

mit genau dem gleichen Erfolg wiederholt. Diese Art zeigt eine klare Blühförderung nach täglich 2mal 2minütiger Bestrahlung und eine geringe Förderung nach täglich 2mal 1minütiger Bestrahlung (vgl. Fig. 1): Zweimal 5minütige Bestrahlung wirkte bei nahezu allen untersuchten Arten stark entwicklungshemmend und bewirkte daher in vielen Fällen sogar eine ausgesprochene Blühhemmung. Es kommt also — wie nicht anders zu erwarten — sehr auf die benutzte Bestrahlungsdosis an.

Das zeigt auch ein Vergleich der bei *Statice Bonduellii* gewonnenen Ergebnisse mit dem Verhalten von *Linum usitatissimum*: Hier trat die stärkste Blühförderung bereits bei täglich 2mal einminütiger Bestrahlung ein. Während alle so behandelten Versuchspflanzen am 62. Tage nach der Aussaat bereits voll erblüht waren, konnten zu diesem Zeitpunkt nur bei einem Drittel der unbestrahlten Kontrollpflanzen Knospenanlagen festgestellt werden. Der mittlere Blühtermin der Kontrollen lag 17 Tage später als bei den bestrahlten Pflanzen.

Daß so viele der untersuchten Arten in unseren 2jährigen Versuchen überhaupt keine oder in einigen Fällen sogar eine der Erwartung entgegengesetzte Reaktion — also eine Blühhemmung — zeigten, mag in erster Linie an der Dosierung liegen. Es ist verständlich, daß die Bestrahlung — je nach der Oberflächenstruktur der Epidermis, nach deren Wanddicke und Behaarung sowie nach den verschiedenen Zell- und Zellwandenschlüssen — bei den verschiedenen Arten sehr verschieden weit in das Gewebe eindringen wird. Eine dementsprechend starke Variabilität der Reaktionsweisen ist also keineswegs verwunderlich.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft danken wir für die Bereitstellung des Bestrahlungsgeräts.

Botanisches Institut der Justus-Liebig-Hochschule Gießen.

DIETRICH VON DENFFER und LIESELORE SCHLITT.

Eingegangen am 6. November 1951.

¹⁾ DENFFER, D. v.: Naturwiss. 37, 296, 317 (1950).

²⁾ WETTSTEIN, v., u. PIRSCHLE: Biol. Zbl. 60, 626 (1940).

Rhodoxanthin und Zeaxanthin als Pigmente in den Federn von Cotingiden.

Im Verlaufe von Untersuchungen über die stoffliche Natur der in den Federn zahlreicher Cotingiden — einer kleinen in Mittel- und Südamerika verbreiteten, den Passeres angehörenden Vogelgruppe — abgelagerten Lipochrome, beanspruchten die scharlachroten Federn von *Phoenicircus nigricollis* ♂ (Ekuador) besonderes Interesse. Das rote Carotinoid, das hier große Teile des Rumpffieders und der Steuerfedern einnimmt, fiel zunächst durch seine verschiedene, im Benzin orangegelbe, im Methanol weinrote Lösungsfarbe sowie durch sein langwelliges Absorptionsspektrum auf, das dem des Rhodoxanthins sehr nahe lag. Die chromatographische Zerlegung des Carotinoidgemisches an Kalziumkarbonat und Aluminiumoxyd ergab das Vorliegen von Rhodoxanthin in überwiegender Menge. Ein Vergleich des Federlipochroms mit Rhodoxanthin aus *Taxus baccata* und *Potamogeton crispus* ergab die völlige Übereinstimmung der Farbstoffe in allen Eigenschaften¹⁾. Auch das Mischchromatogramm mit diesen ist einheitlich. Neben Rhodoxanthin findet sich in den Federn in geringerer Menge noch ein weiteres rotes Carotinoid mit etwas kurzwelligeren Absorptionsbanden, vermutlich Umwandlungsprodukt des Rhodoxanthins, dem ebenfalls pigmentierende Wirkung zukommt. Die Schwerpunkte der Absorption (Gittermeßspektroskop Löwe-Schumm mit Kupferoxydammoniakfilter) liegen im Benzin für das Rhodoxanthin aus Federn bei 524, 489 m μ , für den Begleitfarbstoff bei 517, 483 m μ . Gelbe hypophysische Carotinoide (Xanthophylle) spielen daneben eine ganz untergeordnete Rolle. Hiermit ist, soweit ich sehe, Rhodoxanthin, der Arillus-Farbstoff der Eibe erstmals im Tierkörper nachgewiesen und mit ihm das zweite rote Lipochrom in Federn charakterisiert (Asta-xanthin fand sich früher in den Federn rotbäuchiger *Laniarius*-Arten²⁾).

Aus den orangegelben Federn des Rumpffieders von *Rupicola p. peruviana* ♂ gelang im Chromatogramm die Abtrennung von Zeaxanthin neben wenig Lutein und nicht näher definierbaren hypophysischen Carotinoiden. Auch hier ergab sich die völlige Übereinstimmung der Eigenschaften des Federpigments beim Vergleich mit Zeaxanthin aus *Phytolacca alkekengi*. Zeaxanthin wurde zwar schon vielfach als Bestandteil gelber bis roter Federn vermutet³⁾, doch gelang erst jetzt sein Nachweis in dem Gefieder eines wildlebenden Vogels. — Da *Phoenicircus* und *Rupicola* im wesentlichen

Früchte- und Beerenfresser sind, so dürfte es sich bei ihnen höchstwahrscheinlich um eine direkte Übernahme von Nahrungscarotinoiden in die Feder handeln.

Die melaminfreie schwarze und violette Federfarbe einiger Cotingiden (z. B. *Xipholena lamellipes* ♂, *Cotinga cotinga* ♂) sollte nach GÖRNITZ und RENSCH⁴⁾ auf der Anwesenheit dunkelroter und violetter Pigmente beruhen. Sehr auffallend ist der schon lange bekannte Farbumschlag nach Gelbrot, den derartige Federn in der Wärme oder beim Behandeln mit Alkalien und Säuren zeigen. Er schien zunächst für das Vorliegen zusammengesetzter Verbindungen nach Art der Chromoproteide zu sprechen⁵⁾. Bei dem Versuch, die Farbkörper unter möglichst schonenden Bedingungen freizulegen, ergab sich jedoch, daß auch bei rein mechanischer Beanspruchung der Federn, beim Pressen oder Quetschen, deren Farbe nach Gelbrot umschlägt. Offenbar handelt es sich bei diesem Vorgang um die Zerstörung einer Feinstruktur noch nicht näher bekannter Art (keine Kästchenzellen), die sich in der intakten Feder dem gelbrotten Pigment überlagert und die im Zusammenwirken mit diesem die beachtliche Farbvertiefung nach Schwarz bzw. Violett hervorruft. Im Einklang mit diesem Verhalten steht die Feststellung, daß sich aus derartigen Cotingidenfedern stets nur gelbrote, einbandige Carotinoide vom Astacintypus, jedoch ohne saure Eigenschaften, extrahieren lassen.

Die Isolierung von Rhodoxanthin und Zeaxanthin aus Federn wird angestrebt.

Dank schulde ich Herrn Prof. E. STRESEMANN, Berlin, und dem Natur-Museum „Senckenberg“, Frankfurt a. M., für die stets bereitwilligste Überlassung von wertvollem Material und schließlich der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Gewährung einer Sachbeihilfe.

Zoologisches Institut der Justus-Liebig-Hochschule Gießen.

OTTO VÖLKER.

Eingegangen am 5. November 1951.

¹⁾ KUHN, R., u. H. BROCKMANN: Ber. dtsh. chem. Ges. 66, 828 (1933). — KARRER, P., u. E. JUCKER: Carotinoide. Basel 1948.

²⁾ VÖLKER, O.: Naturwiss. 37, 309 (1950). — Hoppe-Seylers Z. 288, 20 (1951).

³⁾ VÖLKER, O.: Biol. Zbl. 64, 184 (1944).

⁴⁾ GÖRNITZ, K., u. B. RENSCH: J. Ornithol. 72, 113 (1924).

Auslösung von Mutationen in ruhenden Samen durch hohe Temperaturen.

In letzter Zeit wurden „natürliche“ mutagene Faktoren im Vergleich zu den kräftiger wirkenden Röntgenstrahlen und Chemikalien stark vernachlässigt. Diese letzteren geben uns zwar in verschiedener Hinsicht besseren Aufschluß über den Vorgang des Mutationsgeschehens, können jedoch nach den bisher erhaltenen Ergebnissen kaum für das Auftreten von Mutationen in der Natur verantwortlich sein.

Bei der Analyse normaler Wildpopulationen von *Crepis aurea*, Cass. (zu den Compositen gehörig) in verschiedenen Höhenstufen der Alpen fiel auf, daß ein großer Prozentsatz von Pflanzen an klimatisch extremen Standorten vom Normaltypus der Pflanze verschieden ist. Es konnte an Hand von Selbstungen und Kreuzungen klar herausgestellt werden, in welchen Fällen abweichende Formen nur modifikatorisch oder dann durch genetische Veränderungen bedingt waren. Der Prozentsatz reiner Mutanten ist in höheren Lagen bedeutend größer, als normalerweise angenommen werden kann. Merkwürdigerweise zeigen sich in bezug auf die Höhenverteilung von Modifikationen und Mutationen Unterschiede. Der maximale Anteil von Modifikationen wird auf einer Höhe von etwa 2000 m gefunden, während das Maximum von Mutationen an der obersten Vegetationsgrenze, etwa 3000 m liegt. Hier ist auch das Maximum von solchen Pflanzen zu finden, die Chimärencharakter besitzen. Über ihre Entstehung unter natürlichen Verhältnissen war bisher nur wenig bekannt.

NAVASHIN u. a.^{1), 2), 3)} wiesen bereits darauf hin, daß solche Chimären bei alternden Samen entstehen können und daß dieses Altern durch hohe Temperaturen beschleunigt werden kann^{4), 5)}. Eigene Messungen ergaben, daß die lokale Erwärmung in großen Höhen, speziell an extremen Standorten, z. B. in Felsritzen, die mehr oder weniger windgeschützt sind, sehr beträchtlich sein kann. Im Verlaufe von normalen Sommertagen kann während Stunden die Oberflächentemperatur des Bodens 50° C übersteigen^{6), 7)}. Versuche zeigten, daß auf den Boden gefallene Achaenen von *Crepis aurea* im gleichen Sommer nur in den seltensten Fällen zur Keimung gelangen, wobei in erster Linie äußere Faktoren dafür verantwortlich sind.

Die Feuchtigkeitsperioden sind meist zu kurz, so daß die gequollenen Früchtchen in kürzester Zeit wieder austrocknen⁸⁾. Unter normalen Freilandbedingungen brauchen sie mindestens 14 Tage feuchtes Wetter, was in den Sommermonaten nur selten auftritt. Gegen den Herbst verhindern meist stärkere Fröste die Keimung, da auch durch die Temperatur eine Grenze gesetzt ist. Die Achaenen bleiben deshalb nahezu während eines ganzen Jahres auf der Bodenoberfläche liegen und gelangen erst im nächsten Frühjahr zur Keimung. Sie sind während der ganzen Zeit allen Witterungseinflüssen und somit auch den hohen Temperaturen ausgesetzt. Die in besonderen Versuchen ermittelte, zur Auslösung von Mutationen in diesen Pflanzen notwendige Temperatur (45°) und die erforderliche Einwirkungsdauer (im Minimum 16 bis 20 Tage) wird von den meisten Früchtchen erreicht⁸⁾.

In der Folge wurden an mehreren Standorten verschiedener Höhenlage (500 bis 3000 m ü.M.) während eines ganzen Jahres Achaenen von genetisch einheitlichen, normalen Pflanzen ausgesetzt. Ein Teil wurde zur Keimung gebracht und die ersten Teilungen der Meristeme zytologisch untersucht. Von

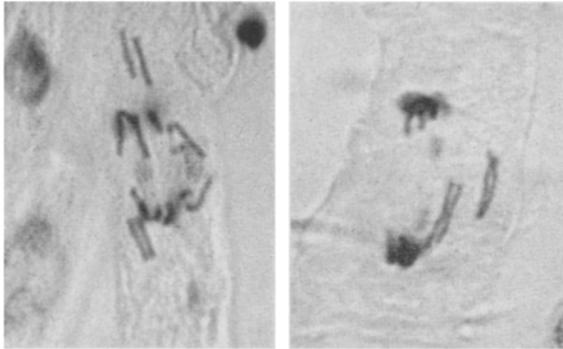


Fig. 1 und 2. Wurzelspitzenmitosen von *Crepis aurea* mit simultanem Totalausfall beider A-Chromosomen.

den zuerst keimenden Jungpflanzen wiesen 70 bis 80% Störungen auf, während nach 20 und mehr Tagen praktisch nur noch normale Pflanzen erhalten werden konnten⁸⁾.

Bei der Auswertung der zytologischen Bilder wurden nur Mitosen berücksichtigt, wo alle Chromosomen des Satzes ausgemessen werden konnten. Bei der Auslösung von Faktormutationen durch Röntgenstrahlen werden die Chromosomen entsprechend ihrer Länge getroffen, d.h. das längste am häufigsten. Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, ist auch hier das längste, das A-Chromosom, weitaus von Störungen am häufigsten getroffen worden, aber zahlenmäßig wie verhältnismäßig überwiegt es stark, während das zweitlängste, das D-Chromosom, fast nie betroffen wurde. Dies könnte darauf hinweisen, daß das A-Chromosom nach Temperaturbehandlung bedeutend empfindlicher reagiert als die andern und das D-Chromosom als äußerst stabil betrachtet werden kann.

Weitaus die interessanteste Tatsache ist die, daß der Ausfall zweier homologer Chromosomen viel häufiger ist, als zufälligerweise erwartet werden kann. Wird die Einordnung irgend zweier Chromosomen des 5-zähligen Satzes in die Metaphasenebene gestört, so wäre bei zufälliger Kombination nur in 20% aller solcher Fälle zu erwarten, daß beide homologen Chromosomen von der Störung betroffen werden (Fig. 1—2). Dabei ist das A-Chromosom ungefähr in der Hälfte aller Fälle vertreten, während in je einem Viertel die B- und E-Chromosomen ausfallen. Die C- und D-Chromosomen werden nie gleichzeitig aus dem Bewegungsablauf der Mitose ausgeschlossen. Das gleiche gilt für Isochromatidbrüche der gleichen Chromosomen, wo die beiden erwähnten C- und D-Chromosomen nie vertreten sind. Möglicherweise würden auch diese in umfangreicherem Material gefunden werden können. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß sie die gleichen prozentualen Anteile erreichen könnten.

Die Fig. 1 und 2 stellen solche Verluste homologer Chromosomen dar. Die beiden A-Chromosomen liegen bewegungsunfähig in der Zelle, und eine normale Einordnung in die Äquatorialebene hat nicht stattgefunden. Die Trennung in die beiden späteren Tochterchromosomen kann meistens noch vor sich gehen, aber sie sind für die Tochterkernbildung verloren und können nicht mehr einbezogen werden.

Es wäre auch noch interessant zu erfahren, welche Chromosomen unter sich am häufigsten Translokationen eingehen.

Tabelle 1. Zusammenstellung der ausgewerteten Teilungsstadien.

Chromosomen	A	B	C	D	E	Kerne
Chromatidale Fragmente .	6	1				7
Isochromatidale Fragmente	20	13	7		3	43
Isochromatidale Fragmente der homologen Chromosomen	3	1			1	5
Totalausfall der Einzelchromosomen . .	19	18	7	3	19	(66)
davon gleichzeitig zwei verschiedene	5		1	1	5	(6)
homologen Chromosomen	12	5			5	22
Total der Doppelausfälle . .						28
Häufigkeit der Beteiligung Länge der Chromosomen in % des ganzen Satzes . .	60	38	14	3	28	
	26	19	17	22	16	
Verhältnis Häufigkeit: Länge	2,3	2,0	0,8	0,2	1,8	

Eine Methode zur Sichtbarmachung solcher Translokationen besteht⁹⁾, kann aber hier nicht angewandt werden, so daß die Analyse der Meiose der betreffenden Pflanzen abgewartet werden muß.

Ähnliche Erscheinungen wurden nach Einwirkung von 8-Äthoxycoffein beobachtet, wo gehäuft Verluste der Satelliten bei *Vicia Faba* festgestellt wurden¹⁰⁾. Analoges konnte nach Behandlung mit Dimetan (5,5-Dimethylhydroresorcin-dimethylcarbammat*) gefunden werden¹¹⁾. Es scheint, daß durch Chemikalien doch Brüche (und Mutationen?) gehäuft an bestimmten Stellen ausgelöst werden können. In der Behandlung ruhender Pflanzensamen mit hohen Temperaturen wurde aber zum ersten Mal eine Methode gefunden, bei der ein in der Natur sicher wirkender Faktor zur gehäuften Auslösung von bestimmten Chromosomenbrüchen und Ausfall ganzer Chromosomen führt.

Institut für Allgemeine Botanik der Universität Zürich.

ALFRED BRUHIN.

Eingegangen am 17. Oktober 1951.

* Die Substanz wurde uns in dankenswerter Weise von Herrn Dr. R. GASSER von der Firma Geigy, Basel, zur Verfügung gestellt.

¹⁾ NAVASHIN, M. S.: *Planta* (Berl.) **20**, 233 (1933).

²⁾ NAVASHIN, M. S., u. H. GERASSIMOVA: *Cytologia* **7**, 437 (1936).

³⁾ NAVASHIN, M. S., H. GERASSIMOVA u. G. BELAJEVA: *C. R. Acad. Sci. URSS* **26**, 948 (1940).

⁴⁾ NAVASHIN, M. S.: *Nature* [London] **132**, 482 (1933).

⁵⁾ SHKVARNIKOV, P. K., u. M. S. NAVASHIN: *Planta* (Berl.) **22**, 720 (1934).

⁶⁾ HUBER, BR.: *Naturwiss. u. Landw.* **17**, 25 (1935).

⁷⁾ KRÜGER, P.: *Biol. Zbl.* **49**, 68 (1929).

⁸⁾ BRUHIN, A.: *Arb. Inst. allg. Bot.*, Ser. B **1**, 1 (1950).

⁹⁾ WANNER, H., u. A. BRUHIN: *Arch. Klaus-Stiftg* **24**, 155 (1949).

¹⁰⁾ KIHLMAN, B., u. A. LEVAN: *Hereditas* (Lund) **37**, 382 (1951).

¹¹⁾ BRUHIN, A.: Unveröffentlicht. 1951.

Zur Elektrodynamik des polarisierbaren Vakuums.

Wie in einer soeben erscheinenden Arbeit¹⁾ auseinandergesetzt wird, ist es unter geeigneten Annahmen über die Polarisierbarkeit des Vakuums möglich, eine Theorie des Elektrons zu entwickeln, die zu einem endlichen Wert für die Feldenergie dieses Teilchens führt. Die Ladung des Elektrons wird dabei als punktförmig angesehen.

Dementsprechend ergibt sich für den Vektor der elektrischen Verschiebung \mathfrak{D} :

$$\mathfrak{D} = \frac{e}{r^3} \mathfrak{r}, \tag{1}$$

während die elektrische Feldstärke \mathfrak{E} folgende analytische Form besitzt:

$$\mathfrak{E} = \frac{e}{(r+r_0)^2} \frac{\mathfrak{r}}{r}; \quad \left(r_0 = \frac{e^2}{2m_0c^2} \right). \tag{2}$$

Sie leitet sich aus einem Potential $\varphi = e/r + r_0$ ab, das dabei der nichtlinearen Differentialgleichung zweiter Ordnung genügt:

$$\frac{d^2\varphi}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\varphi}{dr} + \frac{2}{e/r_0 - \varphi} \left(\frac{d\varphi}{dr} \right)^2 = 0. \tag{3}$$

Da die in der oben erwähnten Arbeit gegebene Formulierung sich streng im Rahmen der MAXWELLSchen Theorie hält