



LUND UNIVERSITY

Ueber den biologischen Effekt des Anthocyans.

Lidforss, Bengt

Published in:
Botaniska Notiser

1909

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Lidforss, B. (1909). Ueber den biologischen Effekt des Anthocyans. *Botaniska Notiser*, 65-82.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Ueber den biologischen Effekt des Anthocyans.

VON BENGT LIDFORSS.

Veronica hederæfolia gehört bekanntlich wenigstens zum grössten Teil, zu den typischen *plantæ annuæ hiemantes* Aschersons, indem eine grosse Anzahl der Samen schon im Herbst keimen, wonach die jungen Pflanzen überwintern, um dann im nächsten Frühling zur Blüte zu gelangen. Im März–April findet man deshalb auf den Feldern alle möglichen Uebergänge zwischen ganz ausgewachsenen, blühreifen Pflanzen und ganz jungen, nur mit zwei Keimblättern versehenen Keimlingen. Alle haben indessen den Winter, und wenn er noch so kalt war, unbeschädigt überstanden und liefern insofern eine hübsche Illustration von der Unentbehrlichkeit besondern anatomischer Schutzmittel gegen die Kälte.

Die Blätter der typischen *Veronica hederæfolia*¹⁾ sind auch in Winter und Vorfrühling meistens rein grün; zuweilen ist die Unterseite ebenso wie die Stengel etwas rötlich angelauten, aber die grüne Farbe ist immer die dominierende. Im vergangenen Frühling fand ich nun auf meinen dicht ausserhalb Lund gelegenen Versuchfeldern eine Form unserer *Veronica* deren Blätter *sämtliche* und zwar an beiden Seiten *tief blutrot* waren.

Auch diese rotblättrigen Individuen, deren Stengel Ende März meistens 5–15 cm. lang waren und deren Gesamtzahl auf den Versuchfeldern ich zu 50–60 anschlagen möchte, hatten ohne Schaden den Winter überstanden. Ende März machte ich nun die Beobachtung, dass ein grosser Procentsatz der bis dahin unversuchten rotblättrigen Individuen ganz oder teilweise erfroren waren, während von der

¹⁾ Die gewöhnliche *Veronica hederæfolia* erweist sich beim näheren Ansehen als eine sehr polymorphe Art, über deren verschiedene bei uns vorkommende Formen ich bei einer anderen Gelegenheit berichten werde.

grünblättrigen Form kein einziges Exemplar beschädigt war. Dieser Befund war anfangs um so überraschender als es ja jüngster Zeit, besonders die Untersuchungen von Tischler¹⁾ und Hryniewiecki²⁾ gezeigt worden, dass in bestimmten Fällen gerade die rotblättrigen Formen eine grössere Resistenz gegen Kälte besitzen.

Im dem konkreten Falle, von dem es hier die Rede ist, schien mir indessen eine Erklärung des konstatirten Tatbestandes recht naheliegend. Bekanntlich hat Kny zuerst in ein einwandfreier Weise das wärmeabsorbierende Vermögen des Anthocyans dargelegt, indem er zeigte,³⁾ dass das Wasser in einer Cuvette, die mit roten Blättern beschickt war, sich unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen erheblich stärker erwärmte als eine gleich grosse Wassermenge, die grüne Blätter enthielt. Durch termoelektrische Versuche hat dann später Stahl⁴⁾ gezeigt, dass bei rot-schäckigen Blättern sich die roten Partien bei Zustrahlung — als Wärmequelle diente eine Gasflamme in Schmetterlingsform, die in Entfernung von etwa 30 cm angebracht war — erheblich stärker, in konkreten Fällen 1,5—1,8 mehr erwärmen als die grünen Partien desselben Blattes. Ebenso hat Whitten⁵⁾ durch direkte Messungen im Freien gefunden, dass purpurne Zweige des Pfirsichbaumes sich bei hellem Sonnenschein erheblich stärker erwärmen als grüne Zweige, so dass z. B. die ersteren bei einer Lufttemperatur von — 3°, sich auf + 4°, letztere sich nur auf + 2° erwärmten. Dass die roten Blätter der *Veronica hederifolia* unter analogen Umständen eine höhere Temperatur annehmen werden als die grünen kann nach alledem nicht bezweifelt werden.

¹⁾ G. Tischler. Ueber die Beziehungen der Anthocyanbildung zur Winterhärte der Pflanzen. (Beihefte zum Botan. Centralbl. Bd. XVIII Abt. I (1905).

²⁾ Referat Bot. Centralbl. 1906 N:o 16.

³⁾ Kny, Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans. (Atti del Congresso botanico internazionale 1892 p. 5).

⁴⁾ Stahl, Ueber bunte Laubblätter (Ann. du Jard. bot. Buitenzorg 1896).

⁵⁾ Whitten Das Verhältniss der Farbe zur Tötung von Pfirsichknospen durch Winterfrost. Inaug.—Diss. Halle 1902.

Wie bei allen wintergrünen Pflanzen der nordtemperirten Zone sind auch bei *Veronica hederifolia* die Blätter, im Winter gänzlich stärkefrei, aber reich an Zucker, der bei steigender Temperatur wieder zu Stärke regenerirt wird. Falls die roten Blätter sich bei Bestrahlung stärker erwärmen als die grünen, wie es dies sicher der Fall ist, so steht zu erwarten, dass die im Frühling stattfindende Stärkeregeneration bei der rotblättrigen Form früher einsetzt als bei der grünblättrigen, besonders wenn der Himmel am Tage unbewölkt ist, so dass die direkte Sonnenstrahlung sich geltend machen kann. Nun ist aber die Stärkeregeneration immer mit einem Verlust an Zucker verbunden, und dies bedingt wiederum, wie ich an anderer Stelle¹⁾ gezeigt habe eine Abnahme der Widerstandsfähigkeit gegen Kälte. An hellen, sonnigen Tagen, die von Nachtfrösten begleitet werden, wären also die roten Blätter den Gefahren des Erfrierens in höherem Grade ausgesetzt als die grünen.

Im vergangenen Frühling waren nur die Witterungsverhältnisse in Schonen gerade geeignet, solche Resultate herbeizuführen. Folgende Tabelle, die in der hiesigen Sternwarte aufgenommen ist, giebt über den Gang der Temperatur in den Monaten Februari—April die nötigen Aufschlüsse.

Februari.			
1—14		15—29	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
+ 2.4	— 4.00	+ 5.0	+ 1.4
— 2.6	— 6.4	+ 5.0	+ 0.8
— 0.7	— 6.3	+ 4.0	— 0.5
+ 0.4	— 2.0	+ 1.8	— 0.0
+ 1.4	— 2.4	+ 4.2	+ 0.5
+ 4.0	+ 0.8	+ 3.4	
+ 2.4	— 1.5	+ 4.4	+ 0.2
+ 5.8	— 2.0	+ 5.2	+ 0.0

¹⁾ Lidforss, Die Wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung. K. Fysiogr. Sällsk. Handl. 1907.

1—14		15—29	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
+ 2.8	- 2.5	+ 4.7	+ 0.5
+ 0.2	- 6.4	+ 4.0	+ 0.0
+ 4.0	- 5.0	+ 4.1	- 0.2
+ 6.9	+ 2.7	+ 4.0	- 0.8
+ 6.9	+ 2.7	+ 4.0	- 0.8
+ 5.0	+ 2.6	+ 4.0	- 0.4
+ 4.2	+ 1.5	+ 4.0	- 0.4
		+ 3.2	- 1.5

März.

1—15		16—31	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
+ 1.5	- 1.5	+ 0.8	- 4.0
+ 2.5	- 1.5	+ 1.8	- 4.2
+ 1.4	- 1.8	+ 3.0	- 2.2
+ 1.2	- 3.6	+ 2.8	- 0.3
+ 1.3	- 4.2	+ 3.2	+ 0.0
+ 2.0	- 0.2	+ 4.8	+ 0.8
+ 7.7	- 0.4	+ 5.6	+ 0.6
+ 4.8	+ 1.7	+ 4.3	- 0.3
+ 6.4	+ 0.3	+ 4.5	- 0.3
+ 6.0	+ 1.5	+ 4.2	- 2.5
+ 3.4	- 0.5	+ 6.8	- 2.2
+ 0.5	- 5.1	+ 7.8	- 2.3
- 2.9	- 7.1	+ 10.0	- 1.6
- 1.5	- 5.0	+ 11.7	+ 0.4
- 0.5	- 4.5	+ 9.8	+ 0.4
		+ 5.3	- 2.0

April.

1—15		16—30	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
+ 8.9	+ 1.0	+ 12.0	- 0.5
+ 8.4	+ 0.0	+ 11.4	+ 0.5
+ 6.0	+ 1.0	+ 6.8	+ 1.0

1—15		16—30	
Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
+ 11.4	+ 2.0	+ 5.0	- 1.9
+ 8.0	+ 2.7	+ 2.9	- 1.0
+ 8.7	+ 0.7	+ 6.0	- 2.5
+ 11.1	± 0.0	+ 6.2	- 1.3
+ 9.3	- 0.3	+ 10.0	+ 0.5
+ 8.6	- 1.3	+ 14.3	+ 2.9
+ 10.5	+ 1.3	+ 13.9	+ 4.5
+ 8.7	+ 1.6	+ 9.8	+ 2.0
+ 6.0	+ 0.1	+ 13.0	+ 0.6
+ 8.1	± 0.0	+ 11.5	+ 2.6
+ 8.3	± 0.0	+ 8.8	+ 3.9
+ 10.4	+ 0.4	+ 11.4	+ 4.3

Was an dieser Tabelle besonders auffällt, ist der grosse Unterschied zwischen Maximum und Minimum, der sich Ende März, und zwar am 26, 27 und 28 geltend macht (6.8 und -2.2, resp + 7.8 und -2.3, + 10 und -1.6). Gerade am 27 März war es nun, dass ich die auffallende Verherung unter den rotblättrigen Formen konstatierte; das ganze Aussehen der erfrorenen Pflanzen liess aber erkennen, dass der Tod ganz neulich eingetreten war, und ich halte es deshalb für ganz sicher, dass die niedrige Temperatur in der Nacht zwischen 26 und 27 März die Majorität der abgestorbenen Pflanzen hingerafft hat; einige mögen vielleicht erst in den darauf folgenden Nächten getötet werden sein.

Bevor ich auf die in Bezug auf die Kohlehydratverhältnisse gemachten Befunde eingehe, dürfte es angemessen sein, einige Bemerkungen über die Lokalisation der Anthocyane und die anatomischen Verhältnisse der Veronicablätter vorzuschicken.

Was zuerst das Anthocyan betrifft, so ist dieser Stoff bei unsere Pflanze ausschliesslich auf die Epidermiszellen beschränkt. Das Mesophyll ist ebenso wie das Fibrovasalgewebe vollständig anthocyanfrei; das nämliche gilt auch

von den Schliesszellen, die wie schon Stahl gefunden,¹⁾ bei roten Blättern konstant anthocyanfrei sind. Das ganze Blatt wird also in dieser Weise in einem roten Mantel eingehüllt, welcher der grünen Form vollkommen fehlt.

Ein anderer Unterschied, der mit dem verschiedenen Anthocyanengehalt sicher in Zusammenhang steht, betrifft den Gerbstoffgehalt. Bei der roten Form ist die obere Epidermis sehr gerbstoffreich, so dass sie mit $K_2 Cr_2 O_7$ eine tiefbraune Färbung annimmt; das ganze Mesophyll, und zwar am meisten die Palissadenschichten, ist ebenfalls sehr reich an Gerbstoff; die untere Epidermis ist auch gerbstoffhaltig, enthält aber auffallend weniger Gerbstoff wie die obere Epidermis. Bei der grünen Form giebt die obere Epidermis mit $K_2 Cr_2 O_7$ schwache, aber deutliche Gerbstoffreaktion; das Mesophyll ist fast vollkommen gerbstofffrei, doch finden sich in der Mitte einzelne Zellen, die eine schwache Gerbstoffreaktion geben; das nämliche gilt auch von den Zellen der Stärkescheide, die regelmässig kleine Gerbstoffmengen führen. In der unteren Epidermis ist meistens gar kein Gerbstoff vorhanden. Da ein gewisser Gerbstoffgehalt in vielen, wenn auch nicht in allen Fällen²⁾ eine notwendige Voraussetzung für die Ausbildung des Anthocyans darstellt, so ist es sehr naheliegend, den Anthocyanengehalt der rotblättrigen Form mit deren grossen Gerbstoffreichtum in causalen Zusammenhang zu bringen; allerdings ist die grüne Form auch nicht ganz gerbstofffrei, auch wenn sie keine Spur von Anthocyan enthält.

Auch in anatomischer Hinsicht existieren gewisse Unterschiede zwischen der roten und der grünen Form. Das Mesophyll der grünen Form ist, wie aus den nebenstehenden Figuren hervorgeht, etwas lockerer gebaut als das der roten, ihr Palissadenparenchym etwas schwächer entwickelt.

¹⁾ l. c. p. 181.

²⁾ Bei *Elodea canadensis* ist kein echter Gerbstoff vorhanden, die hier in den Blattzellen auftretende Rotfärbung scheint aber auch kein gewöhnliches Anthocyan zu sein.

Als Korrelation zu der verschiedenen Ausbildung der Inter-cellularen findet man auch eine gewisse Differenz in Bezug auf den Bau der Epidermiszellen, in dem die wellenförmigen Einkerbungen der Radialwände etwas stärker bei der grü-

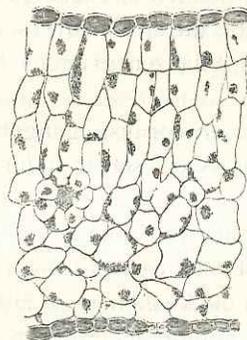


Fig. 1.

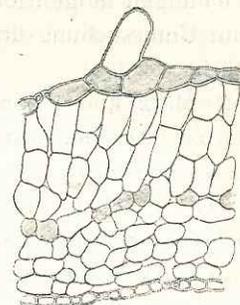


Fig. 2.

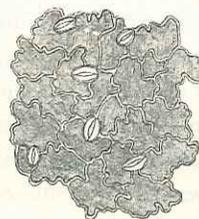


Fig. 3.

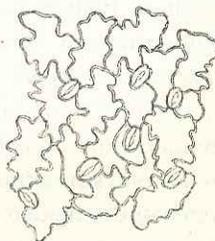


Fig. 4.

Fig. 1. Querschnitt durch ein mit $K_2 Cr_2 O_7$ behandeltes Blatt der rotblättrigen *Veronica hederifolia*; die Körnerhaufen sind niedergeschlagener Gerbstoff, der in den Epidermiszellen homogen auftritt; die Chlorophyllkörner sind weggelassen.

Fig. 2. Querschnitt durch ein in derselben Weise behandeltes Blatt aus der grünblättrigen Form.

Fig. 3. Epidermiszellen aus der roten Form, mit $K_2 Cr_2 O_7$ behandelt.

Fig. 4. Epidermiszellen aus der grünen Form, mit $K_2 Cr_2 O_7$ behandelt.

nen Form sind als bei der roten. Alles in allem neigen die Blätter der roten Form etwas mehr zur Xerophilie als die der grünen, eine Tatsache, die vielleicht mit der stärkeren Erwärmung und infolgedessen stärkeren Transpirationsbe-

dürfniss der letzteren Form in Zusammenhang steht. (Vgl. die Quersnitte p. 71).

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun den Kohlehydratstoffwechsel der beiden Formen im Frühling etwas näher ins Auge fassen. Aus meinen diesbezüglichen Aufzeichnungen mögen folgende Data, die sich selbstverständlich auf Untersuchung überlebender Pflanzen gründen, hier angeführt werden:

29 März, klarer, sonniger Tag, mit vorausgegangenem Nachtfrost $\frac{1}{2}$ 6 Nm. wurde mit des Sachs'schen Jodprobe folgendes konstatiert:

Die rote Form. Fünf Stengel 10–15 cm lang: von der Spitze gerechnet sind die Blätter auf einer Strecke von 3 cm. überaus stärkereich, und zwar auch die kleinen, noch unausgewachsenen Blätter; von hier aus nimmt der Stärkereichtum ab, so dass auf einer Entfernung von 8–10 cm von der Spitze einige Blätter fast stärkefrei sind. Zucker ist in allen Blättern vorhanden, aber nur in relativ geringen Quantitäten.

Die grüne Form. Vier Stengel 10–15 cm lang. Die meisten Blätter sind stärkefrei oder fast stärkefrei, nur die obersten auf einer Strecke von 1–2 cm geben deutliche, aber schwache Stärkereaktion. Der Unterschied zwischen dem Stärkegehalt der beiden Formen ist überaus frappant. Zucker ist bei der grünen Form sehr reichlich vorhanden.

30 März 10 Uhr Vm.; ziemlich schönes, halbklares Wetter. Drei rote Blätter: sehr starke Stärkereaktion. Drei grüne Blätter: schwache Stärkereaktion.

30 März 5 Uhr Nm. Drei rote Blätter: sehr starke Stärkereaktion, 4 grüne Blätter: drei schwache Stärkereaktion, und diese nicht gleichmässig über das ganze Blatt, sondern nur stellenweise, ein Blatt vollkommen stärkefrei. Der Unterschied ganz wie um 10 Uhr, aber noch viel ausgeprägter.

31 März 10 Uhr Vm. Milder trüber Tag, ab und zu Regen. Drei rote Blätter: sehr viel Stärke. Drei grüne Blätter: zwei gänzlich stärkefrei, ein wenig Stärke.

12 April 11 Uhr Vm. Ziemlich kalter Tag, ab und zu Regen. Die rote Form: Obere und untere Epidermis viel Stärke, das ganze Mesophyll von Stärke vollgepropft. Die grüne Form: in der unteren Epidermis kleine Stärkemengen, in der oberen gar keine; im Palissadenparenchym mässig viel Stärke, am meisten in der dritten Schicht von oben gerechnet; das Schwammparenchym stärkearm, besonders die unteren Schichten.

23 April. Sonniger, ziemlich kalter Tag, 4 Uhr vm. Die rote Form: Blätter mit der Jodprobe tiefschwarz. Die grüne Form: Blätter stärkereich, aber lange nicht so stark wie die der roten Form.

15 Mai. Das Anthocyan ist jetzt infolge der andauernden Wärmezufuhr fast gänzlich verschwunden, so dass die vorher rotblättrige Form jetzt rein grüne Blätter trägt, und von der typischen, auch in Winter grünen Form überhaupt kaum zu unterscheiden ist. Differenzen in Bezug auf Stärkegehalt der Blätter ist auch nicht mehr vorhanden, wohl aber in Bezug auf den Gerbstoffgehalt, der die nämlichen Verschiedenheit zeigt wie vorher.

Aus den jetzt mitgeteilten Befunden geht es sicher hervor, dass die Stärke im Frühling bei der rotblättrigen Form unserer Veronica erheblich früher regeneriert wird als bei der grünblättrigen Hauptart, denn die Tatsache, dass die roten Blätter Ende März-Anfang April schon um 10 Uhr morgens reichlich Stärke führen beweist offenbar, dass es sich hier in erster Linie um aus schon vorhandenem Zucker regenerierte Stärke handelt, was übrigens auch aus den Zuckerreaktionen der verschiedenen Blattsorten hervorgeht. Dass die roten Blätter bei den fraglichen niedrigen Temperaturen auch stärker assimilieren als die grünen, kann wohl nicht bezweifelt werden, doch dürfte dies eine mehr nebensächliche Bedeutung besitzen.

Soviel steht jedenfalls fest, dass die rotblättrige Form viel früher als die grüne aus der Winterruhe geweckt wird, wenn, wie es im letzten Frühling der Fall war, die Sonnen-

strahlung schon zeitig zur intensiveren Geltung kommt. Nach dem was wir durch die eingangs erwähnten Arbeiten von Kny, Stahl und Whitten über das wärmeabsorbierende Vermögen des Anthocyans wissen, kann es nicht gern bezweifelt werden, dass die Ursache der ungleichen Winterhärte der beiden Formen eben in dem ungleichen Anthocyan Gehalt zu suchen ist. Andernseits ist offenbar das vorzeitige Erwachen aus der Winterruhe Schuld daran, dass von den rotblättrigen Pflanzen ein so viel grösserer Procentsatz erfror, während die grünen zur selben Zeit gänzlich unbehelligt blieben. Der tiefere Grund des verschiedenen Verhaltens der beiden Pflanzenformen gegen Kälte ist schliesslich aller Wahrscheinlichkeit nach darin zu suchen, dass bei der roten Form ein grösserer Teil des vorhandenen Zuckers in Stärke verwandelt wurde, während zur selben Zeit die Blätter der grünen Form ihren Gesamtvorrat an Zucker noch besaßen.

Jedenfalls haben wir hier vor uns einen Fall von Dichroismus, wo die rotblättrige Form entschieden Kälteempfindlicher ist als die grünblättrige. Beim ersten Blicke erscheint dies etwas paradox, da wir ja gerade jüngste Zeit durch die Untersuchungen Tischlers erfahren haben, dass die rotblättrigen Varietäten im Allgemeinen eine stärkere Resistenz gegen Kälte besitzen als die grünblättrigen Formen derselben Art. Allein es ist dabei zu bedenken, dass es sich in den von Tischler untersuchten Fällen durchgängig von Bäumen resp. Sträuchern¹⁾ handelt, die im Herbst ihre Blätter abwerfen und deren Zweige sich in ihrem Äusseren sonst nicht von denen der grünblättrigen Arten unterscheiden. Wenn diese Pflanzen an der nördlichen Grenze ihrer Existenzbedingungen ihr Dasein fristen, so wird das Anthocyan für sie als wärmeabsorbierendes Mittel im Sinne Stahls

¹⁾ Tischlers Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf *Nandina domestica*, *Prunus cerasifera*, *Fagus silvatica*, *Acer palmatum*, von denen sowohl die normalen wie die rotblättrigen Formen untersucht wurden.

eine grosse Bedeutung erlangen können, weil sie dadurch im Stande werden, noch bei Temperaturen zu assimilieren u. s. w., bei denen die grünblättrigen Formen dies nicht mehr tun können. Die bessere Ernährung der rotblättrigen Formen, vor Allem ihr relative Reichthum an Kohlehydraten bedingt dann die grösseren Widerstandsfähigkeit gegen Kälte.

Anderseits fehlt es nicht in der Litteratur an Angaben, welche mit unseren an der rotblättrigen *Veronica* gemachten Erfahrungen im Einklang stehen. So hat Whitten ausführlich geschildert, wie der purpurne Farbstoff der Pfirsichzweige unter gewissen klimatischen Verhältnissen, (heller Sonnenschein an Tage und Fröste in der Nacht) die Winterschädigung begünstigt, und dass man durch Weissens der Zweige die Gefahr einer solchen Schädigung verringern kann; ebenso giebt es nach demselben Autor im nördlichen Missouri eine »Schnee« genannte Pfirsichart, die keinen roten Farbstoff besitzt, und deren Zweige hellgrüne sind; diese Form soll nach den Angaben der praktischen Züchter später blühen und dem gemäss von der Kälte weniger beschädigt werden als andere Pfirsichrassen. Korschinsky²⁾ führt einige Angaben von Regel an, nach denen die purpurblättrigen Formen der gewöhnlichen Birke, Haselnuss, des Feldrüsters (*Ulmus campestris*) und des Spitzorns (*Acer platanoides*) das Petersburgerklima nicht vertragen, sondern eine Bedeckung über Winter verlangen. Ob die Verhältnisse bei diesen Arten den soeben beim Pfirsichbaum geschilderten analog sind, mag im Mangel näherer Detailsangaben über die Farbe der Zweige u. s. w. dahingestellt werden. Korschinsky selbst führt die geringere Widerstandsfähigkeit der rotblättrigen Formen darauf zurück, dass neu entstandene Varietäten und solche sind ja in gewissen Fällen eben die rotblättrigen Formen — bisweilen schwächer und schlechter ernährt sind als

¹⁾ l. c.

²⁾ Über Heterogenesis und Evolution, Flora, Ergänzungsband 1901.

die Stammformen, was dann auch eine Verminderung der Kälteresistenz zur Folge haben würde. Ein jeder, der die Entstehung neuer Pflanzenformen, sei es durch Mutation oder durch Kreuzung näher experimentell studirt hat, wird auch die Berechtigung einer solchen Ansicht für gewisse Fälle zugeben.

Dass übrigens eine und dieselbe rotblättrige Pflanze je nach den äusseren Umständen der grünen Form gegenüber eine grössere oder auch geringere Kälteresistenz zeigen kann, habe ich besonders deutlich an einer rotblättrigen Form von *Ajuga reptans*¹⁾ gesehen, die im hiesigen botanischen Garten als *A. reptans* f. *atropurpurea* kultivirt wird. Wie ich in meiner Arbeit über die wintergrüne Flora angegeben habe, erweisen sich die Blätter der rotblättrigen Form, wenn sie im Winter mit Blättern der grünen Hauptform zusammen im Gefrierkasten gefroren werden, erheblicher kälteresistenter als die letzteren. Im vergangenen Frühling richteten aber die auf den hellen Tagessonnenschein erfolgenden Nachtfröste einen viel grösseren Schaden unter den roten als unter den grünen *Ajugablättern* an, offenbar aus denselben Gründen, die für unsere rotblättrige *Veronica* verhängnisvoll wurden. Es lassen sich aber auch Verhältnisse denken, unter denen auch diese letztere der grünen Form gegenüber im Vorteil wäre (niedere Tagestemperatur, keine Nachtfröste u. s. w.)

Diese je nach den äusseren Umständen verschiedenartige Wirkung des Anthocyans ist schon in Jahren von Stahl,²⁾ und zwar in Bezug auf die Transpiration hervorgehoben worden. Die stärkere Erwärmung roter Pflanzenteile wird, im übrigen gleiche Struktur vorausgesetzt, nach Stahls Ansicht nicht unter allen Umständen die Verdunstungsgrösse erhöhen, namentlich nicht bei ungünstiger Wasserversorgung der ganzen Pflanzen, weil unter solchen Umständen Verringerung, ja Verschluss der eintreten kann, wäh-

¹⁾ Vgl. Die wintergrüne Flora p. 61.

²⁾ l. c. 178—179.

rend die grünen, weniger stark erwärmten Vergleichsobjekte gleichmässiger mit der Wasserdampfabgabe fortfahren. Bei vergleichenden Versuchen mit abgeschnittenen, mit der Schnittfläche in Wasser tauchenden, annähernd gleichgrossen Zweigen der grün- und rotblättrigen Buche und Hasel konnte Stahl auch feststellen, dass die rotblättrigen Zweige relativ stärker transpirierten als die grünen, wenn die Zweige nicht direkt der Sonne ausgesetzt resp. in wasserdampfreicher Atmosphäre gehalten wurden, während bei direkter Besonnung und trockener Luft sich das Verhältnis nicht selten umkehrte.

Diese Angaben von Stahl habe ich in vielen Fällen bestätigen können. Da man nun aber, insbesondere durch anderweitige Untersuchungen Stahls,¹⁾ den Einfluss kennt, welchen die verschiedene Kondition der Spaltöffnungen auf die Assimilation ausübt, so schien es mir von Interesse zu untersuchen, ob auch in dieser Beziehung analoge Verhältnisse wie in bezug auf die Transpiration obwalten. In der Tat habe ich auch einige Beobachtungen gemacht, welche diese Frage in positivem Sinne zu beantworten scheinen. Auf den offenen Rasen im botanischen Garten wachsen nebeneinander eine grün- und eine rotblättrige Form vom *Anemone nemorosa*; am 23 April, einem sonnigen aber kalten Tage enthielt die rotblättrige Form merkbar mehr Stärke in den Blättern als die grüne; etwas später im Mai war dieser Unterschied verwischt. Ende Juli, am 28 und 27, wo die Tagestemperatur im Schatten auf + 27° C gestiegen war, enthielten die Blätter einer rotblättriger *Ricinus communis* merkbar weniger Stärke als die Blätter der grünen Form; im September—Oktober war dieser Unterschied entweder ganz ausgeglichen oder aber die roten Blätter enthielten mehr Stärke als die grünen. Selbstverständlich wurde bei diesen Proben genau darauf geachtet,

¹⁾ Stahl, Einige Versuche über Assimilation und Transpiration, Bot. Zeit 1894.

dass möglichst gleichalterige und derselben Beleuchtungsverhältnissen ausgesetzte Blätter verwendet wurden.

Indessen ist, wenn man aus derartigen Befunden physiologische Schlussfolgerungen ziehen will, immer grosse Vorsicht geboten. Es wäre ja denkbar, dass gerade durch die starke Erwärmung die Auswanderung der Stärke aus den roten Blättern den grünen gegenüber beschleunigt würde, und dass dieser Umstand, nicht aber ein durch den Spaltenverschluss bewirkte Herabsetzung der Assimilation der in Juli konstatierten geringeren Stärkegehalt der roten Ricinusblätter verursacht hatte, dagegen spricht aber die Tatsache, dass im September—Oktober gerade das Gegenteil wurde. Indessen giebt es aber einen anderen Umstand, der bei derartigen Versuchen nicht ausser Acht gelassen werden darf, und der deshalb hier in aller Kürze besprochen werden soll.

Durch die schönen Untersuchungen von Overton¹⁾ ist es experimentell bewiesen, dass ein gewisser Gehalt an Zucker eine unerlässliche Bedingung ist, falls Anthocyan in den Pflanzenzellen gebildet werden soll. Andererseits ist es eine allgemeine Regel, dass ein Gerbstoff oder gerbstoffähnlicher Körper in den Zellen, wo Anthocyan gebildet wird, auftritt. Abgesehen von anderen Faktoren könnte also bei den Dichroisten entweder ein Plus von Zucker oder von Gerbstoff das Moment sein, welche bei der einen Form die rote Farbe bedingt. Bei der rotblättrigen *Veronica hederæfolia* scheint nun tatsächlich das letztere der Fall zu sein, den hier kann man sich, wie schon bemerkt worden, durch $K_2Cr_2O_7$ leicht davon überzeugen, dass die rotblättrige Form in der Epidermis, wo das Anthocyan allein auftritt sehr viel, die grünen Form dagegen gar oder fast keinen Gerbstoff enthält. Nun weiss man bekanntlich schon lange, besonders durch die Untersuchungen von Arthur Meyer und Stahl, dass die Blätter verschiedener Pflanzenarten oft eine

¹⁾ Ueber die Bildung von rotem Zellsaft etc. Jahrb. f. wiss. Botanik 1899.

ganz ungleich Neigung haben, Stärke oder Zucker in ihren Blättern zu speichern und Stahl unterscheidet demgemäss auch zwischen Stärke- und Zuckerblätter. In Anbetracht dieser Verhältnisse weist Overton auf die Möglichkeit hin, dass bei den Dichroisten ein analoger, aus inneren Ursachen bedingter Unterschied vorhanden, und zwar so, dass die roten Formen sich mehr dem Zuckerblätterttypus, die grünen dagegen den Stärkeblätterttypus näherten.

Experimentell ist diese Frage, so viel ich weiss gar nicht untersucht worden. Einige von mir gelegentlich gemachten Beobachtungen scheinen indessen dafür zu sprechen, dass die von Overton vermutungsweise angedeuteten Differenzen zwischen rot- und grünblättrigen Formen in gewissen Fällen wirklich vorkommen. Im vergangenen Sommer untersuchte ich mit der Jodprobe eine Form von *Tropæolum vulgare*, dessen Blätter tief rot waren mit einem Stich in's Blau: sie waren an einem schönen Julitag ganz stärkefrei, da sie aber, wie die gleichzeitig vorgenommene Cobaltprobe zeigte ziemlich lebhaft transpirirten so konnte ein durch übermässige Transpiration erfolgter Spaltenverschluss nicht die Ursache des Stärkefehlers sei: dies musste vielmehr in inneren Ursachen begründet sein, obwohl das Blatt an reducirenden Zuckerarten nicht besonders reich war. Analoge Beobachtungen habe ich bei der roten *Berberitze* gemacht; diese Verhältnisse verdienen sicher eingehend untersucht zu werden, jedenfalls geht so viel schon hervor, dass man in Bezug auf das Verhältniss zwischen Anthocyangehalt und Assimilation, sofern letzere durch Stärkebildung zum Ausdruck kommt, mit den Schlussfolgerungen recht vorsichtig sein muss.

Auf einen anderen Umstand, der mir bei Vornahme der Jodprobe mit den rot- resp. grünblättrigen Formen öfters aufgefallen ist, möchte ich auch in diesem Zusammenhange aufmerksam machen. Es ist dies die verschiedene Leichtigkeit, womit das Chlorophyll den roten und den grünen Blätter durch Alkohol entzogen wird. Bei Vornahme der

Jodprobe habe ich oft Gelegenheit gehabt zu sehen, wie die grünen Blätter schon gänzlich entfärbt waren als die derselben Behandlung unterworfenen roten Blätter noch ihre grüne Farbe erhalten hatten. Man könnte angesichts dieser Tatsache leicht auf die Ansicht kommen, dass die roten Blätter mehr Chlorophyll enthielten als die grünen, was aber sicher nicht richtig wäre; der Unterschied beruht vielmehr darauf, dass der in den roten Blättern reichlich vorhandene Gerbstoff die Membranen postmortal imprägniert, so dass sie das Chlorophyll schwieriger durchlassen. Extrahiert man nun gleich grosse Mengen roter und grüner Blattsubstanz mit Alkohol während der gleichen Zeit, so erhält man — wenigstens bei der *Veronica hederæfolia* — Chlorophylllösungen von ganz verschiedener Stärke, die leicht zu der Ansicht verführen könnten, die roten Blätter enthielten weniger Chlorophyll als die grünen. Belässt man an aber die roten und grünen Blätter 48 Stunden in einer Lösung von $K_2Cr_2O_7$, und extrahiert man sie jetzt, nach gehörigen Auswaschen in Wasser, mit Alkohol, so bekommt man aus den roten Blättern ebenso stark gefärbte Chlorophylllösungen wie aus den grünen. Die jetzt gesprochene Fehlerquelle macht sich indessen nur in solchen Fällen geltend, wo der Anthocyangehalt mit einem grösseren Gerbstoffgehalt verbunden ist, was allem Anscheine nach nicht immer der Fall ist. Deshalb bezweifle ich nicht, dass Molér ¹⁾ in manchen Fällen recht hat, wenn er behauptet, die roten Blätter der *Dichroisten* enthalten weniger Chlorophyll als die grünen. Allgemeine Gültigkeit dürfte aber diesem Satze kaum zukommen.

Was schliesslich den systematischen Wert der jetzt besprochenen *Veronica*-Form, anbelangt, so habe ich darüber keine bestimmte Ansicht, weil die schon angefangenen Culturversuche noch keine verwertbare Resultate gegeben. Nachdem durch die schönen Untersuchungen von de Vries

¹⁾ Bot. Notiser 1907.

die Entstehung neuer und konstanter Mutationen experimentell bewiesen ist, ist es bei gewissen Floristen Mode geworden, jede noch so geringfügige und zufällige Abweichung vom Normaltypus als Mutation zu bezeichnen; man glaubt offenbar hierdurch seinem törichtem Treiben einen gewissen Anschein von Wissenschaftlichkeit zu geben. Alle solche Angaben der Floristen sind natürlich, so lange keine rationell ausgeführte Culturversuche vorliegen, nur *Vermutungen*, die in manchen Fällen nachweislich ganz falsch sind, und wenn ich jetzt selbst etwas über die Natur der rotblättrigen *Veronica hederæfolia* äussere, so bleibt das einstweilen nur eine Vermutung. Aber die Tatsache, dass eine in Südschweden wild wachsende Pflanze in der Mehrzahl ihrer Individuen im Winter durch Kälte zu Grunde geht lässt eigentlich nur zwei Alternative zu: entweder handelt es sich um eine südliche Form, die soeben in ein nördlicheres Gebiet hervorgezogen ist, oder wir haben wirklich in unsrer *Veronica* eine Mutation vor uns, die dann voraussichtlich an Ort und Stelle entstanden ist. Da für die erste Alternative alle Anhaltspunkte fehlen, erhält die letztere Vermutung einer nicht geringen Grund im Wahrscheinlichkeit.

Molisch, H., Über hochgradige Selbsterwärmung lebender Laubblätter. — *Botanische Zeitung* 1908, Abth. 1 s. 211—233.

Att vissa bakterier förorsaka s. k. själfupphettning af hö, gödsel, gräs och blad känna vi ju förut.

Man känner också sedan längre tid tillbaka, att vissa lefvande växtdelar, ss. blommor och groende frön medelst andningsprocessen kunna bli upphettade rätt betydligt, då de anhopas i större mängd och blifva skyddade för transpiration och värmeutstråling. Blad har man vanligen ej använt till sådana försök, emedan man trodde, att de icke andades tillräckligt intensivt.

Förf. har experimenterat med afskurna, friska blad
Bot. Not. 1909.

och växtdelar, emedan för stora svårigheter uppreste sig mot att använda hela växer i stor mängd. Han använde mest blad af träd (3—5 kil. vid hvart försök) och fann att temperaturen utan bakteriers medhjälp på en half eller hel dag kunde stiga till den höjd att den nästan uppnådde det högsta gradtal, som växten kunde uthärda; ja den kunde överskrida detta tal, så att växtdelarne dogo. Afbröt man experimentet, innan gradtalet blef för högt, så visade sig bladen friska och kunde fortleva en tid.

Hos *Pyrus communis* kunde temperaturen stiga ända till 59° C. från 17,9° vid experimentets början.

Död. Karl Adam Th. Seth afled d. 9 febr. 1909 å Mölneberg i Burseryds s:n i Småland, hvarest han var född d. 29 jan. 1850. Han blef student i Uppsala 1874, amanuens vid botaniska trädgården 1888, t. f. konservator 1893 och ordinarie konservator vid Uppsala botaniska museum från 1895. Såsom vårdare af studentkårens herbarium och föreståndare för Uppsala botaniska bytesförening var han många år verksam. I Bot. Notiser 1877 meddelade han Växtgeografiska bidrag till Medelpads flora och i Krok och Almquist Flora för skolor behandlade han *Hepaticæ*.

Parodi. Vår notis om Parodi i sista häftet af Bot. Not. var hemtad ur Bull. Herb. Boissier 1908 n:o 12. Sedan hafva vi genom bref från lektorn d:r G. O. Malme blifvit underrättade om att det var han, »som skaffade d:r Hassler den sista länken i beviskedjan och påvisade, att redan på etiketterna stod Rosenskölds namn».

Värdefull gåfva. Alla de böcker, som Lunds Universitets botaniska Institution önskade erhålla ur professor F. Areschougs rikhaltiga bibliotek, hafva af hans efterlevande maka erbjudits och öfverlemnats som gåfva till Institutionen. Denna gåfva kan i värde fullt mäta sig med den, som Institutionen fick genom Agardhska biblioteket.