

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und Dr. F. G. Kohl

in Cassel

in Marburg

Nr. 19.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1899.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen.

Die Redaction.

Wissenschaftliche Originalmittheilungen.*)

Ueber die physiologische Bedeutung der Furfuroide
im Pflanzenorganismus.

Von

Prof. Dr. Jul. Stoklasa.**)

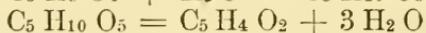
Um die Erkenntniss der Verbreitung der Pentosane und der Pentosen im Pflanzenorganismus haben sich insbesondere B. TOLLENS und seine Schüler SCHULZE, DE CHALMOT, GÜNTHER und FLINT (Agriculturechemisches Laboratorium der Universität Göttingen), ferner GROSS, BEVAN und SMITH (Landwirthschaftl. Versuchsstation Woburn) und schliesslich TH. PFEIFFER und K. GOETZ (Agriculturechemisches Laboratorium der Universität zu Jena) grosse Verdienste erworben. Die betreffenden, in mancher Hinsicht höchst interessanten Studien liessen aber dennoch einige Probleme in Bezug auf die Bildung und Entwicklung der Pentosen und Pentosane im Pflanzenorganismus unbeantwortet, und ich habe mich daher schon vor drei Jahren entschlossen, weitere Forschungen in dieser Richtung und zwar auf weiteren physiologischen Grundlagen vorzunehmen.

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

***) Unter Mitwirkung der Herren FR. DUCHÁČEK, OT. KOPECKÝ und F. V. UHER.

In der vorliegenden Studie habe ich vor Allem die physiologische Function der Furfuroide in der lebenden Materie der *Beta vulgaris* in's Auge gefasst, da in dieser Richtung bisher keine Studien vorgenommen wurden, obgleich von vielen Seiten, insbesondere in den Arbeiten von Tollens und Stift, nachgewiesen worden ist, dass die Pentosen und Pentosane in dem Organismus der *Beta vulgaris* stark verbreitet sind.

Zur quantitativen Bestimmung der Furfuroide wurde die bekannte Thatsache verwerthet, dass die Pentosane durch Hydrolyse in Pentosen umgewandelt werden und diese durch Erwärmen mit Salzsäure von 1,06 spec. Gewicht bei der Temperatur von 150 bis 160° Furfurol liefern nach den Gleichungen:



(nebst Huminstoffen).

Zur quantitativen Bestimmung des Furfurols haben wir die von Tollens und Krüger modificirte Counciler'sche Methode benützt. Diese Methode basirt auf der Kondensation des Furfurols mit Phloroglucin bei Gegenwart von Salzsäure.

Zu den Analysen wurde immer soviel fein zerriebenen Materials genommen, als nöthig war, um etwa 0,2—0,5 g Phloroglucid zu erhalten. Das verwendete Phloroglucin war Merck's reines Präparat.

Die Ergebnisse der Furfurol-Bestimmung in dem Rübensamen und der Rübenpflanze in verschiedenen Perioden.

Rübensamen ohne Testa.

Die Trockensubstanz von 100 Samen wog 0,345 g

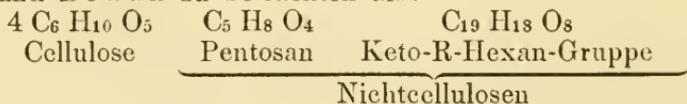
Aus derselben wurde Furfurol gewonnen 1,17 %

100 Samen lieferten demnach Furfurol 0,00403 g

Um ein richtiges Bild von der Verbreitung der Furfuroide in den einzelnen Samentheilen zu gewinnen, wurde auch die präparirte Testa allein untersucht, und lieferte dieselbe, auf Trockensubstanz gerechnet, 10,24 % Furfurol, was 18,85 % Pentosane (in der Trockensubstanz) entspricht.

Hieraus ist ersichtlich, dass die Testa ungemein reich an Furfuroiden ist, was ich auch bei Untersuchung von Samen anderer Culturpflanzen gefunden habe. Es ist wahrscheinlich, dass die Pentosane (namentlich das Xylan) eventuell auch andere Furfurol-liefernde Stoffe in einer gewissen chemischen Vereinigung mit der Cellulose (oder Oxycellulose), welche in der Testa ebenfalls stark vertreten ist, sich befinden.

Es scheint, dass diese inkrustirenden Bestandtheile der Testa auch Lignocellulosen enthalten. Die Lignocellulose ist nach Gross und Bewan zu betrachten als:



Erste Periode.

5 Tage alte Keimlinge.

100 Keimlinge erhielten Trockensubstanz	0.340 g
und wurde aus denselben Furfurol gewonnen	4.27 ‰
100 Keimlinge lieferten somit Furfurol	0.0085 g

Zweite Periode.

10 Tage alte Keimlinge.

100 Keimlinge enthielten Trockensubstanz	0.228 g
und wurde aus denselben Furfurol gewonnen	4.27 ‰
100 Keimlinge lieferten somit Furfurol	0.0097 g

Dritte Periode.

30 Tage alte Keimlinge.

Die Trockensubstanz der Blätter und Blattstiel von 100 Pflanzen wog	8.80 g
Die Trockensubstanz der Wurzeln von 100 Pflanzen wog	1.49 g
Die Trockensubstanz der Blätter und Blattstiel lieferte 5.620 ‰ Furfurol (Pentosane 9.59 ‰)	
Die Trockensubstanz der Wurzeln lieferte 4.975 ‰ Furfurol (Pentosane 8.37 ‰).	
Es wurde mithin auf 100 Pflanzen Furfurol gewonnen:	
aus den Blättern und Stielen	0.4946 g
aus den Wurzeln	0.0741 "

Vierte Periode.

Beta vulgaris nach 60 Vegetationstagen.

Die Rübenproben wurden dem Versuchsfelde in Ruzyn entnommen; die Nährstoffe waren in dem Boden in entsprechender Menge vertreten.

Die Pflanzen wurden aus dem Boden sorgfältig gezogen, die Durchschnittsprobe abgewogen und das Furfurol aus dem frischen, fein zerriebenen Material bereitet:

Im Durchschnitte wog ein Exemplar der <i>Beta vulgaris</i> :	
Die Nervatur und die Stiele	153 g
" reine Blattsubstanz	97 "
" Wurzel	109 "
Gewicht der Trockensubstanz:	
Der Nervatur und der Stielen	20.4 g
" reinen Blattsubstanz	10.8 "
" Wurzel	12.3 "
Es ergab an Furfurol die Trockensubstanz:	
Der Nervatur und der Stielen	6.33 ‰
" reinen Blattsubstanz	5.95 "
" Wurzel	4.83 "
Ein Exemplar der <i>Beta vulgaris</i> lieferte somit an Furfurol:	
In der Nervatur und den Stielen	1.2913 g
" " reinen Blattsubstanz	0.6426 "
" " Wurzel	0.5941 "

Fünfte Periode.

Beta vulgaris nach 120 Vegetationstagen.

Durschnittsgewicht pro Exemplar:

Der Nervatur und der Stielen	236.6 g
„ reinen Blattsubstanz	185.3 „
„ Wurzel	623.7 „

Gewicht der Trockensubstanz:

Der Nervatur und der Stielen	30.0 g
„ reinen Blattsubstanz	38.5 „
„ Wurzel	12.8 „

Es ergab an Furfurol die Trockensubstanz:

Der Nervatur und der Stielen	5.73 ‰
„ reinen Blattsubstanz	5.12 „
„ Wurzel	3.68 „

und ergab mithin an Furfurol die Trockensubstanz eines Exemplars:

Der Nervatur und der Stielen	1.719 g
„ reinen Blattsubstanz	1.971 „
„ Wurzel	4.740 „

Sechste Periode.

Beta vulgaris am Schlusse der Vegetationsperiode und zwar nach 170 Tagen.

Das Blattwerk mancher Rüben war schon gelblich gefärbt; bei den unteren Blättern war das Blattgrün bereits abgestorben. Interessant war die Analyse der ganz gelben, abgestorbenen, und der grünen Blätter.

Grüne Blätter:

An Furfurol ergab die Trockensubstanz der Nervatur und der Stielen	5.37 ‰
An Furfurol ergab die Trockensubstanz der reinen Blattsubstanz	5.88 „

Gelbe Blätter:

An Furfurol ergab die Trockensubstanz der Nervatur und der Stielen	6.61 „
An Furfurol ergab die Trockensubstanz der reinen Blattsubstanz	7.28 „

Verfolgt man die Furfurolmenge während des Wachstums des Keimlings, so findet man, dass der reine Same sehr wenig Furfurol ergibt, indem, auf Trockensubstanz gerechnet, nur 1.17 ‰ gefunden wurden, was 2.3 ‰ Pentosane entspricht. Während 100 reine Samen ohne Testa 0.003 g Furfurol liefert, ergeben 100 Keimlinge nach 5 Vegetationstagen bereits 0.0085 g, somit die doppelte Menge!

Wie es scheint, sind die Furfuroide im Samen namentlich in den Kotyledonen und in der Radicula enthalten. Die in den Kotyledonen vorkommenden Hemicellulosen umfassen Galaktane und Pentosane (Araban) und hat Schulze diese Substanz Paragalaktaraban genannt.

Nach J. Grüss wird bei dem Keimproceſſe unter Einwirkung diastatiſcher Fermente das Paragalaktan oder Paragalaktoaraban in Galaktose und Arabinose umgewandelt. Diesen Proceſſ nennt Grüss „Allöolyſe“. Ich verweiſe den Leſer dieſbezüglich auf die „Berichte der Deutſchen botaniſchen Geſellſchaft“. Bd. XII. p. 60, ſowie auf die intereſſante Publication Schulze's „Ueber die Zellwandbeſtandtheile der Cotyledonen“ in der „Zeitschrift für phyſiologiſche Chemie“. 1896. p. 392.

Zu ſehr lehrreichen Befunden ſind wir im Laufe dieſer Arbeit durch Beſtimmung der wasserlöſlichen Stoffe gelangt, welche bei Deſtillation mit 12 procentiger Salzsäure Furfurol ergeben. Es dürften dieſe zumeiſt Pentosen, und zwar Arabinose und Xyloſe, ſein.

Die hier erzielten Ergebnisse ſind allerdings keineswegs abſolut richtig, da — wie ich ſchon Eingangs erwähnt habe — in den Pflanzen nebst den Pentosen auch noch einige andere wasserlösliche Kohlenhydrate enthalten ſind, welche Furfurol in kleiner Menge ergeben; dieſe Furfurolmenge iſt jedoch im Vergleich zu dem aus den eigentlichen Furfuroiden, den Pentosen, gewonnenen Furfurolmenge eine verhältnißmäßig geringe, ſo daß man aus den ermittelten Zahlen ſicher urtheilen kann, wie weit die Furfuroide in den Pflanzen in löslicher Form oder in den Geweben in Form von Inkrustationen vorkommen, wovon die Letzteren bei den weiteren Vitalproceſſen eine ſehr geringe Theilnahme zu haben ſcheinen.

Bei der Beſtimmung der wasserlöſlichen Furfuroide wurde folgendermaßen verfahren: 10—20 g fein zerriebenen Materials wurden im Kolben mit deſtillirtem Waſſer digerirt und auf 500 cm³ verdünnt; dem klaren Filtrat wurden 250 cm³ entnommen, verdampft und in dem Rückſtande das Furfurol beſtimmt.

Reiner Same (ohne Testa):

Die Trockensubſtanz des wäſſerigen Extractes	
ergab an Furfurol	0.73 ‰
An Furfurol wurde im Ganzen gefunden	1.17 ‰
Von dem Geſamtfurfurol wurden ſomit	62.4 ‰

aus dem wäſſerigen Extracte gewonnen.

5 Tage alte Keimlinge:

Auf Trockensubſtanz umgerechnete Materie	
ergab an Furfurol in dem wäſſerigen Extract	1.62 ‰
Im Ganzen wurde an Furfurol gefunden	2.51 ‰
Von dieſer Furfurolmenge enthielt das Waſſer-extract ſomit	64.5 ‰

10 Tage alte Keimlinge:

Hier wurden die grünen Kotyledonen von den Wurzeln getrennt:

Es wog die Trockensubstanz von 100 grünen	
Kotyledonen	0.1543 g
es wog die Trockensubstanz von 100 Wurzeln	0.1004 "
an Furfurol hat die Trockensubstanz der Ko-	
tyledonon geliefert	3.93 %
Furfurol im Wasserextract	2.63 "
an Furfurol hat die Trockensubstanz der	
Wurzeln	5.6 "
Furfurol im Wasserextract	1.1 "

Aus diesen Zahlen ersieht man, dass von den gesammten Furfuroiden in den Blättern 66.9 % und in den Wurzeln 19.6 % in Wasser löslich sind, ein Beweis, dass schon in diesem Stadium in der Wurzel feste Grundgewebe entstehen, welche das Scelett des ganzen Wurzelorganismus bilden.

Die successive Bildung der Holzfaserbündel zeigt sich von nun an in der beständig zunehmenden Menge von im Wasser unlöslichen Furfuroiden in der Wurzel.

Beta vulgaris nach 120 Tagen
 ergaben an Furfurol:

In der reinen Blattsubstanz (Trockensubstanz)	5.12 %
im Wasserextract	2.04 "
in der Wurzel (Trockensubstanz)	3.68 "
im Wasserextract	0.52 "

Von dem gesammten Furfurol waren somit in der Blattsubstanz 39.84 % und in der Wurzel nur 14.1 % im Wasser löslich.

Nicht minder interessant war die Untersuchung am Schlusse der Vegetationsperiode, wo die Blätter bereits gelb und theilweise abgestorben sind. Wie aus den oben angeführten Daten hervorgeht, ergibt die reine Blattsubstanz (in der Trockensubstanz) 5.88 % Furfurol (VI. Periode); das Wasserextract ergab nur noch 0.92 %, somit blos 15.6 % des gesammten gefundenen Furfurols. — Eine Differenz zeigt sich gegenüber der grünen chlorophyllreichen Blattsubstanz. Es ist zu ersehen, dass nach dem Absterben des Chlorophylls und dem Auftreten des Xantophylls in den Blättern Furfuroide zurückbleiben, welche in den Processen nach dem Absterben des Organismus der raschen Zersetzungsthätigkeit der Mikroben Widerstand leisten.

Ueber die quantitative Trennung der Hemicellulosen, der Cellulose und des Lignins und über die Existenz der Furfuroide in diesen Gruppen.

V. Hoffmeister in Insterburg hat eine sehr interessante Methode über die Trennung der Hemicellulosen, der Cellulose und des Lignins im Pflanzenorganismus veröffentlicht. Seine Versuche bezweckten die Isolation dieser einzelnen Kohlenhydratgruppen vom Standpunkte der Verdaulichkeit im thierischen Organismus, weshalb er seine Aufmerksamkeit bei den Versuchen namentlich den gewöhnlichen Futtermitteln zugewendet hat. Ich habe diese

Methode auf die Bestimmung der erwähnten Kohlenhydratgruppen im Organismus der *Beta vulgaris* applicirt, und zwar in der Wurzel sowohl nach Beendigung der Vegetation im ersten Jahre, wie auch nach dem Reifwerden des Samens im zweiten Vegetationsjahre. Es braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden, dass zu den Analysen immer dieselbe Gattung der *Beta vulgaris* (und zwar „Wohanka's Zuckerreiche“) genommen wurde. Von den Wurzeln im zweiten Vegetationsjahre wurde auch das Scelett verschiedener Samenrüben auspräparirt und in diesem ebenfalls die Hemicellulosen-, Cellulose- und Ligningruppe bestimmt.

Bei der Analyse wurde folgender Vorgang eingehalten: Mehrere Wurzeln wurden zerrieben und dem getrockneten Reibsel ca. 30–40 g in zerriebener Form zum Zwecke der Bestimmung der einzelnen Kohlenhydratgruppen entnommen. Es sei bemerkt, dass von dem Scelett höchstens 25 g zur Analyse genommen wurden. Sodann wurde zunächst die Extraction mittels Alkohol und Aether ausgeführt, der Rückstand in der Kälte durch 6–8 Stunden mit verdünnter Salzsäure digerirt, gründlich ausgewaschen und sodann mit Ammoniak digerirt; diese Digestion wurde mehrere Male wiederholt. Nach erfolgter Extraction mittels Salzsäure und Ammoniak wurde der Rückstand mit 5–6 procentiger Aetznatronlösung digerirt.

Wie bekannt, hat Thomsen zuerst diese Methode zur Gewinnung von Holzgummi angewendet. In der Natronlauge von der erwähnten Concentration löst sich ein grosser Theil der Pentosane, nicht aber alle, auf; der mit der Cellulose und den Ligninstoffen verbundene Theil leistet der Einwirkung der Natronlauge einen hartnäckigen Widerstand.

Die Extraction fand unter beständigem Umrühren und Durchschütteln so lange statt, als überhaupt noch eine Auslaugung beobachtet werden konnte. Hierauf wurde der Rückstand mittels siedendem Wasser ausgewaschen und ein wenig an der Luft getrocknet. Die Extracte wurden mit Salzsäure neutralisirt und denselben Alkohol im Ueberschusse zugesetzt. Hierdurch wurde ein weisser Niederschlag von Hemicellulosen erhalten, der auf einem gewogenen Filter gesammelt, mittels Alkohol und sodann mit ammoniakalischem Wasser gewaschen, getrocknet, gewogen und schliesslich zur Bestimmung von Furfurol verwendet wurde.

Der in der Lauge unlösliche Antheil wurde mittels des Schweizer'schen Reagens unter häufigem Umrühren extrahirt, die erhaltene Lösung im Wasserbade abgedampft und ihr sodann ein wenig Salpetersäure zugefügt. Der trockene Rückstand wurde mittels kalten, mit Salz- und Salpetersäure angesäuertem Wasser so lange ausgelaugt, bis kein Kupfer mehr nachgewiesen werden konnte. Die gewonnene Cellulose wurde schliesslich mittels ammoniakalischem Wasser so lange gewaschen, als sich das Filtrat noch färbte; so bald nach wiederholtem Auswaschen ein farbloses Filtrat gewonnen war, wurde die Cellulose mittels Alkohol ausgewaschen. Die auf diese Weise aus den Rüben gewonnene

Cellulose hatte immer eine bräunliche Färbung; auch diese Cellulose wurde zur Furfurolbestimmung verwendet.

Die nach der Extraction mittels Schweizer'schem Reagens übrig gebliebene Substanz wurde gründlich getrocknet, mittels Salzsäure und Wasser, sodann mit Ammoniak und nochmals mit Wasser ausgelaugt und zum Schlusse mittels Alkohol gründlich gewaschen und getrocknet. Diesen Rückstand halten wir für Lignin, und wurde auch in diesen Ligninstoffen das Furfurol bestimmt. Von der weiteren Zersetzung der inkrustirenden Substanz in den Ligninstoffen wurde vorläufig Umgang genommen.

Die Untersuchung ergab nachstehende Resultate:

Die Trockensubstanz der Wurzel der *Beta vulgaris* im ersten Vegetationsjahre enthielt:

An Hemicellulosen	14.48	%
„ Cellulose	5.22	„
„ Ligninstoffen	5.03	„

Diese einzelnen Bestandtheile ergaben an Furfurol:

Hemicellulosen	30.93	%
Cellulose	9.65	„
Ligninstoffen	8.88	„

Die Trockensubstanz der Wurzel ergab 6.3 % Furfurol.

Verfolgen wir nun dieselben Stoffe in der *Beta vulgaris* in ihrem zweiten Vegetationsjahre. Dieselbe Gattung von Wurzeln von thunlichst gleichem Aeusseren und gleichem Gewichte, wie die im ersten Jahre verwendeten, wurden gepflanzt und die Vegetation unter normalen Verhältnissen mit der Samenbildung beendet. Der Untersuchung wurden ganze Wurzeln wie auch die nach der oben mitgetheilten Methode auspräparirte Wurzelscelette unterzogen.

Die Trockensubstanz der *Beta vulgaris* im zweiten Vegetationsjahre enthielt:

An Hemicellulosen	11.66	%
„ Cellulose	15.23	„
„ Ligninstoffe	29.84	„

Diese einzelnen Bestandtheile ergaben an Furfurol:

Hemicellulosen	36.75	%
Cellulose	6.59	„
Ligninstoffen	10.53	„

Die Wurzel (Trockensubstanz) lieferte im Ganzen 9.02 % Furfurol.

Schliesslich sei hier noch die Zusammensetzung der Scelette erwähnt, welche von einer grossen Anzahl Wurzeln gewonnen wurden. Das Scelett ergab im Ganzen 13.07 % Furfurol und enthielt:

An Hemicellulosen	13.22	%
„ Cellulose	36.57	„
„ Ligninstoffen	38.94	„

Diese einzelnen Bestandtheile ergaben an Furfurol:

Hemicellulosen	26.54	%
Cellulose	9.98	"
Ligninstoffen	15.98	"

Beim Vergleiche der gewonnenen Ergebnisse findet man, dass die Gruppe der Hemicellulosen in der Wurzel der *Beta vulgaris* im ersten Vegetationsjahre 14.5 % gegen 11.6 % im zweiten Jahre betragen hat; in beiden Fällen lieferten die Wurzeln eine bedeutende Furfurolmenge, ein Beweis, dass in denselben Pentosane vorkommen, und zwar wurden von den Hemicellulosen im ersten Falle 30.9 % und im zweiten sogar 36.7 % Furfurol constatirt.

Das Scelett enthält 13.2 % Hemicellulosen, doch ergaben diese weniger Furfurol, und zwar 26.5 %.

Aus diesen Analysen geht hervor, dass die grösste Pentosanmenge in der Wurzel der *Beta vulgaris* im ersten Vegetationsjahre in Form von Hemicellulosen vertreten ist. Es ist mir heute noch nicht möglich, mich darüber zu äussern, in welchem Verhältnisse das Araban und das Xylan hier vorkommen, so viel aber steht fest, dass diese zwei Pentosane den überwiegenden Bestandtheil aller Hemicellulosen bilden. So sieht man, dass in der Rübenwurzel im ersten Vegetationsjahre auf 14.48 g Hemicellulose 4.47 g Furfurol entstanden sind, somit 70.95 % von der gesammten gefundenen Furfurolmenge.

Im zweiten Vegetationsjahre wurden in der Wurzel der *Beta vulgaris* im Ganzen 9.02 % Furfurol gefunden. Auf 11.66 g Hemicellulosen wurden 4.28 g Furfurol oder 47.45 % der gesammten gefundenen Furfurolmenge constatirt. Es ist zu erschen, dass im zweiten Vegetationsjahre die Pentosane sich schon in den Cellulosegruppen, namentlich aber in den Ligninstoffen, ansammeln.

Aus der folgenden Uebersicht geht hervor, in welcher Menge die Furfurol liefernden Verbindungen im ersten und im zweiten Vegetationsjahre in der Cellulose und in den Ligninstoffen vertreten sind.

Im ersten Vegetationsjahre wurde auf 100 g Rübentrockensubstanz Furfurol gefunden:

In der Cellulose	0.50 g
„ den Ligninstoffen	0.44 „

oder in Procenten des Gesammtfurfurols ausgedrückt:

In der Cellulose	7.93 %
„ den Ligninstoffen	6.98 „

Im zweiten Vegetationsjahre wurde auf 100 g Rübentrockensubstanz Furfurol constatirt:

In der Cellulose	1.00 g
„ den Ligninstoffen	3.14 „

oder in Procenten der gesammten gefundenen Furfurolmenge ausgedrückt:

In der Cellulose	11.08 %
in den Ligninstoffen	34.81 „

Gewiss auffallend ist hier die bedeutende Pentosanmenge in den Ligninstoffen, und dürften die Pentosane wahrscheinlich die inkrustirende Substanz der Wurzel der *Beta vulgaris* in dem zweiten Vegetationsjahre bilden.

Wenden wir uns nun zu dem Scelette, aus welchem an Furfurol erhalten wurde:

In der Hemicellulose (in 13.22 g)	3.50 g
„ „ Cellulose (in 36.57 g)	3.63 „
„ den Ligninstoffen (in 38.94 g)	6.22 „

oder in Procenten der gesammten gefundenen Furfurolmenge ausgedrückt:

In den Hemicellulosen	26.02 %
in der Cellulose	27.77 „
in den Ligninstoffen	47.58 „

Fast die Hälfte des gesammten Furfurols stammt somit von den Ligninstoffen und sind daher die Pentosane in den Holz-, Bast- und Cambialgeweben der Gefässebündel in bedeutender Menge vertreten; rechnet man auch die in der Cellulose enthaltenen Pentosane hinzu, so bedeutet dies mehr als 75 % des Gesammtfurfurols, welches die in den Zellmembranen verschiedener Gewebe des Sceletts der Rübenwurzel enthaltenen Pentosane überhaupt ergeben.

Die Isolation der einzelnen Kohlenhydratgruppen und zwar der Hemicellulosen, der Cellulose und der Ligninstoffe aus der Wurzel der *Beta vulgaris* im ersten und zweiten Vegetationsjahre ergibt ein ziemlich günstiges Verhältniss zwischen dem aus der ganzen Wurzel gewonnenen Furfurol und der in den Hemicellulosen, der Cellulose und den Ligninstoffen gefundenen Furfurolmenge.

Bei dem Scelett sind besonders auffallend der grosse Unterschied in der Cellulosemenge im ersten und zweiten Vegetationsjahre, und bildet diese Erscheinung gegenwärtig den Gegenstand weiterer Studien.

Ein entschieden interessantes Studium würde auch die genaue Zusammensetzung der Hemicellulosen, der Cellulose und der Ligninstoffe und die Isolation der einzelnen, in diesen Gruppen vertretenen Kohlenhydrate bilden.

Oggleich dieses Studium ziemlich complicirt ist, so will ich mich dennoch mit der Lösung dieser Frage befassen, da dieselbe von grosser Wichtigkeit für die Erkenntniss der *Beta vulgaris* ist.

(Schluss folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [78](#)

Autor(en)/Author(s): Stoklasa Julius

Artikel/Article: [Ueber die physiologische Bedeutung der Furfuroide im Pflanzenorganismus. 161-170](#)