

*Aus dem Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung,
Hamburg-Volksdorf*

Zur Geschichte der Entstehung mehltaresistenter monözischer Spinatsorten¹⁾

Von

S. HANDKE und R. v. SENGBUSCH

Mit 7 Abbildungen

Inhalt: I. Einleitung. — II. Material und Methoden. 1. Geschlechtstypen bei Spinat; 2. Beginn der Auslese monözischer Formen aus diözischen Arten; 3. Monözische Formen bei Spinat; 4. Erste Auslesen von monözischen Spinattypen im Jahre 1937; 5. Einkreuzung der Eigenschaft Winterfestigkeit im Jahre 1939; 6. Auslese rund- und glattblättriger Formen mit runden Samen; 7. Beginn der Züchtung monözischen Frühjahrsspinates; 8. Abschluß der Arbeiten an den ersten monözischen Sorten; a) Winterspinat, b) Frühjahrsspinat; 9. Auftreten des falschen Mehltaus (*Peronospora spinaciae*); 10. Einkreuzung der Mehltaresistenz gegen Biotyp A und B; a) Winterspinat, b) Frühjahrsspinat. — III. Ergebnisse. 1. Ertragsfähigkeit; a) bei Überwinterung, b) Frühjahrsanbau, c) Sommeranbau mit Herbstnutzung; 2. Geschlechtschromosomen des monözischen Spinates mit weiblichem Wuchstyp; 3. Fixierung der Mehltaresistenz durch das Merkmal „Monözie“; 4. Schwierigkeiten bei der Großvermehrung monözischer Sorten. — IV. Diskussion der Ergebnisse. A. Ertragssteigerung und Verbesserung der Anbaurentabilität; B. Die in der Eigenschaft Monözie begründeten Vorteile für die Spinatzüchtung; C. Problematik der Erhaltung monözischer Sorten. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

I. EINLEITUNG

Der Spinatanbau gewinnt in immer stärkerem Maße durch den zunehmenden Verbrauch des Tiefkühlspinates an Bedeutung. So ist der Konsum von Gefrierspinat seit 1962 in der Bundesrepublik Deutschland von 18 480 t (Die Tiefkühlkette 1963) auf 31 000 t (Die Tiefkühlkette 1966) im Jahre 1965 gestiegen. Sein Anteil am Tiefgefriergemüse beträgt 59 %. Eine weitere Zunahme wird für die nächsten Jahre erwartet. Die ungewöhnlich starke Ausweitung ist Anlaß, die Anbaurentabilität des Spinates zu untersuchen. Nach Aufzeichnungen des Statistischen Jahrbuches über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten lagen die Erträge 1952/1953 bei 110,6 dz/ha Frischmasse. Nach zehn Jahren sind 1962/1963 kaum geänderte Werte notiert worden (112,8 dz/ha).

¹⁾ Herrn Prof. Dr. FRANZ SCHWANITZ zum 60. Geburtstag gewidmet.

Eine leichte Erhöhung ist 1964/1965 mit 125,3 dz/ha zu beobachten. Auf dem Sektor Ertrag ist demnach eine wesentliche Steigerung in den letzten 15 Jahren nicht erfolgt.

Die vorliegende Arbeit zeigt einen Weg zur Ertragssteigerung und damit zur Verbesserung der Anbaurentabilität auf. Sie berichtet weiterhin über die mit dem Merkmal „Monözie“ verbundenen Möglichkeiten zur Verbesserung der Zuchtmethodik bei dem Fremdbefruchter Spinat.

II. MATERIAL UND METHODEN

1. Geschlechtstypen bei Spinat

Geschlechtsauszählungen bei der diözischen Sorte 'Breustedts Spica' ergaben bei Freilandspinat als Mittel von zwei Jahren (15. Juni 1965 und 8. Juni 1966 ausgezählt) 54,4 % männliche, 44,8 % weibliche und 0,8 % monözische Pflanzen. Die monözischen Pflanzen hatten die weibliche Wuchsform. Die Gesamtzahl betrug 573 Pflanzen.

Innerhalb der männlichen Pflanzen konnten drei verschieden stark belaubte Typen festgestellt werden (Abb. 1). Beim ersten Typ ist ein Halb bis zwei Drittel

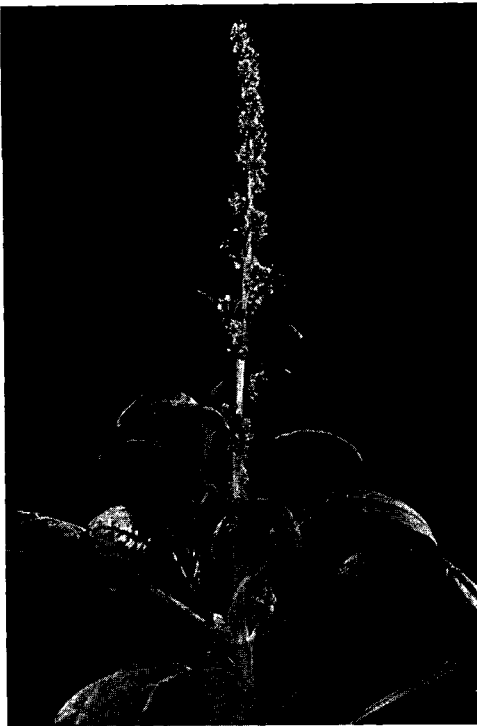


Abb. 1. Männliche Spinatpflanze, die Hälfte bis zwei Drittel des Blütenstandes belaubt
(*Typ m 0-1*)

Male spinach plant, half to two thirds of the inflorescence with leaves (*type m 0-1*)

des Blütenstandes belaubt (*Typ m 0-1*, Abb. 1). Bei dem zweiten Typ nimmt die Belaubung zwei Drittel bis drei Viertel ein (*Typ m 0-2*, Abb. 2). Der dritte Typ ist vollbelaubt (*Typ m 0-3*, Abb. 3).

Mit *m* wird der maskuline Habitus bezeichnet, mit *0* bis *6* der Anteil weiblicher Blüten, wobei *6* rein weiblich bedeutet. ROSA (1926) berichtet über „extreme males“ und „vegetative males“. Nach den Beschreibungen und Abbildungen sind die „extreme males“ mit den *Typen m 0-1* und *m 0-2* vergleichbar. Die „vegetative males“ entsprechen im Wuchstyp dem vollbelaubten *Typ m 0-3*. NICOLAISEN (1950), SNEEP (1957), SUTO und SUGIYAMA (1960) berichten über zwei Typen von männlichen Pflanzen.

SUTO und SUGIYAMA nennen den Typ mit wenig Laub „bracted male“ und den vollbelaubten „leafy male“.

Die *m 0-1*-Männchen haben die kürzeste vegetative Entwicklungszeit. Das Wachstum geht sehr

früh von der vegetativen in die generative Phase über. Bei sehr warmer Witterung erscheinen die ersten männlichen Pflanzen besonders früh. Ein diözischer Bestand muß geerntet werden, wenn die ersten männlichen Pflanzen im Kegelstadium sind. Die männlichen Blütenknospen werden in dieser Phase an der Sproßspitze als Kegel sichtbar.

Der Anbauer oder Versuchsansteller muß diesen Termin sehr genau beachten, um einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen. Wird nämlich der richtige Erntetermin überschritten, entsteht ein Erntegut, das den Qualitätsansprüchen des Frischmarktes und der Konservenindustrie nicht gerecht wird. ROSA (1926) berichtet über das sehr frühe Hochgehen der „extreme males“ und die damit verbundenen Nachteile für den Anbauer und die Konservenindustrie. Er hält deshalb die Eliminierung der „extreme males“ für die wichtigste Maßnahme in der Spinatzüchtung.

Die weiblichen Pflanzen sind bis zur Spitze voll belaubt. Sie unterscheiden sich von den *m* 0—3-Typen durch größere Blätter im oberen Teil der Pflanze (Abb. 4). Das vegetative Wachstum ist 7 bis 14 Tage später beendet als bei den ersten männlichen Pflanzen. Der weibliche Wuchstyp ist in der Lage, höhere Temperaturen und eine längere Vegetationszeit — die bei den männlichen Pflanzen die vegetative Phase beenden — noch für das vegetative Wachstum auszunutzen und dadurch höhere Erträge an Blattmasse zu bringen.



Abb. 2. Männliche Spinatpflanze, zwei Drittel bis drei Viertel des Blütenstandes belaubt (*Typ m 0-2*)

Male spinach plant, two thirds to three quarters of the inflorescence with leaves (*type m 0-2*)



Abb. 3. Männliche Spinatpflanze, im Blütenstand voll belaubt (*Typ m 0-3*)

Male spinach plant, the whole inflorescence with leaves (*type m 0-3*)



Abb. 4. Weibliche Spinatpflanze (*Typ f 6*)
Female spinach plant (*type f 6*)



Abb. 5. Stark männlich monoecische Spinatpflanze
mit weiblichem Wuchstyp (*Typ f 1-2*)
Strongly male monoecious spinach plant with
female growth type (*type f 1-2*)

Mehrere Autoren berichten über die Unterschiede der männlichen und weiblichen Pflanzen bei diözischem Spinat (ROSA 1926, v. SENGBUSCH 1939, NICOLAISEN und HANOW 1941, NICOLAISEN 1950 und ZOSCHKE 1956).

2. Beginn der Auslese monözischer Formen in diözischen Arten

In den dreißiger Jahren begannen mehrere Autoren mit der züchterischen Verbesserung der diözischen Arten Hanf und Spinat durch die Auslese von monözischen Individuen. Über das Vorhandensein von monözischen Formen bei Spinat wird von HEYER (1884) berichtet. Er fand weibliche Pflanzen mit einigen männlichen Blüten. ROSA (1926) beschreibt die Monözisten sehr ausführlich. Er nennt sie monözische Pflanzen, die männliche und weibliche Blüten in unterschiedlichem Zahlenverhältnis tragen. Die Blätter sind aufwärts bis zur Spitze des Blütenstandes entwickelt. 1930 begann HANOW (1935) eine fünfjährige Selektion bei Spinat. Die daraus entstandene Sorte 'Mettes Fortschritt' enthielt nur wenige männliche Typen.

1931 wurden von GRISCHKO (1935) bei Hanf die ersten Monözisten planmäßig für züchterische Zwecke ausgelesen. NEUER erwog 1934 die Verbesserung des diözischen Hanfes durch Auslese monözischer Formen.

Er begann bereits 1934 in Markee in einem Bestand von 3 bis 4 Millionen Hanfpflanzen mit der Auslese von Monözisten mit dem weiblichen Wuchstyp. Im Jahre 1937 begann v. SENGBUSCH in Luckenwalde bei Berlin die Arbeiten, die zur Entstehung mehlttauresistenter, monözischer Spinatsorten führten. Sie hatten zunächst die Zuchtziele: Monözie, Winterfestigkeit und hohen Ertrag.

3. Monözische Formen bei Spinat

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Monözisten sind in ihrem Wuchstyp den rein weiblichen, vollbelaubten Pflanzen gleich (Abb. 5). Die Monözisten gehören damit zum weiblichen Wuchstyp, der gegenüber den männlichen Pflanzen (*Typ m 0—1* und *m 0—2*) eine längere vegetative Entwicklungszeit hat. Dazu parallel läuft eine spätere Erntezeit, die mit einer Zunahme des Ertrages verbunden ist. Der monözische Spinat setzt sich durch das Fehlen rein männlicher Pflanzen im Gegensatz zu einem diözischen Spinat aus einem einheitlichen Wuchstyp zusammen, der wie die rein weiblichen Pflanzen in der Lage ist, höhere Temperaturen und eine längere Entwicklungszeit für ein vegetatives Wachstum zu nutzen. Für den praktischen Anbau resultieren daraus einige Vorteile. Die Ernte braucht beim monözischen Spinat erst dann vorgenommen zu werden, wenn ein ausreichender Ertrag vorhanden ist, während bei einer diözischen Sorte geerntet werden muß, wenn die ersten männlichen Pflanzen sichtbar werden. Andererseits kann beim monözischen Spinat die Ernte abgeschlossen sein, ehe die ersten männlichen Blüten erscheinen. Ein monözischer Spinat ist durch den späteren Erntetermin so entwickelt, daß der Einsatz von Erntemaschinen möglich ist. Auch kann der Anbauer einen zum Wochenende erntereif gewordenen Bestand bis zum Anfang der nächsten Woche stehenlassen. Die Ernte bekommt einen ruhigen Verlauf, da sie sich über einen längeren Zeitraum erstrecken kann.

Das Erntegut besteht aus einer einheitlichen Ware, die frei von Blüten- und Blütenknospen ist. Somit kann die Forderung nach einer guten Qualität erfüllt werden.

Einen weiteren Vorteil des monözischen Spinates konnten v. SENGBUSCH, SÜCKER und HANDKE (1965) feststellen. Sie fanden bei Anbauversuchen im Freiland eine Abnahme des Gehaltes an Oxalsäure, besonders des löslichen Oxalates in der ganzen Pflanze, in Abhängigkeit vom Erntetermin. Der Gehalt an Oxalsäure in Prozent der Frischmasse (FM) ist bei einer monözischen Sorte durch den späteren Erntetermin niedriger. An ganzen Pflanzen wurden Gehalte an löslicher Oxalsäure von 0,24 % der FM gegenüber 0,32 und 0,54 % der diözischen Vergleichssorten gefunden. Die Untersuchungen der Blätter ergaben 0,43 und 0,36 % lösliche Oxalsäure der Frischmasse der monözischen Sorte zu 0,55 und 0,64 % bei den diözischen Sorten.

Der monözische Spinat kann zum passierten Gefrierspinat verarbeitet werden. Seit kurzer Zeit wird als neues Produkt ein nicht zerkleinerter Blattspinat als Gefrierspinat auf den Markt gebracht. Dazu werden Spinatbestände verwendet, die gut entwickelte Blätter haben und im vegetativen Zustand geerntet werden müssen, da man Blüten in diesem Fertigprodukt erkennen würde.

4. Erste Auslesen von monözischen Spinattypen im Jahre 1937

In der Forschungsstelle v. Sengbusch in Luckenwalde bei Berlin begann v. SENGBUSCH 1937 in den Spinatsorten 'Neuers Winterspinat', 'Universal', 'Matador', 'Mettes Fortschritt' und 'König von Dänemark' die Auslese von monözischen Individuen. Diese Selektion bereitet keine Schwierigkeiten, da in allen diözischen Sorten Monözisten auftreten und diese bereits vor der Blüte erkennbar sind. Nach Eliminierung der männlichen Pflanzen konnten die Monözisten unter-

einander abblühen. Nach zwei Auslesen war ein monözisches Ausgangsmaterial für weitere Arbeiten vorhanden.

5. Einkreuzung der Eigenschaft Winterfestigkeit im Jahre 1939

Im Überwinterungsanbau hatte sich der ausgelesene monözische Winterspinat als nicht ausreichend winterfest erwiesen, während die Sorte 'Münsterländer' große Winterhärte besaß. Es mußte deshalb versucht werden, die Winterfestigkeit des Münsterländers, der wegen seiner gezähnten schmalen Blätter nicht marktgängig ist, mit dem monözischen Spinat zu vereinen. Im Jahre 1939 wurde die Kreuzung der weiblichen Pflanzen vom Münsterländer mit den Monözisten vorgenommen. Die F_1 erwies sich in der Blattform intermediär. In der F_2 trat eine große Heterogenität der Blattform auf. Eine Auslese von Typen mit einem runden Blatt wurde begonnen.

Bis zum Jahre 1946 ist das monözische Material auf hohe Blatterträge und Winterfestigkeit ausgelesen worden. Im Winter 1946/1947 erfolgte durch einen sehr strengen Winter die erste natürliche Auslese auf hohe Winterfestigkeit. Alle Kultursorten winternten zu 100 % aus. Die Sorte 'Münsterländer' überwinterte teilweise. Die monözischen Kreuzungsnachkommenschaften waren ebenfalls zum Teil winterfest. Alle überlebenden monözischen Pflanzen blühten untereinander ab. Sie ergaben damit ein Ausgangsmaterial für einen monözischen Winterspinat, der für eine Herbstaussaat mit Überwinterung und Nutzung Ende April bis Anfang Mai geeignet ist.

6. Auslese rund- und glattblättriger Formen mit runden Samen

Die Blätter der winterfesten Nachkommenschaften waren nicht vollständig rund und ungleichmäßig in der Blattform. Nach der Verlegung der Arbeitsstätte von Luckenwalde über Göttingen nach Hamburg wurde der monözische Winterspinat am 9. Juni 1949 beim Bundessortenamt in Rethmar zum Sortenschutz angemeldet. Bereits nach der ersten Prüfung wurde festgestellt, daß die Blattform unausgeglichen war und die Rundblättrigkeit nicht vollkommen. Im Jahre 1950 begann deshalb eine Auslese von rundblättrigen Typen. Zur Beschleunigung der Selektionszüchtung wurden Kreuzungen mit den Sorten 'Matador' und 'Universal' vorgenommen. Mit der Rundblättrigkeit wurde gleichzeitig das Merkmal Glattblättrigkeit bei der Auslese berücksichtigt.

Ein glattes Blatt bietet den Insekten (Läuse) geringe Unterschlupfmöglichkeit. Es erleichtert später den Waschvorgang im Haushalt und bei der Gefrierkonservierung. Das für die Weiterzucht vorgesehene Material wurde außerdem einer ständigen Auslese auf Rundsamigkeit unterzogen. Es traten vereinzelt Pflanzen auf, die einige Samen mit kleinen Stacheln hatten. Sie unterschieden sich deutlich von den Samen scharfsamiger Sorten. Die Auslesemethode am Saatgut vor der Aussaat hat sich als sehr wirkungsvoll erwiesen.

7. Beginn der Züchtung eines monözischen Frühjahrsspinates

Im Jahre 1949 begannen die Arbeiten zur Züchtung eines monözischen Frühjahrsspinates durch die Kreuzung weiblicher Pflanzen der Sorten 'Matador' und 'Universal' mit Winterspinatmonözisten. Der Frühjahrsspinat unterscheidet

sich vom Winterspinat dadurch, daß er im zeitigen Frühjahr Ende März bis Anfang April ausgesät wird und in der zweiten Maihälfte geerntet werden kann.

Anstelle der Winterfestigkeit beim Winterspinat tritt beim Frühjahrsspinat die Frostresistenz gegen Spätfröste beim Frühjahrsanbau und Frühfröste bei Sommer-Herbst-Anbau.

Die Auslese ging in Richtung hoher Ertrag mit hohem Blattanteil und spätem Erntetermin. Weitere Selektionsmerkmale an den Blättern waren: Größe, Form, Glattblättrigkeit und Farbe, wobei Pflanzen mit großen, vorn abgerundeten, glatten Blättern dunkelgrüner Farbe ausgelesen wurden.

Durch ständige Selektion unter den genannten Bedingungen konnte aus dem Monözie liefernden Elter Winterspinat und den genannten Sorten ein monözischer Frühjahrsspinat aufgebaut werden. 1950 und 1951 erfolgte eine Rückkreuzung mit den diözischen Eltern, 1952 eine Neueinkreuzung von 'Breustedts Spica'.

8. Abschluß der Arbeiten an den ersten monözischen Sorten

a) Winterspinat

Der monözische Winterspinat war am 9. Juni 1949 beim Bundessortenamt angemeldet worden. Er erhielt am 19. Januar 1956 seine Selbständigkeit als Neuzüchtung. Die Länge der Prüfungszeit bis zur Selbständigkeit ergab sich aus der 1949 nicht ausreichenden Rundblättrigkeit.

Am 12. März 1958 erteilte der Sortenausschuß für Treib- und Feingemüse der ersten monözischen Sorte den Sortenschutz. Sie erhielt den Namen 'Wisemona'¹⁾ (Saatgutwirtschaft 1960). Als besondere Eigenschaften wurden das Fehlen rein männlicher Pflanzen, das Vorhandensein monözischer und auch weiblicher Pflanzen und eine gute Winterfestigkeit festgestellt.

Weitere Eigenschaften sind eine schnelle Frühjahrsentwicklung, längere Erntezeit, hoher Ertrag, Eignung für die Maschinenernte, für den Großanbau und das Tiefgefrieren. Das Blatt ist mittelgroß, rundoval, von mittelgrüner Farbe, die Blatthaltung aufrecht, die Blattbeschaffenheit fein und glatt (nicht blasig), der Geschmack mild. Die Samenform ist rundsamig. Die Sorte 'Wisemona' ist für Aussaaten im Herbst (1. bis 10. September) zur Überwinterung und Frühjahrsnutzung geeignet. Sie kann im Spätsommer ab 5. August für die Nutzung im Oktober ausgesät werden.

b) Frühjahrsspinat

Ein monözischer Frühjahrsspinat wurde am 6. August 1953 beim Bundessortenamt angemeldet. Nach vierjähriger Prüfungszeit konnte am 11. Dezember 1957 die Selbständigkeit ausgesprochen werden. Am 15. März 1961 erteilte der Sortenausschuß für Treib- und Feingemüse dem monözischen Frühjahrsspinat den Sortenschutz. Die Neuzucht erhielt den Namen 'Frühemona'²⁾ (Saatgutwirtschaft 1962). Als besondere Eigenschaften wurde das Fehlen rein männlicher Pflanzen, das Vorhandensein monözischer und weiblicher Pflanzen und ein etwas

¹⁾ Der Vertrieb wurde 1960 der Firma C. Sperling & Co. mit damaligem Sitz in Bevensen übergeben.

²⁾ Der Vertrieb wurde 1961 der Firma C. Sperling & Co. mit damaligem Sitz in Bevensen übergeben.

späteres Schossen als Sorte 'Matador' festgestellt. Weitere Eigenschaften sind längere Erntezeit, hoher Ertrag, Eignung für die Maschinenernte, für den Großanbau und das Tiefgefrieren. Das Blatt ist mittelgroß bis groß, rund bis rundoval, von mittel- bis dunkelgrüner Farbe, die Blatthaltung halbaufrecht, die Blattbeschaffenheit etwas blasig, der Geschmack mild. Die Samenform ist rundsamig. Die Sorte 'Frühemona' ist für Aussaaten im zeitigen Frühjahr und Nutzung in der zweiten Maihälfte geeignet. Sie kann im Sommer vom 20. Juli bis 5. August für die Ernte Ende September bis Anfang Oktober ausgesät werden. 'Frühemona' bleibt beim Sommeranbau vegetativ. Es wurde ihr eine gute Winterhärte zugesprochen. Sie hat demnach eine ausreichende Frostresistenz gegen Spät- und Frühfröste.

9. Das Auftreten des falschen Mehltaus (*Peronospora spinaciae* [Mont.] De By.)

Die Einführung der ersten monözischen Spinatsorten 'Wisemona' und 'Frühemona' fiel im Jahre 1961 besonders in den Niederlanden mit dem stärksten Auftreten des falschen Mehltaus zusammen.

Aus den Arbeiten von RICHARDS (1939) sind die Resistenzprüfungsmethoden gegen den falschen Mehltau bekannt. SMITH stellte (1949) fest, daß die Resistenz gegen *Peronospora spinaciae* in Wildformen aus dem Iran vorhanden ist und durch ein dominantes Gen vererbt wird.

SMITH und ZAHARA (1956) berichten über die Entwicklung der ersten mehltairesistenten Sorte 'Califlay', die nach einer Arbeit von ZINK und SMITH (1958) durch das Auftreten eines neuen Biotyps in Kalifornien in USA wieder anfällig wird. SNEEP (1962) berichtet über die erste holländische mehltairesistente Sorte 'Proloog', die im Jahre 1958 durch Ryk Zwaan in den Handel gebracht wurde. In Holland trat 1960 nach einer holländischen Quelle (Jaarsverlag 1960, Institut voor Plantenziektenkundig Wageningen) eine neue Rasse des falschen Mehltaus auf. Die Sorte 'Califlay' wird davon befallen, 'Proloog' bleibt resistent. Nach eigenen Mehltauprüfungen¹⁾ ist 'Proloog' gegen den in Deutschland auftretenden Biotyp A und den die Sorte 'Califlay' befallenden Biotyp B resistent. Die in den eigenen Untersuchungen verwendete Rasse B konnte im Frühjahr 1961 in dem Gemüseanbauggebiet Vierlanden bei Hamburg isoliert werden. Sie trat in einem 'Califlay'-Bestand auf, der im Rollgewächshaus für den Frischmarkt herangezogen wurde.

SMITH, WEBB und LUHN (1962) stellten durch genetische Untersuchungen fest, daß das 'Califlay'-Gen M_1 die Resistenz gegen die Rasse A enthält, während das Gen M_2 die Widerstandsfähigkeit gegen beide Rassen A und B vererbt. Dieses Gen ist demnach in der Sorte 'Proloog' vorhanden.

Auf dem eigenen Versuchsgelände trat im Herbst 1959 ein sehr starker Mehltaubefall bei den Sorten 'Wisemona', 'Frühemona', 'Spica' und 'Matador' auf. Ein Jahr später im Herbst 1960 war bei 'Wisemona' und 'Spica' wieder Mehltau zu beobachten, während die Vergleichssorten 'Califlay' und 'Proloog' frei blieben. Auf den Versuchsfeldern des Max-Planck-Institutes trat demnach nur die Rasse A auf.

¹⁾ Die Mehltairesistenzprüfungen wurden nach dem von SNEEP (1957) abgefaßten „Rezept“ durchgeführt.

Auch später, nachdem in Holland eine zweite Rasse beobachtet worden war und in Vierlanden auf 'Califlay' der Biotyp B isoliert werden konnte, war in Hamburg nur die Rasse A festzustellen. Die letzten Untersuchungen erfolgten im Sommer 1964. Über die eigenen Mehлтаuprüfungen wird HANDKE in einer weiteren Arbeit berichten.

10. Einkreuzung der Mehлтаuresistenz gegen Biotyp A und B

a) Winterspinat

Zu Beginn der Resistenzzüchtung war eine möglichst schnelle Erreichung des Zieles angestrebt worden, um die Resistenz gegen die vorhandenen Rassen A und B vor dem Auftreten weiterer Biotypen zu realisieren. Dazu waren zwei Probleme zu lösen; die Verbesserung der Infektionsmethoden, um ein zahlenmäßig sehr großes Material prüfen zu können, und letztlich eine rasche Trennung der heterozygoten und homozygoten Nachkommenschaften.

Im Herbst 1959 wurden die Sorten 'Proloog' (59/122) und 'Califlay' (59/123) im Winterspinatzuchtgarten als Vergleichssorten ausgesät. Sie winternten total aus, während die Wisemona-Stämme überlebten. Im April 1960 erfolgte eine Neuaussaat der Sorten 'Proloog' und 'Califlay'. Auf ihren weiblichen Pflanzen entstand die Kreuzung mehлтаuresistent — wenig winterfest — diözisch \times mehltauanfällig — winterfest — monözisch. Die F_1 -Generation wurde im Gewächshaus angezogen, die Aussaat erfolgte am 29. August, der Blühbeginn mit Zusatzlicht am 1. Oktober 1960. Die Samen waren zum Jahresende reif. Die F_2 dieser Kreuzung wurde im Frühjahr 1961 in Erdtöpfen im Frühbeet angezogen. Eine künstliche Infektion mit *Peronospora spinaciae* Rasse B erfolgte im Frühbeet. Es traten unter 7434 Individuen 1777 (23,9 %) anfällige Typen auf. Die Vergleichssorte 'Proloog' hatte unter 602 Pflanzen 1,3 % anfällige, von 132 'Califlay'-Pflanzen waren alle befallen. Der monözische Elter Wisemona war bei 583 Individuen zu 99,3 % mehltauanfällig. Alle resistenten F_2 -Pflanzen wurden ins Freiland gepflanzt. Davon waren 5 % rundblättrig, dem Wisemona-Typ entsprechend. Diese blühten untereinander ab. Alle nicht dem Wisemona-Typ entsprechenden F_2 -Pflanzen wurden eliminiert. Homozygot und heterozygot Mehлтаuresistente waren an einer Mehлтаuprüfung der F_3 zu erkennen. Von 390 waren 127 Nachkommenschaften 100 % und 263 Nachkommenschaften 90 bis 99 % resistent. Das Verhältnis Heterozygoter zu Homozygoten lag bei 2,1 : 1,0. Das heterozygot resistente Material wurde auf Grund der Mehлтаuprüfung von der Weiterzucht ausgeschlossen.

Zur Auslese winterfester F_3 -Nachkommenschaften erfolgte im September 1961 eine Freilandaussaat. Es traten noch im Herbst in fast allen Stämmen sehr hellgrünblättrige, schossende Pflanzen auf, während das übrige Material dunkelgrünlaubig war und im Rosettenstadium blieb. Die hellen Frühschösser wurden sofort entfernt. Sie waren auch bei der Sorte 'Proloog' zu beobachten, von der aus dem Winter 1959/1960 bekannt war, daß sie wenig Winterfestigkeit besitzt. Nach dem Winter konnte nach der Auszählung der überlebenden Pflanzen und der im Herbst entfernten hellgrünblättrigen Frühschösser die Vererbung der Winterfestigkeit analysiert werden. In 95 F_3 -Nachkommenschaften traten 6 Winterfeste, 84 spaltende heterozygot Winterfeste und 5 nicht Winterfeste auf (Tab. 1). Die Winterfestigkeit einer in Norddeutschland gezüchteten Spinatsorte

gegenüber einer nicht winterfesten Form wird danach durch zwei dominante Gene vererbt.

Tabelle 1

Die Vererbung des Merkmals „Winterfestigkeit“ und ihre unterschiedliche Manifestation bei Annahme additiv quantitativer Wirkung der vier Allele zweier Gene

Inheritance of the character "winter hardiness" and its differential manifestation on the assumption of the additive quantitative action of four alleles of two genes

Bezeichnung	Anteil der Winterfesten in Prozent	Anzahl der dominanten Allele		Nachkommenschaften		Differenz (D)	Quadrat der Differenz (D ²)	D ² E	χ ²	FG	P %
		Erwartete Spaltung	Befund	Erwartung (E)	Differenz (D)						
Winterfest, homozygot	97—100	4	1/16	7	5,9	1,1	1,21	0,488			
Winterfest, heterozygot	75—96	3	4/16	24	23,8	0,2	0,04	0,002			
Winterfest, heterozygot	50—74	2	6/16	38	35,6	2,4	5,76	0,162			
Winterfest, heterozygot	6—49	1	4/16	23	23,8	0,8	0,64	0,027			
Nicht winterfest, homozygot	0—5	0	1/16	3	5,9	2,9	8,41	1,425			
Summe			16/16	95	95,0			2,104	2,104	4	71

Eine Selektion von winterfesten, dem Wisemona-Typ entsprechenden Einzelpflanzen erfolgte auch in den heterozygot-winterfesten Nachkommenschaften, da die sechs Homozygoten zur Weiterzucht nicht ausreichten. Zur Trennung der homozygot und heterozygot mehlttauresistenten Formen erfolgten im Sommer 1962 die ersten Selbstungsversuche. Durch ungünstige Witterung war die Zahl der gelungenen Selbstungen klein und die Samenqualität schlecht.

Im Frühjahr 1963 wurden nach einer Auslese winterfester Wisemona-Typen 167 Selbstungen vorgenommen. Um jegliche Fremdbefruchtung auszuschalten, wurden die Pflanzen schon im vegetativen Zustand eingetütet. Davon brachten 106 Pflanzen Samen; zwei hatten parthenokarpe Früchte, die nicht keimten und vermutlich von weiblichen Pflanzen stammten.

Bei einer künstlichen Mehlttauinfection konnten 54 homozygot-resistente, 47 heterozygot-resistente und 5 anfällige Nachkommenschaften gefunden werden. Die Mehlttauinfection wurde dreimal wiederholt. Der Befall der anfälligen Vergleichssorten lag bei 90 bis 100 %.

Die durch den Mehlttautest ausgelesenen homozygoten, mehlttauresistenten Stämme wurden 1964 im Freiland ausgesät und 100 Elitepflanzen ausgelesen. Ihre Nachkommenschaften waren nach nochmaliger dreimaliger Mehlttauprüfung wieder vollkommen resistent, damit konstant homozygot. Die Resistenzneuzüchtung am monözischen Winterspinat konnte in sechs Generationen in den Jahren 1960 bis 1964 mit Erfolg durchgeführt werden. Eine Anmeldung beim Bundesortenamt war am 9. Juli 1962 erfolgt. Der Sortenschutz wurde am 24. Mai 1966 erteilt. Die Neuzüchtung erhielt den Namen 'WiRemona'¹⁾. Eine Beschreibung der Sorte erübrigt sich. Ihre Eigenschaften gleichen denen der in der Arbeit beschriebenen Sorte 'Wisemona'. Hinzu kommt die Resistenz gegen *Peronospora spinaciae* Rasse A und B.

¹⁾ Die Firma C. Sperling & Co. in Lüneburg übernahm die Einführung der Sorte.

b) Frühjahrsspinat

Die Einkreuzung der Mehлтаuresistenz begann am 18. März 1961. Die Anzucht der Pflanzen für die Kreuzung erfolgte im Gewächshaus mit Zusatzlicht. Weibliche Pflanzen der Sorte 'Proloog' (60/42) wurden von Frühemona-Monözisten bestäubt. Anfang Juni konnte das Saatgut für die F_1 geerntet werden. Diese wurden am 10. Juni 1961 im Gewächshaus ausgesät und am 5. Juli 1961 einer künstlichen Mehлтаuinfection mit Rasse B unterzogen. Vom resistenten Elter war bekannt, daß er nicht homozygot war. Von 65 Kreuzungsnachkommenschaften waren zehn nicht vollständig resistent bzw. von 687 F_1 -Pflanzen 6,6 % anfällig. Diese 6,6 % wurden entfernt. Bei Nichteliminierung der Rezessiven in der F_1 wäre der Anteil der Homozygoten in der F_2 von 25 % auf 21,5 % gefallen, während die Rezessiven von 25 % auf 28,7 % angestiegen wären.

Vom 4. bis 6. September 1961 wurde das F_2 -Material in Erdtöpfen im geheizten Frühbeet angezogen. Am 21. September erfolgte wieder eine künstliche Mehлтаuinfection mit Rasse B. Die als Standard eingefügte Sorte 'Frühemona' hatte 87 % Mehлтаubefall, die Sorte 'Califlay' war 100 % befallen. Das aus 20 000 Pflanzen bestehende F_2 -Material hatte 14 % anfällige Pflanzen. Die Erwartung lag bei 25 %. Da die Vergleichssorte 'Frühemona' nur 87 % Befall hatte, ist anzunehmen, daß in der F_2 nicht alle Rezessiven befallen worden sind. 1186 (5,9 %) rundblättrige, dunkelgrünlaubige, resistente F_2 -Pflanzen wurden getopft und im Gewächshaus kultiviert. Die Beleuchtungsdauer betrug 16 Stunden. Als Lampen wurden Leuchtstoffröhren verwendet. Alle frühschossenden und später erkannten spitzblättrigen Pflanzen wurden eliminiert. 2,5 % (500 Pflanzen) des Anfangsbestandes gelangten zur Blüte. Vom 23. Januar bis 22. Februar 1962 erfolgte die Samenernte. Das Tausendkorngewicht betrug 9,7 g.

Am 16. Februar 1962 konnten 486 F_3 -Stämme im Gewächshaus ausgesät werden. Der Aufgang betrug 70 bis 80 %. Die Aussaat der F_3 im Gewächshaus war erfolgt, weil die Samenernte der F_2 für eine Freilandaussaat nicht ausreichte. Am 14. März 1962 erfolgte eine künstliche Mehлтаuinfection. Die Vergleichssorte 'Frühemona' war zu 98 % befallen, die Testsorte für Rasse B, 'Califlay', zu 100 %. Von 486 F_3 -Stämmen waren 243 Nachkommen zu 100 % resistent, 100 Nachkommenschaften zu weniger als 100 % resistent und vier Nachkommenschaften anfällig. 125 homozygote und heterozygote F_3 -Stämme (25 %) mit guten Wuchseigenschaften wurden ausgelesen und blühten untereinander ab (mit Zusatzlicht, insgesamt 16 Stunden). Vom 24. bis 29. Mai 1962 konnten die Samen der F_3 geerntet werden. Damit sind in 14 Monaten vier Generationen einschließlich der Kreuzung herangezogen worden. Die Einzelpflanzen der F_3 wurden zu Stammranschen vereinigt.

Am 7. Juni 1962 erfolgte die erste Freilandaussaat der F_4 . Der Aussaattermin war für einen Frühjahrsspinat eigentlich zu spät, aber das Experiment gelang, da es im Sommer sehr feucht und kühl war. Erstmals wurde der Versuch unternommen, eine künstliche Mehлтаuinfection im Freiland durchzuführen. Der Versuch mißlang, obwohl alle Versuchsbedingungen erfüllt worden waren.

Parallel zum Auslesezüchtgarten wurde die F_4 auf einem Prüffeld ausgesät. Zum Vergleich waren verschiedene Sorten und Stämme von 'Frühemona' eingefügt. Trotz der späten Jahreszeit konnte durch Vergleich mit dem Standard eine Auslese auf Blattfarbe, Wüchsigkeit und Schoßtermin durchgeführt werden.

In den positiv beurteilten Stämmen konnten im Auslesezuchtgarten Elitepflanzen für die Weiterzucht selektiert werden. Die Blüte der Elitepflanzen begann am 1. August 1962 und war damit zwei Monate später als bei normaler Aussaatzeit. Da die Sorte als Frühjahrs- und Herbstspinat gezüchtet wird, konnten somit ihre Leistungen im Juli und August geprüft werden. Die Samenreife fiel in die Zeit vom 18. September bis 3. Oktober 1962. Das Tausendkorngewicht lag zwischen 7 und 8 g und war damit niedriger als beim monözischen, mehltauresistenten Winterspinat 1962 (10 bis 11 g). An den Nachkommenschaften der geernteten Elitepflanzen erfolgte im Herbst eine Mehltauprüfung. Dabei konnten die heterozygoten Stämme eliminiert werden.

Im Jahre 1963 wurde die F₅-Generation rechtzeitig im Frühjahr im Freiland ausgesät. Groß- und rundblättrige, dunkelgrünlaubige, spätschossende Typen konnten als Eliten ausgelesen werden. 256 Elitepflanzen wurden schon im vegetativen Stadium zum Selbstbefruchten eingetütet. Davon hatten 158 Selbstungen Ansatz. Durch drei künstliche Mehltauinfektionen an den Nachkommenschaften konnten 119 homozygot-resistente, 24 heterozygot-resistente und 2 rezessiv-anfällige Pflanzen festgestellt werden. Durch die erste Mehltauprüfung wurden 67 % der Heterozygoten erkannt und in der zweiten die restlichen 33 % gefunden. Es waren die Nachkommenschaften, die bei der ersten Prüfung weniger als 16 Pflanzen hatten. Bei der dritten Infektion waren alle bisher ausgelesenen Homozygoten 100 % resistent. Der Anteil der homozygoten Resistenten betrug demnach 82 %. Beim monözischen Winterspinat waren es nach der Selbstung in der F₄ 57 %.

Die F₆-Generation wurde 1964 als Freilandprüfung ausgesät. Alle nach der Selbstungsgeneration auftretenden Nachkommenschaften, die nicht dem Zuchtziel entsprachen, wurden eliminiert. In den positiven Linien wurden neue Elitepflanzen ausgelesen, die untereinander abblühten. An den Nachkommenschaften erfolgte eine künstliche Mehltauinfektion mit Rasse B in dreifacher Wiederholung. Heterozygote Nachkommenschaften wurden nicht gefunden.

Die F₇ wurde im Jahre 1965 im Freiland ausgesät, im Prüfungszuchtgarten bei einer Standweite von 25 × 2,5 cm im Vergleich mit den Sorten 'Spica', 'Vital R', 'Hybrid 424' und 'Hiemalis'. Bonitiert wurde der Erscheinungstermin der ersten Männchen und Monözisten. Bei 'Hybrid 424' erschienen die Männchen am 1. Juni, bei 'Spica' und 'Vital R' am 2. Juni und 'Hiemalis' am 3. Juni. Die ersten Monözisten beim monözischen, mehltauresistenten Frühjahrsspinat wurden am 6. Juni sichtbar. Am 12. Juni konnte die Schoßneigung der Sorten beurteilt werden. Als Mittel von vier Wiederholungen ergab sich die folgende Reihenfolge: 'Hybrid 424', 'Vital R', 'Hiemalis', 'Spica' und mit Abstand der monözische, mehltauresistente Frühjahrsspinat.

Die Unterschiede in der Blattfarbe waren geringer: 'Spica' erhielt die Bonitur 3,5, 'Hiemalis' 3,2, 'Vital R' und 'Hybrid 424' 3,1 und der Frühjahrsspinat 2,5. Mit 1 wurde ein sehr dunkles und mit 5 ein sehr helles Blatt bonitiert. Die Ergebnisse des Prüfungszuchtgartens wurden auf den Auslesezuchtgarten übertragen und alle Nachkommenschaften mit unterdurchschnittlichen und negativen Bonituren eliminiert. Im Auslesezuchtgarten sind keine Vergleichssorten enthalten, um unregulierte Fremdbefruchtung durch diözische Männchen auszuschalten. Eliteeinzelpflanzen aus guten Nachkommenschaften blühten untereinander ab. Eine Mehltauinfektion an dem Zuchtgartenmaterial ergab unter 1000 Pflanzen

keine mehlttauanfälligen. Damit ist die Sorte konstant homozygot-mehlttauresistent gegen die Rassen A und B. Die Resistenzneuzüchtung konnte in sieben Generationen in den Jahren 1961 bis 1965 durchgeführt werden.

Am 9. Juli 1962 war die Neuzüchtung beim Bundessortenamt angemeldet worden. Aus Gründen der Namensgebung ist die Erteilung des Sortenschutzes im Vergleich zu 'WiRemona' um ein Jahr verschoben worden. Sie erfolgte am 22. März 1967. Analog zu 'WiRemona' erhielt die Sorte den Namen 'Frühremona¹⁾'. Die Sortenbeschreibung ist die gleiche wie die der Sorte 'Frühemona' unter Hinzufügung von Mehlttauresistenz.

III. ERGEBNISSE

1. Ertragsfähigkeit

In den Jahren 1961 bis 1964 wurde in den Freilandversuchen 1 bis 15 die Ertragsfähigkeit des monözischen Winter- und Frühjahrsspinates untersucht (Tab. 2).

Standort: Alle Felder hatten anlehmigen, etwas humosen Sandboden.

Düngung: 6 dz je Hektar Volldünger Höchst Complezal zur Aussaat und 8 dz je Hektar Kalksalpeter in zwei Gaben während der Wachstumszeit.

Versuchsanlage: Versuche 1 bis 8, 13 bis 15 Fisher-Block-Anlage, Versuch 9 bis 12 Langparzellenmethode.

a) Bei Überwinterung

In den Freilandversuchen 1 bis 3 (Tab. 2) wurden der monözische Winterpinat (Sorte 'Wisemona' mit Nr. 4) und der monözische Frühjahrsspinat (Sorte

Tabelle 2
Spinatsortenversuche 1961 bis 1964
Spinach variety trials 1961 to 1964

Versuchs-Nr.	Bezeichnung	Termine	Aussaat		Erntezeit
			Reihenabstand cm	Menge kg/ha	
1	Herbstsortenversuch 1961/62	16. 9. 1961	25	30	15.—25. 5.
2	Herbstsortenversuch 1962/63	14. 9. 1962	25	30	3.—13. 5.
3	Herbstsortenversuch 1962/63	14. 9. 1962	12,5	60	3.—13. 5.
4	Frühjahrssortenversuch 1962	18. 4. 1962	12,5	60	6.—15. 6.
5	Frühjahrssortenversuch 1962	18. 4. 1962	25	30	6.—15. 6.
6	Frühjahrssortenversuch 1963	9. 4. 1963	12,5	60	22.—28. 5.
7	Frühjahrssortenversuch 1963	9. 4. 1963	25	30	22.—28. 5.
8	Frühjahrssortenversuch 1964	16. 4. 1964	25	30	25.—29. 5.
9	Sommersortenversuch 1961	21. 7. 1961	12,5/25	30/60	25. 8.— 8. 9.
10	Sommersortenversuch 1961	31. 7. 1961	12,5/25	30/60	8. 9.—22. 9.
11	Sommersortenversuch 1961	10. 8. 1961	12,5/25	30/60	19. 9.—14. 11.
12	Sommersortenversuch 1961	23. 8. 1961	12,5/25	30/60	11. 10.—14. 11.
13	Sommersortenversuch 1963	14. 8. 1963	25	30	17. 10.
14	Sommersortenversuch 1964	6. 8. 1964	25	30	14. 9.— 2. 10.
15	Sommersortenversuch 1964	26. 8. 1964	25	30/40	19. 10.

1) Die Firma C. Sperling & Co. in Lüneburg übernahm die Einführung der Neuzüchtung.

‘Frühemona’ mit Nr. 6) geprüft. Zum Vergleich standen die Sorten 1 und 11. Beide sind diözische Winter- und Frühjahrsspinate. Sorte 11 hat außerdem eine sehr hohe Winterfestigkeit. Die diözischen Sorten wurden kurz nach dem Erscheinen der ersten männlichen Pflanzen geerntet. ‘Wisemona’ und ‘Frühemona’ waren bei der Ernte noch vegetativ (Tab. 3). Der Unterschied vom Termin des Auftretens der ersten Männchen bei Sorte 1 und 11 bis zum Erntetermin bei ‘Wisemona’ beträgt fünf bis zehn Tage, bei ‘Frühemona’ 11 bis 17 Tage. Die Varianzanalyse der Versuche 1 bis 3 ergab zufällige Blockunterschiede und hochsignifikante Differenzen für die Versuche, Sorten und Wechselwirkung Versuche \times Sorten. Die Grenzdifferenzen in dz/ha Frischmasse betragen 14,6 bei $P = 5\%$ und 19,1 bei $P = 1\%$.

Tabelle 3

Termine des Erscheinens der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten (E.M.) der Herbstversuche 1 bis 3 (* bei der Ernte noch vegetativ)

Dates of appearance of the first male and monoecious plants (E.M.) in autumn trials 1 to 3 (* still vegetative at time of harvest)

Sorte	Nr.	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
		E.M.	Erntetermin	E.M.	Erntetermin	E.M.	Erntetermin
Frühemona	6		25. 5.*		13. 5.*		13. 5.*
Wisemona	4		18. 5.*		7. 5.*		7. 5.*
	11	8. 5.	15. 5.	2. 5.	3. 5.	2. 5.	3. 5.
	1	8. 5.	15. 5.	2. 5.	3. 5.	2. 5.	3. 5.

Tabelle 4

Erträge der Sorten in dz je Hektar Frischmasse der Herbstversuche 1 bis 3 (gleichwertige Sorten durch Klammern verbunden)

Yields of varieties in dz of fresh weight per hectare in autumn trials 1 to 3 (varieties with equal values joined by brackets)

Sorte	Nr.	Ertrag dz/ha Frischmasse	Differenz zu Sorte			gleichwertig bei	
			4	11	1	P 5 %	P 1 %
Frühemona	6	154,8	33,8**	68,2**	74,6**		
Wisemona	4	121,0	—	34,4**	40,8**		
	11	86,6		—	6,4]]
	1	80,2			—		

Die Durchschnittserträge der Sorten an geernteter Frischmasse sind in Tabelle 4 in Doppelzentner je Hektar angegeben. ‘Frühemona’ liegt mit 154,8 dz/ha hochsignifikant über ‘Wisemona’, diese mit 121,0 dz je Hektar hochgesichert über den Sorten 11 und 1, deren Unterschiede untereinander (86,6 und 80,2 dz je Hektar) zufällig sind.

b) Frühjahrsanbau

In den Versuchen 4 bis 8 (Tab. 2) wurden 1962 bis 1964 der monözische Winterspinat (Sorte ‘Wisemona’) und der monözische Frühjahrsspinat (Sorte

‘Frühemona’) geprüft. In Versuch 8 sind beide mehltauanfälligen Formen durch die mehltaresistenten ersetzt: Für ‘Wisemona’ Sorte ‘WiRemona’ mit Nr. 14, für ‘Frühemona’ Sorte ‘FrüRemona’ mit Nr. 16.

Zum Vergleich waren die diözischen Sorten 1 und 12 eingefügt. Die Sorten ‘Frühemona’ bzw. ‘FrüRemona’ können sieben bis zehn Tage nach den Sorten 1 und 12 geerntet werden (Tab. 5). Eine Ausnahme bildet der Versuch 8, in dem bei Sorte 1 die ersten Männchen nur drei Tage (26. Mai) vor den ersten Monözisten bei ‘FrüRemona’ erschienen. Der zeitliche Unterschied im Erntetermin bei den Sorten ‘Wisemona’ bzw. ‘WiRemona’ gegenüber den Vergleichssorten 1 und 12 beträgt sieben bis neun Tage, wobei in Versuch 8 die Differenz zu Sorte 1 drei Tage beträgt.

Die Varianzanalyse ergab für die Versuche 4 bis 8 zufällige Blockunterschiede, hochgesicherte Unterschiede für die Versuche, Sorten und Wechsel-

Tabelle 5

Termine des Erscheinens der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten (E.M.)
der Frühjahrsversuche 4 bis 8
(* bei der Ernte noch vegetativ)

Dates of appearance of the first male and monoecious plants (E.M.) in spring trials 4 to 8
(* still vegetative at time of harvest)

Sorte	Versuch										
	4		5		6		7		8		
	Nr.	E.M.	Ernte-termin	E.M.	Ernte-termin	E.M.	Ernte-termin	E.M.	Ernte-termin	E.M.	Ernte-termin
Frühemona	6		15. 6.*		15. 6.*		28. 5.*		28. 5.*		
FrüRemona	16									29. 5.	29. 5.
Wisemona	4		14. 6.*		14. 6.*		28. 5.*		28. 5.*		
WiRemona	14									29. 5.	28. 5.
	12	5. 6.	6. 6.	5. 6.	6. 6.	21. 5.	22. 5.	21. 5.	22. 5.	22. 5.	25. 5.
	1	5. 6.	6. 6.	5. 6.	6. 6.	21. 5.	22. 5.	21. 5.	22. 5.	26. 5.	28. 5.

Tabelle 6

Erträge der Sorten in dz je Hektar Frischmasse der Frühjahrsversuche 4 bis 8
(gleichwertige Sorten durch Klammern verbunden)

Yields of varieties in dz of fresh weight per hectare in spring trials 4 to 8
(Varieties with equal values joined by brackets)

Sorten	Nr.	Ertrag dz/ha Frisch- masse	Differenz zu Sorte			gleichwertig bei	
			4/14	12	1	P 5 %	P 1 %
Frühemona bzw.	6						
	bzw.	271,8	12,1	110,6**	151,7**]]
FrüRemona	16						
Wisemona bzw.	4						
	bzw	259,7	—	98,5**	139,6**]]
WiRemona	14						
	12	161,2		—	41,1**		
	1	120,1			—		

wirkung der Versuche \times Sorten. Die Grenzdifferenzen in dz/ha Frischmasse betragen 12,8 bei $P = 5\%$ und 17,2 bei $P = 1\%$.

Die Ertragsunterschiede des monözischen Winter- und Frühjahrsspinates sind mit 271,8 und 259,7 dz/ha geernteter Frischmasse (FM) nicht gesichert. Sie liegen aber hochsignifikant über den Vergleichssorten 12 und 1, deren Differenzen untereinander (161,2 und 120,1 dz/ha) hoch gesichert sind (Tab. 6). In Versuch 8 wurde 1964 der Blattanteil am Frischmasseertrag bestimmt, wobei als Blattanteil die Spreite ohne Blattstiel verstanden wurde. Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, liegt der Blattanteil in allen vier Sorten über 60%. Der monözische, mehltresistente Frühjahrsspinat hat mit 128,6 dz je Hektar Frischmasseblatt-ertrag bei dem niedrigsten Blattanteil den höchsten Ertrag an Blättern gebracht.

Tabelle 7
Frischmasseerträge in dz je Hektar des Frühjahrversuches 8
(Gesamtertrag und Blattertrag)

Yields of fresh weight in dz per hectare in spring trial 8 (total yield and yield of leaves)

Sorte	Nr.	Frischmasse Gesamtertrag		Frischmasse Blattertrag		Blattanteil in Prozent
		dz/ha	relativ Nr. 12 gleich 100	dz/ha	relativ Nr. 12 gleich 100	
FrüRemona	16	212,5	144	128,6	143	60,5
	1	183,8	125	117,8	131	64,1
WiRemona	14	151,2	102	96,8	108	64,0
	12	147,5	100	90,0	100	61,0

Tabelle 8
Frischmasseerträge in dz je Hektar (Durchschnitt von vier Wiederholungen)
der Sommerversuche 9 bis 11 und 14

Yields of fresh weight in dz per hectare (mean of four replications)
in summer trials 9 to 11 and 14

Sorte	Nr.	Versuch								Sortenmittel	
		9		10		14	11				
		Aussaattermin									
		21. 7. 1961		1. 8. 1961		6. 8. 1964	10. 8. 1961				
Reihenabstand in Zentimeter											
		12,5	25,0	12,5	25,0	25,0	12,5	25,0	12,5	25,0	
Wisemona	1	56,7	41,7	123,3	103,3	124,6		188,3	90,0	116,1	
	4	83,3	121,7	158,3	100,0		151,7	83,3	131,1	101,6	
	14						213,3	195,0			
	12	118,3	80,0	171,6	103,3	146,8	145,0	136,7	145,0	126,2	
Frühemona	13	91,7	56,7	116,7	83,3		128,3	100,0	112,2	80,0	
	6	205,0	86,7	176,7	205,0		138,3	103,3	173,3	131,6	
	16					146,0					
FrüRemona	17					105,0					
	34					109,8					
	Mittel	111,0	77,3	149,3	119,0	123,7	155,3	134,4			

c) Sommeranbau mit Herbstnutzung

In den Versuchen 9 bis 15 (Tab. 2) sollte die Ertragsleistung der monözischen Sorten im Sommeranbau bei Herbstnutzung geprüft werden. Die Anbaubedingungen sind im Sommer ungünstiger als im Frühjahr und Herbst. Gegen hohe Temperaturen und starke Niederschläge ist Spinat in der Aufgangszeit sehr empfindlich. Es sind deshalb nur von den Versuchen 9, 10, 11 und 14 Ertragsergebnisse (Tab. 8) vorhanden. Die Bewertung der monözischen Formen und der Vergleichssorten muß deshalb an den Ertragsergebnissen sowie an den Terminen des Erscheinens der ersten Männchen und Monözisten erfolgen (Tab. 9). Als Vergleichssorten wurden außer Sorte 1 und 12 die diözischen Sorten 13, 17 und 34 verwendet. Ihre Eingruppierung in Winter- und Frühjahrsspinat geht aus Tabelle 9 hervor.

'Frühemona' ist als einzige Sorte in den Versuchen 9 bis 15 bei der Ernte noch vegetativ. Der Erntezeitpunkt kann also auf Grund eines ausreichenden Ertrages bestimmt werden und nicht nach dem Erscheinungstermin der ersten Monözisten. In Versuch 10 wurden am 22. September am Erntegut die ersten weiblichen Blüten beobachtet, die zu dieser Zeit eine Ausnahme sind. Männliche Blütenknospen waren zu dieser Jahreszeit bei 'Frühemona' nicht mehr zu erwarten. Der monözische Frühjahrsspinat ist besonders für Aussaaten in der Zeit vom 20. Juli bis 5. August geeignet. Seine Überlegenheit geht aus den Frischmasseerträgen in den Versuchen 9, 10 und 14 hervor. Das Versuchsmittel bei einem Reihenabstand von 12,5 und 25,0 cm liegt mit 173,3 bzw. 131,6 dz/ha Frischmasse an erster Stelle (Tab. 8).

Der monözische Winterspinat wird im Gegensatz zum monözischen Frühjahrsspinat bei Aussaaten am 21. Juli und 1. August noch generativ. Der Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Monözisten liegt sieben bis acht Tage nach dem mittleren Erscheinungstermin der ersten Männchen der Sorten 1, 12 und 13 (Tab. 9). Damit werden auch im Sommeranbau die Unterschiede deutlich, die in den Herbst- und Frühjahrversuchen beim monözischen Frühjahr- und Winterspinat gegenüber den Vergleichssorten zu beobachten waren. Die besondere Eignung der Sorten 'Wisemona' und 'WiRemona' für den Sommeranbau mit Herbstnutzung liegt bei Aussaaten vom 5. bis 15. August. Die Sorte bleibt in dieser Zeit vegetativ und bringt Mitte bis Ende Oktober hohe Erträge an Frischmasse (Tab. 7, Versuch 11, Sorte 'WiRemona').

2. Geschlechtschromosomen des monözischen Spinates mit weiblichem Wuchstyp

Bei Beginn der Arbeiten im Jahre 1937 war als Arbeitshypothese angenommen worden, daß die Monözisten den weiblichen Wuchstyp haben. In den Jahren 1937 bis 1966 wurden annähernd 10 000 Nachkommenschaften geprüft, die von monözischen Einzelpflanzen stammten, die untereinander abblühten. Männliche Pflanzen mit dem männlichen Wuchstyp wurden als seltene Ausnahmen in größeren Beständen von einhundert- bis zweihunderttausend monözischen Pflanzen gefunden. Die Nachkommen von Monözisten besaßen durchweg den weiblichen Wuchstyp. Die Beobachtungen bestätigen die Richtigkeit der Annahme, daß die Monözisten den weiblichen Wuchstyp und damit die beiden X-Chromosomen besitzen.

JANICK und STEVENSON (1955) berichten, daß die Monözie bei Spinat durch ein Majorgen X^m kontrolliert zu sein scheint, welches als ein Allel des Faktorenpaares XY befunden wurde. Es ist unvollständig dominant über X, während das Y-Allel dominant über X und X^m ist. Die Autoren sprechen von den drei Allelen Y, X^m und X eines Gens.

Um die Entstehung der sehr vereinzelt auftretenden männlichen Pflanzen im eigenen Material zu klären, wurden 1963 Selbstungen durchgeführt. Sie dienten gleichzeitig der Auffindung homozygot-mehltauresistenter Stämme. 1964 wurden 436 Selbstungsnachkommenschaften geprüft. In 47 Linien erfolgte eine Auszählung der Geschlechtstypen. Es traten unter 788 Individuen keine diözischen Männchen auf. In weiteren 201 Linien wurden ebenfalls keine männlichen Pflanzen beobachtet.

25 000 Pflanzen aus 182 Selbstungsnachkommenschaften, die als Ramsch zur Vermehrung ausgesät worden waren, enthielten ebenfalls keine diözischen Männchen. Damit ist bewiesen, daß bei absoluter Ausschaltung unerwünschter Befruchtung durch rein männliche Pflanzen in monözischem Material keine rein männlich blühenden Pflanzen mit männlichem Wuchstyp auftreten. Das gesamte 1964 geprüfte monözische Material umfaßte 35 000 Pflanzen.

3. Fixierung der Mehлтаuresistenz durch das Merkmal „Monözie“

Wie bereits erwähnt, war zu Beginn der Resistenzzüchtung eine schnelle Verwirklichung des Zuchtzieles angestrebt worden. Das bedeutete, die homozygoten Stämme so früh wie möglich aus dem resistenten Material zu isolieren, um damit die Eigenschaft „Resistenz gegen *Peronospora*“ konstant zu erhalten.

Tabelle 9

Termine des Erscheinens der ersten männlichen Pflanzen
Dates of appearance of male and monoecious plants

Sorte	Nr.	Sortentyp ¹⁾	Versuch			
			9		10	
			Aussaat am			
			21. 7. 1961		1. 8. 1961	
			E.M. ²⁾	E.T. ³⁾	E.M.	E.T.
Wisemona	1	W. F.	22. 8.	25. 8.	11. 9.	19. 9.
	4	W. F.	30. 8.	31. 8.	15. 9.	19. 9.
WiRemona	14	W. F.				
	12	W. F.	22. 8.	25. 8.	5. 9.	8. 9.
	13	W. F.	22. 8.	25. 8.	8. 9.	8. 9.
Frühemona	6	F.	*	4. 9.		22. 9.
	16	F.				
FrüRemona	17	F.				
	34	F.				

¹⁾ W. = Winterspinat, F. = Frühjahrsspinat.

²⁾ E.M. = Erscheinen der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten.

³⁾ E.T. = Erntetermin.

* bei der Ernte noch vegetativ.

Das Merkmal Monözie sollte zur Erreichung dieses Zieles erstmalig herangezogen werden, denn durch das Vorhandensein von Blüten beider Geschlechter auf einer Pflanze kann jedes Individuum geselbstet werden.

Die Homozygoten und Heterozygoten lassen sich danach voneinander trennen. Sie sind an einer Nachkommenschaftsprüfung durch künstliche Mehlttauinfektion zu erkennen. Problematisch erschien zunächst die technische Durchführung der Selbstungen an einem großen Material im Freiland. 1962 erfolgten die ersten Selbstungsversuche mit Pergaminfalttüten von der Größe 100 × 40 cm. Infolge der sehr ungünstigen Witterung war die Zahl der erreichten Selbstungen gering und die Samenqualität sehr schlecht. Im Mai bis Juni 1963 wurden in drei Zuchtgärten Elitepflanzen ausgelesen. Die Selbstung wurde schon im vegetativen Stadium vorbereitet. Die Falttüten konnten durch Pergamentpapierschläuche¹⁾ von 150 cm Länge und 120 cm Umfang (38 cm Durchmesser) ersetzt werden. Die Pflanzen wurden an 150 cm lange Bambusstäbe gebunden, die fest in der Erde steckten. Der Papierschlauch wurde oben besonders fest angebunden, um ein Abrutschen zu verhindern. Unten erfolgte das Anbinden weniger fest, um die Pflanze nicht zu beschädigen. Gegen Zerreißen bei feuchter und stürmischer Witterung war jeder Pergamentschlauch auch in der Mitte mit einem Band versehen. Jeder Schlauch mußte während der Blütezeit mindestens einmal ersetzt werden. 900 Pflanzen konnten nach der beschriebenen Weise geselbstet werden. Davon hatten 70 % (625 Pflanzen) keimfähige Samen angesetzt. Die restlichen 30 % waren rein weibliche Pflanzen und solche, bei denen die Selbstung aus Witterungsgründen nicht gelungen war. Der Samenansatz war geringer als bei frei abgeblühten Pflanzen und das Tausendkorngewicht um 3 bis 5 g niedriger. Durch eine künstliche Mehlttauinfektion an den Nachkommenschaften konnten 436 homozygot-resistente, 159 heterozygot-resistente, 12 anfällige Nachkommenschaften ermittelt werden.

und Monözisten (der Sommerversuche 9 bis 15)
(in summer trials 9 to 15)

Tabelle 9

		Versuch									
14		11		13		12		15			
				Aussaat am							
6. 8. 1964		10. 8. 1961		14. 8. 1963		20. 8. 1961		26. 8. 1964			
E.M.	E.T.	E.M.	E.T.	E.M.	E.T.	E.M.	E.T.	E.M.	E.T.	E.M.	E.T.
*	23. 9.	*	12. 10.	*	17. 10.	*	14. 11.	*	19. 10.		
		*	16. 10.	*	17. 10.	*	14. 11.				
		*	12. 10.	*	17. 10.			*	19. 10.		
10. 9.	14. 9.	20. 9.	22. 9.	*	17. 10.			*	19. 10.		
		22. 9.	27. 9.								
		*	14. 11.	*	17. 10.	*	14. 11.				
*	23. 9.			*	17. 10.			*	19. 10.		
14. 9.	14. 9.			*	17. 10.						
10. 9.	14. 9.							*	19. 10.		

¹⁾ Die Pergamentpapierschläuche wurden bei der Firma Beucke & Söhne, Dissau (Teutoburger Wald), hergestellt.

4. Schwierigkeiten bei der Großvermehrung monözischer Sorten

Die wichtigste Maßnahme bei der Züchtung und Vermehrung des monözischen Spinates ist die Eliminierung der vereinzelt auftretenden diözischen Männchen. Der Prozentsatz liegt im Zuchtgartenmaterial bei 0,1 bis 0,001. Theoretisch ist ein völlig freies Material vorstellbar. 1964 konnte der Nachweis dafür erbracht werden (siehe oben).

In 35 000 Nachkommen von Selbstungen traten keine rein männlichen Pflanzen auf. Da in der Vermehrung eine völlige Isolierung nicht möglich ist, muß mit den Prozentsätzen von 0,1 bis 0,001 gerechnet werden. Bei einer Aussaatstärke von 10 kg/ha im Vermehrungsanbau werden bei einem Tausendkorngewicht von 10 g 1 Million Samen je Hektar ausgesät. Bei einem Besatz von 1 : 100 000 treten auf 1 ha zehn männliche Pflanzen auf. Werden sie nicht rechtzeitig entfernt, verstärkt sich der Anteil zur nächsten Generation etwa um das Zehnfache. Es sind dann bereits 100 männliche Pflanzen im Bestand. Bei einer dreimaligen Vermehrung sind im Verbrauchssaatgut 1000 männliche Pflanzen je Hektar bei 10 kg Aussaatstärke, bei höherer Aussaatstärke entsprechend mehr. Bei Eliminierung in den beiden ersten Stufen kann der Prozentsatz auf 0,01 gehalten werden. Ein derartiges Material ist für den Anbau sehr geeignet. Bei den unterschiedlich üblichen Aussaatstärken von 30 bis 100 kg je Hektar sind bei 0,01 % 30 bis 100 männliche Pflanzen je Hektar oder 0,3 bis 1,0 je Ar vorhanden. Diese niedrige Verunreinigung läßt den späten Erntetermin beim monözischen Spinat zu. Die wenigen männlichen Pflanzen können kurz vor der Ernte herausgezogen werden. Die Praxis des Vermehrungsanbaues sieht nicht so positiv aus. Bisher wurden nur die männlichen Pflanzen in Betracht gezogen, die im Material vorkommen und die man bis zur Elitevermehrung auch entfernen kann. Nicht bekannt ist der Umfang der Fremdbestäubung durch diözische männliche Pflanzen von weiter entfernt liegenden Kleingärten, nicht umgebrochenen Anbauflächen und Vermehrungsbeständen. Bei sauberster Selektion in Zuchtgärten und Vermehrungsbeständen bleiben die genannten Stellen auch bei Einhaltung der Mindestentfernungen eine ständige Gefahr. Beispiele für die Zunahme des Männchenanteiles auf 40 % in einer Generation wurden gefunden.

Wie 1964 nachgewiesen werden konnte, treten in einem monözischen Spinat keine männlichen Pflanzen auf, wenn durch eine pollensichere Isolierung Fremdbefruchtung ausgeschlossen wird. 1966 konnte die Methode mit dem Pergamentschlauch durch ein System pollensicherer Kabinen¹⁾ von 10 m² Größe wesentlich verbessert werden (Abb. 6).

REIMANN-PHILIPP und HANDKE werden ausführlich über das neue Kabinensystem und die züchtungsmethodischen Versuche bei Roggen und Spinat nach Abschluß der Arbeiten berichten.

In diesen Kabinen wird das Stammsaatgut einer fertigen Sorte erzeugt. Die Vermehrung der nächsten Stufe erfolgt in Gewächshäusern. Das Elitematerial wird im Freiland vermehrt und einer mehrmaligen Männchenkontrolle unterzogen. Die Vermehrung des Verkaufssaatgutes muß letztlich in Gebieten erfolgen, in denen der Anflug von fremden Pollen aus klimatologischen Gründen weitgehend ausgeschlossen ist, z. B. in küstennahen Gebieten mit Seewind. Damit

¹⁾ Die pollensicheren Kabinen wurden von der Firma Romberg & Sohn in Hamburg hergestellt.

könnte ein monözischer Spinat erzeugt werden, der im Verbrauchssaatgut einen Männchenbesatz von höchstens 0,01 % hat.

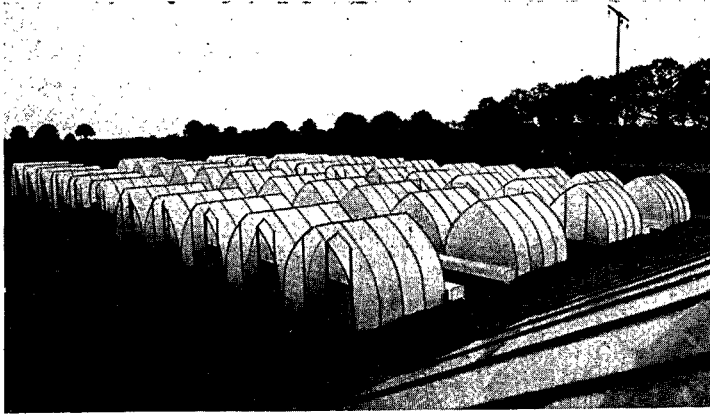


Abb. 6. Stammansolierungen von monözischem Spinat in pollensicheren, mit gefilterter Luft versorgten Kabinen; erste Längsreihe der Kabinen noch geöffnet, dritte Längsreihe dicht geschlossen

Isolation of lines of monoecious spinach in pollen-proof cages supplied with filtered air: first row along, cages still open, third row along, tightly closed

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

A. Ertragssteigerung und Verbesserung der Anbaurentabilität

Der bei Beginn der Arbeiten zur Züchtung des monözischen Spinates angenommene anbautechnische Vorteil durch den späteren Erntetermin konnte in den mehrjährigen Versuchen bestätigt werden.

Für normale Bedingungen stellte ZOSCHKE (1956) bei monözischen bzw. gleichzeitig schossenden Sorten gegenüber diözischen Sorten eine verlängerte Erntezeit von fünf bis zehn Tagen fest. Bei warmer und trockener Witterung betrug die Verlängerung noch zwei bis drei Tage. Demzufolge war zum optimalen Erntetermin der monözischen Sorten bei Frühlingsaussaat eine ertragliche relative Überlegenheit von 160,5 % und bei Herbstaussaat von 148,5 % gegenüber der diözischen Sorte 'Gaudry' (= 100 %) beobachtet worden.

Die eindeutigen Ertragsunterschiede zwischen vergleichbaren diözischen und monözischen Sorten sind nur zu erkennen, wenn die Ernte zum richtigen Zeitpunkt erfolgt. Wird bei einem diözischen Spinat erst dann geerntet, wenn ein ausreichender Ertrag vorhanden ist, enthält der Bestand üblicherweise wesentlich mehr als nur die ersten männlichen Pflanzen. Dieses Erntegut setzt sich nicht aus Frischmasse vegetativer Pflanzenteile zusammen, sondern teilweise aus männlichen Pflanzen, die kurz vor der Blüte stehen. Der Aufwuchs eines monözischen Spinates dagegen erreicht in der vegetativen Phase einen ausreichenden Ertrag.

Der richtige Erntetermin und die Höhe des Ertrages an Frischmasse sind nur an dem Erscheinungstermin der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten zu beurteilen.

Die Blütenknospen des monözischen Spinates sind kleiner, besonders die der schwach männlichen Monözisten. Sie vermindern die Qualität eines zu spät

geernteten Bestandes weniger als die deutlich sichtbaren und morphologisch größeren Knospen der männlichen Pflanzen.

SNEEP (1962) stellte fest, daß die Differenzen im Schoßtermin einerseits zwischen den weniger belaubten und den bis zur Spitze belaubten männlichen Pflanzen und andererseits den weiblichen Pflanzen sehr gering sind, so daß die gemischtgeschlechtlichen Typen keinen Anlaß zu Bemerkungen geben. Er findet größere Unterschiede nur zwischen den Sorten. Wie bereits erwähnt, wurden die eigenen Beobachtungen nicht am Schoßtermin, sondern am Erscheinungstermin der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten durchgeführt. Bei vergleichbaren Sorten konnten zwischen dem Erscheinen der ersten männlichen Pflanzen in diözischen Sorten und dem Erscheinen der ersten Monözisten in monözischen Sorten Unterschiede von drei bis zehn Tagen festgestellt werden. Da das Wachstum des Spinates kurz vor Beendigung der vegetativen Phase ein Optimum erreicht, entstehen auch bei geringen Zeitdifferenzen deutliche Ertragsunterschiede. Die Messung dieser Differenzen ist von der präzisen Feststellung des Erscheinens der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten abhängig. Nur dieser Termin läßt sich für einen bestimmten Tag festlegen, während der Schoßtermin nicht so genau zu fixieren ist.

Die ersten Pflanzen, die Blütenknospen tragen, bestimmen den Erntetermin und damit den Ertrag und den Anbauwert einer Sorte.

Die von SNEEP erwähnten Sortenunterschiede im Schoßtermin sind dann besonders eindeutig, wenn die für bestimmte Aussaatzeiten gezüchteten Sortentypen — wie Winter-, Frühjahrs- und Sommerspinat — zu diesen Zeiten angebaut werden. Die Sortentypen bringen nur zu diesen Zeiten die höchsten Erträge. Es entstehen zwischen ihnen je nach Witterung Differenzen bis zu 20 Tagen.

Beim Vergleich des monözischen Winter- und Frühjahrsspinates im Überwinterungsanbau mit Nutzung Anfang Mai sind nur noch Unterschiede von sechs bis sieben Tagen beobachtet worden (Tab. 3, Versuche 1, 2, 3). Prüft man den Winter- und Frühjahrsspinat in einem Frühjahrsversuch, werden die Differenzen noch geringer (Tab. 5, Versuche 4 bis 8). Der monözische Winter- und Frühjahrsspinat unterscheiden sich nur noch um einen Tag bzw. beide sind gleich.

Die Unterschiede im Erntetermin bei gleicher Aussaatzeit zwischen den ersten männlichen Pflanzen einer diözischen Sorte einerseits und den ersten Monözisten einer monözischen Sorte andererseits sind demnach größer als die Unterschiede der Sortentypen Winter- und Frühjahrsspinat. Die Vorteile des später zu erntenden monözischen Spinates zeigen sich auch bei dieser Betrachtung besonders eindeutig.

Für den Einsatz von Vollerntemaschinen ist der monözische Spinat sehr geeignet. Ein dafür ausreichend entwickelter Bestand ist bei der Ernte vorhanden. Eine züchterische Bearbeitung des Merkmals „Eignung zur Maschinenernte“ ist nicht erforderlich.

Die spinatverarbeitende Industrie hat die Vorteile des monözischen Spinates sehr schnell erkannt. Sie verlangt aber, daß in den Anbaubeständen nicht mehr als 0,01 % männliche Pflanzen auftreten. Ein höherer Anteil läßt den beim monözischen Spinat möglichen späteren Erntetermin nicht mehr zu. Ein Besatz mit 0,01 % männlichen Pflanzen ist absolut gesehen eine sehr geringe Verunreinigung

mit abweichenden Typen, die bei einem anderen Merkmal nicht in Erscheinung treten würde.

B. Die in der Eigenschaft Monözie begründeten Vorteile für die Spinatzüchtung

Außer den anbautechnischen Vorteilen ist mit dem Merkmal Monözie ein weiterer bedeutender Vorteil verbunden, der in der Verbesserung der Züchtmethodik liegt.

Bei der Kombinationszüchtung sind die Homozygoten und Heterozygoten durch eine Selbstungsgeneration in der F_2 genotypisch zu trennen und an den F_3 -Nachkommen erkennbar.

Am Beispiel der Auslese homozygot-mehltauresistenter, monözischer Nachkommenschaften nach vorheriger Selbstbefruchtung ist die züchtungsmethodische Verbesserung eindeutig demonstriert worden.

Diese Züchtungsmethodik ist in der Resistenzzüchtung besonders wirkungsvoll anwendbar, wenn es darum geht, die Einkreuzung der Resistenz gegen die vorhandenen Biotypen vor dem Auftreten neuer Rassen zu realisieren. Da der Resistenzzüchtung bei Spinat seit Jahren besondere Bedeutung beigemessen wird, erscheint das Merkmal Monözie in diesem Zusammenhang besonders zweckmäßig.

Für die Selektion von Eigenschaften, die von rezessiven Genen abhängig sind, ist ein mehrfacher Wechsel einer Selbstbefruchtungsgeneration mit nachfolgender Auslese und freier Abblüte der selektierten Typen möglich. Bei der Züchtung eines sehr spät schossenden monözischen Sommerspinates zum Beispiel konnte die beschriebene Methode mit Erfolg angewendet werden.

Die wahlweise Einschaltung einer Selbstbefruchtungsgeneration bei einem Fremdbefruchter kann bei der Auslese der verschiedensten Eigenschaften angewendet werden. Inzuchtdepressionen wurden nach einer Selbstbefruchtung nicht beobachtet.

Die erfolgreiche Ausnutzung des Merkmals Monözie für züchtungsmethodische Zwecke ist vor allen Dingen von der Lösung des technischen Problems der Selbstbefruchtung im Freiland durch Einhüllung mit Pergamentpapier abhängig. Grundsätzlich ist die Selbstbefruchtung bei Spinat durchführbar. Wie bereits erwähnt wurde, konnten durch ständige Kontrolle der Umhüllungen in einem Jahr 625 Individuen geselbstet werden. Die Samenqualität der Selbstbefruchtungen ist in der Regel schlechter als bei frei abgeblühten Pflanzen. Es empfiehlt sich deshalb, die Nachkommen der Selbstungen nicht unmittelbar für Vergleiche mit frei abgeblühtem Material zu benutzen, sondern jeweils erst eine freie Abblüte und damit eine Fremdbefruchtungsgeneration einzuschalten. Die Jugendentwicklung eines selbstbefruchteten Materials ist infolge des niedrigen Tausendkorngewichtes etwas zögernder. An ausgewachsenen Spinatpflanzen wurden keine Wuchsdepressionen beobachtet.

Erwähnenswert erscheint auch die Möglichkeit, sehr vereinzelt auftretende Merkmale, die an einer Einzelpflanze zu beobachten sind, dadurch zu fixieren, daß am Fundort der Pflanze eine Selbstung erfolgt. Werden beispielsweise als Markiergene rezessive Chlorophyllmutanten gesucht, können diese direkt fixiert werden, während dieses Ziel bei diözischen Sorten erst nach Auslese in der F_2 erreicht werden kann.

Die Vorteile, die das Merkmal Monözie auch auf züchtungsmethodischem Gebiet bietet, sind bisher nicht erkannt worden. Mit den anbautechnischen und züchtungsmethodischen Vorteilen des monözischen Spinates kann die Rationalisierung des Anbaus und der Züchtung erheblich verbessert werden.

C. Problematik der Erhaltung monözischer Sorten

Wie 1964 an 35 000 Selbstungsnachkommen des eigenen Materials nachgewiesen werden konnte, entstehen bei völliger Isolierung keine männlichen Pflanzen. Zu diesem Ergebnis kam auch AKKOC (1965). Er fand in einem Material von 10 000 Individuen keine männlichen Pflanzen. DRESSLER (1958) beobachtete in der Selbstungsnachkommenschaft eines XX-Monözisten, den er zytologisch bestimmt hatte, ebenfalls keine männlichen Pflanzen. Nach seinen zytologischen Untersuchungen gibt es aber außerdem Monözisten vom Typ XY, in deren Nachkommenschaften er nach Selbstung weibliche, monözische und männliche Pflanzen bestimmte. Sowohl das Vorkommen von XY-Monözisten als auch das Auftreten von männlichen Pflanzen in Nachkommen von Monözisten kann im eigenen Material nicht bestätigt werden.

Bei den sehr vereinzelt auftretenden männlichen Pflanzen in monözischem Material wird als Ursache unregulierte Fremdbefruchtung angenommen. Bei freier Abblüte eines monözischen Zuchtmaterials wurden in seinem Nachbau als bisher bestes Ergebnis unter 25 000 Pflanzen keine männlichen Typen festgestellt.

Um unregulierte Fremdbefruchtung völlig auszuschalten, erfolgt die Blüte des Stammsaatgutes seit 1966 in pollensicheren Kabinen. Das Auftreten von männlichen Pflanzen könnte dadurch auf einen bisher nicht bekannten Prozentsatz gesenkt werden, der möglicherweise bei 1 : 100 000 und darunter liegt. 1967 wird an dem Isolierungskabinenmaterial eine erste Prüfung an 100 000 Individuen erfolgen.

Als Ursache für das Auftreten einzelner männlicher Pflanzen bei völlig isolierter Abblüte sind möglicherweise Chromosomen-Mutationen in Erwägung zu ziehen. Falls diese überhaupt zu einer Umwandlung von Monözisten in männliche Pflanzen führen können, dürfte die Bedeutung solcher Veränderung wegen ihrer geringen Häufigkeit kaum in Erscheinung treten.

Die für Züchtung und Vermehrung monözischer Sorten hier geschilderten Grundlagen basieren auf der Annahme, daß in dem monözischen Material Individuen mit einem Y-Chromosom nicht auftreten. Hinsichtlich ihrer Geschlechtschromosomen sind demnach die Monözisten des in den eigenen Versuchen ausgearbeiteten Typs ausschließlich weiblich.

Dieselbe Theorie wurde auch von JANICK und STEVENSON (1955) genau formuliert. Sie stellten zwei Genotypen fest und bezeichneten den stark männlichen monözischen Typ X^mX^m und den schwach männlichen monözischen Typ X^mX , wobei X^m unvollständig dominant über X ist. Von den beiden Autoren werden die Monözistentypen in fünf Klassen geteilt und nach ihrem Anteil an weiblichen Blüten benannt. Unterschieden werden 100, 95, 75, 50, 25, 5 und 0 % weibliche gegenüber männlichen Blüten. Diese Einteilung wurde auch bei den hier beschriebenen Arbeiten benutzt mit dem Unterschied, daß der Typ 100 mit f_6 bezeichnet wird bzw. die folgenden Typen mit f_5 , f_4 , f_3 , f_2 , f_1 . Der Typ O hat die Bezeichnung f_0 . f ist die Abkürzung für den femininen Habitus.

JANICK und STEVENSON fanden bei Selbstungen von Monözisten und bei Kreuzungen von Monözisten mit weiblichen Pflanzen keine männlichen Pflanzen. Schon eher (1934) kam NEGODI auf Grund seiner Erbanalysen zu sehr ähnlichen Ergebnissen, die er allerdings anders formulierte. Er fand in der Nachkommenschaft eines Monözisten, den er isoliert abblühen ließ, unter 84 Pflanzen 76 Monözisten von unterschiedlicher Geschlechtsausprägung und acht rein weibliche Pflanzen. Männliche Pflanzen traten nicht auf.

Diese wie auch JANICKS und STEVENSONS Ergebnisse stimmen mit den eigenen Nachkommenschaftsprüfungen von geselbsteten und frei abgeblühten Monözisten überein. Es wurden darin keine männlichen Pflanzen mit männlichem Wuchstyp gefunden.

Ein monözisches Material setzt sich nach eigenen Beobachtungen bei isolierter Abblüte nach mehreren Generationen zur Hälfte aus stark männlichen Monözisten zusammen, die vom Phänotyp *f* 1—2 sind bzw. den Genotyp X^mX^m besitzen, wenn nicht in den ersten Zucht- und Vermehrungsstufen eine Eliminierung der stark männlichen Monözisten erfolgt. Ein hoher Anteil von Pflanzen mit überwiegend männlichen Blüten verstärkt die Schoßneigung eines monözischen Materials und verringert den Samenertrag.

In der Erhaltungszüchtung werden schwach männlich-monözische Elitepflanzen vom Phänotyp *f* 3—5 (Genotyp X^mX) ausgelesen. In den beiden nachfolgenden Stammsaatgut- und Superelitevermehrungen werden die homozygotisch stark männlichen Monözisten vom Phänotyp *f* 1—2 (Genotyp X^mX^m) eliminiert. In den beiden Großvermehrungsstufen ist die Entfernung der stark männlichen Monözisten arbeitstechnisch nicht mehr möglich. Der Anteil der X^mX^m -Typen wird in dem Verkaufssaatgut nach eigenen Erfahrungen trotzdem nur 33 % betragen. Bei Nichtentfernung der stark männlichen Monözisten in den beiden ersten Vermehrungsstufen liegt er bei 52 %.

Um die in den einzelnen Vermehrungsstufen unterschiedliche Zusammensetzung mit stark männlichen und schwach männlichen Monözisten sowie weiblichen Pflanzen durch einen einheitlichen Typ ersetzen zu können, begannen REIMANN-PHILIPP und HANDKE 1966 neue Arbeiten, in denen durch Bestandeskreuzungen von weiblichen Pflanzen und Monözisten eine einheitliche schwach männliche monözische *F*₁ entstehen soll. Für das Gelingen des Programmes ist die Markierung des X-Chromosoms durch einen Signalfaktor (Chlorophylldefekt) Voraussetzung.

Die Unterscheidung der Wuchsform von stark männlichen Monözisten bzw. rein männlich blühenden Pflanzen mit dem weiblichen Wuchstyp (*Typ f* O) und den bis zur Spitze belaubten männlichen Pflanzen (*Typ m* O—3) ist unter bestimmten Umweltbedingungen im Freiland und im Gewächshaus schwierig. Beide Typen blühen männlich und sind bis zur Spitze belaubt. In der Regel haben die *f* O-Typen eine stärkere Belaubung, und in den meisten Fällen werden sie am Ende der Blühperiode noch monözisch. Sind beide Erkennungsmerkmale nicht vorhanden, ist eine Unterscheidung nur durch eine Testkreuzung mit weiblichen XX-Pflanzen möglich.

War die fragliche männliche Pflanze vom *Typ m* O—3, spaltet die *F*₁ im Verhältnis 1 : 1 in männliche und weibliche Pflanzen, während bei einem *f* O-Typ nur monözische Pflanzen entstehen.

1966 wurden eine Reihe von Einzelkreuzungen von verschiedenen Monözisten und männlichen Pflanzen mit weiblichem Wuchstyp aus einer monözischen Sorte und männlichen Pflanzen vom *Typ m O—3* aus einer diözischen Sorte durchgeführt, über deren Ergebnisse berichtet werden wird.

Die Wuchsform ist nicht von allen in der vorliegenden Arbeit zitierten Autoren, die sich mit monözischem Spinat befaßten, erwähnt worden. In der Züchtung ist der Habitus — von einigen erwähnten Ausnahmen abgesehen — ein zuverlässiges Unterscheidungs- und Auslesemerkmal für den monözischen Spinat.

Zusammenfassung

1. Chronologie:

- 1937 Selektion monözischer Individuen aus den Sorten 'Neuers Winter-spinat', 'Universal', 'Matador', 'Mettes Fortschritt' und 'König von Dänemark' zur Züchtung eines monözischen Winterspinates.
- 1939 Einkreuzung der Winterfestigkeit durch die Sorte 'Münsterländer'.
- 1947 Beginn der Auslese des Merkmals Rundsamigkeit.
- 1949 Beginn der Selektion glattblättriger Formen.
- 1950 Beginn der Auslese des Merkmals Rundblättrigkeit.
- 1958 Abschluß der Arbeiten und Erteilung des Sortenschutzes (12. März) für die monözische Winterspinatsorte 'Wisemona'.
- 1949 Kreuzung der Sorten 'Universal' und 'Matador', die das Merkmal Eignung für den Frühjahrsanbau enthalten, mit dem monözischen Winterspinat zur Auslese von monözischem Frühjahrsspinat.
- 1951 Beginn der Auslese des Merkmals Rundsamigkeit, Rundblättrigkeit und Glattblättrigkeit.
- 1952 Einkreuzung der Sorte 'Spica'.
- 1961 Abschluß der Arbeiten und Erteilung des Sortenschutzes (15. März) für die monözische Frühjahrsspinatsorte 'Frühemona'.
- 1960—61 Einkreuzung der Resistenz gegen *Peronospora spinaciae* Rasse A und B der Sorte 'Proloog' in die Sorte 'Wisemona' (1960), in die Sorte 'Frühemona' (1961).
- 1963 Einschaltung einer Selbstbefruchtungsgeneration zur Trennung von homozygot- und heterozygot-mehltauresistenten Typen durch Selbstung im Freiland. Auslese homozygot-mehltauresistenter Nachkommenschaften mit Hilfe einer künstlichen Infektion von *Peronospora spinaciae* Rasse B.
- 1966 Beendigung der Resistenzzüchtung und Erteilung des Sortenschutzes (24. Mai) für die monözische, mehltauresistente Winterspinatsorte

‘WiRemona’. Beendigung der Resistenzzüchtung am monözischen, mehltreuerresistenten Frühjahrsspinat.

1967 Erteilung des Sortenschutzes (22. März) für die monözische, mehltreuerresistente Frühjahrsspinatsorte ‘FrüRemona’ (Abb. 7).

2. Die Winterfestigkeit einer in Norddeutschland gezüchteten Spinatsorte gegenüber einer nicht winterfesten Form wird durch zwei dominante Gene vererbt. Das Resultat ergab sich bei der Züchtung der Sorte ‘WiRemona’.

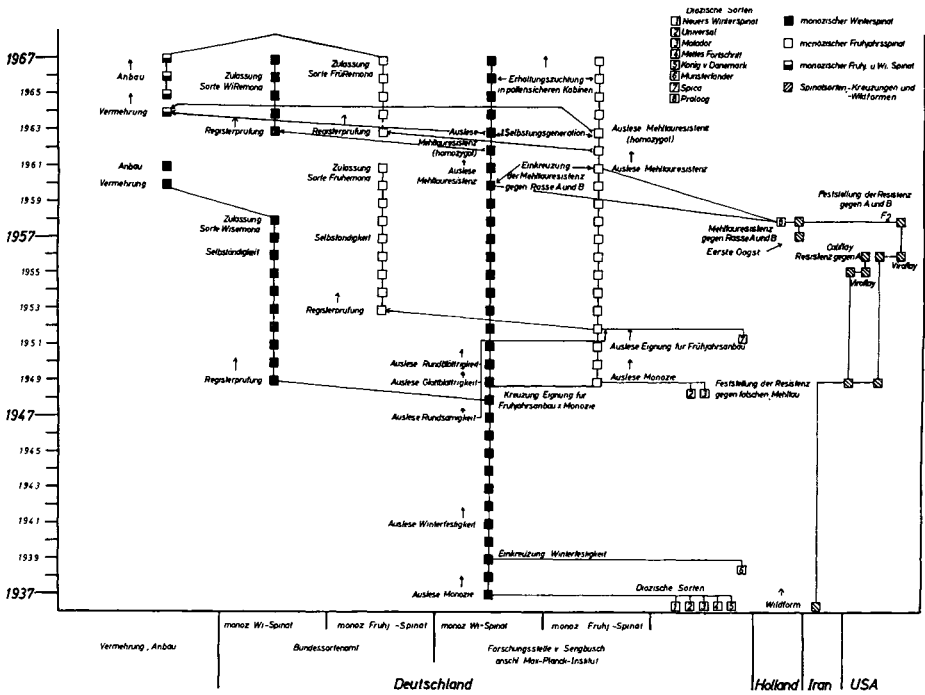


Abb. 7. Abstammung der monözischen, mehltreuerresistenten Spinatsorten

Pedigree of the monoecious mildew-resistant spinach cultivars

3. Mit dem Merkmal Monözie ist eine Verbesserung der Anbaurentabilität verbunden. Sie ergibt sich aus einem späteren Erntetermin der monözischen Sorten gegenüber vergleichbaren diözischen Sorten. Monözische Sorten bringen dadurch hohe Erträge an Frischmasse. Es wurden im Überwinterungs- und Frühjahrsanbau hochsignifikante Unterschiede im Frischmasseertrag des monözischen Winterspinates (Sorte ‘Wisemona’ bzw. ‘WiRemona’) und des monözischen Frühjahrsspinates (Sorte ‘Frühemona’ bzw. ‘FrüRemona’) gegenüber den diözischen Vergleichssorten festgestellt. Beim Sommeranbau mit Herbstnutzung zeigte der monözische Frühjahrsspinat (Sorte ‘Frühemona’ bzw. ‘FrüRemona’) eine ertragliche Überlegenheit bei Aussaaten vom 20. Juli bis 5. August.

Die Sorte ‘WiRemona’ brachte hohe Erträge an Frischmasse beim Sommeranbau mit Herbstnutzung bei Aussaaten vom 5. bis 15. August.

Die Feststellung der Ertragsunterschiede zwischen monözischen und diözischen Sorten ist nur von der exakten Beobachtung des Erscheinungstermines der ersten männlichen Pflanzen und Monözisten abhängig. Die Saatgutvermehrung monözischer Sorten muß in weitem Abstand von der diözischer Sorten durchgeführt werden, weil jede Fremdbefruchtung mit männlichen Pflanzen die Werteienschaft „Monözie“ zerstört.

4. Das Merkmal Monözie bewirkt außer den anbautechnischen Vorteilen eine Verbesserung der Zuchtmethodik. Diese besteht beispielsweise in der Möglichkeit der Selbstbefruchtung eines Individuums durch eine Isolierung am Standort der monözischen Pflanze. Damit ist eine Trennung von Einzelpflanzen mit heterozygoten und homozygoten sowie rezessiven Eigenschaften vor der Blüte in einer Generation möglich. Die züchtungsmethodische Verbesserung wird am Beispiel der Auslese homozygot-mehltauresistenter Individuen demonstriert. Sie ist in der Resistenzzüchtung bei Spinat besonders wirkungsvoll anwendbar. Die homozygot-resistenten Formen können wie bei einem Selbstbefruchter in der F_2 fixiert werden. Das Merkmal Monözie ermöglicht damit, die Vorteile der selbstbefruchteten Arten auf den fremdbefruchteten Spinat zu übertragen und wahlweise Selbst- und Fremdbefruchtung anzuwenden.

5. In 625 Selbstungsnachkommenschaften von monözischen Einzelpflanzen traten keine diözischen männlichen Pflanzen auf. Damit wurde bewiesen, daß das eigene monözische Material den weiblichen Wuchstyp und damit die beiden X-Chromosomen besitzt. Es wird angenommen, daß die vereinzelt in monözischen Sorten auftretenden männlichen Pflanzen durch unregulierte Fremdbefruchtung entstehen. Zur Ausschaltung jeglicher unerwünschter Fremdbefruchtung durch männliche Pflanzen erfolgt seit 1966 die Erzeugung des Stammsaatgutes der monözischen Sorten 'WiRemona' und 'FrüRemona' in neu entwickelten pollensicheren Kabinen.

Die Kabinen haben den großen Vorteil, daß das Zuchtmaterial zunächst im Freiland angezogen wird. Die pollensichere Isolierung erfolgt vor der Blüte.

Die Arbeiten zur Züchtung des monözischen Winter- und Frühjahrsspinates lagen zeitweise in den Händen von Fräulein CHRISTINE JORDAN und Herrn WALTER HUHNKE.

Für ihre Mitarbeit bei der Züchtung der monözischen, mehlttauresistenten Spinatsorten danken wir Frau FRIEDEGARD PATHE sowie zahlreichen anderen an den Arbeiten beteiligten Institutsmitgliedern.

Summary

The history of the origin of mildew-resistant monoecious spinach cultivars

1. Chronology:

- | | |
|------|--|
| 1937 | Selection of monoecious individuals from the cultivars 'Neuers Winterspinat', 'Universal', 'Matador', 'Mettes Fortschritt', and 'König von Dänemark' for breeding a monoecious winter spinach. |
| 1939 | Crossing with the cultivar 'Münsterländer' to introduce winter hardiness. |

- 1947 Beginning of selection of the character round seed.
- 1949 Beginning of selection of forms with glabrous leaves.
- 1950 Beginning of selection of the character rounded leaves.
- 1958 Completion of the work and award of variety patent (12 March) for the monoecious winter spinach cultivar 'Wisemona'.
- 1949 Crossing the cultivars 'Universal' and 'Matador', which possess the character suitability for spring cultivation, with the monoecious winter spinach for selection of monoecious spring spinach.
- 1951 Beginning of selection of the character round seeds, rounded leaves and glabrous leaves.
- 1952 Crossing with the cultivar 'Spica'.
- 1961 Completion of the work and award of variety patent (15 March) for the monoecious spring spinach 'Frühemona'.
- 1960—61 Introduction of resistance to *Peronospora spinaciae* races A and B into the cultivar 'Wisemona' (1960) and the cultivar 'Frühemona' (1961) by crossing with the resistant cultivar 'Proloog'.
- 1963 Insertion of a generation of self fertilization for separating homozygous and heterozygous mildew-resistant types by selfing in the open. Selection of homozygous mildew-resistant progenies by the aid of artificial infection with *Peronospora spinaciae* race B.
- 1966 Termination of breeding for resistance and award of variety patent (24 May) for the monoecious mildew-resistant winter spinach cultivar 'WiRemona'. Termination of breeding for resistance in the monoecious mildew-resistant spring spinach.
- 1967 Award of variety patent (22 March) for the monoecious mildew-resistant spring spinach cultivar 'FrüRemona' (fig. 7).

2. The winter hardiness of a spinach cultivar bred in North Germany in contrast to a form that is not winter hardy is inherited through two dominant genes. This result was obtained during the breeding of the cultivar 'WiRemona'.

3. The monoecious character is associated with an improvement in the profit from cultivating the variety. This results from the later time of harvesting the monoecious cultivars compared with comparable dioecious varieties. Monoecious varieties consequently give a higher yield of fresh weight. Highly significant differences in yield of fresh weight of monoecious winter spinach (cultivar 'Wisemona' or 'WiRemona') and monoecious spring spinach (cultivar 'Frühemona' or 'FrüRemona') compared with the dioecious control varieties were recorded in trials with winter and spring sowing. On sowing in summer for cutting in autumn, monoecious spring spinach (cultivar 'Frühemona' or 'FrüRemona') gave superior yields when sown from 20 July to 5 August.

The cultivar 'WiRemona' gave high yields of green matter when sown in summer from 5 to 15 August for picking in autumn.

The recognition of yield differences between monoecious and dioecious varieties is dependent only on the exact observation of the date of appearance of the first male or monoecious plants. Seed multiplication of monoecious cultivars must be carried out at considerable distances from dioecious cultivars, since any cross fertilization with male plants destroys the valuable monoecious property.

4. The monoecious character leads to an improvement in breeding technique in addition to the technical advantages in cultivation. This consists for instance in the possibility of self fertilization of an individual by isolation at the place where the monoecious plant is growing. By this means it is possible to separate individual plants with either heterozygous or recessive characters before flowering in a single generation. This improvement in breeding methods is demonstrated by the example of the selection of homozygous mildew-resistant individuals. It can be applied particularly effectively in breeding for resistance in spinach. The homozygous resistant forms can be fixed in the F_2 as in a self-fertilizing form. In this way the monoecious character makes it possible to transfer the advantages of self-fertilizing species to spinach, which is normally cross fertilized, and to apply either self or cross fertilization at will.

5. In 625 selfed progenies of monoecious individual plants no dioecious male plants occurred. This shows that the monoecious material used possesses the female growth type and thus the two X chromosomes. It is assumed that the odd male plants that occur in monoecious varieties arise through uncontrolled cross pollination. In order to exclude any undesired cross fertilization by male plants, seed production of the monoecious cultivars 'WiRemona' and 'Frü-Remona' has since 1966 been carried out in newly developed cages impervious to pollen.

The cages have the great advantage that the breeding material can be grown at first in the open. Isolation from foreign pollen is effected before flowering.

Literaturverzeichnis

- АККОС, Е., 1965: Zytogenetische Beiträge zur Geschlechtsvererbung beim Spinat (*Spinacia oleracea*) im Hinblick auf die Züchtung triploider Hybridsorten. Z. Pflanzenzüchtg. 53, 226—246.
- Anonymus, 1963: Der Umsatz in der Bundesrepublik. Tiefkühlkette 8, Nr. 94, 8.
- , 1966: Die Zahlen des Jahres. Tiefkühlkette 11, Nr. 124, 3.
- , 1960: Jaarverslag 1960, pp. 175. Inst. Plantenziektenkundig Wageningen. Ref.: Plant Breed. Abstr. XXXII (1962), 259.
- , 1960: Neuheiten für die Branche. Saatgutwirtschaft 12, 271.
- , 1962: Neuheiten für die Branche. Saatgutwirtschaft 14, 6—7.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1957: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, 222, 124. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1958, 260 S.

- , 1965: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, 126, 87. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1966, 332 S.
- DRESSLER, O., 1958: Zytogenetische Untersuchungen an diploidem und polyploidem Spinat (*Spinacia oleracea* L.) unter besonderer Berücksichtigung der Geschlechtsvererbung als Grundlage einer Inzucht-Heterosis-Züchtung. Z. Pflanzenzüchtg. 40, 385—424.
- GRISCHKO, N. N., 1935: Neues in der Hanfselektion. Die Züchtung von einhäusigem Hanf und von Hanf mit gleichzeitig ausreifenden männlichen und weiblichen Pflanzen. Ber. Allruss. Akad. Wiss. Landw. Serie III, I. Zit. von R. VON SENGBUSCH, 1952: Ein weiterer Beitrag zur Vererbung des Geschlechts bei Hanf als Grundlage für die Züchtung eines monözischen Hanfes. Z. Pflanzenzüchtg. 31, 319—338.
- HANOW, R., 1935: Zuchtverfahren bei Spinat-Neuzüchtung (unveröffentlichter Vortrag). Zit. von N. NICOLAISEN (1950) Spinat, *Spinacia oleracea* L. Im: Handb. Pflanzenzüchtg. 5, 251—261. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- HEYER, F., 1884: Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechtes bei einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen unter Berücksichtigung des Geschlechtsverhältnisses bei den Tieren und den Menschen. Kühn-Bericht 5, 1—52.
- JANICK, J., and E. C. STEVENSON, 1955: Genetics of the monoecious character in spinach. Genetics 40, 429—437.
- NEGODI, G., 1934: Comportamento ereditario del monoicismo in *Spinacia oleracea*. Rivista Biol. 17, 445—450.
- NEUER, H., 1934: Nicht veröffentlichte mündliche Mitteilung.
- NICOLAISEN, N., 1950: Spinat, *Spinacia oleracea* L. In: Handb. Pflanzenzüchtg. 5, 251—261. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- , und R. HANOW, 1941: Bestimmung der Geschlechtsverhältnisse bei Spinat. Z. Pflanzenzüchtg. 23, 476—484.
- RICHARDS, M. C., 1939: Downy mildew of Spinach and its control. Cornell Univ., Agric. Exp. Stat. Bull. 718, 1—29.
- ROSA, J. T., 1926: Sex Expression in spinach. Hilgardia 1, 259—274.
- SENGBUSCH, R. VON, 1939: Theorie und Praxis der Pflanzenzüchtung. Societäts-Verlag, Frankfurt (Main). 127 S.
- , I. SÜCKER und S. HANDKE, 1965: Untersuchungen über den Gehalt an Oxalsäure in Spinat (*Spinacia oleracea*) als Grundlage für die züchterische Bearbeitung dieses Merkmals. Züchter 35, 89—98.
- SMITH, P. G., 1949: Downy mildew in spinach. Calif. Agric. 3, Nr. 8, 13—14. Ref.: Plant Breed. Abstr. XX (1950), 593.
- , and M. B. ZAHARA, 1956: New spinach immune to mildew. Calif. Agric. 10, Nr. 7, 15. Ref.: Plant Breed. Abstr. XXVII (1957), 927.
- , R. E. WEBB, and C. H. LUHN, 1962: Immunity to race 2 of spinach downy mildew. Phytopathology 52, 597—599. Ref.: Ber. wiss. Biol. 190 (1963), 110.
- SNEEP, J., 1957a: De stand van de veredeling bij spinazie. Inst. vered. Tuinbouwgew., Wageningen, Med. 113. 198 S.
- , 1957b: De stand van de veredeling bij spinazie. Inst. vered. Tuinbouwgew., Wageningen, Med. 113, 198. Zit. von J. SNEEP (1962) Spinat. In: Handb. Pflanzenzüchtg. VI, 245. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 913 S.
- , 1962: Spinat. In: Handb. Pflanzenzüchtg. VI, 227—253. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 913 S.
- SUGIYAMA, S., and T. SUTO, 1964: Studies on the artificial control of sex expression in spinach. Bull. Nat. Inst. agric. Sci., Series D, 11, 211—329.

- SUTO, T., and S. SUGIYAMA, 1960: Sex expression and determination in spinach. I. Growth habit and its sex-limited inheritance. J. Bot. 17, 163—176. Ref.: Plant Breed. Abstr. XXXI (1961), 2687.
- ZINK, F. W., and P. G. SMITH, 1958: Brief notes on plant disease occurrence. A second physiologic race of spinach downy mildew. Plant Dis. Repr. 42, 818. Ref.: Plant Breed. Abstr. XXIX (1959), 811.
- ZOSCHKE, U., 1956: Untersuchungen über die Bestimmung des Geschlechts beim Spinat (*Spinacia oleracea* L.) unter besonderer Berücksichtigung der Züchtung eines monözischen oder gleichzeitig schossenden Spinates. Z. Pflanzenzüchtg. 35, 257—296.
- ZWAAN, R., 1967: Schriftliche Mitteilung über die Abstammung der Spinatsorte Proloog.