

Aus dem Institut für Botanik, Gärungsphysiologie und Hefereinzucht  
der Lehr- u. Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim am Rhein

## Lycopin in Blüten und ein Vorschlag für einen Test auf Lycopin

Von PETER WERCKMEISTER

Mit 1 Abbildung

Seit etwa 1940 gibt es bei den tetraploiden hohen Garteniris eine völlig neue Farbe, die bei keiner wilden Iris vorkommt. Sie verdankt ihre Entstehung dem Auftreten einer Mutation, die im Bereich des Perigons Lycopin produziert, dessen Vorkommen in der Gattung *Iris* bisher unbekannt war. Die Entdeckung, daß es sich um einen plasmochromen Farbstoff handelt, geht schon auf STURTEVANT zurück. STURTEVANT (15) beobachtete bei einer mikroskopischen Untersuchung, daß die Plastiden rot gefärbt waren. Demnach war es bereits höchst wahrscheinlich, daß es sich hierbei um Lycopin handelt. Der neue Plastidenfarbstoff aus Irisblüten konnte hier kristallin dargestellt und als Lycopin erkannt werden.

In Kombination mit anderen Carotinoiden und mit Anthozyanen sind zahlreiche Mischfarben möglich. Die Mischfarben mit gelben Komponenten sind etwa als Aprikosenfarben oder Lachsfarben zu bezeichnen. Sie sind mit der Farbentafel sehr schwer festzulegen. Jedoch ist für die fast reines Lycopin enthaltenden Sorten die übliche Farbenbezeichnung Flamingorosa oder Muschelrosa nicht übertrieben. Es sind auch gerade dies diejenigen Farbtöne, denen in allererster Linie die züchterische Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Nach der Horticultural Colour Chart (1) sind sie etwa zwischen 0619/2 und 0621/3 HCC festzulegen. Für die sehr reine rosa Sorte „Seventh Heaven“ (LAPHAM 1955) wurde der Farbton nach der Farbentafel von BIESALSKI nach DIN 6164 (2) mit 7A (7/1/1) bestimmt. Die ersten Sorten wie etwa „Spindrift“ waren noch unsauber in der Farbe durch unregelmäßig verteilte Anthozyanspritzer. Doch sind Sorten wie „Cherie“ (HALL 1947) und „Paradise Pink“ (LAPHAM 1950) bereits als reinrosa zu bezeichnen. Bei den neuesten Sorten wie „June Meredith“ (MUHLESTEIN 1954), „Pink Fulfillment“ (MUHLESTEIN 1954), „May Hall“ (HALL 1954), „Lynn Hall“ (HALL 1957) werden auch bereits Blütengröße und Festigkeit der Blütenblätter gelobt, so daß die neue Farbe auch in dieser Hinsicht den bereits bekannten Irisfarben in nichts mehr nachsteht.

Ein leichter Hauch von Anthozyan ist diesen Farben nicht nachteilig, wofern er gleichmäßig über die Spreite verteilt ist. Er verschiebt den Farbton eindeutig ins Rosa, indem er die letzten Reste der gelben Komponenten überdeckt. Da die Anthozyane der *Pogoniris* bisher alle auf das Aglukan Delphinidin zurückgehen, bedingt dies freilich stets einen gewissen Grauwert, dessen Dunkelstufe nach der Farbentafel schwer festzulegen ist, der aber bei Betrachtung aus der Nähe die Reinheit des Farbtons nicht nachteilig beeinflußt.

Die durch mehr oder weniger starke Beimengung gelber Komponenten entstehenden Lachs- oder Aprikosentöne sind als zarte Gartenfarben nicht weniger geschätzt. Sorten wie „Happy Birthday“ (HALL 1952) sind auch bei uns bereits weit verbreitet. Die Verteilung des neuen Farbstoffs in der Blüte

unterliegt einer ähnlich weiten Variation wie die der bereits bekannten Farbstoffe. Dadurch entsteht eine Fülle von Möglichkeiten für neue Kombinationen mit anderen Farbstoffen, insbesondere den Anthozyanen. Auch völlige Abwesenheit von Farbstoff in der Spreite und Konzentration des Farbstoffs in dem Bart der *Pogoniris* ist bereits bekannt, so daß also eine weiße Sorte mit einem tomatenroten Bart entstand.

Alle Sorten, die Lycopin führen, sind, völlig unabhängig von der Verteilung der plasmochromen und chymochromen Komponenten, an dieser Konzentration des Lycopins in den Barthären kenntlich, deren Farbe als „tangerine“-farben bezeichnet wird. Sie ist also stets mit dem Auge erkennbar und liegt mit einer gewissen Variationsbreite zwischen 12 HCC und 14 HCC, mit der überwiegenden Anzahl der bekannten Sorten bei etwa 13 HCC, entsprechend OSTWALD 5 pa, oder nach BIESALSKI zwischen 5F (5/6,4/1,3) und 6E (6/6,5/1,5). Bei Copigmentierung des Bartes mit Anthozyanen, zumal in den Spitzen, geht auch hier die Farbe vom Kressrot etwas weiter ins Scharlachrot, zeigt dann jedoch ebenfalls eine größere Dunkelstufe.

Das Auftreten der neuen Lycopin-Mutante geht auf etwa das Jahr 1940 zurück. Die erste, heute nicht mehr im Handel befindliche Sorte war die Sorte „Seashell“ von LOOMIS. Bei dem amerikanischen Züchter HALL traten in einer Inzuchlinie gleich vier Individuen mit den charakteristischen tomatenroten Bärten auf, die vom Züchter auch sofort als etwas Neues erkannt und zu ihrer heutigen Bedeutung entwickelt wurden.

Die neue Mutation erregte auch insofern sofort allgemeine Aufmerksamkeit, als man sich bis dahin den Fortschritt der Irisfarben in Richtung auf reines Rosa von der Entwicklung der Anthozyanfarben versprach. Seit man hier bei den Gartenschwertlilien reines Rosa erzielte, gewinnt das Lycopin in Blüten auch über den engeren Bereich der Gartenschwertlilien hinaus allgemeineres Interesse für die Blütenfarbenzüchtung, so daß es lohnend erschien, sein Vorkommen in Blüten zu untersuchen.

Die vor dem Erscheinen der Lycopin-Mutanten als rosa bezeichneten Irissorten berechtigten nicht zu dieser Bezeichnung, da sie rosalila waren. Heute hat man für diese lila Farbtöne, um sie von den mehr lavendelfarbenen zu unterscheiden, in den angelsächsischen Ländern die nicht sehr glückliche Farbbezeichnung „orchid“ eingeführt. Es wurde hier schon beschrieben, daß diese Farbtöne alle von Delphinidylglycosiden bestimmt werden, weshalb keine Aussicht besteht, daß sich hier der Farbenbereich in dieser Richtung erweitert. Die Mitwirkung gelber Komponenten führt bestenfalls zu Farbtönen, die zu den Farbenbezeichnungen „beige“ oder „chamois“ berechtigen. Es wurde hier schon darauf hingewiesen (WERCKMEISTER, 1954), daß ein weiterer Fortschritt nur von einer Cyanidinmutante zu erwarten ist. Dies

kann sehr schön mit den Verhältnissen bei den Gartenstiefmütterchen belegt werden. Bei diesen sind die sogenannten scharlachfarbenen Sorten zwar auch nur braunrot infolge der Mitwirkung gelber Komponenten. Sie stoßen jedoch bedeutend weiter in den roten Farbenbereich vor als die sogenannten roten Schwerltillen, die ihnen entsprechen, aber der Unterschied der braunen Töne ist nicht zu übersehen. Er ist bedingt dadurch, daß bei den roten Stiefmütterchen die Farbe von Cyanidglycosiden (16; 5), bei den *Iris* von Delphinidglycosiden bestimmt wird.

Eindeutiges Scharlachrot gibt es bei den Gartenblumen bisher nur bei Pelargonidin-Blüten. Als Ausnahmen kann man bisher nur den roten Kelch der Fuchsien<sup>1</sup> und die Farbe der Spreite von *Cyclamen persicum* Leuchtfeuer ansehen, die beide ihren Farbton Paeonidglycosiden verdanken. Meine frühere Angabe, daß es sich bei *Cyclamen* Leuchtfeuer um ein Cyanidglycosid handelt (WERCKMEISTER, 1954), muß als unrichtig zurückgenommen werden. Durch die Einführung des Forestal-Solvans ist die Unterscheidung zwischen Cyanidin und Paeonidin eindeutig geworden, während die früheren Bestimmungen mit Partridge-Gemisch bei der starken Zungenbildung Irrtümer verständlich machen. Doch sind unverändert Fortschritte in der Farbe gegen Rot nur durch Mutanten zu erwarten, die durch Verluste des Anthocyanidin-Moleküls im B-Ring bestimmt sind. Es muß hier noch einmal betont werden, daß scharlachrote Gartensorten, die einen Fortschritt ins Rot gegenüber den Wildarten darstellen, auch bei eindeutig im roten Bereich varierenden Sortimentsblumen auf diese Weise entstehen. So verdanken die scharlachfarbenen Strauchpaeonien und die scharlachfarbenen Rosen ihren Rotwert dem Neuaufreten von Pelargonidin neben Paeonidin resp. Cyanidin. Unter diesen Umständen wird es von Interesse sein zu verfolgen, ob das Neuaufreten von Lycopin-Mutanten zu Fortschritten gegen den roten Bereich von der andern Seite des Spektrums her führt, da ja Lycopin der Farbstoff des Tomatenrots ist.

Für den Fall der Gartenschwertlilien wird dies zu Aufgaben der Kombinationszüchtung führen. Obwohl bisher noch niemals eindeutige Zahlen von Aufspaltungen mitgeteilt wurden, rechnet man hier mit

<sup>1</sup> Die Angabe von BAYER (3), daß der Farbunterschied von Kelch und Krone von *Fuchsia* durch Chelatbildung eines Cyanidglycosides bedingt ist, kann nicht bestätigt werden. Wie mir schon Herr SEYFFERT anlässlich eines Besuches in Berlin-Dahlem mitteilte, ist es der für *Fuchsia* wie auch für die entsprechenden *Cyclamen* charakteristische Farbunterschied zwischen einem Paeonidin- und einem Malvidinglycosid, welches meine neueren Chromatogramme hier bestätigen. Es ist richtig, wie BAYER angibt, daß die beiden Anthocyane sich im Rf-Wert im eindimensionalen Ringchromatogramm kaum unterscheiden, doch kann die Betrachtung der beiden Flecken im UV-Licht bereits keinen Zweifel aufkommen lassen, da das Paeonidglycosid intensiv orangefarben fluoresziert (HAYASHI, 1956), während das Malvidinglycosid höchstens trübpurpur leuchtet. Die Bestimmung der Aglycone vollends beseitigt die letzten Zweifel. Da außer Petunidin die methoxylierten Aglycone nicht als Chelatbildner angesprochen werden, so ist auch eine Chelatbildung für den Farbunterschied vorläufig nicht als bedeigend anzusehen. Zudem ist die Farbbezeichnung blau für die Krone von *Fuchsia* zumindest unklar, da die durch Cyanidin- und Delphinidin-Chelate gefärbten Blüten eindeutig spektralblau sind, während man die Krone von *Fuchsia* als purpur bezeichnen muß.

tetrasomen Spaltzahlen (STURTEVANT u. RANDOLPH, 1945). Die bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, daß diese Annahme richtig ist. Für den Fall der Kreuzung einer Sorte mit einem tangerinefarbenen Bart mit einer andersgefärbten ist bekannt, daß die neue Eigenschaft in der  $F_1$  nicht manifest wird und daß die Anzahl der tangerinefarbenen in einer  $F_2$  äußerst klein ist. Es sind eine Anzahl älterer Gartensorten bekannt, die bei Kreuzung mit tangerinefarbenen Sorten bereits in der ersten Generation in sehr geringer Anzahl tangerinefarbene Sämlinge ergeben. STURTEVANT (15) gibt unter anderen folgende Sorten an: „Easter Morn“, „Fabulous Kate“, „Golden Eagle“, „Kashmir White“, „Morocco Rose“, „Purissima“, „Sandia“, „Sharkskin“, „Snow Flurry“, „W. R. Dykes“, die auch heute noch erhältlich sind.

STURTEVANT und RANDOLPH (14) schreiben nach ihren Befunden das Auftreten des neuen plasmochromen Farbstoffes der Wirkung eines rezessiven Gens  $t$  (tangerine) zu, das tetrasome Spaltung zeigt. Dabei wird angenommen, daß die Genwirkung erst dann manifest wird, wenn das rezessive Allel viermal vertreten ist. Dies bedeutet, daß sehr viele Heterozygoten vorhanden sein dürften, die an keinem sichtbaren Merkmal erkannt werden können. Es entsteht die Frage, ob die Lycopinbildung gewissermaßen eine Alles- oder Nichts-Reaktion ist, oder ob auch hier der verschiedentlich bei Tetraploiden festgestellte Dosage-Effekt wirksam wird. Dann könnte man annehmen, daß nicht nur die Quadruplex-Pflanzen an dem tangerinefarbenen Bart erkannt werden können, sondern daß unter Umständen mindestens die Triplex-Pflanzen eine geringe Menge Lycopin bilden. Dieses könnte übersehen werden, da es sehr viele Pflanzen mit orangefarbenen Bärten gibt. In diesen wäre nicht erkennbar, ob sie Lycopin enthalten oder nicht. Wenn es also Pflanzen mit orangefarbenen Bärten gibt, die sich äußerlich in ihrer Farbe in nichts unterscheiden, die aber teilweise Lycopin enthalten, teilweise jedoch frei davon sind, dann müßte eine Methode gefunden werden, die diese beiden Typen leicht zu unterscheiden gestattet. Weiterhin müßte entschieden werden, ob eine Pflanze mit einem orangefarbenen Bart, die Lycopin enthält, tatsächlich eine  $t_s$ -Pflanze, also eine Triplex-Pflanze ist. Könnte man diese erkennen, wäre eine Züchtungsarbeit wesentlich erleichtert. Die hier unternommenen Versuche gingen vor allem in diese Richtung.

Es ist bisher für die tetraploiden Garteniris unbekannt, ob es bei ihnen einen Dosage-Effekt gibt. Für die tetraploiden *Cyclamen* sprach ich seinerzeit die Vermutung aus (WERCKMEISTER, 1954), daß die verschiedenen Farbabstufungen der Hellachstöne, sowie auch das schon von MAATSCH (11) beschriebene ständige Spalten dieser Farben auf eine intermediäre Wirkung eines entsprechenden Gens zurückzuführen sei. Der damals von mir untersuchte Bestand war zu klein, um mehr als Vermutungen zu gestatten, doch glaubte ich, eindeutig distinkte Farbabstufungen unterscheiden zu können. Diese Vermutung wurde inzwischen in einer sehr gründlichen Untersuchung von G. KESSLER (9) bestätigt. Die Genwirkung bei tetrasomer Spaltung vermag nun unter Umständen erst bei höheren Stufen einzusetzen, wie wir schon von LAWRENCE und SCOTT-MONCRIEFF (10) bei der Dahlie wissen. LAWRENCE und SCOTT-MONCRIEFF

stellten bei den tetraploiden Dahlien fest, daß die durch das dominante Gen I (ivory) bewirkte Flavonbildung praktisch erst bei den Duplex-Pflanzen nachweisbar wird, während Nullplex- und Simplex-Pflanzen das entsprechende Flavon nicht in nachweisbaren Mengen bilden. Nun wurde von SEYFFERT (12, 13) für *Silene armeria* gezeigt, daß die Anthozyanproduktion bei Autotetraploidien mit der Zunahme des bewirkenden Gens keiner linearen Funktion folgt, und daß dies bei *Cyclamen* in gleicher Weise für Flavone gilt. Weiterhin zeigte SEYFFERT, daß auch das rezessive Gen einen Einfluß auf die Stoffproduktion ausübt. Für die Entstehung von Lycopin anstelle der üblichen Carotinoide ist der Weg noch unbekannt.



Abb. 1. Lycopin-Kristalle, aus rosafarbenen *Iris*-Sorten mit „tangerine“-farbenen Bärten isoliert.

Es muß also zunächst hingenommen werden, wenn schon bei Gegenwart eines einzigen dominanten Allels kein Lycopin mehr entsteht. Andererseits ist es auch denkbar, daß erst bei Gegenwart zweier dominanter Allele deren Wirkung eine vollständige ist. Es konnte also der Versuch unternommen werden, einerseits bei bereits bekannten Namenssorten, die gelegentlich lycopinbildende Sämlinge ergaben, andererseits in einer  $F_2$  aus einer derartigen Kreuzung Pflanzen aufzufinden, die so geringe Mengen Lycopin bilden, daß dies mit dem Auge nicht mehr neben den orangefarbenen Carotinoiden erkannt werden kann.

Zu den Kreuzungen wurden Sorten herangezogen, für die Homozygotie wenigstens für einige Farbfaktoren als sicher anzunehmen war. Deswegen kamen für diese Kreuzungen nur wenige Sorten in Frage, und zwar das rezessive All-White-Gen mit der Sorte „Matterhorn“ und die zitronengelbe Sorte „Elsa Sass“. Die  $F_1$  aus den Kreuzungen dieser beiden Sorten war hinsichtlich der Anthozyanfarben außerordentlich bunt, enthielt jedoch weder all-white oder zitronengelbe, noch Pflanzen mit tangerine-farbenen Bärten. Von der  $F_2$  konnten in Geisenheim wegen des geringen zur Verfügung stehenden Platzes nur eine geringe Anzahl Pflanzen angebaut werden, doch konnten im Botanischen Garten Köln noch etwa 300 Pflanzen aufgepflanzt werden. Unter den Pflanzen, die ich dort in Blüte beobachtete, war eine sehr geringe Anzahl Pflanzen mit Lycopin, sowie auch einige wenige All-white und Zitronengelbe. Rekombinationstypen wurden, wie zu erwarten war, nicht gefunden, obwohl nicht vorhergesagt werden kann, wie diese aussehen müßten. Höchstens könnte

man vermuten, daß diese frei von Anthozyan sein müßten, also auch keine Schlundaderung und stattdessen am Schlund einen leichten glatten Anflug von Carotinoid-Ausfärbung besitzen sollten, der für All-white und Zitronengelb charakteristisch ist und der vielleicht auch bei einer Lycopinfärbung ausgeprägt sein sollte. Die geringe Anzahl der gefundenen tangerine, all-white und zitronengelben Pflanzen machte jedoch eine tetrasome Spaltung wahrscheinlich. Es wurde eine Reihe Pflanzen ausgesucht, die sich durch stark orangefarbene Bärte auszeichneten, und in Geisenheim für die Untersuchung auf Lycopin aufgepflanzt.

Für die Untersuchung auf Lycopin wurden zunächst zu informatorischen Zwecken in der üblichen Weise einige Säulenchromatogramme hergestellt. Es erschien jedoch bald als ziemlich aussichtslos, diese Methodik für die Auslese von Lycopin-Typen in einer Serien-Untersuchung heranzuziehen. Bei den weiteren Arbeiten wurde gefunden, daß die Unterschiede in der Löslichkeit allein groß genug sind, um zu einer in der Praxis verwendbaren Arbeitsweise zu gelangen. Dies führte zu einer verhältnismäßig rohen Methode, die eine genügende Menge Lycopin aus dem vorhandenen Blütenmaterial zu gewinnen gestattete. Die Irisblüten wurden in destilliertem Wasser mit etwas Ascorbinsäure eine Stunde lang bis zur völligen Infiltration der Zellen auf 85 °C im Thermostaten erhitzt. Dann wurde bis nahezu zur Trockne abgepreßt. Der Preßrückstand wurde zweimal mit Methanol extrahiert, in der Kälte luftgetrocknet und gemahlen. Dann wurde kurz mit Petroläther (Siedepunkt bis 40 °C) extrahiert, wobei schon ein großer Teil des Lycopins in Lösung ging, vor allem aber die Wachse entfernt wurden. Nach abermaligem schnellen Trocknen in der Kälte wurde mit Benzol extrahiert und der Extrakt im Vacuum eingeengt. Beim Fällen mit Methanol fielen bereits schöne Kristalle aus, die durch Umkristallisieren aus Benzol-Methanol weiter gereinigt wurden.

Das Absorptionsspektrum des so gewonnenen Lycopins gab im Petroläther den für Lycopin typischen Kurvenverlauf, doch waren die Maxima um etwa 4 m $\mu$  verschoben (442,470,502 m $\mu$  anstatt 446,474,506 m $\mu$ ). Die Maxima in Chloroform mit 456,485 und 520 m $\mu$  ließen sich dagegen gut reproduzieren. Die Messungen wurden mit einem Spektralphotometer mit Quarzoptik von Zeiss ausgeführt. Eine vergleichsweise hergestellte Extraktion aus Tomatenschalen verhielt sich in gleicher Weise, so daß nicht daran zu zweifeln war, daß es sich um Lycopin handelt. Mit den hier zur Verfügung stehenden Mitteln ließen sich Lycopin, Lycophyll und Lycoxanthin nicht unterscheiden. Die Säulenchromatogramme hatten gezeigt, daß es mehrere Zonen gibt, die deutlich rosa gefärbt waren, so daß auch das Vorkommen anderer roter Carotinoide als wahrscheinlich gelten muß. Doch dürfte das Lycopin den Hauptanteil stellen und für das Zustandekommen der entsprechenden Blütenfarben entscheidend verantwortlich sein.

Die Erfahrungen bei der Präparation kristallisierten Lycopins aus den tangerinefarbenen Garteniris und aus Tomatenschalen legten die Erprobung eines Tests nahe, der lediglich in fraktioneller Extraktion besteht und sich der unterschiedlichen Löslichkeits-

verhältnisse bedient. Es zeigte sich, daß durch Methanol allein, in dem Lycopin völlig unlöslich ist, bei wiederholter Extraktion alle gelben Komponenten so vollständig entfernt werden können, daß die Gegenwart von Lycopin an einem verbleibenden zartrosa Anflug eindeutig zu erkennen ist, der genau der Farbe der flamingorosa Gartenschwertlilien entspricht. Um Material zu sparen, wurden für den Test lediglich die Bärte verwendet, in denen etwa vorhandene Carotinoide stets anzutreffen und am stärksten angereichert sind.

Es wurden nun zahlreiche Sämlinge der  $F_2$  aus den oben genannten Kreuzungen auf diese Weise untersucht, sowie auch einige Namensorten, von denen bekannt war, daß sie bei Kreuzung mit tangerinefarbenen Sorten vereinzelt tangerinefarbene Sämlinge liefern. Dabei wurde keine einzige Namensorte gefunden, die Spuren von Lycopin enthielt. Untersucht wurden die tetraploiden Sorten „Gudrun“, „Snow Flurry“, „Three Oaks“, „Dolly Madison“ und einige ältere Sorten mit orangefarbenen Bärten, von denen allerdings noch nicht bekannt war, daß sie in ihrer Nachkommenschaft tangerinefarbene Pflanzen ergaben. Dagegen wurde bei der diploiden Sorte „Daystar“ mit einem intensiv orangefarbenen Bart ein schwacher rosa Anflug gefunden, der auf Lycopin deutet. Die diploide ähnliche „Gold Standard“ dagegen erwies sich als frei von Lycopin.

Unter den in Köln ausgesuchten Sämlingen dagegen fanden sich 6 Pflanzen, die ebenfalls Spuren von Lycopin gebildet hatten. Es gibt also zunächst mit Sicherheit Pflanzen, die in außerordentlich geringer Menge Lycopin bilden, das neben den orangefarbenen Carotinoiden mit dem Auge allein nicht erkannt werden kann. Ob diese als  $t_3$ -Pflanzen anzusehen sind, kann natürlich durch diesen Test nicht entschieden werden. Die umfangreichen Nachkommenschaften, die zu einer exakten Zahlenanalyse notwendig wären, können hier nicht aufgezogen werden, weshalb eine Veröffentlichung der bisherigen Ergebnisse geraten erscheint. In jedem Falle kann man annehmen, daß Rekombinanten eher zu erwarten sind, wenn man von vornherein von lycopinführenden Pflanzen auszugehen in der Lage ist. Diese aber könnten mit dem hier beschriebenen Test mit ziemlicher Sicherheit aufgefunden werden. In dem geschilderten Material wären sicherlich weitere Lycopin-Pflanzen aufzufinden gewesen, wofür eine sorgfältige Reihenuntersuchung hätte vorgenommen werden können. Denn die theoretische Anzahl der  $t_3$ -Pflanzen müßte wesentlich größer sein. Doch hätte eine Zahlenanalyse bei der zu geringen Anzahl der Sämlinge kaum einen Erfolg versprochen, so daß die Untersuchung nicht fortgeführt wurde.

Es soll an dieser Stelle jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, daß Lycopin noch bei weiteren Gartenpflanzen anzutreffen ist. Am bekanntesten ist sein Vorkommen in der Nebenkrone von *Narcissus poeticus L.* Hier hat die Züchtung ebenfalls zu den sogenannten rosa Narzissen geführt. Das sind Sorten, bei denen das Rot der Nebenkrone von *Narcissus poeticus* gewissermaßen mit Weiß verdünnt erscheint. Auch hier wurden durch gelbe Komponenten zunächst lachsfarbene oder aprikosenfarbene Töne erzielt. Bei neueren Sorten wie „Pink Rim“ oder

„Pink Glory“ ist die bei reinem Lycopin zu erwartende Rosafarbe schon recht gut erreicht.

Bei Narzissen ist das Lycopin gewissermaßen ein legitimer Farbstoff, während er bei Schwertlilien als Mutation neu auftrat. Während dieser Untersuchungen fiel mir der Farnton der Stiefmütterchenrasse „Schreibers frühe Riesen“, orange, auf. Als die Blüten dieser Rasse dem Extraktions-Test unterworfen wurden, blieb auch hier ein klarer Rosaton zurück, der auf Lycopin hinwies. Aus den Blüten dieser *Viola* konnte daraufhin nach der vorher geschilderten Methode ebenfalls kristallisiertes Lycopin gewonnen werden. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß auch bei *Viola* Lycopin als Mutation aufgetreten ist. Allerdings gibt es bei *Viola* bisher nicht die Variationsbreite der Farben in Kombination mit gelben Komponenten und Anthozyanen, die der Vergleich mit *Iris* erwarten läßt. Die Farbtöne schwanken hier zwischen 10 HCC und 12 HCC mit einem mittleren Farbton von etwa 11/1 HCC, entsprechend dem Farbton 4D (4/5,5/1,5) der Farbkarte nach BIESALSKI. Die Dunkelstufe läßt sich auch hier schwer festlegen, so daß die Bezeichnung aprikosenfarben richtiger erscheint als orange. Inzwischen ist mir eine Arbeit von CHICHESTER, WONG und MCKINNEY (4) bekannt geworden, die das Vorkommen von Lycopin bei aprikosenfarbenen Stiefmütterchen feststellen, während sie bei gelben Formen dieses nicht auffanden.

Nun wurde auch für die tetraploiden Gartenstiefmütterchen von HORN (8) eine tetrasome Spaltung nachgewiesen. Es ist also auch hier anzunehmen, daß eine Kombinationszüchtung auf die gleichen Schwierigkeiten stoßen wird wie bei *Iris*. Da die möglichen Farbkombinationen mit anderen Farbkomponenten jedoch in keiner Weise bisher vorhanden sind, erschien eine solche sicherlich lohnend. Es ist müßig, Vermutungen anzustellen, ob sich bei *Viola* der gleiche Rosaton erreichen lassen wird, der bei *Iris* bereits vorhanden ist, und ob er sich rein züchten lassen wird. Doch muß auf den Wert der Kombination mit Anthozyanen hingewiesen werden. Da bei *Viola* Cyanidinfarbstoffe vorhanden sind, müssen sich bei dieser Farbkombination ermöglichen lassen, die weit über das von *Iris* bekannte hinausgehen. Auch hier dürfte ein einfacher Nachweis für Lycopin von Nutzen sein, weshalb der hier für *Iris* verwendete Extraktions-Test vorgeschlagen werden soll.

Die Lycopin-Produktion bei der aprikosenfarbigen *Viola* ist temperaturabhängig, wie dies auch von Tomaten bekannt ist. Die im Winter gebildeten Blüten sind wesentlich gelber als die im späteren Frühjahr gebildeten. Die Vergleiche mit dem Extraktions-Test bestätigen diese Erfahrung.

Bei Tomaten sind für die Lycopinbildung zwei dominante Gene aufgefunden worden derart, daß also nur RRTT-Formen tomatenrot sind. Ist R nicht vertreten, wird Lycopin reduziert, ist T nicht vorhanden, wird statt Lycopin Prolycopin gebildet (GOODWIN, 1958). Es erscheint demnach bemerkenswert, daß bei *Iris* die Lycopinproduktion von einem rezessiven Gen gesteuert wird. Auch für *Viola* läßt sich vermuten, daß die Lycopinbildung rezessiv sein wird.

Herrn Prof. Dr. H. SCHANDERL, der mich bei diesen Arbeiten durch Anschaffung von notwendigen Apparaturen und Chemikalien aus Institutsmitteln in großzügiger Weise unterstützte, sei an dieser Stelle mein herzlicher Dank ausgesprochen. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. J. STRAUB für die Aufpflanzung der umfangreichen Nachkommenschaften im Botanischen Garten Köln, sowie Herrn Prof. Dr. E. KNICKMANN und Herrn Dr. TEPE für ihre Hilfe bei den spektralphotometrischen Messungen.

### Zusammenfassung

1. Bei den tetraploiden hohen Garteniris gibt es seit etwa 1940 eine neue reine Rosafarbe und, aus dieser hervorgegangen, eine Reihe verschiedener Farbtöne, deren gemeinsames Merkmal ein „tangerinefarbener“ Bart ist und deren Ausfärbung auf einen plasmonochromen Farbstoff zurückgeführt werden muß. Als Grundfarbstoff dieser neuen Farben wurde hier Lycopin gefunden. Dieses wurde kristallisiert dargestellt und spektrographisch identifiziert.

2. Bisher wurden reine Rosafarben von Anthozyanen erwartet. Es wird darauf hingewiesen, daß bei *Iris* bisher nur Delphinidin festgestellt wurde und deshalb die bisherigen Rosafarben bestenfalls als rosalia zu bezeichnen sind. Fortschritte in Richtung auf Rosa sind auch bei anderen Gartenpflanzen nur bei Cyanidin- oder Pelargonidin-Mutanten, d. h. bei Anthocyanidinen mit Verlusten des Moleküls im B-Ring, zu erwarten.

3. Für *Iris* sind tetrasome Spaltzahlen wahrscheinlich. Eine Kombinationszüchtung wird dadurch außerordentlich erschwert. Ein leichteres Arbeiten würde möglich sein, wenn man Heterozygoten mit geringer Lycopinbildung erkennen könnte. Es wird ein einfacher Extraktionstest vorgeschlagen, der sich für Reihenuntersuchungen eignet und im Falle ununterscheidbarer Orangefarben Pflanzen mit und ohne Lycopin auszusondern gestattet.

4. Lycopin kommt legitim auch bei Narzissen vor und führt zu rosafarbenen Gartensorten. Außerdem

trat es als Mutation bei Gartenstiefmütterchen auf, für die der vorgeschlagene Test ebenfalls verwendbar ist.

### Literatur

1. Horticultural Colour Chart, I u. II, Copyright R. F. Wilson (1938 u. 1941). — 2. BIESALSKI, E.: Pflanzenfarben-Atlas mit Farbzeichen nach DIN 6164. Göttingen: Musterschmidt 1957. — 3. BAYER, E.: Über den blauen Farbstoff der Kornblume, I. Chem. Berichte **91**, 1115 bis 1122 (1958). — 4. CHICHESTER, C. O., PATRICIA S. WONG and G. MCKINNEY: On the Biosynthesis of Carotenoids. Plant Physiology **29**, 238—241 (1954). — 5. ENDO, TORU: Biochemical and Genetical Investigations of Flower Colour in Swiss Giant Pansy, *Viola Wittrockiana* Gams. II. Chromatographic Studies on Anthocyanin Components. Bot. Mag. Tokyo **72**, 10—19 (1959). — 6. GOODWIN, T. W.: Carotenoids; in: W. Ruhland, Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. X.: Der Stoffwechsel sekundärer Pflanzenstoffe. Berlin: Springer 1958. — 7. HAYASHI, K. and Y. ABE: Studies on Anthocyanins XXIX. Bot. Mag. Tokyo **69**, 577—585 (1956). — 8. HORN, W.: Untersuchungen über die cytologischen und genetischen Verhältnisse beim Gartenstiefmütterchen *Viola tricolor maxima* hort. (= *Viola Wittrockiana* Gams), einer polyploiden Bastardart. Der Züchter **26**, 193—207 (1956). — 9. KESSLER, G.: Genetische Untersuchungen über die Variabilität der Sorten „Rosa von Zehlendorf“ und „Lachshell“ von *Cyclamen persicum* Mill. Z. f. Pflanzenzüchtung **42**, 250—294 (1959). — 10. LAWRENCE, W. C. J., and ROSE SCOTT-MONCRIEFF: The Genetics and Chemistry of Flower Colour in *Dahlia*: A New Theory of Specific Pigmentation. J. Genetics **30**, 155—226 (1935). — 11. MAATSCH, R.: Der Stand der deutschen Cyclamenzüchtung. Gartenwelt **51**, 219—222 (1951). — 12. SEYFFERT, W.: Über die Wirkung von Blütenfarbgenen bei *Cyclamen*. Z. Vererbungsl. **87**, 311—334 (1955). — 13. SEYFFERT, W.: Untersuchungen über interallele Wechselwirkungen. II. „Superdominanz“ bei *Silene armeria* L. Z. Vererbungsl. **90**, 231—243 (1959). — 14. STURTEVANT, A. H., and L. F. RANDOLPH: Iris Genetics. Bull. Am. Iris Soc. **99**, 52—66 (1945). — 15. STURTEVANT, A. H.: Notes on the Tangerine Beard. Bull. Am. Iris Soc. **123**, 101—102 (1951). — 16. WERCKMEISTER, P.: Papierchromatographische Untersuchungen an Anthocyanien und chymochromen Begleitstoffen zur Frage der Blütenfarbenzüchtung. Der Züchter **24**, 224—242 (1954).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz und dem Institut für Tierzuchtforschung Dummerstorf der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Futterkohl als Winterzwischenfrucht und Weidepflanze

Von B. v. DOBSCHÜTZ, H. STEGER und D. RASCH

Mit 5 Abbildungen

### Problemstellung

Zur besseren Versorgung unserer landwirtschaftlichen Nutztiere in der grünfutterarmen Zeit war man bestrebt, eine Futterpflanze zu finden, die in den Wintermonaten geerntet werden kann. Neben einem guten Massenertrag und Nährstoffgehalt muß eine derartige Pflanze auch über eine entsprechende Winterfestigkeit verfügen. Der Markstammkohl, der in Frankreich und besonders in England für diese Zwecke angebaut wird, ist dort eine für die Wintermonate häufig kultivierte Futterpflanze. Leider besitzt er nicht die genügende Winterhärtete, um sich auch in unserem rauheren Klima durchzusetzen. Aus diesem Grunde versuchten wir, durch Kreuzen verschiedener winterfester Kohlformen eine entsprechende Futterpflanze zu züchten, die in bezug auf Winterfestigkeit, Massenertrag, Nährstoff- und Carotin-

gehalt unseren Ansprüchen genügt. Je nach Nutzungseignung wurde ein doppeltes Zuchziel angestrebt:

1. Eine Futterpflanze für den Winterzwischenfruchtbau mit ca. 1,20 m Höhe, um Windbruch und Lagerung bei schwerer Schneedecke zu vermeiden.
2. Eine Weidepflanze als Kohlweide für die Monate März, April mit geringer Wuchshöhe.

### Material und Methodik

Zur Erlangung dieses Ziels wurden zwischen den in Tab. 1 aufgeführten Subspecies-Formen von *Brassica oleracea* diallele Kreuzungen durchgeführt.

Wir begannen mit dem Kreuzen in den Monaten März und April 1957. Pro Kombination wurden im Treibhaus von 5 Blütenständen jeweils 10 Blüten gekreuzt. Das Arbeiten im Treibhaus erwies sich als