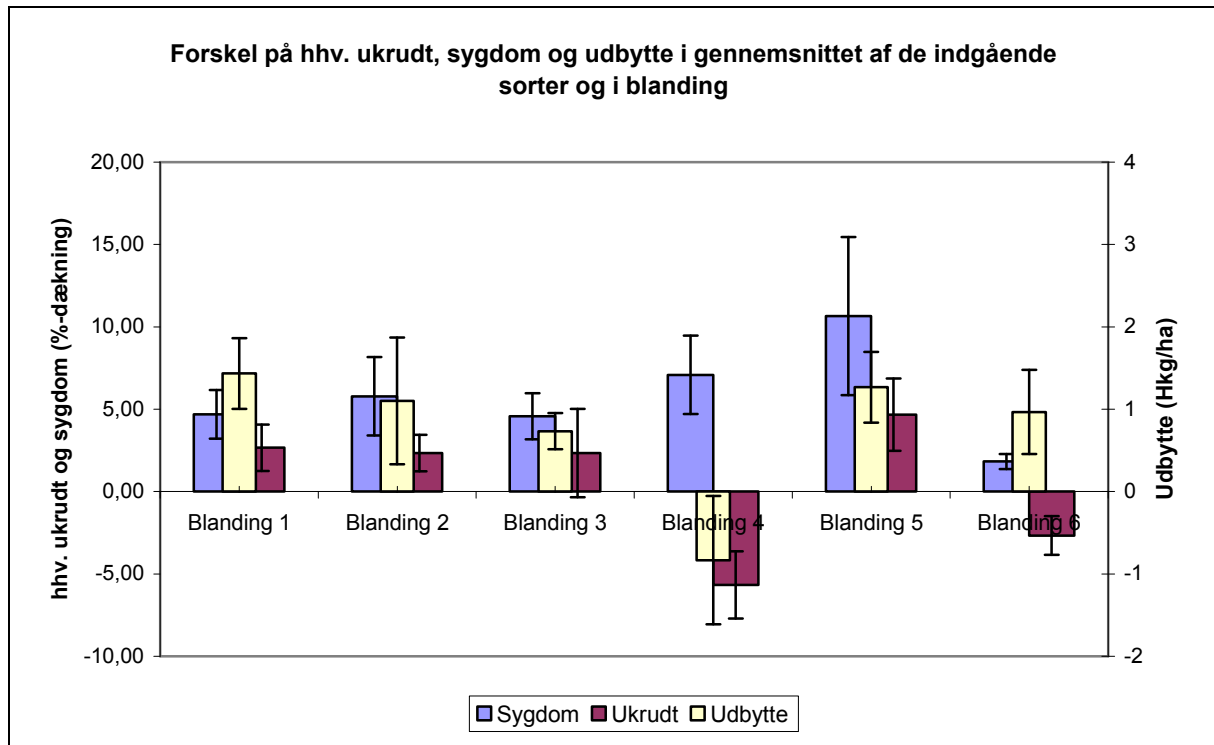
Figur 16: Graf over forskellen mellem sygdom i blanding og gennemsnittet af de indgående sorter for hver af de 6 blandinger fra 5 forskellige målinger fra økologiske forsøg. Når søjlerne er over x-aksen er der mindre sygdom i blandingen end gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt.

Figur 16 viser hvordan sygdomsdækningen er for blandingerne i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter. Og det ses at alle blandingerne har gode resistensegenskaber, der er kun en forskel i blanding 4 hvor sygdomsdækningen for Jyndeved i 2002, er negativt stillet i forhold til resten af lokaliteterne. Specielt kan man se at blanding 5 har gode resistensegenskaber, selvom det er den blanding med højeste dækningsprocent på 1,25%, den er i Jyndeved 2003 meget bedre end gennemsnittet af de indgående sorter med en dækningsprocent som er over 25% bedre.



Figur 17: Graf over forskellen mellem udbytte i blanding og gennemsnittet af de indgående sorter for hver af de 6 blandinger fra 5 forskellige målinger fra økologiske forsøg. Når søjlerne er over x-aksen er der større udbytte i blandingen end gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt.

Figur 17 viser hvordan sortsblandingerne har klaret sig i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter. Det ses at blanding 1, 2, 3, 5, og 6 klarer sig godt, med et udbytte som ligger i den positive side af akseren. Det er kun blanding 4 som viser tendens imod at give mindre udbytte end gennemsnittet af de indgående sorter. Hvis man ser på blanding 2 og blanding 4, så er de næsten spejlvendte i forhold til hinanden. I Jydevad og Flakkebjerg i 2002 ligger blanding 2 på den positive side af akseren, mens blanding 4 ligger lige omvendt.



Figur 18: Graf over forskellen på hhv. ukrudt, sygdom og udbytte i blandingen og gennemsnittet af de indgående sorter. Når en søjle er over x-aksen er der mht. ukrudt og sygdom mindre af dette i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter og mht. udbytte større udbytte i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter.

I ovenstående graf har vi samlet ukrudt, sygdom og udbytte, og opstillet forskellen mellem blandingerne i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter. Der er for blanding 1, 2, 3 og 5, ikke nogen negativ tendens, hverken for ukrudt, sygdom eller udbytte. Men for blanding 4 og 6 er der forskel i ukrudt, idet gennemsnittet af de indgående sorter klarer sig bedre end blandingerne. For blanding 4 er der desuden også en forskel i udbytte, hvor gennemsnittet af de indgående sorter klarer sig bedre end blandingerne. Det stemmer overens med, hvad der er registreret i figurene for ukrudt og udbytte ovenover.

7.4 Diskussion

I dette afsnit vil vi diskutere forudsigeligheden af ukrudt, sygdom og udbytte i blandingerne ud fra gennemsnittet af de indgående sorter i forhold til analysen.

Mht. ukrudtsdækningen er der stor forskel mellem blandingerne indenfor hver af de 4 lokaliteter. Det tyder på, at blandingerne har forskellige konkurrenceegenskaber. De forventninger, vi har til blanding 1, 2, 3 og 5, stemmer næsten overens med, hvad figuren for ukrudtsdækningen viser. Det er kun blanding 4 og 6, som viser tendens til at have dårligere konkurrenceevne end gennemsnittet af de indgående sorter, idet de har signifikant mere ukrudt end gennemsnittet af de indgående sorter. Mht. signifikansen vil denne stige des flere søjler i figuren, der har samme positive eller negative tendens. F.eks. er signifikansen for blanding 5 betydeligt større end for blanding 3. I blanding 2 er konkurrenceegenskaberne i de indgående sorter meget ens og der er ikke signifikant forskel mellem konkurrence-egenskaberne for blandingen og for gennemsnittet af de indgående sorter og figur 14 viser også at blandingen ikke klarer sig signifikant bedre end gennemsnittet af de indgående sorter. Den højere ukrudtsdækning i blanding 4 end i gennemsnittet af de indgående sorter må betyde, at strållængden spiller en større rolle for konkurrenceevnen end bladarealet (jf. figur 14). For blanding 6 gælder også, at den har stor ukrudtsdækning, som forventet ud fra dens konkurrenceegenskaber i forhold til gennemsnittet af de indgående

sorter. Overordnet mener vi, at kombinationen af sorter i f.eks. blanding 6 kan forbedres, idet blandingens konkurrenceegenskaber er dårligere end gennemsnittet af de indgående sorter.

Alt tyder på at mekanismerne i sortsblandingerne virker efter hensigten, da der ikke er registreret nogen signifikant sygdomspåvirkning. Vi vurderer, at der er for lidt sygdom til at det vil påvirke udbyttet i blandingerne. Da sygdomsdækningsforskellen for alle blandingerne i Jyndevad 2002 og Flakkebjerg 2002 er minimal, er der en mulighed for, at sygdommen ikke har haft mulighed for at etablere og/eller sprede sig. Mht. Jyndevad 2002 kan det muligvis forklares ud fra såningstidspunktet, da der blev sået senere i forhold til på de andre lokaliteter.

Forskellen i udbytte mellem blanding 2 og 4 på Flakkebjerg 2002 er bevis på, at blanding 2 klarer sig bedre i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter på den lokalitet end blanding 4. Dog er signifikansen lav for netop disse to blandinger, hvilket gør, at tilfældet med Flakkebjerg 2002 ikke nødvendigvis er udtryk for, hvordan de to blandinger generelt klarer sig i forhold til hinanden.

Figur 18 viser, at der er god overensstemmelse mellem blandinger med lavere ukrudtsdækning end gennemsnittet af de indgående sorter og højere udbytte end gennemsnittet af de indgående sorter og omvendt. I blanding 3 er udbyttet i blandingen højere end i gennemsnittet af de indgående sorter på trods af, at der ikke er signifikant mindre ukrudt. Dog er der til gengæld mindre sygdom, hvilket er generelt for alle blandingerne. Mht. blanding 4 er der mere ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter men alligevel ikke et signifikant mindre udbytte. Dette kan skyldes, at der samtidig er signifikant mindre sygdom og at effekten heraf på udbyttet opvejer effekten af ukrudtet. Det samme forhold kan forklare, at blanding 6 på trods af, at der er signifikant mere ukrudt i blandingen end i gennemsnittet af de indgående sorter, har et signifikant større udbytte.

Samlet set er det kun mht. blanding 1, 2 og 5, at der gennemgående har været sammenhæng mellem konkurrenceegenskaber, ukrudtsdækning og udbytte. Dvs. for disse blandinger ville en forudsigelse af udbyttet ud fra konkurrenceegenskaberne være korrekt. Mht. blanding 3, 4 og 6 vil en forudsigelse af udbyttet ud fra konkurrenceegenskaberne ikke være korrekt. Dog er forskellen mellem konkurrenceegenskaberne for disse 3 blandinger i forhold til gennemsnittet af de indgående sorter heller ikke signifikant. Som udgangspunkt er det ikke usandsynligt, at en blanding, som ikke har signifikant bedre konkurrenceegenskaber end gennemsnittet af de indgående sorter, alligevel vil have et større udbytte. Det forholder sig sådan, fordi det generelt gælder, at sygdomsdækningen er mindre i blandinger end i monokulturer. Derfor vil en forudsigelse af udbyttet for blanding 3 alligevel kunne anses som værende korrekt. Både blanding 4 og 6 har højere udbytte end deres konkurrenceegenskaber indikerer, at de burde have. Dette betyder, at der for disse blandinger ikke er sammenhæng mellem konkurrenceegenskaberne og udbyttet.

8 Konklusion

Gennem litteraturstudie er vi nået frem til, at konkurrenceparametrene strå længde og LAI kan bruges til at forudsige ukrudtsdækningen for de fleste sorters tilfælde, når der ikke er andre forhold, såsom sygdom, der påvirker ukrudtsdækningen samtidig. Med god tilnærmelse har analysen vist, at der er sammenhæng mellem ukrudtsdækningen og udbyttet og med lidt større usikkerhed også mellem sygdomsdækningen og udbyttet. Da der imidlertid er andre betydelige forhold såsom sorterens genetik, der påvirker udbyttet, mener vi ikke, at vi kan konkludere, at man kan forudsige sorters udbytte udelukkende ud fra ukrudts- og sygdomsdækningen og uden at inddrage disses effekt på hinanden. Endvidere har vi vist, at der ikke er en klar sammenhæng mellem det, vi har defineret som gode konkurrence-egenskaber, og højt udbytte.

Da konkurrenceegenskaberne i blandingerne ikke er lig gennemsnittet af konkurrence-egenskaberne for de indgående sorter, vil ukrudtsdækningen i blandingen heller ikke direkte afspejle konkurrenceegenskaberne for de indgående sorter dyrket som monokulturer. Der er entydigt mindre sygdom i alle blandingerne end i gennemsnittet af de indgående sorter. Eftersom vi ikke med stor sikkerhed har kunnet vise en sammenhæng mellem stor sygdomsdækning og lavt udbytte, er der dog ikke garanti for, at det lavere sygdomsniveau i blandingerne vil være ensbetydende med et større udbytte i blandingerne end i gennemsnittet af de indgående sorter.

Samlet set betyder dette, at man ikke udelukkende ud fra kendskab til de indgående sorters konkurrence- og resistensegenskaber vil kunne sikre et udbytte for sortsblandinger lig eller større end det for gennemsnittet af de indgående sorter. Kendskab til ukrudts- og sygdomsdækningen i gennemsnittet af de indgående sorter giver en mere sikker indikation af udbyttet.

Endelig mener vi ikke, at en undersøgelse af forholdene i 6 forskellige blandinger er nok til, at vores konklusion vil gøre sig gældende for alle andre blandinger også.

9 Perspektivering

Det danske landbrug har igennem mange årtier brugt pesticider til at beskytte deres afgrøder mod stress som følge af sygdoms- og insektangreb og ukrudtsforekomst. Det har påvirket vores miljø negativt, idet vores drikkevand indeholder rester af disse pesticider og det dræber livet i vandløb og søer. Pesticiderne har forskellige virkninger på vores krop alt afhængig af mængden. Nogle af de største bekymringer er nedsat forplantningsevne og kræft, hvilket vedvarende indtagelse af pesticidrester kan medføre. (Jensen *et al.* 2000) Et alternativ til brug af pesticider er sortsblandinger. Sortsblandinger af vårbyg har førhen været anvendt i stort omfang i dansk landbrug, men det er først indenfor de sidst ca. 20 år der har været foretaget videnskabelige undersøgelser om dem i Danmark. De fleste undersøgelser har dog fokuseret på sygdomsforekomsten i sortsblandinger. Forskningsprojektet BAR-OF er blevet lavet for at øge kendskab til og viden omkring brugen af sortsblandinger i økologisk landbrug. Så vi så det som en enestående chance at se på nogle af forholdene, der gør sortsblandinger så interessante. BAR-OF klarlægger sorterens individuelle egenskaber omkring resistens og konkurrence og hvilke sorter, der klarer sig bedst sammen i sortsblandinger.

Denne information kan i fremtiden bruges til at lave gode sortsblandinger og muligvis øge interessen for miljøvenligt landbrug blandt konventionelle landmænd, idet sortsblandinger kan anvendes både af økologiske og konventionelle landmænd og kan erstatte brug af pesticider. Hvis det viser sig, at det er muligt at dyrke økologiske afgrøder, og få samme udbytte som ved konventionel dyrkning og den ekstra arbejdstid opvejer udgifterne ved køb af pesticider, vil vi mene, at det taler for at omlægge sit landbrug til økologisk praksis. Landmænd/Landbrugskonsulenter vil også udfra BAR-OF forsøget have nemmere ved at vælge sorter til brug i marken, både som sortsblandinger og som monokulturer. Men det er ikke kun positive ting ved brug af sortsblandinger. Uregelmæssigheder mht. kvalitet og kernestørrelse, forringer dens afsætningsmuligheder, da der er meget strikse regler omkring kvalitet og størrelse af kernerne (Juskiw *et al.* 2001) og hvis byggen skal bruges til ølproduktion, skal kernerne have en bestemt maltningsværdi. (Andersen 2000)

Indenfor forskermiljøet, er der mange muligheder for BAR-OF forsøget, da det er et meget stort forsøg og omfatter så mange sorter. Dataene kan bruges af andre forskere, der har lignende projekter kørende, til sammenligning af data og konklusioner.

Da vores projekt har vist, at der er en forskel mellem udbyttet ved, at dyrke sorterne enkeltvis og i blandinger, vil vi mene, at det er et bevis for, at det er favorabelt at bruge sortsblandinger frem for at dyrke sorterne i monokulturer. Men det vil være nødvendigt at efterprøve andre sammensætninger af sorter på baggrund af de informationer som BAR-OF forsøget har tilvejebragt. Med hensyn til stabiliteten af udbyttet viser det sig også, at der er fordel ved at dyrke sortsblandinger frem for monokulturer af enkeltsorter. (Juskiw *et al.* 2001)

Ved videre arbejde på dette projekt ville det være interessant at inddrage alle de faktorer, der indspiller på en sort/blanding i marken. Man kunne også nøjes med at arbejde med sygdom, og udtage nogle sorter med høj sygdomsdækning og gå i dybden med en sygdom, alle dens mekanismer og egenskaber. Derudfra ville man kunne opstille en hypotese om, hvor meget sygdom der skal til, før det påvirker plantens udbytte. Et sådant projekt ville være mere kompliceret, men måske ville konklusionen være en anden end i dette projekt. Konklusionen ville i hvert fald være mindre usikker.

10 Referenceliste

- Andersen S. 2000** Landbrugsplanterne 1-2-3, 2. revideret udgave, DSR Forlag, ISBN: 87-74-32-544-2
- Booth, B. D., Murphy, S.D. and Swanton C.J., 2003**, Weed ecology in natural and agricultural systems, CABI Publishing, ISBN: 0-85199-528-4
- Cobb A., 1992**. Herbicides and plant physiology, Chapman & Hall, 1992, ISBN: 0412438607
- Christensen og Rasmussen, 1998**, Christensen, S. og Rasmussen, J., Ukrudtsøkologi artikel i Ukrudtsbekæmpelse i Landbruget, 3. ed., Danmarks Jordbrugsforskning, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
- Eriksen S, Hansen B.S., Schmidt K. og Suhr K. 2003** Økologisk Landbrug 3. udgave 2003, Landbrugsforlaget, Landbrugets Rådgivningscenter, Tryk: Scanprint. ISBN: 87-7470-825-2
- Finckh M.R., Mundt C.C. 1992**, Plant competition and disease in genetically diverse wheat populations, 1992. *Oecologia* 91:82-92.
- Finckh M.R., Gacek E.S., Goyeau H., Lannou C., Merz U., Mundt C.C., Munk L., Nadziak J., Newton A.C., de Vallavielle-pope C. and Wolfe M.S. 2000**, Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. 2000 *Agronomie* 20:813-837.
- Firbank, L.G., Carter, N., Darbyshire, J. F., Potts, G. R.**, The ecology of temperate cereal fields, Blackwell scientific publications, 1991, ISBN: 0-632-03147-6
- Hansen, P. K. og Christensen, S., 2000**, Indeksering af vinterhvedesorters konkurrenceevne overfor ukrudt, Dansk planteværnskonference 2000, DJF rapport 23:103-113
- Jensen C.B. og Paludan-Müller P. og Nucleos – Foreningen af Danske Biologers Forlag, ApS. 2000**, Økotoksikologi. Pesticider og østrogen-lignende stoffer. 1. udgave 2. oplag. 2000, Nucleus Forlag. ISBN: 87-90363-03-5
- Juskiw P.E., Helm J.H., Burnett P.A., 2001** Three-component barley mixtures: Ratio effects in replacement series. *Canadian Journal of Plant Science* 81:651-656.
- Kohli R.K., Singh H.P. og Batish D.R., 2001**: Allelopathy in Agroecosystems. Food Products Press 2001, ISBN: 1-56022-091-0
- Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. 1998** Plant Physiological Ecology, Springer-Verlag, ISBN: 0-387-98326-0
- Lannou C., de Vallavielle-pope C., Goyeau H. 1995**. Induced resistance in host mixtures and its effects on disease control in computer-simulated epidemics. *Plant Pathology* 44:478-89
- Loomis R. S. og Connor D. J., 1992**: Crop ecology – Productivity and management in agricultural systems, Cambridge Uni. Press, 1992, ISBN: 0-521-38279-X
- Munk L., 1998**, Variety mixtures: 19 years of experiments in Denmark. In: Cooke B.M. (ed.), cost 817, Aims and progress, Airborne pathogens of cereals. Directorate-General Science, Research and Development, European Commission, Brussels, 1998, pp. 19-20.
- Mundt C.C., 2002**, Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management, *Annu. Rev. Phytopathol.* 2002 40:381 – 410
- Newton A. C., Ellis R.P., Hackett C.A., Guy D.C., 1997** The effect of component number on *Rhynchosporium secalis* infection and yield in mixtures of winter barley cultivars, *Plant Pathology*, 1997, nr. 45, pp. 930-938

Olesen J.E., Hansen P.K., Berntsen J., Christensen S., 2004 Simulation of above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. *Field Crops Research* xxx (2004) xxx–xxx. **Article in Press.**

Rajcan I., Swanton C.J., 2001 Understanding maize-weed competition: Resources competition, light quality and the whole plant. *2001 Field Crops Research* 139-150.

Sloth A. og Feddersen I.A., 1983: Regulering af ukrudt i økologiske landbrug, DSR Forlag, 1983, ISBN: 87-7432-233-8

Smith R.L. & Smith T.M., 1998 *Elements of Ecology*, Benjamin/Cummings Science Publishing. 4. edition, ISBN: 0-321-04296-4

Wolfe M.S., 1985 The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease control. *1985. Phytopathology* 23:251-273.

Wolfe M. S., 2000 Crop strength through diversity. *2000 Nature* 406:681-682.

Zhu Y., Chen H., Fan J., Wang Y., Li Y., Chen J., Fan J., Yang S., Hu L., Leung H., Mew T.W., Teng P.S., Wang Z. & Mundt C.C., 2000 Genetic diversity and disease control in rice, *2000 Nature* 406:718-722.

Østergaard H. og Kristensen K. 2002, Egenskaber ved sorter af vårbyg til økologisk dyrkning. *Forskningsnytt om økologisk landbrug i Norden*, 5:7-8

Østergaard, T.V., 1986: *Det rimelige landbrug – økologisk landbrug i teori og praksis*, Skarv forlag 1986, ISBN: 87-7545-191-3

Østergaard, T. V., 1991, *Økologisk landbrug – en håndbog*, G.E.C. GADS forlag, 1991, ISBN: 87-12-02045-1

Østergaard H., 2004, Folderen ”Hvad er en god vårbyg til økologisk jordbrug?”, FØJO II – projektet BAR_OF: Egenskaber ved sorter af vårbyg til økologisk dyrkning

www.apsnet.org,

<http://www.apsnet.org/education/AdvancedPlantPath/Topics/cultivarmixtures/Images/Page2AFig.htm>

www.planteinfo.dk, (Sorter → Sortsafprøvning → FØJO II BAR-OF hhv. 2002 og 2003)

11 Bilag 1: Rådata (www.planteinfo.dk)

LAI:

Datatype	LAI						
År	2002			2003			
FS-sted	Foulum	Flakkebjerg	Tystofte	Borris	Jyderup	Karise	Holsterbro
Alabama	3,63	4,61	7,01	3,57	4,74	5,79	4,65
Brazil	4,08	4,94	5,71	5,28	4,70	5,67	3,19
Cicero	4,69	5,09	4,95	3,97	5,97	5,88	2,91
Culma			5,88	4,16	3,96	4,38	4,46
Danuta	4,17	4,79	5,47	4,82	4,08	4,85	4,43
Fabel	4,58	6,68	6,3	6,86	5,24	5,91	3,93
Harriot	4,60	4,52	6,19	4,97	4,24	5,81	3,25
Landora	4,19	4,29	4,4	4,51	5,31	5,35	3,10
Neruda	4,23	4,14	5,76	5,74	5,45	4,72	2,52
Orthega	4,97	4,97	6,01	6,16	5,66	3,94	3,26
Otira	4,85	4,45	6,29	4,94	5,43	6,35	3,50
Prestige	4,54	4,63	5,87	4,76	5,01	5,15	2,83
Punto	3,76	3,84	5,26	6,15	4,99	6,92	3,66
Sebastian	4,25	4,57	5,85	4,81	4,32	5,25	3,38
Bl. 1	5,29	6,20	6,37	4,89	5,36	4,62	4,50
Bl. 2	4,48	5,33	5,76	4,93	4,41	5,01	4,64
Bl. 3	4,56	5,08	5,27	4,73	4,89	5,47	4,24
Bl. 4	4,05	5,00	5,51	5,02	4,59	4,54	3,62
Bl. 5	5,50	5,71	6,92	5,11	4,59	5,14	4,48
Bl. 6	4,68	4,49	5,50	4,70	6,00	5,15	4,41

Strållængde: (Enheden er centimeter)

Datatype	Strållængde														
År	2002						2003								
Afpr-type	Konvt		Økolo				Konvt		OBS					Økolo	
FS-sted	Flakb	Foulm	Jyndv	Flakb	Foulm	Flakb	Foulm	R-kilde	Hls-bro	Borris	Jyder	Karse	Tysto	Jyndv	Foulm
Alabama	60	64	48	55	61	67	65	59	65	65	58	64	69	56	68
Brazil	60	63	51	55	58	67	64	66	59	73	72	68	67	48	63
Cicero	60	72	56	70	60	71	67	72	53	76	70	71	72	58	62
Culma			56	70	72	77	73	75	76	82	73	73	82	53	74
Danuta	80	80	64	80	72	90	70	81	83	86	82	83	86	60	54
Fabel	80	79	58	70	74	78	78	73	73	86	73	71	76	55	73
Harriot	65	79	56	75	71	87	78	70	63	83	70	76	78	66	76
Landora	75	75	58	75	69	73	77	73	62	80	76	77	73	57	70
Neruda	65	73	54	70	66	70	65	68	64	73	71	66	72	53	65
Orthega	65	77	53	70	69	90	75	84	60	90	73	75	80	67	75
Otira	65	66	50	60	58	72	77	70	58	75	65	68	71	50	58
Prestige	65	71	55	65	64	75	68	70	65	74	73	70	70	58	60
Punto	60	65	47	65	60	67	64	70	59	79	60	66	72	48	54
Sebastian	60	57	44	65	59	70	62	66	63	72	58	66	66	52	64
Bl. 1	80	77	57	65	62	80	75	80	70	81	80	71	81	57	61
Bl. 2	65	74	49	70	61	65	70	67	70	73	72	72	79	60	56
Bl. 3	75	74	56	65	61	68	64	66	65	69	64	66	70	55	58
Bl. 4	80	76	58	70	69	73	84	82	74	77	80	78	80	56	65
Bl. 5	75	79	55	70	66	79	75	80	73	80	74	74	82	64	65
Bl. 6	65	64	50	55	60	71	70	70	63	70	74	68	66	55	66

Dato: (Enheden er dato og dage hhv.)

Datatype	Spiring (dato)					Skridning (dato)					Periodelængde (dage)				
År	2002			2003		2002			2003		2002			2003	
Lokalitet	Jyndv	Flakb	Foulm	Jyndv	Foulm	Jyndv	Flakb	Foulm	Jyndv	Foulm	Jyndv	Flakb	Foulm	Jyndv	Foulm
Alabama	22.04.	26.04.	24.04.	13.04.	22.04.	22.06.	21.06.	1.07.	9.06.	30.06.	61	56	68	57	69
Brazil	23.04.	26.04.	23.04.	12.04.	23.04.	22.06.	19.06.	27.06.	6.06.	30.06.	60	54	65	55	68
Cicero	22.04.	25.04.	23.04.	12.04.	24.04.	22.06.	21.06.	1.07.	10.06.	2.07.	61	57	69	59	69
Culma	23.04.	25.04.	25.04.	14.04.	22.04.	22.06.	20.06.	17.07.	7.06.	2.07.	60	56	83	54	71
Danuta	24.04.	25.04.	24.04.	11.04.	23.04.	20.06.	16.06.	18.06.	3.06.	23.06.	57	52	55	53	73
Fabel	23.04.	25.04.	23.04.	12.04.	22.04.	19.06.	18.06.	24.06.	8.06.	27.06.	57	54	62	57	61
Harriot	22.04.	25.04.	23.04.	12.04.	22.04.	21.06.	19.06.	24.06.	8.06.	25.06.	60	55	62	57	64
Landora	23.04.	25.04.	23.04.	11.04.	24.04.	22.06.	19.06.	24.06.	9.06.	2.07.	60	55	62	59	69
Neruda	23.04.	25.04.	23.04.	12.04.	22.04.	21.06.	20.06.	27.06.	9.06.	30.06.	59	56	65	58	69
Orthegea	24.04.	25.04.	25.04.	14.04.	23.04.	21.06.	19.06.	24.06.	9.06.	26.06.	58	55	60	56	64
Otira	22.04.	25.04.	23.04.	11.04.	22.04.	21.06.	19.06.	24.06.	9.06.	30.06.	60	55	62	59	69
Prestige	23.04.	25.04.	24.04.	11.04.	23.04.	21.06.	18.06.	24.06.	7.06.	27.06.	59	54	61	57	65
Punto	22.04.	25.04.	23.04.	12.04.	23.04.	21.06.	19.06.	24.06.	8.06.	25.06.	60	55	62	57	63
Sebastian	23.04.	26.04.	24.04.	12.04.	22.04.	23.06.	20.06.	27.06.	8.06.	3.07.	61	55	64	56	69
Bl. 1	23.04.	25.04.	23.04.	12.04.	22.04.	22.06.	20.06.	1.07.	7.06.	27.06.	45	56	65	71	70
Bl. 2	23.04.	25.04.	23.04.	12.04.	24.04.	21.06.	20.06.	4.07.	10.06.	29.06.	48	56	67	70	71
Bl. 3	23.04.	25.04.	24.04.	13.04.	24.04.	20.06.	18.06.	27.06.	7.06.	2.07.	45	53	69	68	64
Bl. 4	23.04.	25.04.	25.04.	13.04.	24.04.	21.06.	19.06.	27.06.	6.06.	25.06.	44	55	61	69	64
Bl. 5	23.04.	25.04.	23.04.	13.04.	24.04.	19.06.	17.06.	18.06.	7.06.	27.06.	45	53	65	67	55
Bl. 6	22.04.	25.04.	23.04.	12.04.	23.04.	21.06.	20.06.	24.06.	9.06.	27.06.	48	56	65	70	62

Ukrudtsdækning: (Enheden er %)

Datatype	Ukrudt	Ukrudt	Ukrudt	Ukrudt
År	2003		2002	
Afpr-type	Økologisk	Økologisk	Økologisk	Økologisk
Lokalitet	Jyndeved	Foulum	Flakkebjerg	Flakkebjerg
Dato	22.07	23.07	21.07	25.06
Alabama	17	22	16	28
Brazil	9	31	10	19
Cicero	27	22	14	9
Culma	19	38	18	20
Danuta	14	22	9	27
Fabel	20	43	25	28
Harriot	18	17	26	19
Landora	12	37	21	22
Neruda	35	30	8	18
Orthegea	20	22	8	15
Otira	11	33	17	14
Prestige	20	27	14	28
Punto	10	37	25	23
Sebastian	30	32	25	17
Bl. 1	13	32	8	9
Bl. 2	18	30	14	9
Bl. 3	22	18	25	28
Bl. 4	21	23	9	32
Bl. 5	13	25	12	23
Bl. 6	22	32	23	27

Sygdomsdækning: (Enheden er %)

Bladplet 2002	Jynde vad 9/6	Flakkebjerg 6/6	Flakkebjerg 25/6	Foulum 13/6	Foulum 3/7
alabama	0,23	0,04	0,20	0,04	0,20
brazil	0,00	0,07	0,23	0,04	2,03
cicero	0,53	0,07	0,03	0,04	0,50
culma	0,50	0,04	1,07	0,07	0,23
danuta	0,07	0,07	0,10	0,00	0,03
fabel	0,01	0,01	0,23	0,00	0,37
harriot	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
landora	0,20	0,01	0,20	0,01	0,20
neruda	1,33	0,10	1,20	0,20	1,50
orthega	0,04	0,04	0,10	0,00	0,03
otira	0,67	0,53	5,00	0,23	1,10
prestige	2,00	0,37	1,20	0,07	0,67
punto	2,00	0,10	1,87	0,07	4,67
sebastian	0,00	0,00	0,03	0,00	2,70

Bladplet 2003	Jynde vad 2/6	Jynde vad 19/6	Foulum 12/6	Foulum 25/6	Foulum 10/7
alabama	0,00	0,37	0,01	0,40	3,50
brazil	0,00	0,01	0,04	1,70	27,00
cicero	0,00	0,23	0,01	0,23	0,37
culma	1,17	4,37	0,83	6,33	1,37
danuta	0,01	0,20	0,04	0,34	0,03
fabel	0,00	0,04	0,01	0,07	1,20
harriot	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03
landora	0,00	0,37	0,04	0,20	0,53
neruda	1,17	3,70	1,17	7,00	7,00
orthega	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
otira	0,17	2,33	0,23	0,83	1,17
prestige	0,00	0,37	0,23	3,83	6,00
punto	0,04	1,07	0,10	0,83	1,20
sebastian	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bygrust 2002	Jynde vad 9/6	Flakkebejrg 6/6	Flakkebjerg 25/6	Foulum 13/6	Foulum 3/7
alabama	0,00	0,00	0,23	0,00	0,07
brazil	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03
cicero	0,00	0,00	0,10	0,07	0,30
culma	0,00	0,00	0,10	0,00	0,03
danuta	0,00	0,00	0,37	0,00	1,87
fabel	0,00	0,00	0,17	0,20	0,23
harriot	0,00	0,00	0,07	0,00	0,20
landora	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
neruda	0,00	0,00	0,03	0,00	0,37
orthega	0,00	0,01	0,17	0,00	0,10
otira	0,00	0,00	0,30	0,00	1,27
prestige	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
punto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sebastian	0,00	0,00	0,13	0,00	0,07

Bygrust 2003	Jydevad 2/6	Jydevad 19/6	Foulum 12/6	Foulum 25/6	Foulum 10/7
alabama	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
brazil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
cicero	0,00	0,00	0,00	0,01	1,50
culma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
danuta	0,00	0,00	0,00	0,07	2,87
fabel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
harriot	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17
landora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
neruda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
orthega	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
otira	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
prestige	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
punto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
sebastian	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04

Meldug 2002	Jydevad 9/6	Flakkebejrg 6/6	Flakkebjerg 25/6	Foulum 13/6	Foulum 3/7
alabama	0,17	0,00	0,00	0,04	0,00
brazil	0,00	0,03	0,03	0,00	1,03
cicero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
culma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
danuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fabel	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
harriot	0,03	0,07	0,10	0,70	1,37
landora	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
neruda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
orthega	0,20	0,04	0,04	1,67	5,00
otira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
prestige	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
punto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sebastian	0,00	0,70	0,23	3,50	4,33

Meldug 2003	Jydevad 2/6	Jydevad 19/6	Foulum 12/6	Foulum 25/6	Foulum 10/7
alabama	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
brazil	0,53	3,70	0,01	0,20	0,34
cicero	0,01	0,17	0,00	0,04	0,00
culma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
danuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fabel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
harriot	0,50	4,50	1,50	1,50	0,83
landora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
neruda	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
orthega	2,33	13,67	0,37	2,70	0,67
otira	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03
prestige	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
punto	0,01	1,50	0,00	0,00	0,00
sebastian	2,33	51,67	0,83	7,00	2,00

Skoldplet 2002	Jydevad 9/6	Flakkebjerg 6/6	Flakkebjerg 25/6	Foulum 13/6	Foulum 3/7
alabama	0,00	0,00	0,00	0,04	2,17
brazil	0,00	0,01	0,20	0,01	0,37
cicero	0,00	0,00	0,00	0,10	0,33
culma	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
danuta	0,00	0,01	0,00	0,04	1,50
fabel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
harriot	0,00	0,01	0,03	0,00	1,33
landora	0,00	0,00	0,00	0,17	1,33
neruda	0,00	0,00	0,10	0,04	2,00
orthega	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73
otira	0,00	0,00	0,00	0,07	0,50
prestige	0,00	0,00	0,03	0,04	0,03
punto	0,00	0,00	0,03	0,01	3,10
sebastian	0,00	0,00	0,00	0,00	2,67

Skoldplet 2003	Jydevad 2/6	Jydevad 19/6	Foulum 12/6	Foulum 25/6	Foulum 10/7
alabama	0,00	0,00	0,00	0,07	3,00
brazil	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03
cicero	0,00	0,00	0,00	0,04	1,83
culma	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03
danuta	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
fabel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
harriot	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
landora	0,00	0,00	0,01	0,01	0,20
neruda	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03
orthega	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
otira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
prestige	0,00	0,01	0,00	0,01	2,00
punto	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
sebastian	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50

Total sygdom for sorterne		Gns.	Gns.	Gns.	Gns.
Sorter	Jydevad 2002	Flakkebjerg 2002	Foulum 2002	Jydevad 2003	Foulum 2003
alabama	0,40	0,24	1,28	0,21	2,34
brazil	0,00	0,30	1,76	2,12	9,79
cicero	0,53	0,10	0,67	0,21	1,34
culma	0,50	0,61	0,24	2,78	2,87
danuta	0,07	0,28	1,72	0,11	1,12
fabel	0,01	0,21	0,40	0,02	0,54
harriot	0,03	0,15	1,80	2,52	1,67
landora	0,23	0,12	0,86	0,19	0,34
neruda	1,33	0,72	2,06	2,45	5,23
orthega	0,24	0,20	4,27	8,00	1,45
otira	0,67	2,92	1,59	1,28	1,10
prestige	2,00	0,94	0,41	0,19	4,15
punto	2,00	1,00	3,93	1,31	1,38
sebastian	0,00	0,55	6,64	27,00	3,46

Total sygdom for blandinger		Gns.	Gns.
2002	Jydevad	Flakkebjerg	Foulum
Blanding 1	0,37	0,28	0,30
Blanding 2	0,23	1,04	0,17
Blanding 3	0,53	0,48	0,43
Blanding 4	1,06	0,15	1,04
Blanding 5	0,00	0,20	2,01
Blanding 6	0,20	0,12	0,34
Total sygdom	Gns.	Gns.	
2003	Jydevad	Foulum	
Blanding 1	0,73	0,54	
Blanding 2	0,93	0,81	
Blanding 3	0,05	2,20	
Blanding 4	1,04	0,94	
Blanding 5	3,27	0,75	
Blanding 6	0,13	0,41	

Udbytte: (Enheden er Hkg/ha)

Datatype	Udbytte				
År	2002			2003	
Lokalitet	Jydevad	Flakkebjerg	Foulum	Jydevad	Foulum
Alabama	29,3	41,2	51,7	51,9	52,8
Brazil	35,2	46,4	61,9	53,2	53,8
Cicero	32,3	53,6	55,5	57,1	58,0
Culma	30,0	49,9	54,1	50,5	54,3
Danuta	37,0	51,0	57,8	55,4	59,7
Fabel	28,3	45,0	52,0	46,5	44,3
Harriot	34,7	53,2	59,1	50,8	59,9
Landora	36,1	57,5	60,4	52,7	60,9
Neruda	34,1	53,0	56,3	55,4	53,1
Orthegea	34,4	55,8	57,6	50,4	58,9
Otira	33,0	53,2	59,2	51,4	54,0
Prestige	33,4	46,3	53,2	52,1	54,6
Punto	27,6	48,9	53,4	49,7	50,9
Sebastian	34,3	55,4	56,3	49,4	52,9
Blanding 1	34,7	55,3	60,9	53,9	60,0
Blanding 2	32,9	54,1	55,9	53,5	54,7
Blanding 3	32,9	48,4	54,5	53,0	54,2
Blanding 4	35,0	46,8	58,4	53,9	58,4
Blanding 5	34,2	54,2	58,1	49,1	52,9
Blanding 6	29,6	50,3	54,3	50,1	53,9

12 Bilag 2: Markdesign af Flakkebjerg