

BETYDNING AF AFGRØDEDIVERSIFICERING FOR FOREKOMSTEN AF UKRUDT I ØKOLOGISK VÅRSÆD

Speciale i Agrobiologi – Planteernæring og Sundhed
Malene Theilgaard, 20105213
Februar 2016



AARHUS
UNIVERSITET



BETYDNING AF AFGRØDEDIVERSIFICERING FOR FOREKOMSTEN AF UKRUDT I ØKOLOGISK VÅRSÆD

Speciale i Agrobiologi – Planteernæring og Sundhed
Malene Theilgaard, 20105213
Februar 2016

SIGNIFICANCE OF DIVERSIFIED CROP ROTATIONS ON WEEDS IN ORGANIC GROWN SPRING CEREALS

Master's thesis, Agrobiolology – Plant Nutrition and Health
Malene Theilgaard, 20105213
February 2016



Titel: Betydning af afgrødediversificering for ukrudtsforekomst i økologisk vårsæd

Engelsk titel: Significance of diversified crop rotations on weeds in organic grown spring cereals

Undertitel: Kandidatspeciale i Agrobiologi – Planteernæring og Sundhed, 45 ECTS

Forfatter: Malene Theilgaard, 20105213

Institution: Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi

Hovedvejleder: Lektor Bo Melander, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Medvejleder: Seniorforsker Rodrigo Labouriau, Institut for Matematik, Aarhus Universitet

Afleveringsdato: 10.02.2016

Forsidebillede: Malene Theilgaard

Antal sider: 84



AARHUS
UNIVERSITET

I FORORD

Dette speciale er lavet som den afsluttende del af min kandidatuddannelse i Agrobiologi – Planteernæring og Sundhed (Science and Technology på Aarhus Universitet) og i samarbejde med Institut for Agroøkologi (Aarhus Universitet).

Forsøgsarbejdet er lavet efter anvisning af ph.d.-studerende Merel Hofmeijer, Rostock Universitet og har inkluderet et besøg i Rostock til gennemgang af forsøget i praksis. Valg af statistikmetode er lavet i samarbejde med Rodrigo Labouriau og Bo Melander og databehandling er lavet med hjælp fra Rodrigo Labouriau. Undervejs har jeg haft fornøjelsen af sparring med Inger Bertelsen og Lars Egelund Olsen fra SEGES Økologi, som har hjulpet mig med opbakning og uvurderlig hjælp til min manglende praktiske viden.

Stor tak til Bo Melander for vejledning gennem processen og for muligheden for at arbejde med dette spændende emne. Oprigtig tak til Rodrigo Labouriau for stor hjælp og vejledning i statistikkens forunderlige verden. Derudover tak til de økologikonsulenter rundt om i Jylland, som bidrog med information om landmænd, og som viste stor interesse for projektet. Ekstra stor tak til de 25 landmænd, der var med i projektet for deres store velvilje til at deltage. Derudover tak til Kirstine Theilgaard for assistance og hjælp i marken.

En uvurderlig tak til min familie, mine søstre og forældre for støtte og opbakning, samt deres evige tro på mig. Desuden tak til Betina Zacher Jensen, Maja Eline Petersen, Sissel Geyti og Martina Skjellerudsven for evig opmuntring og godt selskab på kontoret. Særligt vil jeg takke mine venner, som har været der på godt og ondt hele vejen igennem. Specielt Sofie S. Mathiesen for grundig gennemlæsning og input til layout.

Til sidst, specielt tak til Tue for korrekturlæsning og IT hjælp, når min egen tålmodighed ikke kunne række. For støtte i alle mine frustrerede situationer, for fejring af sejre undervejs og ikke mindst for altid at være der, når jeg havde brug for det.

Aarhus, februar 2016

Malene Theilgaard

INDHOLDSFORTEGNELSE

I	FORORD	1
II	RESUME	6
III	ABSTRACT	7
1	INDLEDNING	9
2	BAGGRUND	11
<hr/>		
2.1	ØKOLOGI	11
2.1.1	ØKOLOGI OG UKRUDT	11
2.2	UKRUDT	12
2.2.1	LIVSCYKLUS	12
2.2.1.1	ENÅRIGE ARTER	13
2.2.1.2	FLERÅRIGE ARTER	14
2.2.1.2.1	PROBLEMATISKE UKRUDTSARTER	14
2.2.2	UKRUDTSFLORA	15
2.3	KONKURRENCE	16
2.3.1.1	HØJDE	17
2.3.1.2	KRAFTIG VÆKST OG BUSKNING	17
2.3.2	AFGRØDERS KONKURRENCEEVNE	17
2.3.2.1	AGRONOMISKE FAKTORER DER KAN PÅVIRKE KONKURRENCEEVNEN	18
2.3.2.1.1	UDSÆDSMÆNGDE OG PLACERING AF AFGRØDER	18
2.3.2.1.2	GØDSKNING	18
2.3.2.1.3	ANDRE FAKTORER	19
2.4	AFGRØDEDIVERSITET	19
2.4.1	SÆDSKIFTE	19
2.4.1.1	ØKOLOGISK SÆDSKIFTE	20
2.4.1.2	SÆDSKIFTE OG BRUGSTYPER	20
2.4.1.3	SÆDSKIFTES BETYDNING FOR UKRUDTSFOREKOMST	21
2.4.1.3.1	EKSEMPLER PÅ SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING PÅ UKRUDT	21
2.4.2	EFTERAFGRØDER	23
2.4.2.1	UNDERTRYKKELSE AF UKRUDT	23
2.4.3	AFGRØDEBLANDINGER	24
2.4.4	SORTSBLANDINGER	25
2.5	JORDTYPE OG KLIMA	26
2.5.1	JORDTYPER I DANMARK	26
2.5.2	KLIMA	26

2.6	STATISTIK	27
2.6.1	UKRUDTSDIVERSITET	27
3	MATERIALER	29
<hr/>		
3.1	FORSØGSDESIGN	29
3.1.1	UDVÆLGELSE AF MARKER	29
3.1.2	GEOGRAFISK PLACERING AF MARKER	31
3.1.3	KONTAKT TIL LANDMÆND	31
3.1.4	JORDBUNDS- OG KLIMA DATA	32
4	METODE	33
<hr/>		
4.1	REGISTRERING I MARKER	33
4.1.1	OPMÅLING AF FELTER	33
4.1.2	REGISTRERING AF ARTER	33
4.2	STATISTISKE ANALYSER	34
4.2.1	ANVENDTE STATISTIKPROGRAMMER	34
4.2.1.1	BEREGNINGER I EXCEL	34
4.2.2	DATA ANALYSE VED HJÆLP AF STATISTISKE METODER	34
4.2.3	UKRUDTSDIVERSITET I SÆDSKIFTET	34
4.2.4	BINOMIAL ANALYSE	35
4.2.4.1	UDVALG AF ARTER TIL ANALYSE	35
4.2.4.2	UDVALG AF VARIABLE TIL ANALYSE	37
4.2.4.3	TEST AF MODELLER	37
5	RESULTATER	39
<hr/>		
5.1	FOREKOMST AF ARTER I UNDERSØGTE MARKER	39
5.2	PROCENTVIS FORDELING AF ARTER PÅ BRUGSTYPE OG DIVERSITET	40
5.3	UKRUDTSDIVERSITET	43
5.3.1	ARTSANTAL OG ENTROPI	43
5.4	EFFEKT AF SÆDSKIFTE PÅ FOREKOMST AF ARTER	45
5.4.1	EFFEKT AF BRUGSTYPE OG DIVERSITET	45
5.4.2	EFFEKT AF JORDTYPE	45
6	DISKUSSION	49
<hr/>		
6.1	AGRONOMISKE DATA	49
6.1.1	JORDTYPE	49
6.1.2	KLIMA	49

6.1.3	MANAGEMENT	50
6.2	GENEREL FOREKOMST AF ARTER	50
6.3	SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING PÅ UKRUDTSDIVERSITET	50
6.4	GENEREL DISKUSSION AF SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING	53
6.5	MULIGE ÅRSAGER TIL EFFEKT AF SÆDSKIFTET	53
6.5.1	AGER TIDSEL	53
6.5.2	KVIK	54
6.5.3	KORNVALMUE OG KORNBLOMST	55
6.5.4	MARKFORGLEMMIGEJ OG ENÅRIG RAPGRÆS	55
6.5.5	KRUMHALS OG GULURT	56
6.5.6	GRÅ BYNKE	56
6.5.7	ALM. SPERGEL	56
6.5.8	VIKKE	57
6.5.9	KVÆGBRUGSSÆDSKIFTE MED LAV DIVERSITET PÅ LERET JORD	57
6.6	MULIGE ÅRSAGER TIL INGEN EFFEKT AF SÆDSKIFTET	57
6.6.1	PILEURT	57
6.6.2	HANEKRO	58
6.6.3	KAMILLE OG TVETAND	58
6.6.4	GULE KORSBLOMSTER	59
6.7	METODE	60
6.7.1	REGISTRERING AF UKRUDT	60
6.7.2	ARTSBESTEMMELSE	60
6.7.3	TIDSPUNKT FOR REGISTRERING	60
6.7.4	GEOGRAFISK PLACERING OG JORDTYPE	61
6.7.5	SÆDSKIFTEHISTORIEN	61
6.7.6	STATISTIK	62
6.7.6.1	DIVERSITET I UKRUDTSFLORAEN	62
6.7.6.2	BINOMIAL ANALYSE PÅ GRUPPERING AF ARTER	62
7	KONKLUSION	63
8	PERSPEKTIVERING	65
9	REFERENCER	67
10	APPENDIKS	75

II RESUME

Økologisk landbrugsproduktion i Danmark udgør ca. 6% af det samlede landbrugsareal. Med stigende efterspørgsel på økologiske varer og øget omlægning til økologi, er der stadig brug for ny viden på området og til de udfordringer, som produktionsformen indebærer. Ukrudt er en af de store årsager til reduceret udbytte i landbruget og sædskiftet er en vigtig kulturteknisk metode til at reducere ukrudt og er hjørnестenen i ukrudtsbekæmpelsen i økologisk jordbrug.

For at undersøge betydning af sædskiftet på ukrudtsforekomsten i danske økologiske marker, blev 40 marker registreret i sommeren 2015. Information om sædskiftet blev forud for registreringerne indhentet direkte fra landmændene eller fra økologikonsulenter i Jylland. En opdeling af planteavls- og kvægbrugssædskifter blev lavet med en differentiering af høj og lav afgrødediversitet i sædskiftet for en 5-årig dyrkningsperiode. Differentiering af sædskiftet og jordtype for markerne gav grundlag for at undersøge forekomsten af ukrudt.

For ukrudtsdiversiteten mellem høj og lav diversitet i sædskiftet, blev der fundet signifikante forskelle. To forskellige aspekter af diversiteten blev taget i betragtning: antallet af ukrudtsarter (richness) og ligheden mellem dem (udtrykt som relativ entropi af fordelingen af ukrudtsarterne). Dog blev der fundet forskellige sammenhænge for marker afhængigt af brugstype (planteavl eller kvægbrug) med forskellig jordtype (sand eller ler). I 3 ud af 4 tilfælde var der modeksempler på hypotesen, da der ikke var nogen sammenhæng mellem høj ukrudtsdiversitet og høj diversitet i sædskiftet.

Resultatet af en binomial analyse af data viste en effekt af sædskiftet på forekomst af nogle artsgrupper. 12 ud af 44 grupper var signifikant påvirket af sædskiftet, og blandt dem var der problematiske arter. Ager tidsel, kornvalmue og kornblomst var signifikant hyppigst forekommende i sædskifter med lav diversitet, mens alm. kvik og krumhals forekom hyppigst ved høj diversitet. Derudover viste det også en effekt af jordtype på nogle af arternes forekomst. Det store antal af grupper der ikke var signifikant forekommende, skyldtes formentligt de enten meget begrænsede eller adskillige observationer, eller arternes livscyklus og frøenes levedygtighed i jorden.

Dette observationsstudie resulterede i en ubalanceret fordeling af kategorierne for sædskifte og jordtype, hvilket var forventeligt med begrænset materiale til rådighed. Ydermere, er differentieringen af afgrødediversiteten er også påvirket af dette. Ukrudtsforekomst er påvirket af mange forskellige faktorer, som ikke er inkluderet i dette studie. Derfor er resultaterne fra denne undersøgelse en indikation af ukrudtsforekomsten i en enkelt vækstsæson i danske økologiske marker.

III ABSTRACT

Organic agricultural production in Denmark represents about 6% of the total agricultural area. Increasing demand for organic produced products and the increased conversion from conventional farming cause a still on-going need of resolving the challenges associated with organic farming. Weeds are one of the main reasons for yield reduction in agricultural production, and crop rotation is an important way of reducing weed problems.

To study the impact of crop rotation on the weed flora in Danish organic fields, 40 fields were surveyed during the summer of 2015. The knowledge about crop rotation was obtained, directly from farmers or from the Danish advisory service, prior to the fieldwork. The fields were classified as arable- or livestock farming, and high or low crop diversity in the crop rotation for a five-year growth period. Crop rotation and soil type gave reason for examination of the occurrence and composition of the species found in the survey.

Significant differences were found in the diversity of weed species between fields with high or low diversity in the crop rotation. Two different aspects of the diversity were considered: weed species richness (number of species found) and weed species evenness (expressed by the relative entropy of the distribution of weed species). However, different patterns were found for fields subject to type of farming system (arable or livestock) with different soil types (sand or clay). In 3 out of 4 cases there were counter-examples of the stated hypothesis, as there was no correlation with high weed diversity and high diversity in the crop rotation.

The results from a binominal analysis showed a significant effect of crop rotation for some species as well as soil type. 12 out of 44 groups were significantly affected by crop rotation. Some of these species are indeed considered as weeds of high concern: *Cirsium arvense*, *Papaver rhoeas* and *Centaurea cyanus* were significantly more abundant in crop rotations with low crop diversity, whereas *Elymus repens* and *Anchusa arvensis* were significantly most abundant with high crop diversity. The large number of groups that were not significant might be due to the limited or high number of observations, the lifecycle of the species, or the longevity of seeds in the soil. The observational study resulted in an unbalanced distribution of the crop rotation categories and soil types. This was expected as the amount of material was limited. Furthermore, the differentiation of the categories of crop rotations are also affected by this. Weed occurrence might be affected by many different factors, which is not included in this study. However, the results from this study characterise the weed abundance in a single growth season in Danish organic fields.

1 INDLEDNING

Dette speciale omhandler betydning af sædskiftets diversificeringsgrad for forekomsten af ukrudt i danske økologiske marker.

Økologisk landbrugsproduktion i Danmark udgør ca. 6% af det samlede landbrugsareal (Danmarks statistik, 2015a; Danmarks statistik, 2015b) og med stigende efterspørgsel på økologiske varer og øget omlægning til økologi (NaturErhvervsstyrelsen, 2015,) er der stadig brug for ny viden til optimering af disse dyrkningssystemer.

Ukrudt er en af hovedårsagerne til potentielt udbyttetab i landbrugsafgrøder, sammenlignet med skadedyr og sygdomme (Oerke, 2006). Fraværet af pesticider i økologisk landbrugsproduktion betyder, at udfordringen med ukrudt generelt er større her. De manglende kemiske input til produktionen gør, at landmanden må inkludere kulturtekniske metoder til bekæmpelse. Ukrudt er især et problem i marken, fordi det konkurrerer med afgrøden om ressourcer som lys, vand og næring (Asif et al., 2014), hvilket kan resultere i negative effekter på udbytte og kvaliteten af afgrøder. Ukrudtets artssammensætning og graden af ukrudtsproblemer kan påvirkes af forskellige management strategier. Kulturtekniske metoder samt mekanisk bekæmpelse kan betyde forskellige vækst- og opformeringsmuligheder for ukrudtet og dermed en bedre kontrol heraf. Skiftende afgrøder i sædskiftet kan medføre øget konkurrenceevne mod ukrudt gennem vekslende livscyklus og plantemorfologiske træk (Andrew et al., 2015). Inddragelse af efterafgrøder, sortsblandinger og afgrødeblandinger kan også fremme diversiteten og dermed reducere forekomsten af ukrudt (Kiær et al., 2009; Nelson et al., 2012; Teasdale, 1996). Ved at veksle mellem afgrøder diversificeres jordbearbejdning, ukrudtets livscyklus forstyrres og afgrødernes konkurrenceevne øges, hvorved forekomsten af ukrudt kan reduceres (Liebman & Dyck, 1993).

Ukrudtsfloraen i økologiske marker er kun undersøgt i et begrænset omfang i udlandet (Rydberg & Milberg, 2000; Salonen et al., 2001, 2011) og er ikke direkte undersøgt i Danmark siden 1900'erne (Hald & Reddersen, 1990; Hald, 1999b). Derudover er sammensætningen af ukrudt i tidligere studier ofte undersøgt som en sammenligning af forekomst i økologiske og konventionelle dyrkningssystemer og ikke på tværs af vekslende økologiske sædskifter (Albrecht, 2005; Hyvönen et al., 2003; Sjursen, 2001; Ulber et al., 2009), som i dette speciale. Dette speciale forsøger således at give et nutidigt og bedre kendskab til og overblik over den nuværende ukrudtssituation i danske økologiske marker. En floraundersøgelse, som denne, på forskellige brugstyper og med forskellig

diversificering i sædskiftet kan bidrage til større viden om, hvilken påvirkning sædskiftet har på ukrudtsfloraen i praksis, som skal bidrage til den allerede eksisterende viden.

Formålet med specialet er at undersøge om graden af afgrødediversificering inden for en 5-årig periode på udvalgte marker på økologiske kvæg- og planteavlsbrug har betydning for forekomsten af ukrudt i vårsæd på baggrund af ukrudtsregistreringer, samt at beskrive ukrudtsfloraen i danske økologiske marker.

Jeg vil i dette speciale undersøge, om følgende hypoteser holder:

- Vårsæd med en forudgående 5-årig dyrkningshistorie med lav afgrødediversitet har lav artsdiversitet af ukrudt, relativt til høj afgrødediversitet med høj artsdiversitet af ukrudt.
- Vårsæd med en forudgående 5-årig dyrkningshistorie med lav afgrødediversitet har hyppig forekomst af særligt tabsvoldende arter, relativt til høj afgrødediversitet med mindre forekomst.

En stor del af specialet har været den forberedende del, i særdeleshed at få kontakt til de landmænd, som har deltaget samt at få indhentet information om sædskiftet. Derudover har ukrudtsregistreringerne i markerne også været en omfattende del af specialet.

Dette speciale er en del af projektet PRODIVA, som er et toårigt projekt med det formål at skabe en bedre udnyttelse af afgrødediversificering til ukrudtsbekæmpelse i økologiske dyrkningssystemer. Derfor skal de ukrudtsregistreringer, der er lavet i dette speciale samt yderligere information om dyrkningshistorie og registreringer fra 2016, bidrage til det samlede resultat. Mere information kan findes på <http://coreorganicplus.org/research-projects/prodiva/>.

2 BAGGRUND

2.1 ØKOLOGI

Økologisk jordbrug er et produktionssystem baseret på fire principper, som omfatter sundhedsprincippet, økologiprincippet, retfærdighedsprincippet og forsigtighedsprincippet. Herved opretholdes og forbedres økosystemer gennem kredsløb, biodiversitet og økologiske processer, der er tilpasset lokale betingelser, og som forbedrer både jordens, dyrs og menneskers sundhed gennem naturlige systemer uden brug af pesticider og kunstgødning. Dyrevelfærd og forvaltning af miljøressourcer sikres samt en ansvarlig udvikling af de økologiske systemer (IFOAM, 2005).

Det økologiske areal i Danmark var i 2014 registreret til ca. 155.000 ha. (Danmarks statistik, 2015a), mens det samlede landbrugsareal i 2014 var på 2.652.000 ha (Danmarks statistik, 2015b). Således udgjorde det økologiske areal i 2014 ca. 6% af det samlede dyrkede areal. Der er fortsat stor efterspørgsel på økologiske fødevarer i Danmark, og tal fra NaturErhvervstyrelsen peger på, at antallet af omlægninger fra konventionelt dyrkede arealer til økologiske dyrkede arealer i 2015 er steget (NaturErhvervsstyrelsen, 2015). Økologisk jordbrug medfører en produktionsform, som er mere begrænset end det konventionelle landbrug. Udbyttet er mindre, og mange processer er mere arbejdskrævende (Norris et al., 2003). Flere arbejdsgange i marken, uoprettelige skadedyrs- og sygdomsangreb og reduktion i driftseffektivitet er nogle af de primære udfordringer, som det økologiske landbrug har i forhold det konventionelle, hvor dyrkningssikkerheden er større. Økologiske systemer kan være udfordret af reduceret udbytte på grund af konkurrence fra ukrudt (Mason & Spaner, 2006), hvor skadedyr og sygdomme udgør en mindre potentiel risiko for udbyttetab (Oerke, 2006). Efterspørgslen på økologi og en fremtidssikring af produktionen gør, at forskning hele tiden er på vej med nye tiltag til optimering af dyrkningssikkerheden af den økologiske produktion (Bond & Grundy, 2001; Liebman & Dyck, 1993; Wolfe et al., 2008).

2.1.1 ØKOLOGI OG UKRUDT

Økologisk produktion er udfordret, da brugen af kemiske sprøjtemidler og kunstgødning ikke er tilladt, hvilket besværliggør bekæmpelse af sygdomme, skadedyr og ukrudt. Ukrudt begrænser generelt udbyttet i landbruget (Bertholdsson, 2005), men fraværet af herbicider i økologisk jordbrug gør det til et særligt stort problem her. Konkurrencen fra ukrudt har en større betydning for udbyttet i økologi, idet produktionsformen har mere ukrudt end konventionel produktion (Hald, 1999b; Salonen et al., 2011; Albrecht, 2005; Rydberg & Milberg, 2000). Strategier for forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt bygger på naturlige interaktioner, og herunder kan nævnes kendskab til

ukrudtsarternes livscyklus, afgrødernes konkurrenceevne og management. Biodiversitet omfatter bl.a. antallet af forskellige arter i et givent miljø (Rasmussen, 2005). I og med at den økologiske produktionsform har større forekomst af ukrudt, vil biodiversiteten i disse systemer øges. Dette kan have en positiv påvirkning på dyrelivet i og omkring marken, som er uvurderlig i forhold til overordnet biodiversitet.

2.2 UKRUDT

Ukrudt defineres som planter, der vokser på uønskede steder Norris et al. (2003). Derfor inkluderer betegnelsen ukrudt i princippet alle plantearter, både dyrkede afgrøder, oprindelige vilde arter og invasive arter. Norris et al. (2003) kategoriserer ukrudt som alle grønne planter: alger, mosser, bregner, padderok, gymnospermer og angiospermer.

Ukrudt er et stort problem i økologisk produktion, fordi det konkurrerer med afgrøden om ressourcer. Det er især skadeligt i produktionen ved negativ påvirkning af udbyttet og reduktion i driftseffektivitet, som høstbesvær og frasortering af ukrudtsfrø (Norris et al., 2003). Negativ påvirkning af forskellige ukrudtsarter på udbytte ses i Milberg & Hallgren (2004), hvor udbyttetabet øges med øget ukrudtsbiomasse, påvirket af geografisk placering, jordtype og afgrødetype. Det betyder også, at ukrudtets påvirkning på udbytte kan variere afhængigt af miljø og konkurrenceevne (Harker, 2001).

Ud over ukrudt er der andre biotiske og abiotiske faktorer (tabel 1), som kan variere og påvirke afgrødernes ydeevne. De abiotiske faktorer som vand og næringsstoffer kan begrænse planterne i vækst og udbytte ved at reducere transporten af næringsstoffer i planten, samt at påvirke bladbiomassen (Hay & Porter, 2006), mens

Tabel 1 Abiotiske og biotiske faktorer der medfører udbyttetab i afgrøder. Modificeret efter (Oerke, 2006)

Udbyttetab	
Abiotiske faktorer	Biotiske faktorer
Vand	Ukrudt
Temperatur	Skadedyr
Næringsstoffer	Sygdomme
Indstråling	

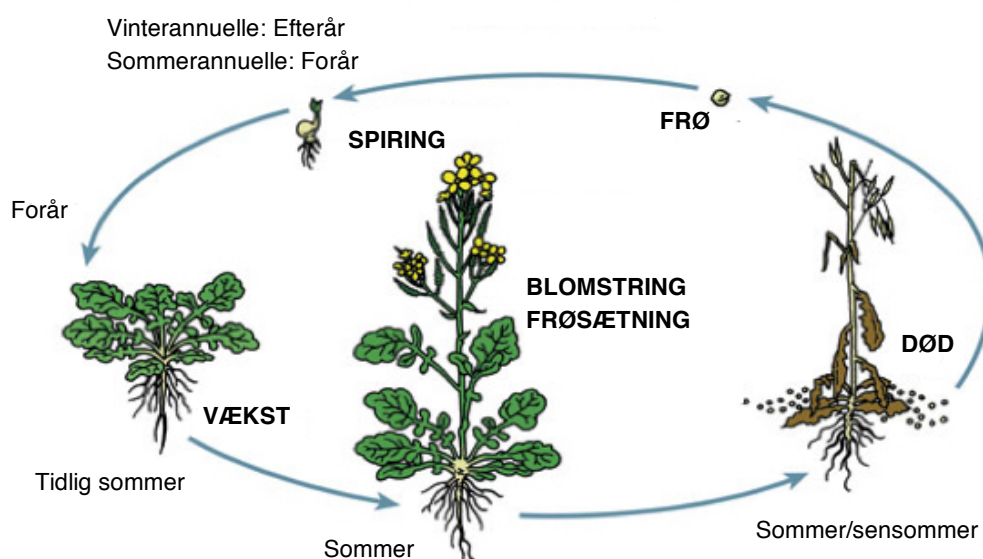
indstråling og temperatur påvirker fotosyntesen (Hopkins & Hüner, 2009). De biotiske faktorer er skadegørere generelt, som enten reducerer plantens biomasse eller konkurrerer med planten om ressourcer. I marken vil der altid være flere faktorer, som kan påvirke udbyttet.

2.2.1 LIVSCYKLUS

Ukrudt kan kategoriseres efter livscyklus. Enårigke arter afslutter deres livscyklus inden for ét år, toårige arter lever mere end ét år, men afslutter deres livscyklus inden for to år, og flerårige arter er planter hvis livscyklus strækker sig over flere år (Zimdahl, 2007).

2.2.1.1 ENÅRIGE ARTER

Disse arter har hurtig vækst og producerer en høj mængde frø (Zimdahl, 2007), som bruges til reproduktion og spredning (Bhowmik, 1997). Enårige ukrudtsarter kan klassificeres som sommer- og vinterannuelle arter alt efter om frøspiring sker i foråret eller efteråret. Frø af sommerannuelle arter spirer i foråret, blomstrer om sommeren og dør oftest i sensommeren. Frø af vinterannuelle arter spirer i efteråret, planterne overvintrer og blomstrer om sommeren det efterfølgende år (Zimdahl, 2007) (figur 1). De enårige arter betegnes også som frøkrudt.

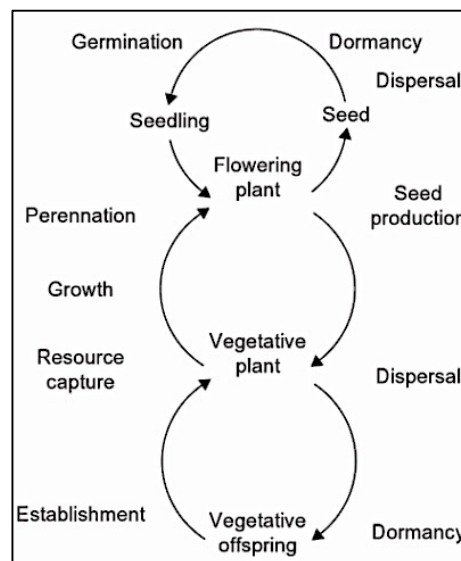


Figur 1 Livscyklus for enårige planter. Øverst ses forskellen på vinter enårige og sommer enårige. Modificeret fra (http://ohioline.osu.edu/b919/images/919_100.jpg).

Afgrøder har samme livscyklusstrategi som ukrudt, så derfor er væksten af ukrudtet synkroniseret med afgrøderne. Nogle af de enårige arter kan spire frem i flere tidligt adskilte hold alt afhængigt af spirebetingelserne og om evt. spirehvilere er brudte, og de kan være både sommer- og vinterannuelle. Det betyder, at der kan være frøsætning flere gange om året, hvilket potentielt kan være et problem ved frøspredning i marken. Frø fra de fleste ukrudtsarter spirer i en jorddybde på 0-5 cm (Rasmussen et al., 2011). Dette betyder, at dyb jordbearbejdning kan begrave frøene i en dybde, hvorfra de ikke kan nå jordoverfladen grundet for lidt oplagsnæring i frøet. Dermed vil nogle af frøene ikke være i stand til at spire frem. Selve frøspiringen kan også påvirkes af spirehvile, jordforhold og prædatorer. Frø med lang levetid i jorden kan forblive et problem i samme mark i mange år, med en stor frøbank i jorden.

2.2.1.2 FLERÅRIGE ARTER

Disse arter har en livscyklus, der strækker sig over flere år. Flerårige arter kan formeres på to måder: frøformering og vegetativ formering (figur 2). Forskellen her er, at den vegetative formering foregår med horisontal spredning af rødder med efterfølgende ny skuddannelse. Udvikling af kraftige rødder i jorden medfører et energidepot, hvor planterne oplagrer kulstof fra forrige vækstsæson til dannelse af nye skud (Rasmussen et al., 2011). Hermed kan mekanisk bekæmpelse på et uhensigtsmæssigt tidspunkt inducere skudvækst. De flerårige arter betegnes også som rodukruddt.



Figur 2 Livscyklus for flerårige planter, med både vegetativ- og frøformering (Zimdahl, 2007).

2.2.1.2.1 PROBLEMATISKE UKRUDTSARTER

Især rodukruddt er problematisk i den økologiske produktion, fordi det er svært at bekæmpe. Arter som ager tidsel, alm. kvik og ager svinemælk har særlig interesse i økologisk produktion (Salonen et al., 2001). Deres energidepot giver en fordel i konkurrencen mod afgrøden, og når de først er etableret i marken, kræves der målrettede strategier til bekæmpelse. Røddernes oplagring af kulhydrater varierer over vækstsæsonen, og derfor er det mest hensigtsmæssigt at svække genvæksten, når indholdet er lavt. Ager tidsel er mest sårbar over for afhugning af overjordiske dele på 8-blads stadiet, fordi minimumstørvægten i rødderne er lavest her (Gustavsson, 1997). Gentagne slåninger i kløvergræsmarker kan også reducere væksten heraf (Graglia et al., 2006). Alm. kvik kan også bekæmpes med målrettet mekanisk bekæmpelse. Minisommerbrak kan anvendes som strategi til gentagne forstyrrelser af spirende rhizomer ved harvning og kan udsulte og svække rodfragmenter for kulhydratreserver. Derudover kan der ske en udtørring af de rodfragmenter som bringes til jordoverfladen (Rasmussen et al., 2014).

Der findes ikke noget indeks, der indeholder informationer om særligt problematiske arter i Danmark, men personlige kommentarer indikerer, at nogle arter er mere problematiske end andre (tabel 2) (Melander B, personlig kommentar, 2015; Bertelsen I, personlig kommentar, 2015). Af enårige arter er hanekro, lugtløs kamille, kornblomst, gule korsblomster med strækningsvækst (primært ager sennep og ager kål), pileurter og gulurt vigtige grundet ofte massiv forekomst og levedygtighed af

frø i jorden. Af de flerårige arter er det almindelig kvik, ager tidsel, følfod, ager svinemælk og skræpper, som volder problemer, fordi bekæmpelsen heraf kan være en udfordring. Definitionen af vigtige arter i denne sammenhæng skal ses i forhold til forekomst, bekæmpelse og udbyttetab. Problematisk skal derfor defineres som hvor stor påvirkning ukrudtet har på udbyttetab i afgrøden, hvordan den kan bekæmpes med mekanisk eller kulturtekniske metoder.

Tabel 2 Oversigt over eksempler på problematiske ukrudtsarter og beskrivelse heraf lavet på baggrund af personlige kommentarer (Melander B, personlig kommentar, 2015; Bertelsen I, personlig kommentar, 2015).

Rodukrudt	
Almindelig kvik	Underjordiske udløbere. Forekommer alle steder, men er særlig hyppig på sandjord.
Ager tidsel	Forekommer alle steder, men er især et stort problem på lerjord.
Følfod	Forekommer alle steder. Upcoming problem.
Ager svinemælk	Forekommer ofte samme steder som kvik.
Frøukrudt	
Lugtløs kamille	Ofte et stort problem i kornafgrøder og især vintersæd.
Kornblomst	Et stigende problem især i kornafgrøder.
Hanekro	Massivt problem i vårsæd, svær at bekæmpe ved ukrudtsharvning.
Gule korsblomster	Massivt problem især i vårsæd, da korrekt timing af mekanisk bekæmpelse er vanskelig.
Pileurter	Primært fersken-/bleg- og snerlepileurt som er problematiske i forårssåede afgrøder.
Gulurt	Problematisk hvor den forekommer. Stigende problem, især i vårsæd.

2.2.2 UKRUDTSFLORA

Det er begrænset, hvad der er lavet af floraundersøgelser i økologiske marker. I Danmark er der lavet flere floraundersøgelser i konventionelle marker, hvor markerne i forsøgsåret dog har været ubehandlede med herbicider (Andreasen & Stryhn, 2008; Andreasen & Streibig, 2010). Dette kan give et overblik over, hvilke arter der findes i Danmark, men kan ikke sammenlignes med floraen i økologiske marker. Hald (1999) foretog vegetationsundersøgelser i 1987 og 1988 af hhv. 21 og 17 marker til sammenligning af økologiske og konventionelle marker, med det formål at undersøge sammenhængen mellem ukrudt og fauna. Artslisten fra undersøgelsen findes i Appendiks 2 i Hald & Reddersen (1990). En DJF rapport fra 1998 viste resultater fra 8 økologiske kvægbedrifter med ukrudtsregistrering i både vintersæd, vårsæd og bælgsæd (Rasmussen et al., 1998). Dog er der ikke noget indeks over fundne arter, idet undersøgelsen gik målrettet efter information om bestemte ukrudtsarter. Hvidmelet gåsefod, almindelig fuglegræs, hanekro, snerle-pileurt, blegpileurt og fersken pileurt var de 5 hyppigste arter i økologiske marker undersøgt i Sverige (Rydberg & Milberg, 2000). Forskellige omfattende floraundersøgelser har været lavet i Finland gennem tiden (Salonen et al., 2001, 2011), hvoraf de nyeste også indeholder data fra økologiske marker. Salonen et al. (2011) fandt ud over hvidmelet gåsefod og alm. fuglegræs også ager stedmoderblomst, alm. kvik,

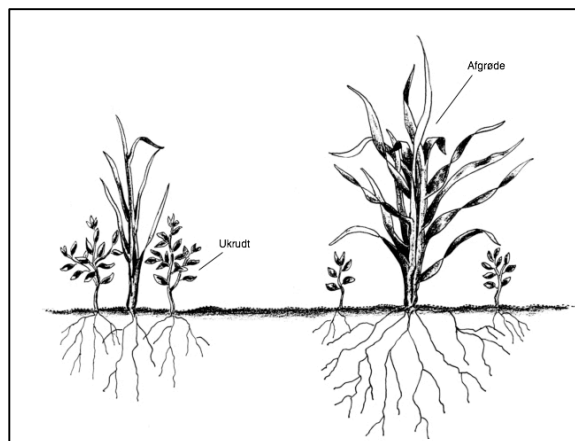
alm. spergel, mark forglemmigej og pileurter blandt de mest hyppige arter. Resultater fra økologiske forsøgsmarker viste ud over hvidmelet gåsefod, hanekro og almindelig fuglegræs, også mark forgjemmigej og lugtløs kamille (Lundkvist et al., 2008). Oversigt ses i tabel 3. Fælles for alle undersøgelserne var, at der ofte blandt de mest hyppige arter, optrådte problematiske ukrudtsarter.

Tabel 3 Oversigt over litteratur med floraundersøgelser i økologiske marker i kronologiske rækkefølge.

Undersøgelse	Afgrøde	Udført	Kilde
21 og 17 økologiske og konventionelle marker i Danmark.	Vårbyg, vårhvede, havre (i renbestand eller blanding med bælgssæd)	1987 og 1988	Hald & Reddersen (1990), Hald (1999)
8 økologiske kvægbrug i Danmark.	Vårsæd, vintersæd, bælgssæd	1989-1996	Rasmussen et al. (1998)
17 økologiske marker i Sverige.	Korn, bønner, ærter og blandinger	1985-1987	Rydberg & Milberg (2000)
76 økologiske marker i Finland (+229 konventionelle).	Vårbyg, vårhvede, havre	1997-1999	Salonen et al. (2001)
12 økologiske forsøgsmarker i Sverige.	Havre, kløvergræs, vinter hvede, ærter, rækkeafgrøder.	1987-2002	Lundkvist et al. (2008)
72 økologiske marker i Finland (+ 523 konventionelle).	Vårbyg, vårhvede og havre, havre/ært, vår rug	2007-2009	Salonen et al. (2011)

2.3 KONKURRENCE

Konkurrence kan forekomme interspecifikt mellem arter og intraspecifikt inden for samme art (Asif et al., 2014). Konkurrence kan derfor indtræde indbyrdes mellem afgrøder, men også mellem afgrøder og ukrudt. Mellem afgrøde og ukrudt defineres konkurrence som kampen om begrænsede ressourcer; lys, vand og næring og kan opdeles som afgrøders evne til at undertrykke ukrudt eller ukrudtets egenskaber til at reducere udbytte (Asif et al., 2014). Interaktioner mellem afgrøders genotype, miljø og management (G*E*M) er bestemmende for konkurrencen i en mark (Asif et al., 2014). På den



Figur 3 Tegning der illustrerer: Venstre: en konkurrencesvag plante (lav, lille buskning, vertikale blade) og Højre: en konkurrencestærk plante (høj, kraftig buskning, horisontelle blade) (Lemerle et al., 2001).

måde er konkurrenceevne et begreb, som indeholder forskellige faktorer, der på den ene eller anden måde kan favorisere planters vækst. Ved gennemgang af litteraturen er der klar enighed om, at morfologi er en vigtig parameter i planters konkurrenceevne. Plantemorfologiske træk som højde,

tidlig væksthastighed, buskning og bladkronens opbygning er nogle af de mest nævnte karakterer (Mason et al., 2007b; Bertholdsson, 2005; Andrew et al., 2015; Lemerle et al., 2001), som er af størst betydning for planters konkurrenceevne (figur 3).

2.3.1.1 HØJDE

Højden af afgrøden kan have stor betydning for afgrødens konkurrenceevne og kan variere gennem afgrødens vækststadier. En afgrødeplante kan således være konkurrencestærk i den vegetative fase, mens den kan være konkurrencesvag i den reproduktive fase (Cousens et al., 2003). Den primære fordel af højde er evnen til at skygge for andre planter som eksempelvis ukrudtsplanter. Høje planter er mere konkurrencestærke end lavere planter, når det handler om konkurrencen om lys (Cousens et al., 2003), fordi de høje planter har en bedre udnyttelse af stråling til fotosyntetisk aktivitet (Asif et al., 2014).

2.3.1.2 KRAFTIG VÆKST OG BUSKNING

Kraftige planter (vigor), som måles som plantestørrelse eller biomasse, er et udtryk for høj vækstrate, høj spireevne eller stor oprindelig størrelse (Lemerle et al., 2001). En tidlig kraftig afgrøde betyder, at planten udvikler flere sideskud og hurtigere når modenhed, hvorved konkurrenceevnen mod ukrudt øges (Mason et al., 2007a). Dette medfører også en tidlig udnyttelse af ressourcer, akkumulering af biomasse og en bedre udnyttelse af fotosyntetisk aktiv stråling (PAR). Den kraftige vækst kan derfor resultere i et større bladareal (LAI), som sammen med bladkronens opbygning og bladenes struktur også kan øge konkurrencen (Asif et al., 2014).

2.3.2 AFGRØDERS KONKURRENCEEVNE

Afsnittene 2.3.1.1 og 2.3.1.2 synliggør, at konkurrenceevne ikke kan forklares med enkelte egenskaber, men at forskellige morfologiske egenskaber hos planter skal ses som interaktioner, der samlet forstærker eller mindsker konkurrenceevnen.

Afgrøders konkurrenceevne over for ukrudt varierer afhængigt af arten. Sammenligning af afgrøders konkurrenceevne viser, at nogle arter konkurrerer bedre mod ukrudtet end andre. Vintersæd konkurrerer bedre mod ukrudt end vårsæd baseret på sammenligning af resultater med ukrudtsbiomasse (Beres et al., 2010). Fra samme undersøgelser blev opdelingen af konkurrenceevne opgjort som vinterrug som den mest konkurrencestærke afgrøde, mens vårbyg, vintertriticale, vårtriticale, vårhvede og vinterhvede blev listet med faldende konkurrenceevne. Disse

resultater stemmer overens med andre studier, hvor rug også bekræftes som værende den mest konkurrencedygtige. Vinterrug var den eneste afgrøde, som kunne reducere opformering af kvik i forskellige sædskifter med andre korntyper og bælgssæd (Rasmussen et al., 2014). Dette bekræftes også i Permin (1982), hvor vinterrug konkurrerede bedst med kvik, men hvor også havre og vårbyg konkurrerede fint. Rug, triticale og havre havde bedre konkurrenceevne mod ru rajgræs (*Lolium rigidum*) end raps, vårhvede, vårbyg, ærter og lupin (Lemerle et al., 1995). Havre anses generelt som en konkurrencestærk afgrøde, som er velegnet ved dyrkning ved bekæmpelse af både frø- og rod ukrudt (Landbrugsinfo, 2011), mens ærter, majs og andre bælgplanter er meget åbne afgrøder, der konkurrerer dårligt med afgrøden.

2.3.2.1 AGRONOMISKE FAKTORER DER KAN PÅVIRKE KONKURRENCEEVNEN

Ved at ændre det miljø, som ukrudtet trives i, kan konkurrenceevnen hos afgrøden styrkes. Lemerle et al. (2001) nævner tre management strategier, som er relevante for afgrøders konkurrenceevne i økologisk dyrkning, som er udsædsmængde og placering af afgrøder (2.3.2.1.1) samt gødning (3.3.2.1.2).

2.3.2.1.1 UDSÆDSMÆNGDE OG PLACERING AF AFGRØDER

Øget udsædsmængde kan øge densiteten af afgrøden, hvorved tilgængeligheden af ressourcer til ukrudtet mindskes (Lemerle et al., 2001). Resultater for både vårhvede og vårbyg viser, at fordobling af udsædsmængde øger udbytte og undertrykker ukrudt, i det mindste for de givne vækstbetingelser (Mason et al., 2007a). Mindre ukrudtsbiomasse med øget udsædsmængde i vårhvede bekræftes også i Olsen et al. (2005), som fandt en betydning af afgrødernes placering i forhold til undertrykkelse af ukrudt, hvor en mere ligelig fordeling af afgrøden undertrykte ukrudtet bedre end almindelig rækkedyrkning (12,8 cm). Ifølge Lemerle et al. (2001) tyder det også på, at øget rækkeafstand vil mindske afgrødens (hvede) konkurrenceevne overfor ukrudt afhængig af udsædsmængden. Som kontrast til mindsket afstand mellem rækkerne, kan øget rækkeafstand af afgrøden (25 cm) potentielt give mulighed for effektiv ukrudtsbekæmpelse ved bedre etablering af efterafgrøder samt radrensning mellem afgrøderækkerne (Theilgaard & Nielsen, 2015).

2.3.2.1.2 GØDSKNING

Økologisk produktion er kun tilladt organisk gødning, som bliver langsommere plantetilgængeligt end kunstgødning. N er ofte det mest begrænsende næringsstof for plantevækst i landbruget, fordi det er det næringsstof, som planter kræver i størst mængde til opbygning af aminosyrer og proteiner

(Taiz & Zeiger, 2006). Planter varierer i deres respons til næringsstoffoptag og i de tilfælde, hvor ukrudtet er i stand til bedre og hurtigere at optage næring, vil gødskning på tidspunkter, der favoriserer dette, være på bekostning af afgrøden (Liebman & Davis, 2000).

2.3.2.1.3 ANDRE FAKTORER

Ud over de ovennævnte agronomiske faktorer, som kan påvirke ukrudtssammensætningen, har mekanisk ukrudtsbekæmpelse også stor betydning. Litteraturen har talrige eksempler på, hvor stor betydning mekanisk bekæmpelse har for ukrudtsbekæmpelse. Harvning, radrensning, slåning og termisk kontrol er nogle af de metoder, som effektivt kan bekæmpe ukrudt (Bond & Grundy, 2001; Graglia et al., 2006; Melander et al., 2005). Dog vil landmandens strategi og rettidighed være afgørende for hvor stor værdi bekæmpelsen kan tildeles i den enkelte mark.

2.4 AFGRØDEDIVERSITET

Valget af afgrøder kan påvirke ukrudtets artssammensætning, da højere afgrødediversitet vil betyde forskellige etablerings-, vækst- og opformeringsmuligheder for ukrudtet.

Når afgrødesammensætningen diversificeres, vil også bekæmpelsesmulighederne diversificeres, hvilket har en betydning for ukrudtet. Sædskiftet, som er afhængig af sammensætningen af afgrøder, er afgørende for ukrudtets vækstbetingelser (Melander et al., 2013).

2.4.1 SÆDSKIFTE

Et sædskifte indebærer, at forskellige afgrøder dyrkes i en systematisk tilbagevendende rækkefølge i den samme mark, hvor skiftende afgrøder i rotation skaber et ustabil miljø for ukrudt (Liebman & Dyck, 1993). Dyrkes samme afgrøde år efter år kaldes sædskiftet ensidigt, men er der derimod tale om forskellige afgrøder i rækkefølgen er sædskiftet mere eller mindre divers. Variationen kan være større eller mindre afhængigt af, hvor ofte afgrøder ændres, og hvor forskellige afgrøderne er med hensyn til væksttype, etableringstidspunkt og vækstlængde. Ved at veksle mellem afgrøder med forskellig livscyklus samt inddragelse af efterafgrøder kan ukrudt undertrykkes (Liebman & Davis, 2000). Ukrudt trives i afgrøder, hvor vækstbetingelser og egenskaber er de samme (Liebman & Dyck, 1993), så ved at opretholde høj diversificering i sædskiftet, og undgå monokultur, kan ukrudtsforekomsten også diversificeres. Vårafgrøder kan reducere vinterannuelle arter, vinterafgrøder kan reducere sommerannuelle, mens de arter som har flere spiringer er svære at styre med sædskiftet (Andersson & Milberg, 1998; Melander et al., 2008). Sanerende afgrøder som havre, raps og flerårige kløvergræsmarker kan være vekslende afgrøder i et sædskifte, der er præget

af korndyrkning, fordi konkurrencen mod ukrudt er stor og typiske kornsygdomme ikke opformerer heri (Landbrugsinfo, 2009, 2011, 2002). På den måde veksles også tidspunktet for såning og høst, og dermed forekommer en kontinuerlig forstyrrelse af ukrudt sammenlignet med mange års monokultur. Vårsæd sås i det tidlige forår, mens en anden vårsæt afgrøde som majs først sås i det sene forår. Vintersæd sås efter høst i efteråret, og disse forskellige etableringstidspunkter kan forstyrre ukrudtets vækst og opformering samt skabe vekslende muligheder for bekæmpelse.

Et økologisk sædskifte vil ofte være anderledes end et konventionelt, og ligeledes vil et sædskifte også variere efter brugstype. Fælles for den enkelte landmands valg af rotationer er, at efterspørgsel, økonomi og foderbehov spiller en væsentlig rolle for valget af afgrøder.

2.4.1.1 ØKOLOGISK SÆDSKIFTE

Sædskiftet er kernen i økologiske dyrkningssystemer (Bond & Grundy, 2001). Økologiske marker får ikke tilført kunstgødning, hvorfor sædskiftet er særdeles vigtig for udnyttelse og bevaring af jordens frugtbarhed. Et velplanlagt sædskifte kan afhjælpe problemer med sygdomme, skadedyr og ukrudt og genopbygge næringsstofindholdet i jorden. Økonomi og efterspørgsel har dog stor indflydelse på, hvilke afgrøder der dyrkes, hvorfor det teoretisk bedste sædskifte i praksis kan erstattes af et sædskifte, der er rentabelt for landmanden. Derfor er det optimale sædskifte hele tiden en opvejning mod efterspørgslen på fødevarer.

2.4.1.2 SÆDSKIFTE OG BRUGSTYPE

Et typisk økologisk planteavlssædskifte, specielt uden tilgængelighed af husdyrgødning, er ofte udfordret af begrænset næringsstofftilgængelighed, hvorfor grøngødning og efterafgrøder ofte er kernen i planteavlssædskiftet. Et planteavlssædskifte kan indeholde afgrøder, som er på kontrakt, eller som der er efterspørgsel på. Flerårige kløvergræsmarker betegnes som dyrt, fordi der ikke decideret høstes salgbare afgrøder heraf. Andelen af kvælstoffikserende afgrøder vil derfor ofte være begrænset til et dyrkningsår. Et typisk økologisk kvægbrugssædskifte indeholder flerårige kløvergræsmarker til afgræsning og slæt, samt andre foderafgrøder som majs, byg, lupin/markært. Her vil der ofte være en fordel af de flerårige kløvergræsmarker på ukrudtsforekomsten. Flere år med kløvergræs betyder, at der ikke pløjes, og der vil være en minimal produktion af ukrudtsfrø. På den måde vil der ske et naturligt henfald af levedygtige ukrudtsfrø i jorden, og kløvergræsmarkerne vil have en negativ påvirkning på frøukrudtet (Rasmussen et al., 1998). Albrecht (2005) viste, at kløvergræs i rotationen mindskede forekomsten af de fleste ukrudtsarter signifikant sammenlignet

med enårige vinterafgrøder, solsikke og lupin. Ligeledes viste Graglia et al. (2006), at kløvergræs i sammenhæng med gentagne slåning mindskede forekomsten af ager tidsel. Resultater med lupin og vinterhvede med kløvergræs forudgående viste dog, at der var signifikant større forøgelse af kvik i modsætning til, hvor korn har været forfrugt (Rasmussen et al., 2014). I Amiaud et al. (2008) tyder det på, at afgræsning reducerer biomassen af kvik, hvilket betyder, at afgræsning af kløvergræsmarker kan forhindre øget biomasse af kvik.

2.4.1.3 SÆDSKIFTES BETYDNING FOR UKRUDTSFOREKOMST

Der er flere eksempler på studier, hvor sædskiftet har betydning for forekomst af en- og flerårige arter, samt sommer- og vinterannuelle arter (Lundkvist et al., 2008; Melander et al., 2008; Sjursen, 2001; Teasdale et al., 2004). Valget af afgrøder i rotationen har betydning for, hvor godt et sædskifte lykkes mod undertrykkelse af ukrudt, fordi variationen kombineret med enkelte afgrøders egenskaber styrker dette (Andersson & Milberg, 1998). Sammenhængen mellem ukrudtsforekomst og afgrøde blev vist i Streibig (1979), hvor en clusteranalyse af sommer- og vinterannuelle afgrøder og en- og flerårige afgrøder viste en tydelig sammenhæng mellem disse arter baseret på ligheden af ukrudtsfloraen heri således, at ukrudtsfloraen var afhængig af afgrødens vækstperiode og konkurrenceevne.

2.4.1.3.1 EKSEMPLER PÅ SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING PÅ UKRUDT

Et eksempel på at afgrøder kan påvirke ukrudts sammensætningen, er Sjursen (2001), der fandt, at frøbanken for enårige ukrudtsarter faldt ved inkluderingen af en flerårig afgrøde, og at den igen steg igen efter to år med enårige afgrøder. Samme studie viste også, at de flerårige ukrudtsarter faldt efter ét år med enårige afgrøder og steg efter en periode med flerårige afgrøder, hvilket indikerer, at antallet af ukrudtsfrø er stærkt korreleret med sædskiftet.

Sædskifter indeholdende vårsæd og bælgssæd kunne ikke reducere forekomsten af den flerårige alm. kvik, hvorimod vinterrug som den eneste afgrøde kunne holde opformeringen nede, og hvor også en målrettet mekanisk strategi var nødvendig (Rasmussen et al., 2014).

Vindaks (*Apera spica-venti*) er en vinterannuel græs, som derfor kan opformeres i vintersæd. Tre sædskifter med vekslende diversitet mellem vår- og efterårssåede afgrøder viste, at et sædskifte indeholdende flere års vårsåede afgrøder, på tværs af ukrudtsbekæmpelse, reducerede forekomsten af vindaks (Melander et al., 2008). Studiet viste, at inkludering af to års vårsåede afgrøder i et 4-årigt sædskifte, der ellers kun indeholdt efterårssåede afgrøder, reducerede

forekomsten. Dette indikerer således, at inkludering af vårsåede afgrøder i sædskiftet kan reducere problemer med vindaks.

Flyvehavre (*Avena fatua*) blev et stigende problem i forsøgsmarker efter en fireårig periode med vårsåede afgrøder, mens det mindskedes igen efter en periode uden vårsåede afgrøder (Lundkvist et al., 2008). Tilsvarende fandt Rasmussen et al. (1998), at valget af afgrøder i sædskiftet (vårsæd eller vintersæd) var den største forklaring på ukrudtsforekomsten i forhold til sommer- og vinterannuelle ukrudtsarter i et studie, hvor ukrudtsforekomsten på økologiske kvægbrug i Danmark blev undersøgt.

Frøpuljen i jorden fra den sommerannuelle hvidmelet gåsefod blev fremmet af et sædskifte med kun majs og sojabønner, som begge er sommerannuelle afgrøder (Teasdale et al., 2004). I samme studie, hvor der dog blev inkluderet flere afgrøder som vinterhvede og flerårig kløvergræs, blev hvidmelet gåsefod reduceret.

Anderson (2003) fandt, at ved at inddrage vintersæd i et sædskifte med vårafgrøder kunne den sommerannuelle græs, grøn skærmaks, reduceres. Et sædskifte kun bestående af hirse havde større andel af grøn skærmaks end de sædskifter, hvor der blev inddraget hhv. vinterhvede og brak og vinterhvede, majs og brak sammen med hirse. Anderson (2003) nævner også andre eksempler på, hvordan sædskiftet kan påvirke forekomsten af ukrudt bl.a., hvor vinterannuelle græsser blev kontrolleret af sommerannuelle afgrøder.

Tidligere undersøgelser af den danske ukrudtsflora viste, at nogle sommerannuelle arter (pileurter, hvidmelet gåsefod etc.) fortrinsvis forekom i marker med vårsæd, men også at de arter med både forårs- og efterårs fremspiring forekom i både vår- og vintersæd (Hald, 1999a). Ligeledes fandt Andreasen et al. (1996) også en sammenhæng mellem ukrudtsarters- og afgrøders livscyklus.

Nogle ukrudtsarter (f.eks. enårig rapgræs) kan sætte frø i vår- og efterårssåede afgrøder (Melander, 2011). Dermed er der potentiel fremspiring det meste af året, og sædskiftet kan her have en mindre betydning for bekæmpelse, fordi en vekslen mellem livscyklusser ikke nødvendigvis reducerer forekomsten. Dette bekræftes også i Andersson & Milberg (1998), som viste, at flerårige ukrudtsarter var karakteristiske for flerårige afgrøder, og at sommerannuelle ukrudtsarter var karakteristiske for vårsåede afgrøder, men at de ukrudtsarter som var både sommer- og vinterannuelle ikke blev kontrolleret af afgrøderne i sædskiftet. Derfor er det muligt at kontrollere visse arter med et vekslende

sædskifte, men det kan også give et skift i ukrudtsfloraen til sommer- og vinterannuelle arter, som favoriseres heraf (Andersson & Milberg, 1998; Fried et al., 2008).

2.4.2 EFTERAFGRØDER

Efterafgrøder er afgrøder som ikke er salgbare, men som kan dyrkes sammen med eller efter salgsafgrøder for at holde jorden plantedækket i så lange perioder som muligt (Melander et al., 2005). Ud over at undertrykke ukrudt modvirker efterafgrøder erosion, forbedrer jordkvalitet og begrænser tabet af kvælstof (Sjursen et al., 2012; Sarrantonio & Gallandt, 2003; Teasdale et al., 2007). Dermed forbedres jordens frugtbarhed, og den mikrobielle aktivitet kan øges. Den positive effekt af efterafgrøder skal dog også ses i lyset af en eventuel negativ effekt på hovedafgrøden (Känkänen & Eriksson, 2007).

2.4.2.1 UNDERTRYKKELSE AF UKRUDT

Formålet med at bruge efterafgrøder til ukrudtsundertrykkelse er at erstatte en ukontrollerbar population af ukrudt med en kontrollerbar efterafgrøde, hvorved ukrudtet kan udkonkurreres (Teasdale, 1996). Ud over konkurrence mellem levende planter, kan døde planterester fra efterafgrøder på marken mindske lys til spiring af ukrudtsfrø (Teasdale & Mohler, 2000). Generelt har efterafgrøder en negativ påvirkning på ukrudtet, fordi spiring, etablering og vækst af ukrudtet hæmmes. Effekten på rodukrudt er dog mindre, fordi oplagring af næring i rødder gør dem til en større konkurrent end frøukrudtet (tabel 4) (Teasdale et al., 2007). Kløvergræs bruges ofte som grøngødning og/eller efterafgrøde i det økologiske sædskifte, dog ikke gældende som pligtige efterafgrøder (Miljø- og Fødevareministeriet, 2015). Et eksempel hvor en efterafgrøde har påvirket ukrudtsforekomsten er Sjursen et al. (2012), hvor rajgræs, i ren bestand eller sammen med kløver, undersået i havre og vårhvede, kunne undertrykke ukrudt. Kløveren alene havde den modsatte effekt på ukrudtet, fordi N-fiksering fra kløveren havde gødningseffekt på ukrudtet. Andersson & Milberg (1996) påpeger dog, at kløver har større evne til at kolonisere, og derfor har en større understrykkende effekt på ukrudt end græs. Undersåede efterafgrøder kan påvirke flerårige ukrudtsarter. Rødkløver undersået i havre, påvirkede antallet af skud hos ager tidsel og ager svinemælk, mens alm. kvik ikke blev påvirket (Brandsæter et al., 2012). Det bekræfter Teasdale et al. (2007) i, at effekten af efterafgrøder er mindre på flerårige ukrudtsarter, men at der dog kan være en effekt.

Tabel 4 Oversigt over effekten af efterafgrøder på undertrykkelse af forskellige stadier af ukrudtets livscyklus (Teasdale et al., 2007).

Ukrudt stadie	Efterafgrøde	Efterafgrøderester
Spiring	Høj	Moderat
Etablering	Høj	Moderat
Vækst	Høj	Lav
Frøproduktion	Moderat	Lav
Overlevelse af frø	Moderat	Ingen
Flerårig ukrudt	Lav-moderat	Ingen

Ud over direkte konkurrence mellem planter kan efterafgrøder også have en allelopatisk effekt på ukrudt. Korsblomstrede efterafgrøder indeholder f.eks. glucosinolater, som kan påvirke ukrudtsfrøenes spireevne (Norsworthy et al., 2007). Dog indeholder de korsblomstrede arter, som sennep og rybs, forskellige niveauer af glucosinolater, som påvirker ukrudtet på forskellige vis. Denne forskellighed kan også være ukrudtsarternes forskellige evner til at tolerere de fytotoksiske komponenter. Wortman et al. (2013) fandt en positiv sammenhæng mellem ukrudtsundertrykkelse og efterafgrødeblandinger. Sammenhængen skyldtes dog sandsynligvis ikke den direkte konkurrence om ressourcer i en efterafgrødeblanding (af bælgplanter og korsblomstrede efterafgrøder). Dette tyder på, at det ikke kun er den fysiske effekt af efterafgrøden, men også andre egenskaber, som bekræfter den allelopatiske effekt på ukrudtet.

Forskellige efterafgrødearter betyder forskellige etableringsmuligheder for ukrudtet. Normalt vil udlæg være at foretrække, fordi overgangen med bar jord undgås. Udlæg kan være svært at etablere, fordi der ikke opnås et optimalt såbed, og det etablerede ukrudt derfor vil have en konkurrencefordel. Virkningen af de kvælstoffikserende efterafgrøder kan have en positiv effekt på den efterfølgende afgrøde, og dermed øge konkurrenceevnen her.

2.4.3 AFGRØDEBLANDINGER

Blandingsafgrøder eller intercropping indebærer dyrkning af forskellige afgrøder på samme tid og kan bruges som udbyttegivende afgrøde eller som bidrag til ukrudtsbekæmpelse, mindskning af erosion og forbedring af jordens frugtbarhed (Liebman & Dyck, 1993). I Danmark er det især normalt at dyrke blandinger med vårbyg og ært/lupin, som bruges som helsæd. Kombinationen af vårbyg og ærter har en større undertrykkelse af ukrudt end afgrøderne i ren bestand, hvilket skyldes en overordnet bedre udnyttelse af ressourcer og større dækning af jorden af afgrøder (Hauggaard-Nielsen et al., 2001). Et andet studie viste, at hvede dyrket sammen med raps og/eller ærter også havde en undertrykkende indflydelse på ukrudtsbiomassen, sammenlignet med hvede alene (Nelson et al., 2012). Dette betyder, at der med fordel kan anvendes afgrødeblandinger, som

indeholder en konkurrencestærk og en konkurrencesvag afgrøde, fordi den samlede effekt af blandingen er større end de to komponenter adskilt. Dette bekræftes også af Liebman & Dyck (1993), som lister adskillige eksempler på studier, hvor blandingen er stærkere ukrudtsundertrykkende end hovedafgrøden alene. Dog vil det for økologisk dyrkning være nødvendigt at anvende sorter tilpasset til det miljø, som repræsenteres her for at kunne opnå en større ukrudtsundertrykkende effekt (Hauggaard-Nielsen et al., 2001).

2.4.4 SORTSBLANDINGER

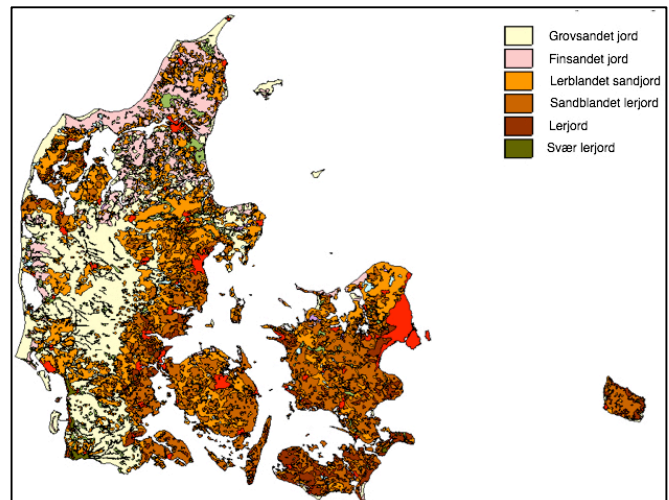
Valget af den rigtige sort kan ikke bare skabe resistens mod sygdomme og skadedyr, men også øge nogle af de ovennævnte faktorer, der øger afgrøders konkurrenceevne og er en faktor, som skal overvejes, især i økologisk dyrkning. Da konkurrenceevne varierer mellem sorter, kan valget af sort betegnes som en præventiv metode til at bekæmpe ukrudt (Hansen et al., 2008). Ved at blande sorter, vil diversiteten øges og på den måde kan et stabilt udbytte opretholdes.

Økologi indebærer større variation i miljøet sammenlignet med konventionel dyrkning, så derfor er det her en særlig udfordring at forædle sorter tilpasset dertil (Wolfe et al., 2008). Eksempler på dette kan være sorter, som er tilpasset til lave næringsstofniveauer, høj konkurrenceevne mod ukrudt, sygdoms- og skadedyrsresistens, samt kvalitet og udbytte. En meta-analyse af udbyttet fra sortsblandinger og enkelt bestande viste, at udbyttet for hvede og byg var højere i sortsblandinger og dette inklusiv blandinger med forskellige undertrykkelsesgrader af ukrudt (Kiær et al., 2009). En undersøgelse af 79 vårbyg sorters konkurrenceevne viste, at LAI, bladenes vinkling, strållængde og indstråling (RVI) havde betydning for hæmning af ukrudt (Hansen et al., 2008). Det tyder også på, at der er anderledes behov for sorter til økologisk dyrkning, fordi især lang strållængde normalt fravælges grundet risiko for lejesæd. De træk som er vigtige for økologisk dyrkning kan være på bekostning af andre, som eksempelvis udbytte, medmindre forædlingen opnår at kombinere de mest optimale træk.

2.5 JORDTYPE OG KLIMA

2.5.1 JORDTYPER I DANMARK

Jordens struktur og indhold af organisk materiale er vigtig for jordens frugtbarhed. Der er stor forskel på vandkapacitet, aggregatdannelse og organisk materiale på tværs af jordtyper. Strukturen kan ikke ændres, men den måde som jorden behandles på kan påvirke indholdet af organisk materiale både negativt og positivt (Whalen & Sampedro, 2010). Valget af afgrøder i sædskiftet, herunder også efterafgrøder og grøngødning, er derfor vigtigt for opretholdelse af jordens frugtbarhed og dermed evne til at styrke afgrøders vækst og konkurrence over for ukrudt.



Figur 4 Fordeling af jordtyper i Danmark. Lyse farver mod vest indikerer sandjord, mens mørkere farver mod øst indikerer lerjord. Modificeret fra Danmarks Jordbrugsforskning (2015).

Jordtyperne i Danmark svinger fra grov sandet jord i Vestjylland til lerholdige jorde på Sjælland (figur 4). Nogle jordtyper er bedre egnede til dyrkning af visse afgrøder, hvilket også kan afspejle ukrudtsarternes opformering. Placeringen af planteavlsbedrifter og kvægbrug er derfor også groft opdelt herefter. De afgrøder som oftest dyrkes på tørre sandjorde med køligere klima er græs, rug, triticale og kartofler, mens der på de mere lerholdige jorde med varmere klima oftest dyrkes specialafgrøder, frøproduktion, hvede og roer (Kelstrup & Sepstrup, 2007).

2.5.2 KLIMA

Ligesom jordtypen svinger temperaturer og nedbørsmængden også gennem landet. Den østlige del af landet oplever højere temperaturer og mindre nedbør end den vestlige del. Forår og sommer 2015 var præget af kølige temperaturer og meget nedbør, hvilket har påvirket udviklingen af afgrøder og dermed også ukrudtet. En generel betragtning i branchen er, at væksten har været ca. tre uger bagud i forhold til tidligere år (Melander B, Personlig kommentar, 2015). Foråret 2015 var det vådeste forår siden 1983, og landsgennemsnittet for nedbør var i denne periode 50 mm højere end i 2014 (Danmarks meteorologiske institut, 2015b).

2.6 STATISTIK

2.6.1 UKRUDTSDIVERSITET

Ukrudtsdiversiteten i denne undersøgelse består af to aspekter af diversiteten. Artsantallet (species richness) og hyppigheden af arter (species evenness) er begge udtryk for artsdiversitet (Clements et al., 1994), hvor hyppigheden kan udtrykkes som entropi. De to udtryk er uafhængige og skal fortolkes separat. For at tale om høj diversitet, skal både artsantal og entropi være høj og modsat for lav diversitet. Værdier for entropi varierer mellem 0-1, hvor 0 er dominans af én enkelt art og 1 er fuldstændig lighed mellem hyppigheden af arter.

3 MATERIALER

3.1 FORSØGSDESIGN

Ukrudtsregistreringerne blev udført på 25 forskellige økologiske bedrifter i Danmark fordelt på 40 marker geografisk placeret i hele Jylland (Figur 5) og blev udført i juni/juli 2015. Markerne blev udvalgt på baggrund af oplysningerne om afgrøder på marken i 2015 samt sædskiftet i den pågældende mark.

3.1.1 UDVÆLGELSE AF MARKER

Følgende kriterier blev opsat for udvælgelser af marker:

- Vårbyg, vårhvede eller vårtriticale på markerne i 2015.
- Sædskiftehistorien i en periode på minimum 5 år. Sædskiftet er opdelt efter to brugstyper: Planteavlsbedrifter og kvægbrugsbedrifter. Yderligere er det opdelt efter afgrødediversiteten i det forudgående sædskifte: Høj afgrødediversitet og lav afgrødediversitet i sædskiftet.
- Jordtyperne JB 1-6 var kravet. Lavbundsjord og humusjord indgik ikke i undersøgelsen, med mindre, at der forekom pletter i markerne.
- Maksimalt to marker på den samme bedrift.

Valget af vårbyg, vårhvede og vårtriticale til undersøgelsen er truffet på baggrund af kendskab til arternes konkurrenceevne. På baggrund af resultater med havre fra de økologiske artsforsøg i Landsforsøgene er havre fravalgt. Her var havres konkurrenceevne mod ukrudt noget højere end de andre vårsæds arter (vårbyg, vårhvede og vårtriticale) (Bertelsen I, Personlig kommentar, 2015).

Længden på sædskiftehistorien er bestemt ud fra, at diversiteten er lettere at definere over en længere periode end sammenlignet med f.eks. kun tre år. Sammenlignet med kun tre år, er der her en større variation at forklare ud fra. Kriterierne for sædskiftet er listet i tabel 5.

Tabel 5 Oversigt over den overordnede opdeling af de forskellige sædskifter som indgik i undersøgelsen.

	Høj afgrødediversitet	Lav afgrødediversitet
Planteavlbrug	Minimum 2 ud af 5 år med anden afgrøde end korn F.eks. enårig kløvergræs, grøntsager, bælgssæd, frøgræs eller kløverfrø. Optimalt indeholdende både vår og vintersæd.	4 - 5 år med korn Optimalt udelukkende vårsæd, men vintersæd kan også indgå.
Kvægbrug	1-2 års kløvergræs og 3-4 år med minimum 1 anden afgrøde end korn F.eks. majs, bælgssæd, grøntsager eller frøgræs.	2-3 års kløvergræs og 2-3 med vårsæd eller anden afgrøde

Målet med udvælgelsen af marker var at repræsentere hver brugstype og diversitet i et ca. lige antal marker, men supplerende oplysninger undervejs gjorde, at fordelingen endte med at blive anderledes (tabel 6).

Tabel 6 Fordeling af antallet af marker

Antal marker	Planteavlbrug	Kvægbrug	
Lav diversitet	15	7	22
Høj diversitet	12	6	18
	27	13	40

Kategorisering af sædskifterne er udvalgt fra informationer direkte fra landmanden eller fra konsulenttjenesten. Derfor har målsætningen om at finde 40 marker i nogle tilfælde overskygget ambitionen om at finde de ideelle sædskifter, samt begrænsning af tid i dette tilfælde. Dette er dog også en indikation af, at virkeligheden ikke altid er som teorien. I nogle tilfælde er der truffet et valg i opdelingen af sædskifterne, som fraviger fra den overordnede opdeling, men som kan forklares ud fra rækkefølgen af afgrøderne og ikke blot de afgrøder, som indgår i sædskiftet. Det er generelt kvægbrugssædskifterne, som var svære at kategorisere, så derfor blev der efter kontakt til landmændene lavet en revurdering af kategoriseringen af det materiale, som var tilgængeligt. Nogle af markerne i denne kategori afviger fra, hvad der er vist i tabel 5, men de er kategoriseret efter diversificeringsgraden af afgrøder. Eksempelvis er der tilfælde hvor ingen af markerne med kvægbrug indeholder kløvergræsmarker og disse er kategoriseret som lav diversitet. Definitionen af høj og lav diversitet er forskellig fra planteavl til kvægbrug, men grundet forskelligheden i disse brugstyper kan der ikke laves en generelt definition heraf. Dette betyder, at resultater for forskellige brugstyper ikke kan sammenlignes i de statistiske analyser.

3.1.2 GEOGRAFISK PLACERING AF MARKER

Der var intet krav til geografisk placering af marker ud over, at undersøgelsen blev begrænset til Jylland. Rettidig kontakt til økologikonsulenter og landmænd afgjorde hvilke landmænd og dermed marker, der blev udvalgt til undersøgelsen. Sædskiftet var det primære grundlag for udvælgelse og ikke markernes geografiske placering. Udvælgelsen er derfor ikke randomiseret og heller ikke systematisk udvalgt. Dog blev der forsøgt at have en omtrent lige fordeling af bedrifter med forskellig diversitet på de to brugstyper. Derfor kan det konkluderes, at resultaterne ikke er et generelt billede af Danmark, men kun for de udvalgte marker i undersøgelsen.



Figur 5 Kort med placering af marker på baggrund af GPS koordinater. Rød stjerne markerer placering af marken. Overlap af stjerner pga. tæt placering af marken kan ikke ses her. GPS koordinaterne kan ses i appendiks 3.

3.1.3 KONTAKT TIL LANDMÆND

Kontakten til landmænd er sket med hjælp fra SEGES Økologi og økologikonsulenter fra de lokale rådgivningscentre. En overordnet mail blev sendt ud til konsulenterne (appendiks 1), som indeholdte krav til landmænd og marker samt en opfordring om, at konsulenterne fik accept fra landmændene, før jeg efterfølgende kontaktede dem. Den direkte kontakt til landmanden er sket telefonisk (tabel 7). Samtaler med landmændene var med fokus på hvilke afgrøder, der var på markerne i 2015 samt sædskiftehistorien. I de tilfælde hvor landmanden ikke selv havde kendskab til sædskiftet blev konsulenten, som kontakten var skabt igennem, kontaktet igen.

Tabel 7 Overordnet oversigt over gennemførte mailkorrespondancer og telefonopkald til konsulenter og landmænd. Derudover har der været løbende kontakt og opfølgning til de enkelte landmænd for at få indhentet yderligere information, samt at aftale tidspunkt for registreringer.

Tidspunkt	Formål	Korrespondance
12.05.2015	Forespørgsel til konsulenter.	Fællesmail udsendt
Maj-juni 2015	Løbende kontakt med konsulenter.	Mails og telefonopringninger
Maj-juni 2015	Løbende kontakt med landmænd om markerne i 2015, sædskifte og interesse for samarbejde.	Telefonopringninger og få mails

3.1.4 JORDBUNDS- OG KLIMA DATA

Jordbundsdata for bedrifterne er indhentet vha. DJF Geodata (Mogens Greve, Foulum). De GPS koordinater som blev noteret for hver mark (afsnit 4.1.1), blev undersøgt for jordtype i en database, og derved kom der adgang til JB nummer for hver mark.

Klimadata er fundet via sæsonoversigt for DMI's målestationer (Danmarks meteorologiske institut, 2015a). Der er udvalgt de målestationer, som er placeret nærmest på de enkelte bedrifter (appendiks 4).

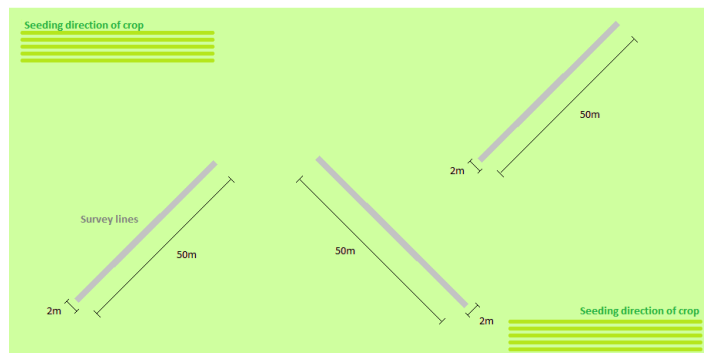
4 METODE

4.1 REGISTRERING I MARKER

Registreringerne blev udført én gang i perioden 22.06-15.07 2015 og efter samme metode hver gang. De udvalgte marker blev ved ankomst personligt anvist af landmanden eller fundet ved hjælp af markkort.

4.1.1 OPMÅLING AF FELTER

Ved indgangen til hver mark eller i marken blev GPS koordinater noteret (længdegrad N, breddegrad E) via Google Earth. Tre felter på hver 100 m² (50×2 m) blev opmålt i hver mark minimum 10-15 m fra læhegn og markskel. En landmålerstok blev kastet tilfældigt, hvorefter et målebånd blev trukket ud herfra. De tre felter blev opmålt skråt på såretningen af afgrøden (figur 6).



Figur 6 Tilfældig placering af felterne skråt på såretningen (Hofmeijer & Gerowitt, 2015).

Dette blev gjort for at mindske rækkernes indflydelse på resultatet. Felternes placering i marken var ikke permanente, og placeringen var forskellig fra mark til mark. Våde pletter og enestående pletter med ukrudt blev selektivt fravalgt i placeringen af felter for at få det bedst mulige generelle billede af marken.

4.1.2 REGISTRERING AF ARTER

Et skema til registreringer blev taget med til brug i marken (appendiks 2). Efter opmåling af felter blev hver kvadratmeter i feltet grundigt undersøgt. Et hurtigt overblik blev foretaget i feltet, hvorefter en grundig gennemgang langs målebåndet blev udført. Ved endt visuel vurdering, blev der noteret densitetsklasser af de noterede arter og procentvis ukrudts-/afgrødedække generelt i marken. Noget ukrudt kunne ikke bestemmes til art, men dog til familie og undertiden også til slægt. Metoden er udført efter henvisning fra PRODIVA; korrespondance og besøg med lederne af arbejds pakken i projektet Professor Bärbel Gerowitt og ph.d.-studerende Merel Hofmeijer fra Rostock Universitet.

4.2 STATISTISKE ANALYSER

4.2.1 ANVENDTE STATISTIKPROGRAMMER

De statistiske analyser blev lavet ved anvendelse af Microsoft Excel (version 2016) og R (version 3.0.2) (R Core Team, 2013). Excel blev brugt til at lave deskriptiv statistik og diverse diagrammer. R blev brugt til at lave statistiske analyser af data.

4.2.1.1 BEREGNINGER I EXCEL

Forud for de diagrammer, der er lavet i Excel, blev der lavet forskellige udregninger. Enten/eller forekomst i marken for alle arter blev defineret og optalt både samlet, for planteavlsbedrifter og for kvægbrugsbedrifter. Derefter blev data sorteret efter hyppigst forekomst (antal marker) og plottet i et søjlediagram (figur 7-9). Forekomst i ét replikat i marken betød her forekomst i marken. Derudover blev der lavet en procentvis forekomst af marker med udvalgte arter af frø- og rodgrødsarter, for hver brugstype og diversitet, som blev plottet i søjlediagram (figur 10 og 11).

4.2.2 DATA ANALYSE VED HJÆLP AF STATISTISKE METODER

For at påvise en effekt af brugstype og diversitet på forekomst af arter, skulle der være forskel på forekomsten mellem de forskellige sædskifter. Der blev anvendt to metoder til dette. Først en sammenligning af diversitet af arterne. Derefter en binomial analyse med en binomial logistisk model, for at beskrive sandsynlighed af forekomst af de forskellige arter. Begge analyser er lavet i R. Densitetsklasserne er ikke anvendt til de statistiske analyser.

4.2.3 UKRUDTSDIVERSITET I SÆDSKIFTET

For at karakterisere ukrudtsdiversiteten i de forskellige sædskifter er to aspekter af diversitet taget i betragtning. Både antallet af arter (richness) og ligheden i hyppighed (evenness) blev beregnet som udtryk for diversitet. Antallet af arter er optalt for hver kombination af sædskifte, diversitet og jordtype. Da data her er meget ubalanceret, er dette ikke den optimale måde at definere antallet af arter på, hvorfor en bootstrap analyse blev anvendt. Herved blev én mark for hver kategori tilfældigt og uafhængigt udvalgt i hver runde af bootstrapping (10.000 gange), hvorpå at kunne lave et balanceret design til at bestemme antallet af arter. En permutation test (Davison & Hinkley, 1997) blev lavet for at sammenligne fordelingen af bootstrap samples for høj og lav diversitet, for hver kombination af brugstype og jordtype. Forskelligheden mellem afgrødediversitet bekræftes ved en lav p-værdi ($P < 0,05$).

Som mål for evenness er anvendt Shannon index, som giver et udtryk for entropien i datasættet (Brillouin, 2013). Shannon Entropi blev beregnet for hver kombination af brugstype, diversitet og jordtype, som:

$$E = - \sum_i^n P_i \ln(P_i)$$

hvor n = antal arter og P_i er et estimat af sandsynligheden for at arten i forekommer i de pågældende kombinationer.

Dernæst blev relativ entropi beregnet for at tage højde for det forskellige artsantal i hver mark hvorved entropien er sammenlignelig mellem sædskifterne:

$$H = E/E_{max} = - \sum_i^n P_i \ln(P_i) / \ln(n)$$

Dette standardiserer entropien, da den maksimalt mulige entropi opnås, når alle arterne har samme grad af sandsynlighed, i dette tilfælde bliver entropien $\ln(n)$.

Alle registrerede arter blev inkluderet i denne del af analysen.

4.2.4 BINOMIAL ANALYSE

En binomial logistisk model med 3-vejs klassifikation er valgt som model til at teste hvilke arter, der er signifikant mest forekommende i de foruddefinerede sædskifter. I nogle tilfælde er der meget få observationer af de kategorier som sædskiftet er opdelt efter, hvorfor det er svært at påvise signifikante sammenhænge. En klassisk chi-square approximation for likelihood-ratio test er derfor ikke gyldig og der er i stedet anvendt en parametric bootstrap (Davison & Hinkley, 1997), med 10.000 bootstrap samples, til at beregne p-værdierne for likelihood Ratio test. Ved at anvende binomial data var det muligt at gruppere arterne, hvilket ikke kan lade sig gøre ud fra densitetsklasserne. Frasortering og gruppering af arter blev lavet som ændring i datasættet, forud for denne analyse (4.2.4.1). Jordtype og tidspunkt for registrering blev valgt som variable i analysen (4.2.4.2).

4.2.4.1 UDVALG AF ARTER TIL ANALYSE

Ikke alle arter blev inkluderet i det endelige datasæt til analysen, og nogle arter er fjernet fra datasættet, mens andre arter er grupperet. Frasorteringen af arter er valgt ud fra et agronomisk synspunkt og karakteriseret ved, om de normalt indgår som afgrøder, efterafgrøder eller er ukendt (tabel 8). Forekomsten af

Tabel 8 Frasorterede arter fra datasættet

Ukendt	Havre	Olieræddike
Ukendt	Byg	Cikorie
græs	Hestebønne	Kløver sp.
	Jordskokke	
	Raps	

disse var meget lille. Andre arter er grupperet (tabel 9). Grupperingen var nødvendig, da mange arter forekom meget sjældent. Grupperingen af arter gjorde således datasættet mere overskueligt, og det var muligt at få samme effekt af sædskiftet for de arter, som er beslægtede eller som ligner hinanden i livsform. Grupperingen er derfor gjort ud fra et agronomisk og botanisk perspektiv. I de tilfælde, hvor en art ikke kunne bestemmes, blev den grupperet med andre arter fra samme slægt. Grupperne er lavet med kendskab til arternes livscyklus, forekomst og vigtighed.

Tabel 9 Oversigt over gruppering af data. Øverst ses arter som er samlet i en gruppe. Nederst ses enkelte arter som i sig selv repræsenterer en gruppe.

Grupper			
Gule korsblomster	Ukendt korsblomst, ager kål, ager sennep, kiddike		
Kamille	Ager gåseurt, lugtløs kamille, skive kamille		
Hanekro	Hamp hanekro, alm. hanekro, hanekro spp.		
Storkenæb	Blød storkenæb, liden storkenæb, storkenæb spp.		
Tvetand	Liden tvetand, rød tvetand, tvetand spp.		
Pileurt	Bleg pileurt, fersken pileurt, fersken/bleg pileurt		
Vikke	Tofrøet vikke, vår vikke, foder vikke, vikke spp.		
Ærenpris	Flerfarvet ærenpris, mark ærenpris, storkronet ærenpris		
Skræppe	Kruset skræppe, butbladet skræppe, rødknæ		
Svinemælk	Alm. svinemælk, svinemælk spp.		
Salturt	Hvidmelet gåsefod, svinemælde		
Gule kurveblomster	Grøn høgeskæg, gul okseøje, alm. haremud		
Stedmoderblomst	Ager stedmoderblomst, alm. stedmoderblomst		
Sommerannuelle	Skærmvortemælk, læge jordrøg		
Sommer- og vinterannuelle	Alm. pengeurt, alm. hyrdetaske, alm. hejrenæb		
Lav forekomst	Liden katost, sump-evighedsblomst, kirtel kortstråle, enårig knavel, rød arve		
Højt voksende græsser	Rævehale spp. , vindaks, flyvehavre		
Flerårige græsser	Alm. hundegræs, fløjlsgræs, italiensk rajgræs, alm. rajgræs, engrottehale, alm. rapgræs, engrapgræs, rapgræs spp.		
Vejbred	Alm. vejbred, lancet vejbred, vejbred spp.		
Enkelte arter			
Ager padderok	Alm. mælkebotte	Grå bynke	Krumhals
Ager svinemælk	Alm. røllike	Gulurt	Kruset tidsel
Ager tidsel	Alm. spergel	Gyldenlak hjørneklap	Mark forglemmigej
Alm. brandbæger	Burresnerre	Humble-sneglebælg	Snerle pileurt
Alm. fuglegræs	Enårig rapgræs	Korn valmue	Tudse-siv
Alm. kvik	Følfod	Kornblomst	Vejpileurt

4.2.4.2 UDVALG AF VARIABLE TIL ANALYSE

Ud over marker, replikater, brugstype og afgrødediversitet, blev jordtype og tidspunkt for registrering valgt som variable i analysen. Yderligere blev jordtyperne grupperet for at kunne lave en grov opdeling af sand- og lerjord. Gruppering af jordtyperne var nødvendigt for hensyntagen til de tilfælde med få observationer af én jordtype og blev lavet ud fra definitionen af JB numre i Danmark (tabel 10).

Jordtyperne er grupperet således:

- JB 1+2 = Gruppe 1 (sandede jorde, defineret som ren sandjord).
- JB 4+5+6 = Gruppe 2 (lerede jorde, defineret som blanding af mere eller mindre sand- og lerjord).

Tabel 10 Jordtype kategoriseret som JB nummer. Modificeret fra Danmarks Jordbrugsforskning (2015).

JB nummer	Beskrivelse
1	Grovsandet jord
2	Finsandet jord
3	Grov lerblandet sandjord
4	Fin lerblandet sandjord
5	Grov sandblandet lerjord
6	Fin sandblandet lerjord
7	Lerjord
8	Svær lerjord
9	Meget svær lerjord
10	Siltjord
11	Humus
12	Speciel jordtype

4.2.4.3 TEST AF MODELLER

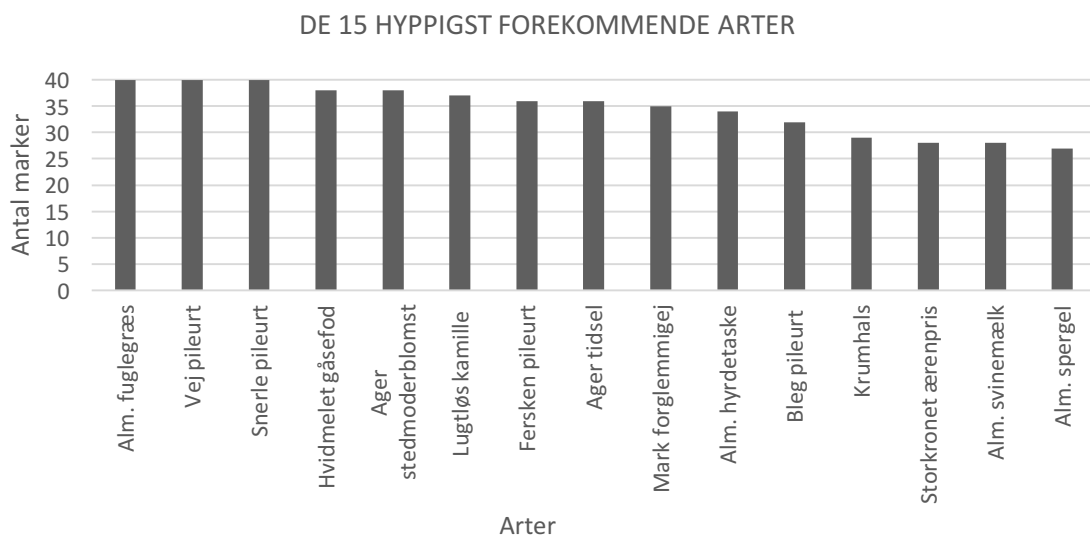
To test for homogenitet blev, for hver artsgruppe, udført forud for modellering af de mulige effekter af diversitet i sædskiftet. I den første test blev homogenitet for markerne bekræftet, dvs. der blev simultant testet om sandsynligheden for forekomst af artsgrupperne var den samme for alle tre replikater i hver mark. Dernæst blev der testet om sandsynligheden for forekomst for hver artsgruppe var den samme for hver observation fra den samme kombination af brugstype, diversitet og jordtype.

Der blev lavet test for sædskifteeffekten for brugstype×diversitet og jordtype×brugstype×diversitet. Sidstnævnte for at teste for eventuel additiv effekt af eller vekselvirkning med jordtype. Som udtryk for graden af gruppernes forekomst, er sandsynlighed for forekomst af grupperne beregnet. En høj værdi er således udtryk for høj forekomst af gruppen, mens en lav er udtryk for lav forekomst. Analysen er desuden korrigeret for jordtype og tidspunkt for registrering. Tidspunkt for registrering er sammenhængende med geografisk placering af marken.

5 RESULTATER

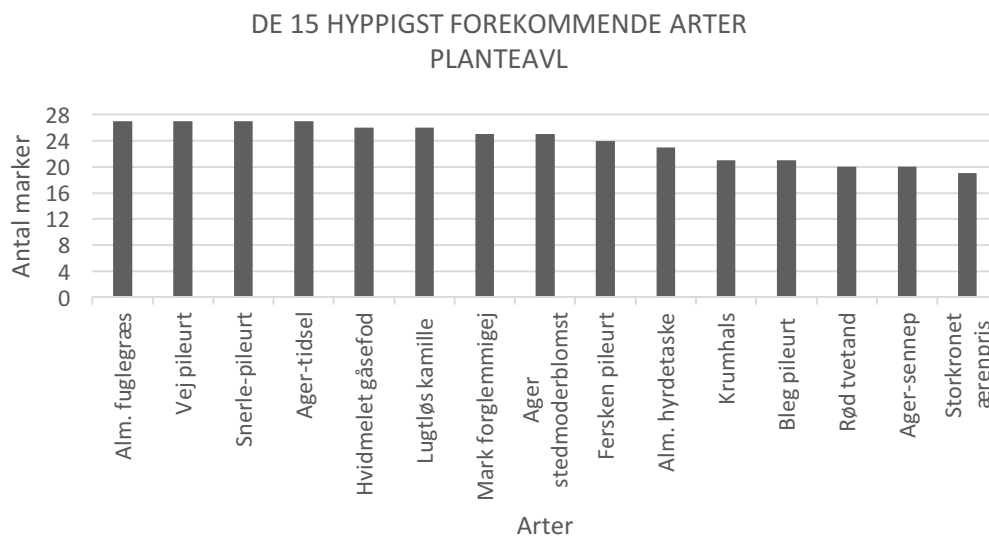
5.1 FOREKOMST AF ARTER I UNDERSØGTE MARKER

De 15 mest forekommende arter i hele undersøgelsen var almindelig fuglegræs (*Stellaria media*), vej pileurt (*Polygonum arviculare*), snerlepileurt (*Fallopia convolvulus*), hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*), ager stedmoderblomst (*Viola arvensis*), lugtløs kamille (*Tripleurospermum maritimum ssp. Inodorum*), fersken pileurt (*Persicaria maculosa*), ager tidsel (*Cirsium arvense*), mark forglemmigej (*Myotis arvensis*), almindelig hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*), bleg pileurt (*Persicaria lapathifolia ssp. pallida*), krumhals (*Anchusa arvensis*), storkronet ærenpris (*Veronica persica*), almindelig svinemælk (*Sonchus oleraceus*) og almindelig spergel (*Spergula arvensis*) (figur 7). Heriblandt både enårige og flerårige arter med ager tidsel repræsenterende den eneste flerårige art.

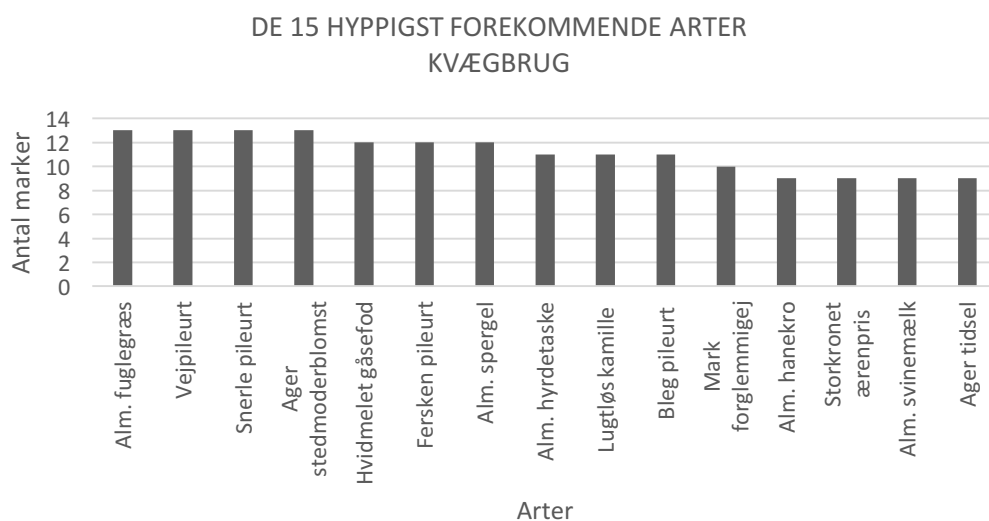


Figur 7 De 15 hyppigst forekommende arter i undersøgelsen. Data er optælling af marker med forekomst af arter eller ej.

De mest forekommende arter opdelt efter brugstype ses i figur 8 og 9. De fleste arter går igen på begge brugstyper, men krumhals, rød tvetand (*Lamium purpureum*), ager sennep (*Sinapsis arvensis*) og storkronet ærenpris forekommer kun blandt de hyppigste 15 arter i planteavlssædskifterne, mens almindelig spergel, almindelig hanekro (*Galeopsis tetrahit*) og almindelig svinemælk kun forekommer blandt de hyppigste på marker med kvægbrugssædskifter. Ager tidsel er blandt de fem mest hyppige arter i planteavlssædskifterne, mens den er placeret som nummer 15 i kvægbrugssædskifterne.



Figur 8 Oversigt over de 15 hyppigst forekommende arter i marker med planteavlssædskifte uafhængig af diversitet og jordtype.



Figur 9 Oversigt over de 15 hyppigst forekommende arter i marker med kvægbrugssædskifte uafhængig af diversitet og jordtype.

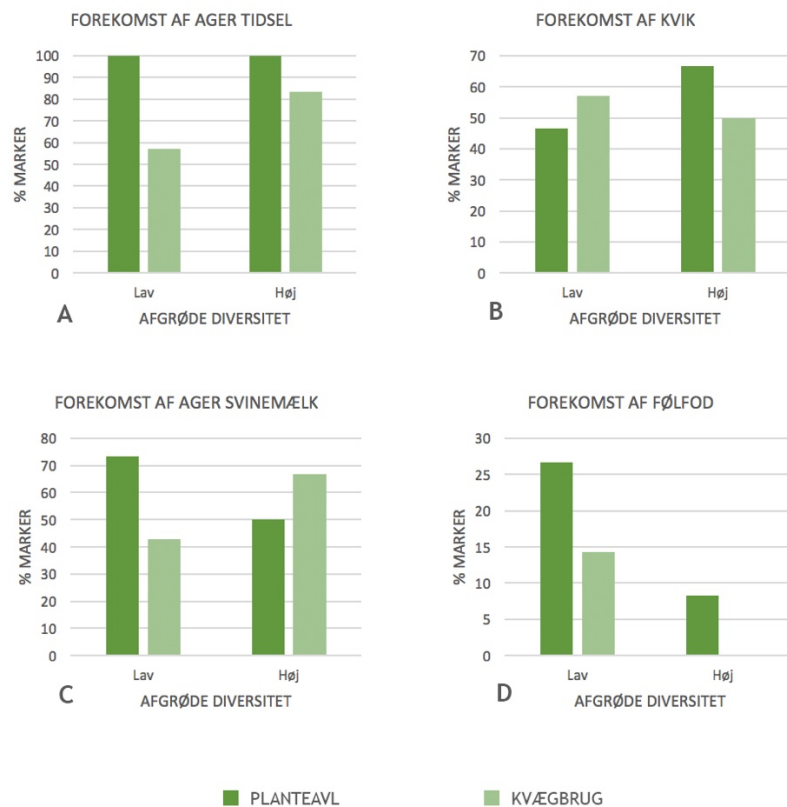
En komplet artsliste for undersøgelsen kan ses i appendiks 5.

5.2 PROCENTVIS FORDELING AF ARTER PÅ BRUGSTYPER OG DIVERSITET

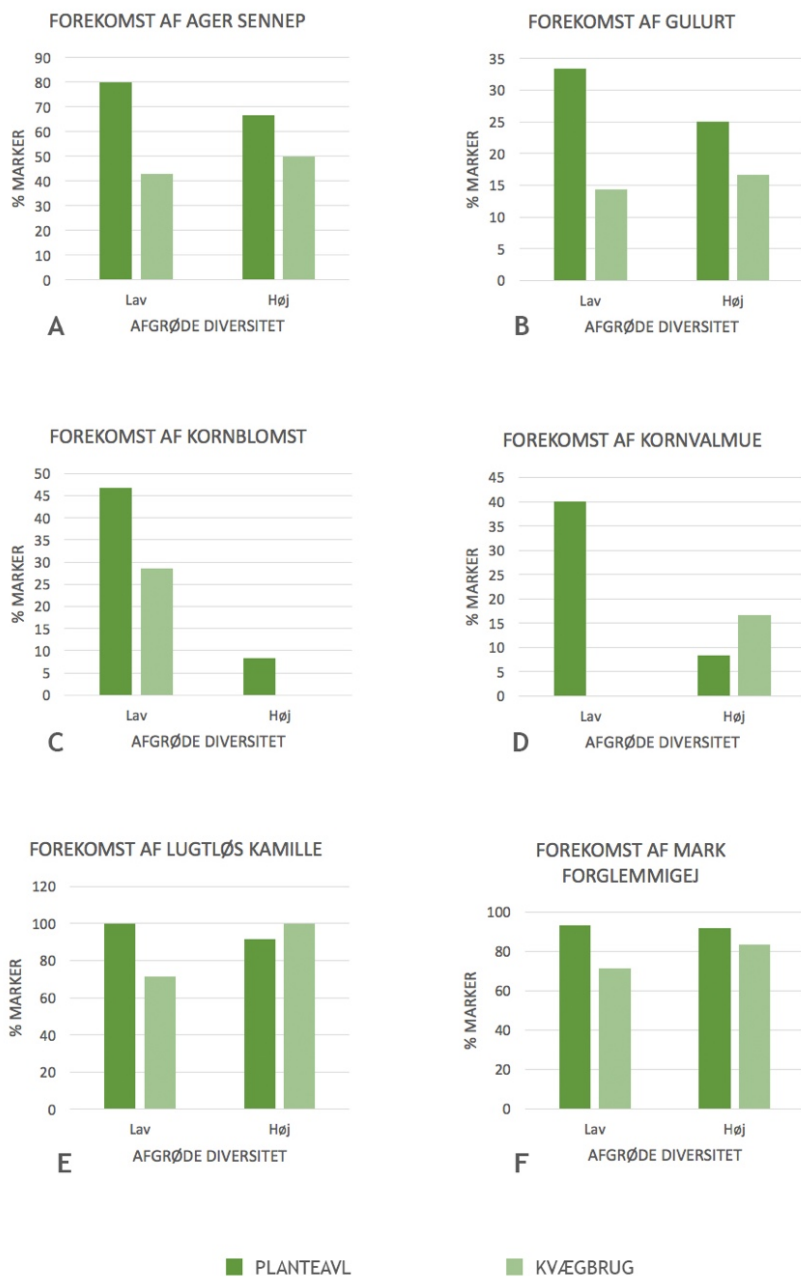
En visuel præsentation af arterne fordelt på brugstype og diversitet ses i figur 10 og 11. Den procentvise fordeling af rodukruddtsarterne viste en umiddelbar forskel for nogle af arterne. For rodukruddtsarterne (figur 10) var især ager tidse meget hyppig forekommende i alle marker, og der

var 100% forekomst i markene med planteavl. Følfod var ikke hyppigt forekommende og ager svinemælk og kvik forekom uden tendens.

Den procentvise fordeling af frøkrudtsarterne (figur 11) viste, at der generelt var høj forekomst af lugtløs kamille og mark forglemmigej. For ager sennep, gulurt, kornblomst og kornvalmue var der større forskel på fordelingen på sædskifterne og ved visuel vurdering større forekomst på planteavlsbrug. De forskellige arter af pileurter forekom i stort antal gennem hele undersøgelsen, og det var generelt for alle de registrerede arter heraf (ikke vist).



Figur 10 Procentvis forekomst af rodukrudt. A: Ager tidsel, B: Almindelig kvik, C: Ager svinemælk, D: Følfod. Antallet af marker undersøgt var 15 for planteavl med lav diversitet, 12 for planteavl med høj diversitet, 7 for kvægbrug med lav diversitet og 6 for kvægbrug med høj diversitet



Figur 11 Procentvis forekomst af frøkrudt. A: Ager sennep, B: Gulurt, C: Kornblomst, D: Kornvalmue, E: Lugtløs kamille, F: Mark forglemmigej. Antallet af marker undersøgt var 15 for planteavl med lav diversitet, 12 for planteavl med høj diversitet, 7 for kvægbrug med lav diversitet og 6 for kvægbrug med høj diversitet.

5.3 UKRUDTSDIVERSITET

5.3.1 ARTSANTAL OG ENTROPI

For alle sædskifterne var der forskel på antallet af arter for de forskellige kombinationer af sædskifter. Resultaterne for simpel optælling af arter og bootstrap-estimering var forskellige for kvægbrug på sandet jord, og ellers fulgte højt artsantal en høj estimeret værdi hinanden. Resultatet af bootstrap estimererne var for kvægbrug på sandet jord flest arter ved høj afgrødediversitet (27,158) sammenlignet med lav (26,131). For samme brugstype på leret jord var resultatet flest arter for høj afgrødediversitet (24,284) sammenlignet med lav (20). For planteavl på sandet jord var der flest arter ved høj afgrødediversitet (28,572), sammenlignet med lav (24,885) og modsat på leret jord, var der flest arter ved lav afgrødediversitet (26,572) sammenlignet med høj (24,7389). Forskellen var for alle, på nær kvægbrug på leret jord, signifikant ($P < 0,05$).

For kvægbrug på leret jord og planteavl på sandet jord, var der ikke signifikant forskel på relativ entropi ($P > 0,05$) mellem høj og lav diversitet. Derimod for kvægbrug på sandet jord var værdien for entropi signifikant størst for høj afgrødediversitet (0,9411) sammenlignet med lav diversitet (0,9205). For planteavl på leret jord var resultatet størst entropi for høj afgrødediversitet (0,9270) sammenlignet med lav diversitet (0,8797). Alle værdier for entropi var generelt høje (0,8797-0,9678). Resultater for ukrudtsdiversitet ses i tabel 11 og sammenligning af bootstrap samples for antallet af arter ses i appendiks 6.

Tabel 11 Ukrudtsdiversitet for sædskifte og jordtype. Afgrødediversitet er angivet som høj og lav, M: antal marker, S: antal arter, E(S): bootstrap estimeret artsantal, H: relativ entropi, P: p-værdi for forskellen mellem høj og lav afgrødediversitet, p-værdi <0,05 er signifikant. 95% konfidens interval er angivet i firkantede parenteser. *Bootstrap permutation test er ikke gyldig for denne kategori, fordi der kun er 2 marker med høj diversitet og 1 mark med lav diversitet.

Ukrudtsdiversitet											
Kvægbrug sand						Planteavl sand					
Diversitet	M	S	E (S)	P	H	M	S	E (S)	P	H	P
Høj	4	44	27,158 [22-34]	0,003471	0,9411 [0,9305-0,9592]	7	54	28,572 [24-33]	<0,0001	0,9173 [0,9101-0,9389]	0,0951
Lav	6	52	26,131 [20-34]		0,9205 [0,9098-0,9393]	3	42	24,885 [19-30]		0,9332 [0,9220-0,9601]	
Kvægbrug ler											
Diversitet	M	S	E (S)	P	H	M	S	E (S)	P	H	P
Høj	2	32	24,284* [20-2]	NA*	0,9536 [0,9354-0,9802]	5	46	24,738 [16-30]	<0,0001	0,9270 [0,9085-0,9480]	0,004
Lav	1	20	20,0* [NA]		0,9678 [0,9678-1,00]	12	70	26,572 [19-34]		0,8797 [0,8784-0,9092]	

5.4 EFFEKT AF SÆDSKIFTE PÅ FOREKOMST AF ARTER

5.4.1 EFFEKT AF BRUGSTYPER OG DIVERSITET

Resultatet fra binomialanalysen viste, at der for 12 ud af 44 grupper var en signifikant effekt af sædskiftet, og derudover var der for 7 grupper en effektmodifikation af jordtype (Tabel 12). De grupper, hvor der var effekt af brugstype og diversitet, var: ager tidsel, grå bynke, korn valmue, mark forglemmigej, enårig rapgræs, vikke, ærenpris, flerårige græsser, alm. kvik, kornblomst, krumhals og alm. spergel. Resten af grupperne i analysen var ikke signifikant forekommende i forhold til sædskiftet. Ager tidsel, kornvalmue og enårig rapgræs var hyppigst forekommende i sædskifter med planteavl og lav diversitet, mens grå bynke var tenderende hyppigst forekommende ved høj diversitet, og mark forglemmigej var signifikant mest forekommende i planteavlssædskifterne (tabel 13, P-værdier for forekomsten er vist i appendiks 7).

5.4.2 EFFEKT AF JORDTYPE

Grupper med signifikant effekt af jordtype var: vikke, ærenpris, flerårige græsser, alm. kvik, kornblomst, krumhals og alm. spergel (tabel 13, p-værdierne for forekomsten ses i appendiks 8). For vikke var der signifikant lavest forekomst for planteavlssædskifter med lav diversitet på de sandede jorde, mens der på de lerede jorde var signifikant lavest forekomst af vikke for kvægbrug med høj diversitet. For ærenpris var der ingen forskel på de sandede jorde, mens der var signifikant lavere forekomst i kvægbrugssædskifterne med lav diversitet på de lerede jorde. De flerårige græsser var hyppigst forekommende på de lerede jorde med kvægbrugssædskifter og lav diversitet. Alm. kvik var på sandet jord hyppigst forekommende for kvægbrug med høj diversitet og på de lerede jorde for planteavl med høj diversitet. For kornblomst var der hyppigst forekomst i marker med lav diversitet, dvs. på de sandede jorde for planteavl og for de lerede jorde på kvægbrug. Krumhals var hyppigst forekommende i kvægbrugssædskifter med høj diversitet på de sandede jorde, mens forekomsten på de lerede jorde var størst for kvægbrug med lav diversitet. Alm. spergel var mindst forekommende i planteavlssædskifter med høj diversitet på de sandede jorde, mens den på lerede jorde var hyppigst forekommende i kvægbrugssædskifter med lav diversitet.

Tabel 12 Oversigt over mulig effekt af brugstype og diversitet for de 44 ukrudtsgrupper i undersøgelsen. P-værdier er vist for de to interaktioner: brugstype×diversitet og JB×brugstype×diversitet. NA = ingen værdi. Brugstype: Kvægbrug eller planteavl, Diversitet: Høj eller lav.

	Hyppighed (%)	P-værdi (Rot×Div)	P-værdi (JB×Rot×Div)
Grupper med effekt af brugstype og diversitet			
Ager tidsel	70,8	0,0446	0,6459
Grå bynke	15,8	0,0298	0,1131
Korn valmue	15,0	0,0247	0,2236
Mark forglemmigej	71,7	0,0245	0,6459
Enårig rapgræs	11,0	0,0331	0,6707
Grupper med effekt af brugstype, diversitet og jordtype			
Vikke	50,0	0,0296	0,0018
Ærenpris	65,8	0,008	0,0023
Flerårige græsser	20,8	0,0296	0,0389
Alm. kvik	46,6	0,0247	0,0036
Kornblomst	15,8	0,0000	0,0006
Krumhals	52,5	0,018	0,0006
Alm. spergel	57,5	0,0000	0,0006
Grupper uden effekt af brugstype og diversitet			
Gule korsblomster	65,8	0,1297	NA
Kamille	87,5	0,1173	NA
Hanekro	55,0	0,2004	NA
Storkenæb	40,8	0,0719	NA
Tvetand	48,3	0,0905	NA
Pileurt	91,7	0,1503	NA
Skræppe	23,3	0,3838	NA
Sommer+vinterannuelle	81,7	0,0719	NA
Salturt	82,5	0,1503	NA
Sommerannuelle	24,2	0,1503	NA
Svinemælk	55,8	0,1297	NA
Flerårige græsser	3,3	0,9641	NA
Gule kurveblomster	45,8	0,1262	NA
Stedmoderblomst	78,3	0,7275	NA
Højt voksende græsser	5,0	0,0477	NA
Lav forekomst	8,3	0,2116	NA
Gulurt	21,7	0,3840	NA
Følfod	7,5	0,2116	NA
Ager svinemælk	44,2	0,1356	NA
Alm. brandbæger	3,3	0,4841	NA
Snerle pileurt	94,2	0,2832	NA
Vej pileurt	90,0	0,3218	NA
Ager padderok	5,8	0,1503	NA
Alm. mælkebøtte	10,0	0,3838	NA
Burresnerre	7,5	0,8030	NA
Tudse siv	0,8	0,9641	NA
Alm. røllike	0,8	0,9641	NA
Kruset tidsel	4,2	0,5449	NA
Alm. fuglegræs	86,6	0,6005	NA
Humle-sneglebælg	1,7	0,9641	NA
Gyldenlak-hjørneklap	7,5	0,3838	NA
Vejbred	5,0	0,8900	NA

Tabel 13 Grupper og effekt af brugstype og diversitet. Nederste 7 grupper modificeret af jordtype. Signifikant forskel er angivet som forskel mellem bogstaverne a og b.

Gruppe	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav	Plante Lav
Ager tidsel	0.5758 ^a	0.5308 ^a	0.3063 ^a	0.8544 ^b
Grå bynke	0.4960 ^a	0.5581 ^a	0.1031 ^b	0.181 ^{ab}
Korn valmue	0.0948 ^a	0.2688 ^a	0,0000 ^a	0.5764 ^b
Mark forglemmigej	0.4780 ^a	0.8390 ^b	0.2044 ^a	0.8969 ^b
Enårig rapgræs	0.0347 ^a	0.0494 ^a	0,0000 ^a	0.3103 ^b
Vikke				
JB 1+2	0.4627 ^a	0.3899 ^a	0.3075 ^a	0.0622 ^b
JB 4+5+6	0.0985 ^b	0.2504 ^a	1.0000 ^a	0.5317 ^a
Ærenpris				
JB 1+2	0.8211 ^a	0.7471 ^a	0.7398 ^a	0.3423 ^a
JB 4+5+6	1,0000 ^a	0.9726 ^a	0.0000 ^b	0.8964 ^a
Flerårige græsser				
JB 1+2	0.1828 ^a	0.1618 ^a	0,0000 ^a	0.2492 ^a
JB 4+5+6	0,0000 ^a	0.1235 ^a	0.3333 ^b	0.1491 ^a
Alm. kvik				
JB 1+2	0.4089 ^a	0.2070 ^b	0.2247 ^b	0.0000 ^b
JB 4+5+6	0.0921 ^a	0.4242 ^b	0,0000 ^a	0.2249 ^a
Kornblomst				
JB 1+2	0,0000 ^a	0,0000 ^a	0.0755 ^a	0.5743 ^b
JB 4+5+6	0,0000 ^a	0.0827 ^a	1.0000 ^b	0.1202 ^a
Krumhals				
JB 1+2	0.7073 ^b	0.2688 ^a	0.1994 ^a	0.4999 ^a
JB 4+5+6	0,0000 ^a	0.3209 ^a	1.0000 ^b	0.3716 ^a
Alm. spergel				
JB 1+2	0.6001 ^a	0.2863 ^b	1,0000 ^a	0.0000 ^b
JB 4+5+6	0.3162 ^a	0.0513 ^a	1.0000 ^b	0.2964 ^a

6 DISKUSSION

6.1 AGRONOMISKE DATA

6.1.1 JORDTYPE

I dette studie var der for nogle grupper en signifikant effekt af jordtype. De lerede jorde har nogle andre iboende egenskaber end de rene sandjorde, der muligvis forbedrer nogle arters vækstbetingelser eller mulighed for etablering her. Opdelingen af jordtyper er generel, men nødvendig for at kunne medtage de tilfælde med få observationer af enkelte jordtyper. Generelt er der en skæv fordeling af sædskifterne på kategorierne af jordtyper, hvilket påvirker fortolkningen af det endelige resultat. Jordtypen JB 4 kan defineres som både sandjord og lerjord (tabel 10), men opdelingen i dette studie er lavet ud fra, at en ren sandjord kun kan karakteriseres med JB 1 og JB 2. Det er svært at sige noget om, hvor stor en betydning jordtypen har for resultatet, idet der er begrænsede observationer. Dog har de jordboende egenskaber betydning for ukrudtsfloraen (Andersson & Milberg, 1998), og inddragelsen af jordtype i analysen vil på trods af store usikkerheder i resultatet, stadig være vigtig.

6.1.2 KLIMA

Data fra DMI's målestationer tættest på landmændene viste, at der var forskel på gennemsnitstemperatur og nedbørsdata afhængig af bedrifternes geografiske placering (Appendiks 4) (Danmarks meteorologiske institut, 2015a). Denne forskel kan have påvirket plantevæksten i vækstsæsonen 2015, som også pointeres i Andersson & Milberg (1998), hvor de klimatiske faktorer nævnes som en faktor, der kan påvirke forekomsten af ukrudt. Derfor er det vigtigt ikke at underminere betydningen af de forskellige bedrifters klimaforhold på studiets resultater. Dårlig plantevækst betyder, at afgrøder konkurrerer dårligere mod ukrudtet og dårlig etablering af afgrøden, var i Andersson & Milberg (1996) muligvis årsag til ukrudtets mulighed for etablering i afgrøden, hvilket indikerer vigtigheden af en veletableret afgrøde. Ydermere vil der i studier som dette altid være en årsvariation at tage højde for. Ingen dyrkningsår er ens, og denne undersøgelse viser kun resultater fra en enkelt vækstsæson. De klimatiske forskelle kan have påvirket resultaterne for bedrifterne i den undersøgte vækstsæson, men det er også meget sandsynligt, at forskelle i klimatiske faktorer kan være skyld i forskelle mellem år.

6.1.3 MANAGEMENT

Grundet det begrænsede omfang af dette speciale, har der i denne undersøgelse ikke været fokuseret på landmandens management strategier, som ukrudtsbekæmpelse eller andre kulturtekniske metoder, som kan påvirke sammensætningen af ukrudt. Dog har mange tidligere forsøg taget forskellige management strategier i betragtning (Bond & Grundy, 2001; Graglia et al., 2006; Melander et al., 2005), og der er ingen tvivl om, at det har stor betydning for fortolkning af ukrudtsforekomsten. Dog nævnes sædskiftet og valg af afgrøder i flere undersøgelser som værende vigtige faktorer til forklaring af ukrudtsforekomsten (Fried et al., 2008; Melander et al., 2008; Sjørnsen, 2001; Teasdale et al., 2004).

6.2 GENEREL FOREKOMST AF ARTER

De 15 hyppigst forekommende arter i undersøgelsen er sammenlignelige med resultater fra andre ukrudtsregistreringer i økologiske marker. Disse arter inkluderer én flerårig art (ager tidsel), mens resten er enten sommerannuelle eller sommer- og vinterannuelle (tabel 14). I Finland fandt Salonen et al. (2011) tilsvarende mange sommerannuelle arter blandt de hyppigst forekommende arter i vårsæd. Tilsvarende fandt Rydberg & Milberg (2000) også nogle af de samme arter som hyppigt forekommende. Sidst nævnte eksempel er dog sværere at sammenligne med grundet forskelligheden i undersøgte afgrøder.

Tabel 14 De hyppigst forekommende arter betegnet med livscyklus og baseret på forekomst i antal marker i undersøgelsen.

Arter	Livscyklus	Arter	Livscyklus
1 Alm. fuglegræs	Sommer- og vinterannuel	9 Mark forglemmigej	Sommer- og vinterannuel
2 Vej pileurt	Sommerannuel	10 Alm. hyrdetaske	Sommer- og vinterannuel
3 Snerle pileurt	Sommerannuel	11 Bleg pileurt	Sommerannuel
4 Hvidmelet gåsefod	Sommerannuel	12 Krumhals	Sommer- og vinterannuel
5 Alm. stedmoderblomst	Sommer- og vinterannuel	13 Storkronet ærenpris	Sommer- og vinterannuel
6 Lugtløs kamille	Sommer- og vinterannuel	14 Alm. svinemælk	Sommerannuel
7 Fersken pileurt	Sommerannuel	15 Alm. spergel	Sommerannuel
8 Ager tidsel	Flerårig		

6.3 SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING PÅ UKRUDTSDIVERSITET

Resultaterne for ukrudtsdiversitet viser ikke konsekvent sammenhæng mellem de forud opstillede hypoteser. Definitionen af høj ukrudtsdiversitet (afsnit 2.6.1) for høj afgrødediversitet er i et ud af fire mulige tilfælde i denne undersøgelse bekræftet, hvor de tre andre tilfælde er modeksempler på hypotesen. Derfor kan der ikke konkluderes en konsekvent sammenhæng mellem, at lav og høj

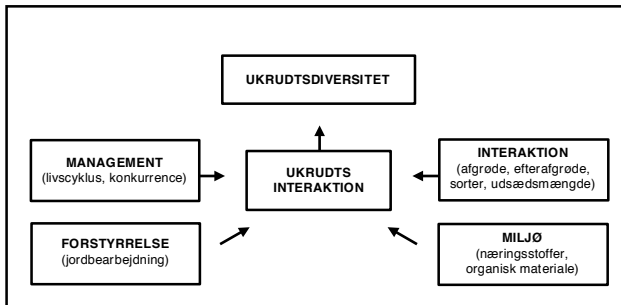
afgrødediversitet har hhv. lav og høj ukrudtsdiversitet. Antallet af marker undersøgt afspejles i antallet af arter, som forekommer for de forskellige kombinationer af sædskifte og jordtype. Det højeste antal af arter findes i de tilfælde, hvor der er registreret flest marker. Det betyder, at der er en sammenhæng mellem antal marker undersøgt og muligheden for at registrere flere arter. Resultatet her er sandsynligvis derfor styret af en skæv fordeling af marker. Resultaterne fra bootstrap samplingen gør det muligt at lave et mere balanceret design, som resultaterne bedre kan tolkes ud fra. Ved sammenligning af de estimerede bootstrap artsantal er kriteriet om høj ukrudtsdiversitet for høj afgrødediversitet opfyldt for kvægbrug på sandet jord som det eneste tilfælde (tabel 11). Grundet det begrænsede antal observationer for kvægbrug på leret jord (i alt 3 marker), er det ikke muligt at konkludere noget om ukrudtsdiversiteten her. Generelt er den relative entropi høj (0,8797-0,9678), hvilket indikerer en forholdsvis lige fordeling af arter og fravær af få arters dominans. Den lavere entropi for planteavl med lav afgrødediversitet på leret jord (0,8797) indikerer dog, at der her er den største dominans af enkelte arter. Forklaringen på resultatet skal muligvis findes i en vis tilfældighed af fundne arter i forhold til forskellige, for dette speciale, ukendte faktorer. Dette betyder ikke, at artsdiversiteten af ukrudt ikke er korreleret med sædskiftet, men at denne undersøgelse ikke fandt nogen klar sammenhæng.

Forventet ville diversiteten af ukrudtsarter øges med større diversitet i sædskiftet. Det bekræftes i andre studier, hvor der var en tendens til en diversificering af ukrudtsfloraen med større afgrødediversitet (Legere et al., 2005; Stevenson et al., 1997). Dog viste Doucet et al. (1999), at monokultur i sædskiftet ikke reducerede antallet af arter sammenlignet med et varieret sædskifte, hvilket indikerer, at inkludering af majs, sojabønner og vinterhvede ikke var nok til at øge artsantallet. Fried et al. (2008) fandt også, at afgrøden ikke havde nogen væsentlig effekt på antallet af ukrudtsarter, men dog på sammensætningen af arter. Planteavls-sædskifter med lav diversitet er de sædskifter med mindst afgrødediversitet i undersøgelsen generelt, hvorfor man kunne forvente, at diversiteten her ville være lavere end med høj diversitet. Det højere artsantal ved planteavl med høj afgrødediversitet på sandet jord kan begrundes med, at en diversificering af sædskiftet med inddragelse af konkurrencesvage afgrøder, som eksempelvis ærter i dette tilfælde, kan påvirke ukrudtsbiomassen på længere sigt (Lundkvist et al., 2008). Legere et al. (2005) understreger også, at sammenhængen mellem høj afgrødediversitet og høj ukrudtsdiversitet afhænger af en differentiering af livscyklus og morfologi for de afgrøder, som indgår i sædskiftet. Konkurrencesvage afgrøder kan muligvis også bruges som forklaring på, hvorfor der er flest ukrudtsarter på kvægbrug med høj afgrødediversitet på sandet jord, fordi der er en stor andel af konkurrencesvage afgrøder, som majs, som også tilskrives samme dårlige konkurrence i sædskiftet som ærter (Lundkvist et al.,

2008). Dog er majs ret generel for kvægbrugssædskifterne her, så forskellen skal muligvis tilskrives forskellen i andelen af kløvergræsmarker, hvor det færre antal af kløvergræsmarker ved høj diversitet, sandsynligvis har påvirket diversiteten, fordi kløvergræsmarker generelt kan reducere mængden af ukrudt (Rasmussen et al., 1998).

Ukrudtsdiversitet påvirkes af mange forskellige faktorer som jordtype, pløjning, såtidspunkt, miljø, afgrøde og sædskifte (Andersson & Milberg, 1998; Doucet et al., 1999; Fried et al., 2008; Stevenson et al., 1997). Eksempelvis viste Fried et al. (2008), at ukrudtsdiversiteten var højere ved pløjning sammenlignet med uden pløjning, hvilket indikerer, at management kan påvirke frøpuljen i jorden eller rodfragmentering af flerårige planter, og dermed kan etablering af flere arter finde sted. Andre mulige forklaringer på hvorfor der ikke findes nogen konsekvent fordeling af antallet af arter er, at det omgivende miljø også har stor påvirkning på forekomsten af arter. Diversificering af landskabet omkring markerne, med levende hegn eller enge, betyder, at artsdiversiteten i de omkringliggende marker påvirkes heraf (Fried et al., 2008), da landskabet giver mulighed for kolonisering af markarealer (Roschewitz et al., 2005). Lososová et al. (2004) fandt desuden, at miljøfaktorer havde større betydning for ukrudtsforekomst end management. Det indikerer, at der er mange forskellige faktorer, som kan påvirke artsdiversiteten af ukrudt (figur 12). Derfor kan det være vanskeligt at

konkludere noget om artsdiversiteten ud fra oplysninger om sædskifte og jordtype alene. Derudover er det svært at konkludere noget generelt ud fra et enkelt dyrkningsår, da det også ved sammenligning af flere års studier var vanskeligt at konkludere på de forskellige komponenter af diversiteten afhængig af afgrøder og variation i dyrknings år (Stevenson et al., 1997). Dette bekræftes også af Legere et al. (2005), som understreger, at tendensen til øget diversitet i et mere divers sædskifte skal undersøges over lang tid, for at kunne sige noget mere generelt. Konklusionen for diversiteten af ukrudtsfloraen i dette studie må derfor være, at forskellen mellem diversiteten i de forudbestemte sædskifter ikke er stor nok til at give en klar effekt af artsdiversiteten samt, at den enkeltstående undersøgelse ikke er tilstrækkeligt til at forklare resultatet.



Figur 12 Interaktioner der påvirker ukrudtsdiversiteten i et plantesamfund. I parentes er beskrevet eksempler på faktorer som kan ændre diversiteten. Modificeret fra (Clements et al., 1994).

6.4 GENEREL DISKUSSION AF SÆDSKIFTETS PÅVIRKNING

Ager tidsel og kornblomst er tidligere nævnt som problematiske arter, men også kornvalmue kan betegnes som særligt tabsvoldende og problematiske (Melander, 2011; Bertelsen I, Personlig kommentar, 2015). Alle var signifikant mest forekommende i sædskifter med lav diversitet. Alm. kvik derimod, som er en meget problematisk art, var mest forekommende ved høj afgrødediversitet. Krumhals, en anden problematisk art, (Bertelsen I, Personlig kommentar 2015; Eriksen, 2015), forekom også ved høj afgrødediversitet. Grå bynke havde tendens til størst forekomst ved høj diversitet, men ikke entydigt. Dermed er der flest af de signifikant forekommende problematiske arter, som optræder i sædskifter med lav afgrødediversitet, hvorfor hypotesen om sammenhæng mellem lav afgrødediversitet og hyppig forekomst af tabsvoldende ukrudtsarter synes bekræftet.

Der blev ikke fundet bevis for afvigelse af de to tests for homogenitet (4.2.4.3), idet alle p-værdier var større end 0,10. Dette indikerer at alle klassifikationer for markerne er konsekvente, hvilket giver styrke i analysen og bekræfter at enkelte marker ikke skiller sig ud inden for klassifikationen af brugstype, diversitet og jordtype.

For de fleste grupper i undersøgelsen blev der ikke fundet nogen effekt af sædskiftet. Grunden hertil kan være for få observationer af nogle grupper. Eksempelvis forekommer mange af arterne med meget lav hyppighed, mens andre arter forekommer i stort antal i alle de fire kombinationer af sædskiftet, hvilket i begge tilfælde kan være en mulig forklaring på manglende signifikant effekt. Derudover er forskellen mellem høj og lav afgrødediversitet i sædskifterne måske ikke stor nok, til at give en klar effekt af forekomsten.

6.5 MULIGE ÅRSAGER TIL EFFEKT AF SÆDSKIFTET

6.5.1 AGER TIDSEL

Ager tidsel var i analysen hyppigst forekommende i planteavlssædskifter med lav diversitet, hvilket var forventeligt i forhold til afgrøderne i disse sædskifter. Tidligere studier har vist, at en flerårig afgrøde og slåning af denne kan reducere og holde bestanden af ager tidsel nede (Donald, 1990; Graglia et al., 2006; Lukashyk et al., 2008), da en kombination af konkurrencedygtige afgrøder og slåning heraf kan reducere den overjordiske biomasse af ager tidsel. Graglia et al. (2006) viste, at gentagne slåninger af plots med undersået kløvergræs sammenlignet med plots uden kløvergræs reducerede biomassen af ager tidsel. Det betyder, at konkurrenceeffekten af kløvergræs påvirker genvæksten af ager tidsel, når den slås. Dog er det vigtigt, at bekæmpelse finder sted på det rette

tidspunkt (Graglia et al., 2006; Gustavsson, 1997), for at hindre assimilering af kulhydrater til rødderne og reducere overjordisk biomasse (Thomsen et al., 2011). Verschwele & Häusler (2003) fandt, at vårsæd og hestebønner øgede forekomsten af ager tidsel grundet den manglende konkurrence fra de vårsåede afgrøder, hvilket understøtter resultaterne i dette studie. Derudover viste Moyer et al. (2000), at vinterrug som efterafgrøde kunne konkurrere bedre mod ager tidsel end vårrug, og Moore (1975) bekræfter dette yderligere ved at beskrive ager tidsels øgede forekomst i monokultur med vårhvede sammenlignet med afgrøder til slæt. Resultater for ager tidsel i det indeværende studie bekræftes derfor af fraværet af de flerårige kløvergræsmarker med mulighed for slæt og tilstedeværelsen af især vårsæd.

6.5.2 KVIK

Forekomsten af kvik er generelt hyppigst ved høj diversitet; i kvægbrugssædskifter på sandede jorde og i planteavlssædskifter på lerede jorde. Fælles for marker med kvægbrugssædskifter på sandet jord er, at de indeholder flerårige kløvergræsmarker og vårsåede afgrøder, som korn, men også majs. Ifølge Permin (1982) var hestebønner, ærter og majs de absolut dårligste afgrøder i konkurrencen mod kvik. Andelen af kløvergræsmarker og vårsåede afgrøder mellem høj og lav diversitet er ikke udtalt, dog har sædskifterne med lav diversitet sammenlignet med høj diversitet større andel af kløvergræsmarker og majs, hvilket potentielt skulle fremme kvikken, men det er ikke tilfældet her. Meget hyppig afhugning af kvik kan reducere oplagring af kulhydrater i rødderne (Turner, 1968), og afgræsning kan påvirke den vegetative overjordiske del af kvik planten (Amiaud et al., 2008). Dermed kan hyppig afgræsning på kløvergræsmarkerne, svarende til en hyppig afhugning, muligvis være med til at undertrykke kvikbestanden i de flerårige kløvergræsmarker ved lav diversitet og derfor være en forklaring på resultatet. Dog kan afhugning af kløvergræs også være med til at fremme kvik. Dette blev vist i Graglia et al. (2006), hvor slåning af kløvergræsmarker øgede forekomsten af kvikskud, hvilket indikerer, at en opformering kan finde sted i disse marker. Derudover er der ved høj diversitet inddraget andre afgrøder som rajgræs og hestebønner, som potentielt også kan være en forklaring på hvorfor kvik forekommer hyppigst her. Dog er resultatet svært at forklare og dermed må der være andre faktorer end sædskiftet, der har betydning herfor. Ved sammenligning af afgrøderne i sædskiftet for planteavl med høj diversitet på lerede jorde og lav diversitet på samme jordtype, indeholder sædskifterne med lav diversitet mindre frøgræs, kløverfrø eller ærter, men mere vintersæd, hvilket ifølge Permin (1982) og Rasmussen et al. (2014) hhv. fremmer og hæmmer kvikken. Frøproduktion med enårige frømarker slås ikke, og derfor kan kvik let opformeres heri. Eksempelvis er kvik problematisk i frømarker med alm. Rajgræs, fordi frøene er

svære at frarensse, og fordi den let opformerer i afgrøden (Landbrugsinfo, 2005). Sammenlignet med planteavl med høj diversitet på de sandede jorde, indgik der her også konkurrencesvage afgrøder, men overordnet var der en lidt større andel af marker med vinterrug inden for de sidste tre år i sædskiftet. En sammenhæng med forekomst på sandet jord ville generelt have været forventeligt, fordi kvikkens udløbere udvikles bedre her (Permin, 1982). Kvik kan til en hvis grad undertrykkes grundet konkurrence fra afgrøder, men det understreges, at andre foranstaltninger til bekæmpelse som jordbearbejdning er nødvendigt for at undgå spredning i marken (Permin, 1982). Måltrettet mekanisk bekæmpelse har stor betydning for forekomsten af kvik. Eksempler som minisommerbrak i Rasmussen et al. (2014) resulterede i en udsultning af kvikken, som indikerer, at en samlet effekt af afgrøde og mekanisk bekæmpelse er nødvendigt for at holde kvik nede. Resultaterne for kvik i dette studie kan indikere, at forekomsten ikke nødvendigvis er afhængig af sædskiftet, men også landmandens management og et eventuelt allerede eksisterende problem i marken.

6.5.3 KORNTALMUE OG KORNTALMUE

Der blev fundet signifikant størst forekomst af kornvalmue og kornblomst i sædskifter med planteavl og lav diversitet. Begge arter er både sommer- og vinterannuelle, men bliver flere steder i Danmark omtalt som værende et problem i vintersæd pga. den vinterannuelle livscyklus (Dansk IPM, 2015; Melander, 2011). Både Andersson & Milberg (1998) og Hallgren et al. (1999) definerer begge kornblomst som værende både sommer- og vinterannuel og Hansen (1981) betegner begge arter som værende sommer- og vinterannuelle. Forekomst i vårsæd i det undersøgte år 2015 bekræfter, at livscyklus med stor sandsynlighed ikke kun er vinterannuel, da begge arter er signifikant forekommende i sædskifter med meget vårsæd.

6.5.4 MARKFORGLEMMIGEJ OG ENÅRIG RAPGRÆS

Mark forglemmigej og enårig rapgræs var signifikant hyppigst forekommende i planteavlssædskifter, mens enårig rapgræs var afgrænset til forekomst i planteavlssædskifter med lav diversitet. Begge arter har grundet deres livscyklus mulighed for fremspiring i både vår- og efterårssåede afgrøder, men kan udkonkurreres i flerårige afgrøder. Denne sammenhæng var derfor forventet i sædskifter med mange vårsåede enårige afgrøder, fordi der her er mulighed for fremspiring og vækst i afgrøden og ikke kvægbrugssædskifterne, som indeholder en større andel kløvergræsmarker. Enårig rapgræs associeres desuden med korn og bliver derfor udkonkurreret af flerårige kløvergræsmarker, medmindre der er huller i markerne, som kan invaderes. Derfor er også denne sammenhæng mellem kornrige sædskifter og enårige rapgræs forventelig.

6.5.5 KRUMHALS OG GULURT

I denne undersøgelse er der signifikant hyppigst forekomst af krumhals i sædskifter med kvægbrug og høj diversitet på sandede jorde. Krumhals er sommer- og vinterannuel, og der er derfor stor sandsynlighed for, at den forekommer i denne undersøgelse. At den forekommer i kvægbrugssædskifterne er svært at forklare i og med, at andelen af vårsæd er størst i planteavlssædskifterne. Dog er det forventeligt, at der ses en sammenhæng mellem sandet jord og forekomst (Andreasen et al., 1991; Frederiksen et al., 2006). Krumhals er i samme familie som gulurt, som den også kan minde lidt om. Gulurt er både sommer- og vinterannuel, men forekommer mest i vårsåede afgrøder i Danmark. I denne undersøgelse er der en tendens til, at gulurt forekommer hyppigst i sædskifter med planteavl og lav afgrødediversitet (figur 11), som har stor andel af vårsæd. Dette er dog ikke signifikant, hvilket kan skyldes dens manglende udbredelse de steder, hvor registreringerne er foretaget. Dog er det en art, som landmændene er meget opmærksomme på, da det tyder på, at det er en art, hvis udbredelse er i fremgang.

6.5.6 GRÅ BYNKE

Grå bynke er en flerårig art, som har tendens til hyppigst forekomst i sædskifter med høj diversitet, som dog ikke er entydigt. I og med at det er en flerårig art, vil man kunne forvente en opformering i flerårige græs- eller kløvergræs marker. Slæt og afgræsning af disse marker kan holde bestanden nede (Danmarks Jordbrugsforskning, 2002), så derfor vil den ikke nødvendigvis blive et problem i disse marker med kvægbrug. Grå bynke spredes ofte fra markskel og grøftkanter ved frøkast ind i markerne (Danmarks Jordbrugsforskning, 2002). Forekomsten i denne undersøgelse er forholdsvis lille og må højst sandsynlig tilskrives en spredning ind i marken, fremfor en effekt af sædskiftet.

6.5.7 ALM. SPERGEL

Alm. spergel er generelt hyppigst forekommende på kvægbrug. Alm. spergel er sommerannuel (Melander, 2011) og derfor sandsynligvis udbredt i vårsåede afgrøder. Generelt er markerne med kvægbrugssædskifter i denne undersøgelse beliggende på sandede jorde, hvilket bekræfter, at arten er almindelig på sandjord (Andreasen et al., 1991; Melander, 2011; Frederiksen et al., 2006). Den store andel af flerårige kløvergræsmarker i netop disse sædskifter har tilsyneladende ikke den store effekt på alm. spergel, sammenlignet med de vårsædsprægede planteavlssædskifter. Dårlig

etablering af kløvergræsmarker på sandjord kan betyde, at alm. spergel kan kolonisere bare pletter i disse marker og dermed blive et problem. Dette kan dog ikke bekræftes i dette studie.

6.5.8 VIKKE

Forekomsten af vikke er svær at forklare, da gruppen vikke indeholder en blanding af ukrudtstyper og kulturplanter. Foder vikke bruges i efterafgrødeblandinger, mens vår vikke og tofrøet vikke er ukrudtsarter. Anvendelsen af vikke som efterafgrøde, vil skulle undersøges nærmere med spørgsmål til den enkelte landmand vedrørende dens er anvendelse som efterafgrøde, for at have kendskab til, om det kan have påvirket resultatet i dette studie. Vikkerne betegnes dog ikke som et stort ukrudtsproblem i Danmark (Bertelsen I, Personlig kommentar, 2015; Olsen LE, Personlig kommentar, 2015), hvorfor en nærmere diskussion af forekomsten ikke gives i denne undersøgelse.

6.5.9 KVÆGBRUGSSÆDSKIFTE MED LAV DIVERSITET PÅ LERET JORD

For flerårige græsser, kornblomst, krumhals og alm. spergel var der signifikant størst forekomst i kvægbrugssædskiftet med lav diversitet på lerede jorde, ligesom ærenpris var signifikant lavest her. I den kategori er der kun én mark (3 replikater) repræsenteret, hvilket med sandsynlighed ikke er nok materiale til en endelig konklusion. Forekomsten af disse arter er derfor et resultat af nogle egenskaber i den ene mark, som ikke kan forklares i dette studie. Flerårige græsser ville man dog kunne forvente i kvægbrugssædskifter med kløvergræs, fordi nogle af de arter som denne gruppe indeholder også indgår i de mest anvendte økologiske fodergræsblandinger til både slæt og afgræsning (alm. rajgræs, engrottehale (timoté) og engrapgræs) (Bertelsen & Nielsen, 2014).

6.6 MULIGE ÅRSAGER TIL INGEN EFFEKT AF SÆDSKIFTET

6.6.1 PILEURT

Alle pileurterne i denne undersøgelse forekom i høj grad i alle sædskifter (tabel 12) og kan derfor være en af forklaringerne på, hvorfor der ikke findes en signifikant effekt af sædskiftet. Alle pileurter i undersøgelsen er sommerannuelle arter (Melandar, 2011), som betyder, at dyrkning af vintersæd teoretisk vil kunne reducere forekomsten, fordi der ikke er mulighed for fremspiring og frøsætning. Sædskifterne i denne undersøgelse indeholder en stor del vårsåede afgrøder, og mindre grad vintersæd, hvilket kan opformere disse arter. Inddragelse af vintersæd i sædskiftet vil dog ikke nødvendigvis kunne reducere frøpuljen i jorden. Frø af bleg- og fersken pileurt har en levedygtighed i jorden på op til fem år (Roberts & Neilson, 1980; Lewis, 1973), mens det for vej pileurt og snerle

pileurt ser ud til at være lidt længere (Roberts & Feast, 1973; Costea & Tardif, 2005). Da der på de fleste af bedrifterne har været økologisk dyrkning i mange år, og derfor er opbygget en stor frøbank i jorden, vil effekten af få år med vintersæd sandsynligvis være begrænset. Det kan derfor konkluderes, at frøpuljen i jorden, levedygtigheden heraf og den store generelle forekomst kan være en forklaring på, hvorfor pileurterne ikke forekommer med signifikant med effekt af sædskiftet.

6.6.2 HANEKRO

De to arter af hanekro er ligesom de forskellige arter af pileurter sommerannuelle (Melander, 2011), og derfor vil der forventes samme effekt af vårsæd i sædskiftet. For hanekro gælder også, at ukrudtsharvning kan have stor betydning for forekomsten. Hvis der udføres blindharvning mod hanekro på kimbladsstadiet, er der større mulighed for bekæmpelse end efter dette stadie, hvor planten bliver mindre modtagelig overfor oprivning (Lundkvist, 2009). Derfor kan timing af landmandens ukrudtsbekæmpelse i denne undersøgelse også have en påvirkning på forekomsten af denne art.

6.6.3 KAMILLE OG TVETAND

Lugtløs kamille, som er den dominerende art i gruppen, forekommer hyppigt og er blandt top 15 for både planteavl og kvægbrug og forekommer ikke systematisk i nogen af sædskifterne (figur 11). Lugtløs kamille og skive kamille er begge sommer- og vinterannuelle arter (Melander, 2011) og kan derfor forekomme i både vår- og efterårssåede afgrøder. Dette er en af forklaringerne på, at en signifikant forskel mellem sædskifterne ikke forekommer. Tvetand har samme livscyklus som kamille (Melander, 2011), hvilket betyder, at sædskiftet også her kan have en mindre effekt på forekomsten. Fremspiring flere gange årligt gør kravet til konkurrencestærke og veletablerede afgrøder større, da fremspiring i en åben afgrøde vil kunne betyde bedre etablering af ukrudtet. Vinterhvede er et eksempel på en afgrøde, hvor fremspiring af sommerannuelle arter kan finde sted (Hallgren et al., 1999). Det kan ske, fordi vinterhveden er en dårlig konkurrent til ukrudtet (Beres et al., 2010) og fordi den ofte har dårlig fremspiring i foråret, kan der blive en mulighed for at sommerannuelle ukrudtsarter kan fremspire heri (Hallgren et al., 1999). Kamille er oftest et stort problem i vintersæd, fordi mekanisk bekæmpelse er sværere her, og planten derved får mulighed for at udvikle sig. Levedygtighed af frø i jorden er op til 10 år (Woo et al., 1991), hvilket betyder, at en stor frøbank i jorden, gør det sværere at bekæmpe. Ligeledes ynder kamille et fugtigt og kompakt såbed, som i størst grad finder sted om efteråret (Olsen LE, Personlig kommentar, 2015). De planter, der således spirer frem i foråret, når ikke at blive et størrelsesmæssigt problem inden høst. Dette kan også være

en af grundene til, at kamille ikke ses signifikant, fordi sædskifterne i undersøgelsen generelt indeholder en meget lille andel vintersæd, og bekæmpelsen fungerer bedre i vårsæd. Dog er viden om levedygtighed af frø og en stor frøbank et argument for at kamille er et generelt problem, som er svær at bekæmpe med sædskiftet.

6.6.4 GULE KORSBLOMSTER

Gruppen består af agerkål, kiddike og primært ager sennep. Alle tre arter er sommerannuelle, så en sammenhæng med forekomst i vårsåede afgrøder kunne forventes i denne undersøgelse. Da der ikke er nogen signifikant sammenhæng mellem sædskifterne og forekomst af gruppen, kan problemet tilskrives at være størst i de marker, hvor arterne allerede forekom. Frø af ager sennep har en levedygtighed i jorden på op til 60 år (Mulligan & Bailey, 1975), hvilket betyder, at når først frøpuljen af de olieholdige frø er opbygget i en mark, er det svært at bekæmpe efterfølgende. Dette bekræftes også af Lundkvist (2009), som fandt, at blindharvning var den bedste måde at kontrollere ager sennep på, fordi kraftig vækst og udvikling af pælerod medfører, at for sen harvning ikke kan kontrollere arten. Modellering af populations dynamikken for ager sennep viste også, at blindharvning var den mest effektive metode til bekæmpelse af ager sennep, men at det generelt afhang af frøpuljen i jorden (Kolb & Gallandt, 2013). Det må derfor antages, at forekomsten har været størst i de marker, hvor det allerede var et problem, og at sædskifteeffekten derfor har været af mindre betydning.

Alm. fuglegræs er den hyppigst forekommende ukrudtsarts i danske marker (Melander, 2011) og også den hyppigst forekommende art i denne undersøgelse, hvilket kan være forklaring på, at der ikke kan detekteres nogen effekt af sædskiftet. Derudover er det en hurtigt voksende art, som gennemfører sin livscyklus hurtigt flere gange årligt og med en høj levedygtighed af frø i jorden (Tyrkington et al., 1980). Gruppen salturt, som primært består af hvidmelet gåsefod og i mindre grad svinemælde, er sommerannuel, og derfor kan vårsåede afgrøder i sædskiftet have betydning for forekomsten. Hvidmelet gåsefod har stor frøproduktion (Basset & Crompton, 1978) og frøene har stor levedygtighed i jorden (Lewis, 1973), hvilket betyder, at en stor frøpulje kan opbygges over lang tids økologisk dyrkning. Den manglende sædskifte effekt på de to arter, bekræftes også i (Lundkvist et al., 2008), som også bruger samme argument til forklaring heraf.

Gruppen højt voksende græsser, som består af vindaks, rævehale og flyvehavre forekom i et meget lavt antal (5%), så på trods af en signifikant effekt af sædskiftet, er den lave forekomst ikke nok til at

konkludere noget ud fra. Den lave forekomst var forventelig, da vindaks er vinterannuel, og da bekæmpelse af flyvehavre er lovpligtig, kan det være forklaringen på, at arterne forekom sjældent.

6.7 METODE

6.7.1 REGISTRERING AF UKRUDT

Metoden til registrering af ukrudt er gjort med anvisning fra Hofmeijer & Gerowitt (2015). Metoden med et registreringsfelt på 100 m² er alment anvendt i andre lignende undersøgelser både i økologiske og konventionelle marker (Kolářová et al., 2014; Ulber et al., 2009) og ved at gå 50 meter langs en linje, var det praktisk nemt at overskue ukrudtet i registreringsfeltet. Det kan diskuteres, om der skulle have været flere replikater i marken, men det ville have været meget tidskrævende og umuligt i forhold til tidsbegrænsningen i dette speciale.

6.7.2 ARTSBESTEMMELSE

Registrering af ukrudt blev gjort af den samme person i hele registreringsperioden, hvilket giver en sikkerhed i metoden. Usikkerhed i artsbestemmelse gjorde sig gældende gennem hele perioden. Vejret havde en generel påvirkning, specielt i starten af perioden, men nogle arter var generelt sværere at bestemme end andre. Arter som hanekro, ærenpris, vikke, pileurter, tvetand og gule korsblomster var svære at bestemme til art, hvilket også gjorde sig gældende i andre undersøgelser (Andersson & Milberg, 1998; Hofmeijer M, Personlig kommentar, 2015; Karlsson et al., 2006). Denne usikkerhed i artsbestemmelsen har påvirket en usikkerhed i fortolkning af resultatet, fordi alle arter er inkluderet i analysen til ukrudtsdiversitet. I de tilfælde vil eksempelvis pileurt spp. eller hanekro spp., som begge er en betegnelse for uidentificerbare arter af hhv. bleg- og fersken pileurt og alm.- og hamp hanekro, optræder flere gange, selvom de allerede er repræsenteret i datasættet. Dog vil det også være en fejlfortolkning at udelade dem fra analysen, fordi det netop er en uidentificeret art, og derfor ikke med sikkerhed tilhører en anden art.

6.7.3 TIDSPUNKT FOR REGISTRERING

Året 2015 var ikke nødvendigvis præsentabelt i forhold til de kølige temperaturer og meget nedbør i foråret. Derfor kan det diskuteres, om tidspunktet for registreringerne var for tidlig i forhold til situationen i marken i sommeren 2015. Dette betød også, at den oprindelige plan for registrering blev revurderet undervejs, og de sydlige marker blev undersøgt tidligt for at tage højde for det mildere

klima (Appendiks 4). En tidsbegrænsning i denne undersøgelse gjorde, at det ikke var muligt at udføre registreringer på et senere tidspunkt.

6.7.4 GEOGRAFISK PLACERING OG JORDTYPE

Den geografiske placering af bedrifterne var udelukket styret af ambitionen om at finde et passende antal marker til undersøgelsen og blev i den grad styret af konsulenternes tilbagemeldinger. Placeringen af bedrifter var hyppigst i Vestjylland, men tilfredsstillende repræsenteret over hele Jylland. Den geografiske placering af markerne var bestemmende for fordeling af jordtyperne (afsnit 2.5.1). Der var fra begyndelsen ikke fokus på fordelingen af marker på jordtype, hvilket har medført en ubalance i fordeling af markerne.

6.7.5 SÆDSKIFTEHISTORIEN

Ifølge Bohan et al. (2011) var rotation i en tre årig periode tilstrækkeligt i forhold til at vise en sædskifteeffekt på ukrudtsforekomst. Vurdering af at en fem årig periode i denne undersøgelse var nødvendig, blev lavet ud fra viden om de flerårige kløvergræsmarkers relative store indflydelse i kvægbrugssædskifterne. På denne måde blev det også mere tydeligt, hvor stor andelen af vår- og vinterafgrøder og en- og flerårige afgrøder, var i sædskiftet. Generelt var sædskifterne i denne undersøgelse præget af korndyrkning og især vårsåede afgrøder. Definitionen på høj og lav diversitet er i nogle tilfælde ikke så klar, som det teoretisk kunne have været ønsket. Dette er begrænset af materialet, som har været til rådighed i undersøgelsen, og resultatet af et observationsstudie som dette. Kvægbrugsbrugssædskifterne er forholdsvis ensartede, og det er begrænset, hvilke afgrøder, der blev dyrket. Dette kan have påvirket resultaterne, idet det i nogle tilfælde er svært at skelne mellem, hvorfor der er forskel på ukrudtsforekomst herimellem. I de tilfælde, hvor sædskiftet bestod af vårbyg, majs og kløvergræs blev der gjort en differentiering af rækkefølgen af afgrøderne, og der blev lagt vægt på, hvor mange års kløvergræs, der var i træk. Ved større differentiering af afgrødediversitet kunne andelen af forskellige livscyklusser eventuelt have været mere konsekvent, hvormed man sandsynligvis ville kunne se et mere klart billede af artsfordelingen. Dette diskuteres også i Andersson & Milberg (1996), hvor der ikke blev fundet en effekt af sædskiftet på sammensætningen af ukrudtsfloraen, netop pga. den lille forskel mellem afgrødediversiteten. Konklusionen er derfor at forskellen mellem høj og lav afgrødediversitet i sædskiftet måske ikke er stor nok til at give en klar effekt af ukrudtsforekomsten i denne undersøgelse.

6.7.6 STATISTIK

6.7.6.1 DIVERSITET I UKRUDTSFLORAEN

Den statistiske analyse med beregning af artsdiversitet viste bevis på modeksempler på de opstillede hypoteser. Fordelingen af marker på de forskellige kategorier var ubalanceret. Hvis der havde været en ligelig fordeling af antallet af marker for hvert sædskifte på hver jordtype, ville resultatet sandsynligvis have været anderledes.

6.7.6.2 BINOMIAL ANALYSE PÅ GRUPPERING AF ARTER

De fleste grupper i undersøgelsen var ikke signifikant forekommende i forhold til sædskiftet. Nogle grupper indeholdt meget få observationer, og ligeledes var der for andre grupper mange observationer fordelt på kategorierne, hvilket betød, at en signifikant effekt ikke kunne detekteres. Det er selvfølgelig konsekvensen af et observationsstudie som dette. Selvom dette studie ikke kan påvise en signifikant effekt af sædskiftet på nogle ukrudtsarter, er det ikke ensbetydende med, at sådan en sammenhæng ikke eksisterer, blot at det ikke kunne påvises i dette studie.

7 KONKLUSION

Formålet med dette studie var at belyse effekten af afgrødediversificering i sædskiftet på forekomsten af ukrudt i økologisk vårsæd. Ved at differentiere mellem planteavls- og kvægbrug med høj og lav afgrøde diversitet i sædskiftet var det muligt at undersøge sædskifteeffekten. Derudover blev der også undersøgt for effekt af jordtype.

Der blev påvist at brugstype og afgrødediversitet påvirker ukrudtsforekomsten. Ved at karakterisere ukrudsdiversiteten som både antallet af arter (richness) og fordelingen af arter (relativ entropi), blev der fundet signifikante resultater. I tre ud af fire mulige tilfælde, blev der fundet modeksempler til hypotesen om høj ukrudsdiversitet ved høj afgrødediversitet og kun i ét tilfælde blev der fundet denne sammenhæng. Dermed er der i dette studie ingen konsekvent sammenhæng mellem ukrudsdiversitet og afgrødediversitet.

Der blev desuden fundet en signifikant sammenhæng mellem gruppering af arter og sædskifte for 12 ud af 44 grupper. Sædskifter med lav afgrødediversitet havde signifikant højest forekomst af problematiske arter som ager tidsel, kornblomst, kornvalmue, mens sædskifter med høj afgrødediversitet havde størst forekomst af alm. kvik og krumhals. Dette bekræfter hypotesen om størst hyppighed af tabsvoldende ukrudtsarter i sædskifter med lav diversitet i dette studie.

Supplerende blev der for andre problematiske arter som gule korsblomster, pileurter, hanekro og kamille ikke fundet nogen signifikant sammenhæng med sædskiftet. Den ikke signifikante sammenhæng med sædskiftet betyder ikke, at en sådan sammenhæng ikke findes, men er et udtryk for, at dette studie ikke kunne påvise denne effekt. Andre faktorer som frøpulje, overlevelse af frø i jorden og antallet af observationer kan være mulige forklaringer hertil. Derudover er der, for dette studie, ukendte management faktorer, som kan have påvirket resultatet.

8 PERSPEKTIVERING

Dette speciale blev lavet som et selvstændigt studie, men som en del af et større projekt. Dette studie viser derfor kun resultater fra ét eksperimentelt år. Projektet har til formål at sammenligne flere forsøgsår og at inkludere oplysninger om management, hvilket vil understøtte resultaterne i dette speciale. Den manglende information om ukrudtsbekæmpelse, gødskning og generelle oplysninger om bedriften vil derfor blive inddraget på et senere tidspunkt. 2015 havde et koldt og vådt forår, som netop gør det særligt relevant at sammenligne flere dyrkningsår. Resultaterne i denne undersøgelse kan sagtens stå alene og indikerer sædskiftets påvirkning af ukrudtsfloraen i de undersøgte marker.

Ved lignende fremtidige undersøgelser i Danmark, vil der være en række ting som kan gøres anderledes. Dette studie viste, at der var en begrænset effekt af sædskiftet, hvilket tildeles begrænsningerne ved et observationsstudie og ensartetheden af de forskellige sædskifter. Et mere balanceret forsøgsdesign med bedre fordeling af antallet af marker på forskellige jordtyper, vil styrke de statistiske analyser og kan derved også få betydning for resultatet.

Supplerende information som ukrudtsbiomasse og jordprøver vil yderligere kunne styrke vores viden om ukrudtets betydning. Biomasse kan fortælle noget om ukrudtets andel af den samlede biomasse, sammenlignet med supplerende oplysninger om udbyttet i de registrerede marker, mens viden om frøpuljen i jorden kan bekræfte den overjordiske forekomst af arter. Derudover kunne jordprøver fra registreringsfelterne give information om jordtype og indhold af næringsstoffer, som ville give flere variable at arbejde med i analysen. Ydermere kunne der have været foretaget mere end én registrering i sæsonen, for på denne måde at tage højde for forskellige fremspiringstidspunkter. Derudover er der aspekter som dette studie ikke har taget højde for, som vil være interessant at undersøge, eksempelvis graden af ukrudtsforekomst (densitetsklasserne) og sammenhængen mellem forekomst af de forskellige arter.

Diskussionen om udvælgelse af marker er svær. En tidsbegrænsning i dette speciale gjorde, at oplysninger om landmænd og udvalg af sædskiftet blev indhentet og udvalgt i en begrænset periode. Det er ikke en dårlig og urealistisk opdeling, men større erfaring og mere tid, ville måske have gjort det muligt at få en mere nuanceret opdeling af de forskellige sædskifter. En mere systematisk fordeling af marker på de forskellige jordtyper kunne have været ønsket i denne undersøgelse. Placeringen af bedrifter var afgrænset til Jylland og en stor andel var beliggende i den vestlige del

af Jylland. For fremtidige undersøgelser kunne det være interessant at få en større geografisk spredning på bedrifterne for at kunne tage højde for både jordtype- og klimatiske forskelle og dermed få et mere generelt billede af hele landet.

Kontakten til landmænd og konsulenter har bekræftet forhåbningen om en villighed til at deltage i sådanne projekter. Det er af stor betydning for observationsstudier som dette, at der er en velvilje blandt de deltagende parter. Der foreligger nu kontaktoplysninger på 25 forskellige økologiske landmænd i Danmark, som kan gøre det lettere i fremtiden at skabe kontakten til landmanden.

9 REFERENCER

- Albrecht, H. (2005). Development of arable weed seed banks six years after the change from conventional to organic farming. *Weed Research*. s.s. 339–350.
- Amiaud, B., Touzard, B., Bonis, A. & Bouzillé, J. (2008). After grazing exclusion, is there any modification of strategy for two guerrilla species: *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis stolonifera* (L.). *Plant Ecology*. 197 (1). s.s. 107–117.
- Anderson, R. (2003). An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid great plains. *Advances in agronomy*. 80. s.s. 33–62.
- Andersson, T. & Milberg, P. (1998). Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and nitrogen. *Weed Science*. 46 (1). s.s. 30–38.
- Andersson, T.N. & Milberg, P. (1996). Weed performance in crop rotations with and without leys and at different nitrogen levels. *Annals of Applied Biology*. 128. s.s. 505–518.
- Andreasen, C., Streibig, J. & Haas, H. (1991). Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*. 31. s.s. 181–187.
- Andreasen, C. & Streibig, J.C. (2010). Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries - based on Danish long-term surveys. *Weed Research*. 51 (3). s.s. 214–226.
- Andreasen, C. & Stryhn, H. (2008). Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Research*. 48 (1). s.s. 1–9.
- Andreasen, C., Stryhn, H. & Streibig, J.C. (1996). Decline of the flora in Danish arable fields. *Journal of Applied Ecology*. 33 (3). s.s. 619–626.
- Andrew, I.K.S., Storkey, J. & Sparkes, D.. (2015). A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research*. s.s. 239–248.
- Asif, M., Iqbal, M., Randhawa, H. & Spaner, D. (2014). Crop competitiveness. I: *Managing and Breeding Wheat for Organic Systems*. Springer International Publishing, s. 9–20.
- Basset, I. & Crompton, C. (1978). The biology of canadian weeds 32 *Chenopodium album*. *Canadian Journal of Plant Science*. 58. s.s. 1061–1072.
- Beres, B.L., Harker, K.N., Clayton, G.W., Bremer, E., Blackshaw, R.E. & Graf, R.J. (2010). Weed-Competitive Ability of Spring and Winter Cereals in the Northern Great Plains. *Weed Technology*. 24 (2). s.s. 108–116.
- Bertelsen, I. (2015). *Personlig kommentar*.
- Bertelsen, I. & Nielsen, K. (2014). *Anbefalede frøblandinger til økologiske bedrifter 2016*. 2014. Tilgængelig fra: https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/Grovfoder/Filer/pl_pn_15_2183_2270_f2.pdf. [Tilgået: 20 Januar 2016].
- Bertholdsson, N.O. (2005). Early vigour and allelopathy - Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*. 45 (2). s.s. 94–102.
- Bhowmik, P.C. (1997). Symposium : Weed biology : importance to weed management. *Weed Science*. 45 (3). s.s. 349–356.

- Bohan, D., Powers, S., Champion, G., Haughton, A., Hawes, C., Squire, G., Cussans, J. & Mertens, S.K. (2011). Modelling rotations: Can crop sequences explain arable weed seedbank abundance? *Weed Research*. 51 (4). s.s. 422–432.
- Bond, W. & Grundy, A.C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*. 41 (5). s.s. 383–405.
- Brandsæter, L.O., Goul Thomsen, M., Wærnhus, K. & Fykse, H. (2012). Effects of repeated clover undersowing in spring cereals and stubble treatments in autumn on *Elymus repens*, *Sonchus arvensis* and *Cirsium arvense*. *Crop Protection*. 32. s.s. 104–110.
- Brillouin, L. (2013). *Science and information theory*. 2. Udg. Academic Press Inc.
- Clements, D., Weise, S. & Swanton, C. (1994). Integrated weed management and weed species diversity. *Phytoprotection*. 75 (1). s.s. 1–18.
- Costea, M. & Tardif, F. (2005). The biology of canadian weeds 131 *Polygonum arviculare*. *Canadian Journal of Plant Science*. 85 (2). s.s. 481–506.
- Cousens, R.D., Barnett, A.G. & Barry, G.C. (2003). Dynamics of Competition between Wheat and Oat: I. Effects of Changing the Timing of Phenological Events. *Agronomy Journal*. 95 (5). s.s. 1295–1304.
- Danmarks Jordbrugsforskning (2015). *DJF Geodata*. 2015. Tilgængelig fra: <http://www.djfgeodata.dk/website/DJFGeodata/viewer.htm>. [Tilgået: 19 November 2015].
- Danmarks Jordbrugsforskning (2002). Grøn viden. *Markbrug nr. 256*. s.s. 2–6.
- Danmarks meteorologiske institut (2015a). *Vejr og klimadata i Danmark - sæsonoversigt forår 2015*. 2015. Tilgængelig fra: http://www.dmi.dk/uploads/tx_dmidatastore/webservice/1/_t/g/i/20150531saesonoversigt_1.pdf. [Tilgået:19 November 2015].
- Danmarks meteorologiske institut (2015b). *Vejret i Danmark - forår 2015*. 2015. Tilgængelig fra: <http://www.dmi.dk/vejr/arkiver/maanedsaesonaar/vejret-i-danmark-foraar-2015/>. [Tilgået: 11 November 2015].
- Danmarks statistik (2015a). *Statistikbanken*. 2015. Tilgængelig fra: <http://www.statistikbanken.dk/OEKO1>. [Tilgået: 6 Oktober 2015].
- Danmarks statistik (2015b). *Statistikbanken*. 2015. Tilgængelig fra: <http://www.statistikbanken.dk/10205>. [Tilgået: 6 Oktober 2015].
- Dansk IPM (2015). *Bekæmp ukrudtet med sædskiftet*. 2015. Landbrugsinfo. Tilgængelig fra: <https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/Sider/inspirationsark.aspx>. [Tilgået: 17 Oktober 2016].
- Davison, A. & Hinkley, D. (1997). *Bootstrap Methods and Their Application*. Cambridge University Press.
- Donald, W. (1990). Management and control of canada thistle (*cirsium arvense*). *Weed science society of America*. 5. s.s. 193–250.
- Doucet, C., Weaver, S., Hamill, A. & Zhang, J. (1999). Separating the effect of crop rotation from weed management density and diversity. *Weed Science*. 47 (6). s.s. 729–735.

- Eriksen, A. (2015). *Ukrudt, der går på med krum hals*. 2015. JYSK Landbrugsrådgivning. Tilgængelig fra: <http://www.jlbr.dk/nyhedsarkiv/ukrudt-der-gaar-paa-med-krum-hals/>. [Tilgået: 31 Januar 2016].
- Frederiksen, S., Rasmussen, F. & Seberg, O. (2006). *Dansk Flora*. 1. Udg. Gyldendal.
- Fried, G., Norton, L. & Reboud, X. (2008). Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 128 (1-2). s.s. 68–76.
- Graglia, E., Melander, B. & Jensen, R.K. (2006). Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research*. 46 (4). s.s. 304–312.
- Gustavsson, A.-M.D. (1997). Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. *Weed Research*. 37 (4). s.s. 229–236.
- Hald, A. & Reddersen, J. (1990). *Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter*. 1990. Miljøministeriet. Tilgængelig fra: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/1990/87-503-8343-4/pdf/87-503-8343-4.pdf>. [Tilgået: 30 September 2015].
- Hald, A.B. (1999a). The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. *Journal of Applied Ecology*. 36 (1). s.s. 24–32.
- Hald, A.B. (1999b). Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology*. 134 (3). s.s. 307–314.
- Hallgren, E., Palmer, M.W. & Milberg, P. (1999). Data diving with cross-validation: an investigation of broad-scale gradients in Swedish weed communities. *Journal of Ecology*. 87 (6). s.s. 1037–1051.
- Hansen, K. (1981). *Dansk feltflora*. 1. Udg. Gyldendals.
- Hansen, P.K., Kristensen, K. & Willas, J. (2008). A weed suppressive index for spring barley (*Hordeum vulgare*) varieties. *Weed Research*. 48 (3). s.s. 225–236.
- Harker, N.K. (2001). Survey of yield losses due to weeds in central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*. 81 (2001). s.s. 339–342.
- Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. & Jensen, E.S. (2001). Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research*. 70 (2). s.s. 101–109.
- Hay, R. & Porter, J. (2006). Limiting factors and the achievement of high yield. I: *The physiology of crop yield*. Blackwell Publishing, s. 180–202.
- Hofmeijer, M. (2015). *Personlig kommentar*.
- Hofmeijer, M. & Gerowitt, B. (2015). *Field protocol - WP 4 PRODIVA*.
- Hopkins, W. & Hüner, N. (2009). *Introduction to plant physiology*. 4. Udg. John Wiley & sons, Inc.
- Hyvönen, T., Ketoja, E., Salonen, J., Jalli, H. & Tiainen, J. (2003). Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 97 (1-3). s.s. 131–149.
- IFOAM (2005). *Principper for økologisk jordbrug*. 2005. Tilgængelig fra: http://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_danish_web.pdf. [Tilgået: 19 Januar 2016].
- Karlsson, L., Ericsson, J. & Milberg, P. (2006). Seed dormancy and germination in the summer annual

- Galeopsis speciosa. *Weed Research*. 46 (5). s.s. 353–361.
- Kelstrup, L. & Sepstrup, P. (2007). *Korn, raps og ært*. 1. Udg. Landbrugsforlaget.
- Kiær, L.P., Skovgaard, I.M. & Østergård, H. (2009). Grain yield increase in cereal variety mixtures: A meta-analysis of field trials. *Field Crops Research*. 114. s.s. 361–373.
- Kolářová, M., Tyšer, L. & Soukup, J. (2014). Weed vegetation of arable land in the Czech Republic: environmental and management factors determining weed species composition. *Biologia*. 69 (4).
- Kolb, L.N. & Gallandt, E.R. (2013). Modelling population dynamics of *Sinapis arvensis* in organically grown spring wheat production systems. *Weed Research*. 53 (3). s.s. 201–212.
- Känkänen, H. & Eriksson, C. (2007). Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy*. 27 (1). s.s. 25–34.
- Landbrugsinfo (2005). *Alm. rajgræs til frøavl - økologisk dyrkningsvejledning*. 2005. Tilgængelig fra: https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Planteavl/Afgroeder/Froeavl/Sider/Alm_rajgraes_til_froeavl__oekologisk_dyr.aspx. [Tilgået: 20 December 2015].
- Landbrugsinfo (2011). *Dyrkningsvejledning, Økologisk havre*. 2011. Tilgængelig fra: [https://dyrplant.dlbr.dk/Web/\(S\(5t3wri0434nvcwumhjjcrc1y\)\)/forms/Main.aspx?page=Vejledning&cropID=184](https://dyrplant.dlbr.dk/Web/(S(5t3wri0434nvcwumhjjcrc1y))/forms/Main.aspx?page=Vejledning&cropID=184). [Tilgået: 30 September 2015].
- Landbrugsinfo (2009). *Vinterraps - dyrkningsvejledning*. 2009. Tilgængelig fra: https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Planteavl/Afgroeder/Olieplanter/Sider/Vinterraps__dyrkningsvejledning.aspx. [Tilgået: 30 September 2015].
- Landbrugsinfo (2002). *Økologisk dyrkningsvejledning kløvergræs*. 2002. Tilgængelig fra: <https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Filer/oekloevergr.pdf>. [Tilgået: 16 Oktober 2015].
- Legere, A., Stevenson, F. & Benoit, D. (2005). Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. *Weed Research*. 45. s.s. 303–315.
- Lemerle, D., Gill, G., Murphy, C., Walker, S., Cousens, R., Mokthari, S., Peltzer, S., Coleman, R. & Luckett, D. (2001). Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Australian Journal of Agricultural Research*. 52 (3). s.s. 527–548.
- Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N. (1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research*. 35 (6). s.s. 503–509.
- Lewis, J. (1973). Longevity of crop and weed seeds: survival after 20 years in soil. *Weed Research*. 13 (2). s.s. 179–191.
- Liebman, M. & Davis, A.S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed research*. 40. s.s. 27–47.
- Liebman, M. & Dyck, E. (1993). Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecological society of America*. 3 (1). s.s. 92–122.
- Lososová, Z., Chytrý, M., Cimalová, S., Kropáč, Z., Otýpková, Z., Pyšek, P. & Tichý, L. (2004). Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science*. 15 (3). s.s. 415–422.

- Lukashyk, P., Berg, M. & Köpke, U. (2008). Strategies to control Canada thistle (*Cirsium arvense*) under organic farming conditions. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 23 (01). s.s. 13–18.
- Lundkvist, A. (2009). Effects of pre- and post-emergence weed harrowing on annual weeds in peas and spring cereals. *Weed Research*. 49. s.s. 409–416.
- Lundkvist, A., Salomonsson, L., Karlsson, L. & Gustavsson, A.M.D. (2008). Effects of organic farming on weed flora composition in a long term perspective. *European Journal of Agronomy*. 28 (4). s.s. 570–578.
- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J. & Spaner, D. (2007a). Cultivar and seeding rate effects on the competitive ability of spring cereals grown under organic production in Northern Canada. *Agronomy Journal*. 99 (5). s.s. 1199–1207.
- Mason, H., Navabi, A., Frick, B., O'Donovan, J. & Spaner, D. (2007b). The weed-competitive ability of Canada western red spring wheat cultivars grown under organic management. *Crop Science*. 47 (3). s.s. 1167–1176.
- Mason, H. & Spaner, D. (2006). Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems: A review of the literature. *Canadian Journal of Plant Science*. 86 (2). s.s. 333–343.
- Melander, B. (2011). Beskrivelse af ukrudtsarterne. I: *Ukrudtsbogen*. s. 41–204.
- Melander, B. (2015). *Personlig kommentar*.
- Melander, B., Holst, N., Jensen, P.K., Hansen, E.M. & Olesen, J.E. (2008). Apera spica-venti population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *Weed Research*. 48 (1). s.s. 48–57.
- Melander, B., Munier-Jolain, N., Charles, R., Wirth, J., Schwarz, J., van der Weide, R., Bonin, L., Jensen, P. & Kudsk, P. (2013). European perspectives on the adoption of non-chemical weed management in reduced tillage systems for arable crops. *Weed Technology*. 27. s.s. 231–240.
- Melander, B., Rasmussen, I. & Bàrberi, P. (2005). Integrating physical and cultural methods of weed control— examples from European research. *Weed Science*. 53 (3). s.s. 369–381.
- Milberg, P. & Hallgren, E. (2004). Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden. *Field Crops Research*. 86 (2-3). s.s. 199–209.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2015). *Vejledning om gødsknings- og harmoniregler*. 2015. Tilgængelig fra: https://naturerhverv.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-_og_harmoniregler_nyeste.pdf. [Tilgået: 20 Januar 2016].
- Moore, R. (1975). The biology of canadian weeds 13. *Cirsium arvense*. *Canadian Journal of Plant Science*. 55. s.s. 1033–1048.
- Moyer, J., Blackshaw, R., Smith, E. & McGinn, S. (2000). Cereal cover crops for weed suppression in a summer fallow-wheat cropping sequence. *Canadian Journal of Plant Science*. 80 (2). s.s. 441–449.
- Mulligan, G. & Bailey, L. (1975). The biology of canadian weeds 8 *Sinapsis arvensis*. *Canadian Journal of Plant Science*. 55. s.s. 171–183.
- NaturErhvervsstyrelsen (2015). *Økoarealet blev mindre i 2014, men nye økohektar kan være på vej*. 2015.

- Tilgængelig fra: <http://naturerhverv.dk/nyheder-og-presse/nyheder/nyhed/nyhed/oekoarealet-blev-mindre-i-2014-men-nye-oekohektar-kan-vaere-paa-vej/>. [Tilgået: 10 Januar 2015].
- Nelson, A., Pswarayi, A., Quideau, S., Frick, B. & Spaner, D. (2012). Yield and Weed Suppression of Crop Mixtures in Organic and Conventional Systems of the Western Canadian Prairie. *Agronomy Journal*. 104 (3). s.s. 756.
- Norris, R., Caswell-Chen, E. & Kogan, M. (2003). Pests and their impacts. I: *Concepts in integrated pest management*. New Jersey: Prentice Hall, s. 15–46.
- Norsworthy, J.K., Malik, M.S., Jha, P. & Riley, M.B. (2007). Suppression of *Digitaria sanguinalis* and *Amaranthus palmeri* using autumn-sown glucosinolate-producing cover crops in organically grown bell pepper. *Weed Research*. 47 (5). s.s. 425–432.
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*. 144 (01). s.s. 31–43.
- ohioline.osu (udateret). *Growth cycle*. Tilgængelig fra: http://ohioline.osu.edu/b919/images/919_100.jpg. [Tilgået: 17 November 2015].
- Olsen, J., Kristensen, L., Weiner, J. & Griepentrog, H.W. (2005). Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat. *Weed Research*. 45. s.s. 316–321.
- Olsen, L. (2015). *Personlig kommentar*.
- Permin, O. (1982). Produkton af underjordiske udløbere hos alm. kvik (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) ved vækst i konkurrence med byg og andre landbrugsafgrøder. *Tidsskrift for Planteavl*. Beretning (86). s.s. 65–77.
- R Core Team (2013). *A language and environment for statistical computing*.
- Rasmussen, I., Holst, N., Graglia, E., Hansen, P.K., Melander, B., Mathiassen, S., Kudsk, P., Jensen, P., Boelt, B. & Madsen, K. (2011). Ukrudtsøkologi og -biologi. I: *Ukrudtsbogen*. Aarhus universitet, s. 17–40.
- Rasmussen, I., Melander, B., Askegaard, M., Kristensen, K. & Olesen, J. (2014). *Elytrigia repens* population dynamics under different management schemes in organic cropping systems on coarse sand. *European Journal of Agronomy*. 58. s.s. 18–27.
- Rasmussen, K., Holst, N. & Kristensen, I. (1998). *DJF rapport markbrug nr. 2*. 1998. Tilgængelig fra: http://web.agrsci.dk/pub/djfrap_markbrug_02.pdf. [Tilgået: 20 Januar 2016].
- Rasmussen, O. (2005). *Håndbog i Biologiske fagtermer*. 2. Udg. Gads forlag.
- Roberts, B. & Neilson, J. (1980). Seed survival and periodicity of seedling emergence in some species of *Atriplex*, *Chenopodium*, *Polygonum* and *Rumex*. *Annals of Applied Biology*. 94. s.s. 111–120.
- Roberts, H. & Feast, P. (1973). Emergence and Longevity of Seeds of Annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *Journal of Applied Ecology*. 10 (1). s.s. 133–143.
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardtke, T. & Thies, C. (2005). The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology*. 42 (5). s.s. 873–882.
- Rydberg, N.T. & Milberg, P. (2000). A Survey of Weeds in Organic Farming in Sweden. *Biological Agriculture*

- & *Horticulture*. 18 (2). s.s. 175–185.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. (2011). Composition of weed flora in spring cereals in Finland - a fourth survey. *Agricultural and Food Science*. 20 (3). s.s. 245–261.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. (2001). Weeds in spring cereal fields in Finland - a third survey. *Agricultural and Food Science*. 10. s.s. 347–364.
- Sarrantonio, M. & Gallandt, E. (2003). The role of cover crops in North American cropping systems. *Journal of Crop Production*. 8 (1-2). s.s. 53–74.
- Sjursen, H. (2001). Change of the Weed Seed Bank during the First Complete Six-Course Crop Rotation after Conversion from Conventional to Organic Farming. *Biological Agriculture & Horticulture*. 19 (1). s.s. 71–90.
- Sjursen, H., Brandsæter, L.O. & Netland, J. (2012). Effects of repeated clover undersowing, green manure ley and weed harrowing on weeds and yields in organic cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. 62 (2). s.s. 138–150.
- Stevenson, F., Legere, A., Simard, R., Angers, D., Pageau, D. & Lafond, J. (1997). Weed species diversity in spring barley varies with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. *Weed Science*. 45 (6). s.s. 798–806.
- Streibig, J.C. (1979). Numerical methods illustrating the phytosociology of crops in relation to weed flora. *Journal of Applied Ecology*. 16 (2). s.s. 577–587.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). Mineral nutrition. I: *Plant physiology*. Sinauer Associates Inc., s. 73–93.
- Teasdale, J.R. (1996). Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*. 9 (4). s.s. 475–479.
- Teasdale, J.R., Brandsæter, L., Calegari, A. & Skora Neto, F. (2007). Cover crops and weed management. I: *Non-chemical weed management: Principle, concepts and technology*. CAB International, Wallingford UK.
- Teasdale, J.R., Mangum, R.W., Radhakrishnan, J. & Cavigelli, M. a. (2004). Weed seedbank dynamics in three organic farming crop rotations. *Agronomy Journal*. 96 (5). s.s. 1429–1435.
- Teasdale, J.R. & Mohler, C.L. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*. 48 (3). s.s. 385–392.
- Theilgaard, M. & Nielsen, E. (2015). *Nyt dyrkningssystem til effektiv ukrudtsbekæmpelse og optimeret dyrkning af efterafgrøder*. 2015. Landbrugsinfo. Tilgængelig fra: https://www.landbrugsinfo.dk/oekologi/planteavl/ukrudt/sider/nyt_dyrkningssystem_ukrudtsbekaempelse.aspx. [Tilgået: 10 Januar 2015].
- Thomsen, M.G., Brandsæter, L.O. & Fykse, H. (2011). Sensitivity of *Cirsium arvense* to simulated tillage and competition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. 61 (00). s.s. 1–8.
- Turner, D. (1968). *Agropyron Repens* (L) Beauv - Some Effects of Rhizome Fragmentation Rhizome Burial and Defoliation. *Weed Research*. 8 (4). s.s. 298–308.
- Tyrkington, R., Kenkel, N. & Franko, G. (1980). The biology of canadian weeds 42 *Stellaria media*. *Canadian*

Journal of Plant Science. 60. s.s. 981–992.

- Ulber, L., Steinmann, H.H., Klimek, S. & Isselstein, J. (2009). An on-farm approach to investigate the impact of diversified crop rotations on weed species richness and composition in winter wheat. *Weed Research*. 49 (5). s.s. 534–543.
- Verschwele, A. & Häusler, A. (2003). Strategies to control *Cisium arvense* in organic farming systems. I: *The BCPC International Congress, Crop science & Technology*. 2003, s. 481–486.
- Whalen, J. & Sampedro, L. (2010). *Soil ecology and management*. 1. Udg. CAB International, Wallingford UK.
- Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergård, H. & Lammerts Van Bueren, E.T. (2008). Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*. 163 (3). s.s. 323–346.
- Woo, S.L., Thomas, A.G., Peschken, D.P., Bowes, G.G., Douglas, D.W., Harms, V.L. & McClay, A.S. (1991). The biology of canadian weeds 99 *Matricaria perforata* Merat (Asteraceae). *Canadian Journal of Plant Science*. 71. s.s. 1101–1119.
- Wortman, S., Francis, C., Bernards, M., Blankenship, E. & Lindquist, J. (2013). Mechanical Termination of Diverse Cover Crop Mixtures for Improved Weed Suppression in Organic Cropping Systems. *Weed Science*. 61 (1). s.s. 162–170.
- Zimdahl, R.L. (2007). Weed classification. I: *Fundamentals of weed science*. Elsevier Inc.

10 APPENDIKS

Appendiks 1: Mail sendt til økologikonsulenter

Appendiks 2: Skema til registrering af ukrudt

Appendiks 3: Oversigt over informationer for de 40 marker

Appendiks 4: Klimadata

Appendiks 5: Komplet artsliste

Appendiks 6: Sammenligning af bootstrap samples

Appendiks 7: P-værdier for effekt af sædskifte

Appendiks 8: p-værdier for effekt af sædskifte og jordtype

Appendiks 1 Mail sendt til konsulenter i opstarten af specialet for at få kontakt til landmænd.

Kære økologi konsulent,

Jeg er specialestuderende (Agrobiologi, Aarhus Universitet) og samarbejder med økologifdelingen i SEGES (Lars Egelund Olsen og Inger Bertelsen) om mit speciale.

Titlen for specialet er Betydning af afgrødediversificering for forekomsten af ukrudt i økologisk vårsæd.

Formålet er at undersøge om graden af afgrødediversificering (effekten af sædskifte) i udvalgte marker på økologiske kvæg- og planteavlbrug har betydning for forekomsten af ukrudt i vårsæd (vårbyg, vårhvede og vår tritcale).

Dette skal undersøges vha. registreringer i økologiske vårsædsmarker. Registreringerne skal udføres i slutningen af juni og begyndelsen af juli 2015. I undersøgelsen skal der indgå marker fra hele Jylland, og de udvælges på baggrund af diversificeringsgraden af sædskiftet.

Det betyder, at det vigtige for undersøgelsen er antallet af marker og ikke nødvendigvis antallet af bedrifter,

dvs. at der gerne må indgå flere marker fra den samme bedrift.

Dog må der helst ikke indgå flere end 2-3 marker per bedrift, da bedriftens "ukrudts-management" ellers får for stor betydning.

Registreringerne skal indgå i mit speciale, men også bidrage til et større EU projekt.

Det betyder, at der både fra mit speciale og EU projektet vil blive publiceret resultater fra begge undersøgelser.

Jeg vil gerne udlevere resultaterne fra mit speciale til dem, som har deltaget i undersøgelsen.

Derudover håber jeg på at kunne præsentere mine resultater på enten økologikongressen eller plantekongressen og evt. lave et indslag til Oversigten over Landsforsøgene 2015.

Formålet er at kunne sige noget om sædskifteeffekten på ukrudt i økologiske marker og dermed bidrage til øget viden på dette område i fremtiden, som både er til gavn for forskere, konsulenter og landmænd.

Jeg har derfor brug for økologiske landmænd, som kunne være interesserede i at bidrage til denne undersøgelse.

De skal være interesserede i at bidrage med information om dyrkningshistorien fra de sidste 5 år, og at jeg fysisk kommer i deres marker og laver registreringer i juni eller juli måned. Det er ikke et krav, at landmanden kan være til stede under registreringerne.

Konkret har jeg brug for information på landmændene: Navne, adresser og telefonnumre/mailadresser, så jeg kan komme i kontakt med dem.

Oplysninger om dyrkningshistorie kan jeg få telefonisk direkte fra landmanden eller fra rådgivningscenteret.

Målet er at have ca. 40 marker, som kan indgå i min undersøgelse. De skal opdeles efter sædskiftediversitet og brugstype.

	Planteavlbrug	Kvægbrug	
Lav diversitet	10	10	
Høj diversitet	10	10	Ialt 40 marker

Registreringerne skal laves i marker med vårbyg, vårhvede eller vår tritcale.

Dyrkningshistorien skal kendes 4 år forud for nuværende år (5 år ialt).

Et planteavlssædskifte med lav afgrøde diversitet defineres som et sædskifte med:

- 4 ud af 5 år med korn og 1 år med andet end korn.
- Udelukkende vårsæd er at foretrække, men vintersæd kan også indgå.

Et planteavlssædskifte med høj afgrødesdiversitet defineres som et sædskifte med:

- Minimum 2 ud af 5 år med anden afgrøde end korn.

F.eks. 1-årige afgrøder som: 1-årige kløvergræs, grøntsager, bælgssæd, frøgræs eller kløverfrø.

- Dvs. 3 år med korn i sædskiftet er ok. Optimalt indeholdende både vår og vintersæd.

Et kvægbrugssædskifte med lav afgrøde diversitet defineres som et sædskifte med:

- Maks. 2 års kløvergræs og 3 år med korn.

Et kvægbrugssædskifte med høj afgrøde diversitet defineres som et sædskifte med:

· Maks 2 år med kløvergræs og 3 år med minimum en anden afgrøde end korn f. eks. majs, bælgssæd eller frøgræs.

Optimalt også indeholdende vintersæd.

Markerne på kvægbrug skal være fra udmarkerne sådan, at afgræsningsmarker ikke indgår i undersøgelsen.

Oplysninger om jordtype, ukrudtsbekæmpelsesmetode, gødningsniveauer og vanding skal også indgå.

Udvælgelsen af marker skal ske på jordtypen JB1-6. Lavbunds jorde, humus jord og sortsandede jorde bør ikke indgå i undersøgelsen.

EU projektet kører over 2 år, så det indebærer, at der i 2016 på samme tidspunkt skal ske registreringer igen. Det skal landmanden selvfølgelig være indforstået med.

Jeg håber, du er interesseret i at hjælpe med dette og hjælpe med at skabe kontakten mellem landmanden og jeg. Jeg forestiller mig, at du som konsulent har nogle landmænd i tankerne, som du ved kunne være interesserede, og som du evt. kontakter, inden du sender informationen videre til mig.

Spørgsmål rettes på denne mail eller ved at ringe til mig.

På forhånd tak.

Mange hilsner

Malene Theilgaard

Speciale studerende, Agrobiologi, Aarhus Universitet

Tlf: 51892461

Appendiks 2 Eksempel på registreringsark medbragt i marken.

LANDMAND	DATO	REPLIKAT NR.	MARK NR.
GPS:			
ARTER	SCORE	ARTER	SCORE
Hyrdetaske		Grå bynke	
Hvidmelet gåsefod		Storkenæb	
Lugtløs kamille		Haremad	
Vikke		Svinemælde	
Fuglegræs		Kornblomst	
Spergel		Ager padderok	
Krumhals		Lægejordrøg	
Tvetand		Murjordrøg	
Rød tvetand		Følfod	
Liden tvetand		Pengeurt	
Hanekro			
Hamp hanekro		Rødkløver	
Alm. hanekro		Hønsetarm	
Storkronet ærenpris		Mælkebøtte	
Ager stedmoder		Hejrenæb	
Mark forglemmigej		Grøn høgeskæg	
Kornvalmue			
Vejpileurt		Kløver sp.	
Snerlepileurt		Kvik	
Fersken pileurt		Alm. Rajgræs	
Bleg pileurt		Enårig rapgræs	
Gulurt			
Ager sennep		Andet:	
Ager kål			
Raps			
Kiddike			
Kruset skræppe			
Butbladet skræppe			
Ager tidsel			
Horse tidsel			
Kruset tidsel		GPS koordinater:	
Ager svinemælk		Overall crop cover estimation %	
Almindelig svinemælk		Weed cover estimation %	
Class	P 100 m2	Per m2	
I	0-20	<1	
II	20-50	<1	
III	50-100	0.5-1	
IV	100-200	1-2	
V	200-500	2-5	
VI	500-1000	5-10	
VII	1000-5000	10-50	
VIII	5000-10000	50-100	
IX	10000-20000	100-200	

Appendiks 3 Oversigt over landmænd, marker, GPS koordinater, marker, GPS brugstype, diversitet og sædskifte.

Mark nr.	Bedrift	GPS	Mark kode	J.B.	Sædskifte	Diversitet	2015	2014	2013	2012	2011	2010
13	1	56°26'33"N 8°50'57"E	DK-01-01	4	Planteavl	lav	vårbyg m. udlæg	havre	vinterrug	markært	vinterrug	vårbyg
6-7		56°26'12"N 8°51'2"E	DK-01-02	4	Planteavl	lav	vårbyg	havre	vinterrug	klovergræs	vårbyg	vinterhvede
27	2	56°21'40"N 8°21'16"E	DK-02-01	1	Kvæg	lav	vårbyg	havre	majs	klovergræs	vårbyg	klovergræs
11	3	56°22'16"N 8°21'46"E	DK-02-02	1	Kvæg	lav	vårbyg m. udlæg	vårbyg	vinterrug	vårbyg	majs	klovergræs
12	3	56°33'14"N 8°13'39"E	DK-03-01	6	Kvæg	høj	vårbyg helsæd	vinterhvede	hestebønne	havre	klovergræs	klovergræs
16	4	56°32'15"N 8°13'29"E	DK-03-02	6	Kvæg	høj	vårbyg helsæd	vinterrug	hestebønne	vårhvede	klovergræs	klovergræs
2-1	4	56°23'57"N 10°22'11"E	DK-04-01	1	Planteavl	lav	vårbyg	slætgræs	vinterrug	havre	græs	græs
2	5	56°14'42"N 10°18'11"E	DK-05-01	6	Planteavl	lav	vårhvede	slætgræs	vinterrug	slætgræs	vårhvede	vårhvede
2	6	56°22'17"N 10°22'42"E	DK-06-01	1	Planteavl	lav	vårbyg	vinterrug	vårbyg	vårbyg	vårbyg	vårbyg
14	7	56°21'54"N 10°23'47"E	DK-06-02	4	Planteavl	lav	vårbyg	vårbyg	vinterrug	vårbyg	vårbyg	vårbyg
5	7	55°0'4"N 9°56'50"E	DK-07-01	6	Planteavl	lav	vårhvede	vårhvede	klovergræs	grønkorn	vårbyg	vinterrug
10	8	55°0'7"N 9°56'50"E	DK-07-02	6	Planteavl	lav	vårbyg	klovergræs	vårbyg	havre	vinterrug	vårbyg
8	9	54°54'33"N 9°46'13"E	DK-08-01	6	Planteavl	lav	dalarhvede	hestebønne	vinterrug	havre	vinterrug	vinterrug
63	10	57°19'54"N 10°7'4"E	DK-09-01	2	Planteavl	høj	Olandsrhvede	grøgræs	vårhvede	slætgræs	slætgræs	slætgræs
6	11	56°58'44"N 9°55'59"E	DK-10-01	2	Planteavl	lav	vårbyg m. rajgræs udlæg	vinterrug	vinterrug	atm. rajgræs	vårbyg	vårbyg
26	12	56°39'17"N 9°45'3"E	DK-11-01	4	Planteavl	lav	vårritricale	vinterrug	vårritricale	havre	vårhvede	vårhvede
2	12	56°14'44"N 8°41'13"E	DK-12-01	1	Kvæg	lav	vårbyg	vårbyg	havre	havre	vårhvede	vårhvede
4	12	56°14'46"N 8°40'48"E	DK-12-02	1	Kvæg	lav	vårbyg	majs	klovergræs	klovergræs	grønkorn	grønkorn
12	13	56°24'12"N 10°6'21"E	DK-13-01	6	Planteavl	høj	vårhvede	rodtklover	havre	klovergræs	vårbyg/ært	vårhvede
14-1	14	56°24'9"N 10°6'6"E	DK-13-02	4	Planteavl	lav	vårbyg	vinterrug	vårbyg	klovergræs	vårbyg/ært	havre
?	14	56°48'38"N 9°20'39"E	DK-14-01	2	Kvæg	høj	vårhvede	klovergræs	klovergræs	byg/ært	rodtklover	havre
41	15	56°40'23"N 9°36'4"E	DK-15-01	1	Kvæg	høj	vårbyg m. ært	vårbyg m. ært	vårritricale	klovergræs	vinterrug	klovergræs
74	16	56°39'45"N 9°36'30"E	DK-15-02	4	Kvæg	lav	vårbyg m. ært	vårbyg m. ært	vårbyg	rajgræs fro	vinterrug	vårhvede
44	16	56°33'15"N 8°51'27"E	DK-16-01	1	Planteavl	høj	vårritricale	hvidtklover fro	vinterrug	markært	rajsvingel fro	rajsvingel fro
62	17	56°35'11"N 8°50'15"E	DK-16-02	4	Planteavl	høj	vårritricale	markært	vårbyg	vårbyg	karse fro	klovergræs
4-3	17	56°40'31"N 9°11'26"E	DK-17-01	1	Planteavl	høj	vårbyg	vinterrug	helsæd vikkerbyg	jordskokker	klovergræs	klovergræs
41-2	18	56°41'11"N 9°11'29"E	DK-17-02	4	Planteavl	høj	vårbyg	vinterrug	helsæd vikkerbyg	jordskokker	klovergræs	klovergræs
2	18	56°51'14"N 8°43'50"E	DK-18-01	1	Planteavl	høj	vårbyg	vinterrug	markært	rajgræs fro	rajgræs fro	klovergræs
4	19	56°51'17"N 8°43'34"E	DK-18-02	1	Planteavl	høj	vårhvede	klovergræs	klovergræs	markært	markært	rajgræs
5	19	56°71'07"N 9°7'36"E	DK-19-01	1	Planteavl	høj	vårbyg	vinterrug	grøgræs	ærter	havre	kloverfro
60	20	56°79'19"N 9°7'45"E	DK-19-02	1	Planteavl	høj	vårbyg	kloverfro	vårhvede	frogræs	havre	havre
10	21	56°8'22"N 9°16'41"E	DK-20-01	1	Kvæg	Lav	vårbyg	vårbyg	majs	klovergræs	ærter	havre
5	21	55°34'30"N 9°25'28"E	DK-21-01	5	Planteavl	høj	vårbyg	vårbyg	majs	klovergræs	rajgræs fro	klovergræs
7-3	22	55°5'33"N 8°58'50"E	DK-21-02	6	Planteavl	lav	vårbyg	vinterrug	markært	vårhvede	rajgræs fro	rajgræs fro
21	22	55°5'43"N 8°58'43"E	DK-22-01	1	Kvæg	Lav	vårbyg	vinterrug	markært	vårbyg	vinterritricale	vårhvede
80-2	23	55°46'23"N 9°27'43"E	DK-23-01	6	Planteavl (fjerkrae)	høj	vårbyg	vinterritricale	majs	majs	majs	klovergræs
67	24	55°46'23"N 8°24'24"E	DK-24-01	1	Kvæg	høj	vårbyg	vinterritricale	hestebønne	havre	vinterritricale	hestebønne
1	25	55°23'48"N 9°20'11"E	DK-25-01	4	Planteavl (svin)	høj	vårhvede m. lupin	havre	vårhvede	græs (grise)	rajgræs fro	vårbyg

Appendiks 4 Klimadata fra målestationer. Målestation fra nedbørsdata er kun noteret, når der ikke var oplysninger for den nærmest beliggende målestation. Nedbør og GNS temperatur forår er middelværdi for perioden 01.03.2015-31.05.2015. Middelværdi for de enkelte forårmåneder (marts, april, maj) er angivet. (Danmarks meteorologiske institut, 2015a).

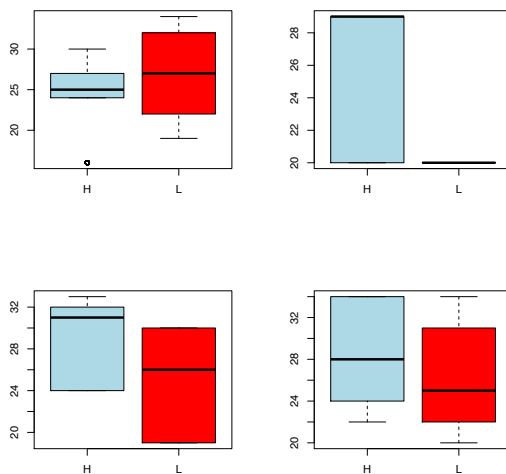
Landmand	Temperatur data	Nedbørs data	GNS temperatur forår	Marts	April	Maj	Nedbør
1	Mejrup	Flyvestation Krarup	6,6	4,6	6,5	8,8	218,5
2	Mejrup	Thyborøn	6,6	4,6	6,5	8,8	168,8
3	Thyborøn		7	4,8	6,7	9,4	168,8
4	Ødum		6,9	4,5	6,8	9,4	142
5	Ødum		6,9	4,5	6,8	9,4	142
6	Aarhus Lufthavn		7,5	5	7,4	10,2	140,3
7	Sønderborg Lufthavn	Kegnæs fyr	7,9	5,4	7,9	10,5	157,9
8	Sønderborg Lufthavn	Kegnæs fyr	7,9	5,4	7,9	10,5	157,9
9	Tylstrup		7	4,7	6,9	9,4	192,5
10	Flyvestation Ålborg		7	4,6	6,9	9,4	173,7
11	Års syd		6,6	4,3	6,6	9	169,9
12	Mejrup	Flyvestation Karup	6,6	4,6	6,5	8,8	218,5
13	Ødum		6,9	4,5	6,8	9,4	142
14	Års syd		6,6	4,3	6,6	9	169,9
15	Års syd		6,6	4,3	6,6	9	169,9
16	Mejrup	Flyvestation Karup	6,6	4,6	6,5	8,8	218,5
17	Års syd		6,6	4,3	6,6	9	169,9
18	Borris		6,8	4,7	6,6	9	243,1
19	Isenvad		6,6	4,3	6,5	9	196,3
20	Isenvad		6,6	4,3	6,5	9	196,3
21	Askov		7	4,5	6,9	9,4	252,1
22	Flyvestation Skrydstrup		7,1	4,8	7	9,6	217,4
23	Billund lufthavn		6,9	4,6	6,8	9,4	238,9
24	Borris		6,8	4,7	6,6	9	243,1
25	Askov		7	4,5	6,9	9,4	252,1

Appendiks 5 Komplet artsliste sorteret efter dansk artsnavn. I alt 98 forskellige arter inkl. ukendt arter. Livscyklus er betegnet som: S= sommerannuelle, V= vinterannuelle, S&V= sommer- og vinterannuelle, F=flerårige, NA= livscyklus ikke kendt. Livscyklus er efter (Hansen, 1981; Melander, 2011)

Artsliste			
EPPO	Dansk	Latin	Livscyklus
ANTAR	Ager gåseurt	Anthemis arvensis	S&V
BRSRA	Ager kål	Brassica rapa ssp. Campestris	S
EQUAR	Ager-padderok	Equisetum arvense	F
SINAR	Ager-sennep	Sinapsis arvensis	S
VIOAR	Ager stedmoderblomst	Viola arvensis	S&V
SONAR	Ager-svinemælk	Sonchus arvensis	F
CIRAR	Ager-tidsel	Cirsium arvense	F
SENVU	Alm. brandbæger	Senecio vulgaris	S&V
LAPCO	Alm. haremad	Lapsana communis	S&V
EROCI	Alm. hejrenæb	Erodium cicutarium	S&V
DACGL	Alm. hundegræs	Dactylis glomerata	F
TAROF	Alm. mælkebøtte	Taraxacum officinale	F
LOLPE	Alm. rajgræs	Lolium perenne	F
POATR	Alm. rapgræs	Poa trivialis	F
ACHMI	Alm. røllike	Achillea millefolium	F
VIOTR	Alm. stedmoderblomst	Viola tricolor	S&V
STEME	Almindelig fuglegræs	Stellaria media	S&V
GALTE	Almindelig hanekro	Galeopsis tetrahit	S
CAPBP	Almindelig hyrdetaske	Capsella bursa-pastoris	S&V
AGRRE	Almindelig kvik	Elytrigia repens	F
THLAR	Almindelig pengeurt	Thlaspi arvense	S&V
SPRAR	Almindelig spergel	Spergula arvensis	S
SONOL	Almindelige svinemælk	Sonchus oleraceus	S
POLLA	Bleg pileurt	Persicaria lapathifolia ssp. pallida	S
GERMO	Blød storkenæb	Geranium molle	S&V
GALAP	Burresnerre	Galium aparine	S&V
RUMOB	Butbladet skræppe	Rumex obtusifolius	F
HORVX	Byg	Hordeum vulgare	S
CICIN	Cikorie	Cichorium intybus	F
POAPR	Engrapgræs	Poa pratensis	F
PHLPR	Engrottehale	Phleum pratense	F
SCRAN	Enårig knavel	Scleranthus annuus	S
POAAN	Enårig rapgræs	Poa annua	S&V
POLPE	Fersken pileurt	Persicaria maculosa	S
VERAG	Flerfarvet ærenpris	Veronica agrestis	S&V
AVEFA	Flyvehavre	Avena fatua	S
HOLLA	Fløjlgræs	Holcus lanatus	F
VICSA	Foder vikke	Vicia sativa	S
TUSFA	Følfod	Tussilago farfara	F
PLAMA	Glat vejbred	Plantago major	F
CVPCA	Grøn høgeskæg	Crepis capillaris	S&V
ARTVU	Grå bynke	Artemisia vulgaris	F
CHYSE	Gul okseøjle	Chrysanthemum segetum	S
AMSSS	Gulurt	Amsinckia	S&V
ERYCH	Gyldenlak-hjørneklap	Erysimum cheiranthoides	S
GAESP	Hamp hanekro	Galeopsis speciosa	S
GAESS	Hanekro sp.	Galeopsis spp.	S
AVESA	Havre	Avena sativa	S

VICFX	Hestebønne	Viticia faba	S
MEDLU	Humle-sneglebælg	Medicago lupulina	S
CHEAL	Hvidmelet gåsefod	Chenopodium album	S
LOLMU	Italiensk rajgræs	Lolium multiflorum	F
HELTU	Jordskokke	Helianthus tuberosus	F
RAPRA	Kiddike	Raphanus raphanistrum	S
GASCI	Kirtel-kortstråle	Galinsoga quadriradiata	S
TRFSS	Kløver sp.	Trifolium ssp.	F
PAPRH	Korn-valmue	Papaver rhoeas	S&V
CENCY	Kornblomst	Centaurea cyanus	S&V
LYCAR	Krumhals	Anchusa arvensis	S&V
RUMCR	Kruset skræppe	Rumex crispus	F
CRUCR	Kruset tidsel	Carduus crispus	F
STAPA	Kærgaltetand	Stachys palustris	F
PLALA	Lancet vejbred	Plantago lanceolata	F
RANRE	Lav ranunkel	Ranunculus repens	F
MALPU	Liden katost	Malva pusilla	S
GERPU	Liden storkenæb	Geranium pusillum	S&V
LAMAM	Liden tvetand	Lamium amplexicaule	S&V
MATIN	Lugtøs kamille	Tripleurospermum maritimum ssp. Inodorum	S&V
FUMOF	Læge jordrøg	Fumaria officinalis	S
MYOAR	Mark forglemmigej	Myotis arvensis	S&V
VERAR	Mark ærenpris	Veronica arvensis	S&V
RAPSO	Olieræddike	Raphanus sativus ssp. oleiferus	S
PRASS	Pileurt (fersken/bleg)	Persicaria ssp.	S
POASS	Rapgræs sp.	Poa ssp.	NA
BRSNN	Raps	Brassica napus	S&V
ALOSS	Rævehale	Alopecurus spp.	NA
ANGAR	Rød arve	Anagallis arvensis	S
LAMPU	Rød tvetand	Lamium purpureum	S&V
RUMAC	Rødknæ	Rumex acetosa	F
MATMT	Skive kamille	Matricaria discoidea	S&V
EPHHE	Skærmvortemælk	Euphorbia helioscopia	S
POLCO	Snerle-pileurt	Fallopia convolvulus	S
GERSS	Storkenæb sp.	Geranium spp.	S&V
VERPE	Storkronet ærenpris	Veronica persica	S&V
GNAUL	Sump-evighedsblomst	Gnaphalium uliginosum	S
ATXPA	Svine-mælde	Atriplex patula	S
SONSS	Svinemælk sp.	Sonchus ssp.	NA
VICHI	Tofrøet vikke	Vicia hirsuta	S
IUNBU	Tudse-siv	Juncus bufonius	S
LAMSS	Tvetand sp.	Lamium ssp.	S&V
POAXX	Ukendt græs	Unknown poa	NA
BRASX	Ukendt korsblomst	Unknown brassica	NA
XXXXX	Unknown	Unknown	NA
POLAV	Vej-pileurt	Polygonum arviculare	S
PLASS	Vejbred sp.	Plantago ssp.	F
VICSS	Vikke sp.	Vicia spp.	NA
APESV	Vindaks	Apera spica-venti	V
VICLA	Vår vikke	Vicia lathyroides	S&V

Appendiks 6 Sammenligning af de 10.000 bootstrap samples for antallet af arter i marker med høj afgrødediversitet (H, vist som blå) og lav afgrødediversitet (L, vist som rød) for hver kombination af sædskifte og jordtype. Til venstre: øverst planteavl ler og nederst planteavl sand. Til højre: øverst kvægbrug ler og nederst kvægbrug sand.



Appendiks 7 Grupper med effekt af brugstype og diversitet. p-værdier for forskellen mellem kombinationer. Tomt felt betyder ingen kombination af sædskifte her.

Ager tidsel	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj			
Plante Høj	0,9935		
Kvæg Lav	0,3763	0,4082	
Plante Lav	0,0214	0,0031	0,0038
Grå bynke	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj			
Plante Høj	0,9878		
Kvæg Lav	0,0393	0,0348	
Plante Lav	0,3094	0,1434	0,9517
Korn valmue	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj			
Plante Høj	0,7319		
Kvæg Lav	1,0000	1,0000	
Plante Lav	0,0423	0,0258	0,0001
Markforglemmigej	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj			
Plante Høj	0,0188		
Kvæg Lav	0,4006	0,0194	
Plante Lav	0,0276	0,8920	0,0055
Enårig rapgræs	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj			
Plante Høj	0,9896		
Kvæg Lav	1,0000	1,0000	
Plante Lav	0,0165	0,0165	0,0423

Appendiks 8 Grupper med effekt af brugstype, diversitet og jordtype. Tomt felt betyder ingen kombination af sædskifte her.

Sandjord				Lerjord		
Vikke	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav	Kvæg Høj	Plante Høj	Kvæg Lav
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,9596			0,0417		
Kvæg Lav	0,7176	0,8705		0,0490	0,9905	
Plante Lav	0,0199	0,0197	0,0260	0,0199	0,1990	0,9905
Ærenpris						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,9931			0,9931		
Kvæg Lav	0,9931	0,9931		0,0391	0,0293	
Plante Lav	0,3434	0,3434	0,3434	0,9931	0,6377	0,0293
Flerårige græsser						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,9946			0,9946		
Kvæg Lav	0,9946	0,9946		0,0396	0,0294	
Plante Lav	0,9946	0,9946	0,9946	0,9946	0,9946	0,0494
Alm. kvik						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,0331			0,0231		
Kvæg Lav	0,0331	0,9947		0,9947	0,0447	
Plante Lav	0,0494	0,9947	0,9947	0,7731	0,0431	0,9947
Kornblomst						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,9999			0,9999		
Kvæg Lav	0,9999	0,9999		0,0399	0,0398	
Plante Lav	0,0399	0,0399	0,0387	0,9999	0,9999	0,0399
Krumhals						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,0243			0,9937		
Kvæg Lav	0,0164	0,9937		0,0413	0,0337	
Plante Lav	0,0234	0,7669	0,4903	0,9937	0,9938	0,0237
Alm. Spergel						
Kvæg Høj						
Plante Høj	0,0388			0,3668		
Kvæg Lav	0,9959	0,0259		0,0259	0,0459	
Plante Lav	0,0259	0,9959	0,0159	0,9990	0,9959	0,0123