



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Ueber das Verhalten der Pentosane und Methylpentosane der Samen von <i>Glycine hispida</i> und von <i>Phaseolus vulgaris</i> während des Keimungsvorganges
Author(s)	MIYAKE, K.
Citation	The journal of the College of Agriculture, Tohoku Imperial University, Sapporo, Japan, 4(8), 327-335
Issue Date	1912-03-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12508
Type	departmental bulletin paper
File Information	4(8)_p327-335.pdf



Ueber das Verhalten der Pentosane und Methylpentosane
der Samen von *Glycine hispida* und von *Phaseolus vulgaris*
während des Keimungsvorganges.

Von

K. Miyake.



Pentosane sind in Zellmembranen allgemein vorkommende Pflanzenstoffe. Sie finden sich gewöhnlich in grosser Menge in den Wänden des Holzes und den verholzten Bastzellen, ferner in Kleie und Stroh, in den Frucht- oder Samenschalen, im Pflanzenschleim, weiter in ziemlich bedeutender Quantität in den Kotyledonen, Endospermen und Embryonen.

Die Frage, ob diese so weit verbreiteten Pentosane als Nährstoffe der Pflanzen angesehen werden können oder nicht, ist besonders bei der Keimung von Samen öfters untersucht worden. Chalmot¹⁾ untersuchte daraufhin Gerste und Mais und kam zu dem Ergebnis, dass im ganzen die Vermehrung der Pentosane parallel geht mit der Ausbildung der Skelettsubstanzen, und dass nichts darauf hindeute, dass Pentosane irgendwo den Charakter von Reservestoffen hätten. Goetze und Pfeiffer²⁾, welche die Veränderung des

1) Amer. Chem. Journ., Baltimore, Md., 16 (1894), P. 218; 16 (1894), P. 589.

2) Landw. Versuchsstat., Berlin, 47 (1896), P. 59.

Gehaltes an Pentosanen während des Wachstums bei Phaseolus, ferner bei Pisum und Avena verfolgten, kamen zu ganz analogen Resultaten. Schöne und Tollens¹⁾ untersuchten zur Lösung der Frage, ob die Pentosane beim Keimprozess, also unter Ausschluss der Assimilationstätigkeit, eine Zu- oder Abnahme erfahren, Gerste, Weizen und Erbsen vor und nach dem Keimen bei einer Keimungsdauer von ca. 8 Tagen und gelangten zu dem Ergebnis, dass die Pentosane nicht zu den durch Atmung verschwindenden Reservestoffen gehören. Nach den Feststellungen von Windisch und Hasse²⁾ entfällt diese Pentosanzunahme ausschliesslich auf die Blattkeime und Wurzelkeime.

Dagegen fand Schulze³⁾, dass die Verdickungen der Zellwandungen des Kotyledonargewebes von Lupinussamen hauptsächlich aus Galaktaraban besteht, ferner untersuchte er die Frage, ob diese Membranbestandteile den Reservestoffen oder Gerüstsubstanzen zuzurechnen seien und kam zum Schluss, dass die beiden Komponenten des von ihm als Paragalaktan oder Paragalaktaraban bezeichneten Zellwandbestandteiles während der Entwicklung der Keimlinge zum grössten Teil aufgezehrt werden. Calabresi⁴⁾ stellte auch Untersuchungen an über die Bildung und physiologische Rolle der Pentosane in den Rüben, im Mais und in den Bohnen, und fand bei den ausgeführten Analysen stets grössere Mengen Pentosane in den Pflanzen, die weniger Nährstoffe enthielten. Ravenna und Cereser⁵⁾ beobachteten ebenfalls den Ursprung und die physiologische Funktion der Pentosane in den Pflanzen. Aus ihren Versuchen mit den Blättern junger Bohnenpflanzen folgern die Verfasser, dass, weit mehr als die komplexen Kohlenhydrate, die einfachen Zuckerarten an der Bildung der Pentosane beteiligt sind, und dass diese als Reservematerial dienen können, wenn das schneller verwendbare Nährmaterial erschöpft ist. Ravenna und Montanari⁶⁾ stellten später über dasselbe Problem

1) Journ. f. Landw., Berlin, 48 (1901), P. 349.

2) Wochenschr. Brau., Berlin, 18 (1901), P. 493.

3) Hoppe-Seyler Zs. physiol. Chem., Strassburg, 21 (1895—1896), PP. 392—411.

4) Staz. speriment. agr. ital., 39 (1906), P. 69; Chem. Zentralbl., Berlin, 2 (1906), P. 964.

5) Atti R. Accad. dei Lincei, Roma, (5) 18, II (177—183); Chem. Zentralbl., Berlin, 2 (1909), P. 1756.

6) Atti R. Accad. dei Lincei, Roma, (5) 19, II (202—207); Chem. Zentralbl., Berlin, 2 (1910), P. 1230.

mit *Vicia Faba minor* wieder Untersuchungen an und fanden ihre früheren Ergebnisse bestätigt. In neuerer Zeit analysierten Schulze und Pfenninger¹⁾ auch die Hemicellulosen der Samenhülsen von *Pisum sativum* und von *Phaseolus vulgaris* und zeigten, dass die Hemicellulose der unreifen Hülsen von *Pisum sativum* bei der Hydrolyse Fruktose, Galaktose und Arabinose liefern, die der ausgereiften Samenhülsen Fruktose, Galaktose, aber sehr wenig Arabinose. Die Samenhülsen von *Phaseolus* ergaben Galaktose, Arabinose, auch Fruktose schien vorzukommen. Ferner suchten sie die Frage abzuklären, ob diese Zellwandbestandteile während des Reifens der Samen als Reservestoffe dienen und fanden, dass weder bei *Pisum sativum*, noch bei *Phaseolus vulgaris* durch quantitative Bestimmungen eine Abnahme der Hemicellulose während des Reifens der Hülsen nachgewiesen werden konnte. Ob man daraus schliessen darf, dass diese Zellwandbestandteile hier nicht als Reservestoffe, sondern lediglich als Material zum Aufbau der Hülsen dienten, ist doch vielleicht fraglich. Denn es ist denkbar, dass ein Teil der in den unreifen Hülsen enthaltenen Hemicellulosen in lösliche Produkte überging und den reifenden Samenkörnern zugeführt, später aber durch Bildung einer neuen Quantität von Stoffen solcher Art in den Hülsen ersetzt wurde. Für eine solche Annahme könnte vielleicht die Tatsache sprechen, dass sie bei *Pisum sativum* aus den unreifen, nicht aber aus den reifen Hülsen Arabinose gewinnen konnten; dem Anschein nach unterlag also das in den Hülsen enthaltene Arabin dem Verbrauch. Gesetzt aber auch, dass dies richtig ist, so haben doch jedenfalls die Hemicellulosen hier als Reservestoffe eine weit geringere Bedeutung als andere stickstofffreie Bestandteile.

Die neuere Literatur hat auch die ausserordentliche Verbreitung von Methylpentosan neben Pentosan in Zellmembranen erwiesen und zwar scheint ein bestimmtes Verhältnis zwischen den Pentosanen und Methylpentosanen zu existieren. Borghesani²⁾ untersuchte diese Verhältnisse bei verschiedenen Sorten von Sojabohnen und Mais und hat gefunden, dass das Verhältnis der Pentosane zu den Methylpentosanen als wirkliche spezifische Konstante anzusehen ist. Trotzdem die Methylpentosane verbreitete Pflanzenstoffe sind und

1) Hoppe-Seyler Zs. physiol. Chem., Strassburg 68 (1910), PP. 93—108.

2) Journ. f. Landw., Berlin, 58 (1910), PP. 77—79.

gegenüber den Pentosanen in einem bestimmten Verhältnis stehen, so sind doch in Betreff der physiologischen Bedeutung dieser Substanzen bis jetzt noch keine Untersuchungen geführt worden.

Wie oben erwähnt wurde, scheinen die Pentosane den Pflanzen hauptsächlich als Baumaterial zu dienen, nur in einigen Fällen, besonders wenn das leicht verwendbare Kohlenhydrat erschöpft ist, scheinen sie einen geringen Nährwert zu haben. Aber es erscheint als eine Übereilung zu schliessen, dass nur wegen der grössern Zunahme der Pentosane in den Keimpflanzen als in den Samen sie nicht als Reservestoffe dienen. Es ist auf jeden Fall nötig, den Pentosangehalt der Kotyledonen in jeder Keimungsperiode zu bestimmen. Ferner ist die physiologische Aufgabe der Methylpentosane bisher ganz unbekannt geblieben. Deshalb wählte ich die Leguminosensamen und untersuchte die physiologische Rolle beider Pflanzenstoffe in nachbeschriebener Weise.

Es ist meine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. K. Oshima für seine freundliche Hülfe meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Für die Ausführung der Analysen, die bei dieser Untersuchung erforderlich waren, bin ich Herrn H. Takahashi zu bestem Dank verpflichtet.

A. Versuche mit *Glycine hispida*.

1. Versuchsmethode.

Bei dieser Untersuchung bezweckte ich die Veränderung der Menge der beiden Pflanzenstoffe in den Kotyledonen und den übrigen Teilen der Keimpflanzen während der Keimung in nährstoffreiem Boden kennen zu lernen. Die Kotyledonen dienen als Reservestoffbehälter und beteiligen sich an der Neubildung des Stoffes nicht, dagegen findet in den Plumulen und den Hypokotylen eine bedeutende Aufbildung des Baumaterials statt.

Um die grösste Genauigkeit der Versuche zu ermöglichen, wurden die lufttrocknen Samen zuerst mit den Händen sehr mühsam entschält, dann

wurden die Kotyledonen und die übrigen Teile mit Sorgfalt entfernt, gewogen und sodann fein zerrieben; das Pulver brachte ich in eine mit Glasstöpsel verschliessbare Flasche. Abgewogene Quantitäten dienten je für die Wasser-, Pentosan- und Methylpentosanbestimmungen¹⁾.

Die Keimpflanzen wurden in reinem, weissem Meersand, der sich in grossen Glaskästen befand, aus entschälten Samen gezogen; sie entwickelten sich in diesem Material gut und gleichmässig, doch nur bei richtigem Feuchtigkeitsgehalt. Die Kästen mit den entschälten Samen waren in einem verdunkelten Zimmer aufgestellt, dessen Temperatur nur geringen Schwankungen ausgesetzt war; sie betrug fast immer 19–21° C. Die Keimpflanzen wurden nach einer Vegetationsdauer von 2 bzw. 4 Wochen untersucht. Bei den Keimlingen mit 14 tägiger Vegetationsdauer betrug die Länge ca. 8.6 cm, nach 28 tägiger Vegetationsdauer ca. 16.0 cm. Gleich nach der Ernte wurde jeweils der Sand von den Keimlingen sorgfältig entfernt und die Kotyledonen möglichst scharf von den übrigen Teilen der Pflänzchen abgetrennt. Die so gewonnenen Kotyledonen und die übrigen Teile der Pflänzchen wurden zunächst im Trockenschrank bei 60° getrocknet. Nachdem sie in der Luft einige Wochen lang gelegen hatten, wurden sie gewogen und zerrieben; die beiden Proben des Pulvers brachte ich in zwei mit Glasstöpsel verschliessbare Flaschen und bestimmte den Wasser-, Pentosan- und Methylpentosangehalt.

2. Versuchsergebnisse.

Das Gewicht von 1000 Stück entschälten Samen und den daraus erhaltenen Keimpflanzen war folgendes:

	Gesamt-Gewicht	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen
	g.	g.	g.
Entschälte Samen	147.237	143.756	3.481
2 wöchentl. Keimpflanzen	129.933	103.387	26.546
4 wöchentl. Keimpflanzen	117.289	73.310	43.979

1) Zur quantitativen Bestimmung der Pentosane und Methylpentosane verwendete ich die Methode von Ellet und Tollens.

Als Resultate der Analyse wurden folgende Zahlen gewonnen:

	Wasser		Pentosane		Methylpentosane	
	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen
		%		%		%
Entschälte Samen	9.50	12.43	2.63	2.55	1.14	0.86
2 wöchentl. Keimpflanzen	10.40	18.17	3.68	5.58	1.58	1.62
4 wöchentl. Keimpflanzen	15.06	14.79	5.12	6.91	2.26	1.96

Berechnet man durch die Ermittlung des Wassergehaltes das Trockengewicht von 1000 Stück entschälten Samen und den daraus gezogenen Keimpflanzen, so ergibt sich folgendes:

	Gesamt-Gewicht	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen	Atmungsverlust
	g.	g.	g.	g.
Entschälte Samen	133.157	130.099	3.058	—
2 wöchentl. Keimpflanzen	114.358	92.635	21.723	18.799
4 wöchentl. Keimpflanzen	99.747	62.270	37.477	33.410

Berechnet man unter Zugrundelegung der obigen Zahlen die absoluten Mengen von Pentosanen und Methylpentosanen, welche sich in den Kotyledonen und den übrigen Teilen der 1000 Stück entschälten, ungekeimten Samen und den 1000 Stück etiolierten Keimpflanzen befinden, so ergibt sich folgendes:

	Pentosane		Methylpentosane	
	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen
		g.		g.
Entschälte Samen	3.78	0.09	1.64	0.03
2 wöchentl. Keimpflanzen	3.80	1.48	1.63	0.43
4 wöchentl. Keimpflanzen	3.75	3.04	1.66	0.86

Die Resultate sind hier unzweideutig. Die Kotyledonen der etiolierten zwei-, sowie vierwöchentlichen Keimpflanzen haben ungefähr gleiche Mengen an Pentosanen und Methylpentosanen geliefert wie die ungekeimten, entschälten Samen der zugehörigen Kotyledonen. Dass bei solchen Bestimmungen mehr oder weniger grosse Schwankungen der Pentosan- und Methylpentosanmengen existieren, ist leicht zu verstehen. Denn jene Bestimmungen liefern nicht genaue, sondern nur approximative Zahlen. Dazu kommt noch etwas anderes. Da bei der gleichen Sojabohnensorte das Gewicht der einzelnen Samenkörner innerhalb gewisser Grenzen schwankt, so ist es wahrscheinlich, dass die für die Analyse benutzten 1000 Stück Samen nicht genau die gleiche Pentosan- und Methylpentosanmenge einschlossen wie die 1000 Samenkörner, die zur Gewinnung der Keimpflanzen verwendet wurden. Der Unterschied im Stoffgehalt der Kotyledonen der ungekeimten Samen und der Kotyledonen zwei-, oder vierwöchentlicher Keimpflanzen ist nicht bedeutend, so dass es gestattet ist, ihn als analytischen Fehler zu betrachten. Daraus ist zu schliessen, dass während der Entwicklung der Keimpflanzen das Pentosan und das Methylpentosan nicht verbraucht wurden. Dagegen hat sich der Gehalt an diesen beiden Pflanzenstoffen in den übrigen Teilen des Samens oder der zwei- und vierwöchentlichen Keimpflanzen im Lauf der Keimungsperiode allmählich vermehrt. Aus dieser Untersuchung darf man demnach schliessen, dass diese Pflanzenstoffe nicht als Reservestoffe, sondern im allgemeinen als Baumaterial dienen.

B. Versuche mit *Phaseolus vulgaris*.

1. Versuchsmethode.

Die Samen wurden wie diejenigen der *Glycine hispida* behandelt, in diesem Falle aber waren die Kästen im Licht aufgestellt. Die Keimpflanzen wurden erstens nach einer Vegetationsdauer von drei Wochen und zweitens nach dem Abfallen der Kotyledonen von den Hypokotylen geerntet. Die Analysen sind nur bei den Kotyledonen gemacht worden.

2. Versuchsergebnisse.

Für das Gewicht von 1000 Stück entschälten Samen und den daraus erhaltenen Keimpflanzen wurden folgende Zahlen gefunden:

	Gesamt-Gewicht	Kotyledonen	Embryonen oder Keimlinge, ohne Kotyledonen
	g.	g.	g.
Entschälte Samen	450.449	445.351	5.098
3 wöchentl. Keimpflanzen	407.547	278.563	128.986
Keimpflanzen nach dem Abfallen d. Kotyledonen ¹⁾	350.517	122.110	228.407

Die Resultate der Analyse waren die folgenden:

	Wasser	Pentosane	Methylpentosane
	%	%	%
Kotyledonen der entschälten Samen	12.52	5.09	1.68
Kotyledonen der 3 wöchentl. Keimpflanzen	13.14	8.35	2.68
Kotyledonen die von Hypokotylen abgefallen waren	13.81	15.26	1.49

Für den absoluten Gehalt der 2000 Stück Kotyledonen der Samen und der Keimpflanzen an Pentosanen und Methylpentosanen wurden nach dem oben gewonnenen Analysenwert folgende Zahlen berechnet:

	Pentosane	Methylpentosane
	g.	g.
Kotyledonen der entschälten Samen	23.24	7.48
Kotyledonen der 3 wöchentl. Keimpflanzen	23.25	7.45
Kotyledonen die von Hypokotylen abgefallen waren	18.63	1.82

Ebenso wie bei *Glycine hispida* lieferten auch bei *Phaseolus vulgaris* die Kotyledonen der dreiwöchentlichen Keimpflanzen fast ebensoviel Pentosane und Methylpentosane wie die Kotyledonen der Samen. In Betreff der Erklärung dieser Erscheinung verweise ich auf das oben bei *Glycine hispida*

1) Ca. 6—8 Wochen.

Gesagte. Die Kotyledonen, die von den Hypokotylen abgefallen waren, lieferten nicht gleich viel Pentosane und Methylpentosane wie die Kotyledonen der Samen. Zur Erklärung dieser Erscheinung vermute ich, dass die Bohnenkeimlinge, welchen von diesen Kotyledonen die Nährsubstanzen geliefert worden sind, zuerst leicht verwendbare Nährstoffe verzehrten, und nachdem diese Substanzen erschöpft waren, Pentosane und Methylpentosane als Nährstoffe verbrauchten. Denn in diesem Falle hatten sich die Keimpflanzen bis zur Entfernung der Kotyledonen von den Hypokotylen längere Zeit in nährstofffreiem, reinem Sand entwickelt. Daraus darf man schliessen, dass diese Pflanzenstoffe im allgemeinen als Baustoffe dienen, wenn aber die leicht verwendbaren Nährstoffe erschöpft sind, dient ein Teil davon als Nährstoff, und zwar scheint es in diesem Falle, dass relativ mehr Methylpentosane als Pentosane verbraucht werden.

Schlussfolgerung.

Aus den im vorigen gemachten Mitteilungen ist zu ersehen, dass die in den Kotyledonen sich findenden Pentosane und Methylpentosane während der Entwicklung der Keimpflanzen im allgemeinen nicht zum Verbrauch gelangen, wenn nicht die Nährstoffe der Keimlinge erschöpft sind. Wenn während des Keimungsprozesses diese Substanzen nicht verbraucht werden, so muss der Prozentgehalt dieser Substanzen bei den Kotyledonen der Keimpflanzen sich in dem Masse steigern, als die zur Ernährung der Keimlinge dienenden Bestandteile der Kotyledonen aufgezehrt werden. Dieser Erwartung entspricht das Resultat meiner Untersuchung, wie aus den oben angegebenen Zahlen bei den Versuchen mit Sojabohnen und dreiwöchentlichen Keimpflanzen der Bohnen zu ersehen ist. Daraus darf man schliessen, dass die betreffenden Kohlenhydrate im allgemeinen nicht als Reservenahrung, sondern nur als Material zum Aufbau der Skelettsubstanzen dienen. Wenn aber die leicht verwendbaren Nährstoffe erschöpft sind, dient ein Teil der betreffenden Substanzen als Nährstoff und zwar scheint es in solchen Fällen, dass relativ mehr Methylpentosane als Pentosane verbraucht werden.