

SHORT COMMUNICATION

VORKOMMEN VON SEDOHEPTULOSE IN SAMEN UND VEGETATIVEN TEILEN EINIGER ANGIOSPERMEN

U. KULL

Botanisches Institut der Universität Stuttgart

(Received 11 October 1967)

Zusammenfassung—Sedoheptulose wird erstmals in freier Form in Samen einiger höherer Pflanzen (Vertretern der Gattung *Saxifraga*) nachgewiesen. In den Samen von 4 Arten werden die freien Zucker quantitativ bestimmt. Außerdem wird über weitere Vorkommen von Sedoheptulose in vegetativen Teilen verschiedener höherer Pflanzen berichtet.

Abstract—Free sedoheptulose has been found in seeds of higher plants (in some *Saxifraga* species). The distribution of sedoheptulose in some other higher plants (esp. of *Saxifragaceae* s.l., *Oleaceae*, *Labiatae*, and *Primulaceae*) is also described.

EINLEITUNG

SEDOHEPTULOSE (D-Altroheptulose) ist die im Pflanzenreich verbreitetste Heptose. Sie liegt in vegetativen Teilen einer größeren Zahl von Angiospermen als Speicherkohlenhydrat vor (Übersicht bei Kull¹). Besonders aus den Familien der *Crassulaceae*, *Saxifragaceae* und *Primulaceae* sind zahlreiche Vorkommen bekannt. In niederen Pflanzen (außer Bakterien) wurde Sedoheptulose in nennenswerten Mengen bisher nur bei einigen Basidiomyceten nachgewiesen. Von Interesse sind dabei besonders die Angaben von Benedict *et al.*,² die den Zucker erstmals in reproduktiven Organen, und zwar in Sporen einiger *Inocybe*-Arten auffinden konnten. Eine sehr geringe Menge von Sedoheptulose, die aber durch Dephosphorylierung des als Intermediär-Metabolit ubiquitären Phosphatesters während der Aufarbeitung des Materials entstanden sein kann, wurde von uns in *Spirogyra* nachgewiesen.³ Die Befunde von Williams *et al.*,^{4,5} über eine weite Verbreitung geringer Mengen von Heptulosen in höheren Pflanzen könnten in ähnlicher Weise eine Erklärung finden.

Die Prüfung von Samen einiger Arten der Gattung *Saxifraga* ergab nunmehr, daß auch diese freie Sedoheptulose enthalten. Über diesen ersten Nachweis der Heptulose in Samen sowie über weitere Vorkommen in vegetativen Teilen einiger Angiospermen wird hier berichtet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Samen folgender Arten des Genus *Saxifraga* wurden auf Sedoheptulose untersucht: *S. granulata* L.; *S. hirsuta* L.; *S. hostii* Tausch; *S. pensylvanica* L.; *S. rosacea* Moench; *S. paniculata* Miller; *S. umbrosa* L. In allen Fällen konnte die Heptose, jeweils aber nur in

¹ U. KULL, *Beitr. Biol. Pflanzen* **41**, 231 (1965).

² R. G. BENEDICT, V. E. TYLER JR., L. R. BRADY and D. E. STUNTZ, *Nature* **192**, 1080 (1961).

³ U. KULL und G. HENTSCHEL, *Naturwissenschaften* **53**, 83 (1966).

⁴ K. T. WILLIAMS and A. BEVENUE, *J. Assoc. Offic. Agril. Chemists* **34**, 817 (1951).

⁵ K. T. WILLIAMS, E. F. POTTER and A. BEVENUE, *J. Assoc. Offic. Agril. Chemists* **35**, 483 (1952).

geringen Mengen, aufgefunden werden. Die löslichen Kohlenhydrate der Samen der vier ersten genannten Arten wurden quantitativ bestimmt (Tabelle 1).

TABELLE 1. ZUCKERGEHALTE DER SAMEN EINIGER *Saxifraga*-ARTEN

Zucker	Zuckergehalte in % des Trockengewichts			
	<i>S. granulata</i>	<i>S. hirsuta</i>	<i>S. hostii</i>	<i>S. pensylvanica</i>
Glucose	0,9	0,5	0,3	0,3
Fructose	0,8	0,8	0,3	0,1
Sedoheptulose	0,20	0,03	0,05	0,13
Saccharose	0,7	0,5	1,3	1,5
Raffinose	0,1	0,05	0,7	0,3
Stachyose	—	—	0,1	0,2

Die Samen aller untersuchten Arten sind sehr fettreich und speichern nur wenig Zucker. Mengemäßig am wichtigsten sind Glucose, Fructose und Saccharose, doch konnte neben Sedoheptulose noch Raffinose und bei zwei Arten Stachyose in geringer Menge nachgewiesen werden. Da aus den vegetativen Teilen der in Tabelle 1 aufgeführten Arten ein Vorkommen von Sedoheptulose bisher nicht beschrieben war, wurden die Blätter geprüft. Wie zu erwarten stand, enthalten diese in allen Fällen erhebliche Mengen des Zuckers. Bei *S. granulata* und *S. pensylvanica* herrscht Sedoheptulose gegenüber anderen Zuckern weitaus vor (Ernte der Blätter im November).

In Blättern einer Anzahl weiterer Species wurde ebenfalls Sedoheptulose nachgewiesen. In der Gruppe der *Saxifragaceae* s.l. kommen geringe Mengen in jungen, Ende Mai geernteten Blättern von *Ribes rubrum* L., *R. nigrum* L. (*Grossulariaceae*), *Deutzia scabra* Thunb. (*Hydrangeaceae*) und *Francoa sonchifolia* Cav. (*Francoaceae*) vor. Im September geerntete, ausgewachsene Blätter dieser Arten enthalten nur bei *Francoa* Sedoheptulose in Spuren. Weitere Untersuchungen an Vertretern der *Saxifragaceae* s.l. sind im Gange.

In jungen Blättern, insbesondere von Holzpflanzen, scheinen spurenhafte Vorkommen von Sedoheptulose weit verbreitet zu sein. So fand Jeremias⁶ in jungen Blättern von 3 Bastarden von *Populus* (Kreuzungen von Vertretern der Sect. *Tacamahacca* Spach. mit *P. nigra* L.) den Zucker in geringer Menge. Aus Blättern von *Vitis* war das Vorkommen im Frühjahr bereits beschrieben worden;¹ eine Nachprüfung ergab, daß in den Knospen ab März Sedoheptulose auftritt und bis zur Blattentfaltung stets nachweisbar bleibt.⁷ Bei verschiedenen Vertretern der *Oleaceae* ist ebenfalls in jungen Blättern in der Regel Sedoheptulose deutlich nachweisbar (bis ca. 0,3% des Trockengew.); in älteren Blättern konnte sie dagegen nicht immer aufgefunden werden. Bereits früher wurde über ein derartiges Verhalten des Zuckers bei *Syringa vulgaris* berichtet.¹ Auch Blätter von *Fraxinus excelsior* L. und *F. ornus* L. verhalten sich ähnlich. Bei *Olea europaea* L. war Sedoheptulose in einigen der geprüften Proben in Spuren nachzuweisen, jedoch war dieses Auftreten ohne erkennbare Regelmäßigkeit. Eine chemotaxonomische Bedeutung dürfte der Sedoheptulose bei den *Oleaceae* und bei ihren sonstigen spurenhafte Auftreten in jungen Blättern von Holzpflanzen somit nicht zukommen (vgl.⁸).

⁶ K. JEREMIAS, Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. Forstpflanzenzüchtung (Stuttgart) 18, (1968). Im Druck.

⁷ I. LEININGER, Staatsexamensarbeit Botan. Inst. Univ. Stuttgart, 1965, unveröffentlicht.

⁸ R. E. ALSTON and B. L. TURNER, *Biochemical Systematics*, p. 138. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1963).

Weiterhin richteten wir unsere Aufmerksamkeit auf die Familie der *Labiatae* (*Lamiaceae*). Zunächst wurden Vertreter der Subtribus *Plectranthinae* geprüft, da *Coleus blumei* Sedoheptulose in großer Menge enthält.^{9, 10} In *Coleus aromaticus* Benth. und *C. frederici* G. Taylor konnten erhebliche Mengen der Heptose gefunden werden, dagegen enthält *Plectranthus glaucocalyx* Maxim. nur Spuren. Bei *C. frederici* waren auch tagesperiodische Schwankungen zu erkennen. Raffinose kommt in den untersuchten *Coleus*-Arten nur in sehr geringen Mengen vor. Dies darf als Hinweis auf die Richtigkeit der Annahme von Hegnauer¹¹ angesehen werden, wonach tropische Labiaten im Gegensatz zu vielen Arten der gemäßigten Klimate häufig nicht Raffinose-Zucker, sondern vorwiegend Stärke speichern. Weitere Untersuchungen ergaben das Vorkommen von Sedoheptulose in geringen Mengen (bis maximal 0,2% des Trockengew.) bei *Lamium album* L., *L. maculatum* L., *Stachys recta* L., *S. sylvatica* L. und bei *Teucrium scorodonia* L.

Schließlich konnte Sedoheptulose in Mengen von 0,5–1% des Trockengewichts in zwei weiteren Primulaceen gefunden werden: bei *Douglasia vitaliana* Benth. et Hook. und bei *Primula spectabilis* Tratt. Die letztgenannte Art enthält ferner Mannoheptulose in Spuren. Dieser Zucker ist aus verschiedenen *Primula*-Arten bereits bekannt.^{1, 12}

Es soll darauf hingewiesen werden, daß bei Moosen neuerdings Sedoheptulose durch Jeremias¹³ in *Bazzania trilobata* (L.) Cray (*Hepaticae*) in bemerkenswerten Mengen aufgefunden wurde.

Aus den hier vorgelegten Angaben über das Vorkommen eines Zuckers, der zwar in freier Form nur eine beschränkte Verbreitung besitzt, dessen Phosphatester als Intermediärglied im Calvin-Benson-Zyklus sowie im oxydativen Pentosephosphat-Zyklus aber ubiquitär verbreitet ist, können natürlich keine chemotaxonomischen Schlüsse gezogen werden. Jedoch können diese Daten in Zusammenhang mit anderen Befunden von Interesse sein.¹¹

EXPERIMENTELLES

Für die Pflanzennamen waren *Flora Europaea* und *Index Kewensis* maßgebend. Die untersuchten Samen stammten aus dem Botanischen Garten, ebenso die vegetativen Pflanzenteile, mit Ausnahme folgender Arten: *Olea europaea* (Gegend von Palermo, Sizilien), *Stachys sylvatica* (Schwäbische Alb bei Reutlingen), *Primula spectabilis* (Ledrolal, Trento, Italien).

Der qualitative Nachweis der Zucker erfolgte nach Extraktion des Pflanzenmaterials (60%iges Äthanol) mit Hilfe papierchromatographischer Methoden.^{1, 14} Die sichere Erkennung der Sedoheptulose gelang mit dem Orcin-Reagenz von Klevstrand und Nordal¹⁵ und einer Behandlung des Extrakts mit heißer 0,2 N HCl.^{16, 17} Dabei ergibt dieser Zucker im Gegensatz zu allen anderen Heptosen 4 Flecken. Für die quantitative Bestimmung der Zucker in den Samen der Saxifraga-Arten wurden bereits beschriebene Verfahren^{1, 14} angewandt.

Dank—Herrn Prof. Dr. A. Arnold, Direktor des Botanischen Instituts der Universität Stuttgart, danke ich herzlich für Diskussionen, ebenso Herrn Priv.-Dozent Dr. K. Jeremias, letzterem ferner für die Erlaubnis zur Einsicht in unveröffentlichte Ergebnisse.

⁹ N. E. TOLBERT, C. W. NYSTROM and P. C. KERR, *Plant Physiol.* 32, 269 (1957).

¹⁰ P. H. PLAISTED, *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 21, 35 (1961).

¹¹ R. HEGNAUER, *Pure Appl. Chem.* 14, 173 (1967).

¹² A. NORDAL and D. OISETH, *Acta Chem. Scand.* 5, 1289 (1951).

¹³ K. JEREMIAS, Persönliche Mitteilung.

¹⁴ K. JEREMIAS, *Planta (Berlin)* 52, 195 (1958).

¹⁵ R. KLEVSTRAND and A. NORDAL, *Acta Chem. Scand.* 4, 1320 (1950).

¹⁶ G. R. NOGGLE, *Arch. Biochem. Biophys.* 43, 238 (1953).

¹⁷ J. W. PRATT, N. K. RICHTMYER and C. S. HUDSON, *J. Am. Chem. Soc.* 73, 1876 (1951).