

# SHODEX SUGAR 系列糖分析



## 目 录

	Page
第1章 前言-----	1
1. 前言-----	1
2. 配位交换模式-----	1
3. 糖的端基异构体分离-----	2
第2章 色谱柱的选择方法-----	3
第3章 SUGAR 系列的基本特性-----	6
1. SP0810、SC1011、KS-800 系列-----	6
• 特长-----	6
• 分离比较-----	6
• 定量性-----	6
• 回收率-----	6
• 流量依存性-----	8
• 温度依存性-----	9
• 标准曲线-----	10
2. SH1011、1821-----	11
• 特长-----	11
• 分离机制-----	11
• 温度依存性-----	12
• 流动相浓度依存性-----	13
• 定量性-----	14
3. SZ5532、SC1211-----	15
• 特长-----	15
• 流动相组成比的影响-----	15
• 定量性-----	17
第4章 食品中糖的分析-----	18
1. 样品的前处理（营养表示基准）-----	18
2. 样品的前处理（其它）-----	19
3. 分析例-----	19
4. 膳食纤维的分析-----	23
第5章 使用注意事项-----	24
1. 流动相的调制-----	24
2. 样品调整-----	24
3. 色谱柱的连接-----	25
4. 色谱柱的再生-----	25
5. 色谱柱的保护-----	25
第6章 应用实例-----	26
附录 糖的保留体积一览表-----	32

## 前言

### 1. 前言

Shodex SUGAR 系列是以糖类及糖醇的分离、分析为目的的高性能填充色谱柱。填充剂是专为分析糖而设计的硬质苯乙烯-二乙烯基苯共聚物为基质，官能团为磺酸基上键合了金属对离子的强阳离子交换树脂。最适合分析食品领域的生物化学、天然产物等的糖的分离和分析。

Shodex SUGAR 系列根据对离子、孔径、孔结构不同可分为 13 种不同类型（表 1-1），对每种糖的选择性也不同。Shodex 针对其它的糖分析色谱柱也有。详情请参考 Shodex 产品目录或登陆 Shodex 主页 <http://www.shodex.com>

表 1-1 Shodex SUGAR 系列规格

产品名称	对离子	分离模式	排阻限	理论塔板数	规格
SH1011	H <sup>+</sup>	尺寸排阻+离子排除	1,000	15,000	8.0×300
SH1821	H <sup>+</sup>	尺寸排阻+离子排除	10,000	15,000	8.0×300
SH-G	H <sup>+</sup>	(保护柱)	-	-	6.0×50
SC1011	Ca <sup>2+</sup>	尺寸排阻+配位交换	1,000	12,000	8.0×300
SC1821	Ca <sup>2+</sup>	尺寸排阻+配位交换	10,000	12,000	8.0×300
SC-LG	Ca <sup>2+</sup>	(保护柱)	-	-	6.0×50
SP0810	Pb <sup>2+</sup>	尺寸排阻+配位交换	1,000	10,000	8.0×300
SP-G	Pb <sup>2+</sup>	(保护柱)	-	-	6.0×50
SC1211	Ca <sup>2+</sup>	分配吸附+配位交换	-	-	6.0×250
SC-G	Ca <sup>2+</sup>	(保护柱)	-	-	4.6×10
SZ5532	Zn <sup>2+</sup>	分配吸附+配位交换	-	-	6.0×150
SZ-G	Zn <sup>2+</sup>	(保护柱)	-	-	4.6×10
KS-801	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻+配位交换	1,000	15,000	8.0×300
KS-802	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻+配位交换	10,000	15,000	8.0×300
KS-803	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻	50,000	15,000	8.0×300
KS-804	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻	400,000	15,000	8.0×300
KS-805	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻	5,000,000	8,000	8.0×300
KS-806	Na <sup>+</sup>	尺寸排阻	(50,000,000)	8,000	8.0×300
KS-G	Na <sup>+</sup>	(保护柱)	-	-	6.0×50

### 2. 配位交换模式

Shodex SUGAR 系列的特长是起分离作用得是配位交换模式。配位交换是利用羟基与金属离子形成络合体的相互作用（配位交换能）的分离模式。糖类为 5 元环（呋喃）或 6 元环（吡喃）结构，分子内含有多个羟基。这些羟基，相对于碳平面，呈水平方向和垂直方向与碳结合。这些羟基的立体结构根据糖种类不同而不同。图 3 为羟基的立体结构与对离子的相互作用的关系。

图 3 (a) 为三个羟基与金属离子形成络合。

图 3 (b) 由于羟基的立体结构只有两个羟基与金属离子形成络合。

因此，(a) 的配位交换能强。

配位交换能根据金属离子种类不同而不同。

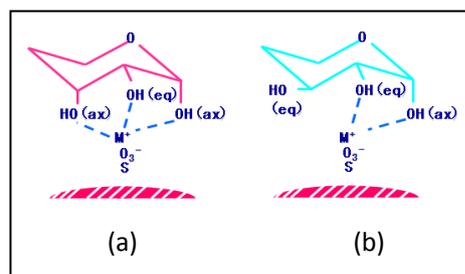


图 1-1 配位交换能

络合力根据对离子金属离子种类的不同而不同。对离子形成络合力由弱到强的顺序依次是：  
 $Ag^+ < Li^+ < Na^+ < Zn^{2+} < Ca^{2+} < Ba^{2+} < Pb^{2+}$

Shodex SUGAR 系列是结合了配位交换模式、尺寸排阻模式和分配吸附模式相结合的糖分析柱。

### 3. 糖的端基异构体分离

还原糖及具有还原末端的糖，除了直链结构外还有各种各样的环状结构。此时，羰基碳原子为不对称碳原子，因此存在 2 种端基异构体

( $\alpha$  型和  $\beta$  型)。

这个  $\alpha$  型和  $\beta$  型的关系即为端基异构体。(图 2)

此端基异构体的变换速度慢时， $\alpha$  型和  $\beta$  型被色谱柱分离，呈分裂峰，峰变宽。

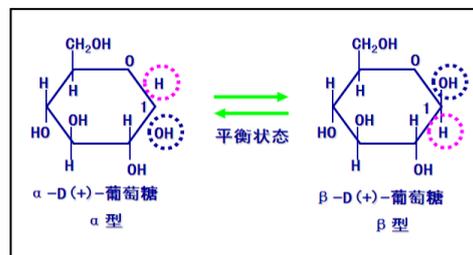


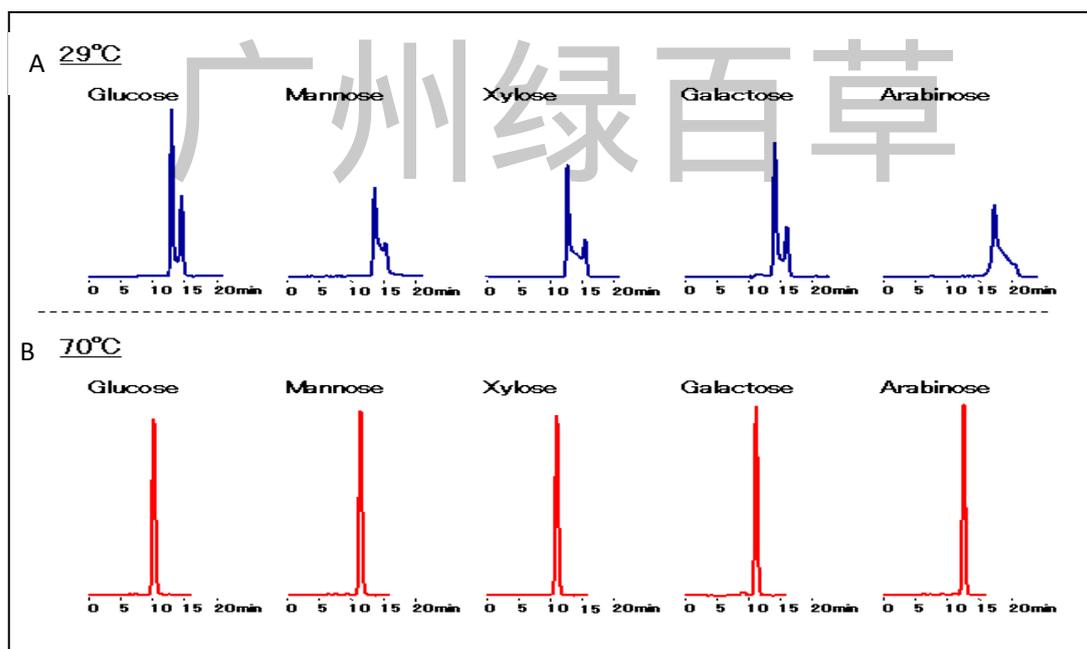
图 1-2 端基异构体

分析时为控制端基异构体分离，采取下面两种方法

- ① 高温状态下分析
- ② 强碱性条件下分析

碱性条件下糖容易发生异构化，多糖会发生分解。

SUGAR 系列在使用时在高温下分析可以控制端基异构体的分离。



Column: Shodex SUGAR SC1011

Detector: Shodex RI

Eluent: H<sub>2</sub>O

Column temp: (A) 29°C (B) 70°C

Flow rate: 0.7ml/min

## 第1章 色谱柱的选择方法

Shodex 有多个种类的糖分析用色谱柱。各种分离模式不同，因此根据分析目的来选择最适合的色谱柱。

### 1. Shodex SUGAR 系列色谱柱的选择方法

根据糖的种类。。。。。

- 单糖、二糖、糖醇、糖与糖醇 →SP0810, SC1011, SZ5532
- 糖醇 →SC1211
- 糖与有机酸 →SH1011
- 寡糖的分析 →KS-801, KS-802
- 寡糖与糖醇 →SC1821, KS-802+SC1011
- 寡糖与有机酸、醇类 →SH1821
- 糖与氨基糖, 糖与氨基酸 →KS-800 系列

根据领域

- 一般食品中含有的糖类  
(Glucose, Sucrose, Fructose, Glycerol) →SC1011
- 糖浆类的含寡糖的食品 →SC1821, KS-802, KS-802+SC1011
- 乳制品 (Sucrose, Lactose)、  
加工乳 (Lactose, Lactulose) →SP0810
- 发酵产品中的糖、有机酸、糖醇等 →SH1011, SH1821
- 含有糖醛酸和醛糖酸等糖酸的样品 →SH1011, SH1821
- 木材和纸浆中的糖 →SP0810

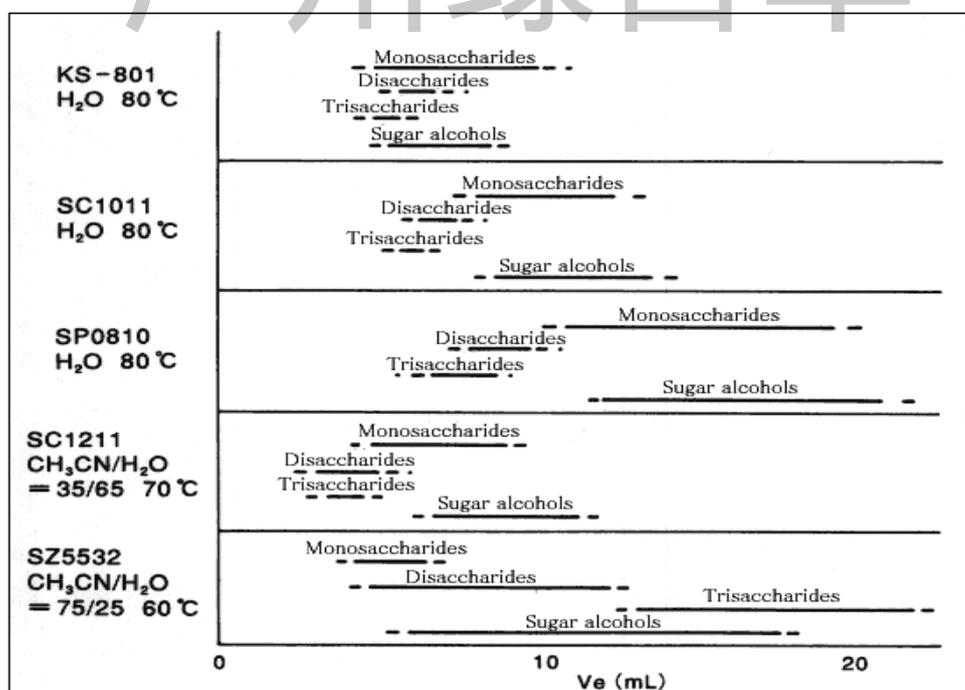


图 2-1 Shodex SUGAR 系列的洗脱顺序

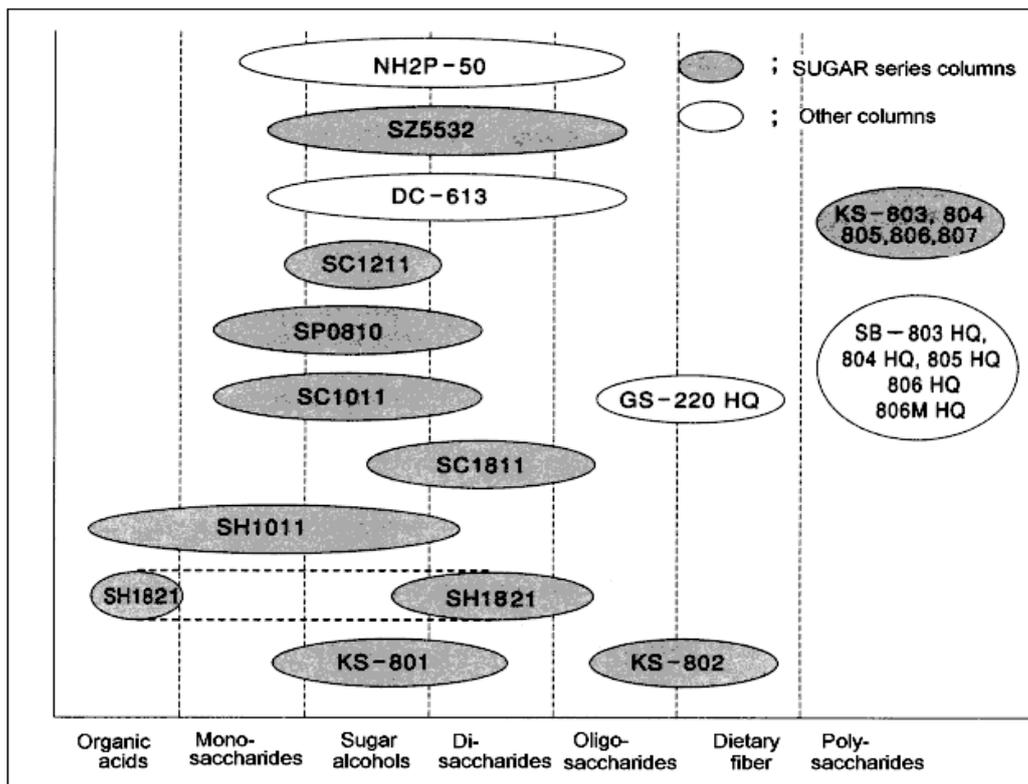


图 2-2 Shodex 糖分析色谱柱的适用领域

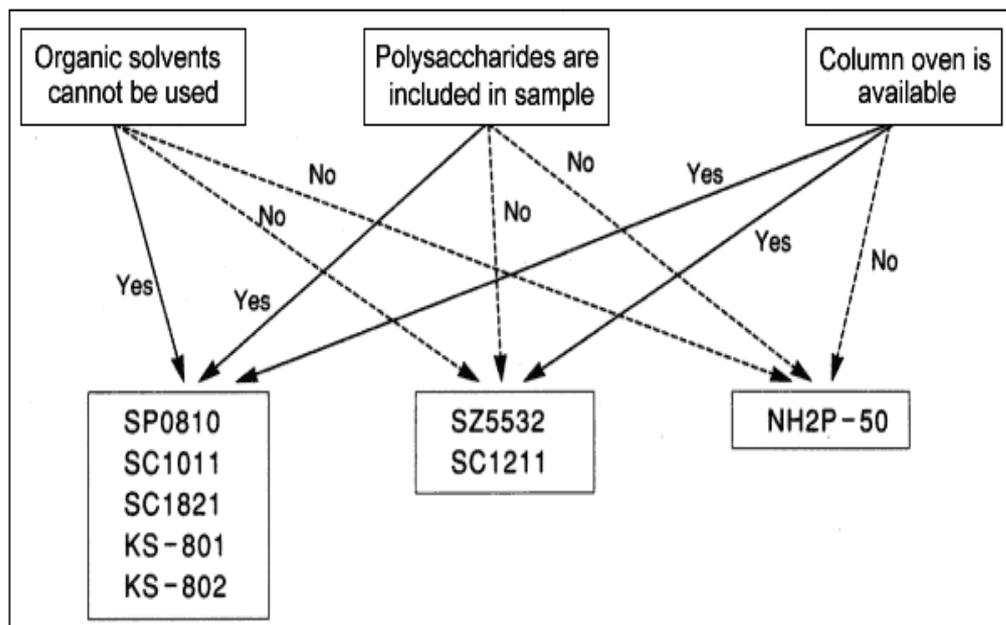


图 2-3 单糖、二糖、糖醇分析时不同条件下色谱柱的选择

表 2-1 样品组合对色谱柱的选择

对象样品	对应色谱柱
<b>单糖</b>	
Glu,Fru	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">KS-801</a>
Glc,Gal,Fru	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a>
Glc,Gal,Man	<a href="#">SP0810</a>
Glc,Gal,Ara	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Glc,Xyl,Ara	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Glc,Fru,Sorbitol	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SC1811</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Glc,Gal,Sorbitol,Ducitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a>
Glc,Gal,Man,Sorbitol,Ducitol,Mannitol	<a href="#">SP0810</a>
Glc,Fru,Gly,EtOH	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">KS-801</a>
Glc,Fru+alcohols	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SH1011</a> , <a href="#">SC1211</a>
Glc,Fru+organic acids	<a href="#">SH1011</a> , <a href="#">SH1821</a>
<b>二糖</b>	
Suc,Lac	<a href="#">SZ5532</a>
Suc,Mal	<a href="#">SZ5532</a>
Suc,Mal,Lac	<a href="#">SZ5532</a>
Mal,Isomaltose	<a href="#">SZ5532</a>
Lac,Lactulose	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a>
Suc,Glc,Fru	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">KS-801</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Suc,Lac,Glc,Gal,Fru	<a href="#">SZ5532</a>
Mal,Glc,Fru,Gly,EtOH	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">KS-801</a>
Cel,Glc,Gal,Man,Xyl,Ara	<a href="#">SP0810</a>
Mal,Glc,Fru,Sorbitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Mal,Glc,Fru+alcohols	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SH1011</a>
Mal,Glc,Fru+organic acids	<a href="#">SH1011</a> , <a href="#">SH1821</a>
Suc,Glc,Fru,Sorbitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SC1821</a>
Mal,Maltitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Suc,Lac,Mal,Maltitol	<a href="#">SZ5532</a>
Glc,Suc,Erythrytol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">KS-801</a>
Mal,Glc,Fru,Erythrytol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a>
<b>寡糖</b>	
Sta,Raf,Mal,Glc,Gal,Ara	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">KS-801</a> , <a href="#">SZ5532</a>
G4,G3,Mal,Glc	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">KS-801</a> , <a href="#">KS-802</a>
Sta,Raf,Suc,Glc	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">KS-801</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Raf,Suc,Glc,Fru,Ara	<a href="#">KS-801</a>
Maltooligosaccharide	<a href="#">SC1821</a> , <a href="#">KS-802</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Maltooligosaccharide+alcohols	<a href="#">SC1821</a> , <a href="#">KS-802</a> , <a href="#">SH1821</a>
Maltooligosaccharide+organic acids	<a href="#">SH1821</a>
Maltooligosaccharide+sugar alcohols	<a href="#">SC1821</a> , <a href="#">SC1011</a> + <a href="#">KS-802</a>
<b>糖醇</b>	
Xylitol,Sorbitol	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Sorbitol,Mannitol,Xylitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Sorbitol,Dulcitol,Xylitol	<a href="#">SP0810</a> , <a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Maltitol,Sorbitol	<a href="#">SC1011</a> , <a href="#">SC1211</a> , <a href="#">SZ5532</a>
Maltitol,Dulcitol,Arabitol,Xylitol,Mannitol,Sorbitol	<a href="#">SC1211</a>

简称: Glc=Glucose,Fru=Fructose,Gal=Galactose,Man=Mannose,Ara=Arabinose,  
 Xyl=Xylose,Suc=Sucrose,Lac=Lactose,Mal=Maltose,Cel=Cellobiose,Sta=Stachyose  
 Raf=Raffinose,G4=Maltotetraose,G3=maltotriose,Gly=Glycerol

## 第2章 SUGAR 系列的基本特性

### 1 SP0810, SC1011, SC1821, KS-800 系列

#### <特长>

- 尺寸排阻分离模式为主，因此按照分子量从大到小的顺序洗脱。
- 配位交换模式同时起作用，可以对同分子量的单糖或糖醇进行分离。
- 流动相只使用水即可分析。
- 配位交换作用强度顺序为 SP>SC>KS，对糖的保留力强弱顺序也是如此。

#### <分离比较>

图 3-1 为三种色谱柱对糖和甘油、乙醇的标准品分析结果比较。KS-801 是以尺寸排阻为主，分子量接近的物质（葡萄糖、果糖、山梨醇）分离不是很好，但其它两种色谱柱可以很好分离。单糖类（葡萄糖和果糖）的分离按 KS<SC<SP 的顺序越来越好，与对离子的配位交换模式强弱顺序相同。相反，寡糖（麦芽糖和麦芽三糖）的分离顺序为 KS>SC>SP，这也影响到各成分的峰形是否尖锐。配位交换对离子越强，端基异构体分离力越强，峰宽，分离结果差。寡糖分离按照尺寸排阻模式的洗脱顺序。糖醇（山梨醇）按照 KS<SC<SP 的顺序洗脱变慢。糖醇与糖不同，蜿蜒状分子使糖醇更易与对离子形成络合体，配位交换力强的 SP0810 和 SC1011 对糖醇的洗脱很慢。

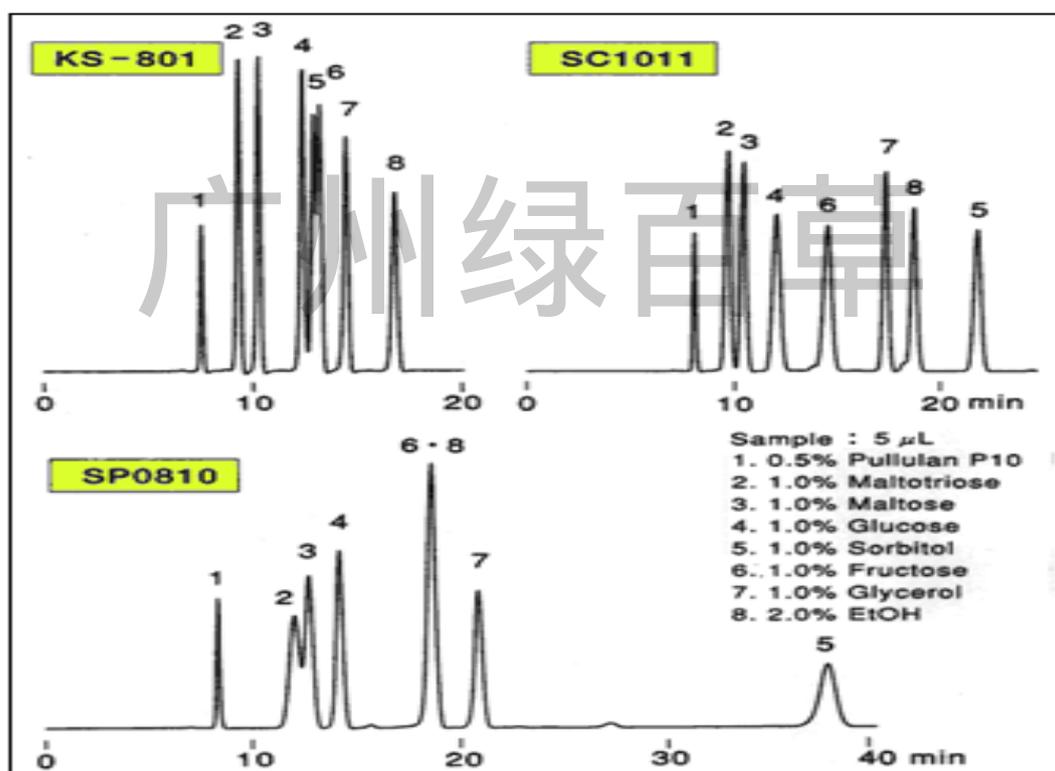


图 3-1 糖类的分离比较

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.: 80°C

<定量性>

SUGAR 系列不管哪根色谱柱都具有好的线性，适合定量分析。

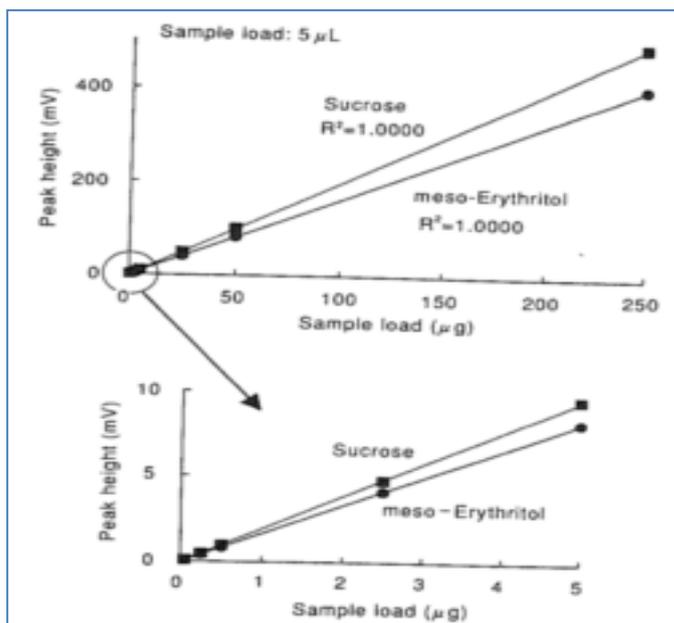


图 3-2 标准曲线 (SP0810)

Column: Shodex SUGAR SP0810

Eluent: H2O

Flow rate: 0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

广州绿百草

<回收率>

SUGAR 系列基本上任何样品都可得到 100%的回收率。

表 3-2 SP0810 对糖的回收率

	Recovery (%)
Glucose	100.4
Sucrose	99.9
Raffinose	98.0
Stachyose	99.3
Lactitol	98.8

Column: Shodex SUGAR SP0810

Eluent: H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

表 3-1 相关系数 (R2)

Glucose	0.9999
Fructose	0.9999
Lactose	1.0000
Maltose	0.9992
Mannitol	0.9999
Xylitol	0.9997
Sorbitol	0.9996

(250µ g~0.05µ g)

分析条件参考图 3-1

<流量依存性>

降低流量，理论塔板数升高，分解能提高。

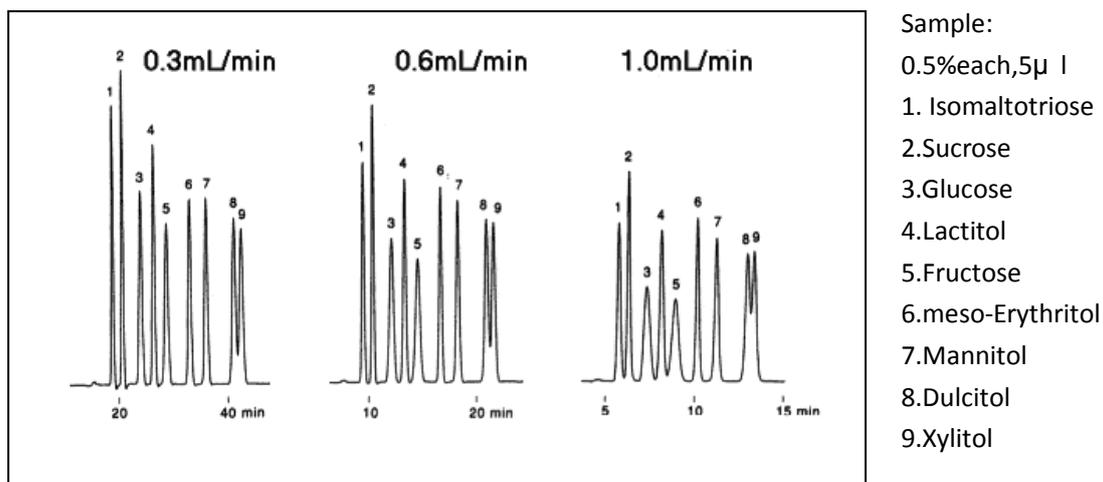


图 3-3 SC1011 在不同流量下糖分离比较

Column: Shodex SUGAR SC1011

Eluent: H2O

Detector: Shodex RI

Column temp.: 80°C

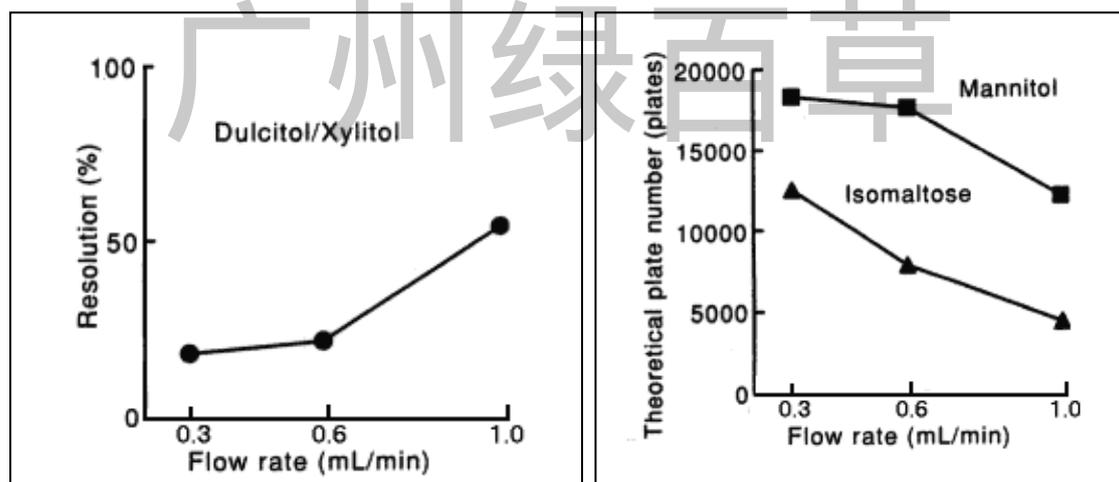


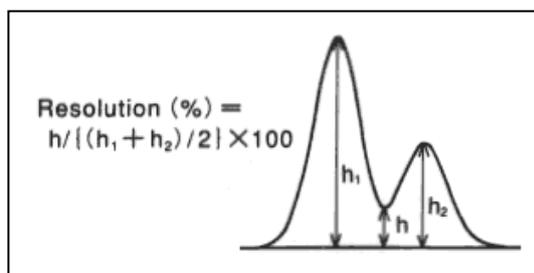
图 3-4 流量对分离度的影响

分析条件参考图 3-3

图 3-5 流量与理论塔板数的关系

注) 分离度的计算方法

$$\text{Resolution (\%)} = h / \{ (h_1 + h_2) / 2 \} \times 100$$



〈温度依存性〉

具有羰基或醛基的糖，由于端基异构体的分离，因此需在高温下分析可以控制异构体分离，峰形尖锐，分离能提高。（详情参考 P2）

SP0810, SC1011, SC1821, KS-800 系列推荐在 80℃ 高温下分析。

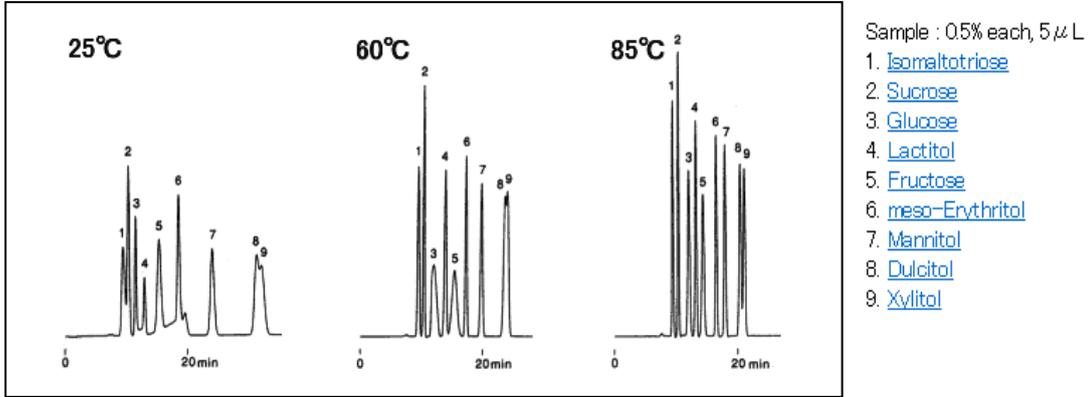


图 3-6 分析温度对糖的分离比较

Column: Shodex SUGAR SC1011

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6 mL/min

Detector: Shodex RI

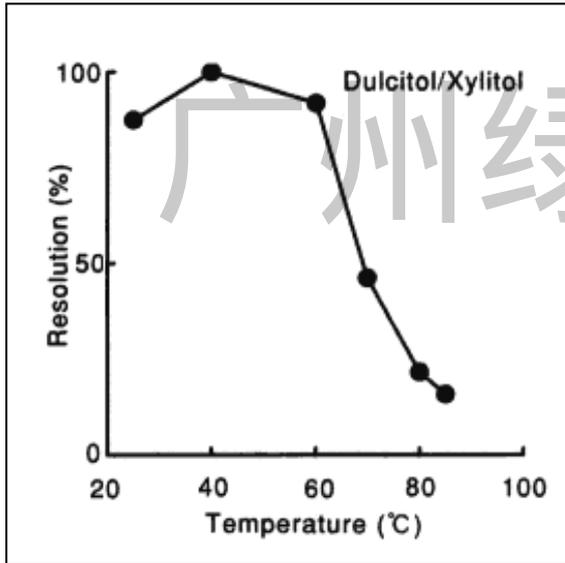


图 3-7 分析温度对分离度的影响

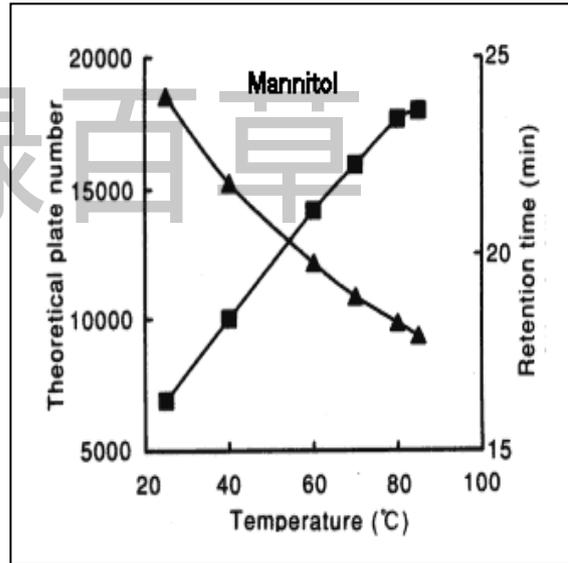


图 3-8 不同分析温度下的理论塔板数及对洗脱时间的影响

分析条件参考 3-6

注) 分离度的算法  
参考图 3-4 的注)

■: 理论塔板数

▲: 保留时间

分析条件参考图 3-6

<标准曲线>

Shodex 还备有适合多糖分析的 KS-800 系列, OHpak SB-800 HQ 系列, Asahipak GS HQ 系列等的 GFC 模式色谱柱。根据分析目的进行选择。

详情请登陆 Shodex 主页。

(<http://www.shodex.com/china/dc0602.html>)

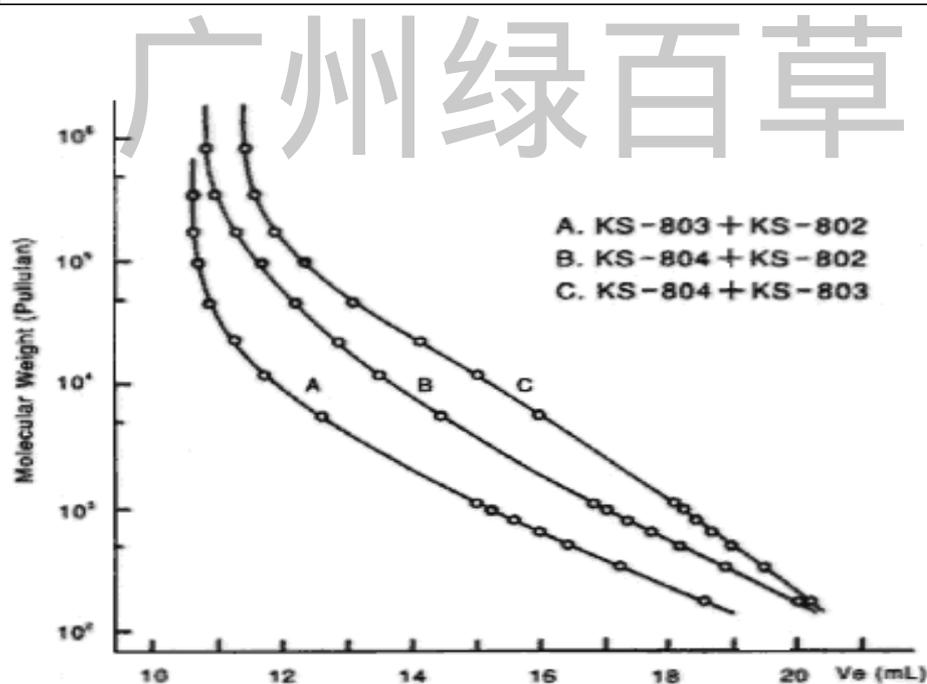
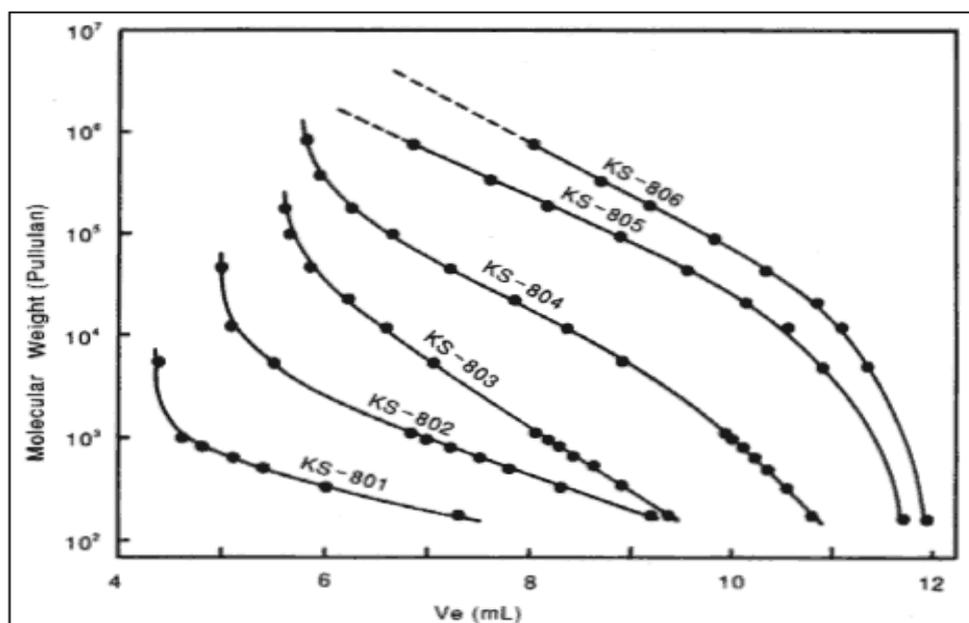


图 3-9 标准曲线 (KS-800 系列)

Column: Shodex SUGAR KS-801,802,803,804,805,806

Eluent: H<sub>2</sub>O

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

## 2. SH1011,SH1821

<特长>

- 利用离子排除模式，分析含有有机酸的糖。
- 最适合分析发酵产品中的糖、有机酸、醇等。
- 可分析含有醛糖酸和糖醛酸等的糖酸的样品
- SH1821 孔径大，可分析含有寡糖的样品。

<分离机制>

流动相使用如硫酸水溶液等酸性溶液，可抑制有机酸的解离，疏水性增强，样品被反相保留。但是，毕竟有机酸存在部分解离，色谱柱的负电荷（磺酸基）与有机酸的负电荷相互排斥，快速洗脱出来。解离越大的有机酸洗脱越快。这个机制为离子排除模式。另外，糖根据尺寸排阻模式洗脱。

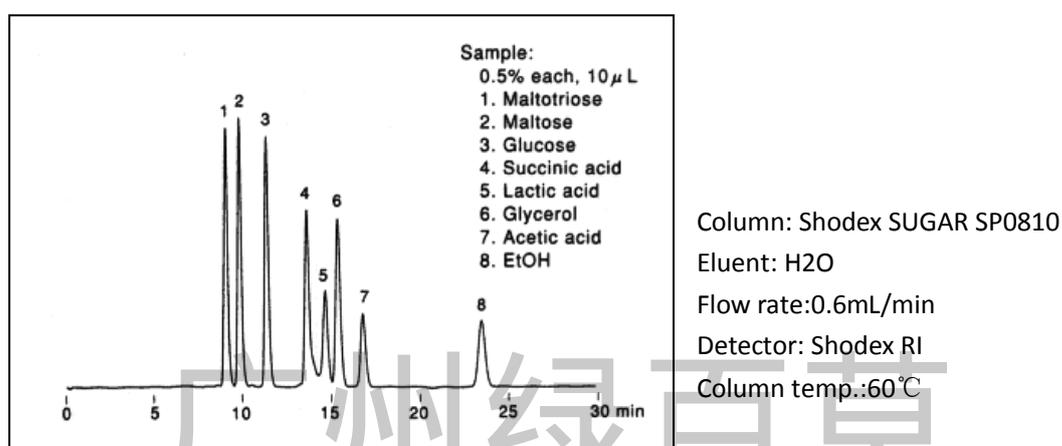


图 3-10 SH1011 糖和有机酸混合物的分离

SH1011 与 SP0810, SC1011, KS-801 相比疏水性强，因此醇类物质按反相模式可完全分离。

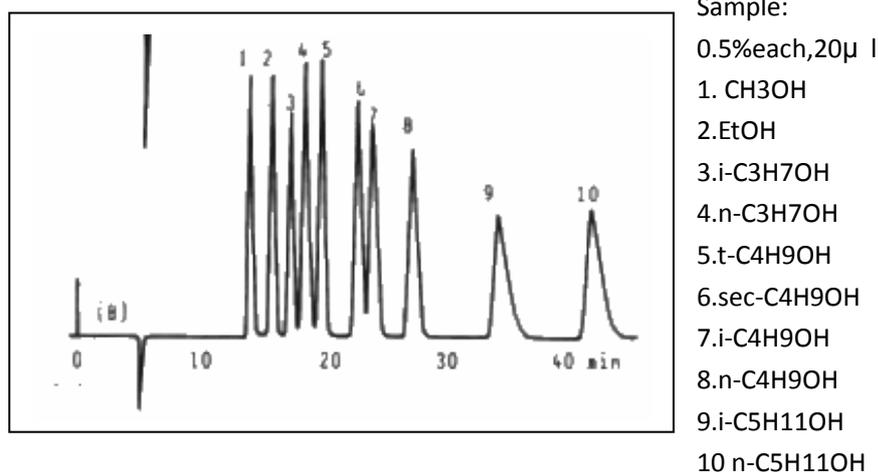


图 3-11 SH1011 对醇类的分析

Column: Shodex SUGAR SH-G+SH1011

Eluent: 5mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O

Detector: Shodex RI

Column temp.: 60°C

<温度依存性>

SH 类型色谱柱由于填料树脂自身有分解催化剂的作用，如蔗糖和棉籽糖等遇酸加水易分解的样品，建议在室温下分析。

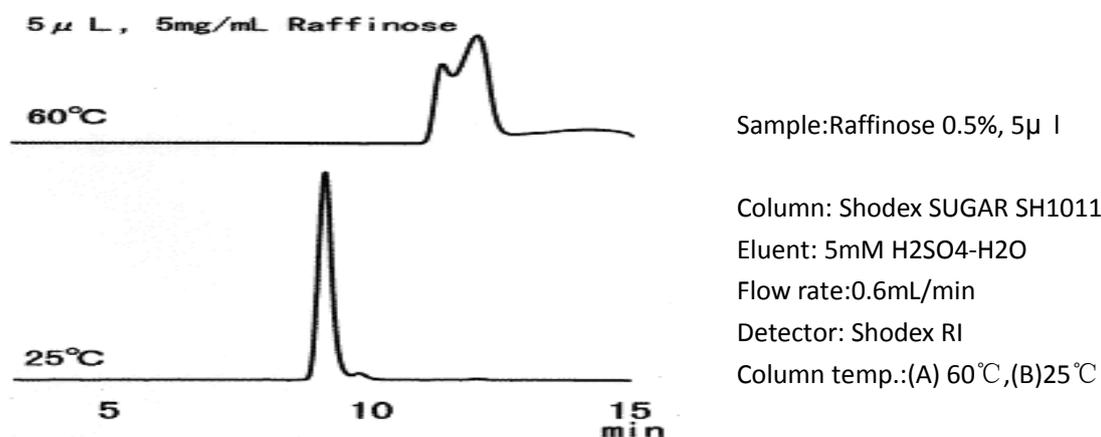


图 3-12 SH1011 分析温度的影响

图 3-13 显示了随着分析温度的改变，有机酸不同种类，洗脱体积都有很大变化。糖基本无影响。

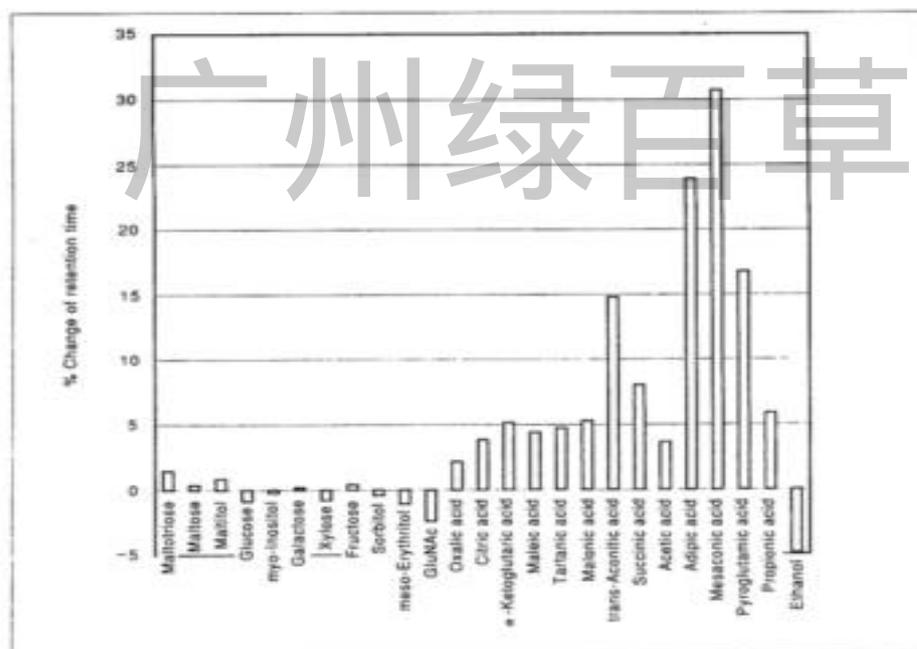


图 3-13 分析温度 (60°C → 25°C) 与洗脱体积的变化率的关系

Column: Shodex SUGAR SH1011  
 Eluent: 5mM H2SO4-H2O  
 Flow rate: 0.6mL/min  
 Detector: Shodex RI  
 Sample conc.: 0.5%  
 Injection vol.: 5µl

<流动相浓度依存性>

有机酸分析时，流动相的浓度越浓（PH 值低）越难解离，洗脱体积会变大。糖基本无影响。

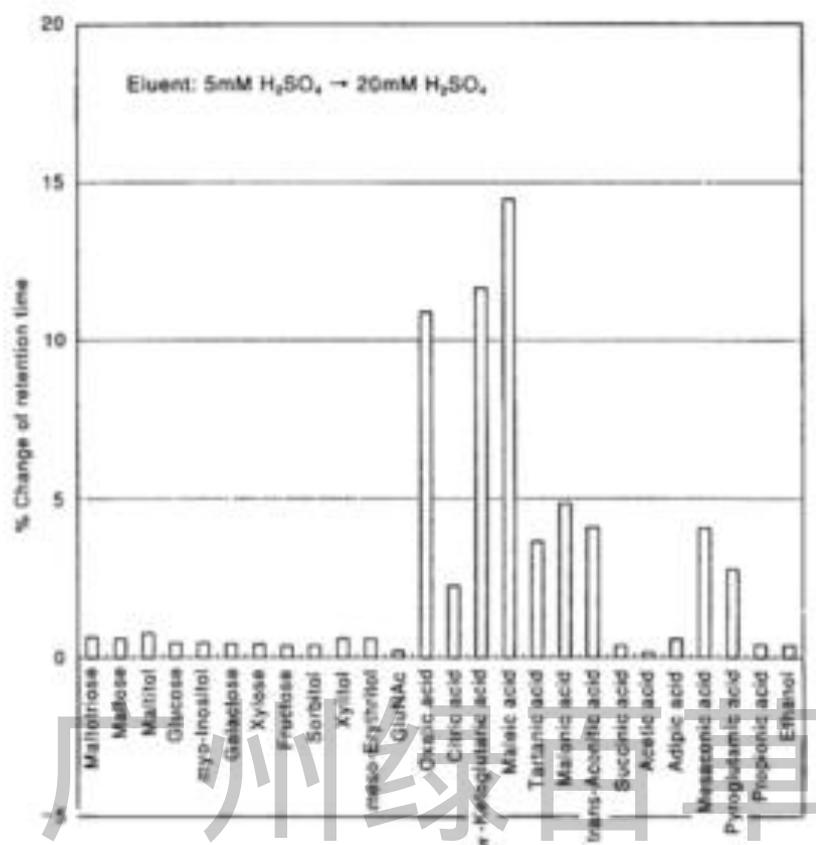


图 3-14 流动相浓度（5mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>→20mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>）与洗脱体积的变化率

Column: Shodex SUGAR SH1011

Column temp.:60°C

Eluent: 5~20mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O

Flow rate:0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Sample conc.:0.5%

Injection vol.:5μ l

<定量性>

SH 系列与其它 SUGAR 系列一样，具有优异的线形。

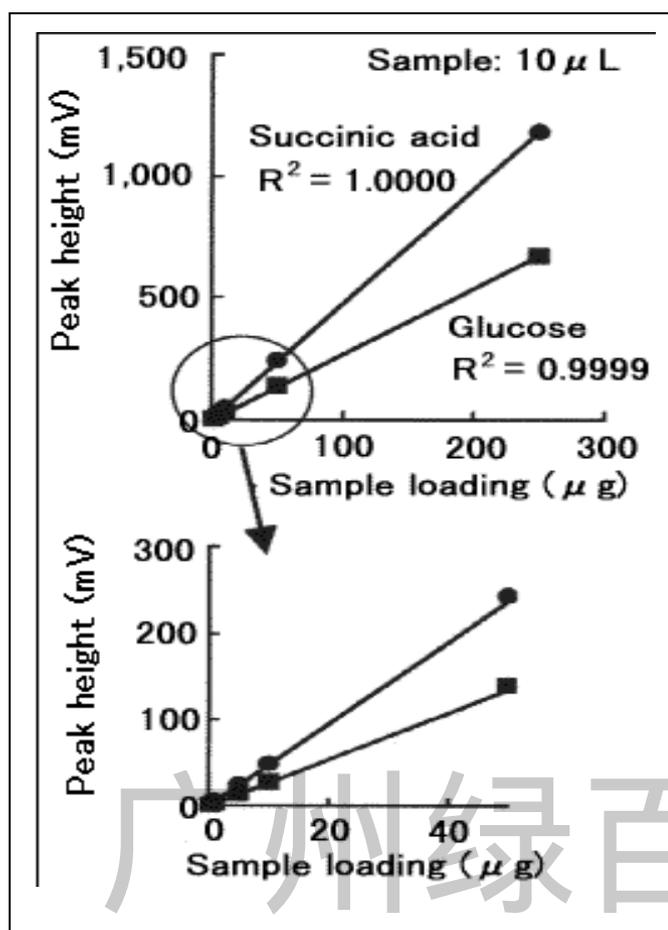


表 3-3 相关系数

Isomaltose	0.9999
Xylitol	0.9999
Maltitol	1.0000
Acetic acid	1.0000
Propionic acid	1.0000
Adipic acid	0.9997

(0.2μ g~250μ g)

分析条件参考图 3-15

图 3-15 标准曲线 (SH1011)

Column: Shodex SUGAR SH1011

Eluent: 5mM H2SO4-H2O

Flow rate:0.6mL/min

Detector: Shodex RI (Sugar)

Shodex UV (210nm) (Organic acid)

Column temp.:60°C

### 3. SZ5532, SC1211

<特长>

- 反相模式与配位交换模式分离糖。
- 流动相的乙腈含量增加，糖的保留力增强。
- SZ5532 适合二糖、三糖的分离。特别是麦芽糖与异麦芽糖的分离。
- SZ5532 适合糖和糖醇的分离。
- SC1211 适合糖醇和醇类物质的分离。

<流动相组成比的影响>

SC1211 分离机制是正相模式，有机溶剂增加，糖醇的洗脱会变慢，这是因为糖醇在有机溶剂中与对离子的相互作用变强。但是，有机溶剂浓度对糖的洗脱影响不大，糖在最初被洗脱出来。

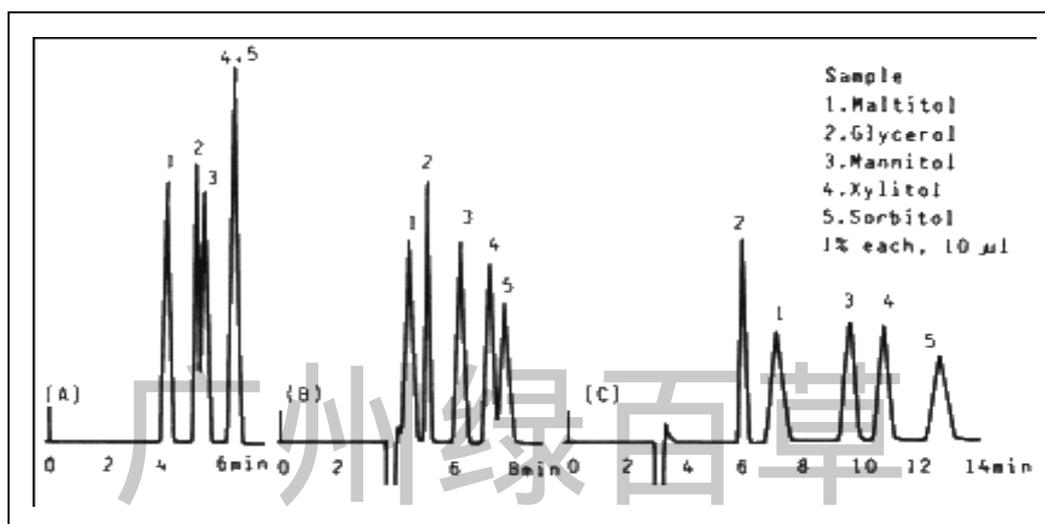


图 3-16 SC1211 醇分离时乙腈浓度的影响

Column: Shodex SUGAR SH1011

Detector: Shodex RI

Eluent: CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O

Column temp.: 70°C

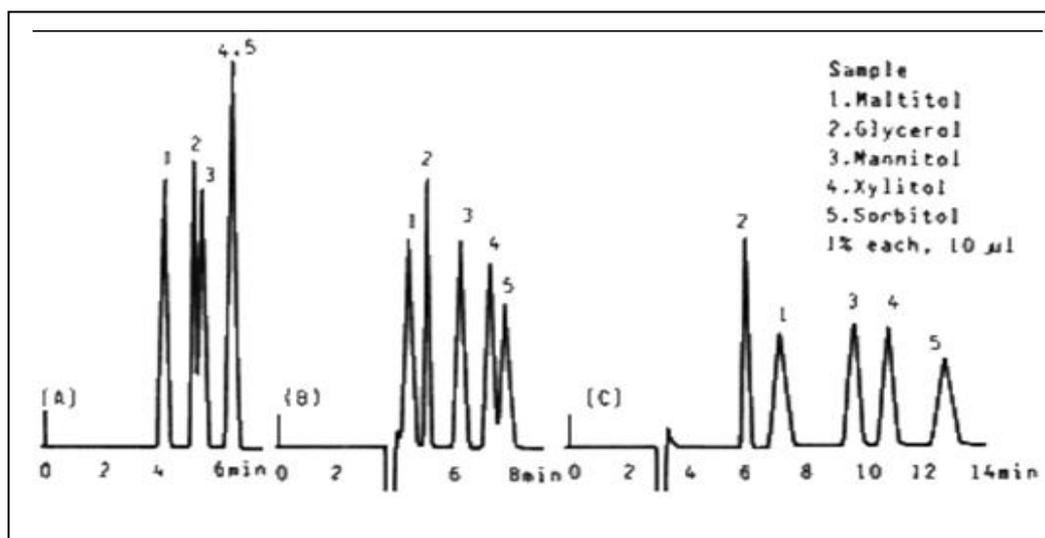
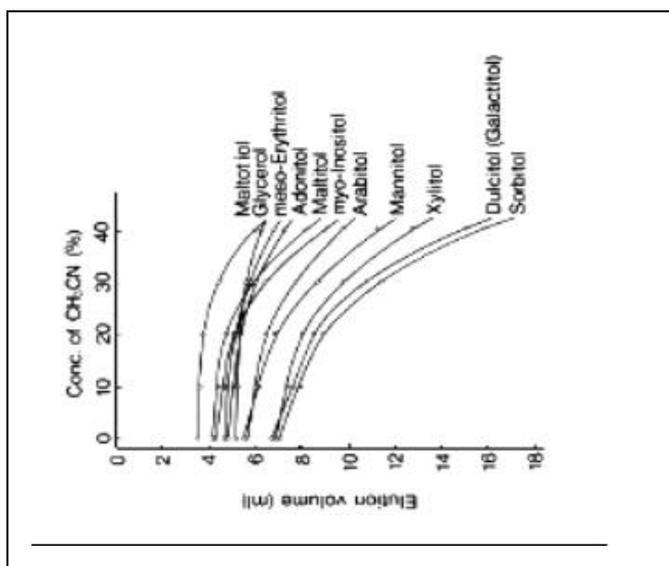


图 3-17 SC1211 分离糖醇时乙腈浓度与洗脱体积的关系

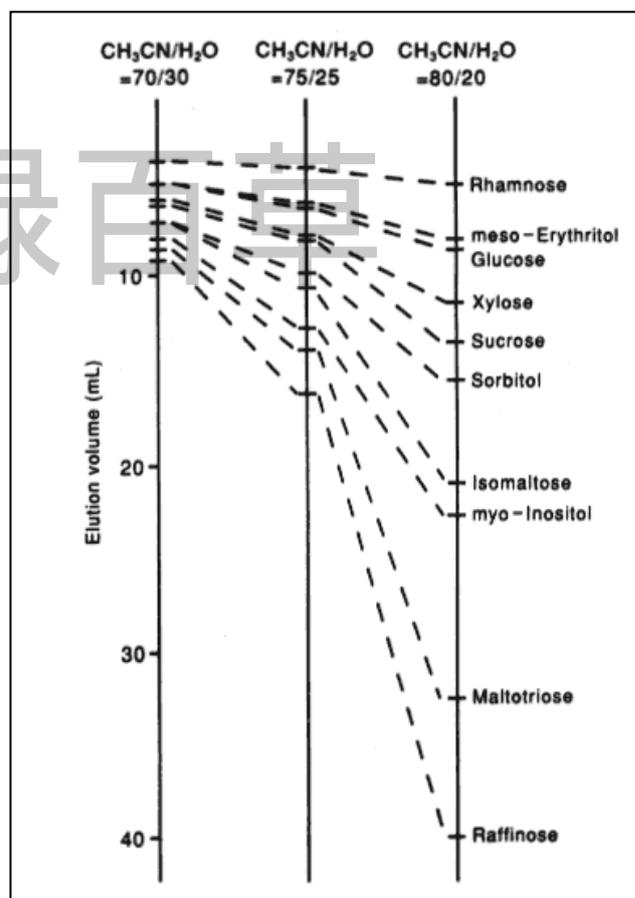
SC1211 最适合醇类的分离。与反相不同，随着有机溶剂的增加，糖醇的洗脱变快。SZ5532 与 SC1211 相同，正相模式发挥作用，随着有机溶剂得增加，糖醇的洗脱变慢。



Column: Shodex SUGAR SC1211  
 Eluent: CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O  
 Flow rate:1.0mL/min  
 Detector: Shodex RI  
 Column temp.:70°C

图 3-18 SC1211 分析糖醇时乙腈浓度的影响

SZ5532 使用了分配吸附用膨胀收缩非常小的高架树脂填料。对离子是 Zn<sup>2+</sup>。SZ5532 与 SC1211 一样，随着有机溶剂浓度的增加，洗脱变慢，对糖类的影响与 SC1211 不同。



Column: Shodex SUGAR SZ5532  
 Eluent: CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O  
 Flow rate:0.6mL/min  
 Detector: Shodex RI  
 Column temp.:60°C

<定量性>

SZ5532 与其它 SUGAR 系列一样，具有优异的线形。

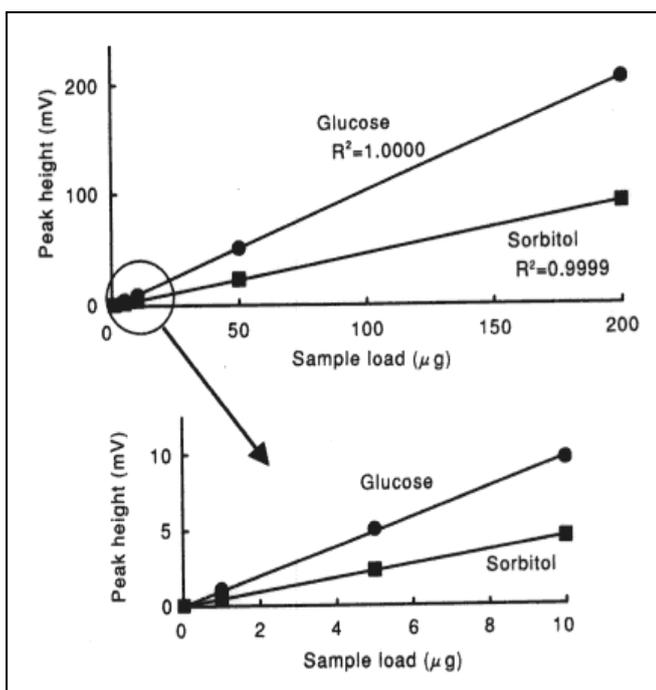


表 3-4 相关系数

Sucrose	1.0000
Maltose	1.0000
Isomaltose	0.9999
Maltotriose	1.0000
Raffinose	1.0000
Meso-Erythritol	1.0000
Myoinositol	0.9999
Stevioside	1.0000

(1~200μ g)  
分析条件请参考图 3-20

图 3-20 标准曲线 (Shodex SUGAR SZ5532)

Column: Shodex SUGAR SZ5532

Eluent: CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O=75/25

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:60°C

Injection vol.:10μL

### 第3章 食品中糖的分析

#### 1 样品的前处理（营养表示基准）

食品中除含有糖以外，还有蛋白质和脂质。因此，分析食品中的糖通过 HPLC 法分析时，对食品中的糖进行萃取后，有必要对糖以外的其它成分进行去除。这个过程为前处理。下面为平成 10 年 4 月 1 日实行的营养表示基准中记载的前处理方法。

##### 1-1 样品的调制

样品如果是固体，用咖啡研磨机进行粉碎。

##### 1-2 样品溶液的调制

###### ① 基本操作

50mL 烧杯中称量样品 0.5~5g

↓

添加 30mL 纯水，超声萃取 30min。

↓（液体呈酸性时添加 10w/v% NaOH 中和）

添加纯水定容至 50mL

↓（含有不溶物时用 No. 5B 滤纸过滤）

滤膜（0.45 $\mu$ m）过滤，滤液适量稀释后 HPLC 使用。

###### ② 含蛋白质或多糖多的食品

① 的操作中将水用 50v/v% 甲醇代替。

###### ③ 含盐多的食品

① 和 ② 调制后的样品溶液 5~10mL 通过电透析装置(或离子交换树脂)进行脱盐。

###### ④ 脂质多的食品

50mL 离心分离管中称量样品 0.5~5g。

↓

添加石油醚 40mL，不时搅拌并放置 15min。

↓

离心分离（2,000rpm, 10min）后，倾斜法去除上层清液。

↓

重复\*，氮气流中或 40℃ 的水浴中将残留的石油醚完全蒸发。

↓

按①或②的操作进行。

## 2 样品前处理（其它）

三氯乙酸溶液或固相萃取去除蛋白质的方法简单有效。简单介绍如下。

### 2-1 三氯乙酸去除蛋白质的方法

向样品溶液中添加 5~10%浓度的三氯乙酸溶液（100w/v%）充分混合。

↓

放置至沉淀不再生成后，离心分离去除沉淀。

↓

添加乙醚振荡，取水层液体，并重复三次相同操作去除三氯乙酸后，水层液体为分析样品。

### 2-2 固相萃取去除蛋白质

聚合物填充的固定相或 C18 填充的固定相用甲醇和水进行调整。

↓

样品溶液通过，收集最快流出的部分。

### 2-3 乳制品

对于难过滤的乳制品，使用超滤（分子量：10,000）法有效。

## 3 分析实例

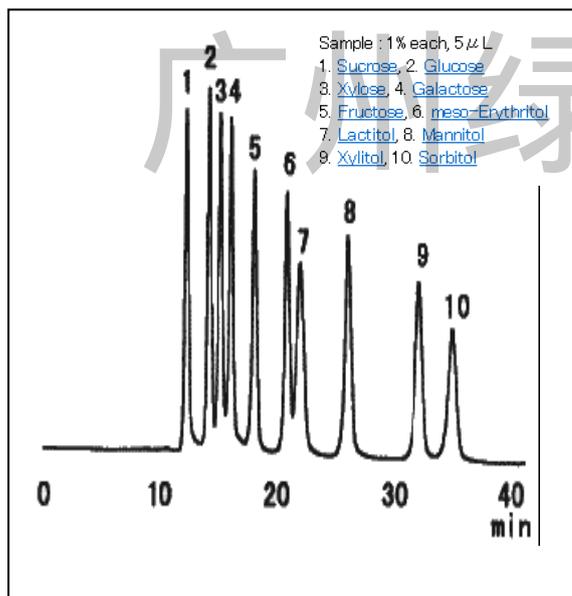


图 4-1 SP0810 分析（标准品）

Column: Shodex SUGAR SP0810  
Eluent: H2O  
Flow rate: 0.6mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.: 85°C

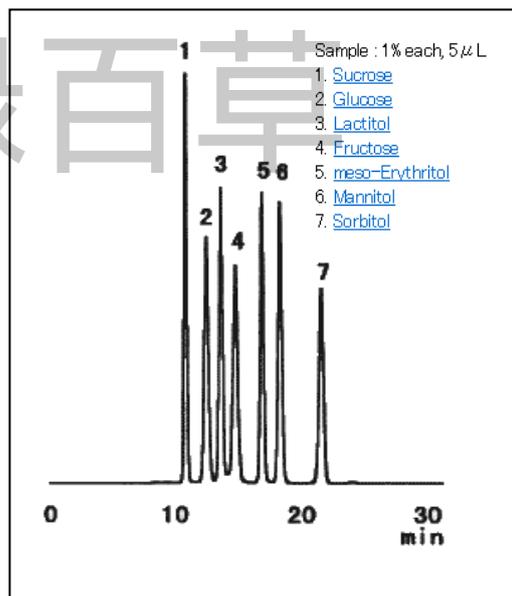


图 4-2 SC1011 分析（标准品）

Column: Shodex SUGAR SC1011  
Eluent: H2O  
Flow rate: 0.6mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.: 85°C

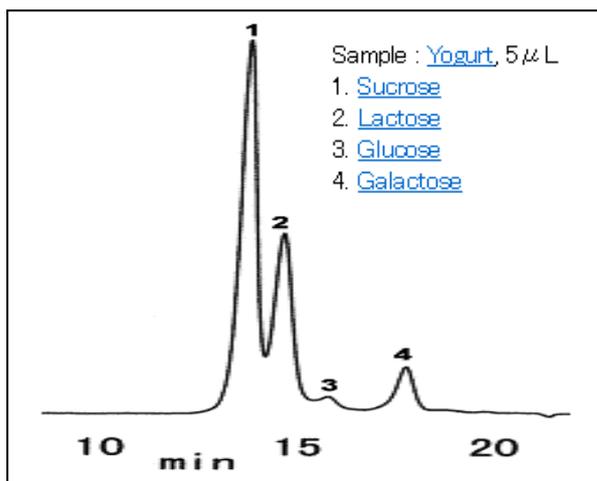


图 4-3 加糖酸奶

(前处理)

在烧杯中称量加糖酸奶 5g, 加纯水 30mL 搅拌, 加 10w/v% NaOH 溶液中和。

↓

30min 超声萃取后, 纯水定容至 50mL

↓

No.5B 滤纸过滤后, 0.45μ m 过滤膜过滤, 滤液用做 HPLC 样品。

Column: Shodex SUGAR SP0810

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.: 85°C

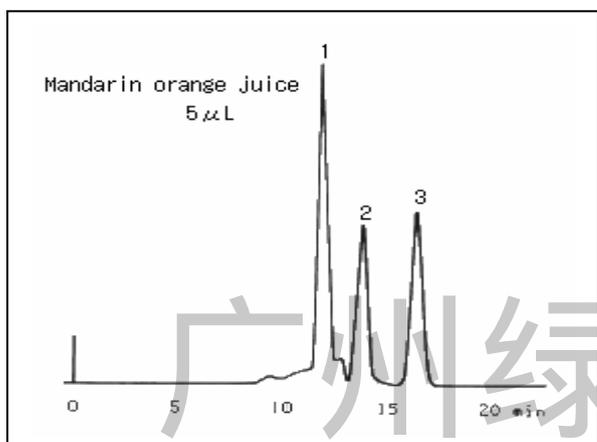


图 4-4 苹果饮料

烧杯中称量苹果饮料 5g, 加纯水 30mL 搅拌, 10w/v%NaOH 溶液中和。

↓

30min 超声萃取, 加纯水定容至 50mL

↓

0.45μ m 过滤膜过滤, 滤液用做 HPLC 样品

Column: Shodex SUGAR SP0810

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6mL/min

Column temp.: 85°C

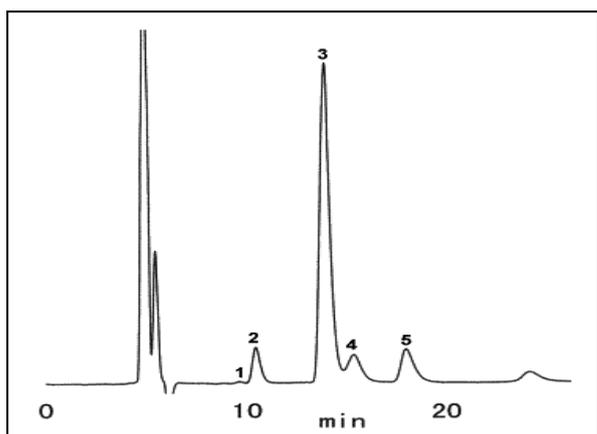


图 4-5 巧克力饼干

Column: Shodex SUGAR SP0810

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6mL/min

Column temp.: 60°C

离心管中称量巧克力饼干 5g, 加石油醚 40mL 搅拌 15min 后, 离心分离(2,000rpm × 10min)后, 倾斜法去除上层清液。

↓

再次石油醚处理, 残留的石油醚在 40°C 水浴中完全蒸发。

↓

加纯水 30mL 搅拌, 30min 超声萃取后, 超纯水定容 50mL

↓

No.5B 滤纸过滤后, 超滤。取一部分滤液, 加等量的乙腈。

↓

0.45μ m 过滤膜过滤, 滤液用于 HPLC

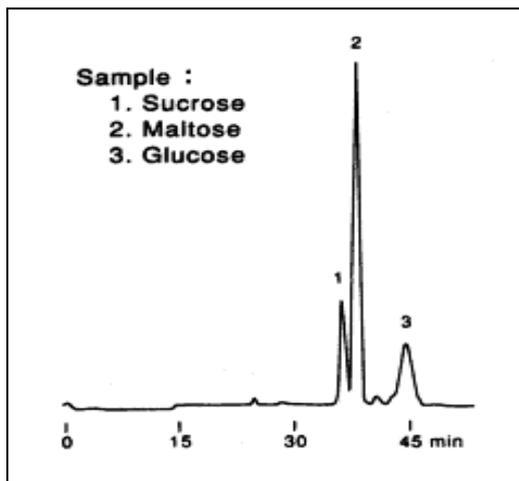


图 4-6 烤土豆

(前处理)

样品被混频器绞碎，用纯水稀释 50 倍。

↓

30min 超声萃取。

↓

No.5B 滤纸过滤，0.45 $\mu$  m 过滤膜过滤，滤液用于 HPLC 分析

Column: Shodex SUGAR SP-G + SP0810 $\times$ 2

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate:0.4mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

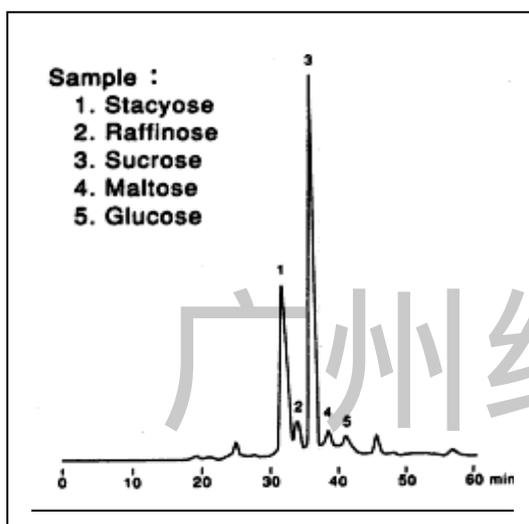


图 4-7 烤豆粉

豆粉用纯水稀释 50 倍。

↓

超声萃取 30min。

↓

超滤后，滤液用 0.45 $\mu$  m 过滤膜过滤，滤液用作 HPLC 分析。

Column: Shodex SUGAR SP-G + SP0810 $\times$ 2

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate:0.4mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

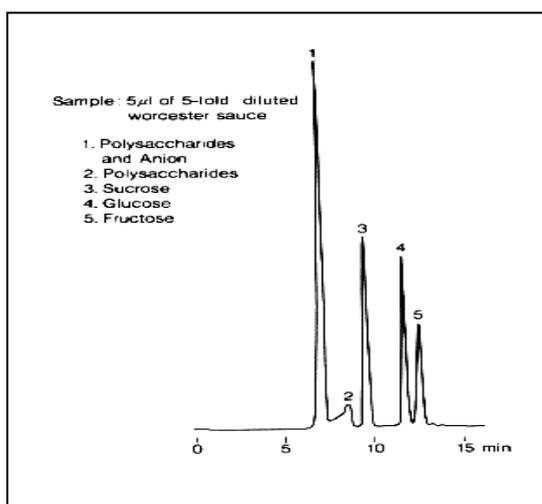


图 4-8 辣酱油

辣酱油用纯水稀释 5 倍。

↓

超声萃取 30min。

↓

0.45 $\mu$  m 过滤膜过滤，滤液用作 HPLC 分析。

Column: Shodex SUGAR KS-801

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate:0.7mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

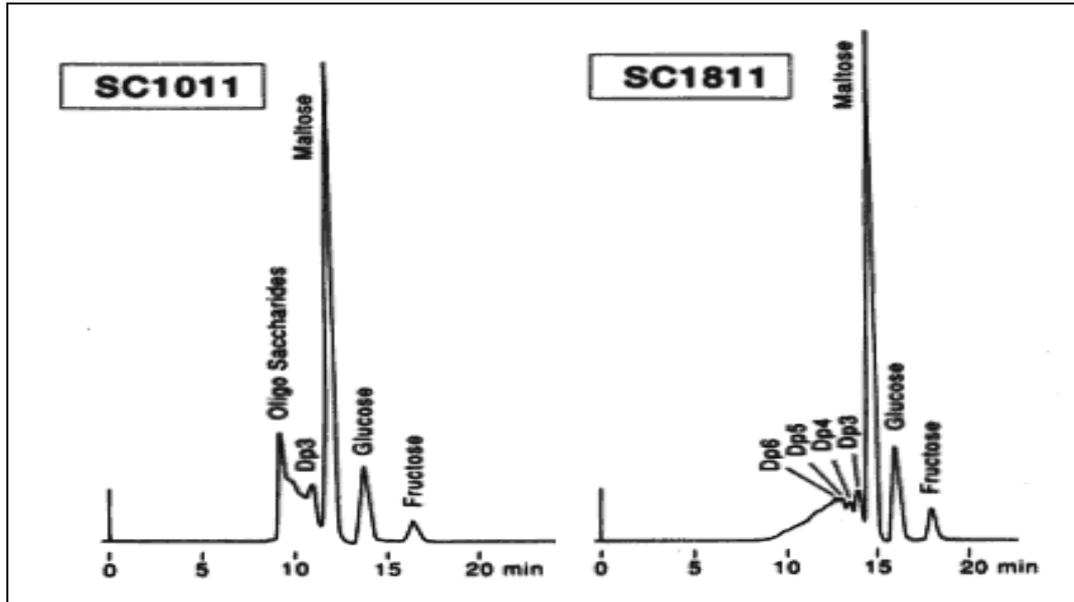


图 4-9 糖果

Column: Shodex SUGAR SC1011 or SC1821

Detector: Shodex RI

Eluent: H<sub>2</sub>O

Column temp.: 80°C

Flow rate: 0.6mL/min

Injection vol.: 5 μl

(前处理)

糖果 1 个溶解于 20mL 纯水中，搅拌 1 小时。

↓

0.45 μm 过滤膜过滤，滤液用作 HPLC 分析。

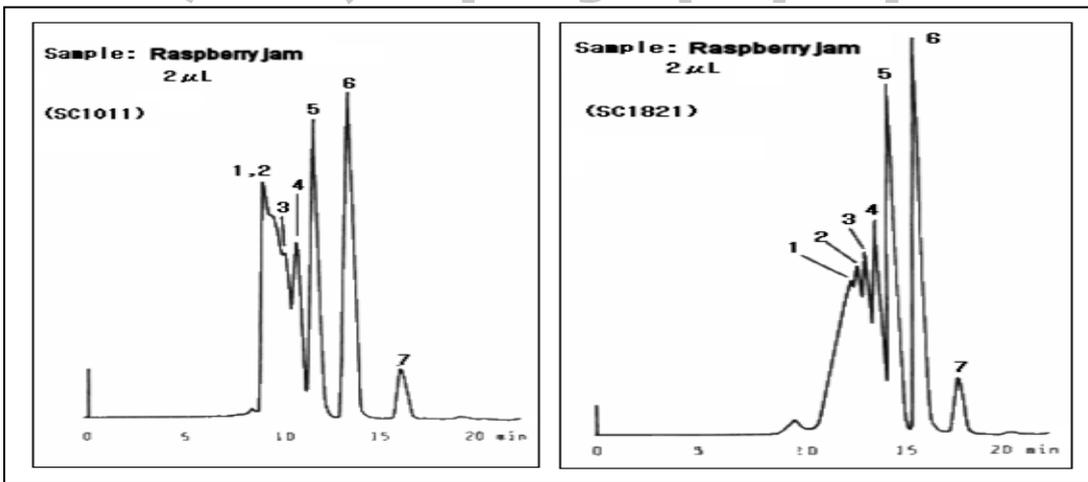


图 4-10 覆盆子果酱

分析条件参考图 4-9

(前处理)

覆盆子果酱 5g 溶解于 20mL 纯水中，搅拌 1 小时。

↓

0.45 μm 过滤膜过滤，滤液用作 HPLC 分析。

#### 4. 食物纤维的分析

食物纤维的定量法有几种，其中 Prosky 法（酶-重量法）可靠性高，被广泛应用。Prosky 法指一系列的酶处理后，未分解的多糖和木质素为食物纤维。水溶性食物纤维中一系列的酶处理后，约 80% 的在乙醇中不沉淀的低分子水溶性食物纤维，其定量分析采用 HPLC。分析目的是对三糖以上的难消化成份（难消化寡糖+食物纤维）与其它成分（单糖、二糖、糖醇）分开，计算难消化成分的比率。

Shodex 低分子水溶性食物纤维分析用色谱柱有 Sugar KS-802 和 Asahipak GS-220 HQ。图 4-11 GS-220 为尺寸分离模式，单糖、二糖及糖醇在箭头位置后洗脱出来，与难消化成份很好分离，对低分子水溶性食物纤维进行准确定量。

图 4-12 是 KS-802 的分析实例，对单糖、二糖的分离效果好。

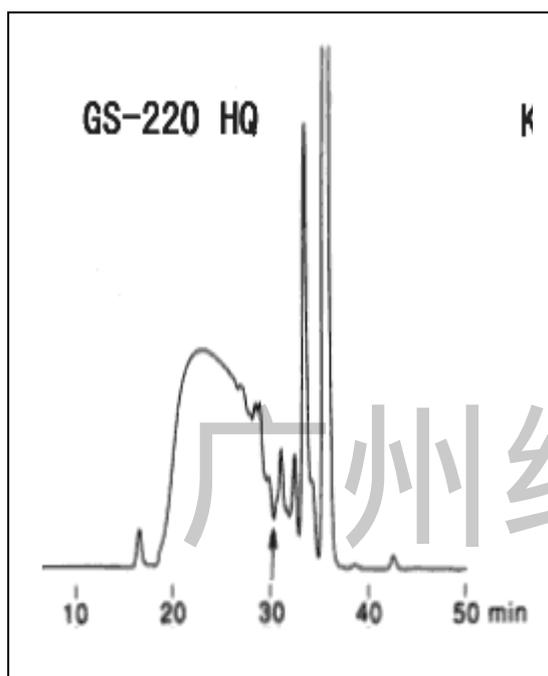


图 4-11 GS-220HQ 对低分子食物纤维的分析

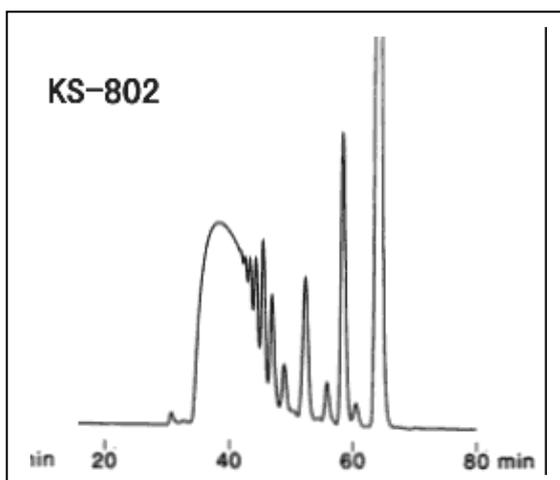


图 4-12 KS-802 对低分子食物纤维的分析

表 4-1 GS-220 HQ 各种糖的洗脱体积

标准品	Ve (mL)	标准品	Ve(mL)
Glycerol	17.83	Maltose	16.11
Meso-Erythritol	17.38	Sucrose	16.26
Xylitol	16.88	Isomaltotriose	14.72
D(-)-Sorbitol	16.60	D(+)-Raffinose	15.08
Lactitol	15.50	1-Kestose	15.31
Maltitol	15.82	Maltotriose	15.56
D(+)-Xylose	17.46	Stachyose	14.33
D(+)-Galactose	16.60	Nystose	14.72
D(+)-Glucose	16.75	Malopentaose	14.82
D(-)-Fructose	17.05	1F-Fructofuranosy-nystose	14.24
Isomaltose	15.57	Maltohexaose	14.56
Lactose	15.71	Maltoheptaose	14.31

Column: Shodex SUGAR GS-220HQ × 2

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.: 80°C

Column: Shodex SUGAR KS-802 × 2

Eluent: H<sub>2</sub>O

Flow rate: 0.3mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.: 80°C

## 第4章 使用注意事项

本章介绍 Shodex SUGAR 系列在使用上的注意点，以尽可能达到长期高效使用。

### 1. 流动相的调制

流动相使用的水，请使用脱离子水（纯水）。流动相中如果存在其它的金属离子，会导致对离子被置换，色谱柱劣化。填料对离子种类不同，膨胀度也不相同，因此，对离子种类改变，填料会发生膨胀收缩。另外，纯水放置时间长，空气中的杂质或微生物污染，因此请使用新调配的流动相。对色谱柱来说重要的因素是污染、杂质和气泡。流动相需用  $0.45\mu\text{m}$  的过滤膜过滤使用。特别是 SUGAR 系列色谱柱要加热使用，为避免色谱柱内及色谱柱出口产生气泡，必须对流动相进行脱气。建议在泵前使用在线脱气机（DEGASSER）。

### SP0810, SC1011, SC1821, KS-800

基本上使用纯水做流动相。酸性糖与氨基糖易解离的样品分析时，为防止离子排除和色谱柱的吸附，请在流动相中添加盐。此时，请选择与对离子相同的阳离子的盐。

SP 类型 ...  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  \* \*含铅离子时，废液的处理一定要遵从指定方法

SC 类型 ...  $\text{CaSO}_4$

KS 类型 ...  $\text{NaCl}$

### SH1011, SH1821

流动相只用纯水也可以分析，但碱性物质吸附会使得分离模式改变。因此，建议在纯水中添加硫酸和磷酸等酸做为流动相使用。

\*硫酸水溶液如果留在系统里，会与配管或色谱柱金属，生成氢气，因此分析结束后置换为纯水。

### SC1211, SZ5532

流动相使用纯水与有机溶剂（一般为乙腈）的混合溶剂。有机溶剂使用 HPLC 用溶剂。

## 2. 样品调整

### 2-1 脱盐处理

第 4 章样品的前处理已经说明，SUGAR 系列样品中如果混有其它金属离子的话，会发生离子置换导致色谱柱劣化。因此，如果样品中含有金属离子的话，请提前去除。下面介绍几个脱盐的例子。

\*KS-800 系列对离子为  $\text{Na}^+$ ，因此样品中含有食盐（ $\text{NaCl}$ ），不需脱盐处理也可直接分析。

例1) 市场上的离子交换树脂（阳离子、阴离子）活化后，装填入一次性注射器中，将样品通过，收集最快通过的组分。（也可选用固相萃取柱）

例2) 需要特别去除  $\text{NaCl}$  时

用 Ag 型阳离子交换树脂。Cl-作为  $\text{AgCl}$  沉淀去除， $\text{Na}^+$ 被阳离子交换树脂吸附，可简单脱盐。详情参考 Shodex 主页。

例3) 使用电透析装置。

## 2-2 样品溶解

SUGAR 系列流动相只用纯水，或用与有机溶液的混合溶液，溶解样品尽可能与流动相接近。例如，SC1211 或 SZ5532 分析时，样品用混合溶剂溶解。但是有的糖使用有机溶剂很难溶解，此时，可先用纯水溶解糖后，再添加有机溶剂。

## 3 色谱柱的连接

SUGAR 系列的色谱柱基本上都是高温分析。色谱柱连接入系统时，首先 0.2mL/min 流量送液，待色谱柱升高至设定温度后，再缓慢升高流量至设定值。分析结束后，流动相充分流过后，流量降低为 0.2mL/min，待色谱柱降为室温时再停泵。从系统中取下色谱柱，色谱柱两端用堵头密封。

## 4 色谱柱的再生

SUGAR 系列的对离子被置换为其它离子后，分离模式改变，最终损坏。因此，出现这种情况时，可参考下面的方法对色谱柱进行再生。

表 5-1 色谱柱的再生法

类型	再生液	色谱柱温度	操作
SP0810	200mM Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	70~95	纯水 0.5mL/min 送液，再生液 50μ L 进样 3~4 次。
SC1011 SC1821	100mM Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	再生液 0.5mL/min 送液 50mL，然后纯水充分洗净。
KS-800	10mM NaOH	50	再生液 0.5mL/min 送液 50mL，然后纯水充分清洗。另外纯水 0.5mL/min 送液，0.1M NaOH 水溶液 40μ L 注射器注入。
SH1011 SH1821	2.5mM H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	再生液 0.5mL/min 送液 50mL。
SC1211	100mM Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	纯水置换后，再生液 0.5mL/min 送液 30mL，然后纯水充分清洗。缓慢添加有机溶剂，置换为分析用溶剂。
SZ5532	100mM Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50	纯水置换后，再生液 0.5mL/min 送液 30mL，然后纯水充分清洗。缓慢添加有机溶剂，置换为分析用溶剂。

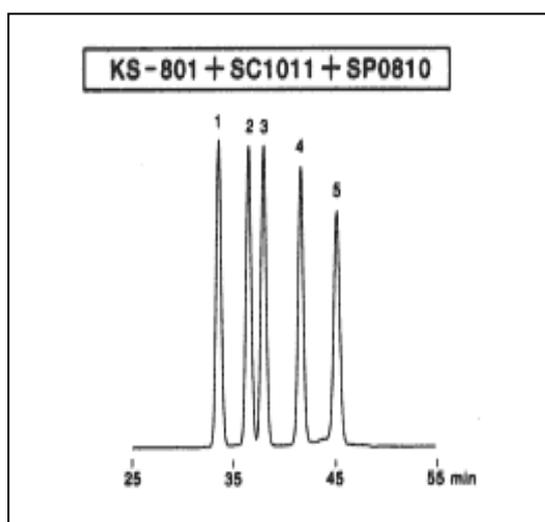
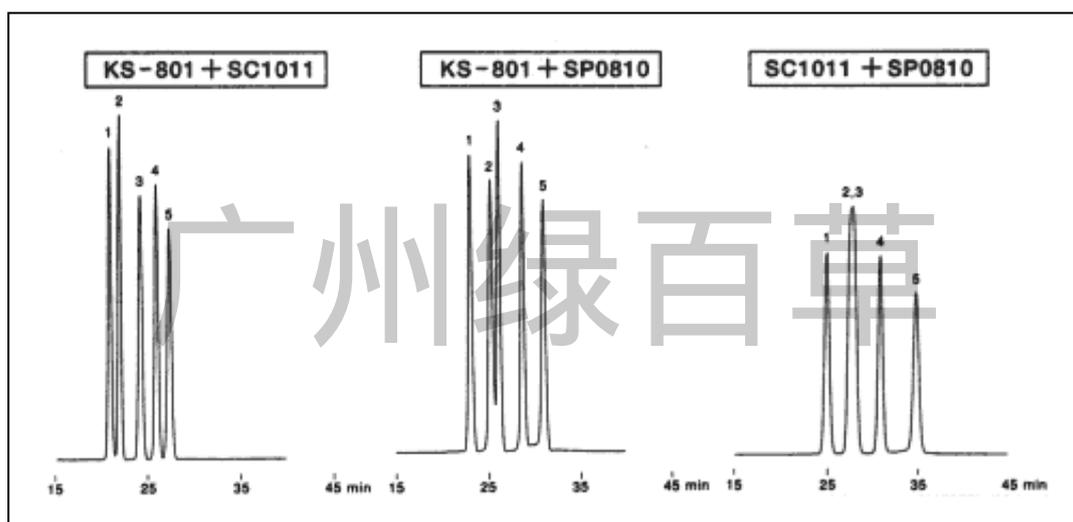
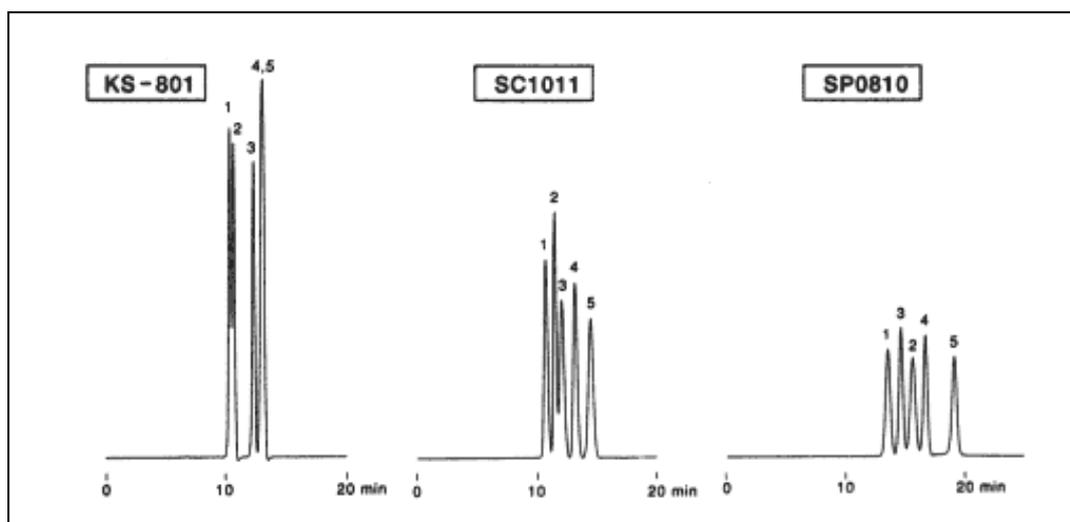
- 对离子置换严重或杂质吸附时，上述方法无法通过再生使柱效回复。

## 5. 色谱柱的保护

样品的前处理无法完全去除蛋白质和脂类物质时，请使用保护柱。

## 第5章 应用实例

### <色谱柱组合分离比较>



Sample:0.5% each, 20 $\mu$  L

1. Lactose
2. Lactulose
3. Glucose
4. Galactose
5. Fructose

Column:Shodex SUGAR KS-801,SC1011,SP0810

Eluent:H<sub>2</sub>O

Flow rate:0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

<葡聚糖加水分解时的变化>

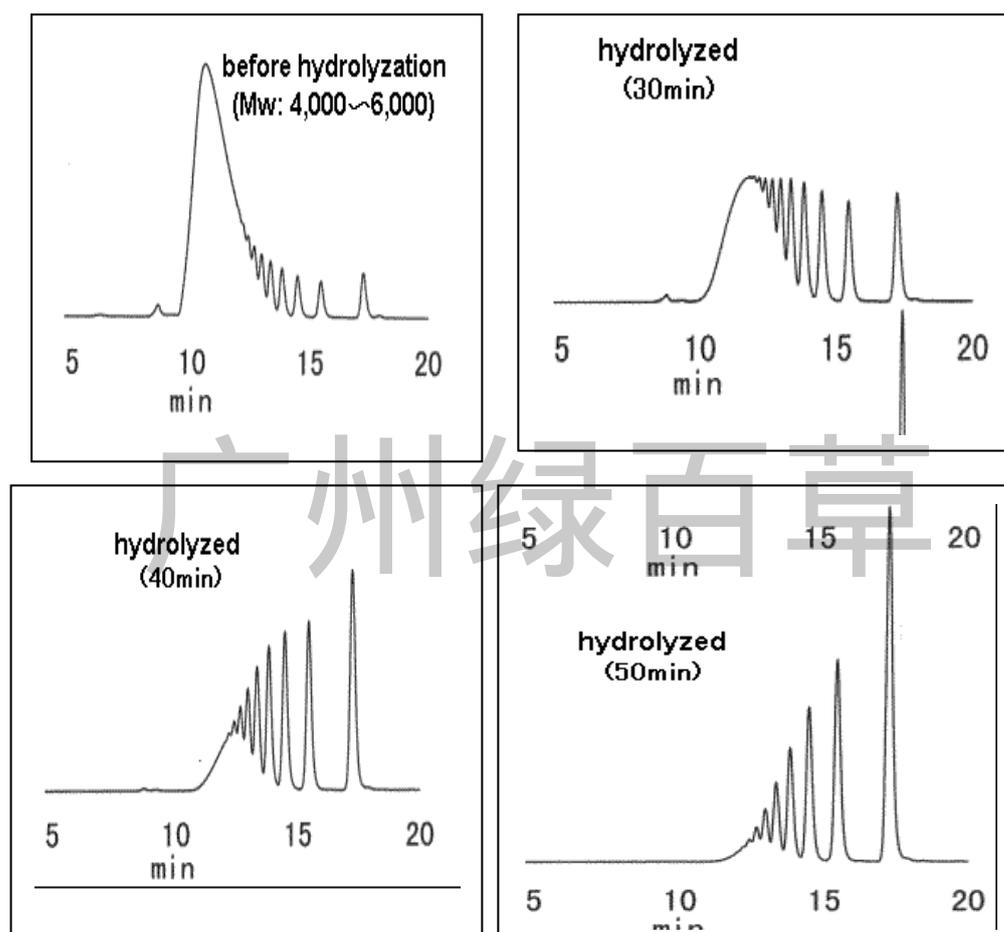
(加水分解流程)

4%葡聚糖水溶液在 1M HCl, 100℃ 条件下加水分解。

每 10min 搅拌, 冷却后加 1M NaOH 进行中和。

离子交换树脂(阴离子交换树脂、阳离子交换树脂)通液, 进行脱盐。

0.45μ m 过滤器过滤, 滤液用做 HPLC 分析。



Column:Shodex SUGAR KS-802×2

Eluent:H2O

Flow rate:1.0mL/min

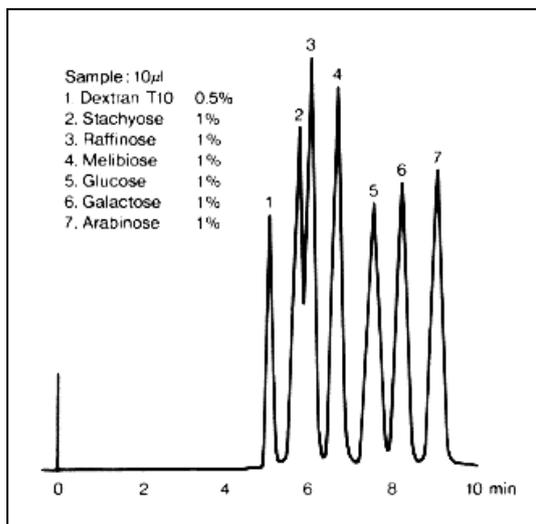
Detector: Shodex RI

Column temp.:80℃

Sample: 2%, 20μ L

糖和糖醇

<农作物中的糖的分离>



Column:Shodex SUGAR SC1011

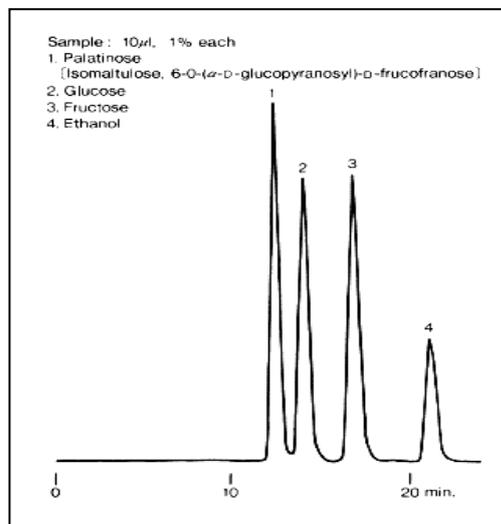
Eluent:H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

<食品中的帕拉金糖>



Column:Shodex SUGAR SC-LG+SC1011

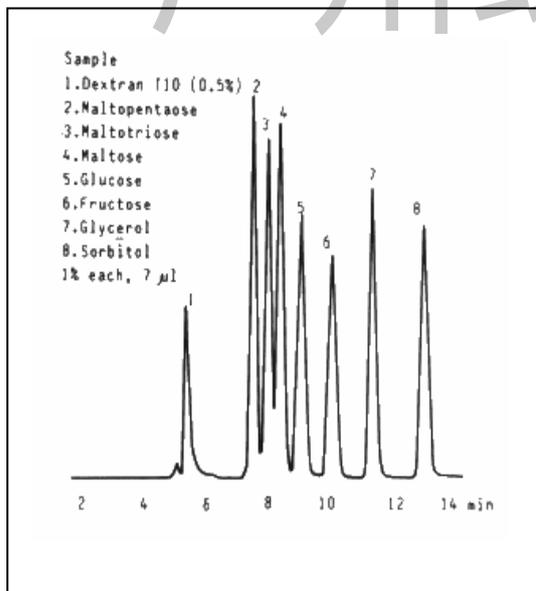
Eluent:H2O

Flow rate:0.6mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

<寡糖的分离>



Column:Shodex SUGAR SC1821

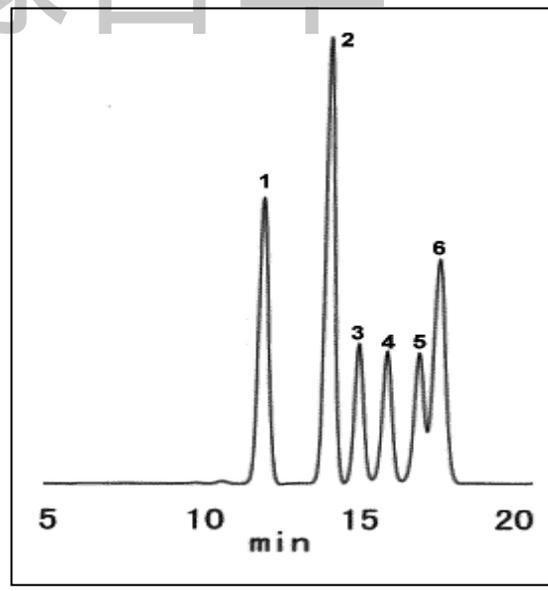
Eluent:H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80 $^{\circ}$ C

<木材构成糖>



Column:Shodex SUGAR SP0810

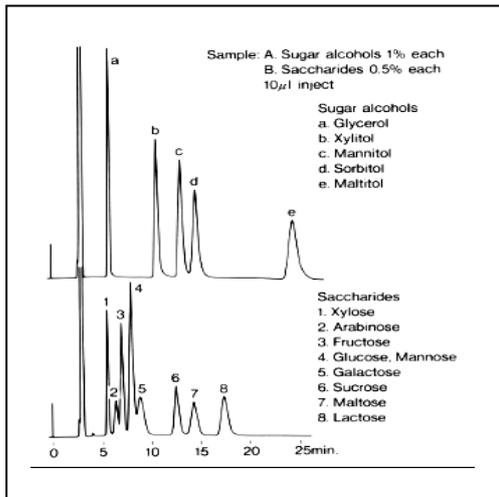
Eluent:H2O

Flow rate:0.6mL/min

Detector: Shodex RI

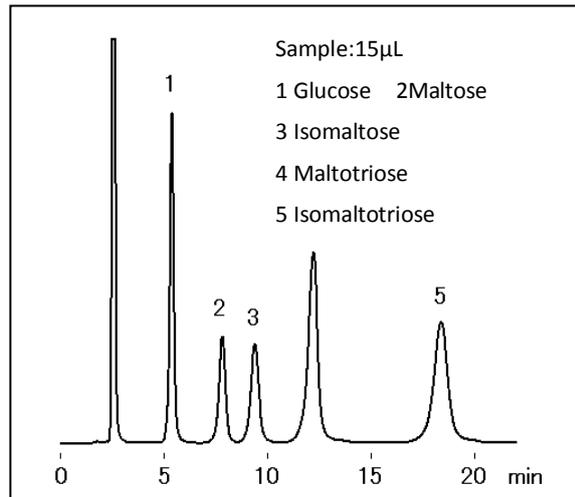
Column temp.:85 $^{\circ}$ C

<糖和糖醇>



Column:Shodex SUGAR SZ5532  
Eluent:CH3CN/H2O=80/20  
Flow rate:1.0mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:60 $^{\circ}$ C

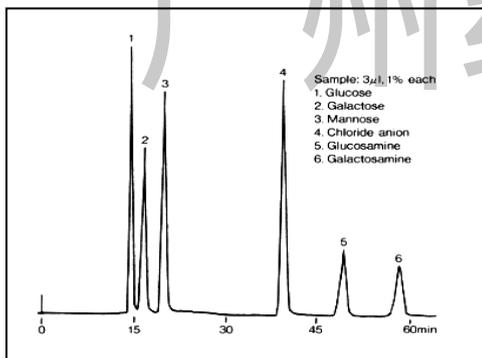
<麦芽糖与异麦芽糖>



Column:Shodex SUGAR SZ5532  
Eluent: CH3CN/H2O=75/25  
Flow rate:0.9mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:60 $^{\circ}$ C

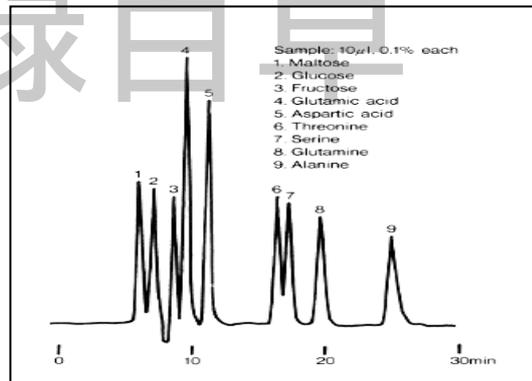
糖与氨基酸、氨基酸

<糖和氨基酸>



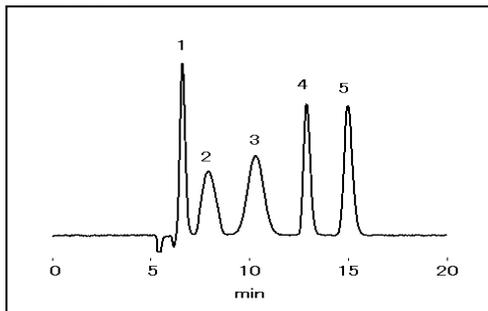
Column:Shodex SUGAR SP0810  
Eluent:20mMPb(NO3)2(PH3.8)  
Flow rate:0.7mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:60 $^{\circ}$ C

<糖和氨基酸 (1)>



Column:Shodex SUGAR SC1011  
Eluent: 0.1M CaSO4(PH6.0)  
Flow rate:1.0mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:60 $^{\circ}$ C

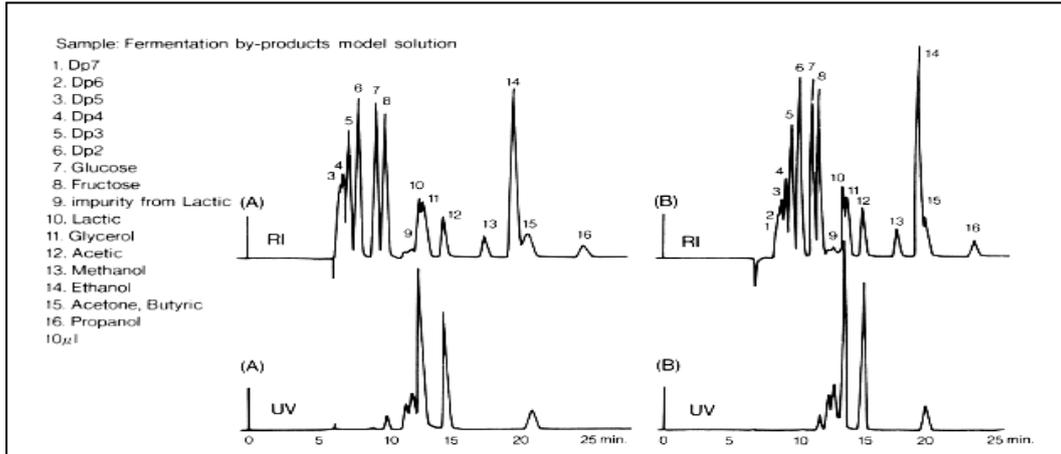
<糖和氨基酸 (2)>



Column: Shodex SUGAR SC1211  
Eluent: CH3CN/H2O=40/60  
Flow rate: 0.6mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:70 $^{\circ}$ C

糖与有机酸

<发酵副产物> (典型溶液)



Column: (A) shodex SUGAR SH-G+SH1011  
(B) Shodex SUGAR SH-G+SH1821

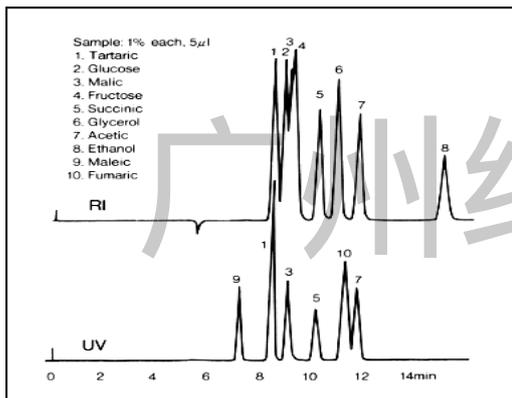
Detector: Shodex RI  
Shodex UV (210nm)

Eluent: 0.01N H2SO4-H2O

Column temp.:50°C

Flow rate:0.75mL/min

<果汁饮料>



Column: Shodex SUGAR SH-G+SH1821

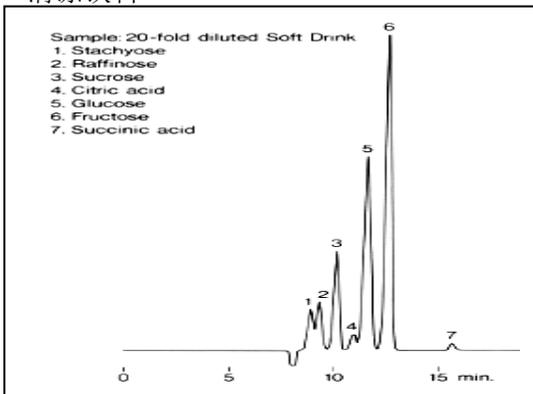
Eluent: 5mM H2SO4-H2O

Flow rate: 1.0mL/min

Detector: Shodex RI Shodex UV(210nm)

Column temp.:50°C

<清凉饮料>



<唾液酸>

Sample:10µ L

1 0.125mg/mL N-Acetyl-Neuraminic acid(Sialic acid)

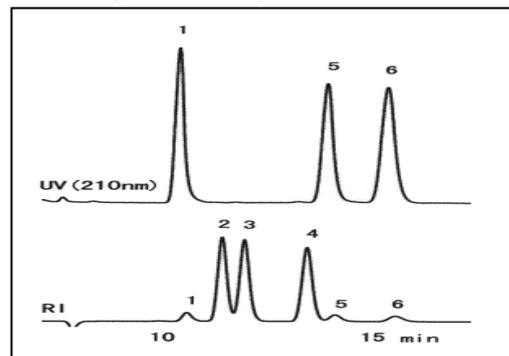
2 1.25mg/mL Glucose

3 1.25mg/mL Mannose

4 1.25mg/mL Fucose

5 0.125mg/mL N-Acetyl-D-Glucosamine

6 0.125mg/mL N-Acetyl-D-Galactosamine



Column: Shodex SUGAR SH1011

Eluent: 5mM H2SO4-H2O

Flow rate: 0.6mL/min

Detector: Shodex RI, UV(210nm)

Column: Shodex SUGAR SH1011

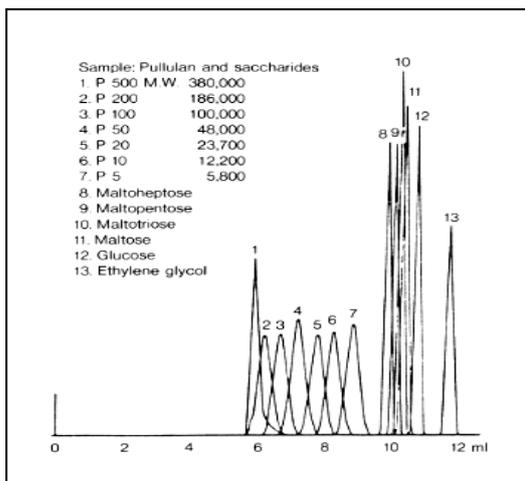
Eluent: 3mM HClO4-H2O

Flow rate: 1mL/min

Detector: Shodex RI

<多糖>

<普鲁兰与寡糖>



Column:Shodex SUGAR KS-804

Eluent:H2O

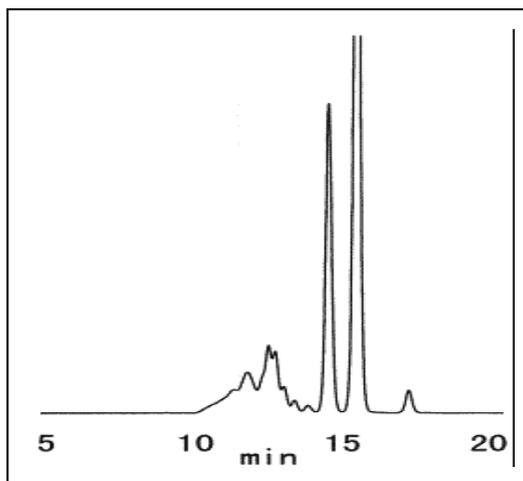
Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

<淀粉水解物>

<糖浆>



Column:Shodex SUGAR KS-802 × 2

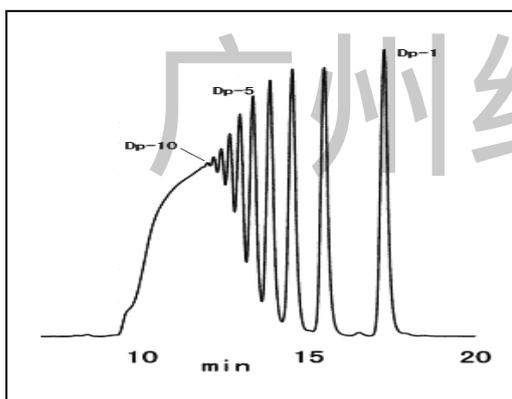
Eluent:H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

<硫酸软骨素>



Column:Shodex SUGAR KS-802 × 2

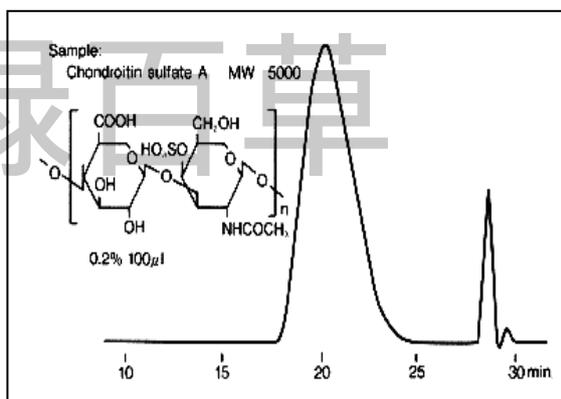
Eluent:H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

<糖原>



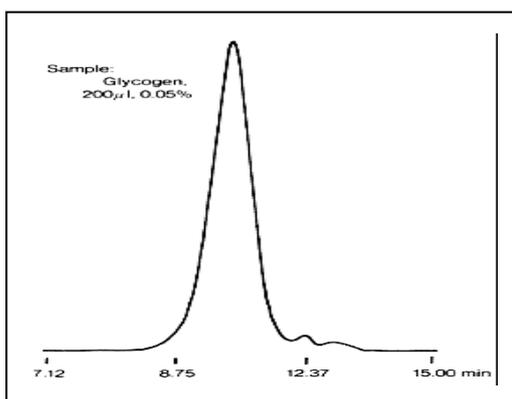
Column:Shodex SUGAR KS-G+KS-804 × 2

Eluent:0.05M NaCl-H2O

Flow rate:0.7mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C



Column:Shodex SUGAR KS-806

Eluent:0.05M NaNO3-H2O

Flow rate:1.0mL/min

Detector: Shodex RI

Column temp.:80°C

糖 類	保 持 容 量 (ml)				
	SP0810	SC1011	KS-801	SZ5532	SC1211
1-fructofuranosyl- $\beta$ -nystose	6.05	5.27	4.76	31.43	*
nystose	6.38	5.45	4.93	20.05	*
1-kestose	6.79	5.75	5.26	13.09	*
stachyose	6.82	5.57	4.97	—	*
D(+)-melezitose	6.94	5.79	5.24	13.60	*
saccharin sodium	6.96	5.44	4.33	6.77	*
difructose anhydride III	7.07	6.30	5.81	4.30	*
isomaltotriose	7.09	5.75	5.34	21.17	*
lactosyl fructoside	7.12	5.88	5.29	14.89	*
D(+)-raffinose	7.14	5.78	5.29	16.36	*
panose	7.14	5.78	5.32	16.87	*
gentiobiose	7.22	6.08	5.75	10.50	*
4'-galactosyllactose	7.42	6.02	5.40	19.02	*
maltotriose	7.48	5.89	5.38	13.79	*
sucrose	7.54	6.29	5.87	7.91	*
kojibiose	7.56	6.21	5.88	9.65	*
trehalose	7.62	6.27	5.78	10.85	*
nigerose	7.66	6.34	5.88	8.42	*
isomaltose	7.68	6.26	5.95	10.57	*
rutinose	7.81	6.49	5.80	6.65	*
palatinose	7.84	6.45	5.89	8.08	3.99
maltose	7.85	6.34	5.94	8.67	*
lactose	8.05	6.51	5.99	10.12	4.07
melibiose	8.16	6.45	5.98	11.69	4.23
xylobiose	8.16	6.68	6.40	5.65	*
glucose	8.63	7.30	7.17	5.87	4.76
2-deoxy-D-glucose	8.83	7.58	7.15	4.34	4.02
N-acetyl- $\alpha$ -D-glucosamine	8.86	7.75	6.68	—	4.10
trehalulose	8.92	6.95	6.10	9.54	4.78
lactulose	9.13	6.99	6.19	9.16	4.65
D(+)-xylose	9.21	7.90	7.71	4.55	4.48
L(-)-sorbose	9.67	8.03	7.38	5.12	4.92
D(+)-galactose	9.74	7.98	7.58	6.46	4.98
L(+)-rhamnose	9.77	8.23	7.37	3.93	4.43
L(+)-arabinose	10.42	8.91	8.21	5.11	5.56
D(+)-fucose	10.48	8.84	8.09	4.50	4.96
D-xylulose	10.64	9.02	8.04	4.06	5.07
D-mannose	10.72	8.17	7.64	5.83	5.01
D-fructose	11.05	8.85	7.71	5.37	5.90
methyl- $\alpha$ -D-mannopyranoside	11.13	8.87	7.78	3.99	4.39
Ethanol	11.36	11.33	10.09	—	4.27
maltilol	12.23	8.26	6.03	13.04	6.77
meso-erythritol	12.70	10.09	7.86	5.73	6.27
inositol	12.77	8.86	7.99	12.63	7.87
lactitol	13.27	8.09	6.13	16.35	6.67
mannitol	15.80	11.10	7.23	8.75	9.03
D-arabitol	15.86	11.33	7.63	7.27	8.16
D-ribose	19.35	13.66	9.04	4.82	6.64
xylitol	19.87	13.14	7.94	7.77	10.16
dulcitol	20.18	12.78	7.40	9.46	11.28
$\alpha$ -D-talose	21.33	12.59	8.76	5.69	8.51
D-sorbitol	21.61	13.31	7.42	9.79	11.88
aspartame	—	—	—	—	34.02
glycyrrhizin acid	—	—	—	—	2.71
L-phenylalanine	—	—	—	—	31.58
stevioside	—	—	—	4.14	*
$\alpha$ -D-galacturonic acid	—	6.28	4.36	—	5.63
palatinif	2peaks	2peaks	5.90	2peaks	2peaks
theanderose	2peaks	2peaks	2peaks	2peaks	*

—: 未检出, \*: 与溶剂峰重叠

Column:Shodex SUGAR SP0810,  
SC1011,KS-801  
Eluent:H2O  
Flow rate:1.0mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:80°C

Column:Shodex SUGAR SC1211  
Eluent:CH3CN/H2O=35/65  
Flow rate:1.0mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:70°C

Column:Shodex SUGAR SZ5532  
Eluent:CH3CN/H2O=75/25  
Flow rate:1.0mL/min  
Detector: Shodex RI  
Column temp.:60°C

[注意]

1. 请在使用前仔细阅读产品附带的操作手册。
2. 由于产品的升级换代，某些规格会有变化，恕不另行通知。
3. 本产品目录中的数字仅作参考之用，并不是保证值。
4. 如果操作手册中没有安全方面的内容，处理试剂和其他化学品时请务必按相关规定小心谨慎。
5. 本手册中所述产品不能用于临床实践。

## 广州绿百草生物科技有限公司

广州市荔湾区西湾路148号金羊大厦307

邮 编：150160

电 话：400-883-9117

传 真：021-6217-9879

邮 箱：[service@lubex.com.cn](mailto:service@lubex.com.cn)

公司网站：[www.lubex.com.cn](http://www.lubex.com.cn)