

Langsigtet balance

i ukrudtsbestanden

Ilse A. Rasmussen, Bo Melander,

Preben Klarskov Hansen, Niels Holst

Hvorfor populationsdynamik?

Siden midten af firserne har dansk jordbrug været præsenteret for to pesticidhandlingsplaner og en tredje synes på vej. Handlingsplanerne har hver gang haft til formål at få jordbruget til at nedsætte forbruget af kemiske bekæmpelsesmidler både med hensyn til den udbragte mængde og antallet af gange et givent areal behandles på årsplan. Forbruget er gået ned over en 17-årig periode og ventes yderligere at falde. Ukrudtsbekæmpelsen i det konventionelle jordbrug klares altså i dag med lavere doseringer og færre antal behandlinger. En del forsøger sig også med ikke-kemiske løsninger såsom mekanisk ukrudtsbekæmpelse, forsinket såning, konkurrencesterke afgrødesorter, ændring af sædskiftet m.m. Hvor stor omfanget af sådanne tiltag egentligt er, vides ikke.

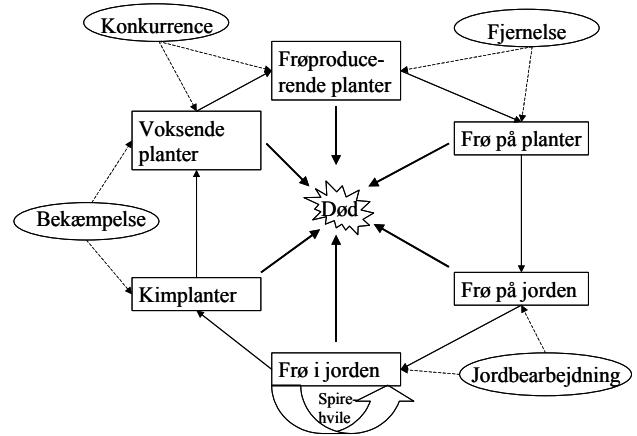
Når den kemiske indsats nedsættes øges risikoen for at bekæmpelseseffekterne bliver for dårlige eller endog helt udebliver. Ikke-kemiske metoder rummer ligeledes en større risiko for, at det kan gå mindre godt i den enkelte afgrøde, eller i værste fald at der ingen effekt er – en virkelighed økologisk jordbrug i særdeleshed må leve med. Spørgsmålet er imidlertid, hvor meget betyder det på længere sigt, at bekæmpelsen det enkelte år ikke har levet op til forventningerne? Vil de ukrudtsplanter, der efterlades i afgrøden og som kaster frø, give anledning til en eksplosion i ukrudtsbestanden de kommende år?

De spørgsmål kan bedst søges besvaret ved at kigge på ukrudtets populationsdynamik. Populationsdynamik er kort sagt et ord for ukrudtets udvikling over tid – altså hvor meget eller hvor lidt opformeres ukrudtet hen over årene, når landmanden foretager forskellige handlinger i sine marker. Populationsdynamik formuleret i computerbaserede beregningsmodeller er således et værktøj, som kan hjælpe landmanden og rådgiveren med at forudsige, hvad der måske kan ske med ukrudtsbestanden på sigt, hvis praksis såsom doseringsvalg, valg af sædskifte eller såtidspunkt, ændres.

Hvad er populationsdynamik?

Populationsdynamik handler om hele den proces som en population - i dette tilfælde ukrudtsbestanden - gennemgår: fra frø i jorden, fremspiring, konkurrence, bekæmpelse og frøproduktion til nye frø i jorden. Den enkelte plantes skæbne er mindre vigtig - det er i højere grad bestandens udvikling over længere tid, som er interessant. Selvom ukrudt opformeres i en enkelt afgrøde, kan den generelle udvikling over længere tid godt være en reduktion af ukrudtsbestanden. Frøkrudtets populationsdynamik er illustreret i figur 1.

Ukrudtsbekæmpelse af frøkrudt er, som vist i figur 1, hovedsagelig rettet mod kimplanter og voksende planter - for det første, fordi man ved bekæmpelsen får reduceret den mængde ukrudt der er i afgrøden, og derved reducerer udbyttetab og andre gener fra ukrudt, og for det andet, fordi det er et tidspunkt hvor ukrudtsbestanden kan ses og bedømmes, og effekten af bekæmpelsen fremgår tydeligt.



Figur 1. Ukrudtets populationsdynamik. Firkantede kasser: ukrudtets stadier. Cirkler: mulighed for at påvirke ukrudtet.

Men ukrudtsbekæmpelse i sig selv er ikke altid nok. Der kan være situationer, hvor man ikke kan eller ønsker at bekæmpe direkte i afgrøden - fordi man ikke har midlerne, f.eks. i økologisk landbrug, eller fordi man ønsker at reducere brugen af bekæmpelsesmidler. Der kan være situationer, hvor brugen af bekæmpelsesmidler ikke er nok til at holde ukrudtsbestanden nede, f.eks. ved opformering af vindaks i et ensidigt vintersædskifte. I disse tilfælde vil det være relevant at prøve at udnytte de faktorer i dyrkningen, som påvirker ukrudtets livscyklus for om muligt at reducere ukrudtsbestanden på langt sigt. De samme midler kan naturligvis bruges til at reducere anvendelsen af kemisk bekæmpelse på langt sigt.

For at kunne gøre det, er det vigtigt at vide noget om ukrudtets frøpulje i jorden, frøenes levetid og spirehvile, ukrudtsarternes fremspiring, konkurrence mellem afgrøde og ukrudt, udbyttetab og krav til bekæmpelseseffektivitet, ukrudtets frøproduktion og ukrudtsfrøenes skæbne fra de bliver produceret, til de indgår i jordens pulje af ukrudtsfrø.

Ukrudtsfrøpuljen i jorden og frøenes levetid

I jordens pløjelag findes mange ukrudtsfrø. Antallet af frø fundne i 37 marker undersøgt i 1989 varierer fra 400 til 120.000 levende frø pr m². De frø der findes i jorden, er ophav til de ukrudtsplanter der spirer frem i marken, og der er således stor sandsynlighed for at der vil være en stor ukrudtsbestand i marker med stor frøpulje, mens marker med den laveste frøpulje i mange situationer slet ikke vil have behov for bekæmpelse.

Tabel 1. Gennemsnitligt antal frø fundet i pløjjord og antal arter optalt i de samme 37 marker i 1989 og 1964.

	1989	1964
Antal frø pr. m ²	128.000	149.000
- heraf levende	27.000	57.000
- uden tudsesiv	7.000	21.000
Antal arter i marken	10	17

Kilde: Jensen & Kjellsson, 1995.

Det er meget forskelligt hvor længe forskellige ukrudtsarters frø kan overleve i jorden, se tabel 2. Mens flere græsukrudtsarter har en forholdsvis kort levetid, ofte under 1-2 år, så er der en del tokimbladet ukrudt, hvis frø kan overleve i over 25 år, hvis jorden ikke bliver forstyrret. Selv under betingelser som er almindelige i dansk agerjord, med jævnlig

forstyrrelse af jorden i form af jordbearbejdning m.m., kan mange tokimfrøede ukrudtsarters frø overleve i over 5 år. Når først frøene er i jorden løses problemet altså ikke af sig selv.

Tabel 2. Forskellige ukrudtsarters overlevelse som frø i jord.
>: der fandtes stadig levedygtige frø ved undersøgelsens afslutning. -: der findes ikke relevante resultater.

Ukrudtsart	Overlevelse i uforstyrret jord, år	Overlevelse i forstyrret jord, år
Hyrdetaske	35	> 5
Hvidmelet gåsefod	> 49	> 5
Lugtløs kamille	> 26	> 5
Kornvalmue	> 26	-
Snerlepileurt	> 6	> 5
Alm. fuglegræs	30	> 5
Agersennep	> 26	> 5
Tofrøet vikke	> 25	-
Engbrandbæger	> 6	> 5
Kruset skræppe	80	> 5
Hanekro-arter	> 2	> 5
Agerævehale	4	> 1
Vindaks	4	> 1
Flyvehavre	> 8	4
Grøn skærmaks	> 39	> 5
Alm. hanespore	13	-
Gold Hejre	< 1	< 1

Kilder: bl. a. Milberg 1990.

Ukrudtsfrøenes spirehvile og fremspiring

De fleste ukrudtsfrø går i spirehvile, enten allerede mens de er på planten, eller når de bliver indarbejdet i jorden. Spirehvile betyder, at frøene ikke vil spire, selvom de får nogle forhold, som temperatur, fugtighed m.m., der ellers er gunstige for spiring. Spirehvilen bliver påvirket af især temperaturen i jorden, således at arter, der fortrinsvis spirer om foråret, bliver spirevillige, når temperaturen har været lav i en periode, mens arter, der fortrinsvis spirer om efteråret, bliver spirevillige, når temperaturen har været høj. I de fleste tilfælde er spirehvilen ikke absolut, således at en lille andel af frøene vil spire under gunstige betingelser, mens langt de fleste frø vil spire, når spirehvilen er brudt. Dette kommer i marken til udtryk ved at arter som Snerle-pileurt og Hanekro stort set udelukkende spirer i en meget afgrænset periode om foråret, mens arter som Korn-valmue, Vindaks og Agerævehale fortrinsvis spirer om efteråret. En lang række arter spirer dog villigt både forår og efterår, f.eks. Hyrdetaske og Alm. fuglegræs. Ukrudtsarternes fremspiringsforløb som et resultat af samspil mellem spirehvile og klima kan ses i Ukrudtsbekæmpelse i Landbruget (Melander 1998).

For en del arters vedkommende vil også lys påvirke spirehvilen. Dette kommer til udtryk ved at en jord, der er vinterpløjet og som ikke bliver rørt om foråret vil have langt mindre fremspiring af ukrudt, end en mark der bliver tilberedt til såbed. Ved enhver bearbejdning kommer der lys til frøene i jorden, og der skal kun en ganske kort impuls til at det virker. I tabel 3 ses nogle eksempler på hvilke arter, der påvirkes af lys.

Ukrudtsfrøene i jorden er normalt fordelt i pløjelaget, men det er kun de ukrudtsfrø der ligger i de øverste lag af jorden, som vil kunne spire frem og blive til planter. Frø, der spirer fra større dybder, vil gå til. Dybden afhænger af arten, men generelt kan man sige at jo større frøet er, jo dybere kan det spire fra. Storfrøede arter som Flyve-havre, Snerlepileurt og Burresnerre kan spire fra mindst 8-10 cm, mens meget småfrøede arter som Vindaks og Alm. brandbæger kun spirer

fra den øverste cm eller to. Oftest vil ukrudtsfrø gå i spirehvile, hvis de placeres i større dybde end den, som er optimal for deres spiring.

Tabel 3. Betydningen af lyspåvirkning for spiring.

Ukrudtsart	Spiring fremmes af kort lyspåvirkning	Spiring fremmes af varigt lys	Spiring fremmes ikke af lys
Agersennep	+		
Alm. fuglegræs	+	+	
Bleg pileurt	+	++	
Enårig rapgræs			+
Flerfarvet ærenpris			+
Forglemmigej			+
Hvidmelet gåsefod	+	+	
Lugtløs kamille		+	
Rød tvetand			+
Snerlepileurt			+
Vejpileurt	+	++	

Kilde: Milberg et al. 1996.

Ukrudtets frøproduktion og frøenes skæbne

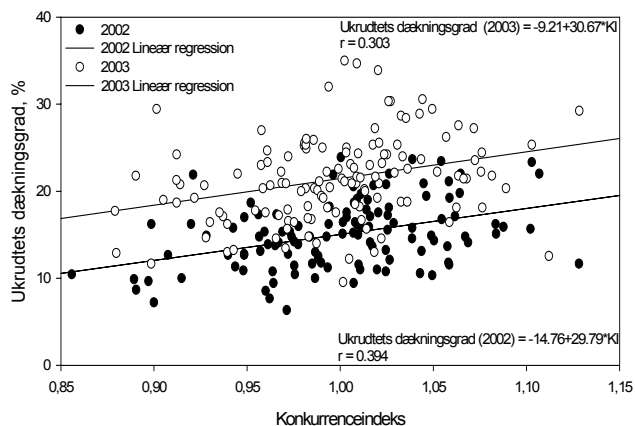
Ukrudtets frøproduktion er dels afhængigt af arten, dels af den aktuelle plantes vækstvilkår. Frøproduktionen hos en enkeltstående plante med rigelig næring kan variere fra over 20.000 frø for visse tokimbladete arter som Hyrdetaske, Hvidmelet gåsefod og Lugtløs kamille til under 1000 for græskrudtsarter som Gold hejre, Flyvehavre og Agerævehale. De enkelte arters frøproduktion under ideelle forhold kan ses i Ukrudtsbekæmpelse i Landbruget. Produktionen i en mark, hvor der både er afgrøde og ukrudt, vil være påvirket af konkurrenceforholdet mellem planterne, og generelt ser det ud til, at for den enkelte art er frøproduktionen direkte afhængig af planternes vægt. Det vil sige, at når planternes vægt reduceres som følge af bekæmpelse, reduceres samtidig frøproduktionen.

Det er muligt at fjerne ukrudtsfrøene inden de falder til jorden, f.eks. hvis der tages helsæd. Men de fleste ukrudtsarter har kastet en stor del af deres frø inden kornet høstes til modenhed. Derfor gælder det om at undgå, at de frø der ligger på jorden, også kommer til at indgå i jordens frøpulje. For de arter, der ikke allerede har spirehvile når de bliver kastet, vil der være en stor chance for at de spirer i stubben, især hvis der er fugtighed. Men der er også mange andre muligheder for at frøene kan gå til - fugle, mus og insekter fouragerer, og har lettest ved at finde frøene på jordoverfladen. Så snart der er foretaget en jordbearbejdning, vil der være risiko for at frøene går i spirehvile, og mindre chance for at de går til på anden måde. Man kunne tro, at en overlig indarbejdning i jorden ville fremme fremspiringen, men de fleste undersøgelser tyder på det modsatte.

Konkurrence mellem afgrøde og ukrudt og udbyttetab på grund af ukrudt

For at reducere ukrudtets vækstmuligheder og dermed både afgrødens udbyttetab og ukrudtets frøproduktion kan man anvende konkurrencesterke afgrøder eller sorter som et supplement til ukrudtsbekæmpelsen. I de senste år er der ved Danmarks JordbrugsForskning udviklet metoder til at indeksere vårbyg- og vinterhvedesorters konkurrenceevne overfor ukrudt, så landmanden også kan udnytte denne viden i sortsvalget. Et eksempel på effekten af forskelle i vårbygssorternes konkurrenceevne på ukrudtets dækningsgrad er vist i figur 2. Konkurrenceindekset er beregnet ud fra

målinger gennemført i observationsparcellerne under konventionelle forhold og ukrudtets dækningsgrad er registreret i sortsforsøg der er gennemført under økologiske dyrkningsbetingelser. Der ses en positiv sammenhæng mellem konkurrenceindekset og ukrudtets dækningsgrad, med en ensartet hældning på 0.3 begge år. Dette betyder at ved en stigning i konkurrenceindekset på 0.1 enhed forventes en stigning i ukrudtets dækningsgrad på ca 3%.



Figur 2. Ukrudtets dækningsgrad som funktion af vårbygskonkurrenceevne. Data til grund for beregningen af konkurrenceindekset stammer fra observationsparcellerne på 3 lokaliteter i 2002 og 5 lokaliteter i 2003. Ukrudtets dækningsgrad er registreret i 3 økologiske sortsforsøg i både 2002 og 2003.

Konkurrenceindekset for vårbyg (KI_{byg}) beregnes som

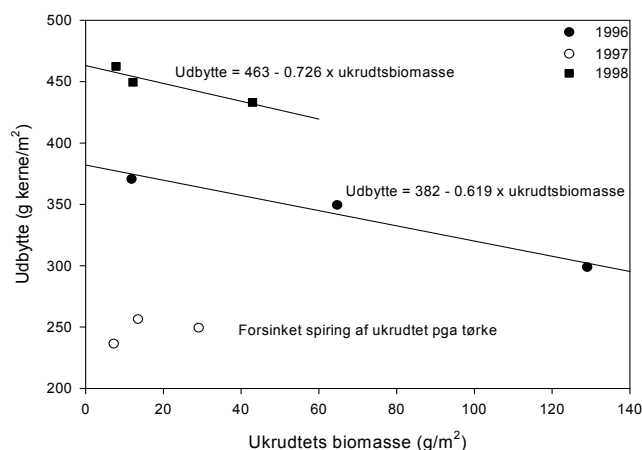
$$KI_{byg} = 1,895 - 0,422 \times LAI - 0,006 \times \text{Strållængde}$$

hvor strållængden måles fra jordoverfladen til aksets basis. Bladarealindekset (LAI) er målt i byggens blomstringsstadiet (vs 65) med et specielt apparatur. Generelt har sorter med større strållængde og større LAI, bedre konkurrenceevne (Hansen 2002). Sorter med et konkurrenceindeks mindre end 1 er således konkurrencestærke sorter, mens man i sorter med et konkurrenceindeks større end 1 vil forvente mere ukrudt.

I vækstsæsonerne 2001 og 2003 har der været gennemført landsforsøg med tre vinterhvedesorter (Kris, Cortez og Asketis), der er karakteriseret ved at have forskellig konkurrenceevne overfor ukrudt. Sorterne blev udsået med forskellig udsædsmængde og der blev anvendt lave herbiciddoseringer (maks 0.7 i behandlingsindeks). Resultaterne viser, ikke overraskende, at med stigende udsædsmængde falder ukrudtsmængden. Et andet interessant resultat fra denne forsøgsserie er at den konkurrencesvage sort Kris betaler mere for en ukrudtsbekæmpelse, end de to andre sorter (Pedersen 2002). Eller sagt på en anden måde: ved at vælge konkurrencestærke sorter, kan man forvente at opnå større bekæmpelseeffekt af nedsatte doseringer, idet det overlevende ukrudt hæmmes af den kraftigt voksende afgrøde.

I stedet for at angive ukrudtsmængden som dækningsgraden kan den også angives som den totale biomasse. I figur 3 er vist et eksempel på effekten af stigende ukrudtsbiomasse på afgrødens kerneudbytte. Der ses en udbyttereduktion på 73% i 1996 og 62% i 1998. Således forstås, at ved en forøgelse af ukrudtets biomasse med 100 g/m² blev der opserveret en reduktion af afgrødens udbytte på 62 eller 73 gram kerne/m². På grund af tørre forhold var ukrudtets fremspiring i forhold til afgrøden forsinket i 1997, hvilket tydeligt giver udslag i intet

eller minimalt udbyttetab. Udbyttereduktionen på grund af ukrudt kan således have meget varierende størrelse.



Figur 3. Udbytte som funktion af ukrudtets biomasse. I 1996 bestof ukrudtet hovedsagligt af Hvidmelet gåsefod, Snerlepileurt og Agerstedmoder. I 1997 var ukrudtets fremspiringen forsinket på grund af tørre forhold. Det var hovedsagligt Hvidmelet gåsefod, Snerlepileurt, Forglemmigej og Agerstedmoder, der forekom i forsøgene i 1997. I 1998 var hovedparten af ukrudtet Agerstedmoder. (Mod.e. Rasmussen 2002).

Eksempel på brug af populationsdynamik

Når den populationsdynamiske viden om en ukrudtsart er godt beskrevet, kan den indarbejdes i en matematisk model, som kan fremskrive artens udvikling over tid. Denne fremskrivning kan være med til at støtte både rådgiveren og landmanden i planlægningen af ukrudtsbekæmpelsen.

Her skal gives et eksempel på en ukrudtsart, hvor modellen kan hjælpe med at advare mod nogle meget u hensigtsmæssige valg. Vindaks er et særdeles tabsvoldende ukrudtsgræs, som har bredt sig til store dele af landet som følge af den øgede vintersæddyrkning op gennem 90'erne. Vindaks er en art, hvor populationsdynamikken efterhånden kendes rimeligt godt, så derfor kan problemer med denne art forudsiges nogenlunde. I tabel 4 er det angivet, hvad en populationsdynamisk modelberegning ville forudsige om vindaksbestandens udvikling over tid og det nødvendige effektkrav til kemisk ukrudtsbekæmpelse for at undgå, at bestanden opformerer. Eksemplerne er vist for to forskellige sædskifter og jordbearbejdningsstrategier.

Tabel 4. Populationsdynamisk modelberegning, som angiver udviklingen i en vindaksbestand i to forskellige sædskifter med henholdsvis pløjning og pløjefri jordbearbejdningsstrategier. Effektkravene til kemisk bekæmpelse er beregnet for et bekæmpelsesniveau, hvor bestanden ikke opformerer.

Sædskifte	Jordbearbejdning	Bestandsudvikling uden bekæmpelse	Effektkrav
100% vintersæd	Pløjning	Kraftig opformering – bestanden mere end fordobles per år	> 90%
	Pløjefri	Særdeles kraftig opformering – bestanden mere end tredobles per år	> 95%
75 % vintersæd	Pløjning	Moderat opformering – bestanden fordobles ikke per år	70 - 80%

Pløjefri	Kraftig opformering – bestanden mere end fordobles per år	> 90%
----------	---	-------

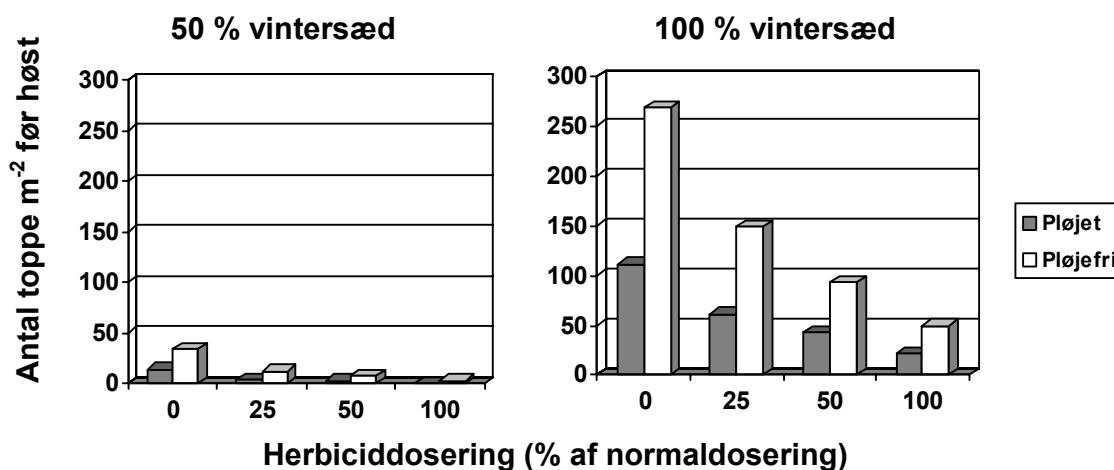
I figur 4 kan det ses, hvordan det er gået i et tysk fastliggende sædskifteforsøg, hvor en vindaksbestands udvikling er fulgt under to forskellige sædskifter, to forskellige jordbearbejdnings og fire forskellige herbiciddoseringer. Både modelberegningen og de tyske erfaringer viser tydeligt, at ensidig vintersæddyrkning kræver stor nøjagtighed med den kemiske bekæmpelse og at nedsatte doseringer vil være for usikkert. Undlades pløjning kan det være svært at holde vindaksbestanden på et acceptabelt niveau også selvom den kemiske bekæmpelse giver gode effekter. I det tyske eksempel er vindaksbestanden stadig så høj efter fuld dosering, at det vil give anledning til betydelige udbyttetab. Men ændres sædskiftet til fordel for flere vårsæde afgrøder, kan det have en markant effekt på vindaksbestanden, og det vil være nemmere at styre bestanden på et acceptabelt niveau, uden at herbicidforbruget bliver stort. Modellen kan således gøre landmanden opmærksom på situationer, som kan give anledning til alvorlige problemer.

Afslutning

Ved Danmarks JordbrugsForskning er vi i færd med at udvikle et redskab, som kan hjælpe med at forudsige udviklingen i ukrudtsbestanden under forskellige forudsætninger. Ideen er at man ved at ændre på sædskifte, kulturtekniske foranstaltninger og bekæmpelseseffekt kan se hvordan en bestemt ukrudtsart vil udvikle sig under disse forhold. Derved kan man f.eks. vælge at man ikke vil have et rent vintersædskifte, hvis man har problemer med vindaks, eller man kan vælge at man er nødt til hvert år at opnå en bestemt bekæmpelseseffekt, for at undgå at en bestemt ukrudtsart opformerer sig. Modellen er ikke beregnet til at forudsige hvor meget ukrudt der er i den enkelte mark et bestemt år, men til at forudsige udviklingen.

Referencer

- Hansen, P.K. (2003): Beregning af konkurrenceindeks i vinterhvede og vårbyg (KI). I Deneken, G & Pedersen, J.B. (Eds.), ”Sortsforøg 2003. Korn, bælgssæd og olieplanter,” Danmarks JordbrugsForskning og Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, 7, 20 og 29.
- Jensen, H.A. & Kjellsson, G. (1995): Frøpuljens størrelse og dynamik i moderne landbrug 1. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 13.
- Melander, B. (1998): Beskrivelse af ukrudtsarterne. I: Ukrudtsbekæmpelse i Landbruget, Danmarks JordbrugsForskning.
- Milberg, P. (1990): Hur länge kan ett frö leva? Svensk botanisk Tidskrift 84, 323-352.
- Milberg, P.; Andersson, L. & Noronha, A. (1996): Seed Germination after short-duration light exposure: implications for the photo-control of weeds. Journal of Applied Ecology 33 (6), 1469-1478.
- Pedersen C.Å. (2002): Oversigt over landsforsøgene 2002. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl. 84.
- Rasmussen, K. (2002): Influence of liquid manure application method on weed control in spring cereals. Weed Research 42, 287-298.



Figur 4. Udviklingen i en vindaksbestand efter en længere årrække i tyske fastliggende sædskifteforsøg med to forskellige jordbearbejdnings og hvor vindaksen er bekæmpet med forskellige herbiciddoseringer