

# Eucarpia 'Cruciferae 1979' Conference

1, 2, 3 october 1979

Wageningen PAG. 152-163

## METHODS FOR SCREENING AND SEED PRODUCTION OF CLUBROOT RESISTANT PLANTS IN BRASSICA OLERACEA

Methoden der Auslese und Saatzucht hernieresistenter Pflanzen in B. oleracea

Gunnar Weisath

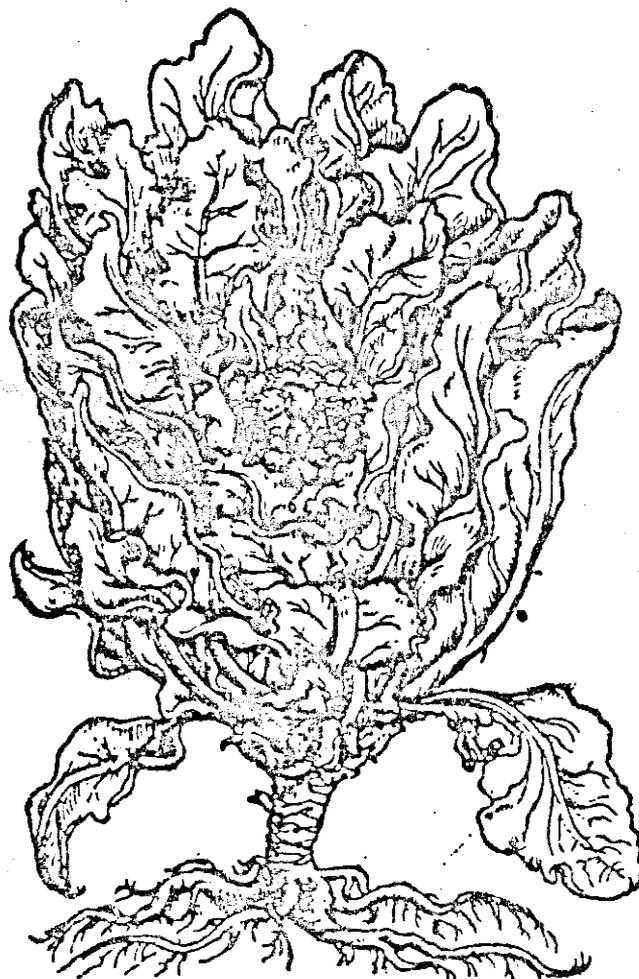
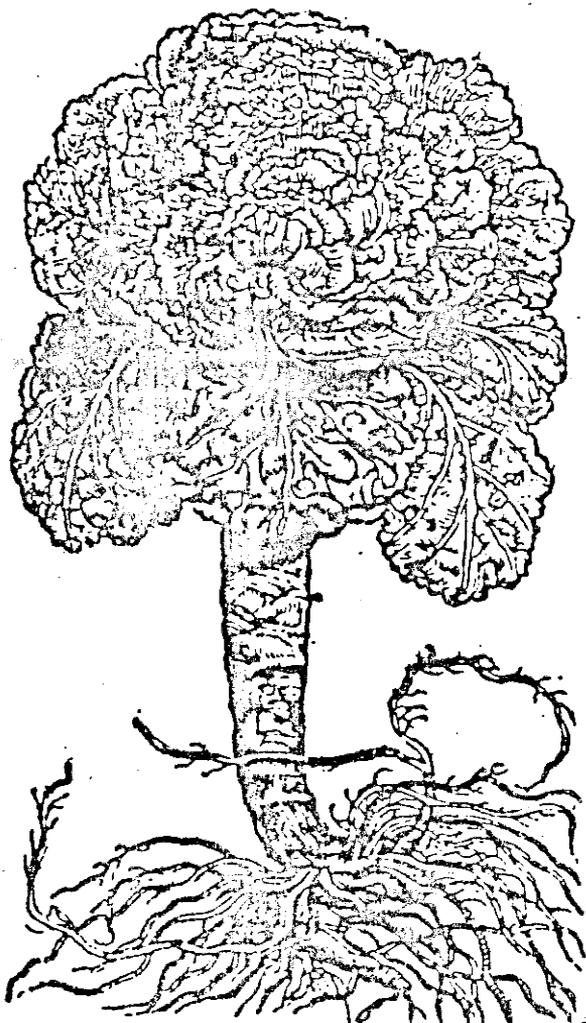
Agricultural University of Norway

P.O.B. 22, N-1432 ÅS-NLH, Norway

### Cruydt-Boeck Remberti Dodonzi.

Saagysche Koolen.

Bloem-Koolen.



Koolen: maer baer nae soo koolen in 't midden van dese bladeren / in stede van andere witte gheschieten ende holsghewijs vergaerde bladeren / veele witte dicke sachte steelen / seer veel korte sub-carlesiens hebbenende / die meest al planten boven gelijclijck ende eben langh uptkoomen / ende vast in een ghebronghen groepen: ende dese steelen

By worden allegader beter / ende waesfen weeldigher / als sy verlet sijn.

Doort is soj zyn dese koolen hier te lande meest over al te vinden / ende zyn daer ghemeyn: upghesondert alleen de Dodonsche / de Bloem-Koolen / de Saag-Koolen / ende de Swarte Koolen: de welke hier te lande niet doort en koomen van van seer dat uyt vyzende landen ghevooght is.

METHODS FOR SCREENING AND SEED PRODUCTION OF  
CLUBROOT RESISTANT PLANTS IN BRASSICA OLERACEA

Methoden der Auslese und Saatzucht hernieresistenter Pflanzen in B. oleracea

Gunnar Weisath

Agricultural University of Norway

P.O.B. 22, N-1432 ÅS-NLH, Norway

Summary

A very important target in the breeding and production of all Brassica species is to obtain better resistance to the clubroot fungus. It is equally important to get a better understanding as to how the acquired resistance can be retained and combined with other desirable characters and maintained in the final selections. It has been found that behind the fungus, Plasmodiophora brassicae that is the cause of clubroot, lies more variability than was imagined before. It was therefore found necessary to review the methods used in resistance breeding and seed production. The recommended methods due to the fact that inheritance of resistance to clubroot in cabbage has its fundamentals in recessive gene combinations.

The selection against clubroot fungus takes place before flowering and seed production. As a guide to which families should be selected, an analysis of attack and the degree of attack is taken before the selection, in the same plots. The eventual escape of infection from plants used in seed production can have great consequences for the frequency in the offspring. One uses a marking system which gives the family number and the field or races of which the plant was selected, so also the degree of attack.

In Norway we have problems especially with the clubroot races 1, 2, 4 and 7. In the field, these appear often in mixtures together with races 3, 6 and 9. With seed production, the resistance for the plants on the mother side is known for many generations. We know that also the male may have a sort of resistance. Breeding for resistance can be improved by using the index method.

## Einleitung

Eine bessere Resistenz gegen den Herniepilz ist eine wichtige Zielsetzung für Züchtung und Erzeugung in allen Brassicaarten. Ebenso wichtig ist es eine bessere Kenntnis zu erhalten wie erzielte Resistenz mit anderen erwünschten Eigenschaften kombiniert werden kann und in fertigen Sorten erhalten wird. Leider ist diese Züchtungsarbeit in Kohl bislang nicht so schnell wie bei Turnips gegangen. Warum ist dies der Fall? Kam es daher, dass die Resistenzquellen und deren Ableger später entdeckt sind, oder aber besitzt der Kohl einen anderen Vererbungsmodus, was dazu führt, das sowohl Saatgut wie Züchtung längere Zeit dauern und in anderer Weise ausgeführt werden muss.

## Zur genetischen Grundlage für Methoden der Auslese und Samenbau

Bei Versuchsanbau von wenigstens 40-50 verschiedenen Kreuzungskombinationen zwischen resistenten Pflanzen von 'Bindsachsen' und 'Böhmerwald' mit anfälligen skandinavischen Kohlsorten, erhielten wir in unserer Züchtungsarbeit bereits vor 20 Jahren Beweis dafür, dass Anfälligkeit über Resistenz dominiert. Alle  $F_1$ -Pflanzen wurden stark befallen. Das erste Resultat hiervon wurde von Weisath (1959) in der Zeitschrift Nordisk Jordbruksforskning veröffentlicht. Es konnte damit konkludiert werden, dass Empfindlichkeit dominant ist und dass die Resistenz bei Kohl davon abhängig ist, dass Gene im rezessivem Zustand anwesend sind.

Dies war ausschlaggebend für die Wahl unserer Methoden bei Kohl, nämlich starke Inzucht bei Samensucht in den ersten Generationen nach Kreuzung. Während wir auf günstige Umkombinationen in den höheren Kreuzung-Generationen warteten, bekamen wir eine umfassende Versuchsreihe von Nachkommenschaften selektierter Pflanzen erwähnter Sorten.

In der Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1961, konnten wir damit konkludieren, dass von obenerwähnten Sorten bestimmten Pedigree Linien: "possess resistance to several races of Plasmodiophora

brassicae. It is a type of group resistance which is probably determined by several genes."

Es sieht so aus, als ob dies mit den Resultaten der einleitenden Untersuchungen übereinstimmt die Walker & Larson (1960) vornahmen und Chiang & Crete (1970 und 1976) für Vererbung und Resistenz gegen Hernie bewiesen haben. Die Gruppenresistenz scheint nun im Züchtungsmaterial mehr aufgespalten zu sein.

#### Züchtung gegen verschiedene Rassen der Hernieerreger

Dass es möglich war Resistenz gleichzeitig gegen mehrere Rassen hinzufinden, ist ja bewiesen an der amerikanischen Sorte 'Badger Shipper'. Sie ist ja infolge Williams (1966) resistent gegen die Hernierassen 1, 3, 5, 6, 8, 9. Leider wird sie in Norwegen häufig befallen, was dem zahlreichen Vorkommen der Rassen 2, 4 und 7 zuzuschreiben ist, neben den Rassen 1 und 9.

Seit Jahren haben wir darum in norwegischer Resistenzzüchtung sehr viel Arbeit angewandt um Resistenz gegen diese Rassen und Rassenpektren zu finden. Hierfür entwickelte Methoden und einige Resultate sind wiedergegeben bei Linnasalmi & Weisath (1978), Fig. 4.

Es besteht eine gewisse Gefahr von Einschleppung unerwünschter Nematoden, z.B. der Kartoffelnematode, bei Versetzung von Saatzpflanzen. Glücklicherweise sind in Norwegen keine Kartoffelnematoden vorgefunden nördlich vom 62° n. Breitegrad. Eine Übersicht von Testung und Saatzgutproduktion von Pflanzen selektiert nördlich von diesem Breitegrad ist von Weisath (1977) gegeben.

Mit eingekreuzter Resistenz von Böhmerwald/Donau, bekommt man nördlich des Skageraks natürlich grosse Anpassungsprobleme. Kürzere Entwicklungsdauer, kälteres Klima und längere Lagerung müssen die Sorten vertragen. Auch bei Kopfform und Färbung von Köpfen u.a. "Internal Coloration" gab es grosse Probleme mit Auslese und Saatzucht. Angewandte Methoden hierfür, wie auch Streiflichter von ihrem genetischem Fundament, sind von Weisath (1976) in *Qualitas Plantarum* wiedergegeben.

## Unterschiede im Fundament für Saatgutzüchtung bei Kohl und Rübe

Bei Rübe wurde bereits früh bewiesen, dass Resistenz gegen Hernie erzielt werden kann wenn einige der Genpartner in dominanter Form zugegen sind. Witt (1964) erörterte dies und legte Beweis dafür auf dem ersten Eucarpia Brassica Symposium vor. Ich sehe dies so, dass dies verschiedene Wirkung auf Interpretation von Testungsdaten (z.B. befallene Pflanzen) bei Kohl und Rübe hat. Dass Pollen von resistenter Pflanze der Rübe überführt wird auf nichtresistente Pflanze, kann Nachkommen bekommen mit ganz resistenten Eigenschaften. Es zeigt sich, dass das bei Kohl anders ist. Um bessere oder ausreichende Resistenz gegen P-Rasse 2, 4 und 7 in Kohl zu erzielen, sehen wir mit Spannung den Resultaten entgegen die aus den Artskreuzungen zwischen Turnips und Kohl, sowie Kohl und resistente Kohlrübe, entstehen werden. Die Arbeit ist im Gange von Chiang (1976) und Mitarbeiter und scheint vielversprechend zu werden. Bekommt man dominante Resistenzgene oder grösseren Selbstungsprozent, lassen sich sicher auch die Methoden für Saatzucht vereinfachen und Neubewerten.

## Methoden der Feldanalysen

Resistenz bei Züchtungsnummer oder Sorte wird mit Hilfe mehrerer Komponente bestimmt.

Für die Resistenzteste auf dem Freiland haben wir vorgezogen geteilte Parzellen anzuwenden. Pflanzen in einem Teil der Parzelle, gern die dem Etikett am nächsten liegt, wird Ausgraben und Gradierung von Befallsgrad im Wurzelsystem vorgenommen. Gewöhnlich dreht es sich hierbei um eine Vorausinformation Juli-August und bevor Auslese auf betreffendem Feld stattfindet. Die Probe soll eine Information über die Population darstellen, wie sie ist. Die Analyse wird auf besonderem Bonitierungsschema vorgenommen, wo ein Strich für jede hochgenommene Pflanze in die respektive Kolonne eingeführt wird. Wird dies ordentlich gemacht, kann man für jede der Parzellen und nebeneinanderliegende gleich illustrierende Diagramme bekommen. Die Methode kann schnelle Feldinformation erteilen, ob die Seuche ausreichend gleich verteilt ist und über die Resistenz in sich dort befindlichen Nummern.

Hat man Zeit, kann EDB oder andere Berechnungen weitere Aufschlüsse erteilen über gesammelte Indexe wie Prozente für jeden einzelnen Befallsgrad usw.

#### Index als Hilfsmittel für Selektion

Die Resistenzdaten die man dann erhält sind bestimmend dafür in welchen Familien und Parzellen man Kohl für weitere Züchtung auslesen wird. Die Methode erlaubt nachzuspüren ob die Resistenz für Eltern und Nachkommen die Gleiche ist, und auch wie Resistenz sich verschieben oder verbessert werden kann im Verhältnis zu früheren Generationen und zu anderen Familien. Durch Auslese und Saatzucht ist uns ein Mittel gegeben dies zu beeinflussen. Wenn möglich, sollten immer anfällige Standardsorten eingelegt werden. Beispiel auf Versuchsfeld usw. ist in Figur 1 wiedergegeben.

Die Erfahrung zeigt, dass Auslese besser nicht vorgenommen wird wenn die Standardsorte für Anfälligkeit nicht ausreichend befallen ist. Dies um sogenannter "escape" vorzubeugen, oder auch, dass das Feld zu wenig verseucht ist oder für Auslese zuwenig oder unregelmässige Seuche aufzuweisen hat.

Bei Berechnung von Index, z.B. innerhalb 0-3 oder 0-100 bekommt man die Befallsstärke jeder Pflanze einkalkuliert. In unserer Arbeit haben wir erfahren, dass Index niedriger als 1,5 bis 1,7 in System 0-3 oder 40-50 in System 0-100 selten dazu beiträgt den Ernteertrag bei Kohl zu verringern.

#### Indexzüchtung und Zeitpunkt für Selektion (Auslese)

Das Züchtungsziel ist darum die Züchtungen auf einen so niedrigen Index zu bringen wie möglich. Da eine Immunität nicht erreicht werden kann und da die "Fremdbefruchtung" in Kohl derart ist, dass es nicht möglich ist zu erzielen dass alle Pflanzen in einer Population oder Familie gleich werden, hat man in hohem Grade zu solcher "Indexzüchtung" übergehen müssen.

Ehe solche Information über Befallsgrad und relative Indexdaten vorliegt, sind wir mit der Selektion vorsichtig gewesen. Die Analyse sollte ausserdem so früh vorgenommen werden, dass die Hernie am Wurzelsystem intakt ist. Unter Freilandskondition kann bei uns in Norwegen die Beurteilung 60-70 Tage nach der Pflanzung oder Keimung statt finden. Später in der Saison kann viel davon von Maden abgefressen sein oder auch abgelöst und umgesetzt, so dass eine Gradierung schwierig wird. Restliche Pflanzen in betreffender Versuchsparzelle, Teil 2 und 3, werden danach zu eventueller Auslese und Ertragskontrolle gebraucht. Durch Auslese sind wir daran beteiligt die Resistenz zu ändern und zu verbessern. Sonst wird Selektion vorgezogen in der Zeit die normalerweise Ernte von Kohl ausmacht. Methode A, B und C kann oft in demselben Versuchsfeld kombiniert werden. Mit der Wurzelanalyse zu warten bis zur Haupternte kann sehr oft zu spät sein. Methode A gibt auch Aufschlüsse darüber wie oft Pflanzen mit extra guter Resistenz zu erwarten sind. Zur Auslese dienen vorzugsweise Pflanzen ohne Befall, sogenannte Null-Pflanzen. Auf Feldern mit mehreren Rassen im betreffenden Rassenspektrum muss man jedoch oft die vielversprechensten auslesen, selbst wenn sie etwas Befall aufweisen.

#### Kennzeichensystem für Pflanzen die selektiert sind

Um Vererbung und Resistenz zu verfolgen, war uns die familienweise Abprüfung von Saatgut bestimmter Pflanzen von Nutzen. Die Kenntnis ihrer Stammtafel und wo sie ausgelesen sind usw., haben wir erhalten indem ausgelesene Pflanze gekennzeichnet wird mit Etikett und notwendiger Aufschrift. Figur 2 zeigt wie die Kennzeichnung vorgenommen wird, mit Etikett um den Strunk des Kohlkopfes mit Draht befestigt der so steif ist, dass der obere Teil mit Etikett aus dem Boden stecken kann, während der Saatzucht im kommenden Jahr. Die Schlinge muss mitunter etwas angezogen werden bei Lagerung oder Auspflanzung.

Wegen Ansteckungsgefahr wird der untere Strunkteil der mit der Hernieseuche in Kontakt war, abgeschnitten. Nur wenn alle Pflanzen 0-Befall aufweisen und nur auf Auslese gesetzt ist auf einem Feld, kann Einzeletikettierung ausgelassen werden.

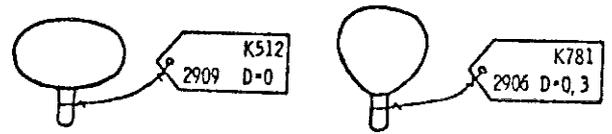
Figur 1. Beispiel auf Versuchsfeld für Resistenztestung und Auslese.  
 Example of field experiment (split-plot) with evaluation of root resistance and yield before selection.

Versuchsfeld: \_\_\_\_\_ Stelle: \_\_\_\_\_ Feldnr.: \_\_\_\_\_ Feldbuchstabe: \_\_\_\_\_

Saatnr.	Rep. I	Saatnr.	Rep. II
2901	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2918	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
2905	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2918	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
2909	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2940	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
Kontrolle	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2905	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
2918	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2901	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
2926	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	Kontrolle	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
2940	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	2909	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX

Teil 1      Teil 2 + 3      Teil 1      Teil 2 + 3

Analyse: Hernieindex      Wurzelbefall      Ertrag und Auslese  
 Analysis: Disease index      Attack on roots      Yield. Selections



Figur 2. Kennzeichnung von ausgelesenem Saatkohl mit Hernieresi-  
 stenz.  
 Die erste Vierziffernummer gibt in Kodeform an aus welcher Saat- und Familiennummer betreffende Pflanze zuletzt ausgelesen ist, Indirekt weiss man auch welches Jahr. Buchstabe gibt die Feldnummer der ausgelesenen Pflanze an, und Ziffer hinter dem Anführungsstriche gibt den Befallsgrad an.

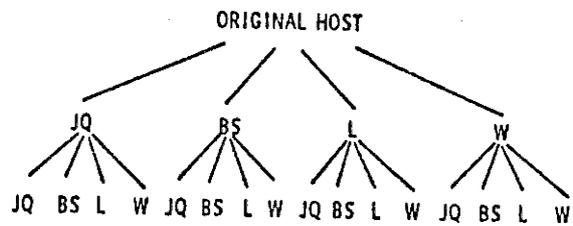


Figure 4. Schematic view of identification of clubroot races. Isolation of fungus from the original host, primary testing on JQ, BS, L and W with re-isolation and cross-testing on these 4 differential cultivars. (From Linnasalmi & Welsæth 1978, s. 231).

Schematische Übersicht über die Identifizierung von Hernierassen. Isolierung der Pilzsporen vom Original, erste Testung von JQ, BS, L und W mit Reisolierung und erneuter Testung von Befall an diesen vier Differenzialsorten.

Figur 3. Methods for testing and selections in greenhouse.  
 Host reactions to infection by *Plasmodiophora brassicae* = P  
 Number of cultivars and breeding lines inclusive the differentials L, W, JQ and BS. Number 1 to 40.

Methode zur Testung von Hernieresistenz und Auslese junger Pflanzen in Gewächshaus.

Isolate No.	1	3	5	11	13	15	21	23	25	31	33	35	Race	From
P6045 I	6	8	10	16	18	20	26	28	30	36	38	40	P-race 7	Kv
P6045 II	No. 1-40 →			19	20	07	OOOOO			←			P-race 7	Kv
				26	29	15	OOOOO			10 17 28				
P6063	No. 1-40 →						OOOOO			OOOOO			P-race 9	TH
							OOOOO			OOOOO				
P6032	No. 1-40 →									←			P-race 2	TV
P6041	1			boxes 60x30x8 cm			-----			←			P-race 4	
	OOOOO													
	OOOOO													

Resting spore concentrations  $10^6$ /ml      18-20°C greenhouse, 6-8 Young Brassica plants

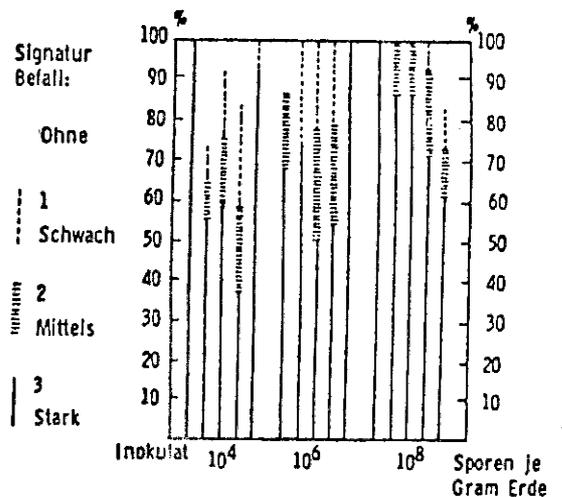


Fig. 5. Escape und Prozent herniebefallende Pflanzen in Klasse 0, 1, 2 und 3 je Parzelle bei verschiedenen Sporenkonzentrationen ( $r = 5$ ).

Escape and per cent clubroot attacked plants in group 0, 1, 2 and 3 by 3 concentrations of *Plasmodiophora*-spores/gram soil (5 rep.). NLH.

## Methoden für Saatzucht von hernieresistenten Pflanzen

Auslese von Saatkohl mit Etikett für Nr., Feld und Befallsgrad wird danach im Kühlraum bei 1°C gelagert bis zum Frühjahr. Direktes Heraussetzen gab Erfahrung von verspäteter Bewurzelung und Saatzbildung, darum werden die Köpfe konditioniert bei 6-7°C wenigstens 3-5 Wochen bevor sie an die Saatzuchtstelle gebracht werden. Kurz wie der Sommer im Norden ist, ist es von Vorteil, dass ausgelesener Saatkohl eine Vorkultur bekommt. Hierfür verwendet man Plasttüten mit Erde, sodass die Wurzeln durchgedrungen sind vor der Auspflanzung.

Die Saatzucht wird mit Hilfe von Pollinierung zwischen selektierten Pflanzen vorgenommen, entweder von nur 1 Feld oder Rasse, oder auch von verschiedenen Feldern. Von Anfang an haben wie dort wo starke Inzucht nicht mehr notwendig war, eine Art von "begrenzten Polycross" vorgenommen, wie von Brieger (1958) beschrieben. Selektion wird vor Blüte und Saatzucht vorgenommen.

## Aufschlüsse über Stammtafel in Verhältnis zur Pollinierung

Die Stammtafel der Mutterpflanzen und Resistenzeigenschaften sind in unserem System grösstenteils bekannt. Dagegen väterlicherseits weiss man, dass der Pollen von resistenter Pflanze kommt, aber nicht welche Vaterpflanze es gilt. Eine gekennzeichnete Mutterpflanze kann also eine Samensammlung darstellen die sich aus vielen verschiedenen Vätern zusammensetzt.

Bei Samenernte wird das Kennzeichen auf die Samentüte notiert. Die Nachkommen bestehen aus einer Familie und Resistenz kann auf verschiedenen Herniefeldern oder Hernierassen geprüft werden. Durch 7-8 Generationen kann die Stammtafel eine Reihe solcher verschiedenen Nummern und Buchstaben für Feld oder Rassen umfassen.

Das System ähnelt dem das bei der Indexzüchtung in der Haustierzucht Verwendung findet, aber letzterwähntes hat den Vorteil dass bekannt ist wer der Samenlieferant ist. In Kohl kann dagegen jede Mutterpflanze mehrere tausend bis zu 25.000 Samen je

Pflanze geben. Theoretische Berechnungen können sicher als Hilfsmittel mehr Anwendung finden als bisher.

#### Methoden mit Auslese der Pflanzen im Jungpflanzenstadium

Im Gewächshaus und bei Testung von Kleinpflanzen auf künstlich infiziertem Boden, kann Befall selten beurteilt werden vor 5-8 Wochen nach der Aussaat oder pikieren. Bei Methodenwahl ist sonst empfehlenswert sich die Studie mit Übersicht von Dixon (1976) anzusehen.

Zusätzlich sei erwähnt, dass wir zur Anzucht von Kleinpflanzen immer mehr zu Plastkästchen übergegangen sind, 8-10 cm tief und 60 x 30 gross, gefüllt mit Einheitserde und mit 10 Versuchsgliedern je Kasten. Methode ist in Figur 3 ersichtlich. Inokulierung von der Seuche mit bestimmter Sporenkonzentration und Menge geschieht da in Vertiefungen in denen Saat gesät wird oder Pflanzen pikiert werden. Sporenkonzentration 1:10 werden vor Gebrauch auf eine Million Sporen je ml verdünnt. Notwendige Menge Feuchtigkeit ist wenigstens 10 ml je Vertiefung in einem Diameter von 6 cm. Wenn ausreichend Befall vorliegt, lässt die Methode Auslese nicht befallener Pflanzen zu. Diese werden eingetopft oder ausgepflanzt für weitere Beobachtung, eventuell nach erneuter Verseuchung, oder Ansteckung.

#### Temperatur auf den Selektionsfeldern

Bei langdauerndem Gebrauch von höherer Temperatur, z.B. 23-24°C wie international empfohlen, haben wir erfahren, dass sich dies ungünstig auswirken kann auf die Entwicklungsdauer und Beurteilung von Frühigkeit bei Kohl.

In unsern Methodeversuchen für Selektion, haben wir darum die Temperatur gesenkt beim Infektionsversuch im Haus auf 18-20°C zum Vorteil einer etwas verlängerten Exponierungsdauer. Die Freilandmethode hat niedrige Temperatur, kann aber wohl so effektiv sein.

Mit einer Bodentemperatur die selten 14-16°C in Mittel in der Wachstumsperiode übersteigt, erhalten wir gewöhnlich ausreichenden Befall um Selektion vornehmen zu können.

#### Escape von Befall auf hernieinfizierter Erde

Die bislang angewandten Methoden haben nicht genug geklärt warum einzelne Pflanzen sich der Hernieinfektion entziehen. Durch Jahre hindurch ist das untersucht worden. Figur 5 zeigt, dass eine gewisse Erregermenge notwendig ist ehe sämtliche anfällige Pflanzen Geschwülste im Wurzelsystem aufweisen. 80-90% befallne Pflanzen erhielten wir erst bei Sporenkonzentration  $10^5$ . Für reine physiologische P-rassen zeigt die Figur dass eine Erregerkonzentration von  $10^5$  und  $10^6$  je g Erde in der Wurzelzone ausreichend sein muss. Wie verhält es sich dann wenn die gleiche Menge Sporen gebraucht aus 2-3 verschiedenen Rassen, oder natürliche Populationen vom aktuellen Anbaufeld vorliegen? "Versagen im Befall", muss oft dem Umstand zuzuschreiben sein, dass die Erregerkonzentration nicht ausreichend war. Andererseits scheint mir, dass Überdosis auch zu Befall führen kann und somit Verlust von Resistenzinformation. Künftige Standardmethoden für Infektionsanalysen und Selektion sollte auf derlei Rücksicht nehmen.

Escape von Ansteckung ist eine der Schwierigsten Fragen bei beabsichtigter Saatzucht hernieresistenter Pflanzen. Kommen solche Pflanzen mit in die Saatzucht, tragen sie dazu bei die Resistenz durch Generationen zu reduzieren. Der Ausschlag für Kohl mit rezessiver Vererbung von Resistenz hat bedeutend grössere Konsequenz als für Turnips und teils auch Kohlrübe.

#### Zu Methoden die der Pflanzenzucht gegen verschiedene physiologische Hernierassen angepasst sind

Viele von uns begannen mit Resistenzzüchtung ehe die Begriffe von physiologischer Spezialisierung im Erreger für Hernie allgemein anerkannt waren. Wir wissen weiterhin allzu wenig über dies Gebiet.

Aus dem System das Williams (1966) ausgearbeitet hat, ist durch weitere Forschung geklärt, dass in Norwegen wenigstens 7-8 Rassen von Plasmodiophora vorkommen. Es gibt sie oft in verschiedenen Mischungen, aber wie?

Auf einem unserer Selektionsfelder nördlich von Dovre, konnten z.B. Linnasalmi und Weisæth aufzeigen die Rassen 1, 7 und 9 in etwas unterschiedlichem Mischungsverhältnis von Jahr zu Jahr. Auf andern Selektionsfeld haben wir noch mehr Rassen u.a. Plasmodiophora-Rasse 4 und 2 neben 1 und 7. So etwas erschwert eine Klärung brauchbarer Methoden.

#### Notwendige Änderung der Methoden?

Das Vorkommen von vielen Rassen und unzählige Rassenspektren denen die Züchtungen und Sorten widerstehen müssen, haben zu gewissen Änderungen unserer Methoden geführt. Wir sind gezwungen zu mehr regionalen Versuchen mit Auslese in den Distrikten die bestimmten Rassenspektren ausgesetzt sind zu arbeiten. Es wird sich als Notwendigkeit durchsetzen, dass vegetative Vermehrung von den meistversprechenden Pflanzen künftig mehr gebraucht werden. Eine starke unterschiedliche Sorten- und Artenreaktion für z.B. P-Rasse 7 und 9, oder gleiche Reaktion für die 4 Differentialsorten JQ, BS, W und L der Rasse 4 gegenüber, macht, dass man mehr als sonst sich damit befassen müsste was sich im Boden befindet. Weder Anbauer, Züchter, Pflanzenpatologen noch Berater, die mit diesen Problemen arbeiten, werden vollen Nutzen der Resistenzzüchtung haben, ehe sie bodenbiologische Probleme nicht näher kennen.

Ohne Zweifel würde ein solches ECD-System das Buczacki, Toxopeus, Mattusch, Johnston, Dixon und Hobolth (1976) vorgeschlagen haben, uns bessere und erweiternde Information darüber erteilen was Züchtungen und Sorten ausgesetzt werden wenn sie in die Distrikte verteilt sind. Leider fordert das viel Zeit und Platz in der Züchtungsarbeit. Auch die Daten innerhalb jeder Bc/Bn/Bo Gruppe im vorgenommenen ECD-System variieren etwas mit den Jahren und ausgelesenem Isolat.

Es ist mir ein Bedürfnis diese Übersicht für die Eucarpia abzuschliessen mit den Worten die Walker & Larson (1960) schrieben als sie für 18 Jahre Arbeit mit der Entwicklung der ersten hernieresistenten Kohlsorte Rechenschaft ablegten: "We have found out many things, but have much to learn." Ihre Methoden bei Auslese, Inzucht und weitere Saatproduktion scheinen auch weiterhin für die Kohlzüchtung und Züchtungsforschung von grossem Wert zu sein.

### References

- Buczacki, S.T., H. Toxopeus, P. Mattusch et al. 1975: Trans. Brit. Mycol. Soc. 65, 295-303.
- Brieger, F.G. 1958: Kappert-Rudorf. Handbuch d. Pflanzenzüchtung Bd. 1, 176-224.
- Chiang, M.S., B.V. Chiang & W.F. Grant 1977: Euphytica 26, 319-336.
- Chiang, M.S. & R. Crete 1970: Canadian J. Genet. Cytol 12, 253-256.
- Dixon, G.R. 1976: Plant Path. 25, 129-134.
- Jönsson, R., L.A. Hobolth, A. Linnasalmi & G. Weisæth 1975: Acta Agriculturae Scandinavica 25, 261-274.
- Linnasalmi, A. & G. Weisæth: Research in Norwegian Agriculture 29, 223-239.
- Nieuwhof, M. & D. Wiering 1961: Euphytica 10, 191-200.
- Walker, J.C. & R.H. Larson 1960: Agr. Exp. Sta. Univ. Wisconsin Bull. 547, 12-16.
- Weisæth, G. 1961: In Advances Hort. Science. Proc. XVth Int. Congr. Nice 1958. Vol. 1, 507-512.
- Weisæth, G. 1961: Zeitschr. Pflanzenzüchtung 46, 20-45.
- Weisæth, G. 1964: Proc. Eucarpia Brassica Symposium, Dundee 8 pp.
- Weisæth, G. 1966: Acta Agriculturae Scandinavica, Suppl. 16, 295-298.
- Weisæth, G. 1974: Proc. Eucarpia Cruciferae Meeting, Dundee, 101-107.
- Weisæth, G. 1976: Qualitas Plantarum, Pl. Fds. Hum. Nutr. 26, 167-190.
- Weisæth, G. 1977: Research in Norwegian Agriculture 28, 431-459.
- Williams, P.H. 1966: Phytopathology 56, 624-626.
- Witt, F. & M. Weg 1964: Euphytica 13, 9-18.