

Die Beziehungen Zwischen Den Verschiedenen
Physiologischen Erscheinungen Der Pflanzen Und
Den In Verschiedenen Vegetationsorganen In
Erscheixung Tretenden Farbstoffen IV.
Mitteilung. Ueber Die Beziehungen Zwischen Dem
Dasein Des Anthocyanfarbstoffes Und Dem Grad
Der Assimilationstätigkeit Bei Einigen
Kulturpflanzen

Kosaka, Hirosi
Agronomisches Institut, Kaiserliche Kyushu-Universität

<https://doi.org/10.5109/22566>

出版情報：九州大学大学院農学研究院紀要. 3 (9), pp.251-267, 1933-04. Kyushu Imperial University
バージョン：
権利関係：



Journal of the Department of Agriculture, Kyushu Imperial University, Vol. 3, No. 9
April 25, 1933

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

IV. MITTEILUNG. UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN
DEM DASEIN DES ANTHOCYANFARBSTOFFES UND
DEM GRAD DER ASSIMILATIONSTAETIGKEIT BEI
EINIGEN KULTURPFLANZEN¹

Hirosi KOSAKA

I. EINLEITUNG

Die Tatsache, dass die an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffe zu den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen in inniger Beziehung stehen, ist allgemein bekannt (19). Als eine physiologische Funktion der Anthocyane haben KERNER (6), KNY (7), STAHL (26) u. a. (1, 2, 3, 4, 5, 17, 29 etc.) die Absorption der kurzweligen ultravioletten Strahlen und damit den Schutz gegen die für das Zellplasma schädliche Wirkung solcher Strahlen des Sonnenlichtes dargestellt. Nach SHIBATA (22, 23 u. 24) haben die Flavonglykoside, welche anscheinend als Chromogen-substanzen des Anthocyan anzusehen sind, eine ähnliche Funktion wie das Anthocyan. PICK (20), WIGAND (30) u. a. fanden an den von ihnen untersuchten Pflanzen, dass je höher die Menge des Anthocyan in den Blättern, um so mehr die Hydrolyse der Stärke und Verwandlung der Assimilate in den Blättern beschleunigt ist. Andererseits ist festgestellt worden, dass durch die Ansammlung von Anthocyanfarbstoff in den

¹ Arbeiten aus dem agronomischen Institut der Kaiserlichen Kyushu-Universität, No. 44
Arbeiten aus dem botanischen Laboratorium der Kais. Kyushu-Univ., No. 46.

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

peripheren Gewebsschichten der Körpergewebe Wärme absorbiert wird und damit der Stoffwechselvorgang beschleunigt wird (2, 7, 25, 26, 27 etc.). Darüber hinaus nimmt der Verf. an, dass zwischen den in den verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Anthocyanfarbstoffen und den Assimilationsvorgängen in den betr. Pflanzen innige Beziehungen bestehen (19, 21 u. 14).

Verf. (10, 11, 12, 13 u. 14) hat seit einigen Jahren die Beziehungen zwischen den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen und den in verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Farbstoffen untersucht und in den vorhergehenden Mitteilungen (10, 11 u. 12) seine Untersuchungsergebnisse über die Beziehungen zwischen der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicinnae* und deren Wachstumstätigkeit und Assimilationstätigkeit mitgeteilt. In seinen weiteren Untersuchungen hat nun der Verf. versucht bei einigen Kulturpflanzen die Beziehungen zwischen dem Dasein des in den verschiedenen Körperteilen vorkommenden Anthocyanfarbstoffes und dem Grad der verschiedenen physiologischen Erscheinungen (Assimilations-, Transpirations- und Atmungstätigkeit) festzustellen. In seiner diesmaligen Mitteilung aber möchte Verf. nur über die Anthocyanfarbstoffe und die bezügl. der Assimilationstätigkeit gewonnenen Resultate berichten. Ueber die übrigen Ergebnisse wird in den nächsten Mitteilungen die Rede sein.

II. MATERIAL UND METHODIK

Als Material dienten mir *Oryza sativa*, *Perilla nankinensis*, *Cochchorus capsularis*, *Datura stramonium* und *Abutilon avicinnae*¹ in je zwei verschiedenen Sorten, d. h. solchen, die Anthocyan bilden und solchen, die kein od. nur wenig Anthocyan bilden, jedoch morphologisch dieselbe Struktur besitzen. Von den *Perilla*-Pflanzen dienten solche, bei denen in Stengel, Blattstielaufschwung und Blattspreiten der Anthocyanfarbstoff in reichlicher Menge vorkommt (Sorte: "Akashiso") (diese Anthocyanbildung habe ich in vorhergehenden anatomischen Untersuchungen (13) als am meisten in der Epidermis und den Haargebilden und ziemlich reichlich in den parenchymatischen Zellen im Gefässtiel der Stengel, des Blattstiels und der Blattspreiten vorkommend festgestellt) und andererseits solche, bei denen der Farbstoff nur in sehr geringer Menge auftritt (Sorte: "Awoshiso"). Von *Oryza sativa* dienten die farbstoff-

¹ *Abutilon avicinnae*, GÄRTNER: in den früheren Mitteilung II. u. III. (11 u. 12) irrtümlicherweise als *Abutilon avicinnae*, L. bezeichnet.

haltenden Sorten: "Murasaki-Ine-Mochi," "Murasaki-Daikoku," "Murasaki-Motsure" (diese enthalten den Farbstoff hauptsächlich in den Epidermiszellen der Blattspreiten und Blattscheide sehr stark (13),) und "Akashinriki" (die den Farbstoff zwar nicht in den Blättern, wohl aber in den Spelzen reichlich enthalten und bei denen auch im ganzen Pflanzenkörper anscheinend reichlich Chromogen enthalten ist (18),) und die keinen Farbstoff oder doch nur sehr wenig enthaltenden Sorten: "Shinriki-Mochi," "Daikoku," "Motsure" und "Banshinriki," (die Sorten: "Shinriki-Mochi," "Daikoku," und "Banshinriki"—diese enthalten gar keinen Farbstoff,—die Sorte: "Motsure"—diese enthält ihn nur sehr schwach in Glumae und Grannen). Bei den *Abutilon*-, *Datura*- und *Corchorus*-Pflanzen kommt der Farbstoff in den Blattspreiten nicht zum Vorschein, dagegen sehr stark in Stengeln und Blattstielen; die farbstoffhaltenden Sorten dieser Pflanzen tragen die Sortenbezeichnung "Akaguki" (Rotstengel), die keinen Farbstoff oder doch nur sehr wenig enthaltenden "Awoguki" (Grünstengel) (der Anthocyanfarbstoff vorkommt keinesfalls in Stengeln und Blattstielen der "Awoguki"-Sorten bei den *Datura*- und *Corchorus*-Pflanzen, bei den *Abutilon*-Pflanzen im frühen Entwickelungsstadium tret er in denselben Körperteilen der "Awoguki"-Sorten stark hervor, aber im wachsenden Stadium verschwach er auf den Stengel ganz und auf den Blattstielen blieb er nur schwach erhalten). Die Verbreitung des Farbstoffs in den "Akaguki"-Sorten ist die folgende: bei *Abutilon* (13) nur in den Epidermiszellen; *Corchorus* (13) stark in den äussersten Schichtzellen der primären Rinde der Stengel und Blattstiele und mehr oder weniger in den Siebzellzellen derselben Körperteile; *Datura* stark nur in den äussersten Schichten der primären Rinde der Stengel und Blattstiele.

Diese beiden Sorten je einer Pflanzenart wurde immer zu gleicher Zeit in Töpfe oder das Versuchsfeld vorsichtig ausgepflanzt und dann im ausgewachsenen Stadium der Entwicklung vergleichende Untersuchungen angestellt.

Zum Vergleich des Grades der Assimilation bei den beiden Sorten wurden an einem hellen Sommertage entweder morgens um 6 Uhr und abends um 6 Uhr oder aus Bequemlichkeitsgründen abends um 6 Uhr und morgens um 6 Uhr die Blätter abgepflückt und in diesen der Gesamt-Assimilatgehalt bestimmt. Der Unterschied zwischen Abend und Morgen wurde als Grad der gesamten Assimilationstätigkeit angenommen und der Vergleich zwischen den beiden Pflanzensorten zum Vergleich gestellt.

Zur Feststellung des gesamten Assimilatgehaltes der Blattspreiten wurde wie in der II. Mitteilung (11) bereits beschrieben die gewöhnliche makrochemische quantitative analytische Methode angewendet, d. h. die Kohlehydrate wurden zu Traubenzucker reduziert und darauf die Menge gesamten Traubenzuckers mittels der PAVV-KUMAGAWA-SUDO'schen Methode (16) bestimmt. Dabei habe ich die gefundenen Werte stets mit Hilfe der KÔKETSU'schen "Pulver-Methode" (8, u. 9) dargestellt und zwar mit dem Wert des Gehalts pro Einheit-Volumen des Gewebe-Pulvers. Die Ergebnisse meiner Versuche gebe ich in nachfolgendem kurz gefasst wieder.

III. VERSUCHSERGEBNISSE

1. *Perilla nankinensis*

Die beiden Sorten der *Perilla*-Pflanzen, nämlich die Sorte "Akashiso," in der der Anthocyanfarbstoff während der ganzen Entwicklungsperiode in Blättern und Stengeln sehr stark in Erscheinung trat und die Sorte "Awoshiso," in der der Farbstoff nur schwach in ausgewachsenen Stadium vorkommt, wurden in WAGNER'schen Töpfen gleichzeitig unter den gleichen Bedingungen kultiviert.

Im ausgewachsenen Stadium der Entwicklung wurden die Blattspreiten morgens und abends gesammelt und die Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen Morgen und Abend als As-

Tabelle I.

Vergleich der Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten bei den "Akaguki"- und "Awoguki"-Sorten der *Perilla nankinensis*. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1 cm³ Volumen des Gewebspulvers.)¹

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Akaguki"	105.8	155.8	50.0
"Awoguki"	132.5	171.4	38.9

¹ Die Blattspreiten wurden von 15-20 Versuchspflanzen entnommen. Die Zahlen für den Assimilatgehalt der Blätter bilden die Durchschnittswerte für 3 Analysen von je 3-4 cm³ Volumen des Gewebspulvers.

similationstätigkeit der beiden Sorten festgestellt. Als Resultat dieser Versuche fand ich, dass die Differenz in dem Gesamtassimilatgehalt der Blätter zwischen Morgen und Abend bei der Sorte "Akashiso" grösser war, als bei der Sorte "Awoshiso," d. h. also, dass die Assimilationstätigkeit ausgedrückt durch die Differenz in dem Gesamtassimilatgehalt zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern bei solchen, in denen der Farbstoff in Erscheinung tritt, grösser ist. (Tab. 1.)

2. *Oryza sativa*

Ähnlich wie bei den *Perilla*-Pflanzen wurden auch hier zwei verschiedene Reissorten einander gegenübergestellt, eine farbstoffhaltige und eine ohne Farbstoff, nämlich: a) die Sorten "Murasaki-Inc-Mochi," "Murasaki-Daikoku" und "Murasaki-Motsure" bei denen in Blattspreiten und Blattscheide der Anthocyanfarbstoff in sehr starkem Masse auftritt und den Sorten "Shinriki-Mochi," "Daikoku" und "Motsure," die kein oder nur wenig Farbstoff enthalten und welche Sorten in der genannten Reihenfolge einander doch morphologisch und nach ihrem Entwicklungsumfang sehr ähnlich sind. b) Dann wurden ebenso auch die an Blattspreiten und Blattscheiden der farbstofflosen, in den Spelzen aber viel Farbstoff und auch in ganzen Pflanzenkörper reichlich Chromogen anscheinend enthaltenden Sorte "Akashinriki" und die keinen Farbstoff enthaltende Sorte "Banshinriki" einander vergleichend gegenüber gestellt und sämtlich gleichzeitig und unter denselben Bedingungen in WAGNER'schen Töpfen kultiviert. Die übrige Behandlung geschah wie bei den *Perilla*-Pflanzen. Die Differenz in dem Gesamtassimilatgehalt zwischen den morgens und abends gepflückten Blättern wurde dann als Ausdruck für den Umfang der Assimilationstätigkeit angesehen. Bei diesen Versuchen habe ich zwei Kulturreihen eingeführt, nämlich die eine, die schon im Mai (gewöhnliche Saatperiode) und die andere, die erst Anfang Juli (ungehörliche Saatperiode) ausgesät wurde, dabei aber dieselben Sorten benutzt wurden.

Reihe A. Höhere Temperatur während des ausgewachsenen Stadiums

In dieser Reihe (gewöhnliche Kulturperiode) wurden die Samen am 25. Mai ausgesät und am 5. Juli umgepflanzt. Das Untersuchungs-

material wurde im ausgewachsenen Stadium der Pflanzen, d. h. von Anfang August bis ca. 20. August geerntet und an diesem die üblichen Bestimmungen vorgenommen (Temperaturverhältnisse während dieser Zeit: durchschnittliches tägliches Maximum 33.7°C, durchschnittliches tägliches Minimum 23.9°C, mittlere Tagstemperatur 28.2°C).

Ergebnisse: a) Vergleich zwischen den Sorten mit sehr starkem Farbstoffgehalt in den Blattspreiten und Blattscheiden und den Sorten mit nur schwachem oder gar keinem Farbstoffgehalt, d. h. "Murasaki-Ine-Mochi" und "Shinriki-Mochi," "Murasaki-Daikoku," und "Daikoku" sowie "Murasaki-Motsure" und "Motsure." In diesem Falle wurde vollständig umgekehrt zu den bei den *Perilla*-Pflanzen erhaltenen Ergebnissen gefunden, dass die Menge der produzierten Assimilate ausgedrückt durch die Differenz in dem Gesamtcarbohydratgehalt zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern bei den Sorten mit starkem Farbstoffgehalt geringer war als bei denen mit geringem oder gar keinem Farbstoffgehalt. (Tab. 2. a.)

Tabelle 2.

Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten bei *Oryza sativa* während des ausgewachsenen Stadiums bei höherer Temperatur. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1 cm² Volumen des Gesamtpulvers)

a) Vergleich zwischen den Sorten mit sehr starkem Farbstoffgehalt in den Blattspreiten und Blattscheiden, und den Sorten mit gar keinem oder nur schwachen Farbstoffgehalt, d. h. "Murasaki-Ine-Mochi" und "Shinriki-Mochi," "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" sowie "Murasaki-Motsure" und "Motsure"

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Murasaki-Ine-Mochi"	61.3	95.0	33.7
"Shinriki-Mochi"	69.6	105.3	35.7
"Murasaki-Daikoku"	75.5	81.9	6.4
"Daikoku"	77.9	86.3	8.4
"Murasaki-Motsure"	85.2	93.4	8.2
"Motsure"	88.0	106.3	18.3

- b) Vergleich zwischen der zwar in den Blättern keinen Farbstoff, wohl aber in den Spelzen reichlich enthaltenden und auch Chromogenen in den ganzen Pflanzenkörpern anscheinend enthalten Sorte, "Akashinriki" und der garkeinen Farbstoff enthalten Sorte "Banshinriki"

"Akashinriki"	77.8	85.2	7.4
"Banshinriki"	77.4	85.1	7.7

* Die Zahlen sind Durchschnittswerte von zweimaligen Versuchen mit je 15-18 Versuchspflanzen. Der Assimilategehalt der Blätter in jedem Versuche wurde durch 3-5 malige Analyse von 4-6 cm³ Volumen des Gewebspulvers gefunden.

- b) Dieses Resultat wurde auch bei den Reispflanzen erhalten, die zwar in den Blättern keinen Farbstoff, wohl aber solchen in den Spelzen enthalten, d. h. die Sorte "Akashinriki," die im Vergleich zu der Sorte "Banshinriki" angebaut worden war. (Tab. 2. b.)

Reihe B. Niedrigere Temperatur während des ausgewachsenen Stadiums

Bei diesen Versuchen (ungewöhnliche Kulturperiode) wurden die Pflanzen genau wie in der Reihe A behandelt, doch erst am 1. Juli gesät und am 1. August aus dem Saatbeet umgepflanzt. Die üblichen Bestimmungen fanden dann im ausgewachsenen Stadium der Pflanzen, d. h. zwischen dem 10. bis Ende September in einer Periode niedrigerer Lufttemperatur statt. (In der genannten Zeit beträgt die Lufttemperatur: durchschnittliches tägliches Maximum 26.8°C, durchschnittl. täg. Minimum 18.1°C, mittlere Tagestemperatur 22.3°C.)

Ergebnisse. a) In diesem Falle war bei den stark Farbstoffhaltigen Sorten im Vergleich zu den wenig oder garkeinen Farbstoffhaltenden die produzierte Menge an Assimilaten grösser. (Tab. 3. a.)

b) Ein ähnliches Resultat wurde bei den Reispflanzen erhalten, die keinen Farbstoff in den Blättern, wohl aber in den Spelzen enthalten. (Tab. 3. b.)

Tabelle 3.

Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten, (gegeben mit dem Wert pro 1 cm³ Volumen des Gewebspulvers) bei *Oryza sativa*, während des ausgewachsenen Stadium bei niederer Temperatur*

- a) Vergleich zwischen den Sorten mit sehr starkem Farbstoffgehalt in den Blattspreiten und Blattscheiden, und den Sorten mit garkeinen oder nur schwachen Farbstoffgehalt

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Murasaki-Daikoku"	81.1	107.4	26.3
"Daikoku"	88.7	103.9	15.2
"Murasaki-Motsure"	80.9	102.8	21.9
"Motsure"	68.9	102.9	14.0

- b) Vergleich zwischen der zwar in den Blättern keinen Farbstoff, wohl aber in den Spelzen reichlich enthalten und auch die Chromogen in ganzen Pflanzenkörpern anscheinend enthalten Sorte "Akashinriki" und der garkeinen Farbstoff enthalten Sorten "Banshinriki"

"Akashinriki"	86.9	96.8	9.9
"Banshinriki"	83.6	88.0	4.4

1 Die Blattspreiten wurden von 16-20 Versuchspflanzen entnommen. Der Assimilatgehalt der Blätter wurde ähnlich wie in Tab. 2. bestimmt.

Aus diesen Ergebnissen scheint mir hervorzugehen, dass bei *Oryza sativa* nur in den Perioden niedrigerer Temperatur die Assimilations-tätigkeit der Pflanzen durch den in den Vegetationsorganen auftretenden Anthocyanfarbstoff wesentlich beschleunigt wird, während in den Perio-den höherer Temperatur das umgekehrte der Fall ist.

3. *Abutilon avicinnae*

In den vorhergehenden Versuchen ist festgestellt worden, dass bei den *Perilla*- und *Oryza*-Pflanzen, bei deren Blättern die Assimilations-tätigkeit eine sehr starke sein dürfte, bei solchen Sorten mit einem starken Anthocyangehalt der Blätter, wenigstens bei den nicht zu hohen Temperaturen diese Assimilationstätigkeit beschleunigt wird.

Eine andere Frage ist allerdings, ob bei anderen Pflanzenarten, bei denen der Farbstoff zwar nicht in den Blättern wohl aber den Blatt-stielen und Stengeln in starkem Masse auftritt, im Vergleich zu solchen derselben Art, bei denen dieser Farbstoff nicht zur Beobachtung kommt,

ähnliche Beziehungen zwischen Farbstoffvorkommen und Assimilationstätigkeit bestehen.

Verf. hat zu diesbezüglichen Untersuchungen *Abutilon*-Pflanzen, die ihm schon früher als Untersuchungsmaterial dienten, gewählt und mit diesen den diesmaligen Untersuchungen entsprechende Versuche angestellt, d. h. es wurden die Sorten "Akaguki" mit starken Anthocyanfarbstoffgehalt der Stengel und Blattstiele und "Awoguki" ohne solchen Farbstoffsgehalt in WAGNER'schen Kulturtöpfen gezogen und ebenso wie in den vorhergehenden Versuchen die produzierte Menge an Assimilaten bestimmt.

Ergebnisse: Ähnlich wie bei den *Perilla*-Pflanzen erwies sich die Assimilationstätigkeit bei den in Stengel und Blattstiel den Anthocyanfarbstoff enthaltenden Pflanzen als stärker als bei denen, die keinen Farbstoff enthielten. (Tab. 4.)

Tabelle 4

Vergleich der Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten bei den Sorten "Akaguki" und "Awoguki" von *Abutilon oricinnae*¹

(Die Zahlen haben dieselbe Bedeutung wie bei den vorhergehenden Tabellen)

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Akaguki"	65.1	148.3	83.2
"Awoguki"	54.0	134.6	80.6

¹ Die Zahlen bedeuten Durchschnittswerte, gefunden aus 30 Versuchspflanzen. Die Zahlen für den Assimilategehalt der Blätter bilden die Durchschnittswerte für 3 Analysen von je 3-4 cm³ Volumen des Gewebspulvers.

4. *Datura stramonium*

Auch von dieser Pflanze wurden die beiden Sorten "Akaguki" (Rotstengel) und "Awoguki" (Grünstengel) vergleichsweise angebaut und zwar in der gewöhnlichen Versuchsperiode auf dem Versuchsfelde. Die Bestimmungen geschahen wie bei den übrigen Versuchspflanzen im ausgewachsenen Stadium.

Die Ergebnisse dieser Versuche waren den mit den *Abutilon*-

Pflanzen erhalten sehr ähnlich, d. h. die an einen hellen Tage produzierte Menge an Assimilaten ausgedrückt durch die Differenz in dem Gesamtgehalt an Assimilaten in den an einem hellen Tage morgens bzw. abends gesammelten Blättern bei der roten Sorte eine grössere war, als bei der Sorte ohne Anthocyanfarbstoff. (Tab. 5.)

Tabelle 5.

Vergleich der Differenz in dem Gesamtgehalten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten bei den "Akaguki"- und "Awoguki"- Sorte von *Datura stramonium*¹

(Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1 cm³ des Gewebspulvers)

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Akaguki"	26.2	93.5	67.3
"Awoguki"	25.8	86.7	60.9

¹ Die Zahlen sind gegeben in den Durchschnittswerte gefunden aus 20-30 Versuchspflanzen; die Assimilategehalt der Blätter wurde durch 3 malige Analyse von je 4-6 cm³ Volumen des Gewebspulvers bestimmt.

5. *Corchorus capsularis*

Auch von dieser Pflanze wurden die beiden Sorten "Akaguki" und "Awoguki" gleichzeitig in Töpfen kultiviert. Auch bei diesen Sorten enthält die erstere den Farbstoff in Blattstielen und Stengeln, die letztere dagegen fast garkeinen. Die Versuche wurden ganz analog den früheren Versuchen durchgeführt.

In diesem Falle hat der Verf. im Vergleich zu den *Abutilon*- und *Datura*-Pflanzen gerade umgekehrte Resultate erhalten, d. h. es war bei der Farbstoff enthaltenden Sorte die wie üblich bestimmte Menge an produzierten Assimilaten eine niedrigere. (Tab. 6.)

Tabelle 6.

Vergleich der Differenz in den Gesamtgehalt an Assimilaten zwischen den morgens und abends gesammelten Blattspreiten bei den "Akaguki"- und "Awoguki"- Sorte von *Corchorus capsularis*¹

(Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1 cm³ des Gewebspulvers)

Sorten	Blätter, gesammelt um 6 Uhr morgens (mg)	Blätter, gesammelt um 6 Uhr abends (mg)	Differenz zwischen den morgens und abends gesammelten Blättern (mg)
"Akaguki"	72.6	173.5	100.9
"Awoguki"	67.7	177.5	109.8

¹ Die Daten sind Durchschnittswerte von dreimaligen Versuchen mit je 30-40 Versuchspflanzen. Der Assimilategehalt der Blätter wurde in jedem Versuche durch 3-5 malige Analyse von 3-4 cm³ Volumen der Gewebepulver bestimmt.

IV. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE

Bezüglich der Beziehungen zwischen dem an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoff und der Assimilation bei *Perilla nankinensis*, *Oryza sativa*, *Abutilon avicinnae*, *Datura stramonium* und *Corchorus capsularis* ist der Verf. im Ganzen zu den nachfolgenden Ergebnissen gekommen:

Bei den ausgewachsenen *Perilla*-Pflanzen habe ich gefunden, dass bei der in Stengeln und Blättern stark Farbstoff enthaltenden Sorte "Akashiso" im Vergleich zu der nur wenig Farbstoff enthaltenden Sorte "Awoshiso" die in den Blattspreiten an einem hellen Tage insgesamt produzierte Menge an Assimilaten eine grössere ist, danach also bei den in den Blättern in starkem Masse Anthocyanfarbstoff enthaltenden Pflanzen die Assimilationstätigkeit eine stärkere zu sein scheint als bei solchen Pflanzen, die nur wenig oder gar keinen Farbstoff enthalten.

Die so von dem Verf. ausgedrückte Assimilationstätigkeit der Pflanzen ist wiedergegeben durch die Bestimmung der Differenz in dem gesamten Assimilategehalt der Blattspreiten, die im ausgewachsenen Stadium der Pflanzen an einem hellen Tage morgens bzw. abends gesammelt wurden. Der Grad der genannten Assimilationstätigkeit der Pflanzen müsste dabei um so grösser sein, je stärker der Grad sowohl der Verwendung oder Auswanderung der durch die Assimilation der Blätter in ihnen angesammelten Assimilate in der Nacht ist, als auch die synthetische Tätigkeit der Assimilate durch das Chlorophyll in den Gewebszellen der Blätter an einem hellen Tage vor sich geht. Mit anderen Worten muss der Grad der vom Verfasser ausgedrückten Assimilationstätigkeit der Pflanzen um so grösser sein, je stärker ver-

schiedenen physiologischen Erscheinungen in den Blättern vor sich gehen. Nach verschiedenen Autoren (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 etc.) sollen die Anthocyanfarbstoffe ebenso wie auch die Chromogensubstanz in den peripheren Gewebszellen eine Schutzwirkung gegen die für das Zellplasma chemisch oder physikalisch schädlich wirkenden Bestandteile des Sonnenlichtes oder auch eine Förderung der Wärmeabsorption bewirken. Mir scheint nach diesen meinen Versuchen mit den *Perilla*-Pflanzen sehr wahrscheinlich, dass durch den sehr starken Anthocyangehalt der Blätter die Wärmeabsorption gefördert wird (2, 7, 25, 26, 27, 28 etc.) und durch diese sich die gefundene Differenz in dem Assimilatgehalt bei den farbstoffhaltenden Pflanzen und denen mit fast keinem Farbstoff, i. e. the erhöhte Assimilationstätigkeit erklärt.

Diese meine Annahme scheint mir besonders durch die Versuchsergebnisse mit *Oryza sativa* bestätigt zu sein. Ich habe diese Pflanze in zwei Sorten, d. h. den farbstoffhaltenden und nicht farbstoffhaltenden in zwei verschiedenen Wachstumsperioden gezogen und zwar so, dass in der einen Wachstumsperiode reichlich Wärme zur Verfügung stand, während in der anderen die Temperatur eine nicht unbedeutend niedrigere war. Hier stellte sich heraus, dass in der Entwicklung der Pflanzen bei höherer Temperatur im ausgewachsenen Stadium der Assimilatgehalt der farbstoffhaltigen Sorten ganz im Gegensatz zu dem mit den *Perilla*-Pflanzen erhaltenen Ergebnis, ein geringerer war als bei den nur wenig oder gar keinen Farbstoff enthaltenden Sorten. Dahingegen habe ich bei den Reispflanzen, die bei niedrigerer Temperatur gezogen wurden, dasselbe Ergebnis erhalten wie bei den *Perilla*-Pflanzen. Demnach scheint also bei höherer Temperatur die absorbierte zu hohe Wärmemenge auf die Assimilationstätigkeit eher einen ungünstigen Einfluss auszuüben.

Aus den Ergebnissen an den erwähnten zwei Pflanzenarten schliesse ich, dass zwischen dem Farbstoffgehalt der Pflanzen und der Wärmeabsorption bzw. der Assimilation eine innige Beziehung besteht, obwohl KUILMAN (15) auf Grund seiner Versuche der Assimilation mit verschiedenen Pflanzen mit oder ohne Anthocyanfarbstoffgehalt die Tatsache des Einflusses des Anthocyanfarbstoffgehaltes auf die Assimilationstätigkeit der Blätter negierte. Nach meiner Meinung muss allerdings die Ansicht KUILMAN's weiter nachgeprüft werden.

Bei meinen Versuchen mit solchen Reispflanzen, die den Anthocyanfarbstoff nicht in den Blättern wohl aber in den Spelzen und

auch im ganzen Körper anscheinend reichlich Chromogen enthalten (18), wurden ähnliche Resultate wie bei den vorhergehenden Versuchen geliefert. Nach SIIBATA (22, 23, 24) absorbieren das Flavon und die Flavonglukoside (die Chromogene des Anthocyanfarbstoffes) die schädlichen kurzweligen ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes oder Wärme, sodass sie eine dem Anthocyan ähnliche physiologische Wirkung haben. Wenn wir hierzu meine Resultate in Berücksichtigung ziehen, so wäre zu sagen, dass auch wenn kein Anthocyanfarbstoff in den Blättern vorhanden ist, das Chromogen doch in ähnlicher Weise die Wärme absorbiert und auf die physiologischen Funktionen der Pflanze beeinflusst. Dass bei *Oryza* die Anthocyan oder Chromogen enthaltenden Sorten eine höhere lebhafte Assimilationstätigkeit zeigen, ist eine für die Reiskultur sehr bemerkenswerte Tatsache.

Bei den vorgenannten Versuchen wurden hauptsächlich solche Pflanzen verwendet, die den Farbstoff in den Blättern enthielten. Verf. hat nun festzustellen gesucht, welchen Einfluss bei einigen anderen Pflanzen, bei denen der Farbstoff nicht in den Blättern, wohl aber in Stengeln und Blattstielen vorhanden ist, dieser auf die Assimilation besitzt. Zu diesen Versuchen dienten *Abutilon avicinnae* und *Datura stramonium*, bei denen der Anthocyanfarbstoff in Stengeln und Blattstielen in reichem Masse vorkommt. Die Resultate dieser den vorgenannten gleichsinnig ausgeführten Versuche waren fast dieselben, wie ich sie bereits oben beschrieben habe, d. h. die Differenz zwischen dem Gesamtkohlehydratgehalt der Blattspreiten war bei den in Stengel und Blattstiel stark farbstoffhaltigen Pflanzen im Vergleich zu denen die wenig oder keinen Farbstoff enthalten ein grösserer. Diese Erscheinung wird wahrscheinlich wiederum darauf zurückzuführen sein, dass auch bei diesen Pflanzen vielleicht der Chromogengehalt der Blätter ein höherer ist und durch die erhöhte Wärmeabsorption die Assimilationstätigkeit günstig beeinflusst wird.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen fand ich nun bei weiteren Versuchen mit *Cochrurus capsularis*, dass bei der in Stengeln und Blattstielen den Farbstoff in reichem Masse enthaltenden Sorte "Akaguki" im Vergleich zu der nur wenig Farbstoff enthaltenden Sorte "Awoguki" die gefundene Differenz bei der letzteren eine grössere war. Über die Ursache für diese Erscheinung bedürfen wir noch weitere Forschungen, doch möchte ich nicht verfehlten hier zu bemerken, dass ganz allgemein in dieser Gegend (Fukuoka) bezügl. ihrer Entwicklung ein nicht un wesentlicher Unterschied zwischen den hier beheimateten

und tropischen Gewächsen, wie ja *Corchorus* eines ist, besteht. Nicht ohne Bedeutung wird es z. B. sein, dass bei den übrigen bereits genannten Pflanzen, die hier beheimatet sind, der Farbstoff schon bei den Keimpflanzen auftritt, bei *Corchorus* dagegen erst später. Weiter ist zu beachten, dass bei den *Perilla*-, *Oryza*-, *Abutilon*- und auch *Datura*-Pflanzen bei den Sorten bei denen der Anthocyanfarbstoff in verschiedenen Vegetationsorganen in sehr starken Masse auftritt im Vergleich zu denen, bei denen der Farbstoff nicht beobachtet wird, der Entwicklungsumfang insbesondere bei niedrigerer Lufttemperatur ein grösserer ist, bei *Corchorus* aber ist gerade das Gegenteil der Fall, d. h. die farbstoffhaltige Sorte "Akaguki" zeigt im Vergleich zu der keinen Farbstoff enthaltenden Sorte "Awoguki" einen geringeren Entwicklungsumfang und ein ungesundes, unscheinbares Aussehen. Das ergibt sich auch aus der Tatsache, dass das Gesamtrockengewicht der oberirdischen Pflanzenteile bei der "Akaguki" geringer ist als bei "Awoguki." Dazu geht auch das Reifen der Samen in unnormaler Weise vor sich. Vielleicht können alle diese Erscheinungen eine Erklärung für den Unterschied zwischen *Corchorus capsularis* und allen anderen benützten Versuchspflanzen geben.

Ganz allgemein lassen sich die Ergebnisse dieser meiner Versuche so deuten, dass bei allen angewandten Versuchspflanzen mit der Ausnahme von *Corchorus*, bei den Sorten die den Anthocyanfarbstoff oder Chromogen in Blättern oder anderen Körperteilen enthalten, die Assimilationstätigkeit eine höhere war, zum wenigstens aber in einer Wachstumsperiode während welcher die Lufttemperatur keine allzuhohe ist.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1) Verf. hat bei *Perilla nankinensis*, *Oryza sativa*, *Abutilon avicinnae*, *Datura stramonium* und *Corchorus capsularis* und zwar bei solchen Sorten, bei denen in den Blättern oder anderen Vegetationsorganen der Anthocyanfarbstoff auftritt und bei solchen Sorten, bei denen der Farbstoff nur in geringem Masse oder garnicht auftritt in ausgewachsenem Stadium der Entwicklung den Grad der Assimilationstätigkeit durch Feststellung der Differenz in dem Gesamtgehalt an Kohlehydraten der an einem hellen Tage morgens bezws. abends geplückten Blätter bestimmt.

2) Bei solchen Pflanzenarten, bei denen in den Blättern und

Stengeln der Anthocyanfarbstoff auftritt, wie z. B. *Perilla*- wie auch *Oryza*-Pflanzen, wird die Assimilation durch das Dasein des Farbstoffes od. Chromogens gefördert, zum wenigstens aber in einer Wachstumsperiode während welcher die Lufttemperatur keine allzuhohe ist.

3) Ein ähnliches Resultat wurde bei solchen Pflanzenarten erhalten, die keinen Farbstoff in den Blättern, wohl aber in Stengeln und Blattstielen enthalten, wie z. B. *Abutilon* und *Datura*. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich auf den Chromogengehalt der Blätter dieser Pflanzen zurückzuführen.

4) Die Ursache für die Tatsache, dass man bei den Pflanzen, bei denen kein Anthocyanfarbstoff in den Blättern, wohl aber das Chromogen anscheinend auftritt, ein ähnliches Resultat erhält, wie bei den Anthocyan enthaltenden, ist aller Wahrscheinlichkeit nach darauf zurückzuführen, dass das Chromogen physiologisch in ähnlicher Weise auf den Assimilationsvorgang einwirkt wie das Anthocyan.

5) Nur bei *Cochinchina capsularis* fand ich von den mit den genannten vier Versuchspflanzen erhaltenen, divergierende Versuchsergebnisse. Um die Ursache dieser Erscheinungen festzustellen, bedarf es freilich noch eingehender Untersuchungen, doch ist hier zu bedenken, dass *Cochinchina* eine Tropenpflanze ist und vielleicht die Beziehungen zwischen dem Anthocyan oder seinen Chromogenen und der Temperatur bei tropischen Pflanzen sich anders gestalten, als bei den in der gemässigten Zone heimischen.

Vorliegende Untersuchungen wurden in den Jahren 1929-1932 in dem agronomischen und dem botanischen Institut der Kaiserlichen Kyushu-Universität ausgeführt. Es ist mir aufrichtiges Bedürfnis meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. KOKETSU, für Anregung und Leitung bei dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

LITERATUR

1. ENGELMANN, TH. W., Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zersetzung der Kohlensäure im Lichte. (Bot. Zeit. **45**, 1887.) Ref., Just's Bot. Jahresh. **15**, p. 555, 1887.
2. EWART, A. J., The effect of tropical insolation. Ann. Bot. **11**, p. 439, 1897.
3. FILARSKY, J., Über Anthocyan und einen interessanten Fall der Nichtausbildung dieses Farbstoffes. Bot. Centralbl. **4**, p. 157, 1895.
4. 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.

5. KEEBLE, F. W., The hanging foliage of certain tropical trees. Ann. Bot. **9**, p. 59, 1895.
6. KERNER, A., Pflanzenleben. I, Leipzig, 1922.
7. KNY, L., Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyanins. (Estratto dagli Atti d. Congres. Bot. Internatio. 1892.) Ref., Bot. Centralbl. **56**, p. 472, 1893.
8. KÔKETSU, R., Ueber den Gehalt an Trockensubstanz und Asche in einem bestimmten Volumen Gewebepulver als Indizium für den Gehalt des Pflanzenkörpers an denselben Konstituenten. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **1**, p. 151, 1924.
9. KÔKETSU, R., KOSAKA, H., SATO, T. und FUJITA, T., Ueber den Effekt der Anwendung der "Pulvermethode" für die Bestimmung des Stoffgehaltes in Pflanzenkörper. V. Japanisch. m. Deutsch. Zusammenf.) Bult. Sci. Fakult. Terkult. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 232, 1929.
10. 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 bei *Abutilon avicinnae*. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **2**, p. 207, 1929.
11. ——, II. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen der Assimilationstätigkeit und der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicinnae*. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 29, 1931.
12. ——, III. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen der Wachstumstätigkeit und der Anthocyanbildung bei *Abutilon avicinnae*. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 99, 1931.
13. ——, 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. Kyushu Imp. Univ. **5**, p. 186, 1932.
14. ——, Die Beziehungen zwischen den an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffen und den verschiedenen physiologischen Erscheinungen von einigen Pflanzen. (Japanisch.) Botany a. Zoology, Tokyo **1**, p. 13, 1933.
15. KUCHMAN, L. W., Physiologische Untersuchungen über die Anthocyane. Rec. Trav. Bot. Neerland **27**, p. 287, 1930.
16. KUMAGAWA, M. u. SUTO, K., Ein Beitrag zur Zuckertitrierung mit ammoniakalischer Kupferlösung nach PAVV. SALKOWSKI-Festschrift, 1904.
17. LIIPPMÄA, TIL, Über Pigmenttypen und ihre Bedeutung für Anthocyanfrage. Ber. deutsch. Bot. Ges. **46**, p. 267, 1928.
18. NAGAI, I., A genetico-physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments of plants. Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo **8**, No. 1, 1921.
19. ONSLOW, W., The anthocyanin pigments of plants. 2 Edd. Cambridge, 1925.
20. PICK, H., Ueber die Bedeutung des rothen Farbstoffes bei den *Phanerogamen* und die Beziehungen desselben zur Stärkewandelung. Bot. Centralbl. **16**, p. 281, 1883.
21. PLEISTER, W., Kohlensäure Assimilation und Atmung bei varietäten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden. Beitr. Biol. Pflanzen, **II**, p. 250, 1912.
22. SHIBATA, K., Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. I. Mitteilung. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 118, 1915.
23. SHIBATA, K. u. KISHIDA, M., II. Mitteilung. Ein Beitrag zur chemischen Biologie der Alpinen Gewächse. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 301, 1915.
24. SHIBATA, K. u. NAGAI, I., III. Mitteilung. Über den Flavonderivategehalt der Tropenpflanzen. Bot. Mag. Tokyo **30**, p. 149, 1916.

25. 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. 583, 1909.
 26. STAHL, E., Über bunte Laubblätter. Ann. Gard. Bot. Buitenzorg **13**, p. 137, 1896.
 27. THOMAS, TH., Anpassung der Winterblätter von *Galeobdolon luteum* an die Wärmestrahlung des Erdbodens. Ber. deutsch. Bot. Gesel. **19**, p. 339, 1901.
 28. WEHRLI, L., Über die Bedeutung der Färbung bei den Pflanzen. Ber. Schweiz. Bot. Gesel. Bern **4**, p. 23, 1894.
 29. WIESNER, J., Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. II. Beobachtungen über Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls tropischer Gewächse. Sitzber. d. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien, Mathem-naturw. Classe, **103**, Abt. I, p. 15, 1894.
 30. WIGAND, A., Die Rothe und blaue 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.
-