

VERTROUWELIJK

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

Verslagen
nr. 19, 1978

VERSLAG VAN EEN STUDIEREIS NAAR ENGELAND
VAN 17-25 JULI 1978

door

E.M. Staas-Ebregt

100648

Inhoud

	Blz.
Inleiding	5
Concurrentie-onderzoek	9
Kiemingsonderzoek	13
Overig (oecologisch) onderzoek	19

Inleiding

In verband met het eigen onderzoek op het gebied van de onkruid-oecologie (speciaal: onderzoek naar de voor onkruidconcurrentie gevoelige periode van maïs en de kieming van onkruiden) zijn van 17 - 25 juli personen en instellingen in Engeland bezocht, die eveneens op dit terrein werkzaam zijn.

Het doel van de reis was om:

- kennis te maken met doelstellingen en aanpak van zowel concurrentie- als kiemingsonderzoek en
 - een overzicht te krijgen van het in Engeland plaatsvindende onkruid-oecologisch onderzoek
- teneinde de doelstellingen, aanpak en prioriteiten van het eigen onderzoek te kunnen toetsen aan die van vergelijkbaar onderzoek alsmede om ideeën op te doen, die dit en andere onkruidonderzoeken zouden kunnen steunen en/of richten.

De bezochte instellingen met het in dit verslag vermelde onderzoek zijn:

1. Rothamsted Experimental Station

Harpenden, Herts AL5 2JQ

- Onkruidopnamen op de klassieke experimenten (speciaal het zogenaamde Broadbalk experiment) (J.M. Thurston);

2. Weed Research Organization (WRO)

Begbroke Hill, Yarnton, Oxford OX5 1PF

Botany Group (hoofd R.J. Chancellor)

- Concurrentie-onderzoek in wintertarwe (N.C.B. Peters)
- Kieming van *Avena fatua* (wilde haver) (N.C.B. Peters)
- Onkruidontwikkeling bij minimale grondbewerking (R.J. Froud Williams)
- Invloed van het maaisschema op de botanische samenstelling van grasland (E.D. Williams)

Annual Crops Group (hoofd G.W. Cussans)

- Herbicidenonderzoek ter bestrijding van *Avena fatua* en *Alopecurus*

- myosuroides* (duist) in granen (M.E. Thornton, J. Holroyd)
- Minimale grondbewerking (J.G. Elliot, F. Pollard)
 - Aardappelopslagonderzoek (G.W. Cussans, P.J. Lutman)
 - Model voor de populatie-ontwikkeling van *Avena fatua* en *Alopecurus myosuroides* in granen (B.J. Wilson, G.W. Cussans);
3. National Vegetable Research Station (NVRS)
Wellesbourne, Warwick CV35 9EF
- Concurrentie-onderzoek in een aantal tuinbouwgewassen (R.T. Hewson, A.H. Roberts), afgesloten onderzoek
 - Kiemingsonderzoek (A.H. Roberts e.a.);
4. University of Reading (Department of Agriculture and Horticulture)
Earley Gate, Reading RG6 2AT
- Invloed van wisseltemperatuur, licht en nitraat op de kieming van onkruidzaden (E.M. Vincent, E.H. Roberts), afgesloten onderzoek
 - Onderzoek naar het fundamentele proces, waarop kiemrustbrekende factoren (en kiemrustbrekende middelen) ingrijpen (E.H. Roberts e.a.)
 - Overleving van zaden van cultuurgewassen bij droge bewaarmstandigheden (Richard)
 - Onderzoek naar de bewaarmogelijkheden van zaden, die niet droog bewaard kunnen worden (Allison);
5. University College of North Wales (School of Plant Biology)
Memorial Buildings, Bangor LL57 2UW
- Allelopathie en concurrentie door *Elytrigia repens* (kweek) in wintertarwe (C. Hunter, doctoraal studente van professor G.R. Sagar)
 - Simulatie van groeiwijze en verspreiding van plantesoorten (J.L. Harper)
 - Populatiegenetica van *Capsella bursa-pastoris* (herderstasje) (K. Garbutt)
 - Genetica van twee typen kiemrust bij *Sinapis arvensis* (herik) (K. Garbutt)
 - Populatie-dynamica van wel en niet anthocyaanhoudende klaver (R. Dirzo-Minjarex).

Het onderzoek op het Rothamsted Experimental Station ligt voornamelijk op het terrein van planteziekten, bodenkunde en bemesting. Een overzicht hiervan is te vinden in de regelmatig bijgewerkte uitgave "Rothamsted Experimental Station guide".

Van de ongeveer 800 mensen, die momenteel op het Rothamsted Experimental Station werkzaam zijn, houden alleen Thurston en een assistent zich met onkruidonderzoek bezig. Historisch gezien is het onkruidonderzoek (dat met de pensionering van Thurston van het instituut zal verdwijnen) voortgekomen uit de bestudering van de (onkruid)vegetaties op de zogenaamde klassieke experimenten (meer dan 100 jaar oud), waarvan de voornaamste tot doel hadden het effect van verschillende bemestingen te vergelijken bij continue teelt van tarwe (het zogenaamde Broadbalk experiment), gerst en gras. Thurston heeft de opnamen op deze experimenten gecontinueerd en zich daarnaast ontwikkeld tot een expert op het gebied van de biologie van *Avena fatua* en *Alopecurus myosuroides*.

Door opvolgende medewerkers van haar (P.J. Welbank en E.D. Williams) is onderzoek verricht aan twee andere onkruidsoorten: *Elytrigia repens* en *Agrostis gigantea* (hoog struisgras). Over het onderzoek met de genoemde soorten zijn verschillende publikaties verschenen. De laatste medewerker van Thurston (Williams) is nu werkzaam bij de Botany Group van de WRO.

De WRO (tien afdelingen, ongeveer 150 medewerkers) is in 1960 opgericht als centrum voor onderzoek en informatie over onkruiden en hun bestrijding. De taak van de WRO bij de oprichting behelsde de evaluatie van de op de markt gebrachte herbiciden. Sinds het midden van de jaren zestig echter is de nadruk komen te liggen op een geïntegreerde benadering van onkruidproblemen en -bestrijdingsmogelijkheden, waarbij de herbiciden niet meer centraal staan.

De beide bij de WRO bezochte afdelingen, de Botany Group van Chancellor (biologisch-oecologisch onkruidonderzoek) en de Annual Crops Group van Cussans (onkruidproblemen in eenjarige gewassen, voornamelijk granen) hebben verschillende raakvlakken, waarbij ze van elkaars onder-

zoek profiteren, zoals ook uit het hierna volgende verslag zal blijken.

De afdeling van A.H. Roberts op het National Vegetable Research Station in Wellesbourne heeft tot taak de toepassingsmogelijkheden van herbiciden in tuinbouwgewassen te onderzoeken (testen van herbiciden en combinaties ervan, persistentie-onderzoek). Niet tot de officiële taak van Roberts behoort het overige onderzoek, zoals het concurrentie- en kiemingsonderzoek.

Alleen kiemingsonderzoek wordt gedaan op de afdeling van professor E.H. Roberts (Universiteit van Reading), waar men vooral geïnteresseerd is in de fysiologie van kiemrust en kieming en de factoren, die bij deze processen een rol spelen. Het onderzoek is niet speciaal gericht op onkruiden. Doctoraal studenten worden bij het onderzoek ingezet.

Het laatste is ook het geval op de afdeling van professor Harper (Universiteit van Bangor), waar uit het onderzoek naar de populatiedynamiek van (planten)gemeenschappen verschillende onderwerpen komen, die in drie jaar door doctoraal studenten bewerkt kunnen worden.

Op alle instituten werd ik bijzonder hartelijk ontvangen. De kennismaking met zowel de onderzoekers als het onderzoek op de bezochte instellingen zijn een goede basis voor een verdere dialoog. Ook heeft de reis verschillende praktisch en theoretisch waardevolle gegevens opgeleverd.

In dit verslag van het onderzoek, waarmee kennis is gemaakt, is ernaar gestreefd een zo volledig mogelijk overzicht te geven. Hierdoor is het verslag soms wat anekdotisch van aard.

Het concurrentie- en kiemingsonderzoek is in afzonderlijke hoofdstukken ondergebracht. Al het overige onderzoek wordt in het hoofdstuk "overig onderzoek" besproken.

Concurrentie-onderzoek

Zowel bij de WRO en het NVRS als in Bangor (School of Plant Biology) wordt onderzoek gedaan naar onkruid/gewasrelaties. Bij de eerste twee instituten vindt een voornamelijk praktische benadering plaats (onderzoek naar voor onkruidconcurrentie (on)gevoelige perioden in de gewasontwikkeling en naar toelaatbare onkruidhoeveelheden). In Bangor staat een fundamentele benadering voorop (oorzaken van concurrentie, allelopathie).

Met onderzoek naar voor onkruidconcurrentie (on)gevoelige perioden in de gewasontwikkeling en naar toelaatbare onkruidhoeveelheden wordt beoogd wiederarbeid (akkerbouw die geen gebruik maakt of kan maken van herbiciden) en/of het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen (met name persistente) te beperken. Kennis van de voor concurrentie gevoelige periode van een gewas en van toelaatbare onkruidhoeveelheden kan bijvoorbeeld ook leiden tot het gebruik van onderbegroeiingen met een gunstige cyclus ten aanzien van de voor concurrentie gevoelige periode.

Door onkruid tot en vanaf verschillende gewasstadia toe te laten of weg te houden kan enerzijds vastgesteld worden gedurende welke perioden onkruid uit een oogpunt van concurrentie zonder bezwaar kan worden toegelaten en anderzijds gedurende welke perioden aanwezigheid van onkruid concurrentieschade tot gevolg heeft en dus onkruidbestrijding op zijn plaats kan zijn. Het resultaat kan worden vastgelegd in een grafiek (zie fig. 1, 2 en 3).

Een dergelijk onderzoek geeft echter alleen een beeld van de perioden, waarin de afwezigheid uit een oogpunt van concurrentie gewenst is. Van verdere wensen ten aanzien van aan- en/of afwezigheid van onkruiden gedurende verschillende perioden in de gewasontwikkeling (in verband met bijvoorbeeld oogst, ziekten en plagen, terugkeer van onkruidzaden in de bodem enz.) is het afhankelijk vanaf welk moment en voor hoe lang onkruidbestrijdingsmaatregelen genomen dienen te worden en welke maatregelen uit (milieu)technisch en economisch gezichtspunt mogelijk zijn. Dit kan ook in samenhang gezien worden met de kennis omtrent toelaatbare onkruidhoeveelheden.

Bij de WRO heeft het concurrentie-onderzoek tot doel een keuze mogelijk te maken tussen de meest geschikte herbiciden voor toepassing in wintertarwe, rekening houdend met enerzijds werkingsduur, bestrijdingspotentie en -spectrum (Annual Crops Group) van deze middelen en anderzijds met de schade door afzonderlijke onkruidsoorten en het tijdstip, waarop deze schade in het gewas optreedt (Botany Group).

Het onderzoek naar de voor onkruid (on)gevoelige perioden en toelaatbare onkruidhoeveelheden in wintertarwe wordt door Peters gedaan. In eerste instantie is bij dit onderzoek *Alopecurus myosuroides* betrokken. Het onderzoek wordt geheel met veldproeven uitgevoerd.

Er wordt gewerkt met drie onkruidbezettingen (50, 100 en 150 planten per m²) en twee perioden van concurrentieduur, nl. concurrentie tot het vierde bladstadium van de tarwe en concurrentie tot en met het uitstelen van de tarwe (herfst, respectievelijk voorjaar). De keuze van deze stadia in de gewasontwikkeling is deels gebaseerd op de resultaten van het onderzoek naar de voor *Avena fatua* gevoelige periode in zomergranen (de aanwezigheid van *Avena fatua* tot het vierde bladstadium in zomergranen heeft geen nadelige invloed op het gewas (doctoraal onderzoek van Peters)) en deels op het uitschakelen van een herfst- en/of voorjaarsbespuiting.

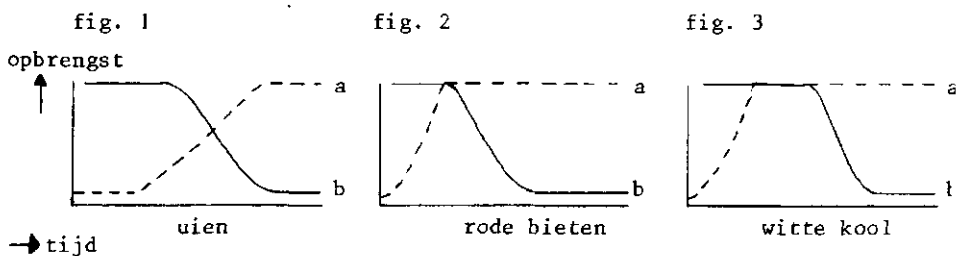
Ook in wintertarwe lijkt de aanwezigheid van onkruid (*Alopecurus myosuroides*) tot het vierde bladstadium geen nadelig effect te hebben op de gewasontwikkeling. Aanwezigheid van dit onkruid tot het voorjaar is zeker bij de hoogste bezetting (150 planten per m²) wel schadelijk.

Hoewel het onderzoek met *Alopecurus myosuroides* gestart is, ligt het in de bedoeling ook de concurrentie van *Avena fatua* en dicotyle onkruiden in wintertarwe te bestuderen. De onkruidkeuze voor het concurrentie-onderzoek is afhankelijk van de belangrijkheid van een soort in de teelt en van de invloed van middelen en combinaties van middelen op de samenstelling van de onkruidflora. Het laatste aspect wordt door de Annual Crops Group bestudeerd.

Het onderzoek van Peters houdt alleen rekening met de gevolgen van de aanwezigheid van onkruiden op korte termijn (wel/geen opbrengst-

derving). Hierop is het model over de populatiedynamiek van *Alopecurus myosuroides* en *Avena fatua* van Wilson en Cussans van de Annual Crops Group een aanvulling, daar het uitspraken over de toelaatbare hoeveelheid van deze soorten in een teeltsysteem, dus op langere termijn, mogelijk moet maken.

Het doel van het concurrentie-onderzoek dat door een doctoraal student (R.T. Hewson) op de afdeling van A.H. Roberts (NVR) is gedaan, was het vaststellen en vergelijken van de voor onkruidconcurrentie (on)gevoelige perioden in drie tuinbouwgewassen (uien, rode bieten en witte kool), die men op grond van hun verschillende groeiwijze had uitgezocht. Op basis van de gemiddelden der waarnemingen werden bij deze gewassen de volgende drie situaties gevonden (fig. 1, 2 en 3):



Lijn a geeft hierin de gewasopbrengst aan bij onkruidconcurrentie vanaf een zeker tijdstip.

Lijn b idem bij concurrentie tot een zeker tijdstip.

Niet op basis van de gemiddelden der waarnemingen, maar uitgaande van de gevonden extremen is in het volgende staatje voor elk van de door Hewson onderzochte gewassen vermeld hoeveel weken na 50% gewasopkomst lijn b daalt respectievelijk lijn a niet meer stijgt.

gewas	dalen lijn b	niet meer stijgen lijn a
uien*	4 - 6 ca. 3 echte blaadjes	6 - 8
rode bieten	3 - 6	2 - 4
witte kool	3 - 7	2 - 3

*De Stichting Nederlandse Uienfederatie vond geen opbrengstreductie bij aanwezigheid van onkruid tot 4-5 weken na 100% gewasopkomst.

Met de figuren 1, 2 en 3 wordt een overzicht gegeven van de verschillende karakteristieken van het verloop van voor concurrentie (on)gevoelige perioden.

Voor gewassen, waarbij onkruid alleen nadelig zou zijn voor de gewasproductie (bijvoorbeeld witte kool, in welke teelt oogstbelemmering door onkruid geen rol van betekenis hoeft te spelen, daar deze doorgaans met de hand geoogst wordt) is een situatie als in fig. 3 bijzonder gunstig. In principe is hier nl. een eenmalige verwijdering van de onkruidvegetatie voldoende, terwijl er een zekere veiligheidsmarge in uitvoeringstijdstip aanwezig is.

In de figuren 1, 2 en 3 staan de eindopbrengsten. Deze zeggen niets over de gewasopbrengst ten tijde van de onkruidverwijdering (lijn b) of de toelating van onkruid (lijn a). Het is echter mogelijk, dat er een tijdspanne is, waarin ten tijde van het verwijderen van het onkruid een achterstand in de gewasontwikkeling is ontstaan (vlak voor dalen lijn b), die zich nog kan herstellen als er geen onkruid meer verschijnt. Wordt er echter kort na deze schoning weer onkruid toegelaten, dan kan het wel eens zijn, dat herstel van die achterstand niet meer (volledig) optreedt. Daarom dient in de praktijk nagegaan te worden of een eenmalige verwijdering van onkruid inderdaad mogelijk is. Hewson heeft dit voor witte kool uitgezocht door een eenmalige bespuiting van Paraquat/Diquat drie weken na 50% gewasopkomst uit te voeren (met bescherming van het gewas). De kolen ontwikkelden zich onder deze behandeling precies zoals op de onkruidvrije veldjes.

De grenzen van de voor concurrentie (on)gevoelige perioden van een gewas fluctueren afhankelijk van de ontwikkeling en samenstelling van de onkruidpopulatie in relatie tot de gewasontwikkeling en afhankelijk van de weersomstandigheden. Daar de weersomstandigheden zich als het ware afspiegelen in de onkruid/gewasontwikkeling is het zinvoller de concurrentieduur af te laten hangen van de gewasontwikkeling (zie onderzoek Peters) dan van de tijd (zie onderzoek Hewson). Bovendien zouden de resultaten uit onderzoek naar voor onkruid (on)gevoelige perioden

beter te accepteren en toepasbaar te maken zijn, wanneer het concurrentieverloop theoretisch onderbouwd zou worden.

Onderzoek, dat deze richting opgaat, wordt in Bangor (School of Plant Biology) door een doctoraal studente (S. Hunter) van professor Sagar gedaan. Zij bestudeert de ontwikkeling van wintertarwe en *Elytrigia repens* (apart en in elkaars aanwezigheid) bij afwezigheid van telkens andere voedingselementen, terwijl water en lichtconcurrentie uitgesloten worden. Er waren nog geen resultaten van dit onderzoek.

Oorspronkelijk was het doctoraal onderzoek van Hunter gewijd aan het bestuderen van het allelopathisch effect van kweek op tarwe, dat voorgangers van haar zouden hebben gevonden. Het lukte haar echter niet bij herhaling van dezelfde proeven (hoe precies werd niet duidelijk, waarschijnlijk proeven op scherp zand in Mitscherlich-potten in de kas met uitsluiting van concurrentie) een allelopathisch effect van kweek op tarwe te verkrijgen.

De aanpak van het veldonderzoek naar voor onkruidconcurrentie (on)gevoelige perioden door Peters en Hewson kwam in hoofdlijnen overeen met die van mijn onderzoek naar deze perioden in maïs. Zowel bij de WRO als bij de NVRS was men van mening, dat veldonderzoek de grenzen van de voor onkruid (on)gevoelige perioden voldoende vastlegt. Er bestond geen behoefte aan nadere analyse van het concurrentieverloop onder meer geconditioneerde omstandigheden, zoals bij het maïsonderzoek gedaan wordt.

Opvallend was bovendien, dat men met het concurrentie-onderzoek bij de WRO alleen een meer gericht gebruik van herbiciden beoogde, terwijl andere onkruidbestrijdingsmaatregelen buiten beschouwing werden gelaten. Ook bij de NVRS werd zo gedacht.

Kiemingsonderzoek

Onderzoek, dat betrekking heeft op kieming van (onkruid)zaden word gedaan op de afdeling van professor E.H. Roberts van de Universiteit van Reading, op de afdeling van A.H. Roberts (NVRS) bij de WRO en op het

Rothamsted Experimental Station (zie ook onder "overig onderzoek"). Van de volgende onderzoekingen op de afdeling van E.H. Roberts is het eerste afgesloten, het tweede wordt nog verder uitgewerkt, terwijl het derde en vierde juist gestart zijn.

Onderzoek naar de invloed van wisseltemperatuur, licht en nitraat op de kieming van onkruidsoorten. Het doel van dit onderzoek was inzicht te krijgen in de rol, die de drie belangrijkste kiemrustbrekende factoren (wisseltemperatuur, licht en nitraat) alleen en in combinatie spelen bij het breken van de kiemrust.

Voor dit onderzoek werden de volgende onkruidsoorten gebruikt: *Chenopodium album* (melganzevoet), *Polygonum persicaria* (perzikkruid) en *polyspermum* (korrelganzevoet), *Papaver rhoeas* (gewone klaproos), *Chrysanthemum segetum* (gele ganzebloem), *Capsella bursa-pastoris*, *Rumex crispus* (krulzuring) en *Sinapis arvensis*. Bij de behandeling constante temperatuur, donker en afwezigheid van nitraat, trad de minste kieming op.

Door de systematische opzet van het onderzoek werd het belang van interacties tussen kiemrustbrekende factoren voor het tot stand komen van kieming aangetoond. Elke afzonderlijke factor (wisseltemperatuur, geen licht, geen nitraat of constante temperatuur, licht, geen nitraat of constante temperatuur, geen licht, nitraat) bleek namelijk niet of nauwelijks in staat de kiemrust te breken. Combinatie van twee factoren echter (wisseltemperatuur, licht, geen nitraat of wisseltemperatuur, geen licht, wel nitraat enz.), en vooral van alle drie factoren had wel kieming tot gevolg. Hierbij gaven de combinaties met licht doorgaans het grootste effect.

Het belang van dit onderzoek ligt hierin, dat duidelijk naar voren is gekomen, dat de interactie tussen factoren belangrijker is dan de factoren afzonderlijk.

Onderzoek naar het fundamentele proces, waarop kiemrustbrekende factoren (en middelen) ingrijpen. Aangetoond is, dat deze factoren (en middelen) inwerken op de pentosefosfaatweg. Hoe vervolgens de pentosefosfaatweg de eigenlijke kieming initieert, is onbekend. Vermoedelijk speelt hij een rol bij de celstrekking. Onderzoek hiernaar is gaande.

Onderzoek naar de overleving van zaden van cultuurgewassen, die onder droge omstandigheden bewaard worden (modelmatige aanpak). Dit onderzoek wordt uitgevoerd door een doctoraal student (Richard) en komt voort uit de praktische vraag, hoeveel kiemkrachtig zaad er na verloop van tijd nog beschikbaar is, wanneer men slechts de beschikking heeft over kleine en kostbare porties (b.v. in een genenbank). Tropische gewassen staan centraal: maïs, sorghum, gierst, suikerriet, cassave en yam

Onderzoek naar de mogelijkheden om zaden, die noch onder droge noch onder vochtige omstandigheden bewaard kunnen worden, toch te kunnen bewaren. Ook dit onderzoek komt voort uit een praktijkprobleem. Sommige zaden verliezen hun kiemkracht bij bewaring onder droge omstandigheden, terwijl onder vochtige omstandigheden kieming optreedt. Systematisch onderzoek is onder andere gericht op kennis van grensvochtgehaltenes (voor bewaring en kieming), kiemremmers en invriezen.

Op het NVRS heeft H.A. Roberts met zijn kiemingsonderzoek altijd voor ogen gehad gegevens te krijgen, die richting zouden kunnen geven voor bestrijdingsstrategieën. In dit verband kan het onderzoek naar de kiemingsperiodiciteit van een twintigtal onkruidsoorten, waaronder *Poa annua* (straatgras), *Stellaria media* (vogelmuur), *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Polygonum convolvulus* (zwaluw tong) en *Polygonum aviculare* (varkensgras) genoemd worden. Kennis omtrent het jaarlijkse kiemingsverloop van onkruidsoorten kan immers belangrijk zijn in verband met het juiste bestrijdingstijdstip.

Ook bij de WRO (Chancellor) en het Rothamsted Experimental Station (Thurston) zijn van jaren gegevens aanwezig over het kiemingsverloop van verschillende onkruidsoorten. Daar verwacht mag worden, dat de gevonden kiemingspatronen in sterke mate overeenkomen met die van dezelfde onkruidsoorten in Nederland is het jammer, dat alleen H.A. Roberts zijn gegevens gepubliceerd heeft.

Kiemingspatronen van afzonderlijke onkruidsoorten blijken in hoofdlijnen elk jaar dezelfde te zijn. Het is echter bijzonder moeilijk de hiervoor verantwoordelijke factoren te vinden. Zo probeerde E.H. Roberts bijvoorbeeld een relatie te leggen tussen de kiemingsfluctuaties van dri

soorten namelijk *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris* en *Poa annua* en de fluctuaties van nitraat in de grond, bodemtemperatuur en regenval. Hij kon echter geen enkel verband vinden tussen de gemeten abiotische factoren en de kieming.

Over een eventueel bestaan van genetisch verschillende typen binnen een soort ten aanzien van kiemingspatronen was alleen in Bangor (School of Plant Biology) iets bekend. Men beschikte hier over twee morfologisch niet van elkaar te onderscheiden typen *Sinapis arvensis*, waarvan het ene voor 100% in het donker kiemde, terwijl het andere alleen met GA en licht tot kiemen te brengen was. De vererving leek op polygenen te berusten (K. Garbutt).

Verder bleek Thurston (Rothamsted Experimental Station) eens onderzocht te hebben of de in de herfst respectievelijk voorjaar kiemende *Alopecurus myosuroides* zaden tot genetisch verschillende populaties behoorden. Dit was echter niet het geval.

Met dezelfde twintig onkruidsoorten (zie kiemingsperiodiciteit) onderzocht H.A. Roberts ook de invloed van grondbewerking op de overleving van onkruidzaden in de bodem. Zowel met als zonder grondbewerking vond, bij afsluiting van toevoer van nieuwe zaden, een exponentiële afname van de totale zaadpopulatie plaats. In de uitgangssituatie was van elke soort een zelfde aantal zaden aanwezig. De afname bij regelmatige grondbewerking (drie- tot vijfmaal per jaar) verliep echter aanzienlijk sneller dan die zonder grondbewerking (halvering van zaadpopulaties binnen twee respectievelijk na zes jaar). Door grondbewerking krijgen meer zaden de gelegenheid te kiemen. Er worden steeds nieuwe zaden naar boven gehaald, die aan de oppervlakte betere kiemingscondities (licht, grotere temperatuurfluctuaties) vinden dan in diepere lagen.

Volgens E.H. Roberts is ook een deel van het verdwijnen van zaden in diepere lagen aan kieming te danken. Kieming op grotere diepte is niet in tegenspraak met de resultaten van zijn onderzoek naar kiemrustbrekende factoren. Twee van de drie belangrijkste kiemrustbrekende factoren zijn immers ook daar aanwezig, namelijk temperatuurfluctuaties (zij het geringer dan aan het bodemoppervlak) en nitraat.

De laatste jaren wordt door H.A. Roberts en medewerkers het kiemingsgedrag van afzonderlijke onkruidsoorten bestudeerd in afhankelijkheid van bewaaromstandigheden (zaden buiten begraven, zaden droog bewaard onder laboratoriumomstandigheden) en kiemingsvoorwaarden (diverse temperatuurregimes en/of licht, en/of nitraat, enz.). Door periodiek een deel van de begraven en bewaarde zaden te kiemen te leggen wordt inzicht verkregen in de omstandigheden die kiemrust breken en/of kieming mogelijk maken in afhankelijkheid van de tijd van het jaar en/of leeftijd der zaden. Ook wordt met deze opzet informatie verkregen over de omstandigheden, waaronder zaden van een zekere soort het beste bewaard en tot kieming gebracht kunnen worden (bijvoorbeeld voor proefdoel-einden).

Publikaties zijn verschenen over de volgende soorten: *Veronica hederifolia* (klimopbladereprijs), *Stellaria media*, *Solanum dulcamara* (bitterzoet) en *Polygonum aviculare*. Soortgelijk onderzoek loopt nog ten aanzien van *Solanum sarachoides* (saracha nachtschade). De laatste soort, die in Nederland nauwelijks voorkomt, wordt in Engeland als een opkomend onkruid in tuinbouwgewassen beschouwd.

Nog steeds een groot probleemonkruid in Engeland is *Avena fatua*. De voornaamste oorzaak hiervan is de opeenvolgende teelt van granen, met name zomergranen, waaraan de ontwikkelingscyclus van *Avena fatua* goed is aangepast.

Omdat deze soort over een vrij lange periode kan kiemen en daardoor moeilijk te bestrijden is, heeft men bij de WRO gezocht naar een methode de zaden tegelijkertijd te laten kiemen om zodoende met één bestrijdingsmaatregel een groot deel van de populatie op te kunnen ruimen. Hiertoe is onder andere het kiemrustbrekende middel benzoylpropethyl geprobeerd. Er werd wel een grotere totale kieming met dit middel verkregen, maar de spreiding van de kieming in de tijd bleef bestaan.

Door Peters werd toen het onderzoek naar de oorzaken van deze spreiding opgenomen. Hij toonde een verschil in kiemrust aan tussen het eerste en tweede zaad in elk aartje. Wanneer de zaden op het bodemoppervlak blijven liggen kiemt het eerste (en grootste) zaad meestal het

eerste voorjaar, het tweede zaad het jaar daarop. Dit verschil valt weg, wanneer de zaden begraven worden.

Ook werd de kieming in afhankelijkheid van de liggingsdiepte in de bodem onderzocht. De kieming der zaden bleek van de diepte af te hangen: van de zaden van *Avena fatua*, die op grotere diepte gelegen hadden (10 cm), kiemden er minder dan van de zaden op minder grote diepte (2 cm). Via constateringen van deze aard richt het onderzoek zich meer en meer op het karakter en het ontstaan van de kiemrust zelf en op de kiemrustbrekende mechanismen.

Van praktische betekenis zijn van de voorgaande onderzoeken die naar de kiemingsperiodiciteit van verschillende onkruidsoorten te noemen en het onderzoek van A.H. Roberts, dat de betekenis van herhaalde grondbewerking voor de reductie van zaadpopulaties in de bodem aantoonde.

Van fundamentele betekenis is vooral het onderzoek naar de invloed van verschillende kiemrustbrekende factoren op de kieming van een achttal onkruidsoorten van E.H. Roberts, waarin het belang naar voren kwam van juist de interactie van deze factoren voor het breken van kiemrust en/of het mogelijk maken van kieming. De resultaten uit dit onderzoek zijn daarom ook van belang voor de interpretatie van gegevens uit het onderzoek naar de omstandigheden, waaronder *Cirsium arvense* (akkerdistel) kiemt en het onderzoek naar de kiemingsperiodiciteit van onder verschillende omstandigheden bewaarde *Chenopodium album* en *Cirsium arvense* zaden, die op het CABO plaatsvinden.

Zowel E.H. Roberts als A.H. Roberts waren geïnteresseerd in ons onderzoek naar het bestaan van in kiemingsperiodiciteit verschillende populaties binnen een soort (toegesplitst op *Galium aparine* (kleefkruid)). Zij doen zelf geen onderzoek in deze richting. Ook was er belangstelling in Bangor, waar K. Garbutt de genetische achtergrond bestudeert van twee qua type kiemrust verschillende "lijnen" van *Sinapis arvensis*.

Overig (oecologisch) onderzoek

Op het Rothamsted Experimental Station maakt Thurston alleen nog de onkruidopnamen op het Broadbalk experiment. In verband met haar naderende pensionering is al het overige onkruidonderzoek beëindigd.

Het Broadbalk experiment is in 1843 opgezet om de invloed van verschillende bemestingen (organische en anorganische) te bestuderen op de ontwikkeling van in continue teelt verbouwde tarwe. Hoewel er in de loop der tijd een aantal veranderingen in de oorspronkelijke opzet is aangebracht is de basisopzet (verschillende bemestingen) dezelfde gebleven. De veranderingen bestaan o.a. hieruit, dat sinds 1957 op een deel van het veld een vruchtwisseling is doorgevoerd en dat herbiciden, het braakjaar (eens in de vijf jaar) onder andere ter bestrijding van onkruiden, hebben vervangen.

Naast het onderzoek op het gebied van gewasontwikkeling, bodemtoestand, ziekten en plagen (verwezen kan worden naar de verschillende rapporten, die over het onderzoek op het Broadbalk experiment zijn verschenen) zijn er regelmatig onkruidopnamen gemaakt om de onkruidsituatie vast te leggen.

De verschillende bemestingen hebben geleid tot verschillen in de op de diverse veldjes voorkomende onkruidsoorten onder overigens dezelfde (weers- en) beheersomstandigheden. Zo zijn bijvoorbeeld soorten als *Vicia sativa* (voederwikke) en *Medicago lupulina* (hopperupsklaver) karakteristiek voor veldjes die geen of weinig N krijgen, *Stellaria media* is de dominerende soort op de rijk bemeste veldjes, terwijl *Atriplex patula* (uitstaande melde) vooral voorkomt op veldjes zonder K-bemesting. De bodem op het Broadbalk experiment bestaat uit zware leem.

Sinds de komst der herbiciden is er door Thurston een onderzoek ingesteld naar de invloed van het gebruik van herbiciden op de onkruidpopulatie, zowel kwantitatief als kwalitatief. Dit was mogelijk, omdat een deel van het veld vrij van herbiciden gehouden werd (wel zo nu en dan een jaar braak, waarin intensieve mechanische onkruidbestrijding plaatsvindt) en dus een vergelijking met het wel met herbiciden, vnl. tegen dicotyle onkruiden, behandelde deel mogelijk was.

Daar bij toepassing van herbiciden de gebruikelijke opnamemethode (kijken wat er staat) faalt, omdat een deel van de onkruiden wordt weggespoten, wordt de onkruidpopulatie gevolgd met de grondmonstermethode. Deze berust op het vaststellen van de potentiële onkruidpopulatie aan de hand van de in de grond aanwezige onkruidzaden. Hiertoe worden in de stoppel grondmonsters genomen, in bakjes in een koude kas (ongeveer het normale seizoensverloop) neergezet en om de zes weken goed gemengd. Tussen de opeenvolgende tijdstippen van mengen worden alle gekiemde plantjes genoteerd. De grond wordt bovendien vochtig gehouden, zodat kieming niet door vochtgebrek geremd kan worden. Alle monsters blijven drie jaar in de kas. Als er na drie jaar nog regelmatig kiemplantjes worden aangetroffen (meestal is dit niet het geval) worden de betreffende monsters nog een jaar gehouden. Alle overige worden opgeruimd.

De tot nu toe geconstateerde veranderingen (na 22 jaar) in de onkruidpopulaties zijn alleen kwantitatief van aard. Er komen op de met herbiciden behandelde percelen minder zaden per soort in de bodem voor, maar er zijn geen veranderingen in het soortenspectrum opgetreden.

Als nevenresultaat heeft dit onderzoek een beeld opgeleverd van de kiemingsperiodiciteit van verschillende onkruidsoorten in de loop van het jaar (zie ook onder "kiemingsonderzoek").

Het kiemingsverloop in de koude kas komt volgens Thurston goed overeen met het kiemingsverloop in het veld, behalve in koude voorjaren, waarin de kieming in de kas een maand eerder kan beginnen. (De temperatuur in de koude kas komt 's winters nooit beneden het vriespunt.)

Naast het concurrentie- en kiemingsonderzoek van Peters lopen er bij de Botany Group van de WRO nog twee projecten. Zij hebben tot doel een onkruidpopulatie onder een zeker beheersregime te volgen en tevens om ingangen te vinden voor het bestuderen van de biologie van afzonderlijke onkruidsoorten. Het ene onderzoek volgt de ontwikkeling van een onkruidpopulatie bij minimale grondbewerking (op ongeveer een kwart miljoen ha bouwland worden in Engeland granen zonder grondbewerking geteeld) en wordt uitgevoerd door Froud-Williams. Hij tracht een indruk te krijgen (via de grondmonstermethode) van:

1. de hoeveelheid onkruidzaden,
2. de opbouw van de zaadvoorraad en
3. eventuele veranderingen hierin na verloop van een aantal jaren.

Voorts worden de aan de behandelingen met herbiciden ontsnapte planten genoteerd in de hoop een idee te krijgen in hoeverre deze ontsnappende planten de zaadpopulatie en dus de onkruidpopulatie in stand houden of doen veranderen.

Het andere onderzoek heeft betrekking op de samenstelling van het grasland onder invloed van het maaischema (E.D. Williams, voorheen bij Thurston op het Rothamsted Experimental Station werkzaam, waar hij de biologie van *Elytrigia repens* en *Agrostis gigantea* bestudeerde). Dit onderzoek moet nog geheel opgezet worden. Factoren, die zeker onderzocht zullen worden zijn:

1. zaadzetting bij het maaien,
2. kiemingsmogelijkheden bij het maaien en
3. de overleving van het zaad op en in de bodem.

Ten behoeve van het ook in Nederland plaatsvindende aardappelopslagonderzoek zij hier vermeld, dat bij de Annual Crops Group van de WRO aspecten als concurrentie door gewas en (in verband met de toepassingstijd van glyfosaat) de opkomst van aardappelspruiten in vergelijking met de opkomst van het gewas en de hergroei in de stoppel bestudeerd worden.

Ten slotte nog een overzicht van het onderzoek op de afdeling van professor Harper (School of Plant Biology).

Harper zelf tracht de groeiwijze en het verspreidingspatroon van plantesoorten te simuleren. Het doel is een model op te bouwen, dat de groeiwijze (habitus) en verspreiding (voorlopig alleen vegetatief) van bepaalde plantesoorten onder verschillende omstandigheden kan voorspellen. Uitgangspunt is de voor een plantesoort karakteristieke habitus die de resultante wordt verondersteld te zijn van de overlevingskans van elke afzonderlijke knop, het uitlopend vermogen van de knop, de hoek van elke nieuwe uitloper tot de voorgaande en de afstand tot de volgende knop, welke gegevens als stochastische grootheden zijn te verzamelen.

Het onderzoek richt zich voorlopig op de bovengrondse groeiwijze van een *Linum*-soort en de groei van het wortelstelsel van o.a. een *Carex*-soort.

Verder wordt door een doctoraal student (K. Garbutt) de populatiegenetica van *Capsella bursa-pastoris* bestudeerd. (Dezelfde student onderzoekt ook de genetische achtergrond van de kiemrust bij *Sinapis arvensis* (zie vorig hoofdstuk).)

Herderstasje (een zelf-bevruchter) is een zeer vormrijke soort, waarbij de verschillende vormen meestal geen milieumodificaties van hetzelfde genotype zijn. Het doel van het onderzoek van Garbutt is enig inzicht te krijgen in de vererving van sommige eigenschappen zoals de vorm van de rozetbladeren, het aantal rozetbladeren, bloemen, knopen, zijtakken, enz..

Ten slotte loopt er een onderzoek op het gebied van de populatie-dynamica van al of niet anthocyaanhoudende klaver (R. Dirzo-Minjarex). Uit een predatie-onderzoek bleek, dat slakken een zodanige voorkeur aan de dag leggen voor niet anthocyaanhoudende klaver, dat er een negatieve selectiedruk op dit type verwacht werd. In het veld, waar zowel de slakken als de klaver voor het onderzoek vandaan kwamen, bleken beide klavertypen echter in een verhouding van 1:1 voor te komen. De eigenschap anthocyaanhoudend is mono-factorieel dominant. De vraag is nu welk selectiemechanisme verhindert, dat het anthocyaanhoudende type niet sterk de overhand heeft. Vast staat in ieder geval, dat bovengrondse predatie anders dan door slakken niet of nauwelijks voorkomt.

In verband met de veelheid van raakvlakken van de in dit hoofdstuk vermelde onderzoeken met onderzoek op het CABO zou het te ver voeren hierop nader in te gaan.

Wel wil ik erop wijzen, dat het bepalen van de potentiële onkruidpopulatie (met de grondmonstermethode) veel vaker gebruikt zou kunnen worden. De methode is weliswaar bewerkelijk en langdurig, maar is te overwegen, wanneer men minder afhankelijk wil zijn van fluctuaties in weersomstandigheden en van cultuurmaatregelen, die de actuele onkruidpopulatie slechts een afspiegeling van de mogelijke onkruidpopulatie laten zijn.