การวิเคราะห์กลิ่นในอาหารและเครื่องดื่มสำหรับการควบคุมคุณภาพการผลิต

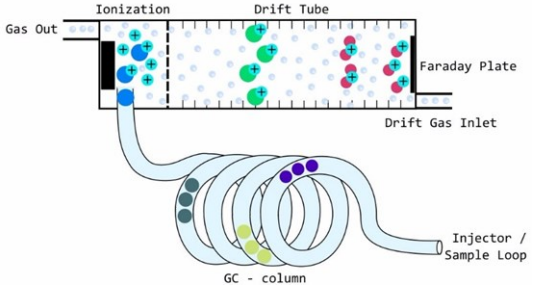
ผู้จัดทำ : รติมาศ บุญล้อม

บทนำ

“กลิ่น” เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยดึงดูดผู้บริโภคให้มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็น อาหาร เครื่องดื่มหรือสินค้าอุปโภคต่างๆ ในกระบวนการผลิตเหล่านี้บางครั้งจำเป็นจะต้องมีการควบคุมกลิ่นเพื่อคงคุณภาพให้กับสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในแต่ละครั้ง ซึ่งบางครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนวัตถุดิบ หรือ พัฒนาสูตรขึ้นมาใหม่ ส่งผลให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไป จำต้องมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเพื่อควบคุมคุณภาพของการผลิต ซึ่งสารที่ส่งผลทำให้เกิดกลิ่นโดยมากเกิดจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organic Compounds, VOCs) หลากหลายชนิดที่สามารถทำให้ประสาทการรับรู้ของมนุษย์เกิดความพึงพอใจต่อกลิ่นโดยรวม ซึ่งการประเมินคุณภาพ โดยอาศัยข้อมูลจากประสาทรับรู้กลิ่นของมนุษย์นั้นทำได้ยาก มีขั้นตอนในการทดสอบหลากหลายขั้นตอน อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาในการทดสอบนาน อย่างไรก็ตามเราสามารถประเมินคุณภาพของกลิ่น จากการวิเคราะห์ชนิด และจำนวนของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีในผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือควบคุมคุณภาพได้

การนำเครื่องมือเข้ามาช่วยในการทดสอบ จึงเป็นวิธีที่ช่วยลดขั้นตอน และระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์เมื่อเทียบกับการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ เทคนิคแก๊สโครมาโต-กราฟี (Gas Chromatography, GC) เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์กลิ่น เนื่องจากสารที่ให้กลิ่นส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่ายสามารถวิเคราะห์ได้ดีด้วยเทคนิคนี้ แต่ด้วยข้อจำกัดของเทคนิค GC ที่ต้องแยกสารผสมได้อย่างสมบูรณ์ทำให้เทคนิคนี้จะต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์นานมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการนำมาใช้งานร่วมกับเทคนิค Ion Mobility Spectrometry (IMS) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้การแยกไอออนโดยอาศัยความสามารถในการเคลื่อนที่ของไอออนมาช่วยในการวิเคราะห์ ทำให้เกิดการแยกสารผสม 2 ขั้น จึงทำให้สามารถแยกสาร VOCs ได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

GC-IMS เป็นเทคนิคการแยก และวิเคราะห์สารผสมที่อยู่ในรูปของสารระเหย โดยขั้นตอนการทำงานงานจะเริ่มจากนำตัวอย่างที่อยู่ในรูปสารระเหยเข้าสู่ระบบที่ส่วนฉีดสาร จากนั้นสารตัวอย่างจะถูกพาเข้าสู่คอลัมน์ เพื่อทำการแยกสารผสมออกจากกันและเข้าสู่ IMS เพื่อแยกไอออนของสารผสม (ที่อาจจะไม่แยกที่คอลัมน์) ทำให้เกิดการแยกสารแบบสองขั้น ช่วยให้การวิเคราะห์สารผสมทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ดังแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของเครื่อง GC-IMS

วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์สาร VOCs ด้วยระบบ GC-IMS สามารถใช้เทคนิค **เฮดสเปซ (Headspace)** ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้สำหรับการสกัดสาร VOCs โดยขั้นตอนการทำงานเริ่มจาก การให้ความร้อนกับขวดใส่ตัวอย่างที่ปิดสนิทเพื่อให้สาร VOCs ระเหย จากนั้นจึงนำไอระเหยของสารที่สนใจเข้าสู่เครื่อง GC-IMS เพื่อแยกและวิเคราะห์ถัดไป ดังแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 2 วิธีการนี้ช่วยลดขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างให้สามารถทำได้รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก ช่วยลดการใช้สารละลายในการสกัด และลดสารละลายของเสียอีกด้วย

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการสกัดด้วยเทคนิคเฮดสเปซ

เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์

รูปที่ 3 แสดงเครื่อง HS-GC-IMS

เตรียมตัวอย่าง

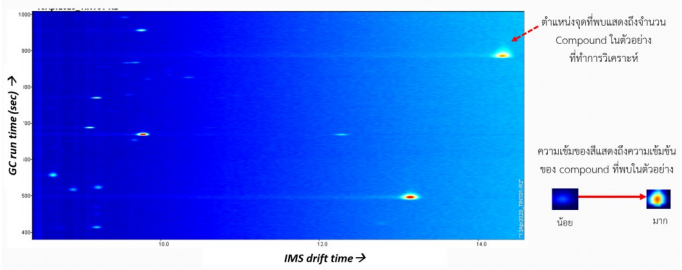
ตัวอย่างของแข็ง บดตัวอย่างให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัมลงในขวดตัวอย่างขนาด 20 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่นแล้วนำไปวางบนเครื่องเตรียมตัวอย่างอัตโนมัติ

ตัวอย่างของเหลว ปิเปตตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ลงในขวดตัวอย่างขนาด 20 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่นแล้วนำไปวางบนเครื่องเตรียมตัวอย่างอัตโนมัติ

เครื่องเตรียมตัวอย่างอัตโนมัติชนิดเฮดสเปซ	
Incubation Temp (°C)	70
Incubation Time (min)	30
Syringe Temp (°C)	100
Injection volume (µl)	300
พารามิเตอร์ของเครื่อง GC	
Column	TG-WaxMS
Injector Temp (°C)	150
Split ratio	10:1
Column Flow (ml/min)	1.5
Oven Temp (°C)	50
Run time (min)	20
พารามิเตอร์ของเครื่อง IMS	
IMS Temp (°C)	50
Drift Gas Flow (ml/min)	150

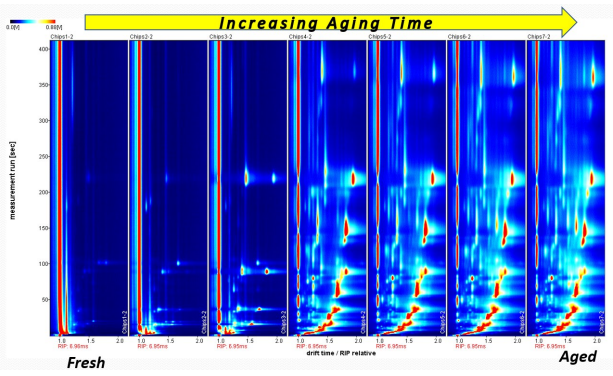
ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์เพื่อดูจำนวนชนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีอยู่ในตัวอย่างสามารถดูได้จากตำแหน่งของจุดสี (color plot) ในโครมาโตแกรม และเปรียบเทียบความเข้มของสารแต่ละชนิดโดยดูจากสีของจุดที่ตรวจพบ ซึ่งตำแหน่งของจุดที่ปรากฏ จะบ่งบอกชนิดของ VOCs ที่ตรวจพบในตัวอย่างนั้นๆ และความเข้มของสีที่แสดง จะบ่งบอกถึงปริมาณของสารชนิดนั้นๆ โดยเมื่อมีความเข้มของสีมาก ก็จะมีความเข้มข้นของสารชนิดนั้นมากด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4

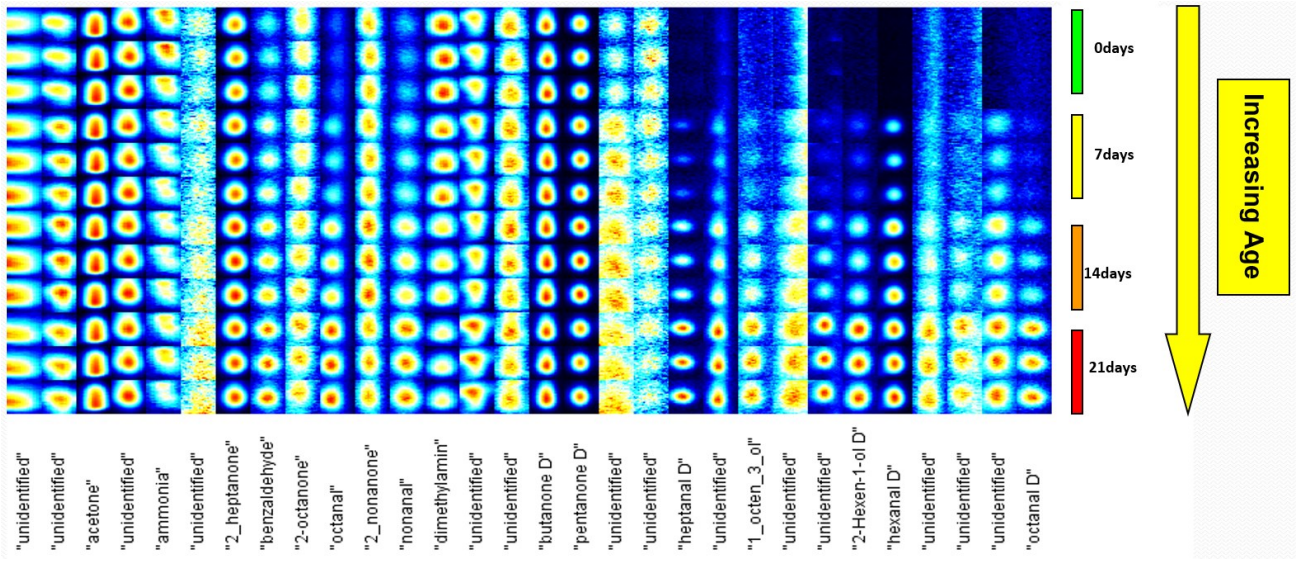


รูปที่ 4 โครมาโตแกรมแสดงสาร VOCs ที่ตรวจพบในตัวอย่าง

และสามารถการเปรียบเทียบโครมาโตแกรมของตัวอย่างเพื่อดูความแตกต่างของตัวอย่างแต่ละตัวได้ เพื่อช่วยในการตรวจติดตาม หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังตัวอย่างรูปที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบสาร VOCs ที่ตรวจพบได้ในตัวอย่างมันฝรั่งทอดกรอบ ที่ตรวจวิเคราะห์ที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาแตกต่างกันเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ว่าเมื่อมีอายุการเก็บรักษาที่มากขึ้นก็จะตรวจพบชนิดและปริมาณของสาร VOCs มากขึ้นซึ่งอาจจะส่งผลต่อคุณภาพของสินค้าด้วยเช่นเดียวกัน การนำเทคนิค GC-IMS มาช่วยในการวิเคราะห์จะช่วยให้การตรวจติดตามเพื่อแก้ไข ปรับปรุงตลอดจนพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถทำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถเลือกเปรียบเทียบเฉพาะสารที่สำคัญเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการผลิต หรือ คัดเลือกวัตถุดิบได้ เช่นการเปรียบเทียบความสดของนมดังแสดงในรูปที่ 6



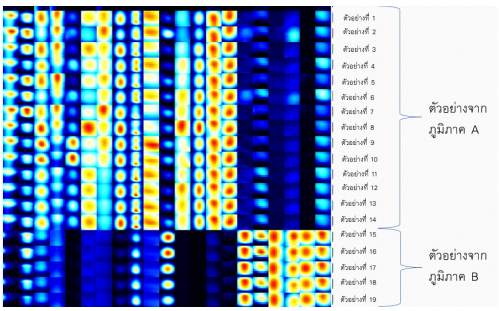
รูปที่ 5 โครมาโตแกรมเปรียบเทียบการวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างมันฝรั่งทอดกรอบที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน



รูปที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน โดยแกน X แสดงชนิดของ VOCs และ แกน Y แสดงถึงปริมาณของ VOCs ชนิดนั้นๆ

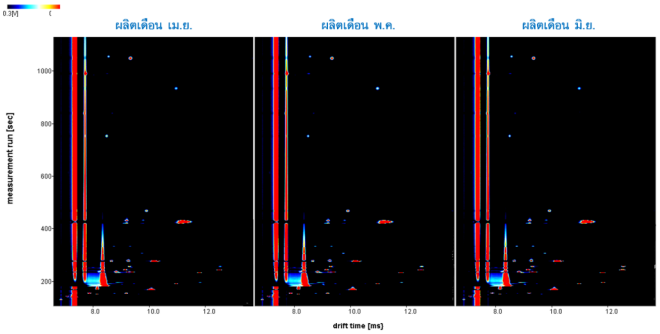
จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าสารบางชนิดมีความเข้มข้นสูงขึ้นเมื่อตัวอย่างมีอายุในการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้เป็นข้อบ่งชี้ และใช้ในการคัดเลือกวัตถุดิบซึ่งวิธี GC-IMS สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว ทำให้กระบวนการผลิตสามารถทำต่อเนื่องได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ในการคัดเลือกวัตถุดิบ บางครั้งจำเป็นต้องเปลี่ยนผู้จำหน่ายจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งการเปลี่ยนวัตถุดิบในการผลิตอาจจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ได้เช่นเดียวกันดังนั้น การวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้ตรงตามวัตถุประสงค์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถนำผลการวิเคราะห์ด้วย GC-IMS ไปประยุกต์ใช้โดยสามารถเปรียบเทียบวัตถุดิบแต่ละแหล่งเพื่อหาแหล่งทดแทนได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 7 เป็นการเปรียบเทียบมะม่วงสุกสายพันธุ์เดียวกันจากแหล่งต่างๆ ที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันและต่างภูมิภาค จะเห็นได้ว่ามะม่วงสุกที่มาจากแหล่งผลิตภูมิภาคเดียวกันให้ผลการวิเคราะห์รูปแบบของสาร VOCs ที่ตรวจวัดได้คล้ายกัน แต่เมื่อเป็นตัวอย่างมาจากคนละภูมิภาคกลับให้รูปแบบของสาร VOCs ที่ตรวจวัดได้มีความแตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลนี้ทำให้ง่ายต่อการคัดเลือกวัตถุดิบเพื่อหาทดแทนหรือลดต้นทุนในการผลิต แต่ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้เช่นเดิม เป็นต้น



รูปที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวอย่างมะม่วงสุกจากแหล่งต่างๆ

สำหรับการนำเทคนิค GC-IMS ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิต หรือ การตรวจสอบระบบของกระบวนการผลิต สามารถนำผลการวิเคราะห์รูปแบบของสาร VOCs ที่ตรวจวัดได้ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบกับรูปแบบของสาร VOCs เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการตรวจสอบคุณภาพ ดังตัวอย่างรูปที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีการแต่งกลิ่น แสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ต่างล๊อตการผลิตที่ยังคงมีรูปแบบของสาร VOCs คงเดิม สามารถนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพได้



รูปที่ 8 โครมาโตแกรมเปรียบเทียบการวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ผลิตเดือน เม.ย. พ.ค. และมิ.ย.

นอกจากการนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เพื่อการควบคุมคุณภาพแล้ว ยังสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ระหว่างผู้ผลิตได้ เนื่องจากสินค้าหรือผลิตภัณฑ์บางชนิดมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สามารถใช้เพื่อมาบ่งชี้คุณลักษณะเฉพาะได้ เช่น การเปรียบเทียบไวน์หรือเครื่องดื่มที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากโรงงานผู้ผลิตกับสินค้าลอกเลียนแบบ เป็นต้น

สรุป

การวิเคราะห์กลิ่นในผลิตภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่มมีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพของสินค้า ซึ่งอาจรวมไปถึงกลิ่นที่ปรากฏในวัตถุดิบก่อนการผลิตด้วย การนำเทคนิค GC-IMS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์กลิ่นในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม จึงช่วยให้กระบวนการควบคุมคุณภาพสินค้าทั้งก่อนระหว่างและหลังผลิตสามารถทำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถตรวจสอบเพื่อหาทางป้องกัน แก้ไขความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีเฮดสเปซสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้เป็นวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้ได้กับตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นของเหลวและของแข็ง ไม่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และช่วยลดของเสียจากห้องปฏิบัติการอีกด้วย

นอกเหนือจากการนำเทคนิค GC-IMS ไปประยุกต์ใช้ในด้านการวิเคราะห์รูปแบบของสาร VOCs ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างแล้ว การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อหาความเข้มข้นของสารที่สนใจก็ทำได้เช่นเดียวกันกับเทคนิค GC โดยทั่วไป เช่น การหาปริมาณสาร vicinal diketones (VDKs) ในเครื่องดื่มเบียร์ เป็นต้น

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเครื่อง GC-IMS

1) การจำแนกชนิดของน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์
2) การจำแนกน้ำผึ้งตามแหล่งที่มาเพื่อจำหน่าย
3) การวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ
4) การวิเคราะห์เพื่อหาแหล่งวัตถุดิบทดแทน
5) การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อนจัดจำหน่าย
6) การตรวจติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังบรรจุ
7) การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตต่างๆ
8) การหาเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์
9) การวิเคราะห์ปริมาณของสารที่สนใจในผลิตภัณฑ์
10) การวิเคราะห์สาร VOCs จากบรรจุภัณฑ์

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

FlavourSpec®GC-IMS พร้อมเครื่องเตรียมตัวอย่างชนิดเฮดสเปซ

- เครื่องมือสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม (Stand-alone)
- มีหน้าจอสำหรับควบคุมการทำงานและแสดงสถานะบริเวณหน้าเครื่อง
- ใช้แก๊สไนโตรเจนเป็นแก๊สพา (Carrier gas) ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย
- มีโหมดสำหรับทำความสะอาดระบบก่อนเริ่มงาน
- สามารถเลือกวิเคราะห์ในโหมด Positive หรือ Negative ได้
- สามารถเลือกจัดการผลการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติหรือแบบปรับตั้งค่าเองได้
- สามารถเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ไว้ในเครื่องมือได้และสามารถนำข้อมูลออกมาจากเครื่องมือเพื่อทำการประมวลผลผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้
- รองรับการวิเคราะห์ตัวอย่างได้ต่อเนื่องสูงสุด 60 ตัวอย่าง
- มีระบบอุ่นขวดตัวอย่างที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้สูงสุด 200 องศาเซลเซียส
- เข็มฉีดตัวอย่างสามารถควบคุมอุณหภูมิได้สูงสุด 150 องศาเซลเซียส
- มีระบบทำความสะอาดเข็มฉีดตัวอย่างด้วยแก๊สเฉื่อยอัตโนมัติ

ติดตามแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ ได้ที่ https://www.scispec.co.th

SciSpec
บริษัท ซายน์ สเปค จำกัด
10 กาญจนาภิเษก ซอย 0010 แยกสอง
เขตบางแค กทม. 10160
โทร 02-454-8533

/scispec
@scispec

ThermoFisher SCIENTIFIC