

Die Vererbung der Rotfarbigkeit bei den Salatzichorien

Von P. A. D. KISS, Wädenswil (Schweiz)

I. Einleitung

Die durch meine Dissertation (1) bekannt gewordene Kreuzung von 'Witloof' × 'Radicchio' behandelte ausführlich die Blattfärbung der Treibzichorien. Die Vereinigung der roten Farbe mit den anderen vorteilhaften Eigenschaften der Treibzichorien ergab eine Serie von verschiedenen Typen der rotblättrigen Salatzichorien. Aus den neuen Typen der Treibzichorien scheinen vorerst von der praktischen Seite aus gesehen zwei neuartige Varianten (2, 4) am wertvollsten zu sein. IR* 'Roodloof' (2, 3) ist in seiner äußereren Erscheinung und Gestaltung ähnlich wie 'Witloof', tritt jedoch hauptsächlich wegen seiner schönen roten Farbe als Gegenvariante des 'Witloof' auf. Ein anderer Typ ist der IR* 'Rosaloof' (4), die Gegenvariante des 'Radicchio'. Sowohl 'Roodloof' und 'Rosaloof' als auch 'Radicchio' sind rotblättrig und der grundsätzliche Unterschied liegt nicht in den roten Farbeigenschaften; trotzdem sind die rote Farbe und die verschiedenen Farbkombinationen unbedingt zu berücksichtigen.

Die Farbe der Treibblätter von Salatzichorien ist weiß, hellgelb oder crème-weiß und rot, sowie die verschiedenen Tönungen und Kombinationen dieser Farben. Unter diesen Farbgruppen und Tönungen sind einige leichter und andere sehr schwer ergrünend. Die Ergrünungsfähigkeit als Farbeigenschaft spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle. Ferner ist die Erscheinung der Rotfarbigkeit als neue rotblättrige Typen innerhalb der crème-weißfarbigen Witloof-Chicorée-Gruppe das größte Verdienst der Züchtungsarbeit, dadurch ist den Chicorée-Kulturen eine bedeutende Entwicklung eröffnet worden. Im Hinblick auf diese Tatsachen erneuert sich die Frage der Rotblättrigkeit als eine der wichtigsten Eigenschaften der Salatzichorien. Die Erscheinungsformen der Rotfarbigkeit sowie ihre Vererbung werden in den folgenden Abschnitten näher behandelt.

II. Material und Methoden

Zu den Kreuzungen und Untersuchungen wurden die Gruppensorten von *Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi cultivar 'Witloof' und cv. 'Radicchio' als Versuchsstoffe benutzt. Die Sammlung des Versuchsmaterials enthält den crème-weißfarbigen Brüsseler 'Witloof' und den rotfarbigen italienischen 'Radicchio'. Die Versuchspartner aus diesen starken heterozygoten Gruppensorten sind ausgelesen und verarbeitet worden.

Das Versuchsmaterial ist genetisch infolge seiner Selbststerilität sehr unausgeglichen und hat keine reinen Linien. Homozygote Einzelpflanzen stehen bis jetzt für Kreuzungs-Experimente nicht zur Verfügung. Die Beurteilung der Rotfarbigkeit ist durchwegs so subjektiv, weil die Begriffe wegen ihrer variablen phänotypischen Erscheinungsformen nicht scharf zu definieren und statistisch deshalb schwer zu erfassen sind. Ferner ist ihre Ausprägung stark umweltbedingt.

* IR = Der Name ist international gesetzlich geschützt.

Die Erforschung der Eigenschaften von Rotfarbigkeit als Sammelbegriff kann nicht als Ganzes betrachtet werden. Bei der Zerlegung der Rotfarbigkeit sollte man die folgenden Farbeigenschaften beachten: Tönung, Intensität, Verteilung, Periodizität, Lichteinwirkung, Ergrünungsfähigkeit sowie Ort und Stelle der Aufhäufung oder Einlagerung des roten Farbstoffes auf einem Blatt oder auf den Blättern eines Salatkopfes. Nach diesen Gesichtspunkten wird die rote Färbung der Sommer- oder Herbstblätter der Chicorée-Pflanzen bei der Wurzelernte anfangs November bestimmt. Die Bestimmung der roten Farbe bei den Treibblättern oder Salatköpfen erfolgt unmittelbar bei der Ernte der Treibköpfe.

III. Die Vererbung der Rotfarbigkeit

Bei den genetischen Untersuchungen zur Feststellung des Erbganges von Rotfarbigkeit müssen wir stufenweise vorgehen. Wenn wir die Rotfarbigkeit als Ganzes betrachten, sollen wir diese Eigenschaft nach einem gesamten Eindruck beurteilen. In diesem Fall können wir ziemlich eindeutige Resultate erhalten und diese als Ausgangspunkt zu weiteren Aufteilungen der Rotfarbigkeit benutzen. Die Analyse der Rotfarbigkeit zeigt uns einige der wichtigsten Erbfaktoren, welche den ganzen Erbkomplex zusammensetzen. Die Erbanlage der Salatzichorien ist noch nicht ausführlich untersucht worden und die Verteilung der Erbfaktoren innerhalb eines Chromosoms oder zwischen den Chromosomen ist noch nicht bekannt. Während meiner genetischen Untersuchungen mit ziemlich umfangreichem Versuchsmaterial konnte eine Koppelung oder ein Austausch zwischen zwei Merkmalen noch nicht festgestellt werden. Weitere Untersuchungen sollten zum Ziele haben, die schwierige Aufgabe der Wirkungen und des Zusammenspiels der verschiedenen Farbgene aufzuklären.

III.1 Charakterisierung der F₁-Nachkommen

Die Rotfarbigkeit des 'Radicchio'-Partners tritt bei allen Treibblättern der F₁-Pflanzen in Erscheinung, unabhängig davon, ob 'Radicchio' oder 'Witloof' Mutterpflanze ist. Dies scheint auf Dominanz der roten Farbe hinzuweisen. Sämtliche F₁-Pflanzen waren jedoch viel weniger intensiv rot gefärbt als 'Radicchio' und zeigten große Unterschiede in der Tönung, Farbverteilung, Ort der Aufhäufung der roten Farbstoffe auf den Blättern und Periodizität.

Zur Beurteilung der Rotfarbigkeit als Eigenschaft in den F₁-Generationen wurden auf Grund des Gesamteindruckes alle sechs Blatt-Teile in eine hellrote und eine dunklere Farbgruppe unterteilt. Bei der helleren Gruppe haben wir bei allen Exemplaren rote Mehrfarbigkeit gefunden, unter anderem durchgehende Blattsprenkelung. Das Verhältnis von gesprenkelten zu nicht gesprenkelten Treibblättern ist 100:0, und zwar unabhängig davon, ob 'Witloof' oder 'Radicchio' Mutterpflanze war. Bei der dunkelroten Farbgruppe mit 'Radicchio' als Mutterpflanze lag das Verhältnis gesprenkelt zu nichtgesprenkelt (Mehrfarbigkeit zu Einfarbigkeit) bei 78:22. Wählen

wir 'Witloof' als Mutterpflanze, ändert sich das Verhältnis auf 59:41. Nach Zusammenzug der Zahlenergebnisse beider Gruppen ist das Verhältnis zwischen Mehrfarbigkeit und Einfarbigkeit 84:16. Diese stark überwiegende Blattsprenkelung gegenüber der roten Einfarbigkeit ist ziemlich charakteristisch für alle F_1 -Nachkommen.

III.2 Verhalten der roten Farbe in der F_2 -Generation

Die Anthozyanbildung tritt in den drei verschiedenen Entwicklungsstufen der Zichorie: Sommerblätter, kopfbildende Salatblätter und Blätter von Samenträgern meistens stark verändert auf. Aus diesen Stufen ist die erste und besonders die zweite ausführlich untersucht worden.

Die Untersuchung der Rotfarbigkeit in der ersten Entwicklungsstufe der F_2 -Generation erfolgt nach den folgenden Gruppierungen: Herbstfarbe der Hauptrippen der Sommerblätter, beidseitig ohne rote Farbe, beidseitig hellrotfarbig und beidseitig dunkelrot. Die Beurteilung der Herbstfarbe des Laubes erfolgt unabhängig von der roten Färbung der Interkostalen und Nervennetze. Die Herbstfarbe der Hauptrippen von Sommerblättern ist nie durch Chlorophyll überdeckt, deshalb sind die Gruppen ohne und mit roter Farbe gut unterscheidbar.

Daneben wurde auch eine andere Gruppierung, nämlich nach der Herbstfarbe der beidseitigen Interkostalen der Sommerblätter ohne Rippe und Nervennetz durchgeführt. Bei diesen Ergebnissen muß man berücksichtigen, daß die hellrote Farbe der Sommerblätter von intensiv grüner Farbe überdeckt sein kann. Deshalb ist die rote Färbung der Interkostalen von Sommerblättern mit bloßem Auge nicht immer mit Sicherheit feststellbar.

Nach diesen Gruppierungen aufgearbeitete Pflanzen ergaben folgende Farbverhältnisse in der Aufspaltungsnachkommenschaft:

'Witloof' × 'Radicchio'			
P	rr × RR		
F_1	Rr	alles rotfarbig	
F_2	1 RR + 2 Rr + 1 rr	3 rotfarbig	: 1 crème-weiß
$1\text{ RR} = \text{dunkelrot}; 2\text{ Rr} = \text{hellrot}; 1\text{ rr} = \text{intensiv grün oder crème-weiß}$			
Farbe der Hauptrippen von Herbstblättern			
		gefunden	errechnet
ohne rote Farbe	335	335	318
hellrot	607		
dunkelrot	329	936	953
Insgesamt	1271	1271	1271
Farbe der Treibblätter			
		gefunden	errechnet
crème-weiß	350	350	318
hellrot	719		
dunkelrot	202	921	953
Insgesamt	1271	1271	1271

Bei der Untersuchung der Herbstfärbung der Hauptrippen der Sommerblätter fanden wir, daß die Aufspaltung in „ohne rote Farbe“ zu „hellrot“ zu „dunkelrot“ ungefähr im Verhältnis 1:2:1 erfolgt.

Jede dieser drei Gruppen ergab ihrerseits ungefähr dasselbe Zahlenverhältnis 1:2:1 bei der Untersuchung der Farbausbildung der Treibblätter. Diese Angabe bestätigt auf den ersten Blick eindeutig, daß die unter Lichteinfluß zustande gekommene Farbausbildung der Hauptrippen von Sommerblättern (ohne beidseitige Interkostalen und Nervennetz) und die ohne Lichteinwirkung ausgebildete Färbung der Treibblätter voneinander völlig unabhängig sind.

Andere Ergebnisse erhalten wir, wenn wir die Färbung der Interkostalen der Sommerblätter mit derjenigen der Treibblätter vergleichen. Die Gruppe von Sommerpflanzen mit beidseitig anthozyanfreien Interkostalen und zugleich farbstofffreien Rippen ergab ungefähr 75% anthozyanfreie und 25% hellrote Treibköpfe; dunkelrote traten nicht auf.

Eine weitere Sommerpflanzengruppe mit beidseitig dunkelroten Interkostalen und dunkelroten Hauptrippen produzierte fast ausschließlich dunkelrote Treibköpfe neben einigen hellroten; weil zwischen dunkelrot und hellrot nicht scharf unterschieden werden kann, läßt sich ein Zahlenverhältnis nicht errechnen. Anthozyanfreie Treibköpfe traten in dieser Gruppe nicht auf.

Die Sommerpflanzengruppe mit beidseitig hellroten Interkostalen und Hauptrippen ergab eine reichhaltige Farbvariabilität bei den Treibköpfen. Die hellrot gefärbten überwiegen, dunkelrote und völlig anthozyanfreie treten ebenfalls auf.

Aus einer anderen F_2 -Pflanzengruppe mit 1725 Treibpflanzen wurde die aufgeteilte Rotfarbigkeit untersucht, und es entstanden folgende Aufspaltungen: einfärbig weiß 399, einfärbig rot 288, mehrfarbig oder gesprenkelt 1038 Treibpflanzen, entsprechend 23%:17%:60%. Die verschiedenartige Tönung und Farbintensität wurde bei der Einteilung in die Aufspaltungsgruppen nicht berücksichtigt. Bei der crème-weißen Einfärbigkeit existieren kaum feststellbare Farbtonunterschiede.

Diese systematisch durchgeführten und mehrmals mit gleichem Material wiederholten Versuche und Beobachtungen lassen folgende Schlüsse zu: Die Färbung der Interkostalen der Sommerblätter überträgt sich mehr oder weniger deutlich auf die Treibköpfe. Dagegen lassen sich auf Grund der Färbung der Hauptrippen der Sommerpflanzen keine Prognosen für die Treibköpfe stellen. Ein ähnliches Verhalten zeigt in der Regel das beidseitige Nervennetz.

Die Farbstoffausbildung der aus den angetriebenen Wurzeln auswachsenden Samenpflanzen wurde bis anhin nicht näher untersucht, da sie für die Praxis eine untergeordnete Rolle spielt. Im allgemeinen konstatieren wir bei den Samenpflanzen eine Abnahme der roten Farbe gegenüber den entsprechenden Treibköpfen. Rote Einfärbigkeit während der Treiberei löst sich bei den roten Laubblättern der Samenpflanze häufig in eine Sprenkelung auf. Gesprenkelte Treibköpfe liefern oft vollständig anthozyanfreie Samenpflanzen. Nur selten bleibt die rote Einfärbigkeit bis zur Samenreife erhalten, wobei aber eine Abnahme der Farbintensität beobachtet wird.

Die Farbausbildung während des Treibprozesses oder unmittelbar nach dessen Abschluß ist für die Praxis am wichtigsten. Die Farbverhältnisse sind rein und ohne Überdeckung durch grüne Farbe nur in dieser Periode sicher feststellbar. Die Selektion

auf Grund der Farbe der Sommerblätter führt, wie gezeigt wurde, nicht zum Ziel. Das Aufspaltungsverhältnis der F_2 (1:2:1) in allen Entwicklungsstadien lässt auf einen monohybriden Erbgang und eine intermediäre Merkmalsausbildung der Rotfarbigkeit schließen.

IV. Zusammenfassung

1. Die Vereinigung der roten Farbe mit den anderen vorteilhaften Eigenschaften der Treibzichorien ergab neue rotblättrige Typen von Salatzichorien. Diese neue Chicorée-Pflanze weist schon sowohl beim 'Roodloof' als auch beim 'Rosaloof' u. a. eine schöne Rotfarbigkeit auf.

2. Die Rotfarbigkeit wird als Ganzes monohybrid intermediär vererbt; in der F_1 sind alle Treibpflanzen mehr oder weniger hellrot, in der F_2 erfolgt eine Aufspaltung in crème weiße, hellrote und dunkelrote Köpfe im Verhältnis von 1:2:1. Dasselbe Erbverhalten finden wir auch bei der Farbe der Sommerblätter.

3. Die Rotfarbigkeit wurde nach folgenden Gesichtspunkten untergruppiert: a) nach der Tönung: hell bzw. dunkel; b) nach der Farbstoffverteilung: einfarbig weiß bzw. einfarbig rot und rot gesprenkelt; c) nach dem Ort der Farbstoffeinlagerung: Oberseite bzw. Unterseite der Blattinterkostalen, der Blattrippen und des Nervennetzes.

Die Untersuchungen erfolgten sowohl bei den Sommerblättern als auch bei den Treibblättern.

4. Bei den F_2 -Nachkommenschaften überwiegt die unerwünschte rote Sprenkelung gegenüber der roten Einfarbigkeit und die hellrote Tönung gegenüber der gesuchten dunkelroten. Es wurden häufig Pflanzen gefunden, bei denen dunkelrote Einfarbigkeit die hellrote Sprenkelung überdeckt, sowie solche, bei welchen die hellrote Einfarbigkeit durch dunkelrote Sprenkelung überlagert ist.

5. Die einzelnen Blatt-Teile sind in der Ausbildung der roten Farbstoffe voneinander unabhängig. Da die Interkostalen den Hauptanteil der Gesamtfläche des Blattes ausmachen, sind sie der wesentlichste Ort der Farbstoffeinlagerung.

6. Sommerpflanzen mit dunkelrot gefärbten bzw. intensiv grünen Interkostalen bilden überwiegend rote bzw. crème weiße Treibköpfe. Die Rippenfarbe der Sommerpflanzen ist ohne Einfluß auf die Farbe der Treibköpfe.

Literatur

1. Kiss, P. A.: Genetische Untersuchungen zur Züchtung einer rotblättrigen Treibzichorie. Dissertation, Prom. Nr. 3342, Bibliothek der ETH, Zürich, 1963. —
2. Kiss, P. A.: Roodloof. IR-Nr. 274368, Les Marques internationales, 28 septembre, Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Industrielle, Littéraire et Artistique, Genève, 1963. —
3. Kiss, P. A.: Une chicorée de Bruxelles à feuilles rouges. Rev. Hort. Sept./Oct. No. 2255, Paris, 1963. —
4. Kiss, P. A.: Roseloof. IR-Nr. 277603, Les Marques internationales, 16 décembre, Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Industrielle, Littéraire et Artistique, Genève, 1963.

Aus dem Institut für Angewandte Genetik der Technischen Hochschule Hannover

Einfache Hilfsmittel für die Bestäubungsregulierung bei der Züchtung von Fremdbefruchttern

Von G. KOBABE

Mit 21 Abbildungen

Einleitung

Der Erfolg einer züchterischen Bearbeitung fremdbefruchtender Pflanzenarten hängt nicht zuletzt von der Wirksamkeit der Mittel ab, die zur Regulierung der Bestäubung verwendet werden. In der Regel steht man bei der Züchtung von Fremdbefruchttern fast immer vor der Aufgabe, einzelne Pflanzen oder bestimmte Pflanzengruppen vor unerwünschter Bestäubung zu schützen. Zu diesem Zweck bieten sich mehrere Methoden an.

Die räumliche Isolierung kann nur dann erfolgreich angewendet werden, wenn genügend Landfläche zur Verfügung steht, um zwischen den einzelnen Bestäubungsgruppen einen Abstand einzuhalten zu können, bei dem mit einer Pollenübertragung von Gruppe zu Gruppe nicht mehr gerechnet zu werden braucht. Durch die Verwendung bestimmter schnell hochwachsender Pflanzenarten wie Hanf, Getreide usw. können diese Abstände beträchtlich verringert werden, wobei störende Fehlbestäubungen bis zu einem gewissen Grade vermieden werden können.

Stufenaussaaten, die dazu dienen sollen, die Blühtermine zu verschieben, lassen sich nur bei einigen Pflanzenarten mit Erfolg anwenden.

Das Arbeiten mit überlagertem Saatgut verzögert die Zuchtarbeit ungemein und ist deshalb nur in besonderen Fällen vertretbar, beispielsweise wenn die Kapazität bestimmter Sortimentssammlungen ausgeweitet werden soll, bei denen es nicht auf einen an die Generationsfolgen gebundenen Zuchterfolg ankommt, sondern lediglich keimfähiges Saatgut möglichst vieler Stämme und Linien bereithalten werden soll.

Schließlich bleibt dem Züchter die Möglichkeit, die Pflanzen mit bestimmten Stoffen wie Papier, Pergamin, Tuch, Folie oder Glas abzuschirmen, womit der Vorteil genutzt wird, eine große Anzahl von Pflanzen bzw. Pflanzengruppen auf engstem Raum zusammenzustellen. Die Aufwendungen für solche Isoliermittel sind sehr unterschiedlich. Am billigsten ist die Papier- oder Pergamintüte, während das vollklimatisierte Isolierkabinenhaus wohl das teuerste Gewächshaus überhaupt ist. Dazwischen liegen aber zahlreiche mehr oder weniger aufwendige Möglichkeiten, um die Regulierung der Bestäubung bei Fremdbefruchttern fest in die Hand zu bekommen. Von diesen Hilfsmitteln der Züchtung, die zum Teil von privaten Zuchtfirmen und zum Teil von staatlichen Pflanzenzucht-Instituten entwickelt worden