

Die Beziehungen Zwischen Den Verschiedenen  
Physiologischen Erscheinungen Der Pflanzen Und  
Den In Verschiedenen Vegetationsorganen In  
Erscheinung Tretenden Farbstoffen. V.  
Mitteilung. Ueber Die Beziehungen Zwischen Dem  
Dasein Des Anthocyanfarbstoffes Und Der  
Transpiration Bei Einigen Kulturpflanzen

Kosaka, Hiroshi  
Agronomisches Institut, Kaiserliche Kyushu-Universität

<https://doi.org/10.5109/22569>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院紀要. 4 (2), pp.95-126, 1933-11. Kyushu Imperial University  
バージョン：  
権利関係：



Journal of the Department of Agriculture, Kyushu Imperial University, Vol. 4, No. 2  
November 10, 1933

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN VERSCHIE-  
DENEN PHYSIOLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN  
DER PFLANZEN UND DEN IN VERSCHIE-  
DENEN VEGETATIONSORGANEN IN  
ERSCHEINUNG TRETENDEN  
FARBSTOFFEN

V. MITTEILUNG. UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN  
DEM DASEIN DES ANTHOCYANFARBSTOFFES UND DER  
TRANSPiration BEI EINIGEN KULTURPFLANZEN<sup>1</sup>

Hirosi KOSAKA

I. EINLEITUNG

In der IV. Mitteilung (11) dieser Untersuchungsreihe habe ich bereits festgestellt, dass bei einigen Kulturpflanzen das Dasein des Anthocyanfarbstoffes zur Assimilationstätigkeit der Pflanzen in inniger Beziehung steht und zwar, dass aller Wahrscheinlichkeit nach der in den verschiedenen Vegetationsorganen enthaltene Farbstoff Wärme absorbiert, wodurch die Assimilationstätigkeit beschleunigt wird (18). Diese Tatsache ist ja auch bereits von anderen Forschern (1, 2, 3, 4, 5, 6, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, etc.) berichtet worden, so ist z. B. nach SMITH (22) die innere Temperatur der Gewebe von Blättern mit starkem Anthocyanfarbstoffgehalt eine höhere als bei den Pflanzenarten, die diesen Farbstoff nicht enthalten. STAHL (23) hat bei *Medicago intertexta* und manchen anderen *Papilionaceae*, KEENER (4) bei *Diervilla ronicella* festgestellt, dass im Vergleich zu den Sorten ohne Farbstoff, die farbstoffent-

<sup>1</sup> Arbeiten aus dem agronomischen Institut der Kaiserlichen Kyushu Univ. No. 51.  
Arbeiten aus dem botanischen Laboratorium der Kais. Kyushu Univ. No. 50.

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

haltenden Sorten in stärkerem Masse Wärme absorbieren und somit die Transpiration intensiver gestalten. Nach allem nimmt der Verf. an, dass zwischen dem Vorhandensein des Anthocyanfarbstoffes in den verschiedenen Vegetationsorganen und nicht nur der Assimilationstätigkeit, sondern auch der Transpiration innige Beziehungen bestehen (13). In dieser Mitteilung berichtet Verf. nun über die von ihm festgestellten, ziemlichen deutlichen Beziehungen zwischen dem in verschiedenen Vegetationsorganen auftretenden Anthocyanfarbstoff und der Transpiration.

Die genannten Untersuchungen wurden in den Jahren 1928-1931 in dem agronomischen und botanischen Institut der Kaiserlichen Kyushu-Universität ausgeführt. Es ist mir aufrichtiges Bedürfnis meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. KÔKETSU, für Anregung, und Leitung bei dieser Arbeit meiner herzlichsten Dank auszusprechsten.

## II. MATERIAL UND METHODIK

Als Material dienten mir, wie bei dem IV. Teile dieser Untersuchungen *Oryza sativa*, *Perilla nankinensis* und *Abutilon avicennae* in je einer das Anthocyan bildenden und einer dicsen Farbstoff nicht oder doch nur in sehr geringem Masse bildenden Sorte, welche beiden Sorten jedoch morphologisch dieselbe Struktur besitzen. Von den *Oryza*-Pflanzen wurde die Sorte "Murasaki-Daikoku" (diese enthält den Farbstoff hauptsächlich in den Epidermiszellen der Blattspreiten und sehr stark in der Blattscheide) und weiter die den Farbstoff nicht enthaltende Sorte "Daikoku" benutzt. Von den *Perilla*-Pflanzen diente die Sorte "Akashiso," die den Farbstoff in Stengeln, Blattstielen und Blattspreiten in reichlichen Mengen enthält (diese Anthocyanbildung habe ich in früheren anatomischen Untersuchungen (12) als am meisten in der Epidermis und den Haargebilden und ziemlich reichlich in den parenchymatischen Zellen in den Gefässtümpfen der Stengel, Blattstiele und Blattspreiten vorkommend festgestellt und die Sorte "Awoshiso," die den Farbstoff nur in sehr geringer Menge enthält. Bei den *Abutilon*-Pflanzen kommt der Farbstoff nicht in den Blattspreiten, dagegen sehr stark in den Epidermiszellen der Stengel und Blattstiele zum Vorschein. Die den Farbstoff sehr stark enthaltenden *Abutilon*-Sorten tragen den Namen "Akaguki" (Rotstengel) und

die ihn nur in geringem Masse enthaltenden den Namen "Awoguki" (Grünstengel). Bei den "Awoguki"-Pflanzen tritt der Anthocyanfarbstoff am Hypokotyl und Blattstiel in einem frühen Entwickelungsstadium in Erscheinung, in weiteren Entwickelungsstadien aber tritt er im Stengel ganz zurück und bleibt nur in den Blattstielen in schwachem Masse erhalten.

Es ist selbstverständlich, dass in diesem Falle bei den einzelnen Materialien der beiden verschiedenen Sorten die Formen der Stomata und die Zahl der Stomata in einem bestimmten Flächenraum der Blattspreiten einander ähnlich gehalten wurden.

Bei diesen 3 Pflanzen wurde in je 2 Gruppen (mit und ohne Farbstoff je eine Gruppe) der Grad der Transpiration und immer zu gleicher Zeit mittels LIVINGSTONE's Atmometer (15) die relative Transpiration ermittelt, d. h. die Transpirationskraft der Pflanzen selbst ermittelt (10, 14) und weiter ein Vergleich zwischen den beiden Pflanzensorten angestellt.

Zur Feststellung der Transpirationsmenge wurden die vorher in Wasserkulturen gezogenen Pflanzen in Stadium der höchsten Entwicklung mit völlig entfalteten Elättern in dem mit Wasser gefüllten KÔKETSU'schen Potometer (24) hineingestellt. Dieses geschah in einer Zeit, in der die Lufttemperatur in Fukuoka am höchsten ist, d. h. zwischen Juli und August. Es wurde mittels der Wägungsmethode verfahren. Die zu den Bestimmungen verwendeten Pflanzen wurden mit den Wurzeln am Nachmittage in den Potometer hineingesteckt und bis zum nächsten Morgen, d. h. während 12-14 Stunden darin im Laboratorium gehalten und dann nur die gesunden Pflanzen zur Bestimmung benutzt.

Bei den *Perilla*-Pflanzen wurden ausser den Versuchen mit dem Potometer auch durch die Wägungsmethode der Gewichtsverlust bestimmt, nachdem die Pflanzen vorher in kleinen Aluminium-Töpfen in einem Medium von einem Teil Lehm und 2 Teilen Sand gezogen worden waren.

Zum Vergleich des Grades der Transpiration bei den beiden Sorten wurde die von den Pflanzen verdunstete Menge Wasser innerhalb eines bestimmten Zeitraumes mit dem Wert der Menge pro Einheit-Flächenraum der Blattspreiten oder mit dem Werte der Menge pro Einheit-Volum des Gewebspulvers (7, 8, 9) der oberirdischen Körperteile bestimmt und immer zu gleicher Zeit der Grad der relativen Transpiration oder der Grad der Transpirations-

kraft durch den Wert des Verhältnisses zwischen der bestimmten Transpirationsmenge der Pflanzen und der Menge des von dem LIVINGSTONE'schen Atmometer (15) im gleichen bestimmten Zeitraum verdunsteten Wassers festgestellt (10, 14).

Andererseits wurden die Betrachtungen über die Transpiration durch mikroskopische Untersuchungen der Stomata ebenso wie mittels der MOLISCH'schen Infiltrationsmethode (17) vermittels derer der Grad der Oeffnung und Schliessung der Spalten festgestellt wurde, ergänzt.

### III. VERGLEICH ZWISCHEN DER TRANSPIRATIONSMENGE UND DER TRANSPIRATIONSKRAFT GEFUNDEN AN ZWEI VERSCHIEDENEN SORTEN UNTER BESONNUNG

#### a. *Oryza sativa*

Versuch 1.—Von den beiden genannten *Oryza*-Sorten wurde die totale Transpirationsmenge zur Tageszeit (7-19 Uhr), zur Nachtzeit (19-7 Uhr) sowie auch die ganze Tagesmenge von 24 Stunden, weiter auch der tägliche Verlauf der Transpirationsmenge wie auch die Transpirationskraft zu verschiedenen Tageszeiten so bestimmt, dass während der Tageszeit die Bestimmungen immer nach 2-3 Stunden und in der Nacht 1-3 mal vorgenommen wurden.

Das Ergebnis dieser Versuche erhellt, dass im Vergleiche der Sorte "Murasaki-Daikoku" zu der Sorte "Daikoku" (wenn wir die Durchschnittswerte gewonnen an beiden Sorten gleich Hundert setzen) das Verhältnis der Transpirationsmenge der ersteren zur letzteren Sorte sich zur Tageszeit auf 122: 78, zur Nachtzeit auf 131:69 und innerhalb 24 Stunden auf 123:77 stellt. Es zeigt sich also, dass die gesamte Transpirationsmenge bei der den Farbstoff enthaltenden Sorte "Murasaki-Daikoku" eine sehr viel grössere ist (Tabelle 1).

Berücksichtigen wir dann den täglichen Verlauf der Transpirationsmenge, so zeigt sich bei den beiden verschiedenen Sorten eine Aehnlichkeit in dem Verhalten, d. h. es ist die Transpirationsmenge vormittags hoch, zwischen 10 und 13 Uhr am höchsten, danach aber findet noch eine allmähliche Abnahme statt. Aber es lässt sich sagen, dass bei der Sorte "Murasaki-Daikoku" zu den verschiedenen Tageszeiten die Abweichung der Werte der Transpirationsmenge grössere war. (Siehe Tab. 2.)

Tabelle 1

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei den "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" Sorten von *Oryza sativa*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1cm<sup>3</sup> Volumen des Gewebspulvers der oberirdischen Pflanzenteile.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)			Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)		
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
" Murasaki-Daikoku "	20.25	2.64	22.89	122	131	123
" Daikoku "	13.07	1.40	14.47	78	69	77

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus zweimaligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

Auch der Verlauf der Transpirationskraft zu den verschiedenen Tageszeiten bei den beiden Sorten zeigt, dass diese zu allen Tageszeiten bei der den Farbstoff enthaltenden Sorte "Murasaki-Daikoku" eine grössere war. Hierin bestand ein merkwürdiger Unterschied gegenüber dem Verlauf der Transpirationsmenge. Bei der Sorte "Murasaki-Daikoku" wurde der Höchstpunkt zwischen 7-10 Uhr erreicht, bei der Sorte "Daikoku" zwischen 10-13 Uhr. Weiter war die Abweichung in der Transpirationskraft zu den verschiedenen Tageszeiten im Vergleich zur Transpirationsmenge eine gerade umgekehrte, d. h. bei den Farbstoff nicht enthaltenden Sorte "Daikoku" grösser. (Siehe Tab. 2.)

### b. *Perilla nankinensis*

Versuch 2.—Mit den beiden genannten *Perilla*-Sorten, die in Aluminium-Töpfen in w. o. erwähnter Weise gezogen worden waren, wurden den vorgenannten gleichsinnige Versuche ausgeführt. Hier wurde ähnlich wie bei *Oryza* gefunden, dass die totale Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei der den Farbstoff enthaltenden Sorte "Akashiso" im Vergleiche

Tabelle 2

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den "Murasaki-Daikoku"- und "Daikoku"-Sorten von *Oryza sativa*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 1 cm<sup>3</sup> Volumen des Gewebe-pulvers der oberirdischen Pflanzenteile.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)					Durchschnittswert Relativer Wert	Abweichung (Durchschnitts-wert=100)		
	(7-10 Uhr)	(10-13 Uhr)	(13-16 Uhr)	(16-19 Uhr)	(19-7 Uhr)				
Transpirationsmenge	"Murasaki-Daikoku"	140	214	91	41	16	100	1.39	± 61.2
	"Daikoku"	130	218	96	41	13	100	0.90	± 59.6
Transpirationskraft	"Murasaki-Daikoku"	138	127	100	73	61	100	0.598	+ 26.2
	"Daikoku"	132	133	108	76	52	100	0.377	- 31.0

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus den zweimaligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

zu der ihn nur in geringer Menge enthaltenden Sorte "Awoshiso" eine grössere war. Der Verlauf der täglichen Änderung der Transpirationsmenge war im Ganzen bei beiden Sorten ein ähnlicher. Die Abweichungen in der Transpirationsmenge zu den verschiedenen Tageszeiten war auch hier bei der Sorte "Akashiso" eine grössere. Der tägliche Verlauf in der Transpirationskraft war aber in diesem Falle bei den beiden Sorten ein ganz verschiedener. Der Höhepunkt bei der "Akashiso"-Sorte fiel in die Nachmittagszeit zwischen 14-16 Uhr, während er bei der Sorte "Awoshiso" in die frühe Morgenzeit zwischen 6 und 8 Uhr fiel. Im Gegensatz zu *Oryza* war hier auch die Abweichung der Transpirationskraft zu verschiedenen Zeiten bei den den Farbstoff in hohem Masse enthaltenden "Awoshiso"-Pflanzen grösser. (Tab. 3 und Tab. 4.)

Tabelle 3

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei den in Töpfen gezogenen "Akashiso"-und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 1 cm<sup>3</sup> Volumen des Gewebspulvers der Blattspreiten.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)		Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)			
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tage
"Akashiso"	96.53	1.13	97.66	107	104	107
"Awoshiso"	84.25	1.04	85.29	93	96	93

<sup>1</sup> Die Zahlen sind gegeben in Durchschnittswerten von 7 Versuchspflanzen.

Versuch 3.—Von den beiden Sorten wurden Exemplare in Wasserkultur gezogen und darauf der unter 2 beschriebene Versuch wiederholt. In diesem Falle wurden die in Wasserkulturen aufgezogenen Pflanzen vor der Transpirationsbestimmung in den mit Wasser angefüllten Potometer hineingesteckt und so also einem für die Pflanzen anormalen Zustand ausgesetzt. Es ergab sich aber dabei kein bedeutender Unterschied zwischen den Ergebnissen

Tabelle 4

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den in Töpfen gezogenen "Akashiso"- und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 1 cm<sup>3</sup> Volumen des Gewebspulvers der Blattspreiten.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)										Abweichung	
	(6-8 Uhr)	(8-10 Uhr)	(10-12 Uhr)	(12-14 Uhr)	(14-16 Uhr)	(16-18 Uhr)	(18-20 Uhr)	(20-24 Uhr)	(24-6 Uhr)	Relativer Wert		
Transpirationsmenge	{ "Akashiso"	41	128	221	230	226	46	6	1	100	5.41	± 90.0
	"Awoshiso"	48	129	227	236	208	50	6	1	100	4.72	± 88.2
Transpirationskraft	{ "Akashiso"	145	150	143	133	166	97	45	9	100	2.23	± 52.7
	"Awoshiso"	152	147	144	134	151	103	45	14	100	1.98	± 51.1

<sup>1</sup> Die Zahlen sind gegeben in Durchschnittswerten (7-Versuchspflanzen).

mit den Wasserkulturen und den unter gewöhnlichen Verhältnissen gehaltenen Pflanzen. Die Versuchsergebnisse stimmten im allgemeinen mit denen des Versuchs 2 überein. (Siehe Tab. 5 und 6.)

Tabelle 5

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso"- und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)		Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)			
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
" Akashiso "	22.49	0.51	23.00	108	103	108
" Awoshiso "	19.10	0.48	19.58	92	97	92

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von dreimaligen Versuchen mit je 4-5 Versuchspflanzen.

### c. *Abutilon avicinnae*

Versuch 4.—Die beiden genannten Sorten der *Abutilon*-Pflanzen wurden in Wasserkulturen aufgezogen und der Versuch in der gleichen Weise wie bei *Oryza* und *Perilla* durchgeführt. Bei diesen Versuchen war zu berücksichtigen, dass bei dieser Pflanze der Farbstoff in den zu der Transpiration in direkter Beziehung stehenden Blattspreiten nicht vorhanden ist und der Vergleich nur zwischen den beiden Sorten, bei denen der Farbstoff nur in Stengeln und Blattstielen sehr stark auftritt und bei denen er nur in geringer Menge auftritt, gezogen werden konnte. Es ist daher auch das Ergebnis dieser Versuche nicht so klar wie bei den Versuchen mit den vorgenannten Pflanzen. Immerhin aber liess sich nachweisen, dass zur Tageszeit wie bei der Nachtzeit und auch

Tabelle 6

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso"- und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)									Abweichung (Durchschnitts- wert = 100)	
	(7-9 Uhr)	(9-11 Uhr)	(11-13 Uhr)	(13-15 Uhr)	(15-17 Uhr)	(17-19 Uhr)	(19-21 Uhr)	(21-7 Uhr)	Durchschnittswert Relativer Wert	Absoluter Wert (g.)	
Transpirationsmenge "Akashiso"	79	154	204	196	130	26	8	2	100	1.38	± 71.1
	83	145	198	179	156	27	5	3	100	1.21	± 70.0
Transpirationskraft "Akashiso"	228	136	148	98	66	27	27	70	100	0.75	± 53.0
	236	124	140	87	77	28	19	90	100	0.68	± 49.9

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte gefunden aus den 3-maligen Versuchen mit je 4-5 Versuchspflanzen.

am ganzen Tage die totale Transpirationsmenge bei der Sorte "Akaguki" (Rotstengel) eine grössere war. (Tab. 7.)

Tabelle 7

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit, sowie auch am ganzen Tag bei den "Akaguki" und "Awoguki"-Sorten von *Abutilon avicennae*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)			Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)		
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
"Akaguki"	19.60	3.00	22.60	102	101	102
"Awoguki"	18.70	2.93	21.63	98	99	98

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte aus zweimaligen Versuchen mit je 7 Versuchspflanzen.

Aus den Ergebnissen der Versuche 1–4 lässt sich ableiten, dass bei solchen Pflanzenarten, bei denen in den Blättern und Stengeln der Anthocyanfarbstoff auftritt, wie z. B. *Perilla nankinensis* wie auch *Oryza sativa* oder bei solchen, die keinen Farbstoff in den Blättern, wohl aber in den Stengeln und Blattstielen haben, wie z. B. *Abutilon avicennae*, die Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit und damit auch am ganzen Tage unter Besonnung bei den den Farbstoff in stärkerem Masse enthaltenden Sorten gegenüber den ihm nur in geringem Masse enthaltenden eine grössere ist. Weiter ist klar, dass auch die Abweichung in der Transpirationsmenge zu verschiedenen Tageszeiten bei den ersten meistens eine stärkere ist als bei den letzteren. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass die den Farbstoff in den Vegetationsorganen stark enthaltenden Pflanzen unter der Besonnung durch die Wärmeabsorption und unter sonst günstig einwirkenden Bedingungen eine Beschleunigung in der Transpiration erfahren (1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 18, 19, 20, 21, 22,

23, 25, 26 etc.), sodass sowohl die totale Menge als auch die Schwankung der Transpiration während der verschiedenen Tageszeiten grössere sind (10, 16).

Das Nichtübereinstimmen in der Art und Weise des täglichen Verlaufes der Transpirationskraft der beiden Sorten der Versuchsmaterialien ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Transpirationskraft nicht nur einerseits infolge der Beschleunigung der Transpiration durch die erhöhte Wärmeabsorption vergrössert wird, sondern auch andererseits infolge der Welkungserscheinungen oder der Wassergehaltsändernng, sowie auch infolge der Spaltöffnungsbewegungen beeinflusst werden kann (10, 16).

#### IV. VERGLEICH DER TRANSPIRATIONSMENGE UND -KRAFT ZWISCHEN DEN BEIDEN SORTEN UNTER SEHR SCHWACHER BESONNUNG

Die bisher beschriebenen Versuche wurden unter normalen Bedingungen der Besonnung vorgenommen. Es stellte sich uns aber nun die Frage, wie unter nicht normalen Bedingungen die genannten Ergebnisse ausfallen würden. Ich habe deshalb mit den beiden Sorten von *Oryza* und auch *Perilla* an Tagen mit bewölktem Himmel und auch bei künstlicher Beschattung durchgeführt.

##### **Reihe A. Vergleich der Transpirationsmenge und Transpirationskraft an einem Tage mit bewölktem Himmel**

Versuch 5.—Bei den beiden *Perilla*-Sorten, die in Wasserkultur aufgezogen worden waren, wurden die Versuchsmaterialien an einem im Freien sehr bewölkten Tage entnommen. (Am 4. August, 1929). An diesem Tage waren die Pflanzen zwar am frühen Morgen der direkten Besonnung ausgesetzt, von 8-9 Uhr aber trat plötzlich Bewölkung ein, die den ganzen Tag über anhielt. Die Lufttemperatur betrug an diesem Tage: Maximum 30.4°C; Minimum 24.9°C; Mittel 27.9°C. Es war also verhältnismässig kühl<sup>1</sup>. Es wurde weiter ein dem Versuch 3 gleichsinniger Versuch ange-

<sup>1</sup> Die Lufttemperatur während dieser Zeit, d. h. vom 1. August bis 10. August, 1929 in unserem Versuchsfeld zu Fukuoka beträgt: durchschnittliches tägliches Maximum 33.6°C, durchschnittl. tägl. Minimum 24.8°C, mittlere Tagstemperatur 28.6 °C.

stellt. Die Resultate standen ganz im Gegensatz zu den bei direkter Besonnung erhaltenen, d. h. wenn wir die bei beiden Sorten erhaltenen Durchschnittswerte gleich 100 setzen, so beträgt das Verhältnis zwischen "Akashiso" zu "Awoshiso" zur Tageszeit 96:104, zur Nachtzeit 94:106 und am ganzen 96:104 bei den unter Bewölkung stehenden Pflanzen; der Wert war also hier für die nur geringe Mengen Farbstoff enthaltende Sorte grösser. Ebenso war auch die Abweichung der Transpirationsmenge bei diesem Versuche bei der letztgenannten Sorte grösser. (Tab. 8 und 9.)

Tabelle 8

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit, sowie auch am ganzen Tage mit bewölktem Himmel bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso"- und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis*. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blatt-spreiten.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)		Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)			
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
"Akashiso"	17.38	1.69	19.08	96	94	96
"Awoshiso"	18.65	1.89	20.54	104	106	104

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus 2-maligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

Andererseits war der Verlauf der Transpirationskraft zu verschiedenen Zeitpunkten desselben Tages bei beiden Sorten zwar dasselbe, indem der Höchstpunkt morgens zwischen 7 und 9 Uhr erreicht wurde und bei beiden Sorten ganz allgemein ein Unterschied nicht festzustellen war, aber der Durchschnittswert der Transpirationskraft zu den verschiedenen Tageszeiten verhielt sich umgekehrt zu dem bei dem Besonnungsversuch erhaltenen, d. h. er war bei der Sorte "Awoshiso" mit dem geringeren Farbstoffgehalt grösser, obwohl die Abweichung der Transpirationskraft

Tabelle 9

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft an einem Tage mit bewölktem Himmel bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso" und "Awoshiso"-Pflanzen von *Parilla nankinensis*<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)												
Versuchspflanzen										Durchschnittswert	Abweichung	
		(7-9 Uhr)	(9-11 Uhr)	(11-13 Uhr)	(13-15 Uhr)	(15-17 Uhr)	(17-19 Uhr)	(19-21 Uhr)	(21-7 Uhr)	Relativer Wert	Absoluter Wert (g.)	(Durchschnittswert = 100)
Transpirationsmenge	"Akashiso"	95	197	178	158	110	36	13	12	100	1.13	± 60.9
	"Awoshiso"	93	215	182	146	103	34	14	13	100	1.21	± 61.5
Transpirationskraft	"Akashiso"	196	123	108	130	127	65	28	23	100	0.865	± 46.0
	"Awoshiso"	195	136	112	120	120	62	29	25	100	0.912	± 45.9

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus 2-maligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

zu verschiedenen Tageszeiten, durch die wahrscheinlich der Grad der Veränderung der Transpirationskraft ausgedrückt wird, bei der Sorte "Akashiso" eine Neigung zur Vermehrung zeigt, was wahrscheinlich sich dadurch erklärt, dass bei der Sorte "Akashiso" die Transpirationskraft in der Nachmittagszeit zwischen 13 und 15 Uhr leicht vergrössert wird. (Tabelle 9.)

Aus den obengenannten Resultaten lässt sich schliessen, dass bei der Sorte "Akashiso" aller Wahrscheinlichkeit nach das Dasein des Anthocyanfarbstoffs die Wärmeabsorption befördert. Im Falle diese aber nicht ausgenützt werden kann, ist der Grad der Transpiration bei den "Akashiso"-Pflanzen nicht grösser als bei der Sorte "Awoshiso." Diese Tatsache weist auf die besondere physiologische Bedeutung hin, welchen der Anthocyanfarbstoff für die "Akashiso"-Pflanzen hat.

#### **Reihe B. Vergleich der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den beiden Sorten unter geschwächtem Sonnenlicht durch die Bedeckung mit schwarzem Kattun**

Versuch 6.—Die Versuchspflanzen (*Perilla*) der Sorten "Akashiso" und "Awoshiso" wurden in Wasserkulturen gezogen und darauf der Versuch ebenso wie bei Versuch 5 durchgeführt, nur dass hier an Tagen mit schönem Wetter (am 1. und 3. August, 1929) die Pflanzen vor der direkten Bestrahlung durch eine Ueberdeckung mit schwarzem Kattun geschützt wurden.

Bei diesen Versuchen zeigte es sich, dass bei beiden Sorten die gesamte Transpirationsmenge beträchtlich vermindert, dass also unter der Wirkung des geschwächten Sonnenlichtes die Transpiration stark gehemmt war.

Ein Vergleich der Abweichung der Transpirationskraft zu verschiedenen Tageszeiten bei den beiden Sorten "Akashiso" und "Awoshiso" zeigt aber, dass diese bei der Sorte "Awoshiso" grösser ist, dass also eher ein umgekehrtes Verhältnis gegenüber den bei der direkten Bestrahlung durch das Sonnenlicht erhaltenen Ergebnissen besteht. Dagegen aber war die totale Menge der Transpiration zur Tages- und Nachtzeit ebenso wie innerhalb 24 Stunden und auch die Abweichung in der Transpirationsmenge fast dieselbe wie bei direkter Besonnung, d. h. bei der Sorte "Aka-

shiso" grösser. Das bedeutet also, dass die durch das Dasein des Anthocyanfarbstoffes bei Besonnung hervorgerufene Förderung der Transpiration auch durch die Beschattung nicht ganz aufgehoben werden konnte. Die Ursache für diese Erscheinung ist aller Wahrscheinlichkeit nach darin zu suchen, dass durch die Bedeckung zwar die direkte Bestrahlung verhindert, die Wärmeabsorption durch den Anthocyanfarbstoff aber nicht gleichartig beseitigt wird. (Tabelle 10 u. 11.)

Tabelle 10

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso"- und "Awoshiso"-Sorten von *Perilla nankinensis* unter Bedeckung mit schwarzem Kattun<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben ganz ähnlich wie bei dem Tab. 8.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)			Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)		
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
"Akashiso"	8.42	0.77	9.19	105	104	105
"Awoshiso"	7.65	0.70	8.35	95	96	95

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus 3 maligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

Versuch 7.—Der vorhergehende Versuch wurde auch mit *Oryza sativa* und zwar den genannten beiden Sorten "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" durchgeführt. Aehnlich wie bei *Perilla* wurde auch hier unter geschwächtem Sonnenlicht die Transpiration stark gehemmt. Ein Vergleich der Ergebnisse bei den beiden verschiedenen Sorten "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" zeigt dasselbe Ergebnis wie bei Versuch 1 unter direkter Besonnung. Die Ursache für diese Erscheinung erklärt sich ebenso wie bei Versuch 6. (Siehe Tab. 12 u. 13.)

Tabelle 11

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den in Wasserkultur gezogenen "Akashiso"-und "Awoshiso"-Pflanzen von *Perilla nankinensis* unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tab. 9.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)								Abweichung (Durchschnitts- wert=100)		
	(7-10 Uhr)	(10-12 Uhr)	(12-14 Uhr)	(14-16 Uhr)	(16-18 Uhr)	(18-20 Uhr)	(20-7 Uhr)	Durchschnittswert Relativer Wert	Absoluter Wert (g.)		
Transpirationsmenge	"Akashiso"	96	189	209	142	33	16	9	100	0.57	± 69.4
	"Awoshiso"	115	191	213	113	34	26	8	100	0.53	+ 66.3
Transpirationskraft	"Akashiso"	181	174	112	112	43	24	55	100	0.58	± 51.0
	"Awoshiso"	209	168	111	83	43	39	41	100	0.56	± 54.1

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus 3 maligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass in Vergleich zu den garkeinen oder nur wenig Farbstoff enthaltenden Sorten die den Farbstoff enthaltenden Sorten an Tagen mit sehr bewölktem Himmel, an denen die Besonnung nur sehr schwach ist und dadurch die Absorption der Sonnenstrahlen oder der Wärme durch den Anthocyanfarbstoff nur in geringem Masse vor sich geht, die Transpiration beträchtlicher gehemmt wird, dass aber bei durch Bedeckung mit schwarzem Kattun geschaffener Abschwächung des Sonnenlichtes eine solche Erscheinung nicht zu beobachten war. Es ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass durch die Bedeckung mit dem schwarzen Kattun zwar die Einwirkung des Sonnenlichtes stark abgeschwächt wurde, dass dadurch aber der Einfluss der höheren Lufttemperatur nicht beseitigt werden konnte und deshalb durch das Vorhandensein des Anthocyanfarbstoffes eine Beschleunigung in der Transpiration durch Wärmeabsortion auftrat.

Tabelle 12

Vergleich der totalen Transpirationsmenge zur Tageszeit, Nachtzeit sowie auch am ganzen Tage bei den "Murasaki-Daikoku"- und "Daikoku"-Sorte von *Oryza sativa* unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tabelle 1.)

Versuchs-pflanzen	Totale Transpirationsmenge					
	Absoluter Wert (g.)			Relativer Wert (Durchschnittswert der beiden Sorten = 100)		
	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag	Tages-zeit	Nacht-zeit	Ganzer Tag
"Murasaki-Daikoku"	4.65	1.75	6.40	123	131	125
"Daikoku"	2.89	0.92	3.81	77	69	75

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten Durchschnittswerte, gefunden aus 2 maligen Versuchen mit je 5 Versuchspflanzen.

Tabelle 13

Vergleich des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bei den "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku"-Sorte von *Oryza sativa* unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tabelle 2.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate (Relativer Wert: Durchschnittswert = 100)								
						Durchschnittswert	Abweichung		
	(7-10 Uhr)	(10-13 Uhr)	(13-16 Uhr)	(16-19 Uhr)	(19-7 Uhr)	Relativer Wert	Absoluter Wert (g.)	(Durchschnittswert = 100)	
Transpirationsmenge { "Murasaki-Daikoku" "Daikoku"	138	156	88	74	44	100	0.34	±37.6	
	105	186	90	76	38	100	0.21	±37.4	
Transpirationskraft { "Murasaki-Daikoku" "Daikoku"	103	96	88	97	116	100	0.37	±7.6	
	83	119	94	103	102	100	0.22	±9.4	

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von 2 maligen Versuchen mit je 5 Versuchspflanzen.

#### V. VERGLEICH DES GRADES DER VERÄNDERUNG DER TRANSPIRATION ZWISCHEN DEN FARBSTOFFHALTIGEN UND NICHTFARBSTOFFHALTIGEN SORTEN BEI PLÖTZLICHER VERÄNDERUNG DER ÄUSSEREN BEDINGUNGEN, INSbesondere DES GRADES DER BESTRAHLUNG DURCH DAS SONNENLICHT

Wir haben festgestellt, dass durch das Vorhandensein des Anthocyianfarbstoffes die Transpiration der Pflanzen unter Besonnung stark beschleunigt wird und weiter, dass auch bei abgeschwächtem Sonnenlichte die Wärmeabsortion durch den Anthocyianfarbstoff vielleicht möglich ist und es geht also aus den Ergebnissen der Versuche 1-7 klar hervor, dass dieser auf die Transpiration fördernd einwirkt.

Verf. hat nun in zwei weiteren Versuchsreihen festzustellen versucht, welchen Einfluss (A) die Veränderung von starker Besonnung zu abgeschwächtem Sonnenlicht durch Bedecken mit schwarzem Kattun und (B) umgekehrt der plötzliche Uebergang von

der genannten Bedeckung zu starker Besonnung auf die Transpiration ausübt. Diese Versuche wurden natürlich wieder mit den farbstoffhaltigen und nicht farbstoffhaltigen Sorten durchgeführt und der plötzliche Wechsel in der Belichtung mittags zwischen 12 und 13 Uhr vorgenommen.

**Reihe A. Plötzliche Bedeckung der dem normalen Sonnenlicht ausgesetzten Pflanzen**

a. *Oryza sativa*

Versuch 8.—Die Sorten "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" wurden von morgens ab den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt und dann genau um 12 Uhr plötzlich mit schwarzem Kattun bedeckt. Weiter wurden alle Untersuchungen wie die vorhergehenden Versuchen angestellt.

Bei diesen Versuchen wurde, wie zu erwarten stand, die Transpirationsmenge der beiden Sorten sehr stark vermindert. Um nun den Grad der Verminderung bei der farbstoffhaltigen und der den Farbstoff nicht enthaltenden Sorte zu vergleichen, habe ich die Ratio der Transpirationsmenge nach der Bedeckung zu der vor der Bedeckung, welche vielleicht den Grad der Verminderung am besten ausdrückt, eingesetzt und dabei betrugen die Werte für "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" im mittleren stündlichen Werte 0.40 und 0.49 und war also für die erstere kleiner, es war also mit anderen Worten der Grad der Verminderung der Transpirationsmenge bei der ersten Sorte ein höherer. (Tab. 14.)

Auch bezüglich der Veränderungen in der Transpirationskraft zeigt sich bei beiden Sorten nach der Bedeckung eine Verminderung. Die den Grad der Verminderung ausdrückende Ratio, d. h. die Ratio der Transpirationskraft nach der Bedeckung zu der vor der Bedeckung betrug in diesem Falle für "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" im mittleren stündlichen Werte 0.72 und 0.89 beziehungsweise, d. h. es war der Grad der Verminderung bei der ersten ein gröserer. Es zeigt sich also die Sorte "Murasaki-Daikoku" empfindlicher. (Tabelle 14.)

Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, dass sowohl die Benutzung des Sonnenlichtes als auch die Absorption der Wärme

Tabelle 14

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch der Transpirationskraft bei den "Murasaki-Daikoku"- und "Daikoku"-Sorte von *Oryza sativa* unter plötzlicher Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 1 cm<sup>3</sup> Volumen des Gewebspulvers der oberirdischen Pflanzenteile.)

Versuchspflanzen	Vor der Bedeckung, d. h. unter der Besonnung während 7. bis zum 12 Uhr (Absoluter Wert (g.) (11-12 Uhr))	Bestimmungsresultate										
		Nach der plötzlichen Bedeckung mit schwarzem Kattun										
		Absoluter Wert (g.)				Ratio der Transpiration nach der Bedeckung zu der vor der Bedeckung						
		(12-13 Uhr)	(13-14 Uhr)	(14-15 Uhr)	(15-16 Uhr)	Durchschnittswert	(12-13 Uhr)	(13-14 Uhr)	(14-15 Uhr)	(15-16 Uhr)	Durchschnittswert	
Transpirationsmenge	"Murasaki-Daikoku"	3.00	1.22	1.31	1.31	0.94	1.20	0.41	0.44	0.44	0.31	<b>0.40</b>
	"Daikoku"	2.79	1.58	1.36	1.42	1.12	1.37	0.57	0.49	0.51	0.40	<b>0.49</b>
Transpirationskraft	"Murasaki-Daikoku"	0.64	0.43	0.46	0.45	0.49	0.46	0.67	0.72	0.70	0.77	<b>0.72</b>
	"Daikoku"	0.60	0.55	0.48	0.49	0.59	0.53	0.93	0.81	0.82	0.99	<b>0.89</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten Durchschnittswerte, gefunden aus 7 Versuchspflanzen.

Tabelle 15

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch der Transpirationskraft bei den "Akashiso"- und "Awoshiso"-Sorte von *Perilla nankinensis* unter plötzlicher Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Versuchspflanzen	Vor der Bedeckung d. h. unter der Besonnung während 7-12 Uhr (Absoluter Wert (g.) (11-12 Uhr))	Bestimmungsresultate								
		Nach der plötzlichen Bedeckung mit schwarzem Kattun								
		Absoluter Wert (g.)				Ratio der Transpiration nach der Bedeckung zu der vor der Bedeckung				
		(12-14 Uhr)	(14-16 Uhr)	(16-18 Uhr)	Durchschnittswert	(12-14 Uhr)	(14-16 Uhr)	(16-18 Uhr)	Durchschnittswert	
Transpirationsmenge	"Akashiso"	3.311	1.499	1.086	0.310	<b>0.965</b>	0.45	0.33	0.09	<b>0.29</b>
	"Awoshiso"	2.586	1.492	0.804	0.416	<b>0.904</b>	0.58	0.31	0.16	<b>0.35</b>
Transpirationskraft	"Akashiso"	1.046	0.817	0.837	0.283	<b>0.646</b>	0.78	0.80	0.27	<b>0.62</b>
	"Awoshiso"	0.817	0.813	0.620	0.380	<b>0.604</b>	1.00	0.76	0.47	<b>0.74</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von 3 maligen Versuchen mit je 3-5 Versuchspflanzen.

nach der Bedeckung mit dem schwarzen Kattun bei den farbstoffhaltigen Sorten stärker herabgesetzt waren.

b. *Perilla nankinensis*

Versuch 9.—Diese Pflanzen wurden in Wasserkulturen aufgezogen und der Versuch genau wie bei dem vorhergehenden Versuche ausgeführt. Die hier erhaltenen Ergebnisse stimmten mit denen der vorhergehenden Versuche überein. (Tabelle 15.)

c. *Abutilon avicennae*

Versuch 10.—Mit den beiden Sorten "Akaguki" (Rotstengel) und "Awoguki" (Grünstengel) wurde der Versuch wiederholt. Die Resultate waren denen der beiden vorhergehenden Versuche ähnlich und zwar wurde die Transpirationsmenge durch die Bedeckung scher stark herabgesetzt und zwar bei Rotstengel in bedeutend stärkerem Masse als bei Grünstengel, auch die Transpirationskraft wurde im Verlaufe der Bedeckung bei der ersteren Sorte stark herabgesetzt, während sie bei der letzteren eher etwas vermehrt war. (Siehe Tab. 16.)

Die Ursache der Vermehrung der Transpirationskraft an letzteren Materialien nach der Bedeckung ist schwer zu erklären, wahrscheinlich aber wird sie so zu erklären sein, dass durch die plötzliche Bedeckung die Verdünstung sinkt, der Wassergehalt der Pflanzen erhöht wird und dadurch eine Öffnung der Stomata auftritt, wie ich sie tatsächlich beobachtet habe. Dies wird wenigstens als eine der Ursachen anzusehen sein (10, 16).

**Reihe B. Versuche mit plötzlich normaler Beleuchtung  
nach vorhergehender Bedeckung**

a. *Oryza sativa*

Versuch 11.—Bei diesem Versuche wurden die beiden bereits genannten *Oryza*-Sorten, die von morgens an mit schwarzem Kattun bedeckt worden waren, plötzlich um 12 Uhr normaler Beleuchtung ausgesetzt, dann wurden die üblichen Untersuchungen vorgenommen.

Tabelle 16

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch der Transpirationskraft bei den "Akaguki"- und "Awoguki"-Sorte von *Abutilon avicennae* unter plötzlicher Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen sind gegeben mit dem Wert in 1 Stunde pro 100 cm<sup>2</sup> Flächenraum der Blattspreiten.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate						
	Vor der Bedeckung d. h. unter der Besonnung während 7-12 Uhr (Absoluter Wert (g.) (11-13 Uhr)	Nach plötzlicher Bedeckung mit schwarzem Kattun					
		Absoluter Wert (g.)	(13-15 Durchsch-Uhr)	nittswert	(13-15 Durchsch-Uhr)	nittswert	
Transpirationsmenge { "Akaguki"	4.50	2.36	1.81	<b>2.09</b>	0.52	0.40	<b>0.46</b>
{ "Awoguki"	4.15	3.20	2.60	<b>2.90</b>	0.77	0.63	<b>0.70</b>
Transpirationskraft { "Akaguki"	1.39	0.99	0.92	<b>0.96</b>	0.71	0.66	<b>0.69</b>
{ "Awoguki"	1.28	1.34	1.34	<b>1.34</b>	1.05	1.05	<b>1.05</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von 3 maligen Versuchen mit je 5 Versuchspflanzen.

Hier zeigte es sich nun, dass die Transpirationsmenge bei den plötzlich normal beleuchteten Pflanzen stark vermehrt war, aber der Grad dieser Vermehrung war doch bei der farbstoffhaltigen Sorte höher, die Ratio der Transpirationsmenge nach der Beleuchtung zu der vor der Beleuchtung betrug für "Murasaki-Daikoku" und "Daikoku" 2.83 und 2.25 beziehungsweise. (Siehe Tab. 17.)

Auch die Transpirationskraft war hier stark vergrössert und zwar bei "Murasaki-Daikoku" in höherem Masse als bei "Daikoku" und es zeigte sich weiter dass in der Art dieser Veränderungen die Sorte "Murasaki-Daikoku" sich empfindlicher zeigte. (Tab. 17.)

#### b. *Abutilon avicennae*

Versuch 12.—Die Resultate der dem vorhergehenden analogen

Tabelle 17

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch Transpirationskraft bei den "Murasaki-Daikoku"- und "Daikoku"-Sorte von *Oryza sativa* unter plötzlich normaler Beleuchtung nach vorhergehender Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tab. 14.)

Versuchspflanzen	Vor der Belichtung d. h. unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun während 7-13 Uhr (Absoluter Wert (g.) (11-12 Uhr))	Bestimmungsresultate								
		Nach plötzlich normaler Beleuchtung								
		Absoluter Wert (g.)				Ratio der Transpiration nach der Beleuchtung ^ zu der vor der Beleuchtung				
		(12-13 Uhr)	(13-14 Uhr)	(14-15 Uhr)	Durchschnittswert	(12-13 Uhr)	(13-14 Uhr)	(14-15 Uhr)	Durchschnittswert	
Transpirationsmenge	"Murasaki-Daikoku"	1.09	3.08	3.12	3.07	<b>3.09</b>	2.83	2.86	2.82	<b>2.83</b>
	"Daikoku"	1.10	2.54	2.49	2.51	<b>2.48</b>	2.31	2.18	2.28	<b>2.25</b>
Transpirationskraft	"Murasaki-Daikoku"	0.573	0.698	0.824	0.757	<b>0.760</b>	1.22	1.44	1.32	<b>1.33</b>
	"Daikoku"	0.577	0.576	0.622	0.621	<b>0.606</b>	1.00	1.08	1.08	<b>1.05</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von 3 maligen Versuchen mit je 5-7 Versuchspflanzen.

Versuch, waren ganz dieselben wie bei den Reispflanzen. (Siehe Tab. 18.)

Tabelle 18

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch Transpirationskraft bei den "Akaguki"- und "Awoguki"-Sorte von *Abutilon avicennae* unter plötzlich normaler Beleuchtung nach vorhergehender Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tab. 15.)

Versuchspflanzen	Bestimmungsresultate						
	Vor der Beleuchtung d. h. unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun während 7-13 Uhr (Absoluter Wert (g.) (11-13 Uhr)	Nach plötzlich normaler Beleuchtung					
		Absoluter Wert (g.)	(13-15 (15-17 Durchsch-Uhr) Uhr)		nittswert	Ratio der Transpiration nach der Beleuchtung zu der vor der Beleuchtung	(13-15 (15-17 Durchsch-Uhr) Uhr)
Transpirationsmenge {"Akaguki"} {"Awoguki"}	2.17	2.88	3.09	<b>2.99</b>	1.33	1.42	<b>1.38</b>
	2.40	2.87	2.95	<b>2.91</b>	1.20	1.23	<b>1.21</b>
Transpirationskraft {"Akaguki"} {"Awoguki"}	0.79	1.10	1.25	<b>1.17</b>	1.39	1.58	<b>1.48</b>
	0.87	1.09	1.19	<b>1.14</b>	1.25	1.37	<b>1.31</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen bedeuten Durchschnittswerte, gefunden aus 7 Versuchspflanzen.

### c. *Perilla nankinensis*

Versuch 13.—Gleichsinnige Versuche mit den in Wasserkulturen gezogenen *Perilla*-Pflanzen zeigten, dass auch bei diesen auf plötzliche normale Beleuchtung hin die Transpirationsmenge stark vermehrt wurde. Ein Vergleich zwischen den beiden Sorten zeigte aber, dass hier bei der Sorte "Awoshiso," die den Farbstoff in viel geringerer Menge enthält, die Vermehrung eine grössere war als bei "Akashiso." Andererseits wurde hier die Transpirationskraft bei beiden Sorten nach der plötzlichen Beleuchtung vermindert, dazu war der Grad der Verminderung bei der Sorte "Akashiso" ein etwas stärkerer als bei "Awoshiso." (Tabelle 19.)

Tabelle 19

Vergleich des Grades der Veränderung der Transpirationsmenge sowie auch Transpirationskraft bei den "Akashiso"- und "Awoshiso"-Sorte von *Perilla nankinensis* unter plötzlich normaler Beleuchtung nach vorhergehender Bedeckung<sup>1</sup>. (Die Zahlen entsprechen denen der Tab. 16.)

Versuchspflanzen	Vor der Beleuchtung d. h. unter der Bedeckung mit schwarzem Kattun während 7-12 Uhr (Absoluter Wert (g.) (10-12 Uhr)	Bestimmungsresultate								
		Nach plötzlich normaler Beleuchtung				Ratio der Transpiration nach der Beleuchtung zu der vor der Beleuchtung				
		Absoluter Wert (g.)			Durchschnittswert		(12-14 Uhr)	(14-16 Uhr)	(16-18 Uhr)	Durchschnittswert
Transpirationsmenge	{ "Akashiso" "Awoshiso"	0.801	2.829	1.738	0.811	<b>1.793</b>	3.53	2.17	1.01	<b>2.23</b>
Transpirationskraft	{ "Akashiso" "Awoshiso"	1.58	0.87	0.47	0.51	<b>0.62</b>	0.55	0.30	0.32	<b>0.39</b>
		1.14	0.65	0.40	0.34	<b>0.46</b>	0.57	0.35	0.30	<b>0.40</b>

<sup>1</sup> Die Zahlen sind Durchschnittswerte von 3 maligen Versuchen mit je 3-5 Versuchspflanzen.

Die Erklärung dieser Erscheinung findet sich darin, dass die Pflanzen durch die plötzliche Beleuchtung zu welken begannen und dass der Einfluss des Welkens auf die Transpirationskraft bei "Akashiso" ein grösserer war.

#### V. UEBERSICHT DER ERGEBNISSE

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

Bei solchen Pflanzenarten, bei denen in den Blättern und Stengeln der Anthocyanfarbstoff auftritt, wie z. B. *Oryza* und *Perilla* oder bei solchen, bei denen der nicht in den Blättern, wohl aber in Stengeln und Blattstielen auftritt, wie z. B. bei *Abutilon*, zeigt es sich, dass die Transpirationsmenge bei Tage wie bei Nacht und auch während 24 Stunden grösser ist als bei den entsprechenden Sorten die den Farbstoff nicht oder doch nur in sehr geringer Menge enthalten, ebenso ist auch der Grad der täglichen Veränderung der Transpiration meistens bei den erstgenannten Sorten ein höherer. Das bedeutet aller Wahrscheinlichkeit nach, dass die Transpiration bei den Farbstoff oder Chromogen in starkem Masse enthaltenden Sorten ein stärker und auch der Grad der Veränderungen im täglichen Verlaufe der Transpiration ein grösserer ist. Die Ursache für diese Erscheinung ist nach Ansicht des Verf. in der allgemein bekannten Tatsache (1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, etc.) zu suchen, dass durch das Chromogen oder den Farbstoff im Pflanzenkörper Wärme absorbiert wird, wodurch wiederum alle physiologischen Erscheinungen im Pflanzenkörper beschleunigt werden.

Die Transpiration ist bedingt durch die physikalische Erscheinung der Wasserverdunstung aus dem Pflanzenkörper, die physiologische Erscheinungen wie die Stomata-Bewegung und die Welkung, und die Veränderungen in dem Wassergehalt des Pflanzenkörpers (10, 16) und es ist deshalb selbstverständlich, dass Unterschiede in dem Verlauf der täglichen Veränderung der Transpirationsmenge und Transpirationskraft bestehen. Der tägliche Verlauf der Transpirationskraft ist aber in diesem Falle sehr verschieden von dem

der Transpirationsmenge. Die Tatsache, dass der Farbstoff eindeutig auf die Transpirationsmenge einen beschleunigenden Einfluss ausübt, erklärt sich als eine physiologische Erscheinung ausgelöst durch die physikalische Erscheinung der infolge des Vorhandenseins des Farbstoffs erhöhten Wärmeabsorption und damit auch erhöhten Wasserverdunstung.

Die genannten Beziehungen zwischen dem Farbstoffvorkommen und der Transpiration können bei normaler Besonnung günstiger, aber bei schwacher Lichteinwirkung, so an Tagen mit bewölktem Himmel und bei künstlicher Abschwächung des Sonnenlichtes, nicht stattfinden oder sich gerade umgekehrt verhalten (siehe Tab. 8 u. 9). Es war nämlich in den letztgenannten Fällen die totale Transpirationsmenge bei Tage, bei Nacht sowie auch innerhalb 24 Stunden bei den farbstoffhaltigen Sorten kleiner als bei den Sorten mit keinem oder nur wenig Farbstoff. Weiter ist der Grad in der Veränderung der Transpirationsmenge im Verlaufe des Tages bei den erstgenannten Sorten geringer als bei den letztgenannten. Diese Erscheinung wird darauf zurückzuführen sein, dass an Tagen mit bewölktem Himmel, bei abgeschwächtem Sonnenlicht, die Wärmeabsorption durch den Farbstoff stark gehemmt wird. Bei Bedeckung mit schwarzem Kattun aber, durch die die Einwirkung der Sonnenstrahlen sehr stark abgeschwächt werden soll, habe ich ähnliche Ergebnisse erhalten wie bei direkter Besonnung und das wird darauf zurückzuführen sein, dass durch die höhere Temperatur unter der Bedeckung die Wärmeabsorption durch den Farbstoff gefördert wurde, sodass ein günstiger Einfluss auf die Transpiration erzielt wurde.

Wenn nun die die Transpiration beschleunigenden oder auch die sie hemmenden Bedingungen plötzlich abgeändert werden, dann ist der Grad der Veränderungen in der Transpiration bei den farbstoffhaltigen und den keinen Farbstoff enthaltenden Pflanzen ein sehr verschiedener. Und das ist nur natürlich wenn man bedenkt, dass bei plötzlicher Bedeckung der dem normalen Sonnenlicht ausgesetzten Pflanzen, durch die sie nur noch mit geschwächtem Sonnenlicht bestrahlt werden, eine plötzliche Veränderung in der Transpirationskraft und der Transpirationsmenge eintritt mit der eine ebenso plötzliche Verminderung derselben statthat, welche natürlich bei den farbstoffhaltigen Pflanzen relativ stärker sein muss.

Wenn umgekehrt verdunkelte Pflanzen plötzlich dem Sonnen-

lichte ausgesetzt werden, dann tritt bei den Farbstoff enthaltenden Pflanzen, bei denen keine Welkung oder sonstige Störungen eintreten, im Vergleich zu den keinen Farbstoff enthaltenden, eine plötzliche Zunahme in der Transpirationsmenge und Transpirationskraft ein und der Grad dieser Vermehrung ist bei den ersteren ein höherer. Auch diese Erscheinung ist vielleicht durch die Beschleunigung der Transpiration durch die Wärmeabsorption des Farbstoffs bedingt.

Im Ganzen lässt sich sagen, dass zwischen den in verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Farbstoffen und der Transpirationsmenge wie der Transpirationskraft ein inniges Verhältnis besteht und zwar insbesondere was die Transpirationsmenge angeht, sind diese Beziehungen deutlich und diese scheinen mir deutlich darauf hinzuweisen, dass diese Beziehung oder die beschleunigende Wirkung des Farbstoffes infolge der durch den Farbstoff erhöhten Wärmeabsorption vor sich geht.

#### VI. ZUSAMMENFASSUNG

Die oben beschriebenen Ergebnisse lassen sich in kurzem wie folgt zusammenfassen :

- 1) Bei solchen Pflanzenarten, bei denen in Blättern und Stengeln der Anthocyanfarbstoff auftritt, wie z. B. *Perilla* und *Oryza* und auch bei solchen, bei denen kein Farbstoff in den Blättern, wohl aber in Stengeln und Blattstielen enthalten ist, wie z. B. *Abutilon avicinnae*, ist bei den stark farbstoffhaltigen Sorten im Vergleich zu den wenig oder gar keinen Farbstoff enthaltenden Sorten die totale Menge der Transpiration an einem Tage unter Besonnung grösser und es ist auch der Grad der Veränderung des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge ein grösserer.
- 2) Diese Beziehungen sind bei abgeschwächtem Sonnenlicht, wenn die Absorption der Wärmestrahlen verkleinert ist, gerade umgekehrte und zwar ist bei den stark farbstoffhaltigen Sorten im Vergleich zu den wenig oder gar keinen Farbstoff enthaltenden Pflanzen die totale Transpirationsmenge der ganzen Tageszeit kleiner und weiter auch der Grad der Veränderungen des täglichen Verlaufes der Transpirationsmenge ein kleinerer.
- 3) Bei plötzlicher Veränderung von Besonnung und Beschattung

tung ist bei den stark farbstoffhaltigen Sorten im Vergleich zu den weniger Farbstoff enthaltenden Pflanzen der Grad der Veränderungen sowohl der gesamten Transpirationsmenge und als auch der Transpirationskraft ein grösserer.

4) Aus dem Gesagten ist zu schliessen, dass das Vorhandensein des Anthocyanfarbstoffes oder Chromogens zur Transpiration, besonderes aber der Transpirationsmenge in inniger Beziehung steht und zwar wird aller Wahrscheinlichkeit nach durch das Vorhandensein desselben die Wärme absorbiert und dadurch die Transpiration beschleunigt.

Agronomisches Institut, Kaiserlichen Kyushu-Universität. Juli, 1933

#### LITERATUR

1. 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. Jahresh. **15**, p. 555, 1887.
2. EWART, A. J., The effect of tropical insolation. Ann. Bot. **II**, p. 439, 1897.
3. FILARSKY, J., Ueber Anthocyan und einen interesanten Fall der Nichtausbildung dieses Farbstoffes. Bot. Centralbl. **4**, p. 157, 1895.
4. KEENER, A. E., A study of the factors concerned in the reddening of leaves of *Diervilla Lonicera*. Amer. Jour. Bot. **II**, p. 61, 1924.
5. KERNER, A., Pflanzenleben. I, Leipzig 1922.
6. KNY, L., Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyan. (Estratto dagli Atti d. Congres. Bot. Internatio. 1882.) Ref., Bot. Centralbl. **56**, p. 472, 1893.
7. KÖKETSC, 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. I, p. 151, 1924.
8. ——, Ueber die Brauchbar- und Zweckmässigkeit der "Pulver-Methode" für die Bestimmung des Wassergehaltes im Pflanzenkörper. Bot. Mag. Tokyo **39**, p. 169, 1925.
9. ——, u. TSURUTA, S., Anwendung der "Pulvermethode" für vergleichende Bestimmungen der Transpiratiohsgrösse. Bot. Mag. Tokyo **43**, p. 253, 1929.
10. ——, Wasserphysiologie im Pflanzenkörper. (Japanisch.) Tokyo, 1932.
11. KOSAKA, H., Die Beziehungen zwischen den verschiedenen physiologischen Erscheinungen der Pflanzen und den an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Farbstoffen.
- IV. Mitteilung. Ueber die Beziehungen zwischen dem Dasein des Anthocyanfarbstoffes und dem Grad der Assimilationstätigkeit bei einigen Kulturpflanzen. Jour. Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. **3**, p. 251, 1933.
12. ——, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Verteilung der an verschiedenen Vegetationsorganen in Erscheinung tretenden Anthocyanfarbstoffe

- von einigen Pflanzen. (Japanisch. m. deutsch. Zusammenf.) Bult. Sci. Fakult. Kyushu Imp. Univ. **5**, p. 186, 1932.
13. KOSAKA, 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.
  14. LIVINGSTON, B. E., Relative transpiration in *cacti*. Plant World, **10**, p. 110, 1907.
  15. ——, Atmometry and the porous cup atmometer. Plant World, **18**, p. 21, 1915.
  16. MAXIMOV, N. A., The plant in relation to water. (translated by R. H. YAPP.), London, 1929.
  17. MOLISCH, H., Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). Zeitschr. f. Bot. **4**, p. 106, 1912.
  18. ONSLOW, W., The anthocyanin pigments of plants. 2 Edd. Cambridge, 1925.
  19. SUIBATA, K., Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. I. Mitteilung. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 118, 1915.
  20. ——, u. KISHIDA, M., II. Mitteilung. Ein Beitrag zur chemischen Biologie der alpinen Gewächse. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 301, 1915.
  21. ——, u. NAGAI, I., III. Mitteilung. Ueber den Flavonderivategehalt der Tropenpflanzen. Bot. Mag. Tokyo **30**, p. 149, 1916.
  22. SMITH, A. M., On the internal temperature of leaves in tropical insulation 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.
  23. STAHL, E., Ueber bunte Laubblätter. Ann. Gard. Bot. Buitenzorg **13**, p. 137, 1896.
  24. TAKENOOGI, M., Investigations on the relation between plants and their surrounding conditions by the Quantitative method. II. On the ecological value of the results of studying the interrelation between waterabsorption and transpiration of plants. Bult. Sci. Fakult. Kyushu Imp. Univ. **2**, p. 213, 1927.
  25. THOMAS, TH., Anpassung der Winterblätter von *Galeobdolon luteum* an die Wärmestrahlung des Erdbodens. Ber. deutsch. Bot. Gesel. Berlin **19**, p. 389, 1901.
  26. WEHRLI, L., Ueber die Bedeutung der Färbung bei den Pflanzen. Ber. Schweiz. Bot. Gesel. Bern **4**, p. 23, 1894.