ЛАБОРАТОРИЙН ТЕХНОЛОГИ БА ИННОВАЦ 2026

Х. АНУДАРЬ

Нано технологич | Хиймэл оюун ухааны мэргэжилтэн

Инно Хими Лаб ХХК - ийн Agilent брэнд хариуцсан ажилтан



Мэргэжил, боловсрол

- Биотехнологийн докторын хөтөлбөр – Chungbuk National University, БНСУ (2024 оноос)
- Хиймэл оюун ухаан, машин сургалтын магистр – Chungbuk National University, БНСУ (2022–2024)
- Нано шинжлэх ухаан, инженерчлэлийн бакалавр – МУИС (2018/2019–2021)

3+ жил

InnoChem LAB | Agilent Authorized Distributor | medimpex INTERNATIONAL LLC

Agilent HPLC ашиглан найдвартай үр дүнг хэрхэн үр ашигтайгаар гаргах вэ?

Багана сонголтоос баталгаажсан тоон үр дүнд



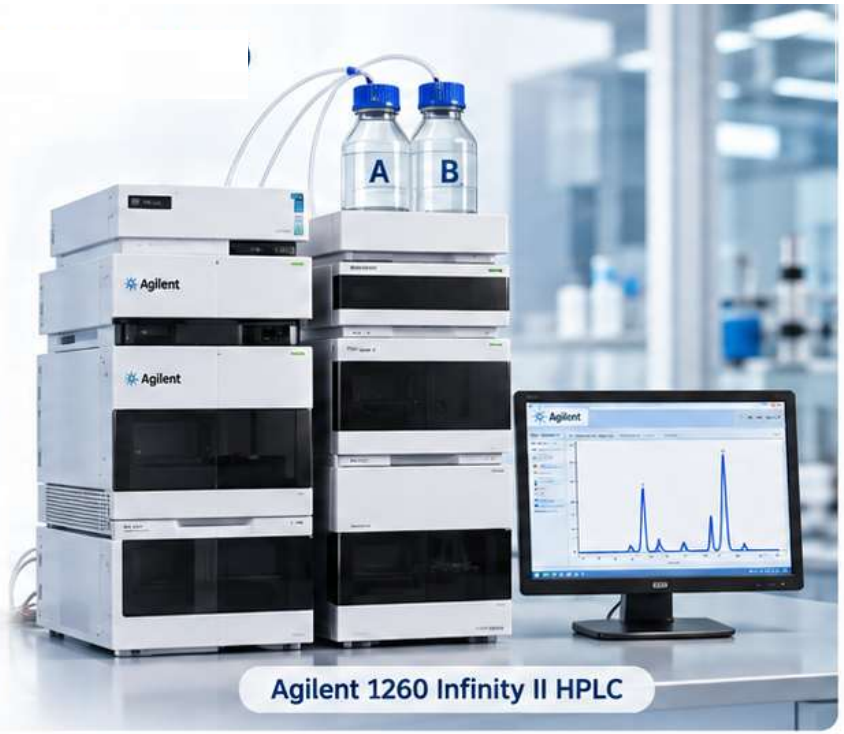


MsC, Х. Анударь
Agilent хариуцсан ажилтан | Инно хими лаб ХХК
anudari.kh@innochem.mn

HPLC-ИЙН ХЭРЭГЛЭЭ БА ЧАДАВХ

Agilent | Authorized Distributor

HPLC (Өндөр үр ашигт шингэний хроматографи) нь дээжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг колонк дээр ялган салгаж, илрүүлэн тоон хэмжээг тодорхойлох арга бөгөөд хүнс, эм, хүрээлэн буй орчны шинжилгээнд өргөн хэрэглэгддэг.



Ажиллах зарчим



Хэрэглээний жишээ



Хүнс, ундаа
Глюкоз, фруктоз, сахароз зэрэг сахруудын агууламж



Эм, биотехнологи
Сахар дериват, эксципиент, тогтворжуулагчийн хяналт



Хүрээлэн буй орчин
Ус, бохир ус дахь сахар, органик хүчил зэрэг нэгдлүүд

Системийн үндсэн бүрэлдэхүүн



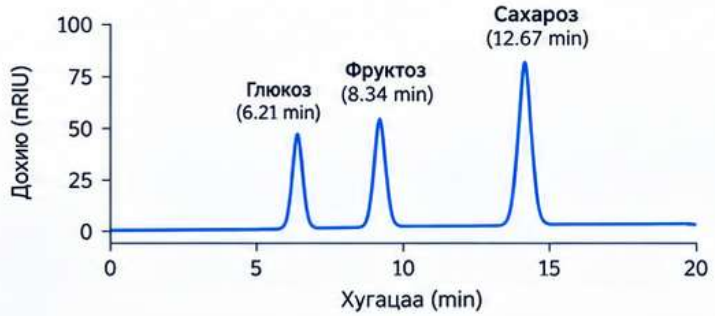
Изократ шахуурга
(Isocratic Pump)
Хөдөллөөнт фазыг тогтмол найрлага, урсгалтайгаар системд шахна.

Vialsampler
(Автомат дээж оруулагч)
Шинжилгээний дээжийг автоматаар, нарийвчлалтай хэмжиж оруулна.

Колонкийн термостат
(Column Thermostat)
Колонкийн температурыг тогтвортой (жиш. 30–80 °C) барина.

RI детектор
(Refractive Index Detector)
Бодисуудын хугарлын илтгэгчийн өөрчлөлтийг хэмжиж, илрүүлнэ.

Шинжилгээний жишээ: Чихрийн стандартын хроматограмм (RI)



Нэгдэл	Хугацаа (min)
Глюкоз	6.21
Фруктоз	8.34
Сахароз	12.67

HPLC-ИЙГ ХЭРХЭН АШИГЛАДАГ ВЭ?

Agilent | Authorized Distributor

PN:G7110B



Дээж бэлтгэл



Изократ шахуурга
(Isocratic Pump)

PN:G7129A



Vialsampler
(Autosampler)

PN:G7116A



Колонкийн термостат
(Aolumn Compartment)

PN:G7162A



RI детектор
(Refractive Index Detector)



Үр дүн

HPLC шинжилгээний үндсэн 4 үе шат

01

Дээж бэлтгэх

Дээжийг уусгах, шингэрүүлэх, шаардлагатай бол шүүх.

02

Систем тохируулах

Хөдөлгөөнт фаз, урсгал, температур болон детекторыг тохируулах.

03

Шинжилгээ хийх

Стандарт, чанарын хяналтын болон бодит дээжийг дарааллаар хэмжих.

04

Үр дүн баталгаажуулах

Калибровк, чанарын хяналт, анхны дээжийн агууламжийг шалгах.

PN:G7116A



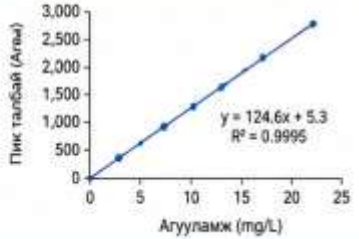
Баганын доторх харилцан уйлчлэл бодисыг ялгана

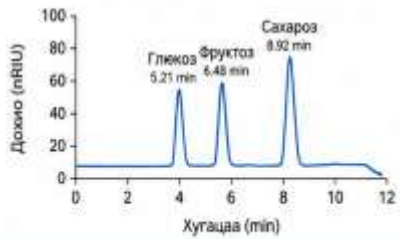
Колонк бодисуудыг салгана



Суурин фаз (колонкийн дүүргэгч)

Калибровк дохиог агууламжид хөрвүүлнэ





НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГАА ТАРИЛГААС ӨМНӨ ЭХЭЛНЭ

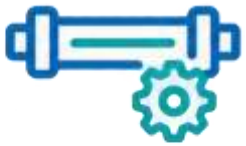
Agilent | Authorized Distributor



01

Дээж ба стандарт

Бэлтгэл, шүүлт, тогтвортой байдал



02

Систем ба багана

Фазын нийцэл, тогтворжилт, SST



03

OpenLab CDS: sequence

Blank, калибровк, QC, дээж



04

Үр дүнгийн хяналт

Интеграц, буцаан тооцоо, тайлагнал

[1, 3, 11] ISO 17025, ISO Guide 33, ISO Guide 35, ISO 5725, AOAC Appendix F.

САЙН САЛГАЛТ ЯГААД ЧУХАЛ ВЭ

Agilent | Authorized Distributor







Салгалтад нөлөөлөх гол хүчин зүйлс









[1] Essential chromatography concepts. Agilent 5995 44789

БАГАНА СОНГОХ ЭХНИЙ АЛХАМ: САЛГАЛТЫН ХИМИ

Agilent | Authorized Distributor

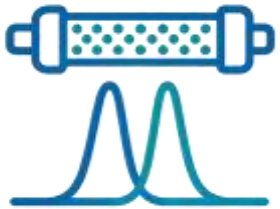
01



Аналитын шинж

Туйлшрал, ионжилт, уусалт, хэмжээ

02



Баригдалт ба критик хос

Урвуу фаз эсвэл HILIC зэрэг горим

03



Фазын нийцэл

Баганын pH, температур, детектор

БАГАНА СОНГОХ ДАРААГИЙН АЛХАМ: ХЭМЖЭЭ БА НИЙЦЭЛ

Agilent | Authorized Distributor

Сонголт	Практикт юуг шалгах вэ?
Урт	Салгалт, хугацаа, даралтын тэнцвэр
Дотоод диаметр	Урсгал, тарилгын эзлэхүүн, системийн тархалт
Ширхэглэг ба нүх сүв	Үр ашиг, даралт, аналитын молекулын хэмжээ
Системийн нийцэл	pH, температур, даралт, уусгагч, детектор

[2] Column dimensions, particle size, pore size. Аргын шилжүүлэлтийг шалгана.

ҮР АШИГТАЙ АРГА ГЭЖ ЮУ ВЭ?

Agilent | Authorized Distributor

Нэгж зөвшөөрөгдсөн үр дүнд зарцуулах нөөц



Хурдны өсөлтийг чанарын үзүүлэлттэй хамт үнэлнэ.

Лабораторийн үр ашгийг үнэлэх санал. Тоон хэмнэлт амлаагүй.

Analysis of sweeteners in food and beverages with the Agilent 1120 Compact LC system

Application Note



Abstract

An analysis method for three of the most p
was developed in this application, and the s
a food and a beverage. The system suitabili
Agilent 1120 Compact LC is the system of c
lytical scale liquid chromatography. This int
designed for ease of use, performance, and
analysis of typical samples is demonstrated

Application Note
Food/Beverage Testing,
Fermentation Monitoring,
Agrochemicals, Biofuels,
Alternative Energy

Agilent
Trusted Answers

Analysis of sugars using an Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z column

Abstract

An Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z column was used to separate 11 sugar compounds by both gradient and isocratic elution. The effect of pH and temperature on glucose anomer separation was explored. It was discovered that a combination of high pH and low temperature offered the best solution for both peak shape and column lifetime. The final separation used an ammonium hydroxide mobile phase at 35 °C.

Application Note
Food & Beverage Testing

Agilent
Trusted Answers

Determine Sugars and Artificial Sweeteners in a Single Run

Suitable for Agilent
1260 Infinity III LC



Author

Florian Rieck
Agilent Technologies, Inc.

Abstract

The determination of sugars in food and beverages is an established procedure in many analytical laboratories. With an industry and consumer trend towards products with reduced sugar content and added low-calorie sweeteners, analytical laboratories need to run a second method to analyze the sweeteners. This application note presents a method enabling simultaneous determination of sugars and sweeteners in a single run, reducing the effort and time spent on the analysis.

Бодит жишээ: Сахарын шинжилгээ

Agilent | Authorized Distributor

Ундаа, жүүс, амтлаг ус



Шингэрүүлэлтийн жишээ

50 мг/мл ÷ 100 = 0.50 мг/мл

8 аналит нь хэрэглээний зорилт. Доорх тооцоо 5994-5841en-agilent.pdf?srsltid.

Сахар болон хиймэл амтлагчдыг нэг удаагийн шинжилгээгээр зэрэг тодорхойлох

Agilent Authorized Distributor



Determine Sugars and Artificial Sweeteners in a Single Run



Abstract

The determination of sugars in food and beverages is an established procedure in many analytical laboratories. With an industry and consumer trend towards products with reduced sugar content and added low-calorie sweeteners, analytical laboratories need to run a second method to analyze the sweeteners. This application note presents a method enabling simultaneous determination of sugars and sweeteners in a single run, reducing the effort and time spent on the analysis.

Author
Florian Rieck Agilent Technologies, Inc.

Сахарын хэргэлээ ягаад шинжилгээний зорилт болдог вэ?

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага ДЭМБ / WHO

Чөлөөт сахарын хэрэглээг бууруулахыг зөвлөж байна.
Хоногийн нийт илчлэгийн 10%-иас бага байлгах зөвлөмж.

Эрүүл мэндийн эрсдэл
Сахарын хэт хэрэглээ нь эрүүл бус хооллолтын нэг хэсэг. Чөлөөт сахарыг бууруулах нь илүүдэлүкин, шуд цоорох эрсдэлийг багасгахад тустай.

Татварын бодлого
Олон улс сахартай ундаанд онцгой албан татвар ногдуулж, хэрэглээг бууруулах бодлого хэрэгжүүлдэг.

Бүтээгдэхүүний найрлага
Үйлдвэрлэгчид хүнс, ундааны нэмсэн сахарыг бууруулахыг зорьдог.

Чихэрлэг амтыг хадгалах
Амт, мэдрэхүйн шинжийг хадгалахын тулд сахарын тодорхой хэсгийг бага илчлэгтэй чихэрлэгжүүлэгчээр орлуулах нь бий.

- Чөлөөт сахар нь нэмсэн сахар болон зөгийн бал, сироп, жүүсэнд байгалиасаа агуулагдах сахарыг хамарна.
- Чихэрлэгжүүлэгчээр орлуулах нь үйлдвэрлэлийн практик бөгөөд ДЭМБ-ын жин бууруулах зөвлөмж гэж ойлгохгүй.

ТУРШИЛТЫН СЭТ

Agilent | Authorized Distributor

9 аналит
4 амтлагч + 5 сахар

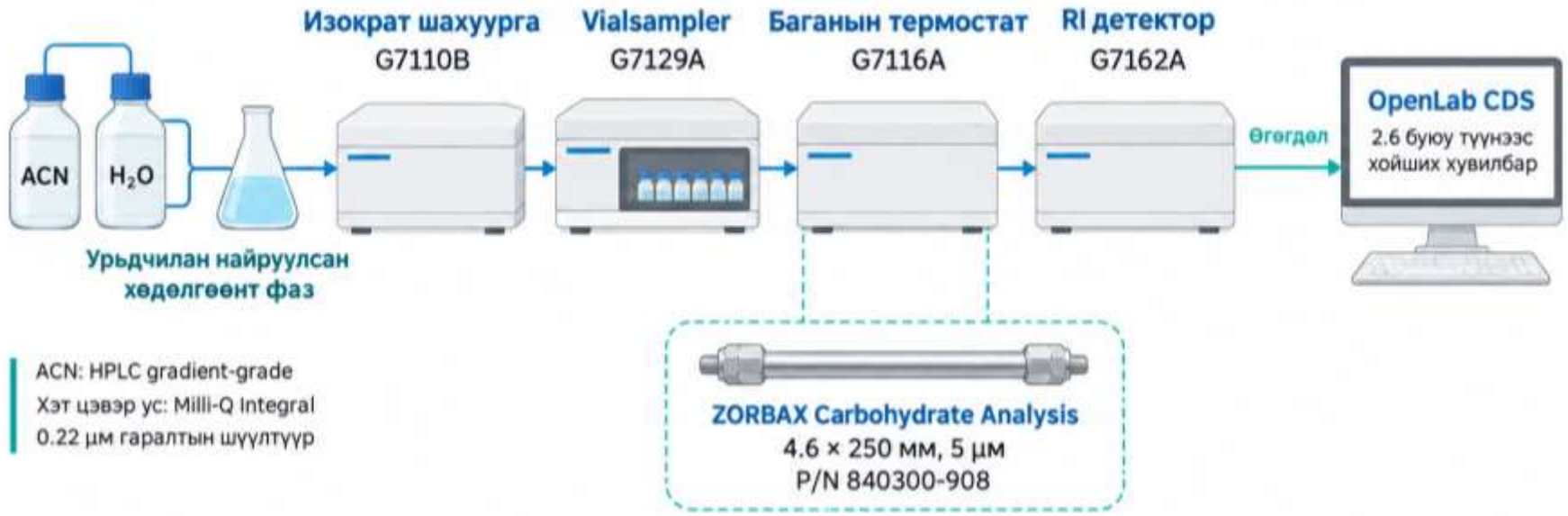
14 минут
Нэг изократ шинжилгээ

6 түвшин × 3
Калибровкийн давталт

Agilent 1260 Infinity II LC
Шахуурга G7110B
Vialsampler G7129A
Термостат G7116A
RI детектор G7162A

ZORBAX Carbohydrate Analysis 4.6 × 250 мм, 5 µм

Хөдөлгөөнт фаз
20 mM аммонийн ацетат
ACN/ус 75:25 (v:v)
Урсгал: 1.5 мл/мин
Тарилга: 5 µл
Багана ба RI: 35 °C



Эх сурвалж: Agilent 5994-5841EN, х.2–3, 6.

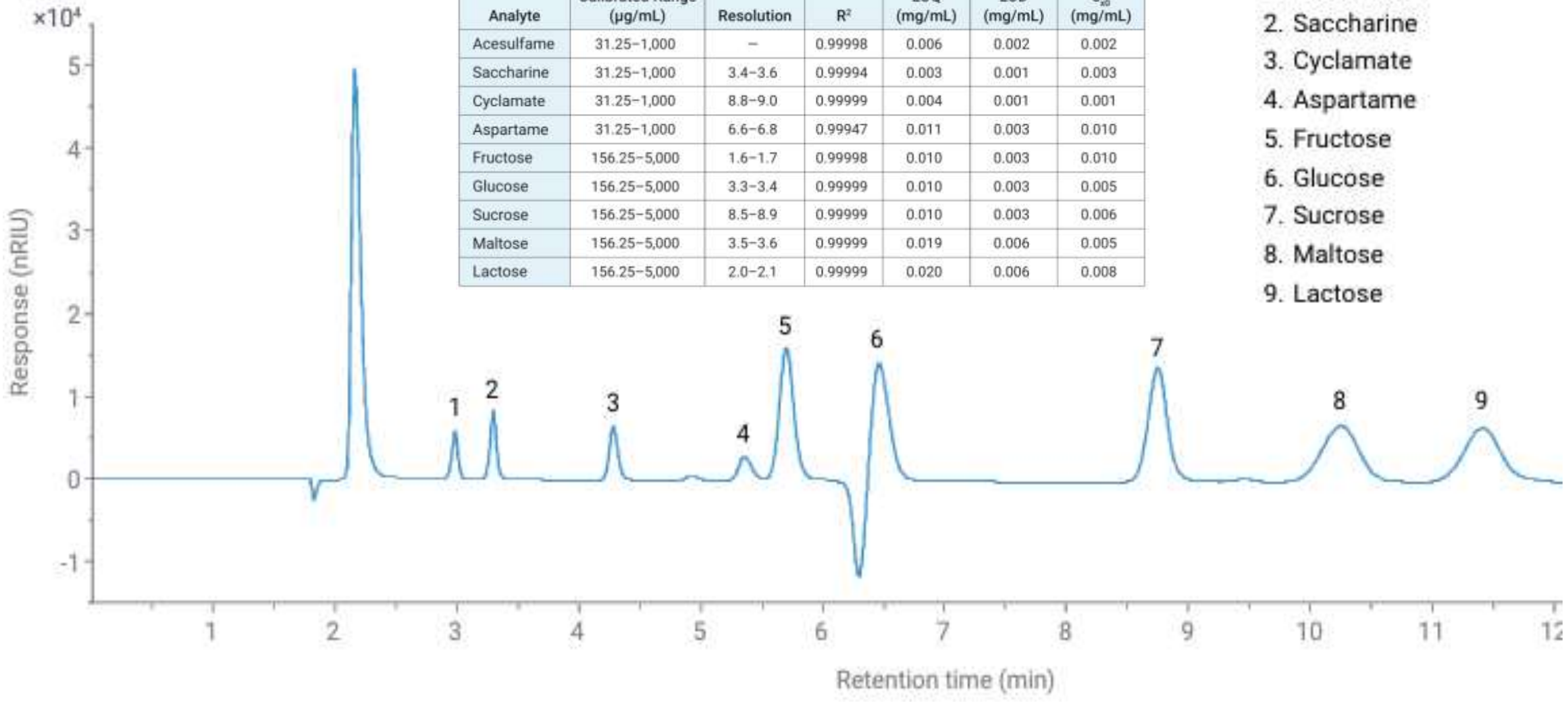
СУДАЛГААНЫ УР ДҮН

Agilent | Authorized Distributor

Table 2. Statistics of the calibration.

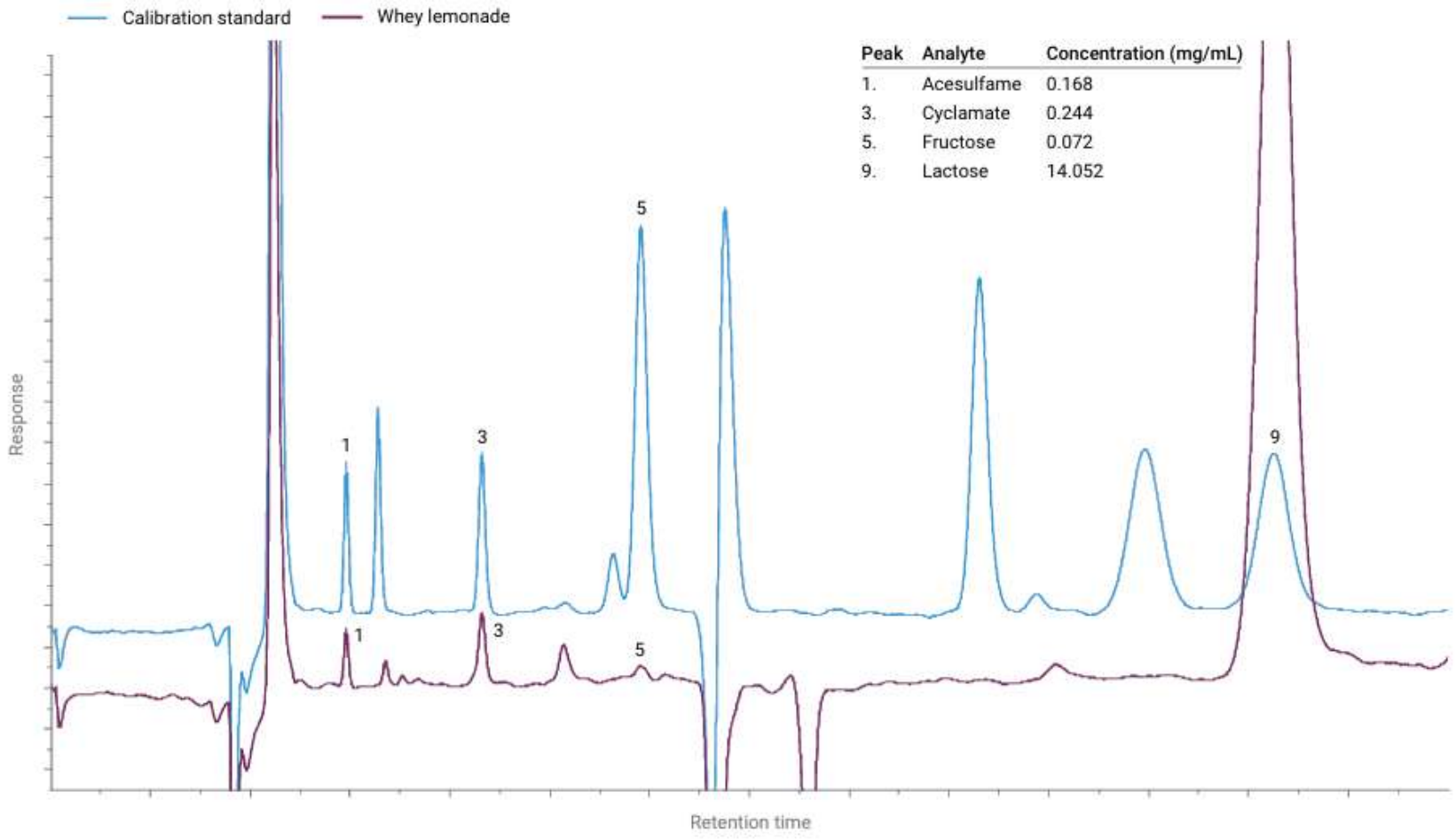
Analyte	Calibrated Range (µg/mL)	Resolution	R^2	LOQ (mg/mL)	LOD (mg/mL)	s_{x0} (mg/mL)
Acesulfame	31.25–1,000	–	0.99998	0.006	0.002	0.002
Saccharine	31.25–1,000	3.4–3.6	0.99994	0.003	0.001	0.003
Cyclamate	31.25–1,000	8.8–9.0	0.99999	0.004	0.001	0.001
Aspartame	31.25–1,000	6.6–6.8	0.99947	0.011	0.003	0.010
Fructose	156.25–5,000	1.6–1.7	0.99998	0.010	0.003	0.010
Glucose	156.25–5,000	3.3–3.4	0.99999	0.010	0.003	0.005
Sucrose	156.25–5,000	8.5–8.9	0.99999	0.010	0.003	0.006
Maltose	156.25–5,000	3.5–3.6	0.99999	0.019	0.006	0.005
Lactose	156.25–5,000	2.0–2.1	0.99999	0.020	0.006	0.008

1. Acesulfame
2. Saccharine
3. Cyclamate
4. Aspartame
5. Fructose
6. Glucose
7. Sucrose
8. Maltose
9. Lactose



RI: бодит lemonade ундааны хроматограмм

Зураг 3. Калибрацийн стандарттай давхарлуулан харуулсан шар сүүний нимбэгтэй ундааны (ACN-ээр 1:4 харьцаагаар шингэлсэн) хроматограмм.



Peak	Analyte	Concentration (mg/mL)
1.	Acesulfame	0.168
3.	Cyclamate	0.244
5.	Fructose	0.072
9.	Lactose	14.052

НАЙДВАРТАЙ ҮР ДҮНГ ҮР АШИГТАЙ ГАРГАХ ДАРААЛАЛ

Agilent | Authorized Distributor



01 Зорилго

Анализ, матриц, муж



02 Арга

Багана, фаз, детектор



03 Баталгаажуулалт

Зөв байдал, precision, LOQ



04 Тогтмол хэрэглээ

QC, хугацаа, нөөц

Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z багана, ELSD ашиглан сахарын шинжилгээ

Agilent | Authorized Distributor



Analysis of sugars using an Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z column

Authors

Anne Mack and Ta-Chen Wei
Agilent Technologies, Inc.

Agilent Technologies, Inc. 2018, 2019 Printed in the USA, January 16, 2019 5991-8984EN

ТУРШИЛТЫН СЭТ

Agilent | Authorized Distributor

1. An Agilent 1260 Infinity binary LC
2. HILIC-Z, 2.7 µm column
3. Agilent G4218A ELSD

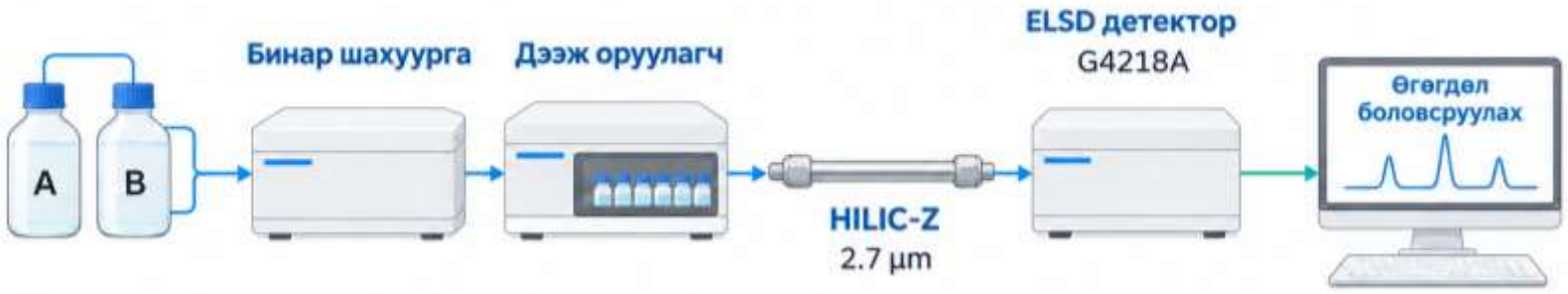


Table 1. Method parameters.

Method	Mobile phase A	Mobile phase B	Mobile phase composition	Flow rate (mL/min)	Column	Column temperature (°C)	ELSD Settings
Figure 1	Water	Acetonitrile	95–80 %B in 12 minutes, 3 minutes re-equilibration	0.4	Competitive HILIC column, 2.1 × 100 mm, 2.7 µm	35, 40, or 80	60 °C, 3.5 bar, 30 Hz
	100 mM Ammonium formate in water pH 4.5						
	100 mM Ammonium acetate in water pH 7.0						
	0.6 % Ammonium hydroxide in water						
Figure 2	0.3 % Ammonium hydroxide in water	Acetonitrile	90 % B Isocratic	0.4	Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z, 2.1 × 100 mm, 2.7 µm (p/n 685775-924)	35	60 °C, 3.5 bar, 30 Hz
	100 mM Ammonium acetate in water pH 7.0					80	
Figure 3	0.3 % Ammonium hydroxide in water	0.3 % Ammonium hydroxide in acetonitrile	85–60 %B in 6 minutes, 3 minutes re-equilibration	0.4		35	60 °C, 3.5 bar, 30 Hz
Figure 4	0.3 % Ammonium hydroxide in water	0.3 % Ammonium hydroxide in acetonitrile	80 %B Isocratic	0.4		35	60 °C, 3.5 bar, 30 Hz

Table 2. Sample preparation and injection volumes.

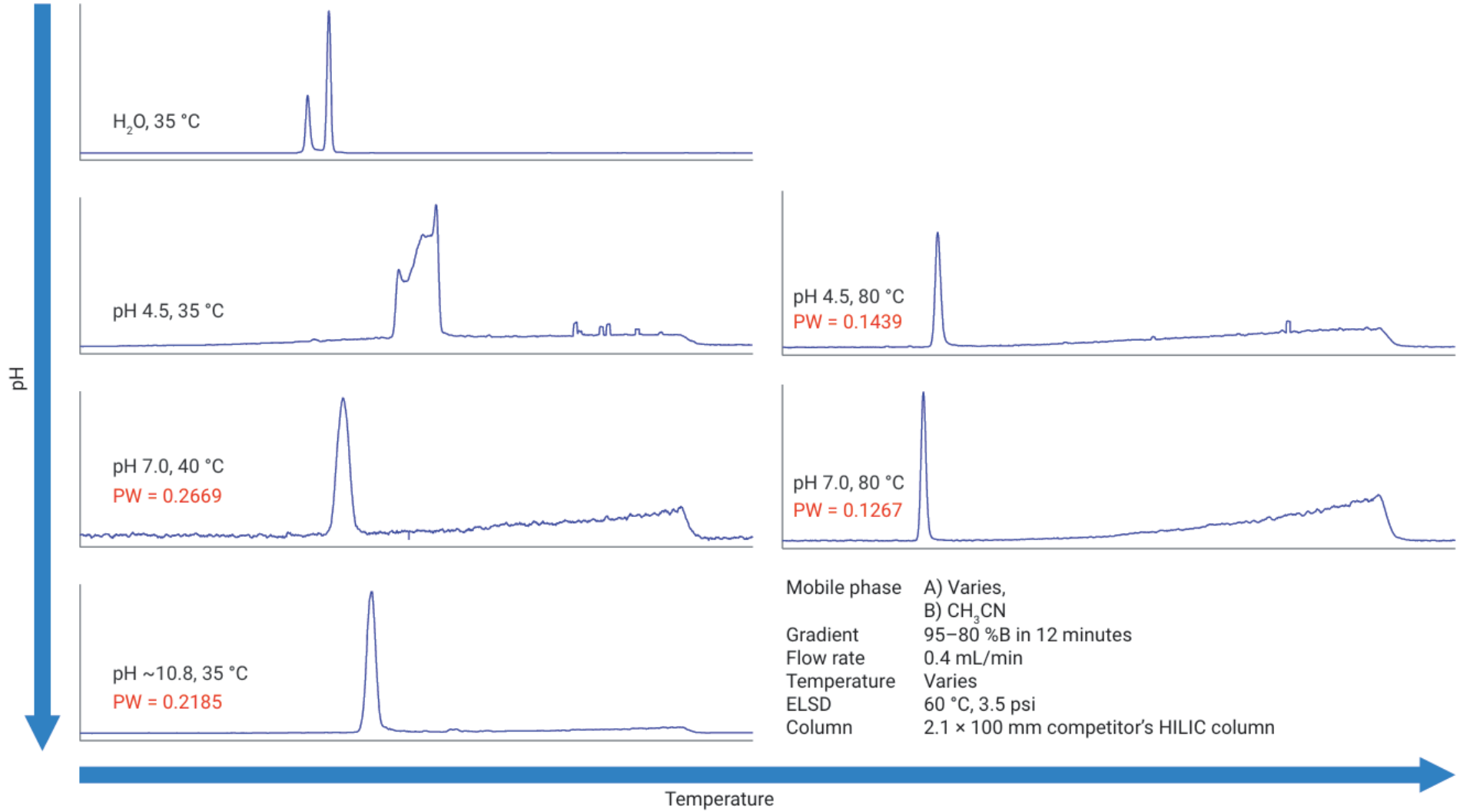
Sugar	Prepared as a saturated solution in:	Injection volume (µL)
Xylose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.1
Arabinose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.1
Fructose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.1
Mannose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.2
Glucose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.4
Galactose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.4
Sucrose	CH_3CN/H_2O (9:1)	0.5
Maltose	CH_3CN/H_2O (9:1)	1.0
Lactose	CH_3CN/H_2O (9:1)	1.5
Maltotriose	CH_3CN/H_2O (9:1)	3.0
Raffinose	CH_3CN/H_2O (9:1)	7.0

молекул жин (MW, g/mol)

Шахах дээжийн эзлэхүүн uL

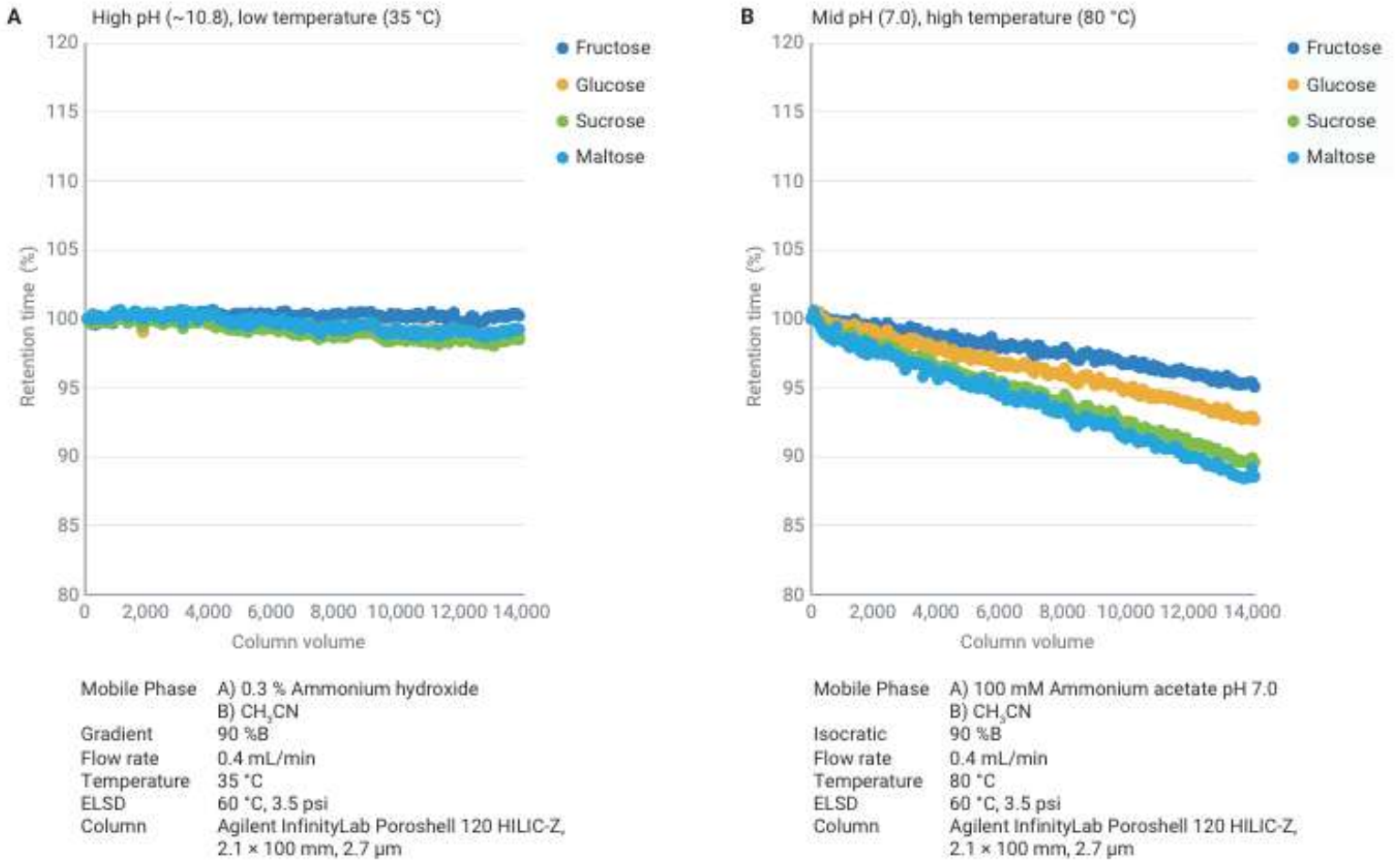
ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Зураг 1. Глюкозын аномерүүдийн ялгаралтад pH болон температурын нөлөө.



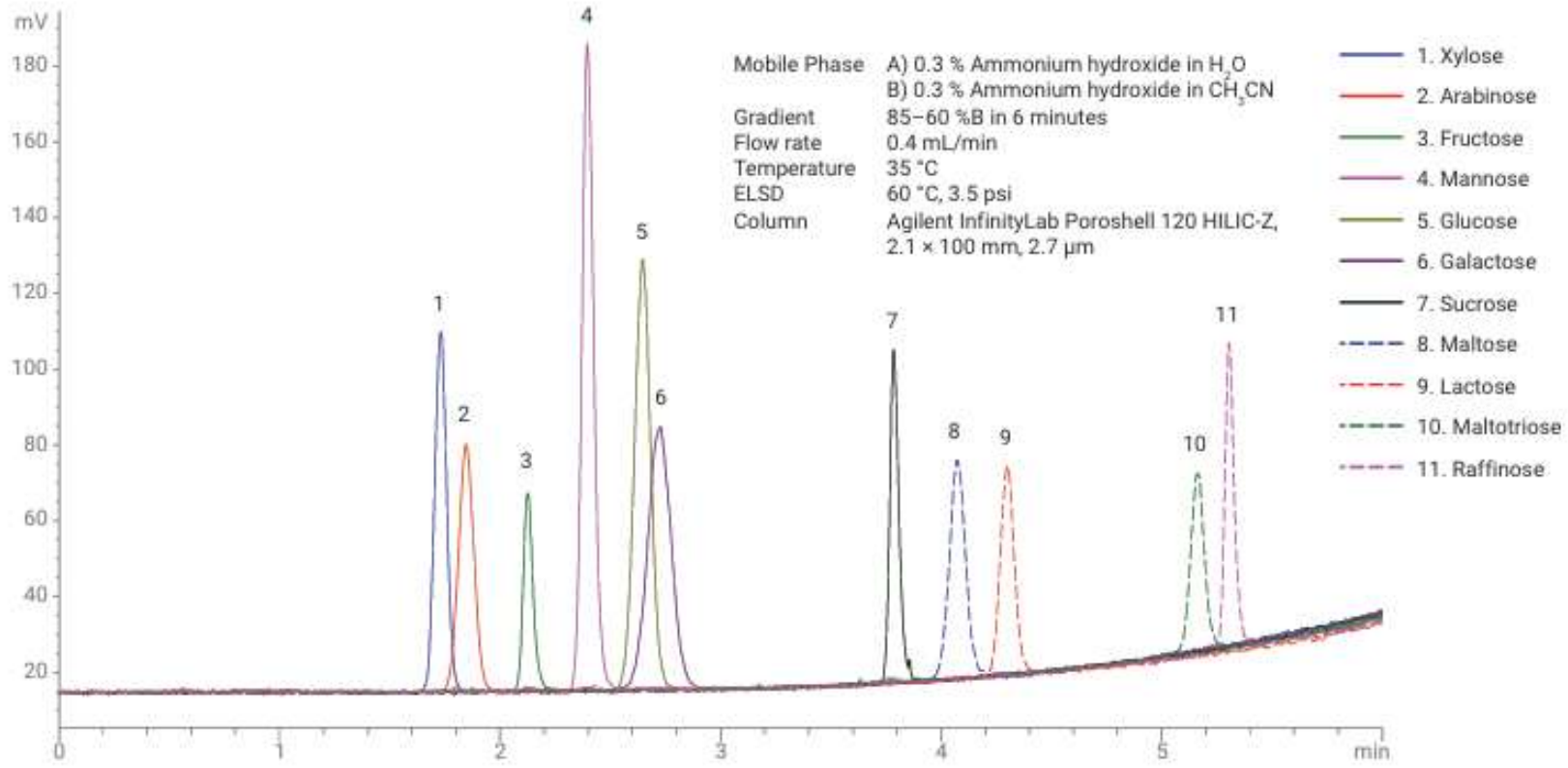
ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Зураг 2. 2.7 µm хэмжээтэй Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z LC баганан дээр өндөр pH болон өндөр температурын нөхцөлд сахарын шинжилгээ хийх үеийн баганын ашиглалтын хугацааны харьцуулалт.



ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Зураг 3. Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z LC багана дээр 11 төрлийн сахарын нэгдлийг градиент горимоор ялгасан шинжилгээ.



САХАРТ ДЕТЕКТОР ХЭРХЭН СОНГОХ ВЭ?

Agilent Authorized Distributor

Хүснэгт 1: Детекторуулын ялгаа

Детектор	Боломж	Хяналт
RI / RID	Изократ горимд сахар	Температур, фазын найрлага, pH нийцэл
ELSD	Хромофоргүй сахар, градиент	Дэгдэмхий фаз, хий, шугаман бус калибровк
DAD	UV идэвхтэй нэгдэл	Энгийн сахарын шууд UV хариу хязгаарлагдмал
LC-MS / MS/MS	Таних ба тоон тусгай зорилт	Ионжилт, изомер, матриц, баталгаажуулалт

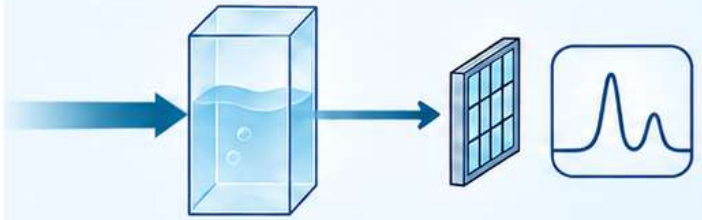
[4] Table1: Agilent Technologies, Inc. 2018, 2019 Printed in the USA, January 16, 2019 5991-8984EN

ДЕТЕКТОРЫН АЖИЛЛАХ ЗАРЧИМ?

Agilent | Authorized Distributor

DAD

UV–Vis шингээлт



- UV шингээдэг бүлэг шаардлагатай
- Энгийн сахарын UV хариу сул
- UV-идэвхтэй чихэрлэгжүүлэгчид тохиромжтой

RID

Хугарлын илтгэгчийн зөрүү



- Сорьц ба элюентийн зөрүүг хэмжинэ
- Изократ горимд тохиромжтой
- Температурын тогтвортой байдал чухал

ELSD

Ууршуулах • гэрэл сарниулах



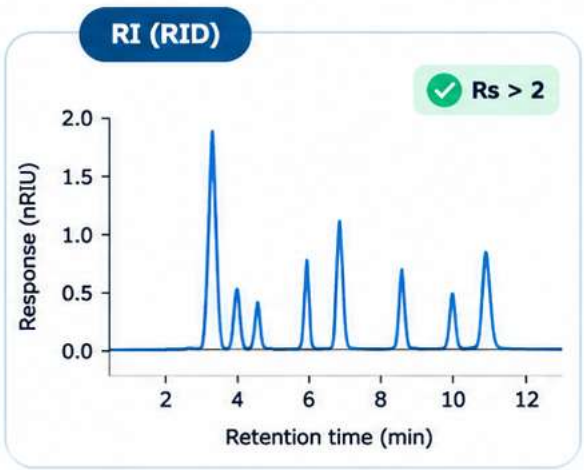
- Мананжуулалт → ууршилт → сарнилт
- Дэгдэмхий хөдөлгөөнт фаз шаардлагатай
- Градиенттай нийцнэ; хромофор шаардахгүй

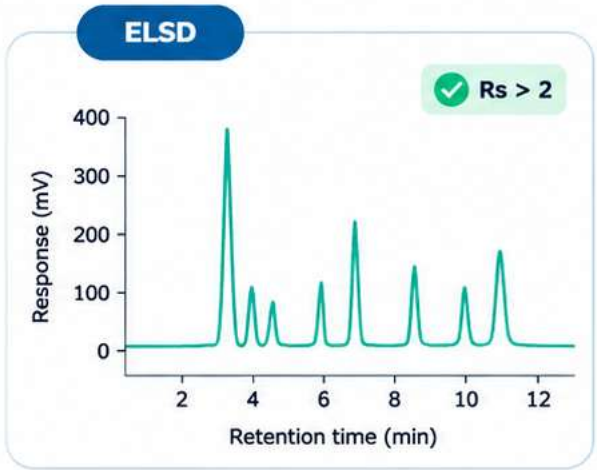
ELSD: дохио–концентрацийн хамаарал ихэвчлэн шугаман бус.

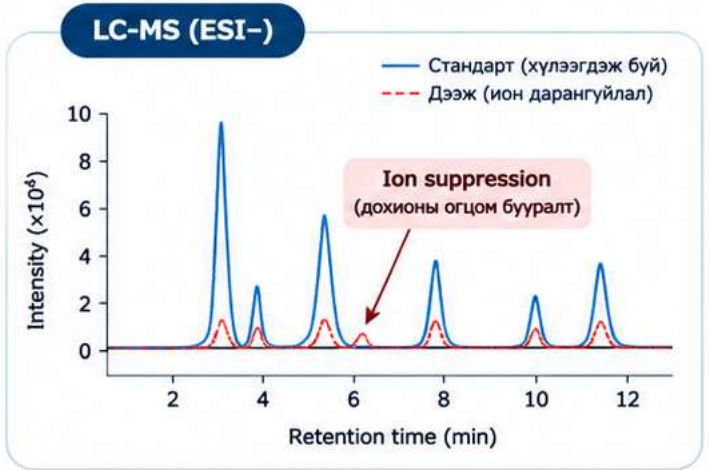
СУДАЛГААНЫ МАТРИЦ БА НӨХЦӨЛ

Agilent | Authorized Distributor

Үзүүлэлт	[4] RI	[5] ELSD	[6] LC-MS
Дээж	Хоёр нимбэгний ундаа	11 стандарт	Тэсрэлтийн дараах дээж
Аналит	Фруктоз, глюкоз, сахароз, мальтоз, лактоз + 4 амтлагч	8 зорилтот + арабиноз, мальтотриоз, раффиноз	11 сахар / сахарын спирт (Сорбитол–маннитол хос)
Колонк	ZORBAX Carbohydrate, 4.6 × 250 мм, 5 µm	HILIC-Z, 2.1 × 100 мм, 2.7 µm	HILIC-Z, 2.1 × 100 мм, 2.7 µm
Фаз / урсгал	20 mM NH_4OAc, ACN/ус = 75:25; 1.5 мл/мин	A/B–д 0.3% NH_4OH; B 85–60%; 0.4 мл/мин	A: 10 mM NH_4OAc (pH 6.8), B: ACN; 0.3 мл/мин
Температур	Колонк / RID 35°C	Колонк 35°C / ELSD 60°C	Колонк 35°C / ESI(–)
Детектор (тохиргоо)	RID (ΔT = 5°C)	ELSD (Drift tube 60°C, N_2 3.5 L/min, Nebulizer 40 psi)	ESI–MS (Negative), SIM/MRM, Capillary 3.5 kV, Source 350°C
Үр дүн	**Зөв ялгаралт** (Rs > 2), найдвартай тоон үр дүн	Бүх нэгдэл ялгарсан (Rs > 2), тоон шинжилгээ тохиромжтой	**Ион дарангуйлал** (Ion suppression) үүссэн, буруу үр дүн (бага хэмжээгээр тодорхойлогдсон)







Дүгнэлт

LC-MS-д матрицын нөлөөгөөр **ион дарангуйлал** (ион **suppression**) үүсэж, зарим нэгдлийн дохио мэдэгдэхүйц буурсан тул тоон шинжилгээний үр дүн **буруу гарсан.**

ГҮЙЦЭТГЭЛ БА ХАРЬЦУУЛАХ ХЯЗГААР

Agilent | Authorized Distributor

Үзүүлэлт	[4] RI (RID)	[5] ELSD	[6] LC-MS (ESI)
Салгалт (Rs)	Aspartame–fructose Rs = 1.6 – 1.7	Ксилоз–арабиноз, глюкоз-галактоз baseline биш	⚠ **Матрицын нөлөөгөөр** (ионжилтын өсөлт/дарангуйлал) оргилын хэлбэр алдагдсан, тоон үр дүн буруу
Хугацаа	14 мин (бүтэн мөчлөг тайлагнаагүй)	Градиент 6 + тэнцвэржилт 3 мин (overhead тусдаа)	12 мин (ионжилтын оптимизацитай)
Калибровк	Сахар 156.25 – 5000 µг/мл; шугаман ($R^2 \geq 0.999$)	8 нэгдэл: 0.5 – 2000 µг/мл; шугаман ($R^2 \geq 0.998$)	11 нэгдэл: 0.1 – 1000 µг/мл; шугаман ($R^2 \geq 0.995$)
LOD / LOQ	Сахар LOD 3 – 6, LOQ 10 – 20 µг/мл	LOD 0.3 – 1.0, LOQ 1.0 – 3.0 µг/мл	LOD 0.01 – 0.10, LOQ 0.03 – 0.30 µг/мл
Recovery / RSD	Тайлагнаагүй / Тайлагнаагүй	Recovery: 95.2 – 103.8 % RSD: 1.2 – 3.6 %	⚠ **Recovery: 72.5 – 128.4 %** (заасан хязгаараас гадуур) **RSD:** 8.5 – 17.2 % (хэт өндөр)
Үр дүнгийн дүгнэлт	✓ Тоон шинжилгээнд тохиромжтой	✓ Бүх нэгдэлд тохиромжтой, тогтвортой үр дүн	✗ **Матрицын нөлөөнөөс** (ионжилтын өсөлт/дарангуйлал) шалтгаалан **буруу** үр дүн гарсан

Дүгнэлт: RI болон ELSD нь сахарууд болон хиймэл чихэрлэг бодисын тоон шинжилгээнд найдвартай үр дүн үзүүлсэн бол **LC-MS**-д матрицын нөлөө (ion enhancement / ion suppression) илэрч, тоон үр дүн **зөрсөн**.

ОЛОН УЛСАД МӨРДӨГДӨЖ БУЙ СТАНДАРТ

Agilent Authorized Distributor

Стандарт	Детектор	Хэрэглэх хүрээ
ISO 10504:2013	HPLC-RID	Глюкоз, фруктоз, мальтоз болон сахарын сироп
EN 12630:1999	HPLC-RID	Жимсний шүүс: глюкоз, фруктоз, сахароз, сорбитол
ISO 22662:2024	HPLC-RID	Сүү, сүүн бүтээгдэхүүн: лактоз
FSSAI 13.036:2021	HPLC-RID	Согтууруулах ундааны сахар
EN 15911:2010	HPLC-ELSD	Ундаа, савласан жимс: 9 төрлийн чихэрлэг бодис
TCVN 10993:2015	HPLC-ELSD	EN 15911-той ижил 9 чихэрлэг бодис

National Health CENTER (NHC) & State Administration for Market Regulation (SAMR). (2023). GB 5009.8-2023: National Food Safety Standard: Determination of Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose in Foods. China.

ЭХ СУРВАЛЖ

[1] Agilent. The LC Handbook: Guide to LC Columns and Method Development.

[2] Agilent. HPLC Column Selection Guide, 5991-0165EN. [10] HILIC Columns, албан ёсны хуудас.

[3] H. Cantwell ed.. Eurachem: The Fitness for Purpose of Analytical Methods, 3rd ed., 2025.

[4] F. Rieck. Determine Sugars and Artificial Sweeteners in a Single Run, 5994-5841EN, 2024 хэвлэл.

[5] Analysis of sugars using an Agilent InfinityLab Poroshell 120 HILIC-Z column, 5991-8984EN, 2019.

[6] Tsai et al. A validated method for the analysis of sugars and sugar alcohols related to explosives via LC-MS with post-column addition. Forensic Chemistry 28 2022, 100404.

[7–8] Agilent RID User Manual; GPC/SEC eBook, ELSD хэсэг. [9] Eurachem/CITAC, Compliance assessment, 2021. [11] OpenLab CDS Release Notes.