

УДК 547.427.2

КСИЛИТ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ

А. Н. Аникеева, Г. М. Зарубинский, С. Н. Данилов

Обобщены литературные данные по пятиатомному спирту — ксилиту. Рассмотрены способы получения ксилита, его простых и сложных эфиров, азот-, галогено- и серусодержащих производных, ацеталей, кеталей, ангидридов и их различных производных. Обсуждены спектральные методы доказательства строения некоторых производных ксилита. Кратко рассмотрены лечебно-диагностическое, пищевое и промышленное использование ксилита и его производных.

Библиография — 553 ссылки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Введение	106
II. Методы получения ксилита	106
III. Строение ксилита, физико-химические свойства, стереохимия ксилита и его производных, комплексобразование	107
IV. Производные ксилита	109
V. Физические методы определения строения ацеталей	123
VI. Методы выделения и идентификации ксилита и его производных	124
VII. Использование ксилита	125

I. ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени промышленное производство ксилита существовало только в Советском Союзе, который располагает достаточными запасами пентозансодержащего сырья. Появление ксилита в качестве товарного продукта, его физиологическая активность, большая реакционная способность молекулы (обеспеченная наличием пяти свободных гидроксильных групп) способствовали тому, что ксилит стали изучать химики, биохимики и фармакологи. Он быстро завоевал популярность в пищевой промышленности, где стал применяться непосредственно и в качестве заменителя сахара в пищевых продуктах для больных диабетом. Обширная литература по химии ксилита, синтезу его производных, методам анализа и лечебным свойствам содержится в различных журналах, сборниках, трудах конференций и патентах. Однако до настоящего времени не имеется хотя бы краткой обзорной работы по проведенным исследованиям.

В данном обзоре авторы попытались обобщить литературный материал, опубликованный до 1974 г., что позволит оценить успехи, достигнутые в изучении химии ксилита, и наметить новые, перспективные пути использования этого полиола.

II. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КСИЛИТА

Лабораторные и промышленные способы синтеза ксилита основаны на нескольких обычных методах химии полиолов.

Восстановление ксилозы. Впервые сиропобразный ксилит получили Бертран¹ и Фишер^{2,3} при восстановлении D- и L-ксилоз амальгамой

натрия. Водные растворы *D*-ксилозы также гидрировали на окиси платины⁴, никеле Ренея⁵⁻⁸, никелевом⁹, никель-кобальт-хромовом катализаторе на трифосфате кальция¹⁰, никеле на кизельгуре^{11, 12}, никель-железном углекислом¹³ и никель-медном катализаторе на бентоните¹⁴, титан-ниобиевом или ванадий-никелевом катализаторах¹⁵. Ашида восстанавливал монозы на алюминий-никелевом сплаве¹⁶ в неводных растворителях: циклогексанол^{15, 17, 18} и тетрагидрофуриловом спирте¹⁹. Описано гидрирование водно-метанольных растворов ксилозы¹⁹⁻³⁰ на никеле Ренея и восстановление водным раствором боргидрида натрия^{31, 32} и алюмогидридом лития³³. В тех же условиях из *D*-ксило-γ-лактона и пентанитрата *D*-ксилита количественно получен пентит^{34, 35}.

Карабинос и Баллун³⁶ разработали удобный метод препаративного получения полиолов восстановлением альдоз и кетоз никелем Ренея. Грейтон¹⁰ описал электрохимическое восстановление ксилозы в ксилит. *D*-Ксилит получен также из 4-*O*-метилглюкуронооксиана³⁷.

Другие методы. Описаны многостадийные синтезы ксилита из дивинилкарбинола³⁸ и акролеина³⁹⁻⁴². Окислением концевой гликольной группировки гексозы или гексита с последующим восстановлением получают монозу^{43, 44} с меньшим числом атомов углерода. Так, из производного *D*-сорбита⁴⁵ синтезирован 2,4:3,5-ди-*O*-этилиден-*L*-ксилит. Гидрогенолизом сорбита⁴⁶ получена смесь полиолов, содержащая ксилит. Известно получение ксилита микробиологическим путем⁴⁷⁻⁵³; ксилит выделен из растительного сырья⁵⁴⁻⁵⁹ и из торфа^{60, 61}.

В растворах безводного фтористого водорода другие пентиты изомеризуются в ксилит^{62, 63}. Производные ксилита могут быть получены при бензотном обмене из сульфонильных производных других пентитов⁶⁴.

III. СТРОЕНИЕ КСИЛИТА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, СТЕРЕОХИМИЯ КСИЛИТА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ, КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ

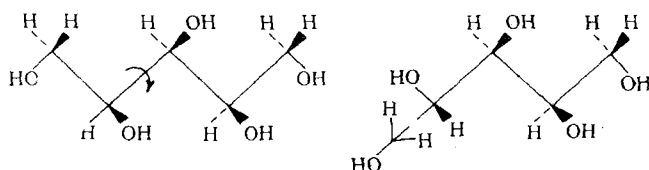
Строение ксилита доказано Бертраном⁶⁵, Фишером^{2, 3} и Нейбергом⁶⁶. Бертран из ксилита получил 2-иодпентан и таким образом показал линейность и пятиатомность углеродной цепи. Фишер и Нейберг окислили ксилит до *D*, *L*-ксилозы и установили, что при этом не происходит изомеризации и, следовательно, конфигурации гидроксильных групп ксилита и ксилозы идентичны. Описаны две кристаллические формы ксилита: малостабильная моноклиническая с т. пл. 61—61,5°^{11, 12}, которая самопроизвольно переходит в стабильную ромбическую с т. пл. 94—94,5°^{12, 19, 67, 68}. За исключением работ^{11, 12}, другие случаи получения ксилита с т. пл. 61—61,5° в литературе не описаны.

Ксилит, как и остальные полиолы, растворим в ограниченном числе полярных растворителей: концентрированной серной и соляной кислотах, воде, пиридине, ДМФА, ДМСО, гексаметилфосфортриамиде и ограниченно в метаноле и этаноле. Изучена температурная зависимость растворимости в 96% этаноле и воде^{69, 70}, что важно для технологических процессов получения ксилита^{7, 71-82}. Изучена термическая^{83, 84}, лучевая⁸⁵ и фотодеструкция⁸⁶ ксилита. Май⁸⁷ рассчитал константы диссоциации ОН-групп; вычислены константы Тафта и числа переноса ксилита через мембраны в растворах⁸⁸. Исследовано кондуктометрическое титрование⁸⁹ и перенапряжение на катоде при электролизе⁹⁰ водных растворов ксилита.

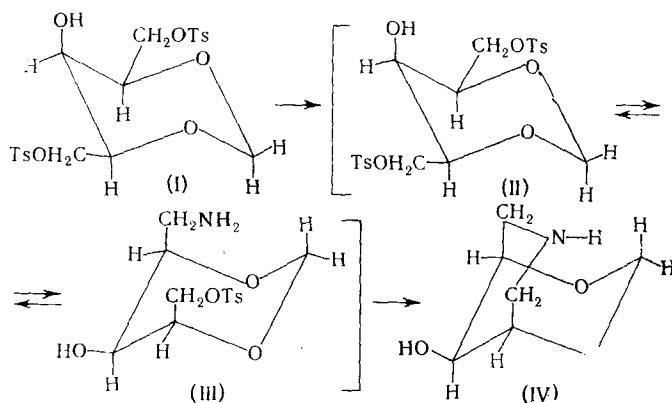
Почти не охарактеризована реакционная способность отдельных ОН-групп незамещенного ксилита. Получение 1,5-ди-*O*-тримилксилита

подтвердило более высокую реакционную способность первичных ОН-групп^{13, 91}, что характерно для всех моно- и полиолов. Этерификация ксилита жирными кислотами C_{6-50} в присутствии кислых и основных катализаторов приводит к смесям моно- (60—75%) и диэфиров (20—35%)⁹²⁻⁹⁶. Повышение температуры или времени этерификации сопровождается ангидридизацией^{93, 97, 98}. Кинетику и механизм реакции сульфонирования изучал Ямазаки⁹⁹. Методом рентгенографии¹⁰⁰ было найдено, что молекула ксилита является несимметричным конформером с неплоской зигзагообразной цепью из-за взаимодействия C_n-O и $C_{n+2}-O$ связей. Действительно, изучение моделей показало, что взаимодействия по 1,3-связям приводят к повороту вокруг связи $C(3)-C(4)$ с выводом $C(5)$ из плоскости зигзага^{57, 101, 102}. Искажения плоского конформера особенно четко проявляются при наличии объемистых заряженных заместителей, что подтверждают спектры ЯМР¹⁰³.

Конформации ксилита



Предполагается, что в кристаллах отсутствует межмолекулярная водородная связь¹⁰⁴.



Некоторую информацию о структуре ксилита дает изучение комплексообразования. Ксилит образует комплексы с кислотами, основаниями, солями. Описан стабильный кристаллический комплекс $C_5H_{12}O_5 \cdot Ca(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ¹⁰⁵. Комплексы с Cu^{2+} ¹⁰⁶ используют для анализа и разделения смесей полиолов. Ксилит образует комплексы с борной кислотой^{107, 108}, с борнатами щелочных и щелочноземельных металлов¹⁰⁹⁻¹¹¹, с солями Se^{4+} ¹¹²⁻¹¹⁴, пиридином, никотиновой и другими органическими кислотами¹¹⁵. Комплекс с солями Fe^{3+} и цитратом¹¹⁶ физиологически активен. Считают, что комплексы образуются за счет соседних ОН-групп.

Лучше изучены конформации циклических ацеталей ксилита¹¹⁷. Данилов и Зарубинский¹¹⁸⁻¹²¹ показали, что 2,4-О-метиленксилит и его производные находятся в *S*-конформации, стабилизированной экваториальными CH_2OH -группами. Можно предположить, что конформация

дополнительно стабилизирована внутримолекулярной водородной связью за счет аксиальной С (3)-ОН-группы и кислородных атомов ацетального цикла¹²². Изучена реакционная способность С (3)-ОН-группы; найдено, что при этерификации ангидридами кислот быстрее реагирует экваториальная (*рибо*-конфигурация), а с хлорангидридами — аксиальная (*ксило*-конфигурация) ОН-группа¹²³.

Образование имина при действии NH_3 на 1,5-ди-0-тозил-2,4-0-метиленксилит¹²⁴ должно идти с обращением конформации. Группа С (3)-ОН в имине одновременно принадлежит двум циклам: в одном она аксиальная, в другом — экваториальная, что затрудняет расшифровку ЯМР-спектров этих соединений.

IV. ПРОИЗВОДНЫЕ КСИЛИТА

1. *Сложные эфиры* (табл. 1). Сложные эфиры^{125–145} получают обычными методами: 1) Этерификацией полиола избытком кислоты, ангидридом или хлорангидридом в присутствии катализатора или основания.

ТАБЛИЦА 1

Сложные, простые и смешанные эфиры ксилита

Название	Т. пл., (Т. кип.), °С/мм рт. ст.	Ссылки на литературу
1-0-Каприлоилксилит	59—60	137
1-0-Каприноил-	60—64	137
1-0-Миристиноил-	75—78	137
1-0-Пальмитиноил-	86—88	137
1,2,3,4,5-Пента-0-ацетил-	62,5—63	11, 32, 125—129
-Пента-0-Пропиоил-	сироп	132
-Пента-0-бутироил-	сироп	132
-Пента-0-лауриноил-	33,5—35	132
-Пента-0-миристиноил-	45,5—47	132
-Пента-0-пальмитиноил-	56—59	132
-Пента-0-стеариноил-	66—68	132
2,3,5-Три-0-бензоил-D-, $[\alpha]_D = 8,5^\circ$ (хлф)	141—142	135
Пента-0-бензоил-	105—106	13, 64, 135
Тетра-0-бензоил-	162—163	13
Пента-0-никотиноил-	185—190	133, 481
1-0-Метил-	167—169/0,5	119, 157
2-0-Метил-	сироп	155
3-0-Метил-	сироп	154
1,4,5-Три-0-метил-	97—99/0,5	157
2,3,4-Три-0-метил-	сироп	158
1-0-Метил-5-0-тритил-	87—88,5	119
2,3-Ди-0-этил-	67—68	156
Пента-0-аллил-	125—127/0,01	149
1,5-Ди-0-тритил-	152—156	13, 91
1,5-Ди-0-ацетил-2,3,4-три-0-метил-	не указана	158
1,5-Ди-0-тритил-2,3,4-три-0-ацетил-	204—206	13, 91
1,5-Ди-0-тритил-2,3,4-три-0-бензоил-	197—198	13
1-0-Метил-2,3,4,5-тетра-0-бензоил-	121—122	157
1,2,3,4,5-Пентакис-0-триметилсилил-	112—113/1	160, 162
1,5-Бис-0- <i>p</i> -нитробензоил-2,3,4-три-0-бензил	98	153

Так было синтезировано первое производное ксилита — пентаацетат^{1, 11, 32, 125—129}. Этерификация может сопровождаться ангидридизацией^{13, 130—133}. При молярном отношении полиол — кислота 1:1 реакция проходит с образованием смеси моно- и диэфиров в соотношении 2:1—3:1^{92–96, 134}. 2) Восстановлением соответствующих производных ксильзы; так получен 2,3,5-три-0-бензоил-D-¹³⁵ и 5-фтор-5-дезоксид-*L*-ксилит¹³⁶.

3) С промежуточной защитой части ОН-групп. Например, 1-0-эфиры получены этерификацией ди-0-изопропилиденксилита с последующим гидролизом кетальной защиты^{137, 138}. В качестве гидролизующего агента предложена трифторуксусная кислота¹⁴⁴.

Непосредственным взаимодействием с неорганическими кислотами получен пентанитрат ксилита^{32, 139-141} (стабильный ниже 5°) и сернокислые эфиры^{119, 120}. Нагревание ксилита с концентрированной соляной кислотой приводит к смеси, где основным компонентом является 5-хлор-5-дезоксиксилитан⁷⁴. Взаимодействие ксилита с фосфористой, фосфорноватистой и фосфонистыми кислотами^{97, 143, 145, 146} протекает с образованием смеси производных ксилита и ксилитана. Строение циклических фосфотриэфиров ксилита¹⁴⁷ определено с помощью реакции Арбузова.

2. *Простые эфиры*. Простые эфиры ксилита также получают стандартными методами. Взаимодействием с галогеналкилами и арилами в присутствии оснований получены 1,5-ди-0-третилксилит^{13, 91, 148}, пента-0-аллилксилит¹⁴⁹, триметилсилильные^{150, 151} и β-цианэтиловые эфиры¹⁵².

Из производных ксилозы восстановлением синтезированы 2,3,4-три-0-бензилксилит¹⁵³, 2- и 3-0-метил-^{154, 155} и 2,3-ди-0-этил-*D*-ксилит¹⁵⁶. Из ди-0-изопропилиденового кетала получен 1-0-метилксилит^{119, 120, 157}. Укорочением цепи *D*-глюкопиранозидуранамида с последующим восстановлением продукта реакции Кочетков с сотр.¹⁵⁸ синтезировали 2,3,4-три-0-метилксилит. Из природных продуктов выделен 2-0-(4-0-метил-α-*D*-глюкопиранозил)-*D*-ксилит⁴⁶, идентифицированы и другие аналогичные производные^{47, 48}.

ТАБЛИЦА 2

Азотсодержащие производные ксилита

Название; $[\alpha]_D$	Т. пл., °С	Ссылки на литературу
1-Амино-1-дезоксид- <i>D</i> -ксилит (НВг-соль); $[\alpha]_D^{23} - 13^\circ$ (HCl-соль)	167—168 128—129	159—162 159—162
1-Метиламино-	сироп	172
1-Диметиламино-	102—104	173
1-Салицилиденамино-	131—133	160, 162
1-Диметилдециламмонно- (НВг-соль)	аморфн.	173
1-Диметилдодециламмонно- (»)	145—147	173
1-Диметилпентадециламмонно (»)	125	173
1-Диметилгексадециламмонно- (»)	88—89	173
1-Диметилгексадециламмонно- (»)	89—93	173
5-Ацетамидо-5-дезоксид- <i>D</i> -ксилит; $[\alpha]_D^{23} + 73,2^\circ$	сироп	168
5-Ацетамидо-5-дезоксид- <i>L</i> -ксилит; $[\alpha]_D^{23} - 41,4^\circ$	сироп	168
5-Ацетамидо-5-дезоксид-тетра-0-ацетилксилит	сироп	168
1-(Метилнитрозоамино)-1-дезоксидксилит	124—122	169, 170, 172
1,2-Бис-салицилиденамино-1,2-дидезоксид- <i>D</i> -ксилит; $[\alpha]_D^{22} = -106^\circ$	140	163
1,5-Имино-1,5-дидезоксидксилит (HCl-соль)	сироп	165, 166
1,5-Апетимино-1,5-дидезоксидксилит	192—194	165, 166
1,5-Имино-1,5-дидезокси-2,3,4-три-0-ацетилксилит	119,5—121	165
N-Нитрозо-1-метиламино-1-дезоксид-тетра-0-ацетилксилит	75—76	172
N-Метил-N-тетраоксисилопентил-гидразин (HCl-соль)	116—117	172
N-Метил-N-тетраоксисилопентил-N-бензальгидразон	126—127	172
N-Метил-N-тетраоксисилопентил-[4-бис-(2'-хлорэтил)-аминобензаль]-гидразон	143—144	172

3. **Аминопроизводные** (табл. 2). Восстановительным аминированием *D*-ксилозы^{159, 160} и гидрированием фенилгидразона¹⁶¹ или оксима *D*-ксилозы¹⁶² синтезирован 1-амино-1-дезоксид-*D*-ксилит. Аналогично бис(фенилгидразон)-*D*-треопентулоза восстановлена до 1,2-диамино-1,2-дидезокси-*D*-ксилита¹⁶³. Аммонолиз 2,3-ангидрорибозы дал 3-амино-3-дезоксиксилит¹⁶⁴. Гидрирование *N*-амино-*D*-ксилопиперидинозы или ее димера, полученных кислотным гидролизом 5-гидразино-5-дезоксид-1,2-0-изопропилиден-*D*-ксилофуранозы, приводит к 1,5-имино-1,5-дидезокси-*D*-ксилиту^{165, 166}. Хэскелл и Хэнессиен^{167, 168} синтезировали 5-ацетамидо-5-дезоксид-*D*- и *L*-ксилит из производных меркапталей идита.

Дезаминирование 1-метиламино-1-дезоксиксилита азотистой кислотой¹⁶⁹⁻¹⁷¹ вместо ожидаемого ксилитана привело к 1-дезоксид-1-метилнитрозоамино-*D*-ксилиту¹⁷². Векслер с сотр.¹⁷³⁻¹⁷⁶ из 1-диметиламино-1-дезоксиксилита алкилированием бромистыми алкилами получили четвертичные аммониевые соли $RN^+(CH_3)_2 Alk Br^-$ (R — остаток ксилита, ксилитана; Alk — длинноцепной алкил C_{10-18}).

4. **Дезоксипроизводные** (табл. 3). Дезоксипроизводные также синтезированы обычными методами химии углеводов. Гидрированием производных ксилозы получен 3-ацетамидо-3,5-дидезокси-*D*-ксилит¹⁶⁴. Для

ТАБЛИЦА 3

Дезоксипроизводные ксилита

Название	Т. пл., °C	Ссылки на литературу
1-Дезоксиксилит	сироп	177, 178
1-Дезокси-тетра-0-ацетил- <i>D</i> -ксилит	62—63	177, 178
2-Дезокси- <i>D</i> -ксилит	сироп	180, 181
2-Дезокси- <i>D</i> -тетрафенилуретаноксилит	200—201	180, 181
3-Дезокси- <i>D</i> -ксилит	70—71	182, 184
3-Дезокси- <i>D</i> -тетрафенилуретаноксилит	205—206	181
3-Дезокси- <i>D</i> -тетра-0-бензоилксилит	104	184
1,2,4-Три-0-ацетил-3-ацетамидо-3,5-дидезокси- <i>D</i> -ксилит	сироп	164

синтеза 1-дезоксиксилита использован последовательный ряд реакций $RCH_2OH \rightarrow RCH_2OTS \rightarrow RCH_2I \rightarrow RCH_3$ ¹⁷⁷ или десульфирование диэтилмеркапталей¹⁷⁸ (R — остаток ксилита).

Методом укорочения цепи из 3-дезоксид-*D*-галактозы синтезировано производное 2-дезоксиксилита¹⁷⁹⁻¹⁸¹. 3-Дезоксиксилит получен из эпоксидов *L*-арабинозы и *D*-рибозы¹⁸²⁻¹⁸⁴.

Хард и Боннер¹⁸⁵⁻¹⁸⁷, затем Герцев и Макаров-Землянский¹⁸⁸ *C*-гликозилированием ацетил-β-*D*-ксилозы с применением бензола в присутствии треххлористого алюминия получили 1,1-ди-*C*-фенил-1-дезоксид-*D*-ксилит и его аналоги. Жданов с сотр.¹⁸⁹⁻¹⁹⁸ для этой цели использовал магнийорганический синтез.

5. **Тиопроизводные** (табл. 4). Станек с сотр.¹⁹⁹ из 1,2-0-изопропилиден-5-0-тозил-*D*-ксилофуранозы получили 1-бензилтио-1-дезоксид-тетра-0-ацетил-*L*-ксилит, дебензилировали его в 1-тио-1-дезоксид-*L*-ксилит и охарактеризовали в виде октаацетилдисульфида и *S*-ауро-1-тио-1-дезоксид-*L*-ксилита. Аналогично получены производные *D*-ряда.

6. **Ацетали и кетали** (табл. 5—11). Методы синтеза циклических ацеталей и кеталей ксилита и доказательства их строения хорошо известны. Сформулированы простые эмпирические правила образования ацеталей^{43, 200-207}, основанные на том, что циклы должны минимально искажать зигзагообразную цепь полиола. При этом необходимо рассматри-

ТАБЛИЦА 4

Тиопроизводные ксилита

Название	$[\alpha]_D^0$	Т. пл. (Т. кип.) °C/мм рт. ст.	Ссылки на литературу
1-Тио-L-ксилит	-2,9 (метанол)	170/0,01	199
1-Тио-D-	+2,4 (метанол)	170/0,01	199
S-Бензил-1-тио-L-	+32 (хлф)	46—59	199
S-Бензил-1-тио-D-	-35 (хлф)	52—63	199
2,3,4,5-Тетра-0-ацетил-S-бензил-1-тио-L-	+11,5 (хлф)	180/0,01	199
2,3,4,5-Тетра-0-ацетил-S-бензил-1-тио-D-	-12 (хлф)	180/0,01	199
2,3,4,5-Тетра-0-ацетил-S-ацетил-1-тио-L-	+34 (хлф)	—	199
2,3,4,5-Тетра-0-ацетил-S-ацетил-1-тио-D-	-35 (хлф)	—	199
S-Ауро-1-тио-L-	—	180 (с разлож.)	199
S-Ауро-1-тио-D-	—	180 (с разлож.)	199
бис- (Тетра-0-ацетил-S-дегидро-1-тио-L-) -	+28 (хлф)	97—98	199
бис- (Тетра-0-ацетил-S-дегидро-1-тио-D-) -	-28 (хлф)	97—98	199

вать стереохимическую стабильность молекулы в целом, когда основную роль начинают играть различия заслоненных групп $C-C/C-H$ и $C-H/C-H$ и электростатическое отталкивание скошенных $C-O/C-O$ -связей²⁰⁸. Строение кеталей пентитов достаточно хорошо согласуется с этими выводами²⁰⁹.

Определенную роль в образовании кеталей играет объем прикарбонильных радикалов. Одному из авторов обзора не удалось получить гексахлоризопронилиденный кеталь ксилита в условиях синтеза трифторизопронилиденных кеталей. Мало изучено влияние температуры на ход реакции, хотя известно, что повышение температуры реакции ускоряет образование диоксоланов^{210, 211}. Не исследована роль растворителя, могущего образовывать водородные связи^{212, 213} и таким образом влиять на строение продукта.

Стабильность ацетальной связи к кислотному гидролизу растет с увеличением отрицательного индуктивного эффекта у ацетального радикала. Это подтверждается рядом стабильности ацетальной связи в зависимости от ацетальной группировки: $(CF_3)_2C > CF_3-C-CH_3 > CH_2 > CH_3CH > (CH_3)_2C \geq C_6H_5CH$.

Строение ацеталей доказывается различными методами: избирательным гидролизом, химической модификацией, изучением физико-химических констант; например, исследование констант сольволиза²¹⁴ помогло подтвердить структуру *цис*-декалина для ди-0-бензилиденксилита. Интересно отметить, что при синтезе этого диацетала из реакционной смеси не удалось выделить моноацеталь, хотя в литературе указывается на такую возможность¹⁵⁷. Следовательно, скорость образования второго цикла намного превышает скорость образования первого цикла для ксилита (у дибензилиденных ацеталей).

Метиленовые ацетали. 2,4:3,5-ди-0-метиленксилит получен впервые Нессом, Ханном и Хадсоном^{43, 215} из три-0-метилен-D-сорбита избирательным гидролизом с последующим укорочением цепи. Затем ацеталь синтезировали действием на ксилит формалина²¹⁶ или параформа²¹⁷ в присутствии концентрированной соляной кислоты. Ацетоллиз диацетала приводит к 2,4-0-метиленксилиту, не имеющему α -гликолевых групп-

ТАБЛИЦА 5

Циклические ацетали ксилита и их производные. Ди- и моно-метиленовые
ацетали ксилита. 2,4 : 3,5-Ди-0-метиленксилит

Название; $[\alpha]_D$	Т. пл., °С	Ссылки на литературу
2,4 : 3,5-Ди-0-метилен-DL-ксилит	201—202	216, 217, 220
1-Дезокси-D-; +16,5° (хлф)	154—155	178
1-Дезокси-DL-	155—156	178, 216, 221
1-0-Метил-	148	286
1-0-Ацетил-	156—157	216
1-0-Бензоил-	164—165	216
1-0-Тозил-	145—146	121, 216
1-0-Мезил-	127,5—129	121, 216
1-0-Хлорметиленсульфонил-	135,5—137,5	121
1-0-Фенилкарбамил-	196—197	216
Бис-(2,4 : 3,5-ди-0-метилен-DL-ксилит-1-ил)-амин	234—240	224
1-Диметиламино-1-дезоксид-	112—113	173—176
1-Амино-1-дезоксид-	120—121	224
1-Диметилдодециламмоний-1-дезоксид- (Вг-соль)	95—94	176
1-Диметилотадециламмоний-1-дезоксид (Вг-соль)	102—103	176
1-Диметилпентадесиламмоний-1-дезоксид- (Вг-соль)	116—118	173
1-Фениламино-1-дезоксид-	133	224
1-Бензоиламидо-1-дезоксид-	214—215	224
1-(N-фенил)-толуолсульфонамидо-1-дезоксид-	176	224
1-(N-Фенил)-бензоиламидо-1-дезоксид-	178	224
1-Тиоциано-1-дезоксид-	147—148	221
1-Хлор-1-дезоксид-	129	224
1-Иод-1-дезоксид	144—145	216
1-0-Нафтилкарбамил-	211—212	221
Дисульфид-бис-	192—193	221
N-Бензоил-бис-(2,4 : 3,5-ди-0-метилен-D,L- ксилит-1-ил)амин	261—262	224
N-Тозил-бис-(2,4 : 3,5-ди-0-метилен-D,L- ксилит-1-ил)амин	211—212	224
1-0-Аллил-	146	220
1-0-Металлил-	133—135	220
1-0-Метакрилоил-	157	225, 237
1-Метакриламидо-1-дезоксид-	198	225
1-(N-фенил)метакриламидо-1-дезоксид-	193	224
N-Акрил-бис-(2,4 : 3,5-ди-0-метилен-DL- ксилит-1-ил)-амин	206	225
N-Метакрил-бис-(2,4 : 3,5-ди-0-метилен- DL-ксилит-1-ил)-амин	217	224, 225
1-Циннамамидо-1-дезоксид-	197—198	225
1- α -Метилциннамамидо-1-дезоксид-	193	225
1-0-(1'-Нафтилкарбамил)-	211—212	221
2,4 : 3,5-Ди-0-метилен-L —25,3°	217—219	43
1-0-Ацетил-L- +2,8° (хлф)	153—154	43
1-0-Бензоил-L- —23,8° (хлф)	170—177	215
1-0-Тозил-L- —2,7° (хлф)	146—147	176, 215
1-Иод-1-дезоксид-L- —35,9° (хлф)	166—167	215
2,4-0-Метилен-D,L-ксилит	108—109	43, 119, 216
1-0-Метил-	58,5—59	223
1,3,5-Три-0-метил-	84—86	119
1,5-Ди-0-третил-	207,5—209	120, 124
3-0-Метил-	109—111	124, 217
3-0-Метил-1,5-ди-0-третил-	230—231	119, 124
1,5-Ди-0-третил-3-0-ацетил-	204—206	217
1,3,5-Три-0-ацетил-	87—88	216
1,5-Ди-0-ацетил-3-0-метил	121—123	217
1,5-Ди-0-ацетил-3-0-ацетоксиметил-	138—139	119, 216, 226
	139—140	43
1-0-Метил-3-0-ацетоксиметил-5-0-ацетил-	83—84	223
1-0-Тозил-	128—129	121, 221
3-0-Тозил-	134—135	121

ТАБЛИЦА 5 (продолжение)

Название; $[\alpha]_D$	T , пл., °C	Ссылки на литературу
1,3-Ди-0-тозил-	75,5—77,5	121
1,5-Ди-0-тозил-	122—124	121
1,3,5-Три-0-тозил-	198—199	121, 216
1-0-Тозил-3-0-метил-	84—85	121
1-0-Тозил-5-0-тритил-	146—147	121
1,5-Ди-0-тозил-3-0-метил-	137—138	121, 124, 223
3,5-Ди-0-тозил-1-0-метил-	114—115	223
1-0-Тозил-5-0-тритил-3-0-метил-	162—163	121
1,5-Ди-0-тритил-3-0-тозил-	89—90	124
1-0-Тозил-5-0-тритил-3-0-ацетил-	160—162	121
1-0-Тозил-5-0-тритил-3-0-бензоил-	194—196	121
1,5-Ди-0-тозил-3-0-бензоил-	128—129	223
1,5-Ди-0-бензоил-	140,5—141	
1,5-Ди-0-бензоил-3-0-ацетил-	174—175	121
1,3,5-Три-0-бензоил-	117—118	216
1,5-Ди-0-бензоил-3-0-мезил-	130—132	121
1,5-Ди-0-бензоил-3-0-тозил-	140—141,5	121
1,5-Ди-0-бензоил-3-улоза-	115—116	226
3-Улоза-	95,5—97	226
1-0-Мезил-3-0-ацетоксиметил-5-0-ацетил-	112—113	221
1,5-Ди-0-мезил-	109—110	121
1,5-Ди-0-мезил-3-0-ацетил-	134—136	121
1,3,5-Три-0-мезил-	152,5—153,5	121
1,3,5-Три-0-хлорметиленсульфонил-	115—117	121
1,5-Ди-0-мезил-3-0-ацетил-	134—136	121
1-Дезокси-	52—53	221
1-Дезокси-5-0-тозил-	145—146	221
1-Дезокси-D- +5,9° (хлф)	70—72	178
1-Дезокси-3-0-ацетил-D- —5,3° (хлф)	101—102	178
1-Дезокси-3-0-ацетоксиметил-5-0-ацетил-D- —18° (хлф)	110—111	178
1-Дезокси-5-0-тозил-D- —2,1° (хлф)	62—68	178
1-Дезокси-3,5-ди-0-тозил-D- —18,8° (хлф)	99—100	178
1-Дезокси-3-0-тозил-5-иод-5-дезоксид-	123—125	178
1-Дезокси-3-0-ацетил-5-иод-5-дезоксид-	51—52	178
1-0-Хлорметиленсульфонил-3,5-ди-0-ацетил-	101—109	121
1-Хлор-1-дезоксид-3-0-метил-	104—105	217
1-Хлор-1-дезоксид-5-0-тритил-	203—204	217
1-Хлор-1-дезоксид-3-ацетоксиметил-5-0-ацетил-	141—143	217
1,2,5-Трихлор-1,2,5-тридезоксид-3-0-метил-	67—68	217
1-Хлор-1-дезоксид-3-0-метил-5-0-тритил-	156—157	217
1-Хлор-1-дезоксид-3,5-ди-0-тозил-	124—125	221
3,5-0-Бензилиден-	187—188	221
1-0-Ацетил-3,5-0-бензилиден-	155—156	221
1-0-Бензоил-3,5-0-бензилиден-	173—174	221
1-0-Тозил-3,5-0-бензилиден-	149—150	221
1-Иод-1-дезоксид-3,5-0-бензилиден-	165—166	221
1-Дезоксид-3,5-0-бензилиден-	140—141	221
1-Дезоксид-3,5-ди-0-тозил-	112—113	221
1,3-Ангидро-	104—105	221
1,3-Ангидро-5-0-тозил-	82—83	221
1,3-Ангидро-5-иод-5-дезоксид-	99—100	221
1,3-Ангидро-5-дезоксид-	64—65	221
1,5-Имино-1,5-дидезоксид-3-0-метил-оксалат	159—161	124
1,5-Имино-1,5-дидезоксид-3-0-метил-тозилат	152—153	124
1,5-Имино-1,5-дидезоксид-3-0-метил-пикрат	230—231	124
1,5-Диамино-1,5-дидезоксид-3-0-метил-	120	124
1,5-Дифталымидо-1,5-дидезоксид-3-0-метил-	279—280	124
1,3,5-Трис-0- (триметилсилил)-	15—16	150
1-Дезоксид-3,5-ангидро-2,4-0-метилен-D-; +28,6° (вода)	84—85	178
1-Дезоксид-3,5-0-бензилиден-2,4-0-метилен-D-; +26,3° (хлф)	160—162	178
3,5-0-Метилен-D- —16,5° (вода)	119—120	218

ТАБЛИЦА 6

Этилиденксилит и его производные; 1,3 : 2,4-ди-0-этилиденксилит

Название: $[\alpha]_D$	Т. пл., °C	Ссылки на литературу
1,3 : 2,4-Ди-0-этилиден-D-ксилит —3,5° (вода)	164—165	45
5-0-Бензоил-D- —5,0° (хлф)	155—156	45
5-0-Фенилкарбамил-D- +15,7° (хлф)	215—217	45
5-0-Тозил-	71—74	45
1,3 : 2,4-Ди-0-этилиден-L- +5,6° (хлф)	161—162	227

ТАБЛИЦА 7

Ди- и моно-бензилиденксилит; 2,4 : 3,5-ди-0-бензилиденксилит

Название: $[\alpha]_D$	Т. пл., °C	Ссылки на литературу
2,4-3,5-Ди-0-бензилиден-DL-ксилит	189—190	1,2,11,17 215,229,230
1-0-Метил-	156—157	119
1-0-Аллил-	157	220
1-0-Металлил-	148—149	220
1-0-Ацетил-	179,5—180	215,230
1-0-Бензоил-	173—175	119
1-0-Тозил-	155—157	176,215,236
1-0-Метакрилоил-	158	225,237
1-Дезокси-	174	215
1-Иод-1-дезокси-	207—208	215
1-(2'-Цианэтил)-1-дезокси-	140—141	236
1-Диметиламино-1-дезокси-	154—155	176
1-Диметилдециламмонно-1-дезокси- (HBr ⁻ -соль)	122	176
1-Диметилдодециламмонно-1-дезокси- (HBr ⁻ -соль)	111	176
1-Диметилпентадециламмонно-1-дезокси- (HBr ⁻ -соль)	109—111	176
1-Диметилгексадециламмонно-1-дезокси- (HBr ⁻ -соль)	125	176
1-Диметилоктадециламмонно-1-дезокси- (HBr ⁻ -соль)	121—122	175,176
1-Бутиламино-1-дезокси-	146	224
1-(1'-пиперидино)-1-дезокси-	166	236
1-(2'-Бутилакриламида)-1-дезокси-	146—147	225
N-Бутил-1-р-толуолсульфонамидо-1-дезокси-	126—127	224
2,4-3,5-Ди-0-бензилиден-D —36,9° (пиридин)	187—188	238
1-Дезокси-D- —34,5° (хлф)	175—176	178
1-Ацетамидо-1-дезокси-D- —38,6° (Дмф)	250,5—252,5	238
1,1-Диметил-D-; —32,7° (хлф)	170—173	238
1,1-Дифенил-D-; +98,8 (хлф)	183	238
1,1-Диэтил-D-; —25,1° (хлф)	170—173	238
2,4-0-Бензилиден-D,L-ксилит	144	231,235
1,5-Ди-0-бензоил-3-0-ацетил-	128—129	239
1,3,5-Три-0-ацетил-	148—149	42
1,5-Ди-0-бензоил-3-0-(метилтио)-метил-	160—161	239
1-Дезокси-2,4-3,5-ди-0-бензилиден-D-ксилит-1-оил-D; —22° (пиридин)	179—180	242
(IR)-1,5-Ди-0-ацетил-2,4-0-бензилиден-1,3-0-метилден-(1-окси-L-ксилит); +51,4° (хлф)	160—161	241
(1-S)-1,5-Ди-0-ацетил-2,4-0-бензилиден-1,3-0-метилден-(1-окси-L-ксилит); 64,6° (хлф)	144—146	241

ТАБЛИЦА 8

Ди-и моноацетилсалицилиденновые ацетали; 2,4 : 3,5-ди-0-ацетилсалицилиденксилит, 2,4-0-ацетилсалицилиденксилит и соответствующие салицилиденновые ацетали ксилита

Название	Т. пл., °С	Ссылки на литературу
2,4 : 3,5-Ди-0-ацетилсалицилиден-D,L-ксилит	219—220	243
1-0-Тритил-	159—160	243
1-0-Ацетил-	209—210	243
1-0-Бензоил-	205—206	243
1-0-Тозил-	206—207	243
1-Дезокси-	222	243
1-Тиоциано-1-дезокси-	175—176	243
1-Иод-1-дезокси-	214—216	243
2,4-0-Ацетилсалицилиден-D,L-ксилит	218—219	243
1,3,5-Три-0-ацетил-	126—127	243
2,4 : 3,5-Ди-0-салицилиден-D,L-ксилит	202—204	244
1-0-Тритил-	235—236	244
1-Дезокси-	148—150	243
2,4-0-Салицилиден-D,L-ксилит	155—156	243

ТАБЛИЦА 9

Кетали ксилита и их производные. Ди-и моно-изопропилиденксилит; 2,4 : 3,5-ди-0-изопропилиденксилит

Название; $[\alpha]_D$	Т. пл. (Т. кип.), °С/мм рт. ст.	Ссылки на литературу
2,4 : 3,5-Ди-0-изопропилиден-D,L-ксилит	34—36	5, 157, 177, 250
1-0-Метил-	78—80/0,5	157
1-0-Тритил-	73—75	250
1-0-Ацетил-	45—75	177
1-0-Бензоил-	61—62	177, 250
1-0-Тозил-	77—78	5, 105, 177
1-0-Каприлоил-	124—126/0,03	137
1-0-Миристиноил-	29—30	137
1-0-Пальмитиноил-	46—49	137
1-0-Аллил-	106/0,5	220, 245, 246
1-0-Металлил-	154/0,8	220
1-0-Метакрилоил-	33—33,5	225, 237
1-Дезокси-	88—90/6—7	177
1-Иод-1-дезокси-	57—59	177
1-0-Хлорформил-	120/09	249
1-0-Фенилазобензонил-	110—114	249
1,1'-0-карбонат-бис-	204—206/0,5	249
1-0-Фторформил-	41—42	
	95/05	249
1,2 : 4,5-Ди-0-изопропилиденксилит	сироп	250
3-0-Бензонл-	114—116	64, 250
2,3-0-Изопропилиденксилит	145—147/0,5	157
1-0-Метил-	109—111/0,5	157
1,4,5-Три-0-ме ил	69—71/0,5	157
2,3-4,5-Ди-0-изопропилиден-L-ксилит; +12,5°	103—104	157
1,4,5-Три-0-бензоил-		
(спирт)	96—98/0,03	252
1-0-Тозил-L- +16,3° (спирт)	65,66	252
1,4-Дидезокси-2,3-0-изопропилиден-5-0-бензоил-D-ксилит; —25,6° (хлф)	—	253

ТАБЛИЦА 10

Трифторизопропилиденксилит

Название	$T_{\text{пл.}}$ ($T_{\text{кип.}}$), $^{\circ}\text{C}/\text{мм рт. ст.}$	Ссылки на литературу
2,3-4,5-Ди-0-трифторизопропилиден-D,L-ксилит	83—84/0,4	119
1-0-Метил-	79,5—80/0,5	119
1-0-Тритил-	105—106	119
1-0-Ацетил; I изомер	104—106	119
II изомер	116—118	119
3-0-Метил-	75—76/0,5	119

ТАБЛИЦА 11

Циклогексилиден-D, L-ксилит

Название	$T_{\text{пл.}}$ ($T_{\text{кип.}}$), $^{\circ}\text{C}/\text{мм рт. ст.}$	Ссылки на литературу
2,4-3,5-Ди-0-циклогексилиден-D,L-ксилит	193/0,5	220
1-0-Метил-	183/0,5	243
1-0-Тритил-	108	220
1-0-Аллил-	152/0,6	220
1-0-Металлил-	144—147/0,5	220
1-0-Тозил-	86	243
1-Тиоциано-1-дезоксид-	74—75	243
1-Дезокси-	102,5/0,02	243
3,5-0-Циклогексилиден-2,4-0-метиленксилит	103—104	243
1-0-Тритил-3,5-0-циклогексилиден-2,4-0-метиленксилит	182	243
1-0-Тозил-3,5-0-циклогексилиден-2,4-0-метиленксилит	153—154	243

ровок. Шмидт и Нисвандт²¹⁸ синтезировали 3,5-0-метиленксилит избирательным окислением 1,2-0-метиленовой группы в 1,2:3,5-ди-0-метилен-D-ксилофуранозе до карбонатной с последующим ее гидролизом и восстановлением продукта реакции. Возможно, что эта реакция имеет общий характер²¹⁹.

Получены многочисленные производные ди-0-метилен^{173, 176, 220} и моно-0-метиленксилита^{119, 124, 217, 221—225}. 1,5-Ди-0-бензоил-2,4-0-метиленксилит окислен до соответствующего производного 3-ксилоулозы; показано²²⁶, что при этом значительно снижается устойчивость ацетального цикла к гидролизу, а свободная кетоза изомеризуется в смесь эритро- и трео-2-кетоз.

Этилиденовые ацетали. Несс и Флетчер⁴⁵ укорочением цепи 1,3:2,4-ди-0-этилиден-D-сорбита получили 2,4:3,5-ди-0-этилиден-L-ксилит. Стейси и Стефанс²²⁷ аналогично синтезировали D-аналог. Получено производное и моноацетала²²⁸.

Бензилиденовые ацетали. Впервые 2,4:3,5-ди-0-бензилиденксилит был получен конденсацией ксилита с бензальдегидом в присутствии концентрированной соляной кислоты с целью очистки ксилита^{1, 2}. Охарактеризована его растворимость в органических растворителях²²⁹; показано, что диацеталь содержит одну свободную ОН-группу^{215, 230}. 2,4-0-Бензилиденксилит синтезирован укорочением цепи 3,5-0-бензилиден-D-глицеро-D-гулогептита²³¹, 2,4-0-бензилиден-D-сорбита²³², 2,4-0-бензилиден-D-глюкуронмеркапталя²³³ и восстановлением диэтилмеркапталя 2,4:3,5-ди-0-бензилиден-D-ксилозы^{234, 235}.

Описаны различные производные диацетата^{119, 120, 175, 176, 215, 225, 238–278} и моноацетата^{228, 239}. Исследована кинетика этерификации диацетата²⁴⁰. Найдено, что ацетилирование 1,5-ди-0-бензоил-2,4-0-бензилиденксилита в ДМСО²³⁹ протекает с образованием метилтиометильных производных. Энджиел и Джеймс²⁴¹ из 2,4-0-бензилиден-*D*-сорбита получили (1*R*)- и (1*S*)-1,5-ди-0-ацетил-2,4-0-бензилиден-1,3-0-метилден-(1-окси-*L*-) ксилит. 2,4:3,5-Ди-0-бензилиден-*D*-аль-ксилоза при действии изопропилата алюминия по реакции Клайзена-Тищенко образует 2,4:3,5-ди-0-бензилиден-1-дезоксид-*D*-ксилит-1-ил-2',4' : 3',5'-ди-0-бензилиден-*D*-ксило-нат²⁴².

Ацетилсалицилиденные и салицилиденные ацетали. Русановой, Аникеевой и Даниловым^{243, 244} конденсацией ксилита с соответствующим альдегидом получены ацетилсалицилиденный и салицилиденный ацетали, проведено их взаимопревращение.

Изопропилиденные кетали. Среди методов синтеза кеталей наиболее часто используется конденсация ксилита с ацетоном в присутствии концентрированной серной кислоты^{5, 157, 245, 246}. Идентифицированы производные по свободной ОН-группе^{177, 220, 225, 237, 247–249}. Позднее было показано, что в основном образуется кристаллический 2,3:4,5-изомер^{64, 250, 251}. Методом ЯМР обнаружена примесь 10–30% 1,2:4,5-дикетала. Изомеры разделялись препаративной газожидкостной хроматографией (ГЖХ).

Дикеталь *L*-ряда получили укорочением цепи 1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-*L*-идита²⁵². Фостер с сотр.⁶⁴ перешел от 1,2:4,5-ди-0-изопропилиден-3-0-тозилрита при бензоатном замещении к 1,2:4,5-ди-0-изопропилиденксилиту. Кочетков с сотр.²⁵³ из диэтилмеркапталя 2,3-0-изопропилиден-5-0-бензоил-*L*-арабинозы действием иодметилата трифенилфосфита получили 5-0-бензоил-2,3-0-изопропилиден-1,4-дидезокси-*D*-ксилит.

Трифторизопропилиденные кетали. Зарубинский и Данилов^{119, 222} конденсацией ксилита и трифторацетона в растворе концентрированной серной кислоты синтезировали 2,3:4,5-*бис*-0-(трифторизопропилиден)-ксилит. Для полученных ими модельных производных — 1,2-0-(трифторизопропилиден)глицерина и 1,2:4,5-*бис*-0-(трифторизопропилиден)-3-0-метилксилита — установлено наличие 1,3-диоксолановых циклов²⁵⁴; 1,3-диоксановые циклы характерны для производных трифторацетонксилитана¹²¹. Таким образом, при конденсации ксилита и трифторацетона образуется 2,3:4,5-дикеталь, представляющий смесь нескольких диастереоизомеров, вследствие неравноценности заместителей у карбонильного атома углерода²⁵⁴.

Циклогексилиденные кетали. Аникеевой и Зарубинским²²⁰ конденсацией ксилита с циклогексаноном получен дикеталь, содержащий первичную ОН-группу²⁴³. Взаимодействием 2,4-0-метилденксилита с циклогексаноном был синтезирован 2,4-0-метилден-3,5-0-циклогексилиденксилит, образующийся медленнее ди-0-циклогексилиденксилита. Если возможно связать определенную структуру производного со скоростью его образования²⁵⁵, то последний дикеталь, по-видимому, является смесью 2,3:4,5- и 1,2:4,5-изомеров, по аналогии с ди-0-изопропилиденксилитом.

7. *Ангидриды ксилита.* (табл. 12). Известные для ксилита моно- и диангидриды получены синтетически. Их синтезируют двумя основными методами.

Получение при внутримолекулярном нуклеофильном замещении. Реакцию проводят в кислых или щелочных условиях. В качестве кислых катализаторов используют различные кислоты^{256–263}. Кислотная ангидридизация пентитов приводит к образованию 1,4-ангидридов, что объ-

ТАБЛИЦА 12

Ангидриды ксилита; 1,4 — ангидроксилит и его производные

Название; $[\alpha]_D$	Т. пл. (Т. кип.), °С/мм рт. ст.	Ссылки на литературу
1,4-Ангидро-D-ксилит; $-11,2^\circ$ (вода)	160—170/0,02	62
2,3,5-Три-0-ацетил-D-ксилит; $+31,5^\circ$ (дихлорэтан)	90—98/0,04	62
2,5-Ангидро-D-ксилит; $+10^\circ$ (вода)	150—155/0,2	282
3,4-Ди-0-тозил-2,5-ангидро-D-ксилит; $+33,8^\circ$ (хлф)	112—113	281
3,4-Ди-0-тозил-1-0-бензоил-2,5-ангидро-D-ксилит; $+66,6$ (хлф)	141—142	281
1,3,4-Три-0-тозил-2,5-ангидро-D-ксилит; $+38,5^\circ$ (хлф)	118—119	281
1-0-Тритил-3,4-ди-0-ацетил-2,5-ангидро-D-ксилит; $+6^\circ$ (бэл)	153	282
1,3,4-Три-0-ацетил-2,5-ангидро-D-ксилит; $-45,5^\circ$ (хлф)	90/0,02	282
1,4-Ангидро-D,L-ксилит	140—145/0,01; Т. пл. 38	259
2-0-Метил-	122/0,8	279
2,3,5-Три-0-этил-	сироп	280
5-0-Тритил-	135—137	268
2,3,5-Три-0-аллил-	105—106/0,8	220
2-0-Метил-5-0-тритил-	124—125	279
2-0-Метил-3-0-ацетоксиметил-5-0-ацетил-	148—149/2	279
2-0-Метил-5-0-тозил-	71—72	117
2-0-Метил-3,5-ди-0-тозил-	104	279
2,3-Ди-0-ацетил-5-0-тритил-	147—148	279
2-0-Метил-3-0-тозил-5-0-тритил-	94—95	279
2,3,5-Три-0-(триметилсилил)-	106	271
2,3-Этиленгликоль-5-0-олеил-	сироп	283
2-0-Метил-3,5-ди-0-бензил-	58—59	279
2,3-Ди-0-бензил-5-0-тозил-	114—116	268
2,3-Ди-0-бензил-5-0-тритил-	140—142	268
2,3-Ди-0-ацетил-5-0-тритил-	134—135	259
2,3,5-три-0-бензоил-	79—80	259
2,3,5-Три-0-(триметилсилил)-	90—97/1	150
3,3,5-Трифенилуретано-	193—194	259
3,5-0-Тионил-	83—84	271
3,5-0-Тионил-2-0-ацетил-	104—105/0,05	271
3,5-0-Тионил-2-0-бензоил-	96—98	271
3,5-0-Тионил-2-0-тозил-	60—61	271
5-0-Гексилфосфонил-	сироп	143
5-0-Нонилфосфонил-	сироп	143
3,5-0-Метилен-	83—84,5	271
3,5-0-Метилен-2-0-метил-	46—48	286
2,5-0-Метилен-2-0-этил-	90—92/3	287
3,5-0-Метилен-2-0-гексил-	84—85/3	287
3,5-0-Метилен-2-0-дешил-	76—77/3	287
3,5-0-Метилен-2-0-аллил-	88/1	220
3,5-0-Метилен-2-0-бензоил-	113—114	271
3,5-0-Метилен-2-0-пальмитоил-	61—62	92
3,5-0-Метилен-2-0-тозил-	85—86	271
3,5-0-Метилен-2-0-метакрилоил-	77—78	225, 236
3,5-0-метилен-2-фениламино-2-дезокси-	34—35	224
3,5-0-Метилен-2-бутилтозилами-2-дезокси-	100	224
3,5-0-метилен-2-фениламино-2-дезокси-	123—124	224
N-Фенил-3,5-0-Метилен-2-бензоилами-2-дезокси	128	224
N-Фенил-3,5-0-метилен-2-акрилами-2-дезокси-	103	224
N-Фенил-3,5-0-метилен-2-метакрилами-2- дезокси-	114	224
3,5-0-Этилиден-	96—97	289
3,5-0-Этилиден-2-0-метил-	73/3	289
3,5-0-Этилиден-2-0-бензоил-	103—104	289
3,5-0-Этилиден-2-0-тозил-	86	289
3,5-0-Этилиден-2-0-метакрилоил-	97—98	289
3,5-0-Этилиден-2-0-фенилуретано-	150—151	289
3,5-0-Бензилиден-	65—66	271
3,5-0-Бензилиден-2-0-метил-	40—41	286
3,5-0-Бензилиден-2-0-аллил-	157—158/0,8	220

ТАБЛИЦА 12 (окончание)

Название; [α] _D	Т. пл. (Т. кр.). °C/мм рт. ст	Ссылк на литературу
3,5-0-Бензилиден-2-0-бензоил-	133	271
3,5-0-Бензилиден-2-0-тозил-	110	271
3,5-0-Бензилиден-2-0-метакрилоил-	138	225, 237
3,5-0-Бензилиден-2-0-фенилуретано-	197—198	271, 225, 237
3,5-0-Изопропилиден-	65—66	271
3,5-0-Изопропилиден-2-0-метил-	69—70/0,2	286
3,5-0-Изопропилиден-2-0-аллил-	105—106/0,8	220
3,5-0-Изопропилиден-2-0-бензоил-	79,5—80	271
3,5-0-Изопропилиден-2-0-тозил-	84	271
3,5-0-Изопропилиден-2-0-метакрилоил-	56—57	225, 237
3,5-0-Изопропилиден-2-0-фенилуретано-	107—108	271
3,5-0-Циклогексиден-	155—158/0,5	271
3,5-0-Циклогексиден-2-0-метил-	103—104/0,5	286
3,5-0-Циклогексиден-2-0-аллил-	105—106/0,8	220
3,5-0-Циклогексиден-2-0-бензоил-	104—105	271
3,5-0-Циклогексиден-2-0-тозил-	96	271
3,5-0-Трифторизопропилиден-	102,5—104	120
3,5-0-Трифторизопропилиден-2-0-метил-	46,5/0,5	120
3,5-0-Трифторизопропилиден-2-0-метил-	62—62,5/0,6; Т. пл. 32—34°	120
3,5-0-Метилен-2-0-полиметакрилоил-	172 (разм.)	288
3,5-0-Изопропилиден-2-0-полиметакрилоил-	136 »	288
5-Хлор-5-дезоксид-	48—49	176, 269, 271
5-Хлор-5-дезоксид-2-0-метил-	108—109/2	222
5-Хлор-5-дезоксид-2-0-метил-3-0-тозил	76—77	222
5-Хлор-5-дезоксид-2-0-тозил-3-0-метил	88—88,5	117, 197
5-Хлор-5-дезоксид-2,3-ди-0-тозил-	104	271
5-Хлор-5-дезоксид-2,3-ди-0-бензоил-	114—115	269
5-Хлор-5-дезоксид-2-0-тозил-	95—96	222
5-Хлор-5-дезоксид-2, (3)-фенилуретано-	137—138	271
5-Хлор-5-дезоксид-2,3-дифенилуретано	151—152	271
5-Фтор-5-дезоксид-	117—119/0,02	291
5-Фтор-5-дезоксид-2,3-ди-0-бензоил-	72—73	291
5-Фтор-5-дезоксид-2,3-ди-0-тозил-	112	291
5-Амино-5-дезоксид- (HCl-соль)	134	283, 292
5-Этиламино-5-дезоксид-	130/1	292
5-Диметиламино-5-дезоксид-	162—165/14	176
5-Диметиламино-5-дезоксид- (оксалат)	72—73	176
5-Диэтиламино-5-дезоксид-	127/1	292
5-Фениламино-5-дезоксид-	134—135	292
5-Пиперидино-5-дезоксид-	115—116	292
5-Диметилгексадециламмонно-5-дезоксид- (Вг-соль)	98—99	176
5-Диметилдециламмонно-5-дезоксид- (Вг-соль)	аморфн.	176
5-Диметилдодециламмонно-5-дезоксид- (Вг-соль)	90—92	176
(2,3-Ди-0-тозилксилитанил)-р-толуолсульфонамид-	146—147	292
(2,3-Ди-0-тозилксилитанил) N-этил-р-толуол- сульфонамид	120—121	292
(2,3-Ди-0-тозилксилитанил) N-фенил-р-толуол-суль- фонамид	141—142	292
2,3-Ди-0-тозил-5-диэтиламино-5-дезоксид-	154—155	292
2,3-Ди-0-тозил-5-пиперидино-5-дезоксид-	130—132	292
1,5-Ангидроксилит	116—117	276, 277
2,3,4-Три-0-ацетил-	122—123	276, 277
1,4 : 3,5-Диангидро-D,L-ксилит	77	269, 271
2-0-Тозил-	114—116	269, 271
2-0-Метил-	51/2	269, 271
2-0-Ацетил-	92/4	271
2-0-Бензоил-	84	271
2-Фенилуретано-	114	271
2-Фениламино-	77	274

ясняют стерически выгодным расположением ОН-групп²⁶⁴. Обычно ангидрид сохраняет конфигурацию исходного полиола. Однако Хадсон и Баркер²⁶⁴ показали, что при кислотной ангидридации *D*-арабита образуются 1,4-ангидриды *D*-арабита (62,6%); *L*-рибита (7,6%); *D*-рибита (3,3%); *L*-ксилита (11,7%); *D*-ксилита (4,3%); *D*-ликсита (6,2%) и *L*-ликсита (0,7%). Считая, что реакция идет по механизму S_N2 можно объяснить образование ангидридов с *D*-арабо- и *D*-ликсо-конфигурациями — атакой анионом O^- у С (2) или С (4) по атомам С, несущим первичные ОН-группы, и с *L*-ксило- и *L*-рибоконфигурацией — атакой анионом O^- у С (1) или С (5) по атомам С с вторичными ОН-группами. В последнем случае происходит обращение конфигурации. Относительные скорости циклизации представлены рядом: ликсит < арабит < ксилит < рибит < 1-дезоксид-арабит < 2-дезоксид-арабит. Баркер²⁶⁵ определил скорости 1,4-ангидридации гекситов и распределил их в ряд: маннит < гулит < галактит < альтрит < сорбит < идит < талит < аллит. В обоих рядах качественная зависимость скорости циклизации от конфигурации ОН-групп у первых четырех атомов углерода одинакова.

Легко образуют ксилитан 1-фосфорнокислые эфиры ксилита^{143, 256}. Кун и Вендт²⁶² действием смеси соляной и азотной кислот на 1-амино-1-дезоксид-рибит получили рибитан. Аналогично 1-нитроамино-1-дезоксид-ксилит может служить исходным продуктом при синтезе ксилитана¹⁶². Предполагаемые механизмы этих реакций аналогичны²⁵⁸. Флетчер с сотр.⁶² нашел, что триацетаты и трибензоаты рибитана в растворе жидкого HF образуют смесь рибитана, ликситана, рибита, ксилита и арабита, тогда как соответствующие производные *D*-ксилитана дают только рибитан.

Вторым путем синтеза разнообразных ангидридов является внутримолекулярное замещение сульфониловых эфиров. Реакция идет по механизму S_N2 и, если сульфонильная группа находится у вторичного атома С, то замыкание окисного цикла проходит с вальденовским обращением у этого атома С. Реакция внутримолекулярного замещения сульфонов протекает при действии обычно основных агентов, хотя описана ангидризация и в кислой среде²⁶⁶.

Хартман и Баркер²⁶⁷ нашли закономерности образования ангидридов при различном положении тозильной и ОН-группы. Грей, Хартман и Баркер²⁶⁸ показали, что наличие бензилоксигруппы у С (4) 1-0-тозилатов способствует замещению тозильной группы. Предполагают, что реакция протекает с образованием иона оксония, стабилизированного арильным заместителем. Скорость циклизации зависит от конфигурации ОН-групп, обуславливающих стерические взаимодействия в переходном и основном состояниях.

1,3-Ангидро-2,4-0-метиленксилит получен при действии водного или водно-уксусного раствора щелочи на 1-0-тозил-2,4-0-метиленксилит^{178, 221}. В тех же условиях 3-0-тозилат не изменялся¹²¹. Данилов и Казимирова²⁶⁹, затем Виггинс²⁷⁰ синтезировали 1,4:3,5-диангидрид ксилита, строение которого установлено Устюжаниным, Сидоровой и Даниловым^{197, 271, 272}. Из 2-0-тозил-5-хлор-5-дезоксид-1,4-ангидроксилита^{273, 274} получен 1,4:2,3-диангидроликсит; а из 3,4-ди-0-тозил-2,5-ангидро-*D*-ксилита — 1,4:2,5-диангидроликсит²⁷⁵.

Синтез восстановительными методами. Флетчер и Хадсон²⁷⁶ гидрировали 2,3,4-три-0-ацетил-*D*-пираноксилаль или десульфировали триацетат 1-фенилтио-β-*D*-ксилопиранозиды и получили 2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидроксилит. Тот же продукт получен десульфированием производных 1-тио-β-*D*-ксилопиранозы²⁷⁷ или β-*D*-глюкопиранозил-*N,N*-диметилдитиокарбамата²⁷⁸ на никеле Ренея.

ТАБЛИЦА 13

С — замещенные производные ксилита

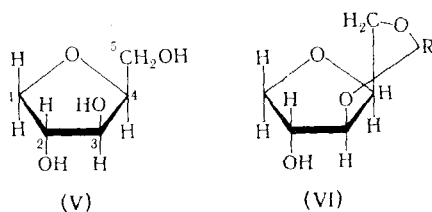
Название	T, пл., °C	Ссылки на литературу
1,1-Ди-С-фенил-1-дезоксид-Д-ксилит	167—168	185, 186
β-С-р-Толил-α-С-фенил-1-дезоксидксилит	163,5—164,5	185, 186
1-С-Анизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-анизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	129,5—130,5	189
1-С-Хлорфенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-хлорфенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	149,5—150,5	189
1-С-Хлоранизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-хлоранизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	151—153	189
1-С-броманизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-броманизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	159—160	189
1-С-Нитроанизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-нитроанизил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	155,5—156,5	189
1-С-Фенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-фенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	130,5—131	189
1-С-Нитрофенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-нитрофенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	165,5—167	189
1-С-Дифенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-дифенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	191—192	190
1-С-аллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-аллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	сироп	190
1-С-Тиенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-0-толил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	151—152	190
1-С-0-Толил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-0-толил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	110—111	195
1-С-дибромфенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-дибромфенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	80—81,5	195
1-С-Дихлорфенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-дихлорфенетил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	сироп	195
1-С-Дибромаллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-дибромаллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	123—124	195
1-С-Дироданаллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-Д-ксилоза (1-С-дироданаллил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-ацетил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	95,5—98	195
1-С-β-Индолил-1-дезоксид-Д-ксилит	140—145	194
1-С-Гексахлорциклогексил-1-дезоксид-Д-ксилит	сироп	194
1-С-Фенил-1-дезоксид-Д-ксилит	168—169	188, 196
1-С-Фенил-1-дезоксид-1,5-ангидро-Д-ксилит	148—148,5	187, 196
1-С-Фенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-бензоил-Д-ксилоза (1-С-фенил-1-дезоксид-2,3,4-три-0-бензоил-1,5-ангидро-Д-ксилит)	168	196

1,4-Ангидроксилит (ксилитан) и его производные. Ксилитан производится в Советском Союзе с 1950 г., он изучен лучше других ангидридов. Ксилитан описан впервые Гренделем²⁶⁰ и Карсоном и Маклеем²⁵³, которые выделили кристаллический гигроскопичный ксилитан с т. пл.

38° и показали, что в нем имеется первичная и две вицинальных вторичных ОН-группы, это подтвердило 1,4-ангидридную структуру.

Известны разнообразные простые и сложные эфиры и тиопроизводные ксилитана^{62, 143, 150, 163, 220, 259, 268, 279-283}. Из сульфонатов ангидрида в присутствии KI-ДМФА и Zn-пыли синтезированы неопределенные производные^{284, 284, 285}. Описаны метиленовые^{92, 220, 224, 225, 237, 271, 286-288}, этилиденные²⁸⁹, бензилиденные^{220, 225, 237, 271, 286} ацетали и изопропилиденные^{220, 224, 237, 271, 286, 288}, циклогексилиденные^{220, 271, 286} и трифторизопронилиденные кетали¹²⁰ и их производные, в том числе и полимерные^{289, 290}. Получены галоген-^{117, 176, 197, 222, 269, 271, 291} и аминопроизводные^{274, 283, 292, 293}.

Строение циклических ацеталей и кеталей 1,4-ангидроксилита (V) изучено в основном авторами настоящего обзора. Установлено²⁷⁹, что ацетальные и кетальные группы занимают одно и то же 3,5-положение (VI). Рассмотрение модели ксилитана показало, что тетрагидрофурановый цикл жестко фиксирует *транс*-расположение гидроксильных С (2) — С (3), поэтому образование ацетальных и кетальных связей с их участием, по-видимому, затруднено. Известно, что 1,4-ангидрорибит, имеющий *цис*-расположение гидроксильных у С (2) и С (3), легко образует 2,3-кеталь²⁹⁴.



Работами Данилова с сотр. доказано, что второе ангидридное кольцо в 1,4-ангидроксилите образуется также за счет 3- и 5-гидроксильных и, следовательно, диангидроксилит является 1,4:3,5-, а не 1,4:2,5-диангидроксилитом, как это считалось ранее^{269, 271, 272}. Реакция нуклеофильного замещения тозилльной группы у С (2) в диангидриде ксилита идет по механизму S_N2 с обращением конфигурации у этого атома и получением производных ликсита²⁷³.

Осуществлен синтез производных ксилита, в которых заместитель связан с молекулой полиола углерод-углеродной связью. Эти производные (табл. 13), полученные из ксилитозы, не имеют альдегидной группы и поэтому отнесены нами к производным ксилита, хотя в оригинальных работах авторы называют их производными ксилитозы. В связи с этим в таблице приведены два наименования для этих производных.

V. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРОЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЦЕТАЛЕЙ

Обычно экспериментальное определение структуры ацеталей затруднено: в ходе химических превращений при частичном кислотном гидролизе возможны изомеризация и миграция ацетальных и ацильных групп. Гидролиз неприменим к стабильным циклам, чисто химическими методами невозможно установить структуру диастереоизомеров, в случае ацеталей с различными прикарбонильными радикалами. Большое число работ с модельными ацеталами показало, что для определения

строения циклических ацеталей наиболее перспективными являются спектральные методы. Они требуют малых количеств вещества, анализ ведется в нейтральных условиях, определяется и структура и конформация производного.

ИК-спектроскопия²⁹⁵ ацеталей и кеталей альдо- и кетопентофураноз, альдо- и кетогексофураноз, солей сахарной и уроновых кислот, лактонов и полиолов не привела к установлению характеристических полос для 1,3-диоксоланов. Для 1,3-диоксанов найдены полосы при $2820\text{--}2830\text{ см}^{-1}$ ²⁹⁶, и 2770 и 1030 см^{-1} ²⁹⁷, характеризующие валентные O—C—O -колебания. Показано, что производные ксилита с метиленовыми ацетальными циклами^{142, 255, 298} также характеризуются полосой в области 2800 см^{-1} . ИК-спектры используют для доказательства наличия различных функциональных групп в производных ксилита^{109, 121, 217, 293} и для определения возникновения водородных связей³⁰⁰.

Для установления структуры и стереохимии циклических ацеталей моноз и полиолов используется ЯМР-спектроскопия. Очевидно, что 1,2- и 1,3-ацетали должны образовываться в каждом случае в виде смеси двух изомеров по положению радикалов у атома С ацетального мостика. Впервые на возможность диастереоизомерии в циклических бензилиденовых ацеталах указал Фишер³⁰¹. Позднее такая изомерия была найдена^{162, 302, 303}. Особенно тщательно изучены модельные замещенные и незамещенные *транс*- и *цис*-5-окси-2-фенил-1,3-диоксаны (бензилиден-глицеринны)^{304—314}.

С помощью спектров ПМР установлено строение моно- и ди-О-ацеталей моноз и полиолов^{312, 315, 316}. В частности, для ди-О-бензилиденксилита³¹⁷ сигналы ацетальных протонов найдены при τ 4,79 и 4,85, что подтверждает наличие 1,3-диоксановых циклов с *цис*-расположением групп и строением 2,4:3,5. ПМР-спектры ацетатов монометиленксилита позволили показать существование двух экваториальных и одной аксиальной ацетильных групп³¹⁸.

Протонные сигналы в спектрах ЯМР кетальных метильных радикалов зависят от взаимного расположения этих групп²⁶⁶. Это позволило показать, что ди-О-изопропилиденксилит является смесью двух изомеров — один с сигналами метильных протонов при τ 8,78 и 8,73 с отношением интенсивностей 1:3, что отвечает строению 2,3:4,5; второй — с сигналами равной интенсивности при τ 8,81 и 8,73, и строением 1,2:4,5.

Описана зависимость между структурой кетальных циклов и химическим сдвигом ядер фтора в трифторизопропилиденовых производных^{120, 121, 234, 319}. Найдено, что влияние пространственного окружения на химический сдвиг ядер фтора в CF_3 -группах более чем в 50 раз превышает соответствующую величину для CH_3 -групп. Эти спектры позволили установить количественное соотношение диастереоизомеров. Обычно ЯМР- и ИК-спектры изучаются параллельно^{118, 217, 299}. Большую информацию, чем протонные спектры, дает ЯМР-спектроскопия с преобразованием Фурье³²⁰.

VI. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ КСИЛИТА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Описаны лабораторные методы колоночной хроматографии ксилита на нейтральных сорбентах^{321, 322}, хроматографии в водном этаноле на ионитах в солевой форме^{323, 324}. Значительно чаще ионообменные методы используют для очистки растворов ксилита от солей как в лабораторной практике^{58, 61, 325, 326}, так и в ходе промышленного производства^{75, 327}. На

ионитах хроматографируют комплексы ксилита и его производных^{20, 59, 328}.

Широко используют тонкослойную хроматографию ксилита и его производных^{176, 329}; ГЖХ метиловых эфиров³³⁰, триметилсилильных производных^{331–333} и трифторацетатов^{333, 334}; ГЖХ метилированных ацетатов³³⁵, ацетатов³³⁶, метиловых эфиров³³⁷, ацеталей и кеталей³³⁸. Разработаны методики ГЖХ биологических сред, содержащих ксилит³³⁹ и количественной ГЖХ полиолов с автоматическим интегрированием площадей пиков³⁴⁰. Применяется бумажная хроматография ксилита^{60, 341–347} и его производных^{168, 348, 349}, молибдатных³⁵⁰ и боратных комплексов³⁵¹. Разработана количественная БХ ксилита^{352, 353}.

Для идентификации ксилита можно использовать величину подвижности при бумажном электрофорезе германатных¹⁵⁴, фенолборонатных^{111, 154} и медных комплексов¹⁰⁶. Разработана масс-спектрометрия ацетатов^{129, 354}, метилированных ацетатов³⁵⁵, метиловых эфиров³⁵⁶, бензил-иденовых^{357, 358} и триметилсилильных производных^{359, 360}, циклических фенолборонатов ксилита¹¹⁰ и трисахаридов, содержащих ксилит³⁶¹. Для идентификации ксилита можно использовать цветные реакции³⁶², микроскопию по Кофлеру³⁶³. Предложены способы определения ОН-групп³⁶⁴. Методы количественного и качественного анализа ксилита³⁶⁵ включают колориметрические и поляриметрические методики определения полиола в консервированной пище^{366, 367} и в атмосферной пыли³⁶⁸.

VII. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КСИЛИТА

1. *В медицине.* Опубликованы работы по метаболизму и клиническому использованию^{369–380}, биохимии и механизму действия ксилита^{381–383}. Методом меченых атомов показано, что в организме ксилит, возможно, образуется³⁸³ декарбоксилированием *D*-глюкуроновой кислоты. Таким образом, связываются пентозо-фосфатный, глюкуроново-ксилозный³⁸⁴ и глицеро-фосфатный метаболические циклы^{385, 386}.

Определены летальная доза^{387–389} и рациональные нормы потребления ксилита, поскольку избыточное введение в организм сопровождается увеличением веса^{388, 390, 391}, хотя калорийность ксилита ниже, чем у глюкозы³⁹². Установлены максимальные безвредные нормы содержания ксилита в воде³⁹³. Избыточное внутривенное введение 10% раствора ксилита (свыше 4,4 г/кг) сопровождается симптомами отравления³⁹⁴, которые исчезают после прекращения введения. Установлено, что выведение ксилита из крови идет по реакции первого порядка³⁹⁵.

Поскольку было найдено, что ксилит вызывает повышение уровня инсулина у животных^{371, 375, 396–415}, было подробно изучено физиологическое действие полиола на организм человека⁴¹⁶. Предложена схема биосинтеза проинсулина и инсулина в присутствии ксилита^{417, 418}. Исследовано влияние его на углеводный и липидный метаболизм здоровых^{412, 419–424} и больных людей^{420, 425–430} различного возраста. Найдено, что ксилит хорошо усваивается даже недоношенными и новорожденными детьми^{431, 432}. Пероральное и внутривенное введение ксилита снижает концентрацию лактатов^{433, 434}, глюкозы и ацетоуксусной кислоты в крови и повышает содержание инсулина^{394, 406, 413, 422, 435–441}. При этом увеличивается количество гликогена в печени^{377, 395}, падает уровень ацетона и уменьшается количество аминокислот в моче⁴⁴².

Ксилит стимулирует гастросекрецию^{441, 443}, биосинтез уроновых кислот^{388, 444}, АТФ⁴⁴⁵, кортикостероидных гормонов^{372, 373, 446, 447}, белков⁴⁴⁶, гормонов роста⁴⁴⁸, хологенную, холеритическую и панкреатическую активность^{449–452}. Ксилит благоприятствует работе здоровой^{374, 376, 444, 453, 454}

и циррозной печени^{408, 409, 454, 455}, снижает гемолиз при действии примаксина³⁶⁵, стабилизирует уровень билирубина^{388, 451}, снижает содержание в крови жирных кислот^{433, 439, 456, 457}, стимулирует активность дегидрогеназ^{415, 458, 459} и ингибирует изомеразы⁴⁶⁰. Ксилит используют для ингибирования подавления адrenокортикальной активности при гормональном лечении^{373, 447, 461—463}. В то же время введение адреналина подавляет выделение инсулина, вызываемое ксилитом⁴³⁴. Следовательно, можно предполагать, что эффект ксилита зависит от его концентрации⁴⁵¹.

Найдено, что ксилит усваивается медленнее глюкозы³⁸⁸, так как организм должен приспособиться к его усвоению^{371, 464, 465}. Ксилит может служить источником энергии для сердечной мышцы^{445, 466}. Внутривенное введение ксилита при анестезии⁴⁶⁷ вызывает меньшие сдвиги в составе крови, чем введение глюкозы. Отмечено, что ксилит в меньшей степени вызывает кариес⁴⁶⁸, поскольку кариогенным стрептококкам³⁸⁹ для привыкания к усвоению ксилита требуется значительное время⁴⁶⁹. Показано, что полиол увеличивает уровень аминопептидазы *B*^{469, 470}. Найдено благоприятное действие ксилита при стрессе^{471, 472} и в парентеральном питании^{394, 473—475}.

Даже длительное применение ксилита не изменяет частоту и глубину дыхания, артериальное давление, цереброкортикальную активность (до 1 г/кг)³⁸⁷, не влияет на уровень мочевой кислоты, триглицеридов, глицерина, α - и β -липопротеинов, общего холестерина⁴²⁴. Отмечено, что *D*-ксилоза или возможные продукты ее метаболизма, в том числе ксилит, способны вызывать катаракту у крыс⁴⁷⁶.

Ксилит рекомендован для использования в гастроэнтерологии⁴⁷⁷, при дуоденальном тюбаже⁴⁵⁰, в диабетических диетах^{392, 424, 478—480}. Пентаникотинатом ксилита, обладающим сосудорасширяющим действием^{133, 481}, лечат церебральные склерозы, гипертонию, пеллагру. Производные ксилита и оксикоричной кислоты⁴⁸² и 2-окси(ацетокси)-5-иодбензойной кислоты⁴⁸³ обладают противовоспалительным действием. Аминопроизводные²²⁸ являются анальгетиками⁴⁸⁴.

Внутривенно вводят растворы ксилита, содержащие оксиметил-аминометан⁴⁸⁴, внутримышечно — комплекс ксилит- Fe^{3+} -цитрат⁴¹⁶, повышающий уровень гемоглобина. Дефицит кальция компенсируют лекарственными композициями на основе ксилита и карбоксилатов кальция⁴⁸⁵. Изучена совместимость растворов ксилита с различными комбинациями 36 лекарственных веществ, используемых для вливания⁴⁸⁶. Четвертичные аммониевые соли на основе ксилита показывают бактериостатическую активность^{173, 176}. Ксилит вводят в мазевые основы⁴⁸⁷ и в составы для прессования таблеток⁴⁸⁸.

Разработанные методы количественного определения ксилита в крови^{489, 490} и в моче⁴⁵⁵ позволяют диагностировать гепатит⁴⁹¹ и цирроз печени⁴⁵⁵. Ксилит является хорошим консервантом крови, предохраняющим от гемолиза и образования метгемоглобина, восстанавливающим метгемоглобин^{492—495}, способствующим коагуляции крови⁴⁹⁶. Изучен метаболизм ксилита в эритроцитах⁴⁹⁷. Растворы ксилита стабилизируют бактериальные культуры при лиофилизации⁴⁹⁸, растительные клетки при замораживании жидким азотом^{489, 490, 499, 500}. Последнее связывают с конформационными изменениями систем плазма — мембрана⁵⁰¹. Ксилит ингибирует^{495, 502} или прототирует^{494, 503} прорастание семян различных растений.

2. В пищевой промышленности. Ксилит все шире используется для подслащивания пищевых продуктов^{480, 504}, наряду с другими синтетическими сладкими веществами, которые обычно используют для низкокалорийных диет⁵⁰⁵. Интересно, что максимальная сладость полиола до-

стигается при добавлении 0,06% NaCl; изучены смеси ксилита с глутаматом натрия, сахарином, органическими кислотами^{506, 507}. Ксилит^{504, 508} и поверхностноактивные вещества на основе ксилита и C₁₀₋₃₀ жирных кислот⁵⁰⁹, хорошо совместимые с тестом, применяются в хлебопекарной промышленности и при консервировании фруктов^{366, 510}. Для детского питания рекомендовано молоко с добавкой ксилита⁵¹¹. Вкус, цвет, букет и стабильность спиртных напитков улучшается прибавлением 0,5—3% ксилита⁵¹².

Эфиры ксилита и предельных и непредельных кислот⁹²⁻⁹⁸ малоядовиты и могут в больших концентрациях (до 10% по весу)⁵⁰⁹ добавляться в пищевые продукты, где служат диспергаторами, эмульгаторами, ПАВ. Такие эфиры растворимы в маслах, диспергируются в теплой воде⁵¹³, не вызывают аллергии и применяются в качестве стабильных неионогенных эмульгаторов в косметических препаратах^{131, 514-516} и для стабилизации пищевых жиров⁵¹⁷. В водных растворах ксилит стабилизирует цистеин⁵¹⁸.

3. В технике. Ксилит заменяет глицерин в качестве регулятора вспенивания⁵¹⁹ и пластификатора⁵²⁰. В водных солевых растворах он защищает металл от коррозии^{521, 522}. Созданы флуоресцирующие пигменты, содержащие ксилит⁵²³. На основе производных ксилита производят лаки, олифы⁵²⁴, краски, клеи, смолы^{81, 135, 182, 524-529}, моющие и ПАВ^{92-96, 134, 173-177, 228, 380, 530}, неионогенные⁵³¹ и ионогенные эмульгаторы¹⁷³⁻¹⁷⁶, дезэмульгаторы⁵³²⁻⁵³⁴, пенополиуретаны^{535, 536}, пленкообразующие полиуретаны^{537, 538}, полифталаты⁵³⁹, отвердители для водорастворимых полимеров⁵⁴⁰.

Конденсацией эфиров ксилита с бензальдегидом и формальдегидом получены синтетические дубящие вещества⁵⁴¹, при конденсации эфиров с окисью этилена — ПАВ с бактериостатическим действием⁹⁸. Продукт алкоголиза ксилитом натуральных триглицеридов жирных кислот (льняного масла) электрохимическим методом используют в лакокрасочной промышленности⁵⁴². Моноэфиры жирных кислот и ксилита используют при крашении полиамидных волокон⁵⁴³, при обработке вискозного штапельного волокна^{544, 545}, в качестве дефлокуляторов и флотореагентов^{137, 546, 547}. Получили техническое применение смеси метиловых и этиловых эфиров ксилитана⁵⁴⁸, смеси смоляных и талловых эфиров ксилита⁵⁴⁹. На основе ксилита синтезированы отверждающиеся олигоэфиракрилаты⁵⁵⁰⁻⁵⁵², полиметакриловые эфиры²⁹⁰, поликонденсационные смолы⁵⁵³.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. G. Bertrand, Bull. Soc. Chim. Paris, 5, 554 (1891).
2. E. Fischer, R. Stahel, Ber., 24, 528 (1891).
3. E. Fischer, Там же, 27, 2486 (1894).
4. J. W. E. Glatfeld, G. W. Schimpff, J. Am. Chem. Soc., 57, 2204 (1935).
5. R. S. Tipson, L. H. Cretcher, J. Org. Chem., 8, 95 (1943).
6. D. Tomkuljak, Chem. Zvesti, 3, 209 (1949).
7. Е. Р. Лейкин, Г. Д. Соболева, Производство ксилита. Изд-во Гос. Комитета СМ СССР по лесн., целл.бумажн., деревообработ. пром. и лесного хозяйства, М., 1962.
8. A. Cucui, V. Tanimura, K. Seminoe, J. Agr. Chem. Soc. Japan, 44, 96 (1970).
9. J. Böeseken, J. M. Furnee, Rec. Trav. Chim., 59, 99 (1940).
10. H. J. Greighton, Trans. Electrochem. Soc., 75, 289 (1939).
11. M. L. Wolf from, E. J. Kohn, J. Am. Chem. Soc., 64, 1739 (1942).
12. J. F. Carson, S. W. Waisbrot, F. T. Jones, Там же, 65, 1777 (1943).
13. K. Anno, J. Agr. Chem. Soc. Japan, 23, 441 (1950).
14. Ф. Б. Бижанов, В. П. Ветров, Д. В. Сокольский, Изв. АН Каз. ССР, ОХН, 19, 27 (1969).
15. Ф. Б. Бижанов, Д. В. Сокольский, С. О. Онгарбаев, А. М. Хисаметдинов, Химия хим. технол., 2, 43 (1971).
16. K. Ashida, J. Agr. Chem. Soc. Japan, 23, 172 (1949).

17. K. Ashida, Там же, 20, 264, 621 (1944).
18. K. Ashida, S. Nakamura, Там же, 23, 167, 170 (1949).
19. Герм. пат. 694424 (1931).
20. T. Yoneda, Японск. пат. 7037817 (1966); С. А., 75, 111096 (1971).
21. R. Yoneda, Японск. пат. 6818363 (1966); С. А., 70, 21122 (1969).
22. E. Pavlovskaya, J. Kurka, J. Ukas, M. Borovicka, Чехосл. пат. 132906 (1968); С. А., 73, 66863 (1970).
23. K. Steinert, H. Lindlar, Пат. ФРГ 1935934 (1970); С. А., 72, 121869 (1970).
24. S. Kohno, J. Jamatsu, S. Myama, Пат. США 3558725 (1968); С. А., 74, 127953 (1971).
25. L. Nobile, Франц. пат. 2047193 (1971); С. А., 76, 15913 (1972).
26. H. Buckl, R. Fhan, C. E. Hofstadt, Пат. ФРГ 2005851 (1970); С. А., 76, 33788 (1972).
27. H. Friese, Англ. пат. 1245486 (1969); С. А., 76, 15960 (1972).
28. A. Jabbar, Mian, E. Persival, Carb. Res., 26, 133 (1973).
29. A. Tsukui, W. Tanimura, K. Suminoe, Nippon Nogei Kagaku Kaishi, 44, 96 (1970).
30. G. M. Jaffe, W. Szkrybalo, P. H. Weinert, Пат. ФРГ 2047897 (1971); С. А., 75, 38201 (1971).
31. M. Abdel-Akher, J. K. Hamilton, F. Smith, J. Am. Chem. Soc., 73, 4691 (1951).
32. G. Wright, L. D. Hayward, Can. J. Chem., 38, 316 (1960).
33. M. Abdel-Akher, F. Smith, Nature, 166, 1037 (1950).
34. H. L. Frush, H. S. Isbell, J. Am. Chem. Soc., 78, 2844 (1956).
35. H. Zinner, H. Nehring, Z. Chem., 10, 394 (1970).
36. J. V. Karabinos, A. I. Ballun, J. Am. Chem. Soc., 75, 4501 (1953).
37. B. Enstrom, J. Yanson, Sv. Papperstid., 73, 371 (1970).
38. J. Wiemann, J. Gardan, Bull. Soc. Chim. France, 1958, 433.
39. R. Lespieau, Там же, 4, 43, 657 (1928).
40. J. Asahina, M. Yanagita, Ber., 67B, 799 (1934).
41. G. Bertrand, Compt. Rend., 203, 145 (1936).
42. R. Lespieau, Там же, 206, 1773 (1938).
43. A. T. Ness, R. M. Hann, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 66, 665 (1944).
44. I. Stanek, M. Cerny, Y. Kocourek, J. Pacák, The Monosaccharides, Prague, 1963, стр. 123.
45. R. K. Ness, H. G. Fletcher, J. Am. Chem. Soc., 74, 5341 (1952).
46. I. T. Clark, Ind. Eng. Chem., 50, 1125 (1958).
47. H. Onishi, M. B. Perry, Can. J. Microbiol., 11, 929 (1965).
48. H. A. Krebs, P. Lund, Biochem. J., 98, 210 (1966).
49. T. Imai, M. Shimamura, J. Voshitau, H. Ohiva, Пат. ФРГ 1944493 (1970); С. А., 73, 108249 (1970).
50. H. Onishi, T. Suzuki, Японск. пат. 7123038 (1967); С. А., 75, 108515 (1971).
51. Японск. пат. 7213707 (1972); 6853.643, 31/VII 1968; С. А., 77, 86674 (1972).
52. J. Voshitake, H. Ohiva, M. Shimamura, T. Imai, Agr. Biol. Chem., 35, 905 (1970).
53. G. M. Joffe, W. Szkrybalo, P. H. Weinert, Пат. ФРГ 2047898 (1969); С. А., 75, 38202 (1971).
54. P. Begbie, N. K. Richtmyer, Carb. Res., 2, 272 (1966).
55. A. Meller, J. Pol. Sci. P. A., 1, 1443 (1967).
56. R. L. Wistler, G. N. Richards, J. Am. Chem. Soc., 80, 4888 (1958).
57. Ed. W. Pigman, D. Horton, The Carbohydrates Chem. Biochem., v. 6A N-Y., 1972, p. 483.
58. J. Gutschmidt, G. Ordynsky, Deut. Lebensm. Rundschau, 57, 321 (1961).
59. K. Kratzl, H. Silbernagel, K. H. Baessler, Naturwissenschaften, 50, 154 (1963).
60. В. А. Усенко, О. С. Попов, Гидриров. жиров, сахаров, фурфурола, 12, 206 (1967).
61. О. С. Попов, Н. Н. Румянцева, А. Е. Ананьина, Химия хим. технол., 1967, 146.
62. E. J. Hedgley, H. G. Fletcher, J. Am. Chem. Soc., 86, 1576 (1964).
63. J. Lenard, Chem. Rev., 69, 625 (1969).
64. K. W. Buck, A. B. Foster, B. H. Rees, J. M. Webber, F. E. Hardy, Chem. Ind., 1964, 1623.
65. M. G. Bertrand, Bull. Soc. Chim. Paris, 5, 740 (1891).
66. C. Neuberg, Ber., 35, 2628 (1902).
67. M. L. Wolfrom, R. M. Hann, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 74, 1105 (1952).
68. К. Анно, J. Chem. Soc. Japan, Ind. Chem. Sec., 53, 205 (1950).
69. Е. Р. Лейкин, Г. Д. Соболева, В. Я. Мешкова, Тр. ВНИИ гидролизно-сульфитн. и спиртовой пром., 12, 185 (1964).
70. Г. Д. Соболева, Автореф. кандид. диссерт. Моск. ин-т пищевой пром., 1966.
71. С. В. Чепиго, А. А. Баландин, Н. А. Васюнина, А. П. Сергеев, Хим. наука и пром., 2, 4 (1957).
72. С. В. Чепиго, Хим. пром., 1960, 177.
73. Н. А. Васюнина, А. А. Баландин, Ю. Маматов, Е. С. Григорьян, Авт. свид. СССР, 165163 (1964); Бюлл. изобрет., 1964, № 18, 13.

74. С. Н. Данилов, В. Ф. Казимирова, ЖОХ, 22, 1646 (1953).
75. Г. Д. Соболева, В. Я. Мешкова, И. К. Черемухин, Л. Г. Гранкина, Авт. свид. СССР 167845 (1965); Бюлл. изобрет., 1965, № 3, 20.
76. Е. Р. Лейкин, Гидролизн. лесохимич. пром., 19, № 5, 16 (1966).
77. Каталог-справочник. Продукция лесохимической, гидролизно-сульфитно спиртовой промышленности, М., 1962.
78. Р. Н. Заманская, Е. Р. Лейкин, Тр. ВНИИ гидролизно-сульфитно спиртовой пром., 12, 195 (1964).
79. В. С. Шошина, Н. С. Неманова, Научно-техн. сб. Хим. переработка древесины, 21, 4 (1964).
80. Всесоюз. совещ. по производству из полисахаридосодержащего сырья многоатомных спиртов и их применению в пар. хоз., сб. 3, изд-во ЦИТИ бум. пром., М., 1961.
81. Г. Д. Соболева, Н. В. Барамидзе, Гидролизн. лесотехн. пром., 20, № 2, 17 (1967).
82. Е. Р. Лейкин, С. Л. Гутина, И. К. Черемухин, Л. Г. Гранкина, А. А. Павлов, А. А. Новоселова, Там же, 16, № 2, 15 (1963).
83. К. Heyns, M. Klier, Carb. Res., 6, 436 (1968).
84. E. Schwarz, V. Grundstein, A. F. Levina, J. Therm. Anal., 4, 331 (1972).
85. И. В. Никитин, И. В. Мирошниченко, Л. И. Кудряшов, М. Е. Дяткина, Н. К. Кочетков, ДАН, 207, 356, 871 (1972).
86. Cr. Simionescu, G. Rozmarin, Omagiu Raluca Ripan, 1966, 525.
87. Л. А. Май, ЖОХ, 28, 1250 (1958).
88. T. Matsuura, S. Sourirajan, J. Appl. Pol. Sci., 17, 1043 (1973).
89. И. Ю. Соколова, Г. А. Цыганов, Ш. З. Ханудханова, Узб. хим. ж., 16, № 5, 38 (1972).
90. Х. Муратова, Г. А. Цыганов, И. И. Мурашкина, Там же, 16, № 1, 28 (1972).
91. M. L. Wolfrot, W. J. Burne, S. W. Waisbrot, J. Am. Chem. Soc., 61, 1827 (1939).
92. L. Nobile, R. Allegrini, Франц. пат. 1336581 (1962). С. А., 61, 1931 (1964).
93. N. Nobile, A. Poma, Австр. пат. 233541 (1962), РЖХим, 10В403 (1965).
94. L. Nobile, R. Allegrini, Австр. пат. 233542 (1962), РЖХим, 10Р404 (1965).
95. L. Nobile, A. Poma, Франц. пат. 1325387 (1962); РЖХим, (1965), 2Р259П.
96. Ledoga S. p. A., Англ. пат. 952334 (1960), РЖХим, 1965, 16Р336 (1965).
97. О. Е. Нифантьев, Л. Т. Еленина, В. Н. Балахонцева, Авт. свид. СССР, 303321, 16/11, 1970; Бюлл. изобрет., 1971, № 16, 93.
98. Т. Г. Кочуровская, Б. И. Дашевская, ЖПХ, 43, 2752 (1970).
99. T. Yamazaki, Diss. Abstr. Int. 32B, 5121 (1972).
100. G. A. Geffrey, H. S. Kim, Carb. Res., 14, 207 (1970).
101. J. Defaye, D. Gagnaire, D. Horton, M. Muesser, Там же, 21, 407 (1972).
102. G. A. Jeffrey, E. J. Fasiska, Там же, 21, 187 (1972).
103. S. I. Angyal, Там же, 23, 121 (1972).
104. Г. А. Коган, В. М. Тульчинский, М. Л. Шульман, С. Е. Зарубин, А. Я. Хорлин, Там же, 26, 191 (1973).
105. Y. Tamaki, Kogyo Kagaku Zasshi, 70, 949 (1967).
106. E. I. Bourne, F. Searle, H. Weigel, Carb. Res., 16, 185 (1971).
107. Р. И. Заманская, А. Н. Холмянская, В. Н. Балахонцева, Авт. свид. СССР, 199888, (1967). Бюлл. изобрет., 1967, № 16, 25.
108. Р. И. Заманская, А. Н. Холмянская, В. Н. Балахонцева, ЖПХ, 41, 1122 (1968).
109. А. Путнис, Е. Шварц, А. Невнис, Изв. АН ЛатвССР, сер. хим., 1972, № 3, 131, 135, 264, 267.
110. J. R. McKinley, H. Weigel, J. Chem. Soc. Chem. Commun., 19, 1051 (1972).
111. P. J. Karegg, K. Linastrom, Acta Chem. Scand., 25, 1559 (1971).
112. В. И. Курлянкина, О. П. Козьмина, А. К. Хрипунов, В. А. Молотков, Г. Д. Новоселова, ДАН, 172, 341 (1967).
113. Н. В. Сарана, Тр. ЛТИ ЦБП, 24, 56 (1969).
114. В. И. Курлянкина, Н. В. Сарана, О. П. Козьмина, Кинетика и катализ, 11, 5, 1970.
115. Hoop-Sup Kim, Diss. Abstr. Int., 31B, 4615 (1971).
116. T. Fujita, T. Takamatsu, H. Kawashima, K. Kinoshita, T. Ohogoh, K. Miyao, Yoku-gaku Zasshi, 91, 1335 (1971).
117. Г. М. Зарубинский, А. Н. Аникеева, Л. Г. Ровельская, С. Н. Данилов, Сб. Синтез, структура и свойства полимеров, «Наука», Л., 1970, стр. 307.
118. Г. М. Зарубинский, С. Н. Данилов, Сб. материалов II конф. по вопросам строения и реакц. способности ацеталей, Фрунзе, 1970, стр. 124.
119. Г. М. Зарубинский, С. Н. Данилов, ЖОХ, 35, 1790 (1965).
120. Г. М. Зарубинский, С. Н. Данилов, Там же, 36, 1013 (1966).
121. Г. М. Зарубинский, С. Н. Данилов, Там же, 42, 2758 (1972).
122. I. S. Brimacombe, A. B. Foster, M. Stacey, D. H. Whiffen, Tetrahedron, 4, 351 (1958).
123. J. M. Sugihara, J. M. Knobloch, T. Yamazaki, J. Org. Chem., 36, 3407 (1971).
124. А. Н. Аникеева, Л. Г. Ровельская, Н. А. Хренова, С. Н. Данилов, ЖОХ, 37, 997, (1967).

125. T. Yabuta, J. Agr. Chem. Soc. Japan, 16, 1077 (1940).
126. T. Yabuta, Японск. пат. 154006, (1942) С. А., 43, 3453 (1949).
127. R. C. Hockett, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 57, 1753 (1935).
128. G. Bertrand, Bull. Soc. Chim. France, 5, 3, 2359 (1936).
129. Л. С. Головкина, О. С. Чижов, Н. С. Вульфсон, Изв. АН СССР. ОХН, 1966, 1, 15.
130. В. С. Куселев, А. М. Лубман, ЖПХ, 22, 115 (1949).
131. A. Przybilka, B. Linke, Pharm. Ztg., 116, 1061 (1971).
132. J. F. Carson, W. D. MacLay, J. Am. Chem. Soc., 66, 1609 (1944).
133. D. W. Wylie, D. Godfrey, M. G. K. Boatman, Швейц. пат. 482674 (1967); РЖХим, 1970, 19Н372.
134. Ledoga S. p. A., Бельг. пат. 618809, (1961), С. А. 58, 14084 (1963).
135. H. G. Fletcher, J. Am. Chem. Soc., 75, 2624 (1953).
136. P. W. Kent, R. C. Young, Tetrahedron, 27, 4057 (1971).
137. С. Н. Данилов, А. Н. Аникеева, В. А. Иванова, Л. Г. Филиппова, Н. А. Алейников, ЖПХ, 44, 1342 (1971).
138. J. Saarno, L. Ruipponen, Kem. Teollisuus, 28, 107 (1971).
139. J. Honeyman, J. W. W. Morgan, J. Chem. Soc., 1955, 3660.
140. R. L. Whistler, M. L. Wolfrom, Methods in Carbohydrate Chem., 11, 258 (1963).
141. E. P. Swan, L. D. Hayward, Can. J. Chem., 34, 856 (1956).
142. С. И. Базаев, Н. Б. Базаева, Л. Г. Соболева, ЖОХ, 40, 1651 (1970).
143. Э. Е. Нуфантаев, Л. Г. Еленина, В. Н. Балахонцева, ЖОХ, 43, 946 (1973).
144. J. E. Christensen, L. Goodman, Carb. Res., 7, 510, (1968).
145. Э. Е. Нуфантаев, Л. Г. Еленина, В. Н. Балахонцева, ЖОХ, 42, 1480 (1972).
146. Э. Е. Нуфантаев, Л. Г. Еленина, В. Н. Балахонцева, ЖОХ, 43, 946 (1973).
147. О. В. Воскресенская, Н. А. Макарова, Н. П. Аношина, Е. И. Гольдфарб, Е. Г. Микменёв, Сб. некот. проблемы орг. химии. Материалы научн. сессии Ин-т орг. и физ. химии АН СССР, 1972, стр. 20.
148. F. Valentin, Coll. Cz. Chem. Commun., 3, 499 (1931).
149. A. N. Wrigley, E. Janovsky, J. Am. Chem. Soc., 70, 2195 (1948).
150. Л. А. Нахапетян, Г. В. Варванина, ЖОХ, 37, 395 (1967).
151. О. С. Чижов, И. И. Мальшица, В. И. Каденцов, Н. К. Кочетков, ДАН, 194, 831 (1970).
152. О. С. Чижов, Л. С. Волкова, Л. А. Нахапетян, Тезисы докладов V Всесоюзн. конф. по химии и биохимии углеводов, 1972, стр. 160.
153. S. Teijima, R. K. Ness, R. L. Kaufman, H. G. Fletcher, Carb. Res., 7, 485 (1968).
154. B. Lindberg, B. Swan, Acta Chem. Scand., 14, 1043 (1960).
155. J. K. N. Jones, P. E. Reid, Can. J. Chem., 38, 944 (1960).
156. Амер. пат. 2218568 (1939); С. А., 35, 1066 (1941).
157. F. Valentin, D. Tomkuljak, Chem. Zvesti, 3, 146 (1949).
158. Н. К. Кочетков, О. С. Чижов, А. Ф. Свиридов, Carb. Res., 14, 277 (1970).
159. I. C. Sowden, H. O. L. Fisher, J. Am. Chem. Soc., 69, 1963 (1947).
160. F. Kagan, M. A. Rebenstorf, R. V. Heinzelman, Там же, 79, 3541 (1957).
161. M. L. Wolfrom, F. Shafizadeh, I. O. Wehrmüller, R. K. Armstrong, J. Org. Chem., 23, 571 (1958).
162. D. D. Heard, B. G. Hudson, R. Barker, Там же, 35, 465 (1970).
163. M. L. Wolfrom, I. L. Minor, Там же, 30, 841 (1965).
164. H. Kuzuhara, S. Emoto, Agr. Biol. Chem. Japan, 27, 689 (1963).
165. H. Paulsen, Lieb. Ann., 683, 187 (1965).
166. H. Paulsen, G. Steinert, Chem. Ber., 100, 2467 (1967).
167. T. H. Haskell, S. Hanessian, J. Org. Chem., 28, 2598 (1963).
168. S. Hanessian, T. H. Haskell, Там же, 28, 2604 (1963).
169. R. Barker, Там же, 29, 2013 (1964).
170. R. Barker, Там же, 29, 869 (1964).
171. H. Dorn, G. Vacigalupo, H. Wand, Chem. Ber., 99, 1208 (1966).
172. H. Dorn, D. Arndt, H. Wand, J. Prakt. Chem., 312, 519 (1970).
173. В. И. Векслер, И. К. Лагерт, А. В. Маркович, Л. Н. Коваленко, ЖОХ, 42, 1409 (1972).
174. В. И. Векслер, Л. Н. Коваленко, И. К. Лагерт, А. В. Маркович, Авт. свид. СССР 267797 (1970); Бюлл. изобрет., 47, № 13, 51 (1970).
175. В. И. Векслер, Л. Н. Коваленко, И. К. Лагерт, А. В. Маркович, Авт. свид. СССР 201578 (1970); Бюлл. изобрет., 44, № 18, 83 (1967).
176. В. И. Векслер, Л. Н. Коваленко, И. К. Лагерт, А. В. Маркович, ЖОХ, 41, 1399 (1971).
177. R. M. Hann, A. T. Ness, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 66, 73 (1944).
178. E. Zissis, N. K. Richtmyer, Там же, 75, 129 (1953).
179. F. Weygand, H. Woltz, Chem. Ber., 85, 256 (1952).
180. A. Züst, F. Lohse, E. Hardegger, Helv. Chim. Acta, 43, 1274 (1960).
181. E. Hardegger, H. Gempeler, A. Züst, Там же, 40, 1819 (1957).
182. P. I. Anderson, Biochem. Biophys. Acta, 110, 627 (1965).

183. P. N. Kent, M. Stacey, L. F. Wiggins, J. Chem. Soc., 1949, 1232.
184. R. Allerton, W. G. Overend, Там же, 1951, 1480.
185. C. D. Hurd, W. A. Bonner, J. Am. Chem. Soc., 67, 1759 (1945).
186. W. A. Bonner, C. D. Hurd, Пат. США 2460803 (1949); С. А. 43, 3447 (1949).
187. W. A. Bonner, J. Am. Chem. Soc., 73, 3126, 4290 (1951).
188. В. В. Герцев, Я. Я. Макаров-Землянский, ЖОХ, 36, 1918 (1966).
189. Ю. А. Жданов, Л. И. Щербакова, ДАН, 90, 185 (1953).
190. Ю. А. Жданов, Л. И. Щербакова, Р. В. Головня, Там же, 107, 259 (1956).
191. Ю. А. Жданов, Усп. химии, 25, 1165 (1956).
192. Ю. А. Жданов, Г. Н. Дорофенко, Химические превращения углеродного скелета углеводов, Изд-во АН СССР, М., 1962, стр. 131.
193. Ю. А. Жданов, Г. Н. Дорофеев, ДАН, 112, 433 (1957).
194. Ю. А. Жданов, Г. Н. Дорофеев, Н. В. Иванченко, Химия химич. технол., 3, 680 (1960).
195. Ю. А. Жданов, Г. Н. Дорофеев, Н. В. Иванченко, Л. Е. Живоглазова, ДАН, 117, 990 (1957).
196. Ю. А. Жданов, Г. В. Богданова, А. И. Чувилева, Там же, 128, 95 (1959).
197. Ю. А. Жданов, Г. А. Корольченко, Л. А. Кубасская, ДАН, 128, 1158 (1959).
198. Ю. А. Жданов, Г. А. Корольченко, Л. А. Кубасская, Р. М. Криворучко, ДАН, 129, 1049 (1959).
199. P. Wirz, I. Stanek, E. Hardegger, Helv. Chim. Acta, 54 (71), 2027 (1971).
200. S. A. Barker, E. I. Bourne, D. H. Whiffen, J. Chem. Soc., 1952, 3865.
201. R. M. Hann, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 66, 1909 (1944).
202. J. C. Irvine, B. M. Paterson, J. Chem. Soc., 1914, 898.
203. S. A. Barker, E. I. Bourne, Там же, 1952, 905.
204. J. A. Mills, Chem. Ind., 1954, 633.
205. W. T. Haskins, R. M. Hann, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 64, 132 (1942).
206. A. T. Ness, R. M. Hann, C. S. Hudson, Там же, 65, 2215 (1943).
207. A. B. Foster, M. H. Randall, J. M. Webber, J. Chem. Soc., 1965, 3388.
208. T. Nakagawa, H. Takuoka, K. Shinoto, J. Yoshimura, T. Sato, Bull. Chem. Soc. Japan, 40, 2150 (1967).
209. E. Zissis, N. K. Richtmyer, J. A. Chem. Soc., 76, 5515 (1954).
210. S. M. Trister, H. Hibbert, Can. J. Res., 14, 415 (1936).
211. P. A. Levene, A. L. Raymond, Ber., 66, 384 (1933).
212. K. W. Buck, J. M. Duxbury, A. B. Foster, A. R. Perry, J. M. Webber, Carb. Res., 2, 122 (1966).
213. N. Baggett, J. M. Duxbury, A. B. Foster, J. M. Webber, Там же, 2, 216 (1966).
214. J. Kovár, Z. Burianec, J. Jary, Coll. Cz. Chem. Commun., 32, 4099 (1967).
215. A. T. Ness, R. M. Hann, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 75, 132 (1953).
216. R. M. Hann, A. T. Ness, C. S. Hudson, Там же, 66, 670 (1944).
217. Г. М. Зарубинский, Т. И. Степученкова, С. Н. Данилов, ЖОХ, 38, 1485 (1968).
218. O. T. Schmidt, G. Nieswandt, Chem. Ber., 82, 1 (1949).
219. O. T. Schmidt, A. Distelmaier, H. Reinhard, Там же, 86, 741 (1953).
220. А. Н. Аникеева, Г. М. Зарубинский, ЖОХ, 28, 3206 (1958).
221. R. M. Hann, N. K. Richtmyer, H. W. Diehl, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 72, 561 (1950).
222. Г. Е. Устюжанин, Г. А. Ефимова, Э. М. Коган, Н. С. Тихомирова-Сидорова, С. Н. Данилов, ЖОХ, 32, 656, 3614, 3617, 3622 (1962).
223. Т. И. Орлова, А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, ЖОХ, 35, 649 (1965).
224. А. Н. Аникеева, Т. И. Орлова, С. Н. Данилов, ЖОХ, 31, 3544 (1961).
225. С. Н. Данилов, Н. С. Тихомирова-Сидорова, А. Н. Аникеева, Ю. Н. Большухина, Г. М. Зарубинский, Т. И. Орлова, Г. Е. Устюжанин, Сб. Синтез и свойства мономеров, «Наука», 1964, 247.
226. A. Sera, Bull. Chem. Soc. Japan, 35, 2033 (1962).
227. A. B. Foster, M. Stacey, R. M. Stephens, J. Chem. Soc., 1959, 2681.
228. S. Kono, I. Yamatsu, K. Ema, Японск. пат. 7239085 (1972); С. А., 78, 58747 (1973).
229. C. A. Lobry de Bruyn, W. A. Van Ekenstein, Rec. Trav. Chim., 18, 151 (1899).
230. F. Endo, J. Pharmac. Soc. Japan, 79, 595 (1959).
231. R. M. Hann, A. T. Ness, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 68, 1769 (1946).
232. P. J. van der Laan, L. P. van der Mijl Dekker, Rec. Trav. Chim., 62, 824 (1943).
233. H. Zinner, K. H. Rohde, A. Mattheus, Lieb. Ann., 677, 160 (1964).
234. H. Zinner, G. Rembarz, H. W. Linke, G. Ulbricht, Chem. Ber., 90, 1761 (1957).
235. E. J. C. Curtius, J. K. N. Jones, Can. J. Chem., 38, 1305 (1960).
236. С. Н. Данилов, А. А. Лопатенок, ЖОХ, 32, 3611 (1962).
237. А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, Там же, 34, 1063 (1964).
238. H. Zinner, H. Voigt, J. Voigt, Carb. Res., 9, 5 (1969).
239. G. Y. Wu, Y. M. Sugihara, Там же, 13, 89 (1970).
240. I. M. Knoblich, Diss. Abstr. Int., 31B, 5246 (1971).
241. S. I. Angyal, K. James, Carb. Res., 15, 91 (1970).
242. H. Zinner, R. Reck, Там же, 16, 459 (1971).

243. В. В. Русанова, А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, ЖОХ, 40, 2461, 2757 (1970).
244. В. В. Русанова, А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, ЖОХ, 41, 204 (1971).
245. C. R. Scholz, L. H. Werner, Пат. ФРГ 946539 (1956); С. А., 33550 (1958).
246. L. H. Werner, C. R. Scholz, Пат. США 2790812, 2790816 (1957); С. А., 51, 16528 (1957).
247. J. W. H. Oldham, I. K. Rutherford, J. Am. Chem. Soc., 54, 366 (1932).
248. H. Wolfe, R. M. Hann, C. S. Hudson, Там же, 64, 1495 (1942).
249. N. Baggett, K. W. Buck, A. B. Foster, R. Jefferis, I. M. Webber, Carb. Res., 4, 343 (1967).
250. N. Baggett, K. W. Buck, A. B. Foster, R. Jefferis, B. H. Rees, I. M. Webber, J. Chem. Soc., 1965, 3382.
251. M. A. Bukhari, A. B. Foster, J. Lehmann, I. M. Webber, I. H. Westwood, Там же, 1963, 2291.
252. E. I. Bourne, G. P. McSweeney, L. F. Wiggins, Там же, 1952, 2542, 3113.
253. Н. К. Кочетков, А. Н. Усов, Изв. АН СССР, ОХН, 1963, 1243.
254. Г. М. Зарубинский, А. И. Кольцов, С. Н. Данилов, ЖОХ, 36, 1018 (1966).
255. I. M. Sugihara, W. I. Teerlink, J. Org. Chem., 29, 550 (1964).
256. J. Baddiley, J. G. Buchanan, B. Carss, A. Mathias, J. Chem. Soc., 1956, 4587.
257. J. Baddiley, J. G. Buchanan, B. Carss, Там же, 1957, 4058.
258. F. Shafizadeh, Adv. in Carbohydrate Chem., 13, 44 (1958).
259. J. F. Carson, W. D. Mclay, J. Am. Chem. Soc., 67, 1808 (1945).
260. F. Grandel, Пат. США 2375915 (1945); С. А., 40, 1897 (1946).
261. Е. И. Покровский, Е. Ф. Федорова, А. Н. Аникеева, Прикл. спектроскопия. 11, 129 (1969).
262. R. Kuhn, G. Wendt, Chem. Ber., 81, 553 (1948).
263. В. С. Киселев, А. И. Лубман, ЖПХ, 22, 104 (1949).
264. B. G. Hudson, R. Barker, J. Org. Chem., 32, 3620 (1967).
265. D. D. Heard, B. G. Hudson, R. Barker, Там же, 35, 464 (1970).
266. S. S. Brown, G. M. Timmis, J. Chem. Soc., 1961, 3656.
267. F. C. Hartman, R. Barker, J. Org. Chem., 28, 1004 (1963).
268. G. R. Gray, F. C. Hartman, R. Barker, Там же, 30, 2020 (1965).
269. С. Н. Данилов, В. Ф. Казимирова, ЖОХ, Сб. II, 1646 (1953).
270. L. F. Wiggins, Adv. in Carbohydrate Chem., 5, 191 (1950).
271. С. Н. Данилов, А. Н. Аникеева, Н. С. Тихомирова-Сидорова, А. Н. Ширинова, ЖОХ, 27, 2434 (1957).
272. Г. Е. Устюжанин, А. И. Кольцов, Н. С. Тихомирова-Сидорова, С. Н. Данилова, ЖОХ, 34, 3905 (1964).
273. Г. Е. Устюжанин, С. Н. Данилов, Н. С. Сидорова, Э. М. Коган, В. Ф. Исакова, Авт. свид. СССР 173405 (1963); Бюлл. изобрет., 1965, № 15, 80.
274. Г. Е. Устюжанин, Кандид. диссерт., ИВС АН СССР, Л., 1964.
275. J. Cleophax, S. D. Gero, A. Sandemer, A. M. Sepulcher, Carb. Res., 9, 361 (1969).
276. H. G. Fletcher, C. S. Hudson, J. Am. Chem. Soc., 69, 921, 1677 (1947).
277. E. Saman, M. Claeysens, C. K. de Bruyne, Carb. Res., 24, 173 (1972).
278. S. Tejima, S. Ishiguro, Chem. Pharm. Bull., 15, 255 (1967).
279. А. Н. Аникеева, Т. И. Орлова, С. Н. Данилов, ЖОХ, 32, 3913 (1962).
280. В. Н. Балахонова, Р. И. Заманская, Л. Т. Еленина, Г. Н. Сладкопеева, К. В. Гришина, Авт. свид. СССР 242867 (1968); Бюлл. изобрет., 46, № 16, 24 (1969).
281. J. Cleophax, J. Hildesheim, S. D. Gero, Compt. rend., 265c, 257 (1967).
282. J. Defaye, Bull. Soc. Chim. France, 1964, 2686.
283. К. И. Масленников, Е. В. Зайцева, Д. У. Кантер, Текст. пром., 1964, 40.
284. J. Cleophax, J. Hildesheim, Bull. Soc. Chim. France, 1967, 4111.
285. J. Defaye, J. Hildesheim, Там же, 1967, 940.
286. А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, ЖОХ, 32, 2498 (1962).
287. М. Я. Пормале, Е. А. Плиско, С. Н. Данилов, ЖОРХ, 1, 1758 (1965).
288. А. Н. Аникеева, Кандид. диссерт. ИВС АН СССР, Л., 1964.
289. А. Н. Аникеева, С. Н. Данилов, ЖОХ, 34, 2532 (1964).
290. С. Н. Данилов, А. Н. Аникеева, Г. М. Зарубинский, Н. А. Хренова, Л. Г. Ревельская, Реф. и тезисы докл. научно-техн. конф. по проблеме Основные направления синтеза исх. продуктов и мономеров для получения полимерных материалов, Ярославль, 1968, стр. 130.
291. С. Н. Данилов, Е. Я. Афанасьева, ЖОХ, 36, 1406 (1966).
292. Н. С. Тихомирова-Сидорова, Г. Е. Устюжанин, ЖОХ, 28, 3210 (1958).
293. С. Н. Данилов, Н. С. Тихомирова-Сидорова, Г. Е. Устюжанин, Г. А. Ефимова, Авт. свид. СССР 162522 (1962); Бюлл. изобрет., 1964, 10, 20.
294. J. Defaye, D. Stephan, Compt. Rend., 259, 3121 (1964).
295. R. S. Tipson, H. S. Isbell, J. E. Stewart, J. Res. Nat. Bur. Stand., 62, 257 (1959).
296. W. Brügel, R. Oster, Angew. Chem., 68, 441 (1956).
297. T. G. Bonner, E. I. Bourne, M. M. Saville, J. Chem. Soc., 1960, 2914.

298. А. Н. Аникеева, Е. И. Покровский, Л. Г. Ревельская, Е. Ф. Федорова, С. Н. Данилов, *ЖОХ*, 36, 194 (1966).
299. Г. М. Зарубинский, Н. М. Геллер, С. Н. Данилов, *ЖОХ*, 36, 1789 (1966).
300. A. T. Ness, R. M. Hann, C. S. Hudson, *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 765 (1948).
301. E. Fischer, *Ber.*, 27, 1524 (1894).
302. B. Dobinson, A. B. Foster, *J. Chem. Soc.*, 1961, 2338.
303. W. T. Haskins, R. M. Hann, C. S. Hudson, *J. Am. Chem. Soc.*, 64, 136 (1942).
304. H. S. Hill, M. S. Whelen, H. Hilbert, Там же, 50, 2235 (1928).
305. C. Piantadosi, C. E. Anderson, E. A. Brecht, C. L. Yarbrow, Там же, 80, 6613 (1958).
306. W. H. Davies, I. M. Hellbron, W. E. Jones, *J. Chem. Soc.*, 1934, 1232.
307. V. R. Verkade, *Rec. Trav. Chim.*, 61, 831 (1942).
308. M. J. Gelas, R. Rambaud, *Compt. Rend.*, 262C, 128 (1966).
309. N. Baggett, M. A. Bukhari, A. B. Foster, J. Lehmann, I. M. Webber, *J. Chem. Soc.*, 1963, 4157.
310. N. Baggett, B. Dobinson, A. B. Foster, J. Homer, L. F. Thomas, *Chem. Ind.*, 1961, 106.
311. N. Baggett, J. S. Brimacombe, A. B. Foster, M. Stacey, D. H. Whiffen, *J. Chem. Soc.*, 1960, 2574.
312. N. Baggett, K. W. Buck, A. B. Foster, M. H. Randall, I. M. Webber, Там же, 1965, 3394.
313. R. Kuhn, *J. Am. Chem. Soc.*, 74, 2492 (1952).
314. R. Kuhn, Там же, 76, 323 (1954).
315. A. B. Foster, A. H. Haines, J. Homer, J. Lehmann, L. F. Thomas, *J. Chem. Soc.*, 1961, 5005.
316. A. B. Foster, A. H. Haines, J. Lehmann, Там же, 1961, 5011.
317. N. Baggett, K. W. Buck, A. B. Foster, I. M. Webber, Там же, 1965, 3401.
318. Л. А. Май, Л. С. Бреслер, Н. Ю. Церетели, Е. Н. Карабанова, Б. Паваре, Изв. АН Латв. ССР, сер. хим., 1972, 469.
319. Г. М. Зарубинский, А. Н. Кольцов, В. А. Орестова, С. Н. Данилов, *ЖОХ*, 35, 1620 (1965).
320. W. Voelter, E. Breitmaier, G. Yung, T. Keller, D. Hiss, *Ang. Chem., Int. Ed. Engl.*, 9, 803 (1970).
321. B. W. Lew, M. L. Wolfson, R. M. Goepf, *J. Am. Chem. Soc.*, 68, 1449 (1946).
322. F. Yaku, J. Matsushima, *J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Soc.*, 87, 969 (1966); K. Fujita, T. Asakura, *Carb. Res.*, 19, 412 (1971).
323. H. Matsui, E. Paart, O. Samuelson, *Chem. Script.*, 1, 45 (1971).
324. O. Samuelson, H. Stromberg, *Acta Chem. Scand.*, 22, 1252 (1968).
325. Н. С. Дабегов, А. А. Баландин, Изв. АН СССР, ОХН, 1966, 1308, 1315.
326. Ю. С. Оводов, Усп. химии, 40, 764 (1971).
327. Е. Р. Лейкин, С. Л. Гутина, Сб. Тр. ВНИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой пром., 13, 166 (1965).
328. K. Kratze, H. Silbernagel, K. H. Baessler, *Monatsch. Chem.*, 94, 106 (1963).
329. L. Wassermann, H. Hanus, *Naturwissenschaften*, 50, 351 (1963).
330. D. G. Lance, J. K. N. Jones, *Can. J. Chem.*, 45, 1995 (1967).
331. F. Loewus, *Carb. Res.*, 3, 130 (1966).
332. J. Stovick, E. I. Mistrik, *Petrochemia*, 12, 2 (1972).
333. M. Matsui, M. Okada, T. Imanari, Z. Tamura, *Chem. Pharm. Bull.*, 16, 1383 (1968).
334. J. Shapiro, *Nature*, 222, 792 (1969).
335. J. Lonngren, A. Pilotti, *Acta Chem. Scand.*, 25, 1144 (1971).
336. H. Byöndal, B. Lindberg, S. Svensson, Там же, 21, 1801 (1967).
337. Ю. С. Оводов, Е. В. Евтушенко, *J. Chromat.*, 31, 527 (1967).
338. H. G. Jones, J. K. N. Jones, M. B. Perry, *Can. J. Chem.*, 40, 1559 (1962).
339. L. Doms, D. Declerck, H. Verachtert, *J. Chromat.*, 42, 349 (1969).
340. E. Sjostrom, S. Juslin, Там же, 54, 9 (1971).
341. P. Godin, *Nature*, 174, 134 (1954).
342. W. E. Moore, M. J. Ejfland, D. B. Johnson, M. N. Daugherty, E. J. Schwerdtfegen, *Appl. Microbiol.*, 8, 169 (1960).
343. C. Grado, C. E. Ballon, *J. Biol. Chem.*, 236, 54 (1961).
344. K. Schoenemann, G. Jeschek, K. Frommhold, *Z. Anal. Chem.*, 181, 338 (1961).
345. Н. А. Васюнина, А. А. Баландин, Ю. Маматов, Л. М. Пустовая, Гидролиз. лесохим. пром., 15, № 1, 13 (1962).
346. K. Flink, R. E. Clino, M. R. Flink, *Anal. Chem.*, 35, 389 (1963).
347. G. J. Crowley, V. Moses, J. Ulrich, *J. Chromat.*, 12, 219 (1963).
348. E. Sjöström, S. Ikslin, Там же, 54, 9 (1970).
349. Н. К. Кочетков, А. Н. Усов, *Tetrahedron*, 19, 973 (1963).
350. G. S. G. Salazar, *Anales Asoc. Quim. Arg.*, 50, 59 (1962).
351. E. I. Bourne, E. M. Lees, H. Weigel, *J. Chromat.*, 11, 253 (1963).
352. В. Н. Балахонцева, Р. М. Полтинина, Сб. Тр. ВНИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой пром., 11, 73 (1963).

353. A. Przybilka, B. Linke, Pharm. Ztg., 116, 1061 (1971).
354. Л. С. Головкина, О. С. Чижев, Н. С. Вульфсон, Изв. АН СССР, ОХН, 1966, 1915.
355. H. Byörndal, B. Lindberg, S. Svensson, Carb. Res., 5, 443 (1967).
356. Л. С. Головкина, Н. С. Вульфсон, О. С. Чижев, ЖОрХ, 4, 737 (1968).
357. О. С. Чижев, Л. С. Головкина, Н. С. Вульфсон, Carb. Res., 6, 138 (1968).
358. О. С. Чижев, Л. С. Головкина, Н. С. Вульфсон, Там же, 6, 143 (1968).
359. G. Petersson, Tetrahedron, 25, 4437 (1969).
360. О. С. Чижев, И. И. Малышева, В. И. Каденцов, Н. К. Кочетков, ДАН, 194, 836 (1970).
361. О. С. Чижев, Н. К. Кочетков, И. И. Малышева, А. Я. Поделько, Там же, 197, 607 (1971).
362. H. D. Graham, J. Food Sci., 30, 846 (1965).
363. A. Kofler, J. Kofsek, Mikrochim. Acta, 1970, 1063.
364. W. Wildenhain, G. Heinichen, G. Hensens, J. Prakt. Chem., 20, 35 (1963).
365. Л. И. Идельсон, Р. Ш. Рустамов, А. Я. Лысенко, Р. Г. Абрашкин-Жучков, Ю. П. Горбунова, Проблемы гематол. и перелив. крови, 18, 24 (1973).
366. З. П. Камнева, Л. И. Клименко, А. И. Старкина, Консервн. овощесуш. пром., 27, 30 (1972).
367. Л. Физерис, С. Бенюсите, И. Масюниене, И. Слезене, Там же, 23, 33 (1968).
368. E. Sawicki, R. Schumacher, C. R. Engel, Microchem. J., 12, 377 (1967).
369. S. Marigo, Acta Diabetol. Lat., 7, 1033 (1970).
370. K. Lang, Klin. Wochenschr., 49, 233 (1971).
371. K. H. Baessler, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 190.
372. S. Shima, M. Mitsunaga, S. Imai, T. Nakao, Pharmacol. Res. Commun., 2, 243 (1970).
373. M. Ohnuki, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 334.
374. M. C. Wang, H. C. Meng, Z. Ernährungswiss. Suppl., 1971, № 11, 8.
375. U. Keller, E. R. Froesch, Diabetologia, 7, 349 (1971).
376. J. R. Williamson, A. Jakob, C. Refino, J. Biol. Chem., 246, 7632 (1971).
377. E. R. Froesch, J. Zapf, U. Keller, O. Oelz, Eur. J. Clin. Invest., 2, 8 (1971).
378. M. Kanayama, K. Sugimura, M. Ohnuki, Ochanomizu Igaku Zasshi, 15, 97, 103 (1967).
379. В. Н. Балахонцева, Р. И. Заманская, А. П. Игнатюк, Г. З. Яковенко, IX Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии, секция химии и технологии пищев. продукт. Тезисы докл. 1965.
380. K. Lang, Aktuel. Ber. Geb. Verdau.-Stoffwechselkr. Verh. Tag. Deut. Ges. Verdau.-Stoffwechselkr., 25th, 1969, 44.
381. P. Frank, Krankenhaus-Apoth., 20, 14 (1970).
382. G. Ciampa, C. Grieco, F. Manna, C. Silipo, A. Vittoria, Rend. Accad. Sci. Fis. Mat. Naples, 36, 108 (1969).
383. E. Ritz, R. Samwald, Z. Gesamte Exp. Med., 153, 237 (1970).
384. E. Pitkanen, K. Sahlstrom, Ann. Med. Exp. Biol. Fenn., 46, 143 (1968).
385. K. H. Baessler, G. Stein, Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem., 348, 533 (1967).
386. O. Shigetaka, O. Minori, Ochanomizu Igaku Zasshi, 15, 67 (1967).
387. А. Ф. Кришен, Ю. И. Рафес, А. Г. Красовская, Г. Б. Гаивачева, В. Н. Ардельян, Фармакол., токсикол., 34, 333 (1971).
388. H. Foerster, E. Meyer, M. Ziege, Klin. Wochenschr., 48, 878 (1970).
389. E. Boehni, Пат. ФРГ 2040999; С. А., 74, 117351e (1971).
390. K. H. Dehmel, H. Foerster, H. Mehnert, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 177.
391. K. Sickinger, Anaesthesiol. Wiederbelebung, 31, 17 (1968).
392. R. Dolder, Informationsdienst, Arbeitsgemeinschaft. Pharm. Verfahrenstech., 16, 178 (1970).
393. С. И. Плитман, Гигиена и санитария, 36, 25 (1971).
394. W. Schuter, Metab. Clin. Exp., 20, 345 (1971).
395. K. Lang, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 151.
396. V. G. Foglia, R. Iabo, J. P. Bernaldez, L. M. Aguirre, Folia Endocrinol. (Pisa), 16, 240 (1963).
397. J. Hirata, M. Fujisawa, H. Sato, T. Asako, S. Katsuki, Biochem. Biophys. Res. Commun., 24, 471 (1966).
398. K. H. Baessler, G. Stein, W. Belzer, Biochem. Zt., 346, 171 (1966).
399. T. Kuzuya, J. Kanazawa, K. Kosaka, Metab. Clin. Exp., 15, 1149 (1966).
400. T. Kuzuya, J. Kanazawa, K. Kosaka, Endocrinol., 84, 200 (1969).
401. F. Mananti, L. della Casa, Boll. Med. Chir. (Modena), 65, 1309 (1965).
402. K. H. Baessler, M. Fingerhut, G. Szok, Klin. Wochschr., 44, 899 (1966).
403. B. Schmidt, M. Fingerhut, K. Lang, Там же, 42, 1073 (1964).
404. J. Shigeta, N. Oji, Int. Symp. Metabol. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 234.
405. N. Hosoya, T. Sakurai, H. Takagi, T. Machiya, Там же, 1967, 182.

406. J. Tasaka, H. Nakamura, M. So, K. Kosaka, *Endocrinol. Jap.*, **18**, 341 (1971).
407. A. Jakob, J. R. Williamson, T. Asakura, *J. Biol. Chem.*, **246**, 7623 (1971).
408. T. Kaneko, H. Oka, T. Oda, I. Joshitoshi, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 201.
409. Y. Ohta, T. Takano, K. Kosaka, Там же, 1967, 275.
410. M. H. Jourdan, J. Macdonald, J. R. Henderson, *Nutr. Metab.*, **14**, 92 (1972).
411. M. Nagano, T. Kogura, A. Aoki, *Z. Ernährungswiss. Suppl.*, 1971, № 11, 81.
412. M. Fujisawa, *Igaku Kenkyu*, **38**, 105 (1968).
413. Y. Hirata, M. Fujisawa, H. Salo, T. Asako, S. Katsuki, *Z. Gesamte Exp. Med. Exp. Chir.*, **145**, 111 (1968).
414. T. Kuzuya, Y. Kanazawa, *Diabetologia*, **5**, 248 (1969).
415. N. Hosoya, N. Iitoyo, *Eiyo To Shokuryo*, **22**, 83 (1969).
416. E. Kuhfahl, *Acta Biol. Med. Ger.*, **21**, 711 (1968).
417. B. J. Lin, R. E. Haist, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **49**, 559 (1971).
418. W. Tontague, K. W. Taylor, *Biochem. J.*, **109**, 333 (1968).
419. K. H. Baessler, M. W. Toussaint, G. Stein, *Klin. Wochschr.*, **44**, 212 (1966).
420. H. Mehnert, *Anaesthesiol. Wiederbelebung*, 1966, 28.
421. K. A. Geser, H. Foerster, H. Proels, H. Mehnert, *Klin. Wochschr.*, **45**, 851 (1967).
422. T. Kuzuya, Y. Kakazawa, M. Hayashi, M. Kikuchi, T. Ide, *Endocrinol. Japan*, **18**, 309 (1971).
423. P. U. Heukenkamp, N. Zoellner, *Klin. Wochenschr.*, **50**, 1063 (1972).
424. D. P. Mertz, V. Kaiser, M. Klopfer-Zaar, H. Baisharth, Там же, **50**, 1107, 1972.
425. S. Yamagata, J. Goto, M. Anzai, M. Chiba, A. Ohneda, S. Kawashima, J. Murahama, J. Jamauchi, *Lanzet*, **11**, 918 (1965).
426. K. H. Baessler, *Deut. Lebensmit. Rundschau*, **61**, 171 (1965).
427. W. Toussaint, K. Roggenkamp, K. H. Baessler, *Zt. Kinder*, **98**, 146 (1967).
428. И. В. Домарева, *Вопр. питания*, **26**, 46 (1967).
429. N. Aratani, *Osaka Shiritsu Daigaku Igaku Zasshi*, **16**, 445 (1967).
430. K. H. Baessler, *Anaesthesiol. Wiederbelebung*, **31**, 1 (1968).
431. H. Willgerodt, K. Beyreiss, H. Theile, *Acta Biol. Med. Ger.*, **28**, 651 (1972).
432. W. Toussaint, *Monatsschr. Kinderheilk.*, **117**, 262 (1969).
433. I. Goto, S. Nagano, H. Nakamura, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 250.
434. W. Montague, S. L. Howell, K. W. Taylor, *Nature*, **215**, 1088 (1967).
435. R. G. Turner, B. Schneeloch, I. D. N. Nabarro, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **33**, 301 (1971).
436. K. Kosaka, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 212.
437. J. Hirata, M. Fujisawa, T. Ogushi, Там же, 1967, 226.
438. T. Kuzuya, Там же, 1967, 230.
439. S. Yamagata, Y. Goto, A. Ohneda, M. Anzai, S. Kawashima, I. Kukuchi, M. Chiba, J. Murahama, J. Yamauchi, Там же, 1967, 326.
440. G. Baracchi, G. Ricco, G. Rizzo, G. Sperta, *Arch. Sci. Med.*, **125**, 230 (1968).
441. D. W. Piper, A. D. Clark, A. D. Whitecross, M. Crodon, *Scand. J. Gastroenterol.*, **6**, 469 (1971).
442. A. B. Lorincz, A. Portoghese, *J. Nutr.*, **91**, 514 (1967).
443. С. Г. Вайнштейн, *Фармакол. токсикол.*, **34**, 97 (1971).
444. K. Fujisawa, K. Ohkawa, T. Tanaka, T. Takahashi, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 303.
445. N. Ogata, J. Arie, *Kumamoto Daigaku Taishitsu Igaku Kenkyujo Hokoku*, **22**, 181 (1971).
446. S. Shima, M. Mitsunaga, S. Imai, T. Nakao, *Tokyo Ioshi Ika Daigaku Zasshi*, **84**, 262, 623 (1969).
447. M. Ohnuki, *Proc. Asia Oceania Congr. Endocrinol. III. Manila*, V. 3, pt. 2, 1967, p. 405.
448. I. M. Spitz, I. Bersohn, A. H. Rubenstein, M. Van As, *Amer. J. Med. Sci.*, **260**, 224 (1970).
449. H. Holubova, M. Cholt, E. Prihan, V. Vesely, *Cesk. Gastroenterol. Vyz.*, **26**, 178 (1972).
450. В. П. Гранчаров, *Вопр. питания*, **30**, 18 (1971).
451. Л. Ф. Порядков, Там же, **27**, 19 (1968).
452. J. Ogata, R. Tanaki, N. Okada, *Igaku No Ayumi*, **65**, 183 (1968).
453. J. Arie, N. Ogata, *Kumamoto Daigaku Taishitsu Igaku Kenkyujo Hokoku*, **22**, 94 (1971).
454. H. Ishii, K. Sambe, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 309.
455. K. Motegi, *Igaku No Ayumi*, **78**, 474 (1971).
456. K. Opitz, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 238.
457. O. N. Miller, *Par. США* 3717711 (1970); *C. A.*, **78**, 146622 (1973).
458. N. Hosoya, N. Iitoyo, *Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols*, 1967, 197.

459. Y. M. Wang, J. H. Patterson, I. Van Eys, J. Clin. Invest., 50, 1421 (1971).
460. K. Yamanaka, Arch. Biochem. Biophys., 131, 502 (1969).
461. O. Minoru, Igaku No Aynmi, 61, 721 (1967).
462. O. Ohnuki, E. Ohtsuka, H. Hoshino, K. Aso, G. Konishi, S. Koizumi, A. Suzawa, Ochanomizu Igaku Zasshi, 15, 79, 83 (1967).
463. O. Ohnuki, E. Ohtsuka, H. Hoshino, M. Adachi, F. Inazuki, Horumon To Rinsho, 16, 895 (1968).
464. T. T. Wu, E. C. C. Lin, S. Tanaka, J. Bacteriol., 96, 447 (1968).
465. J. A. Barnett, J. Gen. Microbiol., 52, pt. 1, 131 (1968).
466. H. Bickel, W. Fekl, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitol, 1967, 174.
467. K. Aoko, H. Morita, E. Goto, Anaesthesiol. Wiederbelebung, 31, 1 (1968).
468. A. Scheinin, K. K. Mäkinen, Acta Odontol. Scand., 29, 583 (1971).
469. K. K. Mäkinen, J. Dent. Res., 51, pt. 1, 403 (1972).
470. K. U. Paunio, K. K. Mäkinen, A. Scheinin, Acta Odontol. Scand., 29, 583 (1971).
471. K. Schultis, C. A. Geser, Parenter. Nutr. Proc. Int. Sym., 1968, 139, 149.
472. K. Schultis, W. Diedrichson, O. Hahn, Med. Ernaehr., 11, 59 (1970).
473. O. Töusler, Parenter. Nutr. Proc. Int. Sym., 1968, 131, 149.
474. G. Stein, K. H. Baessler, Z. Gesamte Exp. Med. Einschl. Exp. Chir., 147, 197 (1968).
475. G. Berg, H. Bickel, F. Matzkies, Deut. Med. Wochenschr., 98, 602 (1973).
476. R. Van Heyningen, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 109.
477. Ю. И. Рафес, И. И. Шеленетина, В. С. Воротеяк, З. С. Куликова, Ксиплит и его применение в гастроэнтерологии, 1968.
478. Пат. США 287777 (1963); С. А., 59, 8041 (1963).
479. К. H. Baessler, Anaesthesiol. Wiederbelebung, 1966, 20.
480. Химия в пищевой промышленности. Библиографический указатель 1965—68 гг. Центр. НТБ пищев. пром.
481. D. W. Wylie, D. Godfrey, M. G. C. Boatman, Англ. пат. 1129133 (1964); С. А., 70, 29247 (1969).
482. G. Ciampa, A. Vittoria, F. Manna, M. Grimaldi, Rend. Accad. Sci. Fis. Mat. Naples, 35, 606 (1968).
483. M. Covello, G. Ciampa, A. Vittoria, F. Manna, Ric. Sci., 38, 933 (1968).
484. E. A. Parker, A. F. De Rose, J. F. Donahoe, Пат. ФРГ 1955245 (1970); С. А., 73, 38551 (1970).
485. I. Rosenthaler, Пат. ФРГ 2061370 (1971); С. А., 75, 67476 (1971).
486. J. Ieta, N. Hashiguchi, J. Inoue, A. Ozaki, Arch. Pract. Pharm., 32, 96 (1972).
487. К. Yokozawa, Японск. пат. 7038718 (1969); С. А., 74, 79677 (1971).
488. Д. Бернатович, Ю. А. Благовидова, Тр. I Моск. Мед. инст., 61, 128 (1968).
489. F. D. Gauchel, G. Wagner, K. H. Baessler, Z. Klin. Chem. Klin. Biochem., 9, 25 (1971).
490. M. Grassl, I. Gutmann, H. U. Bergmeyer, Пат. ФРГ 2022280 (1970); С. А., 76, 32106 (1972).
491. K. Molegi, Igaku No Ayumi, 78, 420 (1971).
492. T. Asakura, H. Ninomiya, S. Mikakami, H. Yoshikawa, Int. Symp. Metab. Physiol. Clin. Use Pentoses Pentitols, 1967, 158.
493. H. I. Roderecht, D. Strauss, H. Roigas, Пат. ФРГ 90335 (1970); С. А., 77, 137988 (1972).
494. K. Adachi, S. Minakami, H. Yoshikawa, J. Biochem., 62, 184 (1967).
495. T. Asakura, K. Adachi, S. Minakami, H. Yoshikawa, M. Nakao, Z. Gesamte, Exp. Med. Einschl. Exp. Chir., 145, 266 (1968).
496. K. Terahata, H. Maruoka, Igaku to Seibutsugaku, 74, 72 (1967).
497. A. Y. M. Wang, Diss. Abstr. Int., 32B, 2526 (1971).
498. T. Morichi, Cult. Collect. Microorganisms Proc. Int. Conf., 1968, 351.
499. A. Sakai, Teion Kagaku, Seibutsu-Hen, 26, 1 (1968).
500. A. Sakai, S. Yoshida, Там же, 26, 13 (1968).
501. A. Sakai, S. Yoshida, Cryobiology, 5, 160 (1968).
502. A. L. Olitzki, D. Godinger, M. Israeli, A. Honigman, Boll. Ist. Sieroter, Milan, 46, 241 (1967).
503. R. Ernst, Amer. Orchid. Soc. Bull., 36, 1068 (1967).
504. Т. С. Лянишина, Ю. И. Попова, В. Д. Ткаченко, Харчова пром., 1969, № 1, 36.
505. F. H. Mattson, R. A. Volpenhein, Пат. США 3600186 (1968); С. А., 75, 139614 (1971).
506. J. Karasawa, R. Onishi, H. Bessho, Doshisha Joshi Daigaku Gakujutsu Kenkyu Nemuro, 22, 453 (1971).
507. H. Reinicke, S. Leonhauser, W. Schneider, Юж. Африк. пат. 7008264 (1971); прил. пат. ФРГ 19617697 (1969); С. А., 77, 4062 (1972).
508. Т. П. Ермакова, Л. В. Гольцева, Хлебопекарная и конд. пром., 15, 34 (1971).
509. L. Nobile, Франц. пат. 1499621 (1967); С. А., 69, 66284 (1968).
510. H. Hennecke, Deut. Lebensm. Rundschau, 66, 329 (1970).
511. S. Kawano, J. Yamaza, Японск. пат. 7035222 (1968); С. А., 75, 34243 (1971).

512. S. Yamata, M. Yajima, K. Hara, R. Ohta, J. Wakiguchi, Японск. пат. 7112950 (1968); С. А., 76, 84535 (1972).
513. L. Nobile, Пат. США 2970058 (1961); С. А., 55, 8696 (1961).
514. P. Rovesti, M. Galli, Riv. Ital. Essenze Profumi Piante Offic. Aromi — Saponi Cosmet. Aerosol., 48(a), 595 (1966).
515. V. Galli, P. Rovesti, Parfum. Cosmet. Savons, 10, 28 (1967).
516. V. Galli, P. Rovesti, Arch. Biochim. Cosmetol., 9, 113 (1966).
517. J. B. Martin, Пат. США 3631025 (1971), С. А., 76, 86102 (1972).
518. M. Samejima, I. Sugimoto, K. Nakajima, T. Kishida, Японск. пат. 7131, 993 (1968); С. А., 75, 143992 (1971).
519. I. W. McBain, S. Ross, A. P. Brady, R. B. Dean, Natl. Advisory Comm. Aeronaut. Tech. Note, 1842, 12 (1949).
520. М. П. Котов, П. Н. Зубов, Н. С. Сорокина, Л. А. Сухарева, Т. Н. Жила, В. И. Харлашкин, Изв. Высш. уч. завед., Техн. инст. лесн. пром., 6, 45 (1966).
521. И. Л. Розенфельд, В. П. Персианцева, Ю. И. Кузнецов, Защита металлов, 6, 577 (1970).
522. М. В. Щербак, П. М. Безземельная, В. Х. Постаногов, Авт. свид. СССР, № 313638 (1970); Бюлл. изобрет., 1971, 48, 35.
523. Л. М. Подгорская, К. М. Гольдберг, Л. И. Воронай, Д. Г. Переяслова, Б. М. Кра-совицкий, Авт. свид. СССР № 266208 (1967); Бюлл. изобрет., 47, 99 (1970).
524. L. A. Loo, Пат. США 3222308 (1961); С. А., 64, 4847с (1966).
525. В. Н. Козлов, А. Е. Казанина, В. В. Левина, Гидролизн. лесохим. пром., 14, № 4, 9 (1961).
526. А. Н. Лазарев, Хим. пром., 1945, 14.
527. В. И. Шарков, Р. И. Ульяновская, А. К. Болотов, Сб. Тр. ВНИИ гидролизной сульфатно-спиртовой пром., 9, 138 (1961).
528. А. И. Процюк, Д. Л. Нотов, Б. В. Штейнман, Г. С. Шавский, Авт. свид. СССР № 303139 (1966); Бюлл. изобрет., 48, 41 (1971).
529. Х. М. Мирфаизов, С. Байсалбаева, Пронзв. силы Южн. Казах., 3, 145 (1966).
530. L. Nobile, R. Allegrini, A. Poma, Франц. прил. 83030 к пат. 1336581 (1963); С. А., 61, 14770 (1964).
531. E. P. Injera, C. C. Gutierrez-Rave, A. C. Carraminana, Rev. Agroquim. Tecnol. Alimentos, 3, 147 (1963).
532. М. Л. Крумгольц, Гидролизн. лесохим. пром., 18, № 5, 29 (1965).
533. Г. З. Яковенко, А. Н. Левченко, Е. Р. Лейкин, Там же, 15, № 6, 17 (1962).
534. Р. А. Филиана, М. И. Ребеза, Р. К. Хабибулина, Тр. Грозн. нефт. НИИ, 22, 57 (1968).
535. А. А. Федоров, Л. И. Покровский, Пласт. массы, 1966, № 6, 59.
536. А. К. Житинкина, М. В. Шоштаева, Б. А. Калинин, Авт. свид. СССР, 323416 (1969); Бюлл. изобрет., 49, 93 (1972).
537. Франц. пат. 1366956 (1964); С. А., 62, 1847 (1965).
538. Франц. пат. 1409789 (1964); С. А., 65, 10802 (1966).
539. А. Х. Атаулаев, З. И. Бодяжина, Тр. ВНИИ жиров, 23, 348 (1963).
540. Англ. пат. 1193601 (1970); С. А., 74, 13394 (1971).
541. А. А. Усачев, Г. Л. Метрик, Н. И. Зиминова, Г. З. Яковенко, Авт. свид. СССР № 129782 (1960); С. А., 55, 3100 (1961).
542. М. М. Фалькович, К. М. Гольдберг, Лакокрасочные материалы, их применение, 1967, № 4, 6.
543. В. А. Блинов, Л. В. Басова, Авт. свид. СССР № 142291 (1961); С. А., 56, 14498 (1962).
544. А. Г. Игнатьев, А. Д. Бутовская, М. И. Розенблюм, Г. З. Яковенко, Е. Ф. Филин-ковская, Гидролизн. лесохим. пром., 19, № 6, 11 (1966).
545. К. И. Масленников, Е. В. Зайцева, Д. У. Кантер, Текст. пром., 1964, 40.
546. Н. А. Алейников, В. И. Иванова, Авт. свид. СССР № 190831 (1967); Бюлл. изобрет., 44, 7 (1967).
547. Н. А. Алейников, В. А. Иванова, Физ. техн. проблемы разраб. полезн. ископ. Изд-во АН СССР, СО, (3), 94 (1967).
548. В. Н. Балахонцева, Р. И. Заманская, Л. Т. Еленина, Г. И. Сладкопеевцева, ЖНХ, 45, 909 (1972).
549. Т. Туготинова, Н. Котова, А. Казанина, Сб. студ. научн. работ Уральского ассо-технического инст., 1969, 116.
550. Ю. М. Сивергин, А. Д. Бутовская, А. А. Берлин, Механика полимеров, АН Латв. ССР, 1966, 465.
551. А. А. Берлин, А. Г. Игнатьев, Т. Я. Кефели, О. Г. Сальская, Ю. М. Сивергин, Л. К. Комлева, Пласт. массы, 1966, № 8, 18.
552. А. А. Берлин, Т. Я. Кефели, В. Г. Шашнева, О. Г. Сальская, Ю. М. Сивергин, Н. Б. Меренская, Там же, 1971, № 1, 15.
553. М. Ф. Сорокин, Е. И. Чибисова, Тр. Моск. Хим.-технол. инст. им. Д. И. Менде-леева, М., 1965, стр. 208.