九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

# Die Beziehungen Zwischen Den Verschiedenen Physiologischen Erscheinungen Der Pflanzen Und Den An Verschiedenen Vegetationsorganen In Erscheinung Tretenden Farbstoffen VI. Mitteilung Ueberblick Bisher Erhaltener Ergebnisse Und Erwägungen Ueber Ihre Anwendbarkeit Auf Praktischen Gebieten

Kosaka, Hirosi
Agronomisches Institut, Kaiserliche Kyushu-Universität

https://doi.org/10.5109/22570

出版情報：九州大学大学院農学研究院紀要. 4 (3), pp.127-160, 1934-03. Kyushu Imperial University
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

Journal of the Department of Agriculture, Kyushu Imperial University, Vol. 4, No. 3
March 10, 1934

# DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN PHYSIOLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN DER PFLANZEN UND DEN AN VERSCHIEDENEN VEGETATIONSORGANEN IN ERSCHEINUNG TRETENDEN FARBSTOFFEN

## VI. MITTEILUNG. UEBERBLICK BISHER ERHALTENER ERGEBNISSE UND ERWÄGUNGEN UEBER IHRE ANWENDBARKEIT AUF PRAKTISCHEN GEBIETEN[1]

**Hirosi KOSAKA**

### INHALT

I. EINLEITUNG
II. UEBERSICHT ÜBER MEINE BISHERIGEN VERSUCHSERGEBNISSE
1. Anatomische Untersuchungen über die Verteilung des Anthocyanfarbstoffs in Planzenkörper
2. Einfluss des Lichtes, der Temperatur und des Wassermangels auf die Farbstoffbildung
3. Beziehungen zwischen der Anthocyanbildung und der Wachstums- sowie Assimilationstätigkeit
4. Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und verschiedenen physiologischen Erscheinungen
III. UEBERSICHT UEBER DIE HAUPTERGEBNISSE
IV. EINIGES UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM DASEIN DES ANTHOCYANFARBSTOFFES UND DEM ERTRAG BEI *ORYZA SATIVA*

---

[1] Arbeiten aus dem agronomischen Institut der Kaiserlichen Kyushu Universität. No. 53.

Arbeiten aus dem botanischen Laboratorium der Kais. Kyushu Univ. No. 55.

Diese Arbeit wurde mit finanzieller Unterstützung der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Tokyo ausgeführt.

1. Vergleich des Rohertrags von farbstoffhaltigen und nichtfarbstoffhaltigen Reissorten bei verschiedenen Aussaatzeiten zu Fukuoka
2. Vergleich des Rohertrags von farbstoffhaltigen und nicht farbstoffhaltigen Reissorten bei Kultur in verschiedenen Lokalitäten mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen
V. SCHLUSS
LITERATUR

## I. EINLEITUNG

Es ist bekannt, dass die Rot-Violettfärbung in den Verschiedenen Vegetationsorganen des Pflanzenkörpers meistenfalls von der Ausbildung des Anthocyans oder eines analogen Farbstoffes bedingt ist, dessen chemischen Beschaffenheit, Bildungsweise, Verteilung und Bedeutung für den Pflanzenkörper von zahlreichen Autoren (23, 24, 31, 37, 52, 70, 71, 73, 76, 82, 90, 101, 103, 136, 138, 139, etc.) bereits hinlänglich auseinandergesetzt worden sind.

Nach allen diesen zahlreichen Untersuchungen bestehen innige Beziehungen zwischen den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen und der Bildung oder dem Dasein der in verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Farbstoffe. So haben einige Autoren (17, 18, 19, 50, 52, 55, 70, 120, 129, 130, etc.) die physiologische Funktion des Anthocyans oder seiner Chromogensubstanzen, falls sie in den peripheren Gewebsschichten des Pflanzenkörpers sich finden, mit deren Absorption von schädlichen kurzwelligen Strahlen, erklärt, andere Forscher (18, 55, 99, 116, 120, 130, etc.) sind wiederum der Ansicht, dass durch diesen Farbstoff Wärme absorbiert und dadurch wieder die physiologischen Funktionen begünstigt werde. Schliesslich haben auch einige Autoren (25, 26, 27, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, etc.) festgestellt, dass das Chromogen der Farbstoffe auch für den Atmungsvorgang von grösster Bedeutung sei.

Um die Tatsache weiterhin aufzuklären, dass zwischen dem Anthocyanfarbstoff und den verschiedenen physiologischen Erscheinungen in den Pflanzen innige Wechselbeziehungen bestehen, d. h. dass einerseits zwar die Farbstoffbildung durch die verschiedenen physiologischen Funktionen stark beeinflusst wird (11, 12, 13, 14, 16, 30, 42, 54, 56, 57, 58, 63, 90, 103, 105, 106, 109, 121, etc.), andererseits aber das Dasein des Farbstoffs im Pflanzenkörper die genannten Funktionen in förderndem Sinne beeinflusst, hat der

Verf. seit 1925 ununterbrochen Untersuchungen (56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63) an verschiedenen Kulturpflanzen, insbesondere *Abutilon avicennae*, *Perilla nankinensis*, *Oryza sativa*, *Corchorus capsularis* und *Datura strammonium* usw. ausgeführt und in den vorhergehenden 5 Mitteilungen (56, 57, 58, 59, 60) seine Untersuchungsergebnisse niedergelegt. Nach diesen Ergebnissen zu urteilen, scheint mir eine praktische Anwendung dieser Kenntnisse des Anthocyanfarbstoffes auf die landwirtschaftlichen Produktion wohl möglich zu sein. Verf. hat deshalb vorläufig einmal eine Zusammenfassung bisheriger Forschungsergebnisse vorgenommen, um durch eine Ordnung derselben festzustellen, inwieweit diese Ergebnisse für den praktischen Feld- und Gartenbau nützlich gemacht werden können. Um festzustellen, in welcher Weise eine derartige Nutzbarmachung tatsächlich möglich sein wird, machte der Verf. anhangsweise einige Versuche, um die Beziehung zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und dem Ertrag einer Kulturpflanze, *Oryza sativa*, klar zu machen.

## II. UEBERSICHT UEBER MEINE BISHERIGEN VERSUCHSERGEBNISSE

### 1. Anatomische Untersuchungen über die Verteilung des Anthocyanfarbstoffs im Pflanzenkörper

Um die physiologische oder biologische Bedeutung des Anthocyanfarbstoffes im Pflanzenkörper zu studieren, muss man natürlich zunächst anatomische Studien über deren Verbreitung im Pflanzenkörper anstellten.

Nach HASSACK (28) ist die Rotfärbung der Blätter, insbesondere der Buntblätter verschiedener von ihm untersuchter Pflanzen auf die Ausbildung des Anthocyanfarbstoffes in denselben zurückzuführen und zwar pflegt der Farbstoff meist in den Zellen der Epidermis bezw. der primären Rinde aufzutreten. Aehnlich ist auch von FICK (99) der Farbstoff bei verschiedenen *Phanerogamen* nachgewiesen worden. Sie berichteten weiter, dass durch das Dasein des Anthocyans in den Blättern, die Hydrolyse der Stärke und Auswanderung der Assimilate in den Blättern beschleunigt

werden. PARKIN (98) unterschied auf Grund der Perioden des Farbstoffvorkommens 1) das vorübergehend in jungen Blättern vorkommende Anthocyan, 2) das herbstliche Anthocyan, 3) das permanente Anthocyan reifer Blätter und 4) das gelegentlich auftretende Anthocyan reifer Blätter. Bei seinen Untersuchungen über das Vorkommen dieser Farbstoffgruppen bei zahlreichen verschiedenen Pflanzen, erklärte er mit Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, dass das sog. permanente Anthocyan reifer Blätter meistens in den Epidermiszellen vorkommt, während alle übrigen Arten in den Zellen der primären Rinde auftreten. Eine ähnliche Erscheinung ist auch von ICHIMURA (37) über die Verteilung des bei der herbstlichen Rotfärbungserscheinung gebildeten Anthocyanfarbstoffes gefunden. BUSCALIONI und POLLACCI (8) fanden bei den von ihnen untersuchten Pflanzen, dass das Anthocyan in den Stengeln sich stark in den Epidermiszellen oder in den äusseren Schichtzellen der primären Rinde findet, aber auch an den Blütenkronen oder der Blüttenhülle findet es sich nach ihnen in den Epidermiszellen und bis zu einem gewissen Grade auch in den parenchymatischen Zellen der Zentralzylinder. Der Verf. (62 u. 63) hat diesbezüglichen Untersuchungen an farbstoffhaltiger Sorten einiger Kulturpflanzen, nämlich bei *Abutilon avicennae* (Sorte: "Akaguki"), *Corchorus capsularis* (Sorte: "Akaguki"), *Perilla nankinensis* (Sorte: "Akashiso") und *Oryza sativa* (Sorte: "Murasaki-Inc") ausgeführt und dabei festgestellt, dass der Farbstoff bei den *Abutilon*-Pflanzen in den Epidermiszellen der Stengel und Blattstiele, bei den *Corchorus*-Pflanzen stark in den äussersten Schichtzellen der primären Rinde des Stengels und Blattstiels und mehr oder weniger auch in den Siebteilzellen derselben Körperteile sich findet, bei *Perilla nankinensis* in den Epidermiszellen stark ziemlich reichlich in den parenchymatischen Zellen im Gefässteil des Stengels, des Blattstiels und der Blattspreiten, bis zu einem gewissen Grade auch in den Zellen der Grenzpartie zwischen dem Gefässteil und dem Mark der Wurzel, bei den Reispflanzen dagegen stark nur in den Epidermiszellen der Blattspreiten und Blattscheide auftritt.

Nach allen bisherigen Untersuchungen lassen sich also im allgemeinen bezüglich des Farbstoffvorkommens in den verschiedenen Vegetationsorganen der untersuchten Pflanzen zwei bevorzugte Lokalitäten unterscheiden, nämlich erstens die peripheren Gewebs-

schichten, z. B. die Epidermiszellen oder die äussersten Schichtzellen der primären Rinde, d. h. also die stark unter dem Einfluss äusserer Bedingungen stehenden Schichten und zum anderen die inneren Gewebsschichten, z. B. die Siebteilzellen und die parenchymatischen Zellen im Gefässteil, ebenso wie auch die Zellen der Grenzpartie zwischen dem Gefässteil und dem Mark, nämlich die stoffreichsten Gewebsschichten. Die Tatsache, dass der Farbstoff vornehmlich in den unter starker äusserer Beeinflussung stehenden Schichten aufzutreten pflegt, kann natürlich dahin gedeutet werden, dass sie hier eben bei Beeinflussung z. B. durch das Sonnenlicht ihre Tätigkeit an besten entfalten können (5, 20, 36, 42, 51, 61, 63, 67, 102, etc.), während andererseits natürlich auch hier die günstigste Bildungsstätte für die Farbstoffe unter Mitwirkung des Sonnenlichts zu suchen ist. So ist die Ursache und die Bedeutung für das Farbstoffvorkommen (23, 77, 90) in den peripheren Gewebsschichten des Pflanzenkörpers erklärbar, dagegen aber können wir das nicht bei dem in den Zellen der inneren Gewebsschichten auftretenden Farbstoff. Hier wird aller Wahrscheinlichkeit nach die Bildung des Anthocyanfarbstoffs von der Anhäufung gewisser Nährstoffe oder Assimilate bedingt sein (11, 12, 13, 14, 16, 30, 42, 56, 57, 58, 90, etc.), d. h. also sich durch die stoffliche Begünstigung zur Farbstoffbildung erklären lassen müssen.

Im Ganzen wird sich annehmen lassen, dass der Grad des Farbstoffvorkommens einerseits von dem Grade der Besonnung und andererseits von dem Grad der Anhäufung von Nährstoffen in Pflanzenzellen abhängig ist.

Andererseits haben des Verf. Versuche (56, 62) ergeben, dass der Grad des Farbstoffvorkommens sowohl in den Zellen der peripheren als auch in denen der inneren Gewebsschichten in den ausgewachsenen Partieen sehr stark, dagegen in den lebhaft wachsenden Partieen des Pflanzenkörpers nur gering war. Ein ähnliches Verhältnis zwischen dem Grad des Wachstums und dem des Farbstoffvorkommens ergibt sich auch im Laufe der Entwickelung eines Pflanzenindividiums, es ist nämlich der Grad des Farbstoffvorkommens in der Periode des lebhaften Wachstums nur schwach, im ausgewachsenen Stadium sehr stark. Diese Erscheinung unterstützt die Annahme, dass die Farbstoffbildung zu der Akkumulation von Nährstoffen in den Zellen in enger Beziehung steht (11, 14, 30, 42, 56, 57, 58, 87, 89, 90, etc.).

## 2. Einfluss des Lichtes, der Temperatur und des Wassermangels auf die Farbstoffbildung

### A. Einfluss des Sonnenlichtes

Die Tatsache, dass die Farbstoffbildung im Pflanzenkörper durch die Besonnung befördert, dagegen aber durch die Dunkelheit gehemmt wird, ist schon von verschiedenen Autoren festgestellt worden. Nach JONESCO (42) tritt der Anthocyanfarbstoff bei den aetiolisierten Keimlingen von *Ampelopsis* und *Dahlia* in den Teilen, in denen der Farbstoff bei Besonnung aufzutreten, bei Bechattung jedoch eine bedeutende Verminderung der Chromogensubstanz stattzuhaben pflegt, um so stärker auf, je länger die Pflanzen dem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Eine ähnliche Erscheinung hat auch der Verf. bei seinen Untersuchungen (61, 63) über den Einfluss des Sonnenlichtes auf die Anthocyanfarbstoff-Bildung bei im Herbst sonst weisslich blühenden Blütenkronen von *Chrysanthemum* beobachtet. Verf. hat nämlich festgestellt, dass das Vorkommen des Anthocyanfarbstoffs in den weissen Blüten des *Chrysanthemum* durch Besonnung befördert wird, dagegen Verdunkelung nicht nur auf die Farbstoffbildung hemmend, sondern sogar auf den bereits gebildeten Farbstoff rückbildend wirkt. Wenn aber in diesem Falle die Blüte eine Weile lang unter mässiger Verdunkelung gehalten und dann plötzlich besonnt wird, dann tritt die Färbung der Blütenkronen schneller und stärker auf, als sonst; der Hauptgrund dafür wird der sein, dass das Licht in diesem Falle, wie LINSBAUER (67) bereits betonte, auf die Farbstoffbildung als eine Art Reiz wirkt.

### B. Einfluss der Temperatur

PORTHEIM (102) fand bei den von ihm untersuchten Pflanzenarten, dass der Grad des Farbstoffvorkommens in verschiedenen Körperteilen junger Pflanzen bei niedriger Temperatur ein höherer ist, bei höherer Temperatur dagegen der bereits gebildete Farbstoff wieder zurückgebildet wird.

Nach NAGAI (81) tritt der Anthocyanfarbstoff in den verschiedenen Teilen der Blätter von *Marchantia*-Arten in der Winterperiode in sehr starkem Masse auf. Es ist weiterhin auch allgemein bekannt, dass die im Herbste auftretende Rotfärbungserscheinung

der Pflanzen durch die niedrigen Nachttemperaturen stark gefördert wird (52, 70, 74, 80, 103, etc.). Verf. (61, 63) fand bei seinen Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Färbung von weissen *Chrysanthemum*-Blüten, dass die Farbstoffbildung in verschiedengradig dunklen Räumen mit verschiedener Temperatur im allgemeinen eine nur sehr geringe war, d. h. es konnte im Falle der lichtfrei gehaltenen Blüten ein Temperatureinfluss nicht festgestellt werden. Weitere Versuche hat der Verf. dann aber mit den weissen Blüten unter ganz gleichen Besonnungsverhältnissen aber verschiedener Temperatur (25°-30°C bezw. 7°- 15°C) ausgeführt und bei diesen wurde nun keine Verfärbung der Blütenkronen bei höherer Temperatur, wohl aber eine ziemlich starke Färbung bei den unter niedrigerer Temperatur gehaltenen beobachtet. Weiter hat Verf. nachgewiesen, dass bei höherer Temperatur die Färbung der Blütenkronen, die durch Nachwirkung der vorherigen Besonnung verursacht wird, nur schwach ist und das Verschwinden des dabei gebildeten Farbstoffs unter Ausschaltung des Lichtes sehr schnell statthat.

Nach allem steht also vermutlich die Temperatur in inniger Beziehung zu der Anthocyanfarbstoffbildung im Pflanzenkörper unter Besonnung oder bei Verdunkelung nach vorhergehender Besonnung. Dabei wirkt, wie KLEBS (54) und OVERTON (89) bereits betonten, der Einfluss der Temperatur aller Wahrscheinlichkeit nach indirekt auf die Bildung der Anthocyanfarbstoffe, d. h. es wird wohl bei höherer Temperatur durch die gesteigerte Atmungs- und Wachstumsfähigkeit etc. der Pflanzen, ein erhöhter Verbrauch an Nährstoffen und Chromogensubstanz erfolgen, durch den dann wahrscheinlich sekundär der Grad der Farbstoffbildung beeinflusst wird.

### C. Einfluss des Wassermangels

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Anthocyanfarbstoff-Bildung im Pflanzenkörper sowohl durch Wassermangel des Körpergewebes, als auch durch Lufttrockenheit befördert wird (77, 90 etc.). Nach MIYOSHI (74) ist die Trockenheit der Luft, durch die Wassermangel in Pflanzenkörper eintreten muss, in den Tropen als ein die Rotfärbung befördernder Faktor anzusehen. Verf. (61 u. 63) hat bei weissen *Chrysanthemum*-Blüten nachweisen können, dass die Rot-Violettfärbung der Blütenkronen selbst bei höheren

Temperaturen beschleunigt auftritt, wenn die Blüten in einem Zustande gewissen aber nicht zu starken Wassermangels gehalten werden. Dabei wird wahrscheinlich die relative Menge oder Konzentration der Nährstoffe im Gewebe erhöht oder sonst durch Wassermangel im Gewebe die physiologischen Stoffwechselvorgänge geschwächt, und zwar dabei wird entweder ein geringerer Verbrauch von Bildungsstoffen des Farbstoffes im Gewebe stattfinden oder die Veränderung des Chromogens zu Anthocyanfarbstoffen beschleunigt.

Aus allem Gesagten geht hervor, dass Licht, Temperatur und Wassermangel in inniger Beziehung zu der Anthocyanfarbstoff-Bildung stehen. Diese Faktoren wirken nach des Verf. Ansicht direkt oder indirekt auf die Bildung oder das Verschwinden nicht nur der Anthocyanfarbstoffe selbst, sondern auch des Chromogens im Gewebe zu wirken.

## 3. Beziehungen zwischen der Anthocyanbildung und der Wachstums- sowie Assimilationstätigkeit

In den vorhergehenden Versuchen ist festgestellt worden, dass bezüglich der Verteilung der in verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Anthocyanfarbstoffe sich zwei bevorzugte Lokalitäten unterscheiden lassen, nämlich die peripheren Gewebsschichten und die stoffreichen inneren Gewebsschichten (62), und weiter, dass das Auftreten des Anthocyanfarbstoffes durch verschiedenen äussere Bedingungen, wie z. B. Licht, Temperatur und Wassermangel stark beeinflusst werden (61), woraus der Verf. auf direkte oder indirekte Beziehungen zwischen der Anthocyanfarbstoff-Bildung und den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen schliesst.

### A. Beziehungen zwischen Wachstumstätigkeit und Anthocyanbildung (Vgl. I. u. III. Mitteilung)

Verf. (58) fand bei seinen Versuchen über die Beziehungen zwischen dem Grad der Wachstumstätigkeit und der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicennae* (Sorte: "Akaguki") mittels der SACHS'schen Markierungsmethode (107), bei der der Grad der täglichen Längszunahme in verschiedenen Partieen des Stengels der Materialpflanzen im Keimlingsstadium gemessen wurde, dass in den Teilen, in denen der Grad der Längenzunahme am höchsten war,

der Farbstoff nur schwach auftrat; umgekehrt war zu beobachten, dass in den Teilen, in denen das Längenwachstum ein geringes war, der Farbstoff in höherem Masse beobachtet wurde, und zwar so, dass das Farbstoffvorkommen des Stengels bei *Abutilon*-Pflanzen im Keimlingsstadium zu dem Grad des Längenwachstums desselben sich im umgekehrten Verhältnis verändert. Aehnliche Beziehungen bestehen nach den Verf. Versuchen (58) auch dann, wenn die Versuchspflanzen in ihrer Entwickelung schon in gewissem Umfange weiter fortgeschritten sind.

Andererseits war auch in des Verf. Versuchen (56) mit *Abutilon*-Pflanzen (Sorte: "Akaguki") festgestellt worden, dass der Grad der Farbstoffbildung im Pflanzenkörper in einem frühen Wachstumsstadium nur gering ist, nach und nach mit dem Fortschritt der Entwickelung vermehrt wird und das Maximum im ausgewachsenen Stadium der Pflanze erreicht, dabei aber die Wachstumsgeschwindigkeit der Pflanzen, ausgedrückt durch die tägliche Trockengewichtszunahme der oberirdischen und auch der unterirdischen Pflanzenteile sich im ganzen gerade umgekehrt verhielt, d. h. also dass während der ganzen Wachstumsperiode die Farbstoffbildung zu der Wachstumsgeschwindigkeit (Grad der Trockengewichtszunahme) in einem umgekehrten Verhältnis steht.

Verschiedenen Autoren (79, 110) zufolge bedeutet die Wachstumsgeschwindigkeit, ausgedrückt durch die tägliche Längenzunahme der Pflanzen aller Wahrscheinlichkeit nach den Grad der Gewebsneubildung des Pflanzenkörpers und andererseits die Wachstumsgeschwindigkeit ausgedrückt durch den Grad der täglichen Zunahme des Trockengewichts gleichzeitig auch eine Gewichtszunahme der Baustoffe des Körpergewebes und ebenso auch eine Stoffvervollständigung in den Gewebszellen. Dabei werden zur Gewebeneubildung die Nährstoffe als Baustoffe verbraucht, d. h. es muss die durch die Gewebsneubildung erfolgte Zunahme des Gewichtes von einem Verbrauch der Zellen an Baustoffen begleitet sein. Es sind daher vielleicht nicht nur die Längenzunahme, sondern auch die Zunahme des Trockengewichts von einem Verbrauch an Nährstoffen im Gewebe begleitet, obwohl die letztere teilweise von einer Vervollständigung der Nährstoffe in Zellen den begleitet sein wird. Jedenfalls steht bei unseren *Abutilon*-Pflanzen der Grad der Farbstoffbildung zu dem Grade der Wachstumsgeschwindigkeit im umgekehrten Verhältnis. Das wird so zu deuten sein, dass der Grad

des Farbstoffvorkommens zu dem Grade der Baustoffverwendung durch das Wachstum sich im umgekehrten Verhältnisse verändert.

Dass die herbstlichen Rotfärbungserscheinungen bei den verschiedenen Pflanzenorganen häufig in einem späteren Entwickelungsstadium derselben eintritt, ist allgemein bekannt (23, 52, 74, 77, 90, 103, etc.). Verf. (61) hat festgestellt, dass die Anthocyanfarbstoff-Bildung an den Kronen der Einzelblüten bei sonst im Herbst weiss blühenden *Chrysanthemum*-Arten in einem späteren Stadium der Blüte auftritt. Dazu fand der Verf., dass der Farbstoff dann meist an den älteren Kronen und bei diesen an den äussersten Einzelblüten, insbesondere der Aussenseite der älteren distalen Partie aufzutreten pflegt. Nach KEENER (51) tritt der Anthocyanfarbstoff in den verschiedenen Teilen von *Diervilla lonicera* besonders dann stark auf, wenn diese Pflanze unter Wasser- oder Ernährungsmangel aufgezogen wird, wenn also der Wachstumsgrad ein geringer ist. SUZUKI (121) fand auch an Keimlingen von Getreidepflanzen, dass der Grad des Anthocyanvorkommens unter den das Wachstum sehr stark fördernden Bedingungen nur ein geringer, dagegen bei wachstumshemmenden Bedingungen ein unverkennbar stärkerer ist. NAGAI (80) wiederum hat beobachtet, dass ähnliche Beziehungen zwischen dem Grad der Anthocyanbildung in den Blättern von *Marchantia*-Arten und dem des Wachstums beeinflusst durch die Menge oder Art der in Wasserkulturen gereichten Nährstoffe bestehen. Andererseits haben HIBINO (30), COMBES (11, 14) u. a. gezeigt, dass bei den von ihnen untersuchten Pflanzenarten für das Auftreten des Farbstoffes in den Blättern und Stengeln eine Anhäufung von Nährstoffen in den betreffenden Geweben, in die sie durch Ringelungsoperation eingeführt wurden, erforderlich war. Nach OVERTON (85) treten die Farbstoffe verschiedener Pflanzenarten besonders dann sehr stark auf, wenn der Zuckergehalt in dem Körpergewebe sich vermehrt. Aus allen diesen Tatsachen zu schliessen, bestehen zwischen dem Grade des Farbstoffvorkommens im Pflanzenkörper und dem Grad der Verwendung oder der Anhäufung von Baustoffen im Körpergewebe innige Beziehungen.

### B. Beziehungen zwischen der Assimilationstätigkeit und der Anthocyanbildung (Vgl. II. Mitteilung)

WILLSTÄTTER u. a. (12, 13, 68, 69, 78, 81, 83, 90, 101, 105, 109,

112, 113, 114, 131, 135, 136, 137, 138, 139, etc.) haben sich dafür ausgesprochen, dass das Chromogen des Anthocyans aus Flavon und Flavonol-Derivaten entsteht und weiter, dass das Anthocyan und die Chromogensubstanzen quantitativ von den Assimilaten abhängig sind (87, 90). Andererseits verändert sich allgemein gesagt dass der Grad der Anthocyanbildung im Pflanzenkörper zu dem Grad der Anhäufung von Nährstoffen im Gewebe sich anscheinend im parallelen Verhältnis (11, 13, 30, 42, 56, 58, 89, 90, 109, 121, etc.). Nach allen diesen Ergebnissen besteht also aller Wahrscheinlichkeit nach eine innige Beziehung zwischen dem Farbstoffvorkommen und der C-Assimilationstätigkeit, durch die ja die Assimilate bezw. Nährstoffe geliefert werden.

Um hier weiter Klarheit zu schaffen, habe ich (57) in verschiedenen Entwickelungsstadien von *Abutilon avicennae* den Grad der Farbstoffbildung im ganzen Pflanzenkörper und den Grad des Assimilatgehaltes der Blattspreiten, ausgedrückt durch den Kohlehydratgehalt der morgendlichen und abendlichen Bestimmungen, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach die Assimilationstätigkeit der Pflanzen dargestellt ist, miteinander verglichen. Diese Untersuchungen haben den Beweis für meine oben angeführte Vermutung erbracht, d. h. es stellt sich das Verhältnis des Grades der Farbstoffbildung bei den *Abutilon*-Pflanzen (Sorte: "Akaguki"), mit starkem Farbstoffgehalt in Stengeln und Blattstielen in drei verschiedenen Entwickelungsstadien, d. h. dem frühen, dem stärker wachsenden und in dem blühenden Stadium (wenn wir die Durchschnittswerte gewonnen an drei Entwickelungsstadien gleich 100 setzen) wie 59 : 104 : 137 beziehungsweise, woraus sich also deutlich die allmähliche Zunahme ergibt. Andererseits war der Verlauf des Grades der Assimilationstätigkeit in denselben drei Stadien dem des Farbstoffvorkommens ähnlich, d. h. wenn wir die Durchschnittswerte für den Assimilatgehalt gefunden an drei Entwickelungsstadien gleich 100 setzen, so beträgt das genannte Verhältnis für die morgendlichen Bestimmungen, 79 : 85 : 135, für die abendlichen 97 : 100 : 103 und im Mittel der beiden 93 : 96 : 111. Das scheint mir darauf hinzuweisen, dass das Vorkommen des Farbstoffs in den Stengeln und Blattstielen während der Entwickelung zu der Menge der Assimilate oder Nährstoffe in diesen Körperteilen parallel verläuft, welche möglicherweise von den Blattspreiten geliefert wird, und weiter dass bezüglich des ganzen Körpers der Pflanze zwischen

dem Farbstoffvorkommen und der assimilatorischen Tätigkeit der Pflanzen eine Parallelität bestehen wird.

Um diesem Ergebnisse noch weitere Festigung zu verleihen, habe ich dann noch einen weiteren Versuch mit dem Hemmungsverfahren der Assimilationstätigkeit an *Abutilon*pflanzen (Sorte: "Akaguki") vorgenommen. Diese Hemmung wurde durch Bedeckung der Blattspreiten mit schwarzem Papier oder durch Einsetzen, der in normaler Nährlösung gezogenen Pflanzen in eine Nährlösung erzielt, die weder Eisen noch Magnesium enthielt, um so eine indirekte Hemmung der Assimilation durch Schädigung der Chlorophyllausbildung zu erzielen (10, 41, 108). Es zeigte sich auch bei diesen Versuchen, dass der Grad des Farbstoffvorkommens in Stengeln und Blattstielen gegenüber der Kontrolle ein bedeutend geringerer war.

## 4. Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und verschiedenen physiologischen Erscheinungen

In den vorhergehenden Versuchen ist festgestellt worden, dass die verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen in inniger Beziehung zu der Anthocyanfarbstoffbildung stehen. Eine andere Frage ist nun allerdings, inwieweit das Dasein des in den verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffes einen Einfluss auf die Tätigkeit der verschiedenen physiologischen Erscheinungen, wie z. B. der Assimilation, Transpiration, Atmung und des Wachstums ausübt wird. Als wesentliche Frage ist hier zu berücksichtigen, dass sich der Farbstoff in erster Linie in den besonders der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzten peripheren Gewebsschichten befindet (62). Wir finden in der Literatur verschiedene Erklärungen diese Erscheinungen, so die Lichtschirm-Theorie, nach der der Farbstoff allzustarke Sonnenstrahlen abschwächen soll, weiter die Schutzmitteltheorie, nach der ihm die Aufgabe zufällt, das Zellplasma gegen chemisch oder physiologisch schädlich wirkende Bestandteile des Sonnenlichtes zu schützen (17, 18, 19, 29, 52, 55, 69, 70, 71, 120, 132, etc.) und schliesslich die Theorie der Wärmeabsorption, der zufolge es eine Beförderung der Wärmeabsortion bewirkt (18, 19, 55, 116, 120, 130, etc.). Nach SHIBATA (112, 113, 114) haben die Flavonglykoside, welche anscheinend als Chromogensubstanzen des Anthocyans anzusehen

sind, eine ähnliche Funktion wie das Anthocyan. PICK (99), WIGAND (134) u. a. fanden an den von ihnen untersuchten Pflanzen, dass je höher der Anthocyangehalt der Blätter, um so mehr die Hydrolyse der Stärke und Auswanderung der Assimilate in den Blättern beschleunigt sind; STAHL (120) wiederum hat bei *Medicago intertexta* und anderen *Papilionaceae* festgestellt, das im Vergleich zu den Sorten ohne Farbstoff, die Farbstoff enthaltenden Sorten in stärkerem Masse Wärme absorbieren und somit die Transpiration intensiver machen.

Aus allen diesen gesagten wissen wir, dass das Dasein des Anthocyanfarbstoffes im Pflanzenkörper durch seine physikalischen und chemischen Eigenschaften zu den verschiedenen physiologischen Vorgängen im Pflanzenkörper in inniger Beziehung steht.

### A. Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und der Wachstumstätigkeit

Erinnern wir uns der von verschiedenen Autoren veröffentlichten Versuchsergebnisse, danach der Anthocyanfarbstoff in den Gewebszellen Wärme absorbiert (18, 55, 99, 116, 120, 130, etc.) oder der Farbstoff und das Chromogen bei der Atmung eine bedeutende Rolle spielen (25, 26, 27, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97), so kann man wohl mit Recht annehmen, dass eine innige Beziehung zu der Atmungstätigkeit der Pflanzen besteht und dass darüber hinaus wahrscheinlich auch Beziehungen zur Wachstumstätigkeit bestehen.

Um diese Frage zu klären, habe ich mit vier Sorten von *Oryza sativa* und zwar zwei ("Murasaki-Ine-Mochi" und "Murasaki-Daikoku"), die den Farbstoff in den Epidermiszellen der Blattspreiten und Blattscheiden in sehr starkem Masse enthalten und zwei solchen, die den Farbstoff nicht enthalten ("Shinriki-Mochi" und "Daikoku") und unter welchen je zwei gleichnamige ("Mochi" oder "Daikoku") Sorten einander doch morphologisch und nach ihrem Entwickelungsgang entsprechen, Versuche angestellt. Von allen Sorten wurden immer zu gleicher Zeit entsprechende Exemplare entweder im Gewächshaus in Töpfe (a) oder im Freien in Töpfe (b) ausgepflanzt und dann im Keimlingsstadium, in dem das Längenwachstum sehr lebhaft vor sich geht, der Grad der Wachstumstätigkeit, ausgedrückt durch die tägliche Längenzunahme

der oberirdischen Pflanzenteile, festgestellt. Die Ergebnisse waren die nachstehenden:

a) Im Gewächshaus: Im Vergleich zwischen den Sorten "Murasaki-Ine-Mochi" und "Shinriki-Mochi" (wenn wir die Durchschnittswerte gewonnen an beiden Sorten gleich 100 setzen) ist das Verhältnis des Grades der Längenzunahme im Mittelwert von 6 Tagen 116:84 und im Vergleich zwischen "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" wie 105:95. Es zeigt sich also, dass der Grad der täglichen Längenzunahme der oberirdischen Teile bei den den Farbstoff enthaltenden Sorte ("Murasaki-Ine-Mochi" und "Murasaki-Daikoku") ein sehr viel höherer ist (Tabelle 1, a).

b) Im Freien wurde ganz dasselbe Resultat erhalten (Tabelle 1, b).

Es scheint mir aus diesen Ergebnissen hervorzugehen, dass bei solchen Pflanzenarten, bei denen der Anthocyanfarbstoff in den Blättern oder anderen Körperteilen auftritt, wie z. B. den genannten *Oryza*-Sorten, das Wachstum durch das Dasein des Anthocyanfarbstoffes oder Chromogens gefördert wird.

Tabelle 1

Vergleich des Grades der täglichen Längenzunahme der ganzen oberirdischen Körperteile bei *Oryza sativa* zwischen den farbstoffhaltigen ("Murasaki-Ine-Mochi", und "Murasaki-Daikoku") und der keinen Farbstoff enthalten ("Shinriki-Mochi" und "Daikoku") Sorten in einem sehr früheren Wachstumsstadium[1] (Die Bestimmungen wurden vom 4ten bis zum 10ten Tage nach der Keimung angestellt. Einheit des Wertes: 1/10 mm.)

a. Im Gewächshaus[2]

| Versuchspflanzen | 1ster Tag | 2ter Tag | 3ter Tag | 4ter Tag | 6ter Tag | Durchschnittswert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| "Murasaki-Ine-Mochi" | 9 | 15 | 20 | 26 | 20 | 18.0 |
| "Shinriki-Mochi" | 5 | 10 | 17 | 22 | 12 | 13.0 |
| "Murasaki-Daikoku" | 10 | 8 | 11 | 4 | — | 8.3 |
| "Daikoku" | 8 | 9 | 10 | 3 | — | 7.5 |

b. Im Freien[2]

| Versuchspflanzen | 1ster Tag | 2ter Tag | 3ter Tag | 4ter Tag | 6ter Tag | Durchschnittswert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| "Murasaki-Ine-Mochi" | 4 | 9 | 12 | 13 | 17 | 11.0 |
| "Shinriki-Mochi" | 4 | 5 | 11 | 12 | 11 | 8.6 |
| "Murasaki-Daikoku" | 6 | 6 | 9 | 6 | — | 6.8 |
| "Daikoku" | 5 | 6 | 8 | 6 | — | 6.3 |

1 Die Zahlen sind Durchnittswerte gefunden aus 5 Versuchen mit je 9-12 Versuchspflanzen.

2 Die Lufttemperatur betrug im Gewächshaus: Durchnittliches tägliches Maximum 29.4°C, Durchschnitt. tägl. Minimum 16.3°C, mittlere Tagestemperatur 22.3°C; im Freien: Durchschnitt. tägl. Max. 22.5°C, Durchschnitt. tägl. Min. 10.4°C. und mittlere Tagestemp. 16.1°C.

### B. Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und dem Grad der Assimiltionstätigkeit (Vgl. IV. Mitteilung)

Um mich der Beziehungen zwischen dem Dasein des in den verschiedenen Körperteilen auftretenden Anthocyanfarbstoffs und dem Grad der Assimilationstätigkeit der Pflanzen zu vergewissern, habe ich (59) mit *Perilla nankinensis* und *Oryza sativa* und zwar bei zweierlei Sorten mit und ohne Farbstoff (*Perilla nankinensis*, Sorte "Akashiso" mit Farbstoff, "Awoshiso" ohne Farbstoff,—*Oryza sativa*, Sorte "Murasaki-Motsure" mit Farbstoff und "Motsure" ohne Farbstoff, dazu Sorte "Murasaki-Daikoku" mit und "Daikoku" ohne Farbstoff), Versuche angestellt. Bei diesen Gewächsen wurde im ausgewachsenen Stadium der Entwickelung der Grad der Assimilationstätigkeit durch Feststellung der Differenz in dem Gesamtgehalt an Kohlehydraten der an einem hellen Tage morgens und abends gepflückten Blätter bestimmt und dann der Vergleich zwischen den beiden den Farbstoff haltigen und nicht haltigen Pflanzensorten gezogen.

Ergebnisse: Wenn wir die bei beiden verglichenen Sorten erhaltenen Mittelwerte gleich 100 setzen, so beträgt bei den *Perilla*-Pflanzen das Verhältnis des Grades der Assimilationstätigkeit zwischen "Akashiso" und "Awoshiso" wie 112:88 und bei den

Reispflanzen das Verhältnis zwischen "Murasaki-Motsure" zu "Motsure" wie 122 : 78 und "Murasaki-Daikoku" zu "Daikoku" wie 122 : 78. Es zeigt sich also, dass bei der farbstoffhaltigen Pflanzensorte die Assimilation durch das Dasein des Farbstoffs oder Chromogens gefördert wird, zum wenigsten aber in einer Wachstumsperiode, während welcher die Lufttemperatur keine allzuhohe ist. Diese Tatsache ist wohl dadurch zu erklären, dass durch den Anthocyangehalt der Blätter die Wärmeabsorption gefördert wird und durch diese wieder eine Förderung in der Assimilationstätigkeit eintritt (43, 64, 100).

Ein ähnliches Resultat wurde auch bei solchen Pflanzenarten erhalten, die den Farbstoff zwar nicht in den Blättern, aber in den anderen Körperteilen wie Blattstiel, Spelzen usw. enthalten, wie z. B. *Abutilon avicennae, Datura Strammonium* und *Oryza sativa*. Die genannten Verhältniszahlen betrugen hier für

*Abutilon avicennae*.—"Akaguki" : "Awoguki" 102 : 98.
*Oryza sativa*.—"Akashinriki" : "Banshinriki" 138 : 62.
*Datura Strammonium*.—"Akaguki" : "Awoguki" 105 : 95.

Bei den *Oryza*-Pflanzen gilt das zum wenigsten für eine Zeit, zu der die Lufttemperatur keine mehr allzuhohe ist. Die Beförderung der Assimilationstätigkeit bei den farbstoffhaltigen Pflanzen ist deutlich, aber es bleibt immer die Frage, warum diese Förderung auch bei den Pflanzen, die den Farbstoff nicht in den Blättern, sondern nur in anderen Körperteilen wie Stengeln, Blattstiele usw. enthalten und die möchte ich so erklären, dass bei diesen möglicherweise das Chromogen anstatt des Farbstoffes in den Blättern enthalten ist, und dass dieses in ähnlicher Weise wirkt wie das Anthocyan.

Ich habe dann noch den vorhergehenden entsprechende Versuche zu einer Zeit wiederholt, während welcher die Lufttemperatur eine höhere war und bei diesen Vergleichsversuchen gerade umgekehrte Ergebnisse erhalten. Es betrug nämlich hier das genannte Verhältnis für die Reissorten "Murasaki-Motsure" zu "Motsure" wie 62 : 138; "Murasaki-Ine-Mochi" zu "Shinriki-Mochi" wie 97 : 103 und von "Akashinriki" zu "Banshinriki" wie 98 : 102. Es ist also bei *Oryza* in einer Jahresperiode, während welcher die Lufttemperatur eine höhere ist, bei den farbstoffhaltigen Sorten der Grad der Assimilationstätigkeit ein geringerer als bei den Sorten

ohne Farbstoff. Diese Erscheinung scheint mir darauf zurückzuführen zu sein, dass bei höherer Temperatur die absorbierte Wärmemenge (18, 99, 116, etc.) zu hoch ist und also auf die Assimilationstätigkeit eher einen ungünstigen Einfluss ausübt.

### C. Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und der Transpiration (Vgl. V. Mitteilung)

In den vorhergehenden Abschnitten ist festgestellt worden, dass durch das Dasein des Anthocyanfarbstoffes oder des Chromogens im Pflanzenkörper Wärme absorbiert wird und durch diese hinwiederum das Wachstum ebenso wie die Assimilation stark befördert werden. Es ist daraus zu vermuten, dass auch die Transpiration in ähnlicher Weise beeinflusst wird. STAHL (120) hat bei *Medicago intertexta* und anderen *Papilionaceae* vergleichende Bestimmungen der Transpirationsmenge in zwei verschiedenen Partien der Blattspreiten und zwar der rot gefärbten Partie und der nicht gefärbten, i.e. der grünen Partie mittels der Kobalt-Probe angestellt und hielt es auf Grund seiner Versuchsergebnisse für sehr wahrscheinlich, dass der Grad der Transpirationsmenge in der farbstoffhaltigen Partie ein höherer war. KEENER (51) hat ebenfalls bei *Diervilla lonicella* festgestellt, dass im Vergleich zu den Sorten ohne Farbstoff, die farbstoffhaltigen eine intensivere Transpiration zeigen. Eine ähnliche Tatsache hat der Verf. (60) bei seinen Untersuchungen nachweisen können. Hier zeigte sich das Verhältnis der totalen Transpirationsmenge bei der der farbstoffhaltigen Sorte zu der wenig oder keinen Farbstoff enthaltenden Sorte (die Durchschnittswerte bei beiden Sorten gleich 100 gesetzt) innerhalb 24 Stunden bei den Reispflanzen wie 123 : 77, bei den *Perilla*-Pflanzen wie 108 : 92 und bei *Abutilon* wie 102 : 98. Es zeigt sich also, dass die gesamte Transpirationsmenge bei den farbstoffhaltigen Sorten eine sehr viel grössere ist. Weiter habe ich, um den Grad der Veränderungen in dem täglichen Verlauf der Transpirationsmenge zu erfahren, den Schwankungsgrad oder die Abweichungen der Werte der Transpirationsmenge zu verschiedenen Tageszeiten bei beiden Sorten verglichen. Wenn wir die Durchschnittswerte gewonnen an beiden Sorten gleich 100 setzen, so ist bei *Oryza* das Verhältnis von "Murasaki-Daikoku" zu "Daikoku" wie 101 : 99, und bei *Perilla* das Verhältnis von

"Akashiso" zu "Awoshiso" wie 101 : 99, es ist also auch der Grad der Veränderungen des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge bei den farbstoffhaltigen Sorten ein grösserer.

Diese Beziehungen bestehen aber nur bei gewöhnlicher Belichtung. Bei schwacher Lichteinwirkung, so an Tagen mit bewölktem Himmel oder bei künstlicher Abschwächung des Lichtes, wenn also der Anthocyanfarbstoff keine erhöhte Wärmeabsorption herbeiführt, dann stellen sich auch betr. der Transpiration fast umgehrte Verhältnisse ein. So war an einem Tage mit bewölktem Himmel bei *Perilla nankinensis* das Verhältnis zwischen farbstoffhaltender Sorte ("Akashiso") zu der nichtfarbstoffhaltenden ("Awoshiso") wie 96 : 104 für die Transpirationsmenge des ganzen Tages und das Verhältnis des Schwankungsgrades der Transpirationsmenge zu den verschiedenen Tageszeiten wie 99.5 : 100.5. Es ist also hierbei die gesamte Transpirationsmenge ebenso wie der Grad der Veränderungen im täglichen Verlauf der Transpirationsmenge an den farbstoffhaltigen Sorten ein geringerer. Alle diese Erscheinungen werden wir uns aller Wahrscheinlichkeit nach damit zu erklären haben, dass durch das Dasein des Farbstoffes oder Chromogens die Wärme absorbiert (18, 19, 55, 116, 120, 130, etc.) und dadurch wieder die Transpiration beschleunigt wird (15); weiter dann wohl indirekt verschiedene physiologische Erscheinungen innerhalb der Pflanze hierdurch angeregt werden.

## III. UEBERSICHT UEBER DIE HAUPTERGEBNISSE

Nach allem steht uns aus unseren Versuchsergebnissen fest, dass zwischen dem in verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoff, sei er nun in den Zellen der peripheren Gewebsschichten oder denen der inneren Gewebsschichten enthalten (8, 28, 37, 62, 98, 99, etc.), und den verschiedenen physiologischen Erscheinungen in den Pflanzen innige Beziehungen bestehen. In näherem haben wir gesehen, dass die Farbstoffbildung zu dem Grad der Wachstumstätigkeit, durch den wahrscheinlich der Verbrauch der Zellen an Nährstoffen oder Baustoffen zur Gewebsneubildung dargestellt ist, im umgekehrten Verhältnisse steht (56, 58), während er dem Grade der Assimilationstätigkeit, durch die Assimilate bezw. Nährstoffe gelieferte werden, parallel verläuft (57). Es verändert sich daher der Grad der

Farbstoffbildung parallel zu dem Grade der Anhäufung der Nährstoffe im Körper und umgekehrt proportional zu dem Grade der Verwendung derselben. Verf. ist deshalb der Ansicht, dass solche Beziehungen wie zwischen Farbstoffvorkommen einerseits und Assimilation oder Wachstum andererseits bestehen, mit denen allein er sich beschäftigt hat, auch zu anderen physiologischen Erscheinungen, die im Zusammenhang mit der Anhäufung und Verwendung der Nährstoffe stehen, bestehen werden. Es ist weiter allgemein bekannt, dass solche mit der Anhäufung oder Verwendung der Nährstoffe im Zusammenhang stehenden physiologischen Erscheinungen stets durch äussere Bedingungen stark beeinflusst werden, woraus zu schliessen ist, dass auch der Grad des Farbstoffvorkommens durch diese Bedingungen stark beeinflusst wird (23, 52, 77, 90). Des Verf. Versuche haben für diese Vermutung hinlänglich Beweise geliefert, es hat sich aus ihnen ergeben, dass z. B. das Sonnenlicht, die Temperatur und auch Wassermangel zu dem Auftreten des Anthocyanfarbstoffs in enger Beziehung stehen (61). Es werden aber natürlich auch noch andere Bedingungen in derselben Weise eine Rolle spielen. Aus allem gesagten müssen wir auch schliessen, dass das Anthocyanvorkommen im Verein mit irgendwelchen äusseren oder inneren Bedingungen stehen soll, die an der Vervollständigung der Nährstoffe im Pflanzenkörper beteiligt sind.

Wir haben andererseits auch zu berücksichtigen, dass wie allgemein bekannt das Anthocyan und seine Chromogensubstanz eine Schutzwirkung gegen die für das Zellplasma schädlichen Bestandteile des Sonnenlichtes (50, 52, 70, 112, 113, 114, etc.) und weiter auch die Absorption der Wärme befördert (17, 18, 19, 52, 55, 99, 116, 120, 126, 130, etc.). Es ist dabei auch als wesentliche Frage weiter zu berücksichtigen, dass der Farbstoff sich in erster Linie in den am meisten der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzten peripheren Gewebsschichten befindet (8, 28, 37, 62, 98, 99, etc.). Dadurch ist nun hier auch natürlich zu erwarten, dass das Dasein des Anthocyanfarbstoffes unter Besonnung auf den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen einen wichtigen Einfluss ausübt. Verf. Versuche haben den Beweis dafür gebracht, dass in dieser Wirkung des Farbstoffs oder der Chromogensubstanz wichtige physiologische Erscheinungen wie das Wachstum (63), die Assimilation (59) und die Transpiration (60)

wesentlich gefördert werden. Es ist anzunehmen, dass auch andere physiologischen Erscheinungen in dieser Weise durch den Farbstoff eine Förderung erfahren. Doch sehr bemerkenswert ist, dass diese Förderung nur dann eintritt, wenn die Temperatur keine allzuhohe ist, wie es durch die Ergebnisse des Verf. Versuches an *Oryza sativa* wahrscheinlich gemacht worden ist (59).

Ganz allgemein lassen sich die Ergebnisse dieser Versuche so deuten, dass einerseits der Grad des in verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffvorkommens durch den Einfluss der verschiedenen physiologischen Erscheinungen im Pflanzenkörper sich verändert (55, 56, 57, 58, 61, 62, 63) und andererseits der vorhandene Farbstoff durch seine charakteristischen chemischen und physikalischen Eigenschaften unter geeigneten Bedingungen, z. B. wenn die Temperatur nicht allzu hoch ist, verschiedene physiologische Erscheinungen in denselben zu intensivieren pflegt (59, 60, 63).

Von diesen Ergebnissen aus wendet sich natürlich der Wunsch zu einer praktischen Ausnützung derselben in Feld- und Gartenbau, da doch viele unserer Kulturpflanzen mit Anthocyanfarbstoff ausgerüstete Vertreter hat (2, 6, 22, 32, 34, 35, 39, 66, 72, 118, 119, 126, 127, etc.). Es stellt sich uns daher weiter die Frage, welchen Einfluss wohl der Anthocyanfarbstoff der betr. Kulturpflanzen z. B. auf den Ernteertrag, derselben hat. THOMAS (126) hat gefunden, dass der an der Unterseite der Blätter von *Galeobdolon luteum* sehr stark in Erscheinung tretende Anthocyanfarbstoff die von der Erdoberfläche reflektierten Wärmestrahlen zu absorbieren imstande ist, wodurch die Kältefestigkeit dieser Pflanze erklärbar wird. TISCHLER (128) hat beobachtet, dass bei *Prunus cerosifera*, *Pr. Pissardi*, *Acer palmatum*, *Fagus silvatica* und *Nandina domestica*, wenn der Anthocyanfarbstoff in Körpergeweben vorkommt, die Winterhärte bedeutend erhöht sei. Die Forschungsergebnisse von GASSNER und STREIB (22) haben gezeigt, dass die grossen Verschiedenheiten in dem Vorkommen und der Verteilung des Anthocyanfarbstoffes ein wichtiges Merkmal zur Unterscheidung der verschiedenen Getreidesorten bilden. SNELL, PFUHL, VOSS u. a. (118, 119) fanden in derselben Weise, dass das Vorhandensein oder Fehlens des Farbstoffs ein wichtiges und charakteristisches Merkmal zur Unterscheidung der verschiedenen Sorten von Weizen ebenso wie auch Futterrüben sei. Es wird also von Bedeutung sein, bei

den verschiedenen japanischen Kulturpflanzen, in dieser Hinsicht die charakteristischen Merkmale bezügl. des Fehlens oder Vorhandenseins des Anthocyanfarbstoffs und ihrer praktische Bedeutung festzustellen (38, 44, 45, 48). Der Verf. hat daher eine diesbezügliche Untersuchung an den Reispflanzen vorläufig ausgeführt und die Ergebnisse wie folgt anhangsweise hinzugefügt.

## IV. EINIGES UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM DASEIN DES ANTHOCYANFARBSTOFFES UND DEM ERTRAG BEI ORYZA SATIVA[1]

### 1. Vergleich des Rohertrags von farbstoffhaltigen und nichtfarbstoffhaltigen Reissorten bei verschiedenen Aussaatzeiten zu Fukuoka

Ebenso wie in den vorhergehenden Versuchen wurden auch hier immer eine farbstoffhaltige und eine Sorte ohne Farbstoff, nämlich die Sorten "Murasaki-Ine-Mochi" und "Murasaki-Daikoku," die den Farbstoff in Blattspreiten und Blattscheiden enthalten, gegenüber den Sorten "Shinriki-Mochi" und "Daikoku" ohne Farbstoff vergleichsweise in WAGNER'schen Töpfen (a) oder auf Feldstücken (b) von 3 *Tsubo* (d. h. ca. 1/10 *are*) unter ganz denselben Bedingungen angebaut. Als Rohertrag wurde das Gewicht von Körnern und Stroh in der üblichen Weize angesehen.

Die Versuche wurden in zwei Kulturreihen ausgeführt, nämlich

a) Mit höherer Temperatur während der Haupt-Vegetationszeit; Aussaat zur gewöhnlichen Kulturperiode am 20.-25. Mai. Umgepflanzt am 5.-7. Juli und geerntet am 10.-20. Oktober.
b) Mit niedrigerer Temperatur während der Vegetationszeit; Aussaat zu einer späteren Zeit am 10. Juli, umgepflanzt am 5.-10. August und geerntet am 20.-30. November.

Die Ergebnisse waren die folgenden:

Bei der Kulturperiode (a) war die Ernte an Stroh wie an Körnern bei den farbstoffhaltigen Sorten gegenüber denen ohne Farbstoff eine sehr viel geringere bei den Versuchen in den WAGNER'schen Töpfen. Das Ergebnis war bei den Feldversuchen ein ähnliches (Tabelle 2, a u. b).

---

[1] Die genauere Ergebnisse sollen durch einen weiteren Bericht beantwortet werden.

## Tabelle 2

Vergleich des Ertrags der Reispflanzen zwischen den Sorten mit starken Farbstoffgehalt und den Sorten mit garkeinem Farbstoffgehalt, d. h. "Murasaki-Ine-Mochi", und "Shinriki-Mochi" so wie auch "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku", welche bei höherer Temperatur (gewöhnliche Aussaat) oder bei niedrigerer Temperatur (zu späte Aussaat) gezüchtet wurden.

a. Kulturen in WAGNER's Töpfen[1]

| Kulturperiode | Sorten | Absoluter Wert (g.) | | | Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lufttrockengewicht der ganzen oberirdischen Teile | Lufttrockengewicht der Körner | Ratio des Lufttrokengewichts der Körner zu dem der ganzen oberirdischen Teile (%) | Lufttrokengewicht der ganzen oberirdischen Teile | Lufttrockengewicht der Körner | Ratio des Lufttrockengewichts der Körner zu dem der ganzen oberirdischen Teile |
| Gewöhnliche Aussaat (höhere Temperatur) | "Murasaki-Ine-Mochi" | 31.153 | 10.057 | 32.3 | 83 | 93 | 109 |
| | "Shinriki-Mochi" | 43.526 | 11.618 | 26.7 | 117 | 107 | 91 |
| | "Murasaki-Daikoku" | 16.338 | 3.611 | 22.1 | 71 | 91 | 121 |
| | "Daikoku" | 29.744 | 4.327 | 14.5 | 129 | 109 | 79 |
| Zu späte Aussaat (niedrigere Temperatur) | "Murasaki-Ine-Mochi" | 12.084 | 3.092 | 25.6 | 83 | 119 | 136 |
| | "Shinriki-Mochi" | 17.190 | 2.088 | 12.1 | 117 | 81 | 64 |
| | "Murasaki-Daikoku" | 5.455 | 0.967 | 17.7 | 63 | 117 | 151 |
| | "Daikoku" | 11.959 | 0.687 | 5.7 | 137 | 83 | 49 |

1 Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus den Versuchsergebnisse in 1931 und in 1932, mit je 13-15 Pflanzenstöcken.

b. Feldkulturen[2]

| Kulturperiode | Sorten | Absoluter Wert (Kgr.) | | | Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lufttrockengewicht der ganzen oberirdischen Teile | Lufttrockengewicht der Körner | Ratio des Lufttrockengewichts der Körner zu dem der ganzen oberirdischen Teile (%) | Lufttrockengewicht der ganzen oberirdischen Teile | Lufttrockengewicht der Körner | Ratio des Lufttrockengewichts der Körner zu dem der ganzen oberirdischen Teile |
| Gewöhnlicher Aussaat (höhere Temperatur) | " Murasaki-Ine-Mochi " | 4.395 | 1.809 | 41.1 | 68 | 63 | 95 |
| | " Shinriki-Mochi " | 8.598 | 3.911 | 45.5 | 132 | 137 | 105 |
| | " Murasaki-Daikoku " | 3.262 | 0.581 | 17.8 | 57 | 54 | 96 |
| | " Daikoku " | 8.132 | 1.576 | 19.4 | 143 | 146 | 104 |
| Zu späte Aussaat (Niedrigere Temperatur) | " Murasaki-Ine-Mochi " | 2.346 | 0.393 | 16.8 | 82 | 128 | 144 |
| | " Shinriki-Mochi " | 3.381 | 0.219 | 6.5 | 118 | 72 | 56 |
| | " Murasaki-Daikoku " | 1.620 | 0.092 | 5.7 | 84 | 107 | 123 |
| | " Daikoku " | 2.242 | 0.080 | 3.6 | 116 | 93 | 77 |

[2] Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus den in 1931 und 1932 festgestellten Resultaten der Feldkulturen mit je 3 *Tsubo* (d. h. ca. 1/10 *are*) Feldflächenraum.

Bei der Kulturperiode (b) zeigte sich bei beiden Sorten eine Verminderung in dem Rohertrag gegenüber der Periode (a), aber ein Vergleich zwischen den beiden Sorten zeigt, dass umgekehrt zu dem vorhergehenden Versuch der Körner-Ertrag der farbstoffhaltigen Sorten ein höherer war, wozu noch kommt, dass bei den nichtfarbstoffhaltigen Sorten die Reife der Körner als sehr unzufriedenstellend beanstandet werden musste (Tab. 2, a u. b).

## 2. Vergleich des Rohertrags von farbstoffhaltigen und nicht farbstoffhaltigen Reissorten bei Kultur in verschiedenen Lokalitäten mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen

Zu diesem Versuche wurden die Versuche unter ganz denselben Plänen ausgeführt wie in dem vorhergehenden, nur, dass der Anbau in verschiedenen Lokalitäten Japans und der Kolonieen mit gänzlich verschiedenen klimatischen Bedingungen mit Hilfe der Hilfsarbeitern zu jeder Lokalität vorgenommen wurde. Diese Oertlichkeiten waren: Hokkaidô (Sapporo) durchschnittl. Tagestemp.: vom 1. Mai bis 31. Oktober: 15.06°C). Akita, durchschn. Tagestemp.: 17.89°C). Fukushima, durchschn. Tagestemp.: 19.10°C). Niigata, durchschn. Tagestemp. 19.84°C). Suigen (Korea), durchschn. Tagestemp.: 20.20°C). Saitama, durchschn. Tagestemp.: 20.33°C. Hyôgo, durchschn. Tagestemp. 21.90°C). Fukuoka, durchschen. Tagestem. 21.28C.°). Taihoku (Formosa), durchschn. Tagestemp. 26.23°C). In diesen 9 Orten wurden die bereits im Vorversuche genannten Sorten im Felde mittels der gewähnlichen Versuchsmethode kultiviert und die Ernteerträge in der gewöhnlichen Weise festgestellt. Die allgemeinen Ergebnisse dieser Versuche zeigen, dass ganz allgemein der Rohertrag in den Gegenden mit höheren Temperaturen bei den nichtfarbstoffhaltigen Sorten ein höherer, in den Gegenden mit niedrigeren Temperaturen aber ein niedrigerer ist. Bei den Sorten mit reichlichem Anthocyanfarbstoff-Gehalt beobachten wir aber gerade das umgekehrte Verhältnis, d. h. die Roherträge sind bei diesen Sorten in Gegenden mit niedrigeren Temperaturen höher (Tabelle 3 u. 4).

Nach den Untersuchungen von ISO (38) in Formosa finden sich dort nur wenig Reissorten mit Farbstoffgehalt. Ich habe dann weiter in der Literatur (1, 3, 4, 21, 33, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49,53,

## Tabelle 3

Vergleich der Erträge von Reispflanzen zwischen der Sorte mit starkem Farbstoffgehalt: "Murasaki-Daikoku" und Sorte mit garkeinem Farbstoffgehalt: "Daikoku", welche in 9 verschiedenen Gegenden mit verschiedenen äusseren Bedingungen, insbesondere mit verschiedener Temperatur aufgezogen wurden[1]

| Lokalität: | | | Hokkaidô (Sapporo) | Akita-Ken (Ômagari) | Fukushima-Ken (Kôriyama) | Niigata-Ken (Nagaoka) | Korea (Suigen) | Saitama-Ken (Kônosu) | Hyôgo-Ken (Akashi) | Fukuoka-Ken (Fukuoka) | Formosa (Taihoku) | Durchschnittswert | Abweichung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Absoluter Wert (Kgr.) | Ertrag der ganzen oberirdischen Pflanzenteile | "Daikoku" (D) | 9.025 | 9.275 | 7.223 | 8.741 | **10.745** | 4.983 | 10.463 | 8.132 | 7.335 | 8.435 | — |
| | | "Murasaki-Daikoku" (M) | 7.270 | 6.763 | 4.691 | **8.050** | 5.983 | 2.605 | 4.950 | 3.262 | 2.923 | 5.189 | — |
| | | Ratio M/D | 0.806 | 0.729 | 0.649 | **0.921** | 0.667 | 0.523 | 0.473 | 0.401 | 0.399 | 0.615 | — |
| | Körnerertrag | "Daikoku" (D) | — | 1.767 | 1.232 | 2.235 | 1.762 | 1.483 | **2.396** | 1.576 | 0.598 | 1.631 | — |
| | | "Murasaki-Daikoku" (M) | — | 1.856 | 1.744 | **2.937** | 1.458 | 0.825 | 1.369 | 0.581 | 0.528 | 1.412 | — |
| | | Ratio M/D | — | 1.050 | **1.416** | 1.314 | 0.827 | 0.556 | 0.571 | 0.369 | 0.883 | 0.866 | — |
| Relativer Wert (Durchschnittswert = 100) | Ertrag der ganzen oberirdischen Pflanzenteile | "Daikoku" | 107 | 110 | 86 | 104 | **127** | 59 | 124 | 96 | 87 | 100 | ± 16.2 |
| | | "Murasaki-Daikoku" | 144 | 130 | 90 | **155** | 115 | 50 | 95 | 63 | 56 | 100 | ± 32.2 |
| | Körnerertrag | "Daikoku" | — | 108 | 76 | 137 | 108 | 91 | **147** | 97 | 37 | 100 | ± 24.9 |
| | | "Murasaki-Daikoku" | — | 131 | 124 | **208** | 103 | 58 | 97 | 41 | 37 | 100 | ± 41.6 |

1 Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus den in 1931 und 1932 festgestellten Ergebnissen der Feldkulturen mit je 3-5 *Tsubo* (d.h. ca. 1/10–1/6 *are*) Feldstücken. Die gegebenen absoluten Zahlen sind die Werte, kultiviert auf den des Ertrags von je 3 *Tsubo* (d.h. ca. 1/10 *are*) Feldstücken.

## Tabelle 4

Vergleich der Erträge von Reispflanzen zwischen der Sorte mit starkem Farbstoffgehalt: "Murasaki-Ine-Mochi", und der Sorte mit garkeinem Farbstoffgehalt: "Shinriki-Mochi", welche in 9 verschieden Gegenden mit verschiedenen äusseren Bedingungen, insbesondere mit verschiedener Temperatur aufgezogen wurden[1]

| Lokalität: | | | Hokkaidô (Sapporo) | Akita-Ken (Ômagari) | Fukushima-Ken (Kôriyama) | Niigata-Ken (Nagaoka) | Korea (Suigen) | Saitama-Ken (Kônosu) | Hyôgo-Ken (Akashi) | Fukuoka-Ken (Fukuoka) | Formosa (Taihoku) | Durchschnittswert | Abweichung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Absoluter Wert (Kgr.) | Ertrag der ganzen oberirdischen Pflanzenteile | "Shinriki-Mochi" (S) | **12.341** | 11.613 | 9.788 | 6.235 | — | 7.378 | 11.138 | 8.598 | 8.118 | 9.401 | — |
| | | "Murasaki-Ine-Mochi" (M) | **10.853** | 9.696 | 6.615 | 6.235 | 7.370 | 3.775 | 4.582 | 4.395 | 3.315 | 6.315 | — |
| | | Ratio M/S | 0.879 | 0.835 | 0.676 | **1.000** | — | 0.512 | 0.411 | 0.511 | 0.408 | 0.672 | — |
| | Körnerertrag | "Shinriki-Mochi" (S) | — | 2.892 | 4.106 | 2.153 | — | 3.398 | **4.630** | 3.911 | 1.673 | 3.252 | — |
| | | "Murasaki-Ine-Mochi" (M) | — | 2.481 | **2.801** | 1.661 | 2.617 | 1.600 | 1.977 | 1.809 | 0.819 | 1.971 | — |
| | | Ratio M/S | — | **0.858** | 0.682 | 0.771 | — | 0.471 | 0.427 | 0.463 | 0.490 | 0.606 | — |
| Relativer Wert (Durchschnittswert = 100) | Ertrag der ganzen oberirdischen Pflanzenteile | "Shinriki-Mochi" | **131** | 124 | 104 | 66 | — | 78 | 118 | 91 | 86 | 100 | ± 19.5 |
| | | "Murasaki-Ine-Mochi" | **172** | 154 | 105 | 99 | 117 | 60 | 73 | 70 | 52 | 100 | ± 31.6 |
| | Körnerertrag | "Shinriki-Mochi" | — | 89 | 126 | 66 | — | 104 | **142** | 120 | 51 | 100 | ± 26.6 |
| | | "Murasaki-Ine-Mochi" | — | 126 | **142** | 84 | 133 | 81 | 100 | 92 | 42 | 100 | ± 25.3 |

[1] Die Zahlen entsprechen denen der Tabelle 3.

65, 66, 72, 75, 83, 84, 85, 86, 88, etc.) nachgeforscht und gefunden, dass tatsächlich in Gegenden mit niedrigeren Temperaturen wie Hokkaidô und Tôhoku (der nördliche Teil der japanischen Hauptinsel "Hondo") verhältnismässig mehr Sorten mit Anthocyan oder Chromogen beschrieben werden. Es ist ebenfalls hier erwähnenswert, dass in den Gegenden Japans mit nicht sehr günstigen klimatischen äusseren Bedingungen für Reiskultur, so in Tôhoku, Kantô, Hokuriku und Nagano usw. eine Sorte "Aikoku," der man grössere Widerstandsfähigkeit nachsagt, angebaut wird und dass diese Sorte eben zu den Anthocyanfarbstoff bezw. Chromogen enthaltenden Sorten gehört (44, 45, 53, 122, 124, 125, etc.). Weiter gehören der Majorität nach die in Korea angebauten Sorten zu den farbstoffhaltigen und hier haben wir es ja auch gerade mit ungünstigen klimatischen Bedingungen zu tun (48, 49, 83, 84). Wir ersehen aus allem gesagten, dass dem Farbstoffgehalt der Pflanzen tatsächlich keine geringe praktische Bedeutung zukommt (2, 6, 22, 32, 34, 35, 39, 72, 118, 119, 126, 127, etc.).

## V. SCHLUSS

Das Auftreten des in verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffes ist nicht nur von verschiedenen äusseren Faktoren wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit etc. sondern auch von verschiedenen Funktionen, wie Assimilation, Wachstum, Atmung etc., die mit der Vervollständigung oder Verwendung der Nährstoffe im Pflanzengewebe in Beziehung stehen, abhängig. Andererseits wirkt der im Pflanzenkörper vorhandene Anthocyanfarbstoff auf verschiedene physiologische Vorgänge wie Assimilation, Wachstum, Transpiration etc. befördernd oder gelegentlich hemmend, was wir wahrscheinlich in erster Linie durch die günstige oder ungünstige Wärmeabsorption des Farbstoffs erklären können.

Solche Beziehungen müssen natürlich für den Anbau unserer Kulturpflanzen praktisch grosse Bedeutung haben, wie unsere vorläufige diesbezüglichen Studien schon gezeigt haben und es wird daher sehr wertvoll sein, weitgehende Untersuchungen über die praktische Bedeutung des Anthocyanfarbstoffes auf dem Gebiet der Landwirtschaft und des Gartenbaus auszuführen.

Die genannten Untersuchungen wurden in dem Jahren 1925-1933 in den agronomischen und botanischen Instituten der Kaiserlichen Kyushu-Universität ausgeführt. Am Ende dieser Arbeit möchte ich nicht verfehlen meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. R. KÔKETSU, für Anregung und Leitung bei dieser Arbeit, und Herren Prof. H. ANDÔ, Prof. S. KATÔ, dem versterbenen Prof. T. KÔYAMA, Prof. T. MORINAGA, und auch Prof. Y. OKUDA, für ihre vielfache Unterstützung im Laufe dieser Untersuchungen meinen herzlichten Dank auszusprechen.

Agronomisches Institut, Kaiserliche Kyushu-Universität.
November, 1933.

## LITERATUR

1. AKITA-KEN-NÔJI-SHIKENJÔ, Die besondere Merkmale der Reissorten und das Reiskultur. (Japanisch.) Zeitsch. d. Akita-ken landwirtschaftlichen Versuchs-Stat. 1927.
2. ANDÔ, H., Ursache der niedrigerer Sommertemperatur für den Reismissernte in Tôhoku und deren Massnahmen. (Japanisch.) Bull. Imp. Cent. Agr. Experi.-Stat. Tokyo, No. 30, p. 1-61, 1915.
3. AWOMORI-KEN-NÔJI-SHIKENJÔ, Wesentlichste Punkte der Reiskultur. Zeitsch. d. Awomori-Ken landwirt. Versuch-Stat. (Japanisch.) No. 7, 1932.
4. ——, Die Versuchsergebnisse der Awomori-Ken landwirt. Versuchs-Stat. (Japanisch.) 1929-1930.
5. BEYLAYGUE, L., Influence de l'obscurité sure le dévelopment des fleurs. (C. R. Acad. Sc. Paris **132**, 1901.) Ref., JUST's Bot. Jahresb. **29**, p. 209, 1901.
6. BOS, H., Die Anwendung künstlicher Beleuchtung bei der Sortenechtheitsprüfung der Samen im Winter. Angewandt. Bot. **11**, p. 25, 1929.
7. BOUGET, J., Sur le variation de coloration des fleurs réalisées experimentalement à haute altitude. (C. R. Acad. Sc. Paris **175**, 1922.) Ref., Bot. Centralbl. **144**, p. 362, 1923.
8. BUSCALIONI, L., e POLLACCI, G., Ricerche anatomofisiologische intorno alle antocianine. (Reudiconti d. Cong. Bot. nazionale tenutosi a Palermo nel maggio, 1902, Palerno, 1903.) Ref., ONSLOW: The anthocyanin pigments of plants. p. 34, Cambridge 1925.
9. BUXTON, B. H. a. DARBISHIRE, F. V., On the behaviour of "Anthocyanins" at varying hydrogen-ion concentrations. Jour. Genetics, **21**, p. 71, 1929.
10. CHAPMAN, G. W., The reaction of iron and manganese to chlorosis in plants. New Phytologist **30**, p. 266, 1932.
11. COMBES, R., Production d'anthocyanique sons l'influence de la décortication annulaire. (Bull. Soc. Bot. France **56**, 1909.) Ref. JUST's Bot. Jahresb. **37**, p. 647, 1909.
12. ——, Recherches biochimiques sur le development de l'anthocyanique chez les végétaux. (C. R. Acad. Sc. Paris **148**, 1909.) Ref., Bot. Centralbl. **111**, p. 461, 1909.
13. ——, Rapports entre les composés hydrocarbones et la formation de l'anthocyane. (Ann. Sc. Nat. Bot. Paris **9**, 1909.) Ref., Chem. Abst. **4**, p. 1992, 1909.

14. COMBES, Formation de pigment anthocyaniques déterminée dans les feullers par le décortication annulaire des tiges. (Ann. Sc. Nat. Bot. Paris **16**, 1912.) Ref., Bot. Centralbl. **120**, p. 675, 1912.

15. COPELAND, E. B., Transpiration by chaparrel and its effect upon the temperature of leaves. Univ. California Publica. in Botany, **17**, p. 1, 1932.

16. DANILOV, A. N., Zur Frage nach der Pigmentbildung bei den Pilzen. Ber. deut. Bot. Gesel. **43**, p. 26, 1925.

17. ENGELMANN, TH. W., Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Lichte. (Bot. Zeit. **45**, 1887) Ref., JUST's Bot. Jahresb, **15**, p. 555, 1887.

18. EWART, A. J., The effect of tropical insolation. Ann. Bot. **11**, p. 439, 1897,

19. FILARSKY, J., Ueber Anthocyan und einen interesanten Fall der Nichtausbildung dieses Farbstoffes. Bot. Centralbl. **4**, p. 157, 1895.

20. FISCHER, H., Belichtung und Blütenfarbe. Flora **98**, p. 380, 1908.

21. FUKUSHIMA-KEN-NÔJI-SHIKENJÔ, Die Versuchsergebnisse der Fukushima-Ken landwirt. Versuchs-Stat. (Japanisch.) 1928-1930.

22. GASSNER, G. und STREIB, W., Über die Anthocyanbildung jünger Getreidepflanzen und ihre Verwertbarkeit als Sortenmerkmal. Wissensch. Archiv f. Landwirt. **4**, p. 169, 1930.

23. GERTZ, O., Studier öfver Anthocyan. Lund 1906.

24. GLEISBERG, W., Beitrag zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans, erlautert an den Typen von *Vaccinium oxycoccus*, Z. (Proskauer Jahresb. 1919-1920, p. 87.) Ref., Bot. Centralbl. **145**, p. 45, 1920.

25. HASS, P., a. HILL, T. G., *Mercurialis*. I. The developement on dying. Biochem. Jour. **19**, p. 233, 1925.

26. ——, *Mercurialis*. II. The occurence of a chromogen showing a remarkable avidity for free oxygen. Biochem. Jour. **19**, p. 236, 1925.

27. ——, *Mercurialis*. III. A consideration of the physiological significance of the chromogen. Ann. Bot. **39**, p. 861, 1925.

28. HASSACK, C., Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben. Bot. Centralbl. **28**, p. 84, 1886.

29. HAYASHI, K., Spektrographische Untersuchungen über die Farbstoffe vom *Benzopyrylium*typus. I. Ueber die optischen Einflüsse der Substitutionen an Seitenphenylgruppe. Acta Phytochimica, **8**, p. 117, 1933.

30. HIBINO, S., Ueber die Anthocyanbildung in den Blättern durch die Ringelung. (Japanisch.) Bot. Mag. Tokyo **27**, p. 489, 1913.

31. HILDEBRAND, F., Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüthen. Jahrb. wiss. Bot. **3**, p. 59, 1863.

32. HOKKAIDÔ-NÔJI-SHIKENJÔ, Ueber die Massnahmen bei drohender Missernte. (Japanisch.) Zeitsch. d. Hokkaidô landwirt. Versuchs-Stat. No. 16, 1914.

33. ——, Die Reispflanzen. (Japanisch.) Zeitsch. d. Hokkaidô landwirt. Versuchs-Stat. No. 23, 1920.

34. ——, Die Lehren der Reismissernte in Hokkaidô 1926. (Japanisch.) Zeitsch. d. Hokkaidô landwirt. Versuchs-Stat. No. 45, 1927.

35. ——, Betrachtung über besonders ausgezeichnete Sorten wichtiger Kulturpflanzen. (Japanisch.) Zeitsch. d. Hokkaidô landwirt. Versuchs-Stat. No. 46, 1927.

36. ICHIMURA, T., On the formation of anthocyan in the petaloid calyx of the red Japanese Hortense. Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo **18**, Art. 3, 1908.

37. ——, On the localization of anthocyanin in the spring leaves of some trees and shrubs in the temperate regions of Japan. Bot. Mag. Tokyo **33**, p. 12, 1919.

38. ISO, N., Untersuchungen über die Züchtung des Formosa-Reises. (Japanisch.) Bericht. d. Landwirt. Abteilung i. Taiwan Zentral-Versuchs-Stat. No. 37, 1928.

39. IWABUCHI, N., Das Missernte in Tôhoku und die Auslese der Reissorten. (Japanisch.) Dainihon-Nôkaihô, No. 594, 1905.

40. IWATE-KEN-NÔJI-SHIKENJÔ, Die Versuchsergebnisse der Iwate-Ken landwirt. Versuchs-Stat. während 30 Jahren. (Japanisch.) Zeitsch. d. Iwate-Ken Versuchs-Stat. 1931.

41. JONES, J. P., Deficiency of magnesium the cause of a chlorosis in corn. Jour. Agr. Research **39**, p. 873, 1929.

42. JONESCO, ST., Recherches sur le rôle des Anthocyanes. (Ann. Sc. Nat. Bot. **4**, 1922.) Ref., Bot. Abst. **12**, p. 864, 1923.

43. JUMELLE, H., Sur l'assimilation chlorophyllienne des arbres à rouges. (C. R. Acad. Sci., Paris **111**, 1890.) Zitiert., Onslow: The anthocyanin pigments of plant. Cambridge 1925.

44. KATÔ, S., Ueber die besonders ausgezeichneten Reissorten. (Japanisch.) Dainihon-Nôkaihô, No. 306, 1906. No. 307—308, 1907.

45. ——, Beobachtung über die besonderen Merkmale der Reissorten. (Japanisch.) Noch unveröffentliche Versuchsergebnisse der Kinai-landwirt. Versuchs-Stat. 1910.

46. ——, Ueber neugefundene Reis-Kreuzungen. (Japanisch.) Dainihon-Nôkaihô, No. 381, 1913.

47. ——, Ueber die Reiszüchtung in der Kinai-landwirt. Versuch-Stat. (Japanisch.) Jap. Jour. Breeding Society, **1**, No. 1, 1916.

48. ——, und HARA, S., Beobachtung über die Japanisch-, Koreanisch-, Chinisch-, und Formosanisch- Reispflanzen. (Japanisch.) Noch unveröffentliche Versuchsergebnisse in Kais. Kyushu Imp. Univ. 1923-1926.

49. KATOKI, Y., Ueber die Verbreitung besonders ausgezeichneter Reissorten in Korea. (Japanisch.) Bull. Agr. Exp. Stat. Government General of Chôsen, 1924.

50. KEEBLE, F. W., The hanging foliage of certain tropical trees. Ann. Bot. Oxford **9**, p. 59, 1895.

51. KEENER, A. E., A study of the factors concerned in the reddening of leaves of *Diervilla Lonicera*. Amer. Jour. Bot. **11**, p. 61, 1924.

52. KERNER, A., Pflanzenleben. Bd. 1, Leipzig 1922.

53. KINAI-SHIJÔ, Mitteilung der Kinai-Landwirt. Versuchs-Stat. über die Züchtung neuer Reissorten. (Japanisch.) Kinai-landwirt. Versuchs-Stat. des Ministeriums für Landwirt. u. Forst. 1914 u. 1916.

54. KLEBS, G., Über Variation der Blüten. Jahrb. wiss. Bot. **42**, p. 155, 1906.

55. KNY, L., Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans. (Estratto dagli Atti del Congresso Bot. Internationale, 1882.) Ref., Bot. Centralbl. **56**, p. 472, 1893.

56. KOSAKA, H., Die Beziehungen zwischen den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen und den an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Farbstoffen. I. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen der Anthocyanbildung und dem Wachstum von *Abutilon avicennae*. Jour. Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. **2**, p. 207, 1929.

57. Kosaka, II. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen der Assimilationstätigkeit und der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicennae*. Jour. Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 29, 1931.

58. ——, III. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen der Wachstumstätigkeit und der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicennae*. Jour. Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 99, 1931.

59. ——, IV. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und dem Grad der Assimilationstätigkeit bei einigen Kulturpflanzen. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 251, 1933.

60. ——, V. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und der Transpiration bei einigen Kulturpflanzen. Jour. Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. **4**, p. 94, 1933.

61. ——, Ueber den Einfluss des Lichtes, der Temperatur und des Wassermangels auf die Färbung der *Chrysanthemum*-Blüten. Bot. Mag. Tokyo **46**, p. 551, 1932.

62. ——, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Verteilung der an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffe von einigen Pflanzen. (Japanisch. m. deutsch. Zusammenf.) Bult. Sci. Fakult. Terkult. Kjusu Imp. Univ. **5**, p. 186, 1932.

63. ——, Die Beziehungen zwischen dem an verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Anthocyanfarbstoffen und den verschiedenen physiologischen Erscheinungen von einigen Pflanzen. (Japanisch.) Botany a. Zoology, Tokyo **1**, p. 13, 1933.

64. Kuilmann, L. W., Physiologische Untersuchungen über die Anthocyane. Rev. Trav. Bot. Neerland **27**, p. 287, 1930.

65. Kurosawa, K., Reissorte in Mandschurei. (Japanisch.) Manshu no Nôgyô. (Landwirtschaft in Mandschurei) **1**, No. 2 u. 4, 1927.

66. ——, Das Reiskultur in Mandschurei. (Japanisch.) Manshu no Nôgyô, **1**, No. 4, 1927.

67. Linsbauer, L., Ueber photochemische Induktion bei der Anthocyanbildung. (Wiesner's Festschrift, Wien 1908.) Ref., Bot. Centralbl. **108**, p. 404, 1908.

68. Lippmaa, Th., Über den Parallelismus im Auftreten der Karotine und Anthocyane in vegetativen Pflanzenorganen. Sitzgsber. d. Naturforsch. Gesel. a. d. Univ. Dorpat. **24**, p. 58, 1924.

69. ——, Das Rhodoxanthin, seine Eigenschaften, Bildungsbedingungen, und seine Funktion in der Pflanze. Sitzgsber. d. Naturforsch. Gesel. a. d. Univ. Dorpat. **24**, p. 77, 1924.

70. ——, Über Pigmenttypen und ihre Bedeutung für Anthocyaninfrage. Ber. deut. Bot. Gesel. **46**, p. 267, 1928.

71. MacDougal, D. T., The physiology of colour in Plants. Science, New York, **4**, p. 350, 1896.

72. Mantetsu-Nôji-Shikenjô, Untersuchungen über die Reiskultur in Mandschurei. (Japanisch.) Zeitsch. d. Mantetsu landwirt. Versuchs-Stat. No. 12, 1922.

73. Mascre, M., Les cellules à Anthocyane des pétals d'Anagallis. Bull. Soc. Bot. France **70**, p. 888, 1923.

74. Miyoshi, M., Über die Herbst- und Trockenröte der Laubblätter. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo **27**, Art. 2, 1909.

75. Miyagi-Ken-Nôji-Shikenjô, Die Versuchsergebnisse der Miyagi-Ken landwirt. Versuchs-Stat. (Japanisch.) 1926-1930.

76. MÖBIUS, M., Beiträge zur Blütenbiologie und zur Kenntnis der Blütenfarbstoffe. Ber. deut. Bot. Gesel. **30**, p. 365, 1912.
77. ——, Die Farbstoffe der Pflanzen. Handbuch d. Pflanzenanatomie, **3**, Abt. I, Berlin 1927.
78. MOLISCH, H., Ueber ein neues, einen carminrothen Farbstoff erzeugendes Chromogen bei *Schenkia blumenaviana* K. SCH. Ber. Deut. Bot. Gesel. **19**, p. 149. 1901.
79. MORIKAWA, K., Ueber die Beziehungen zwischen dem Streckungs- und dem Dickenwachstum an den Jahrestrieben von *Pinus densiflora* und *P. Thunbergii*. (Japanisch. m. deutsch. Zusammenf.) Bulteno Sci. d. I. Fakult. Terkult. Kjusu Imp. Univ. **1**, p. 292, 1925.
80. NAGAI, I., Über roten Pigmentbildung bei einigen *Marchantia*-Arten. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 90, 1915.
81. ——, On some reddish brown plant pigments. (Preliminary note) (Japanisch.) Bot. Mag. Tokyo **31**, p. 259, 1916.
82. ——, A genetico-physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments in plants. Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo **8**, No. 1, 1921.
83. ——, Die Reiskultur in Japan. (Japanisch.) Tokyo 1928.
84. ——, and NAKAGAWA, Y., Verbreitung der besten Reissorten in Korea. Zeitsch. d. Korea landwirt. Versuchs-Stat. Suigen **5**, No. 1, 1930.
85. NAKAMOTO, Y., Ueber die Reispflanzen in Mandschurei. (Japanisch.) Dainihon-Nôkaihô, No. 583, 584 u. 585, 1929.
86. NIIGATA-KEN-NÔJI-SHIKENJÔ, Versuchsergebnisse über die Reispflanzen. (Japanisch.) Bericht. d. Niigata-Ken landwirt. Versuchs-Stat. No. 17, 1923.
87. NOACK, K., Physiologische Untersuchungen an Flavonolen und Anthocyanen. Zeitsch. f. Bot. **14**, p. 1, 1922.
88. NOMURA, M., und YAMASAKI, R., Versuchsergebnisse über die Reisorten. (Japanisch.) Bericht. d. Saitama Ken landwirt. Versuchs-Stat. 1923.
89. OVERTON, E., Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothem Zellsaft bei Pflanzen. Jahrb. wiss. Bot. **33**, p. 177. 1899.
90. ONSLOW, W., The anthocyanin pigments of plants. 2 Edition, Cambridge 1925.
91. PALLADIN, W., Die Blut der Pflanzen. Ber. deut. Bot. Gesel. **26 a**, p. 125, 1908.
92. ——, Über die Bildung der Atmungschromogene in die Pflanzen. Ber. deut. Bot. Gesel. **26 a**, p. 389, 1908.
93. ——, Das Verbreitung der Atmungschromogene in die Pflanzen. Ber. deut. Bot. Gesel. **26 b**, p. 378, 1908.
94. ——, *Synergin*, das Prochromogen des Atmungspigments der Weizenkeime. Biochem. Zeitsch. **27**, p. 442, 1910.
95. ——, Die Bildung des roten Pigmentes an Wundstellen bei *Amaryllis vittata*. Ber. deut. Bot. Gesel. **29**, p. 132, 1911.
96. ——, Über die Bedeutung der Atmungspigmente in der Oxydationsprozessen der Pflanzen. Ber. deut. Bot. Gesel. **30**, p. 104, 1912.
97. ——, und TOLSTAJA, Z., Ueber die Sauerstoff absorption durch die Atmungschromogene der Pflanzen. Biochem. Zeitsch. **49**, p. 381, 1913.
98. PARKIN, J., On the localization of anthocyan (red cellsap) in foliage leaves. Rep. Brit. Ass., London 1903, p. 862.
99. PICK, H., Ueber die Bedeutung des rothen Farbstoffes bei den *Phanerogamen* und die Beziehungen desselben zur Stärkewandelung. Bot. Centralbl. **16**, p. 281, 1883.

100. Plester, W., Kohlensäure assimilation und Atmung bei varietäten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden. Beitr. Biol. Pflanzen, **11**, p. 250, 1912.

101. Portheim, L., u. Scholl, L., Untersuchungen über die Bildung und den Chemismus von Anthocyanen. Ber. deut. Bot. Gesel. **26 a**, p. 480, 1908.

102. ——, Ueber den Einfluss von Temperatur und Licht auf die Färbung des Anthocyans. (Anzeig. Ksl. Akad. Wiss. Wien **15**, 1924.) Ref., Bot. Centralbl. **128**, p. 435, 1925.

103. Priestley, J. H., The autumnal colour of leaves. Naturalist, Jahrg. 1920, p. 333, 1920.

104. Rodio, G., Ricerche sui Pigmenti delle Floridee. Pubblicazioni della Stazione Zoologica d. Napoli. **11**, Fase. 1, 1926.

105. Rosé, E., Étude des échanges gazeux et de la variation des sucres et des glucosides an cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobea scandens*. (C. R. Acad. Sc. Paris **158**, 1914.) Ref., Bot. Abst. **8**, p. 3317, 1914.

106. Rywosch, S., Einiges über ein in den grünen Zellen vorkommendes Oel und seine Beziehung zur Herbstfärbung des Laubes. Ber. deut. Bot. Gesel. **15**, p. 195, 1897.

107. Sachs, J., Ueber das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln. Sachs' gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1892.

108. Saizeva, A. A., About the influence of Magnesium on the chlorophyll accumulation in the tissue in some algae and superior plants. (Bull. Inst. Leshaft. **15**, 1929.) Ref., Bot. Centralbl. **158**, p. 142, 1930.

109. Sando, C. E., Anthocyanin formation in *Helianthus annuus*. Jour. Biol. Chem. **64**, p. 71, 1925.

110. Satô, K., Ueber die Beziehungen zwischen der Zellsaftkonzentration und Wachstum einiger Kulturpflanzen. (Japanisch. m. deutsch. Zussammenf.) Bult. Sci. d. 1. Fakult. Terkult. Kjusu Imp. Univ. **1**, p. 247, 1925.

111. Semmens, S. E., Hydrolysis in the Living plant by polarized light. Bot. Gez. **90**, p. 412, 1931.

112. Shibata, K., Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. I. Mitteilung. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 118, 1915.

113. ——, u. Kishida, M., II. Mitteilung. Ein Beitrag zur chemischen Biologie der Alpinen Gewächse. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 301, 1915.

114. ——, u. Nagai, I., III. Mitteilung. Über den Flavonderivategehalt der Tropenpflanzen. Bot. Mag. Tokyo **30**, p. 149, 1916.

115. Schkorbatow, L., Zur Morphologie und Farbstoffbildung bei einem neuen *Hyphomyceten*. Ber. deut. Bot. Gesel. **30**, p. 474, 1912.

116. Smith, A. M., On the internal temperature of leaves in tropical insolation with special reference to the effect of their colour on the temperature. (Ann. Roy. Bot. Gard. Ceylon **4**, 1909.) Ref., Just's Bot. Jahresb. **37**, No. 1, p. 588, 1909.

117. Smith, F. G., On the distribution of red colour in vegetative parts in the new England Flora. Bot. Gaz. **32**, p. 332, 1901.

118. Snell, K., Pfuhl, J., u. Voss, J., Sortenstudien bei Weizen und Futterrüben. Mitt. Biol. Reichsanst. 1930, Heft 39.

119. Snell, K., Der Lichtkeim der Kartoffel als Sorten diagnostisches Merkmal. Mitt. Biol. Reichsanst. 1927, Heft 34.

120. STAHL, E., Über bunte Laubblätter. Ann. Gard. Bot. Buitenzorg **13**, p. 137, 1896.
121. SUZUKI, S., On the Formation of anthocyan in the stalk of Barley. Bull. Coll. Agr. Tokyo **7**, p. 29, 1906.
122. TEJIMA, S., Entdeckung der besonders ausgezeichneten Reissorte "Aikoku," ihre weitere Verbesserung und Verbreitung. (Japanisch.) Agriculture a. Horticulture. Tokyo **7**, No. 7, 1932.
123. TAKEDA, S., Ueber die besonderen Merkmale der Reissorten. (Japanisch.) Bull. Imp. Cent. Agr. Experi. Stat. Tokyo No. 26, 1903.
124. TERAZAWA, Y., Ueber die Vorgeschichte der Reissorte "Aikoku". (Japanisch.) Agriculture and Horticulture, Tokyo **2**, No. 8, 1927.
125. ——, Vorgeschichte der Reissorte "Aikoku" und ihre Verbreitung. (Japanisch.) Jap. Jour. Soc. Crop Science, **4**, No. 3, p. 190, 1932.
126. THOMAS, TH., Anpassung der Winterblätter von *Galeobdolon luteum* an die Wärmestrahlung des Erdebodens. Ber. deut. Bot. Gesel. **19**, p. 398, 1901.
127. TOBLER, F., Die physiologische Bedeutung des Anthocyans bei *Hedera*. (Festschrift d. med.-nat. Gesel., Münster z. Vers. d. Naturforsch. 1912.) Ref., Pflanzenbau, **4**, 1930.
128. TISCHLER, G., Ueber die Beziehungen der Anthocyanbildung zur Winterhärte der Pflanzen. Beiheft. Bot. Centralbl. Cassel. **18**, p. 452, 1905.
129. WEEVERS, TH., Kurze Notigen in Bezug auf die Anthocyanbildung in jungen Schösslingen der tropischen Pflanzen. Ann. Gard. Bot. Buitenzorg **3**, p. 313, 1910.
130. WEHRLI, L., Über die Bedeutung der Färbung bei den Pflanzen. Ber. Schweiz. Bot. Gesel., Bern **4**, p. 23, 1894.
131. WHELDALE, M., On the formation of Anthocyanin. Jour. Genetics **1**, p. 133, 1911.
132. WIESNER, J., Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. II. Beobachtungen über Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls tropischer Gewächse. Sitzber. d. Kaisserl. Akad. Wiss. Wien, Mathem-Naturw. Classe, **103**, Abt. I. p. 15, 1894.
133. WIGAND, A., Einige Sätze über die physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Bot. Zeit. **20**, p. 122, 1862.
134. ——, Die rothe und braue Färbung von Laub und Frucht. (Bot. Forsch. a. d. bot. Gart. z. Marburg, Jahrg. 1887, Heft 2, 1887.) Ref., JUST's Bot. Jahresb. **2**, p. 554, 1887.
135. WILHELM, A. F., Untersuchungen über das Chromogen in *Vicia Faba*. Jahrb. wiss. Bot. **72**, p. 203, 1930.
136. WILLSTÄTTER, R. Über die Farbstoffe der Blüten und Früchte. (Sitzgsb. preuss. Acad. Wissenschaften, Jahrg. 1914.) Ref., Chem. Abst. **8**, No. 3, p. 3421, 1914.
137. ——, und MALLISON H., Über die Verwandschaft der Anthocyane und Flavone. (Sitzgsb. Kgl. Preus. Akad. Wiss. **29**, 1914.) Ref., Chem. Abst. **8**, No. 3, p. 3422, 1914.
138. ——, und ZOLLINGER, E. H., Ueber die Farbstoffe der Weintraube und der Heidelbeere. LIEBIG's Ann. Chem. Leipzig **408**, p. 83, 1915.
139. ——, und BOLTON, E. K., Ueber ein Anthocyan der Winterraster (*Chrysanthemum*). LIEBIG's Ann. Chem. Leipzig **412**, p. 149, 1916.