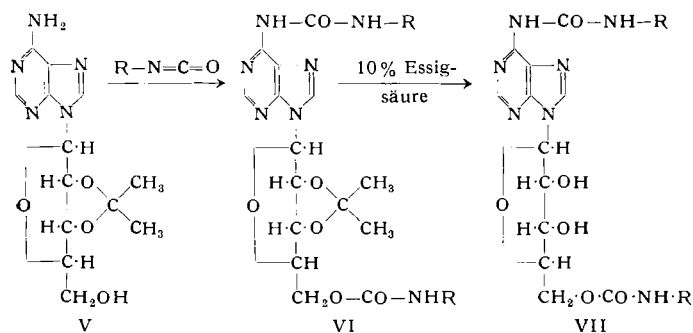


Gruppen der Ribose ein. 2',3'-Isopropyliden-adenosin (V) bildet sehr leicht mit Isoocyanatessigester VI ( $R = CH_2-COOC_2H_5$ ;  $R_f = 0,86$ , Butanol wassergesätt.). Die Abspaltung des Isopro-



pyriden-Restes führt zu VII ( $R = CH_2-COOC_2H_5$ ;  $R_f = 0,82$ , Butanol wassergesätt.), aus dem durch Verseifung mit alkalischer KOH die Dicarbonsäure (VII,  $R = CH_2-COOH$ ;  $R_f = 0,30$ , 60% Propanol) gewonnen werden kann.

Eingegangen am 17. September 1957 [Z 511]

<sup>1)</sup> Deutsche u. ausländ. Patente angemeldet. — <sup>2)</sup> Z. B. A. v. Baeyer, Liebigs Ann. Chem. 127, 4 [1863]. R. Behrend, ebenda 229, 40 [1885]; 240, 6 [1887].

### Analyse der Zuckerbausteine in bakteriellen Lipopolysacchariden Abequose und Tyvelose als 3,6-Bisdesoxy-aldo-hexosen

Von Dr. I. FROMME, cand. chem. K. HIMMELSPACH, Dr. O. LÜDERITZ und Prof. Dr. O. WESTPHAL\*)

Aus dem Dr. A. Wander-Forschungsinstitut, Freiburg-Zähringen und dem Chemischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

Aus Säurehydrolysaten von Lipopolysacchariden gram-negativer Bakterien wurden die Bisdesoxy-hexosen Abequose und Tyvelose isoliert<sup>1-7)</sup>. Mit Staub und Davies<sup>8)</sup> entdeckten wir als weiteren Desoxyzucker im Hydrolysat des Lipopolysaccharids von *Salmonella paratyphi* A, die chemisch ähnliche Paratose. Nach Staub und Tinelli<sup>9)</sup> sind die Bisdesoxy-aldo-hexosen aus den Lipopolysacchariden (Endotoxinen, O-Antigenen<sup>3)</sup>) gram-negativer Bakterien für das immunspezifische Verhalten der Species wesentlich.

E. Lederer und Mitarb.<sup>10)</sup> isolierten aus den Lipoiden der Eimembran von *Parascaris equorum* (Pferdeaskariden) nach Hydrolyse eine Bisdesoxy-aldo-hexose — Ascarylose —, welche sich chromatographisch und chemisch wie Tyvelose verhält, jedoch im Gegensatz zu Tyvelose rechtsdrehend ist und von dieser durch serologische Hemmungsreaktion unterschieden werden kann<sup>8)</sup>.

O. Westphal und Mitarbeiter nahmen 1953 an, daß es sich bei Abequose und Tyvelose um stereoisomere Desoxy-aldo-methylpentosen handelt<sup>4)</sup>. Beide Zucker verbrauchen bei Zimmertemperatur in ungepuffert wäßriger Lösung in 1 h genau 1 Mol Perjodat. Nach weiteren 200 h ist ein zweites Mol reduziert; danach steigt der Perjodat-Verbrauch langsam weiter an. Es entsteht Acetaldehyd, und zwar 0,6 Mol pro Mol Abequose. Außerdem läßt sich nach 200stündiger Perjodat-Oxydation 1 Äquivalent Säure potentiometrisch titrieren.

Oxydiert man Abequose oder Tyvelose mit 1,1 Mol Perjodat pro Mol Zucker, so entsteht je ein mit Äther extrahierbares Spaltprodukt, dessen papierchromatographische Wanderungsgeschwindigkeit (Pyridin/Butanol/Wasser = 2:3:1,5) für beide Zucker gleich ist.

Das Abbauprodukt von Abequose, welches bislang nur als nicht kristallisierendes, im Vakuum relativ leicht flüchtiges Öl erhalten wurde, enthält eine Aldehyd-Gruppe (90% d.Th. bezogen auf Abequose), eine (C)—CH<sub>3</sub>-Gruppe und nur ein Mol OH pro Mol Aldehyd. Während das IR-Spektrum von Abequose<sup>11)</sup> keine für eine freie Aldehyd-Gruppe charakteristische Bande zeigt, ist das beim Abbauprodukt eindeutig der Fall.

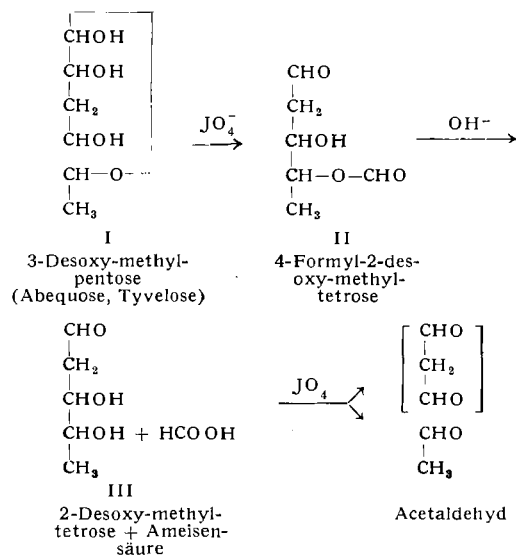
Einen Hinweis auf die Konstitution des Abbauprodukts ergab die Farbreaktion nach Webb<sup>12)</sup>, welche für 2-Desoxyzucker spezifisch ist und deren Mindestvoraussetzung 2-Desoxyaldosen mit gerader C<sub>5</sub>-Kette sind<sup>13)</sup>. Bei der Webb-Reaktion von 2-Desoxy-

pentosen entsteht das eigentliche Chromogen über  $\alpha$ -Oxymethylfuran<sup>13)</sup>. 2,5-Bisdesoxy-pentosen sollten entsprechend in  $\alpha$ -Methylfuran übergehen.

Wie wir fanden, reagiert reines Methylfuran, wie Oxymethylfuran, intensiv Webb-positiv. Die Absorptionsspektren der Webb-Farbstoffe von Oxymethyl- und Methylfuran lassen sich unterscheiden.

Das Absorptionsspektrum des Webb-Farbstoffs vom Perjodat-Abbauprodukt der Abequose entspricht genau demjenigen, das man für den Webb-Farbstoff von Methylfuran erhält. Hieraus haben wir geschlossen, daß die 2-Desoxy-aldo-methyltetrose (III) unter den Bedingungen des Webb-Tests (Erhitzen mit Trichloroessigsäure) aus ihrem Formylester (II) durch Verseifung gebildet wird, und daß II nur aus einer 3-Desoxy-aldomethylpentose (I) entstanden sein kann, wobei die endständige CH<sub>3</sub>-Gruppe erhalten bleibt. Dieses Schema verlangt das Auftreten von 1 Mol Ameisensäure. Es zeigte sich, daß diese aus II erst nach Erwärmen mit verd. Alkali freigesetzt wird. Sie wurde nun nach Reduktion zu Formaldehyd mit Chromotropsäure nachgewiesen.

Auf Grund dieser Befunde ergibt sich für Abequose und Tyvelose die Konstitution als 3-Desoxy-aldo-methylpentosen (I).



Für die Folge I  $\rightarrow$  II  $\rightarrow$  III haben Gorin und Jones<sup>14)</sup> einen analogen Abbau präparativ ausgeführt, indem sie 3-Desoxyglucose über 4-Formyl-2-desoxyribose in 2-Desoxy-ribose verwandeln konnten. Wir fanden, daß bei der Oxydation von 3-Desoxy-galaktose mit 1 Mol Perjodat der Formylester von 2-Desoxy-xylose entsteht, der stark Webb-positiv reagiert. Diese Art von partiellem oxydativem Abbau mit anschließendem positivem Webb-Test ist ein spezifischer Nachweis für 3-Desoxy-aldo-hexosen (und höhere 3-Desoxy-aldotsen) und mit wenigen mg Substanz möglich.

Auch Ascarylose ist, wie E. Lederer und seine Mitarbeiter<sup>15)</sup> fanden, eine 3-Desoxy-methylpentose.

3,6-Bisdesoxy-aldo-hexosen sind als Naturstoffe bisher nicht bekannt gewesen.

Wir danken Prof. Dr. E. Lederer, Institut de Biologie physico-chimique, Paris, für Diskussionen und wertvolle Hinweise im Laufe der Untersuchungen.

Eingegangen am 20. September 1957 [Z 514]

\*) Kurze Originalmitteilung, die anderwärts nicht mehr veröffentlicht wird.

<sup>1)</sup> O. Westphal, diese Ztschr. 64, 314 [1952]. — <sup>2)</sup> G. Pon u. A. M. Staub, Bull. Soc. chim. biol. Paris 34, 1132 [1952]. — <sup>3)</sup> O. Westphal u. O. Lüderitz, diese Ztschr. 66, 407–17 [1954]. — <sup>4)</sup> O. Westphal u. O. Lüderitz, Atti VI Congr. Int. Microbiol., Roma, 2, 22 [1953]. — <sup>5)</sup> O. Westphal, O. Lüderitz, I. Fromme u. N. Joseph, diese Ztschr. 65, 555 [1953]. — <sup>6)</sup> O. Westphal, H. Feier, O. Lüderitz u. I. Fromme, Biochem. Z. 326, 139 [1954]. — <sup>7)</sup> D. A. L. Davies, Biochem. J. 59, 696 [1955]. — <sup>8)</sup> E. Mikulascek, Bull. Acad. pol. Sci. 11, 101 [1954]. — <sup>9)</sup> D. A. L. Davies, I. Fromme, O. Lüderitz, A. M. Staub u. O. Westphal, in Vorbereitung. — <sup>10)</sup> A. M. Staub u. R. Tinelli, Bull. Soc. chim. biol. Paris 40 [1957], im Druck. — <sup>11)</sup> C. Fouquey, J. Polonsky u. E. Lederer, Bul. Soc. chim. biol. Paris 39, 101 [1957]. — <sup>12)</sup> Wir haben Dr. U. Schiedt und Dr. E. Biekert, Max-Planck-Institut für Biochemie, München, für die Aufnahme der IR-Spektren bestens zu danken. — <sup>13)</sup> J. M. Webb u. H. B. Levy, J. biol. Chemistry 213, 107 [1955]. — <sup>14)</sup> O. Westphal u. K. Himmelsbach, diese Ztschr. 69, 140 [1957]. — <sup>15)</sup> P. A. J. Gorin u. I. K. N. Jones, Nature [London] 172, 1051 [1953]. — <sup>16)</sup> E. Lederer, Vortr. IUPAC Paris, 18–24. 7. 1957.