

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

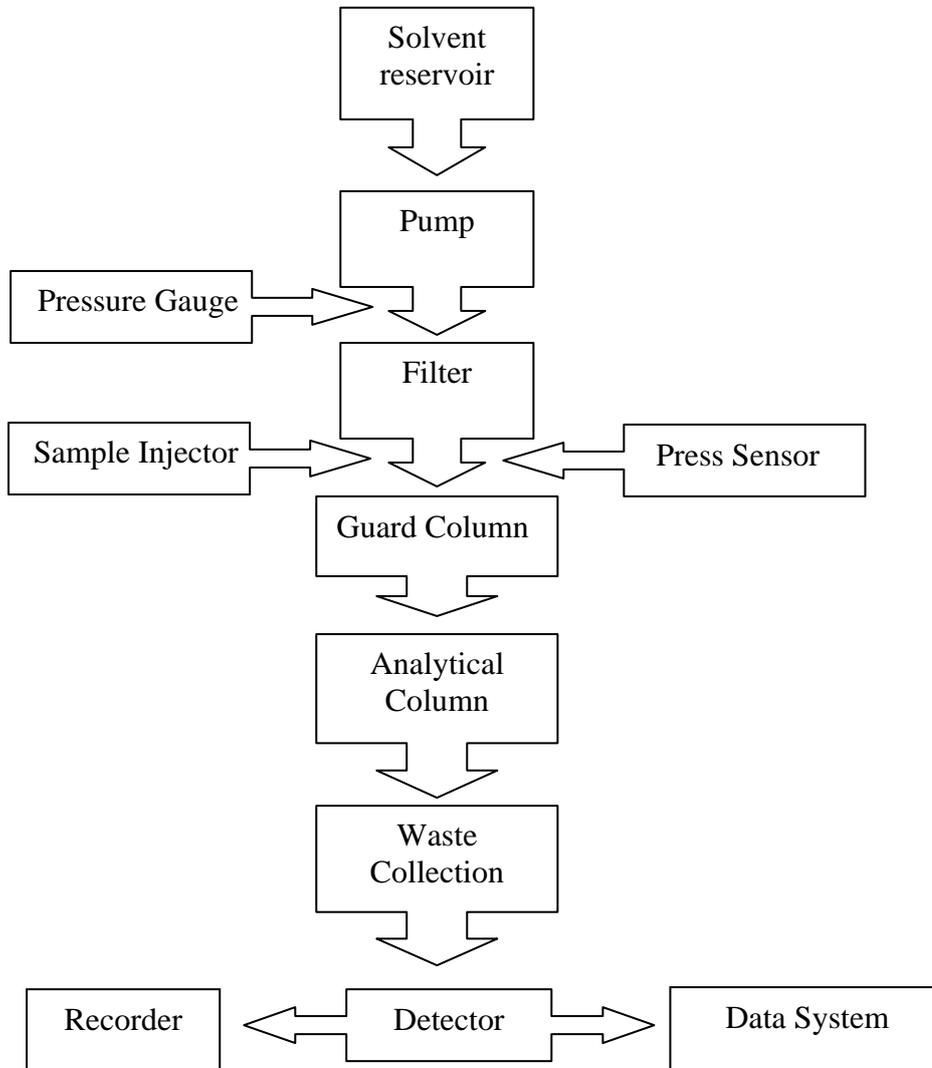
1. เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC)

โครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography หรือ HPLC) หรือบางครั้งเรียกว่าโครมาโทกราฟีของเหลวภายใต้ความดันสูง (high pressure liquid chromatography) เป็นเทคนิคการแยกสารผสมที่ได้พัฒนามาจากโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ดั้งเดิม (classical column liquid chromatography เรียกย่อ ๆ ว่า classical LC) โดยแตกต่างกันตรงที่เทคนิค HPLC ได้มีการปรับแต่งระบบการแยกในหลายแง่มุม เพื่อให้ได้สมรรถนะสูงสุด โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มความเร็ว เพิ่มอำนาจการแยกและความว่องไวในการตรวจวัด ประกอบด้วยการพัฒนาให้มีการทำงานที่เที่ยงตรง และให้การไหลที่ปราศจากการการกระตุก อุปกรณ์สำหรับการฉีดตัวอย่างที่เอื้ออำนวยสำหรับการฉีดตัวอย่างได้อย่างเที่ยงตรง คอลัมน์ที่มีประสิทธิภาพ และให้ความจำเพาะต่อการแยกสาร และการตรวจวัดที่มีความไวสูง มีการตอบสนองที่รวดเร็ว และมีความจำเพาะในการตรวจวัดสาร

โครมาโทกราฟีเป็นเทคนิคการแยกองค์ประกอบของสารผสมแบบกายภาพเคมี (physico chemical method) การแยกเกิดขึ้นได้เนื่องจากอันตรกิริยา (interaction) หรือการกระจายตัวที่แตกต่างกัน (differential distribution) ของแต่ละองค์ประกอบในสารผสมระหว่าง 2 เฟส คือเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่มีคุณสมบัติเป็นของไหลซึ่งอาจเป็นของเหลว (liquid chromatography หรือ LC) หรือเป็นแก๊ส (gas chromatography) เป็นตัวพาตัวอย่างเคลื่อนที่ผ่านอีกเฟสหนึ่งซึ่งอยู่กับที่ (stationary phase) ที่มีพื้นที่ผิวมากทำหน้าที่เป็นตัวแยกและอาจเป็นของแข็ง หรือเจล (gel) โดยตรงที่ stationary phase อาจอยู่ในรูปแบบที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ (column chromatography) ซึ่งการกระจายตัวที่แตกต่างกันขององค์ประกอบ ระหว่าง 2 เฟส อันเนื่องมาจากความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพหรือสมบัติทางเคมี เช่น จุดเดือด การละลาย ความมีขั้ว เป็นต้น ทำให้แต่ละองค์ประกอบเคลื่อนที่ผ่าน stationary phase ด้วยอัตราเร็วที่ต่างกันซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญ และนำไปสู่การแยกในที่สุด

ส่วนประกอบของเครื่อง

Hight performance liquid chromatography หรือ HPLC โดยทั่วไปจะประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังแผนภาพ



รูปที่ ก.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง Hight performance liquid chromatography หรือ HPLC

1. ภาชนะบรรจุตัวทำละลาย (solvent reservoir)

ภาชนะบรรจุตัวทำละลายหรือวัฏภาคเคลื่อนที่ เป็นภาชนะปากแคบทำด้วยแก้วหรือเหล็กกล้าไร้สนิม ใช้บรรจุตัวทำละลายและวัฏภาคเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร ภายในภาชนะมีท่อเทฟลอน (Teflon) หรือฟลูออโรพอลิเอทิลีน (PTFE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว พาตัวทำละลายและวัฏภาคเคลื่อนที่ไปยังปั๊ม ส่วนปลายท่อซึ่งจุ่มอยู่ในตัวทำละลายมีตัวกรองทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ขนาดรูกรอง 2 มิลลิลิตร ทำหน้าที่กรองอนุภาคสิ่งปนเปื้อน ซึ่งหากปล่อยให้เข้าไปในระบบจะทำให้เกิดการอุดตันโดยเฉพาะปั๊ม สารกันรั่วและลิ้น ส่วนบนภาชนะต้องปิดด้วยฝาหรือฟอยล์ ป้องกันการระเหยของตัวทำละลายและป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก

2. ปั๊มและระบบนำส่งตัวทำละลาย (pump and solvent delivery system)

ทำหน้าที่ขับเคลื่อนวัฏภาคเคลื่อนที่ให้ไหลผ่านเข้าสู่ระบบ High performance liquid chromatography ในอัตราเร็วที่เลือกหรือโปรแกรมไว้ ปั๊มที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

- ทำงานที่ความดันสูง ๆ 3,000 – 6,000 psi
- อัตราการไหลแต่ละครั้งคงที่ สามารถดูดสารละลายด้วยอัตราการไหลตั้งแต่ 0.1 – 10 มิลลิลิตรต่อนาที
- ส่วนประกอบของปั๊มเป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้
- มีระบบจำกัดความดัน
- ขั้นตอนการบำรุงรักษาน้อย

3. ที่ฉีดสาร (injector)

injector เป็นอุปกรณ์ฉีดตัวอย่างเข้าสู่ระบบ HPLC ซึ่งจะต้องมีคุณลักษณะที่เอื้ออำนวยให้สามารถฉีดตัวอย่างภายใต้ความดันสูง โดยมีปริมาตรการฉีดที่แม่นยำและสม่ำเสมอ โดยทั่วไป injector ต่ออยู่กับ sample loop ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลวงที่ถูกนำมาขดเป็นวง โดยมีปริมาตรภายในท่อเป็นตัวกำหนดปริมาตรของตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ ขนาดของ sample loop ที่จำกัดนี้สามารถเปลี่ยนได้เป็น 10 หรือ 20 ไมโครลิตร เป็นต้น โดยทั่วไปการฉีดตัวอย่างโดยใช้ injection valve ที่ใช้ท่อที่ตัดอย่างระมัดระวัง เพื่อให้ได้ความยาวที่ต้องการ จะให้ความแม่นยำและความถูกต้องสูงกว่าการใช้ injector ที่มีปริมาตรตัวอย่างกำหนด โดยกระบอกฉีด ในการฉีดตัวอย่าง โดยทั่วไป อุปกรณ์ injection valve นี้ยังต้องให้การฉีดที่สม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่า การฉีดตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์นั้นเป็นอิสระจากความหนืดของตัวอย่าง ในกรณีที่ต้องการประสิทธิภาพสูงสุด

injection นั้นไม่ควรให้มี dead volume ที่อาจทำให้เกิดการผสมกันและเจือจางขององค์ประกอบของตัวอย่าง

4. ตัวป้องกันคอลัมน์ (guard column)

ตัวป้องกันคอลัมน์นิยมต่อเข้ากับคอลัมน์ เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของคอลัมน์เนื่องจากจะเป็นตัวที่ช่วยกรองอนุภาคหรือสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมากับตัวทำละลายและจากสารตัวอย่าง นอกจากนี้ตัวป้องกันคอลัมน์ยังทำให้สารละลายเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) อิ่มตัวด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) เพื่อลดการสูญเสียสารละลายเฟสเคลื่อนที่ในคอลัมน์

5. คอลัมน์ (column)

คอลัมน์จัดเป็นหัวใจของ HPLC ในการแยกสาร มักเป็นท่อเรียบทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) อาจเป็นส่วนน้อยที่ทำจากแก้วหนาซึ่งทนความดันได้น้อยกว่า 6,000 psi ส่วนปลายมีตาข่ายเล็ก ๆ เพื่อป้องกันการรั่วของเฟสคงที่ คอลัมน์ส่วนใหญ่มีความยาว 10 – 30 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายในคอลัมน์ 4 – 10 มิลลิเมตร วัสดุที่ใช้ภายในคอลัมน์มีขนาดอนุภาค 3,5 และ 10 ไมโครเมตร คอลัมน์ที่ใช้งานทั่วไปมักมีความยาว 25 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์ 4.6 มิลลิเมตร และขนาดอนุภาคของวัสดุที่ใช้ 5 ไมโครเมตร คอลัมน์ชนิดนี้มี 40,000 – 60,000 plate/meter วัสดุที่นิยมใช้เป็นเฟสคงที่ คือ silica gel ที่จับกับหมู่ alkane ที่นิยมใช้คือ C-18 หรือ Octadecylsilane (ODS) มีข้อควรระวัง คือ สามารถละลายได้ใน pH ที่เป็นด่าง ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานในช่วงที่มี pH มากกว่า 7.5

6. เครื่องตรวจวัด (detector)

เครื่องตรวจวัดอาจจำแนกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ คือ เครื่องตรวจวัดที่มีความจำเพาะต่อตัวถูกละลาย ได้แก่ UV, Fluorescence และ Electrochemical ซึ่งตรวจวัดคุณสมบัติของโมเลกุลสาร และเครื่องตรวจวัดที่มีความจำเพาะต่อมวล (mass specific detector) เครื่องตรวจวัดเหล่านี้ได้รับการพัฒนาโดยมุ่งเน้นในเรื่องความไว (sensitivity) การตอบสนองที่รวดเร็ว และการลดการขยายของแถบ (band spreading)

เครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้มากที่สุดใน HPLC ได้แก่ Ultraviolet Absorbance (UV) และ Refractive Index (RI)

เครื่องตรวจวัดชนิด UV มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์สารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ เครื่องตรวจวัดชนิดนี้มีทั้งแบบความยาวคลื่นเดี่ยว และแบบที่เปลี่ยนความยาวคลื่นได้ ในช่วง 190 – 325 นาโนเมตร การดูดกลืนแสง UV นี้เป็นคุณสมบัติของโมเลกุล ดังนั้นแต่ละสารประกอบ จึงมีการ

คูดกลืนแสงที่จำเพาะของตัวเอง เครื่องวัดชนิด UV จัดเป็นชนิดที่มีความไวสูง สามารถตรวจวัดสาร
มากประเภท ในปริมาณต่ำถึงระดับนาโนกรัม ส่วนเครื่องตรวจวัดชนิด IR ใช้ในการตรวจวัดสารที่
มี functional group ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการวัดด้วย UV



รูปที่ ก.2 แสดงเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) บริษัท SHIMADSU
รุ่น LC-10AD



รูปที่ ก.3 แสดงเครื่องหมุนเหวี่ยงบริษัท Hettich รุ่น UNIVERSAL 32

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในการวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

1.1 สารละลายมาตรฐาน (stock standard solution)

1.1.1 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 1,000 mg/L ละลายในเมทานอล

- ชั่งกรดเบนโซอิกหนัก 0.0539 กรัม ละลายในเมทานอลแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร
- ชั่งกรดซอร์บิกหนัก 0.0509 กรัม ละลายในเมทานอลแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร

1.2 สารละลายใช้งาน (working standard solution)

1.2.1 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 0.05 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 100 mg/L ปริมาตร 5 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.2 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 1 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 10 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.3 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 5 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 50 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.4 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 10 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.5 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 30 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 300 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.6 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 50 mg/L
- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.7 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 70 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 700 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.8 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 100 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.9 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 200 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 2,000 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.10 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 400 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 4,000 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.11 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 600 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 6,000 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1.2.12 สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 800 mg/L

- ปิเปตสารที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/L ปริมาตร 8,000 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ ครบ 10 มิลลิลิตร

1.3 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.01 M ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- ชั่งแอมโมเนียมอะซิเตตหนัก 0.3854 กรัม ละลายด้วยน้ำและปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร

1.4 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.005 M ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- ชั่งแอมโมเนียมอะซิเตตหนัก 0.1927 กรัม ละลายด้วยน้ำและปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ก

การคำนวณ

1. การคำนวณหาความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่าง

จากกราฟมาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกกับพื้นที่ใต้พีคจะได้สมการเส้นตรง ดังนี้

$$y = 167517x + 183559 \quad \dots\dots (1)$$

เมื่อ x = ความเข้มข้นของกรดเบนโซอิก

$$y = \text{พื้นที่ใต้พีค}$$

จากกราฟมาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซอร์บิกกับพื้นที่ใต้พีคจะได้สมการเส้นตรง ดังนี้

$$y = 191206x + 72924 \quad \dots\dots (2)$$

เมื่อ x = ความเข้มข้นของกรดซอร์บิก

$$y = \text{พื้นที่ใต้พีค}$$

ตัวอย่างการคำนวณความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกในตัวอย่างน้ำพริกเผาปลากลุ่มแม่บ้านบึงหลวง จากการวิเคราะห์ได้พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย เท่ากับ 8627659 (ตารางที่ ง.3) จากสมการที่ (1) เมื่อแทนค่าพื้นที่ใต้พีคจะได้

$$y = 167517x + 183559$$

$$8627659 = 167517x + 183559$$

$$x = 50.40 \text{ mg/L}$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกในสารละลายตัวอย่างเท่ากับ 50.41 mg/L

แต่ในการทดลองใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ทำการสกัดด้วยเอม โมนีเยมอะซิเตดปริมาตร 50 มิลลิลิตร

ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มีกรดเบนโซอิก = 50.41 mg

$$\text{ถ้าสารละลาย } 50 \text{ มิลลิลิตร มีกรดเบนโซอิก} = \frac{50.41 \times 50}{1,000} \text{ mg}$$

$$= 2.520 \text{ mg}$$

แสดงว่าในตัวอย่าง 5 g มีกรดเบนโซอิก = 2.520 mg

$$\text{ถ้าในตัวอย่าง } 1,000 \text{ g มีกรดเบนโซอิก} = \frac{2.520 \times 1,000}{5}$$

$$= 504.07 \text{ mg}$$

ดังนั้น สารตัวอย่างมีปริมาณกรดเบนโซอิกเท่ากับ 504.07 mg/kg

2. การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD)

$$\% \text{ RSD} = (S / \bar{X}) \times 100$$

เมื่อ S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ค่าเฉลี่ย

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (% Recovery)

$$\% \text{ Recovery} = \left[\frac{(C_{\text{sample}} + C_{\text{std}}) - C_{\text{sample}}}{C_{\text{std}}} \right] \times 100$$

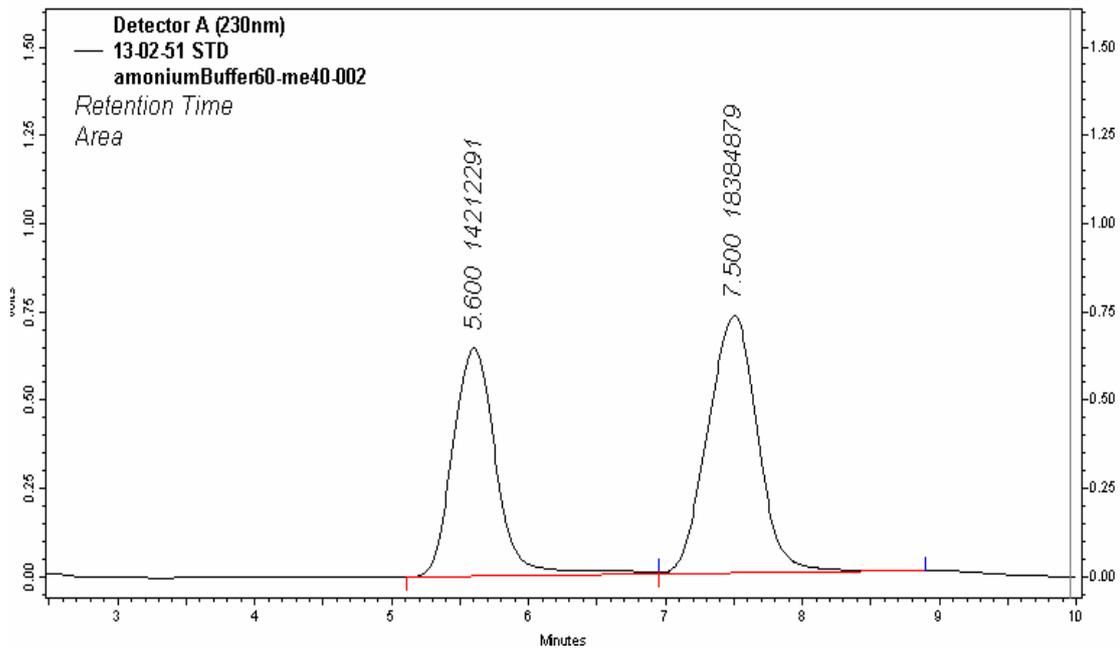
เมื่อ C_{sample} = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่มีอยู่ในตัวอย่าง (mg/L)

C_{std} = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (mg/L)

ภาคผนวก ง

โครมาโทแกรมและผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. โครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง



รูปที่ ง.1 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 100 mg/L ที่เวลา 5.600 และ 7.500 นาที ตามลำดับ

รูปที่ ง.2 แสดงโครมาโทแกรมของกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 25 mg/L ที่เวลา และ นาที ตามลำดับ

วันที่ 27/02/2008 พ.ท.ได้พีคเบนโซอิก 14588156 ซอร์บิก 4725603

รูปที่ ง.3 แสดงโครมาโทแกรมของกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 75 mg/L ที่เวลา และ นาที ตามลำดับ

วันที่ 10/03/2008 พื้นที่ใต้พีคกรดเบนโซอิก 23514756 ซอร์บิก 14321357

2. โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริก 11 ตัวอย่าง จาก 5 แหล่งผลิต วิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง

ตารางที่ ง.1 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำพริกเผาปลาแม่บุญเรือง (แหล่งผลิตที่ 1 น้ำพริกแม่บุญเรือง 112/3 ต. เกยไชย อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์ 60120)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซอิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	10364771	60.64	606.45
2	10328592	60.43	604.28
3	10175171	59.51	595.05
เฉลี่ย	10289511	60.19	601.93

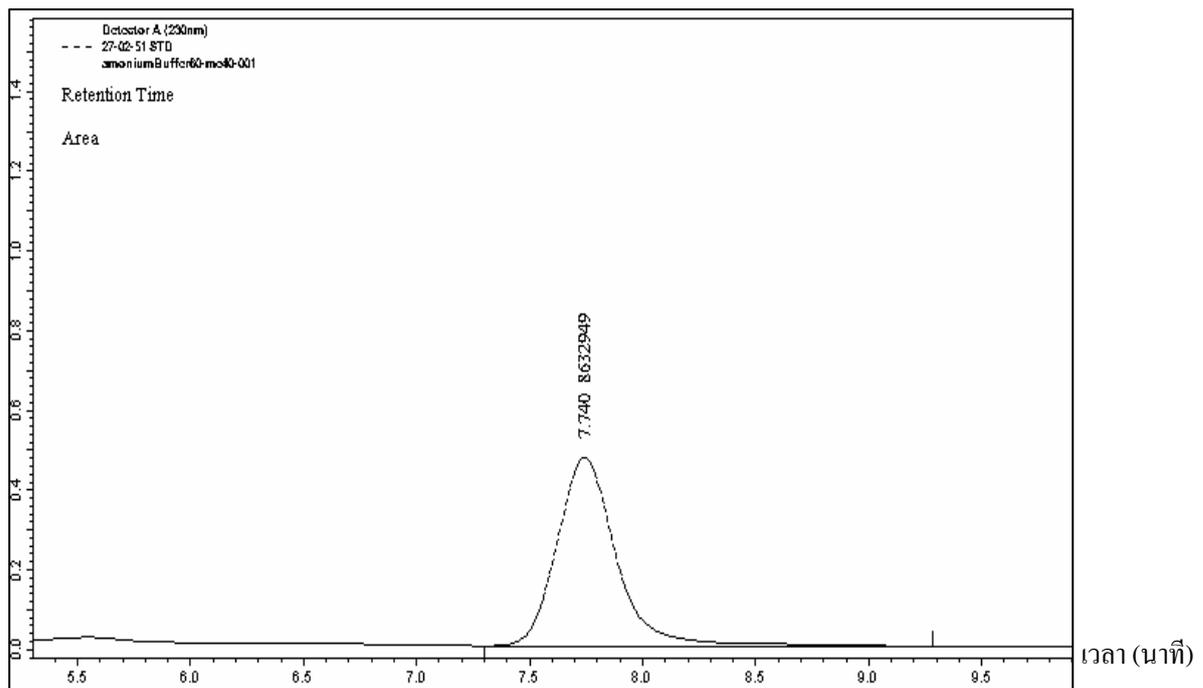
หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

รูปที่ ง.4 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาปลา – แมงดาแม่บุญเรือง (แหล่งผลิตที่ 1)

ตารางที่ ง.2 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำพริกเผาปลา - แมงดาแม่บุญเรือง (แหล่งผลิตที่ 1 น้ำพริกแม่บุญเรือง 112/3 ต. เกยไชย อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์ 60120)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซอิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	8632949	50.23	502.26
2	8626732	50.19	501.88
3	8250853	47.93	479.27
เฉลี่ย	8503511	49.45	494.47

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

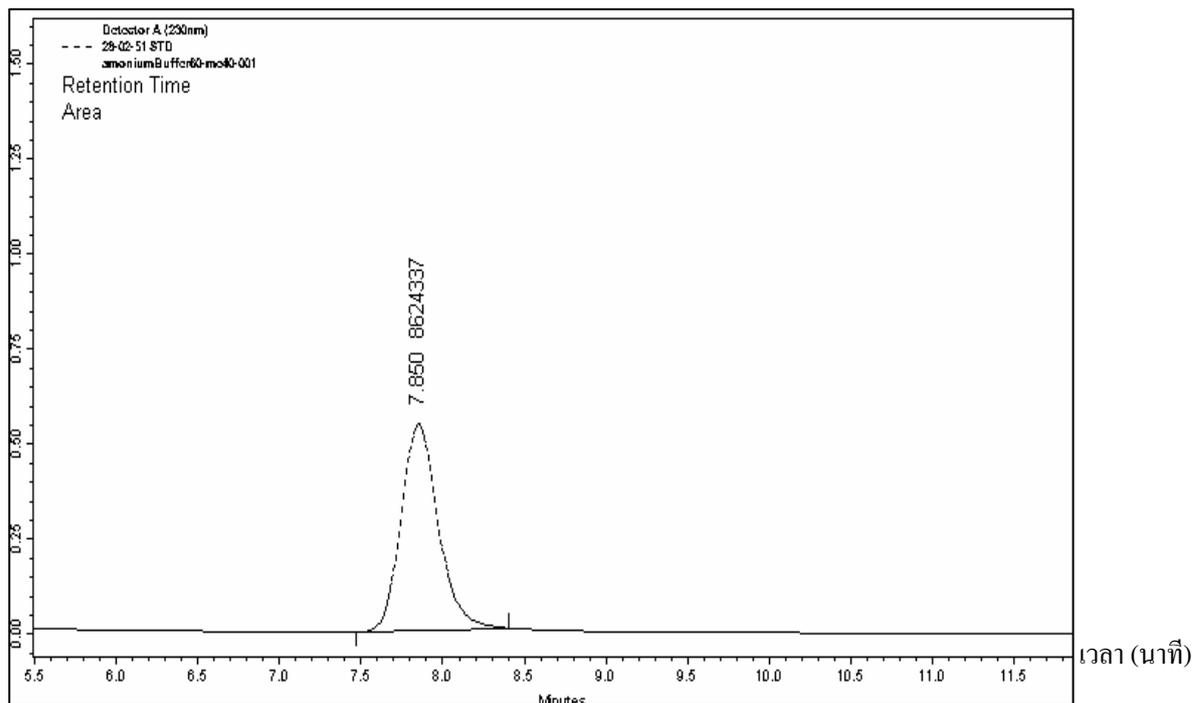


รูปที่ ง.5 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาปลา – แมงดาแม่บุญเรือง (แหล่งผลิตที่ 1)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกเผาปลา กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง (แหล่งผลิตที่ 2 กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง 1/1 หมู่ 6 ต. เกยไชย อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์ 60120)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	8081238	46.91	469.06
2	8624337	50.17	501.74
3	9177402	53.50	533.01
เฉลี่ย	8627659	50.19	501.27

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

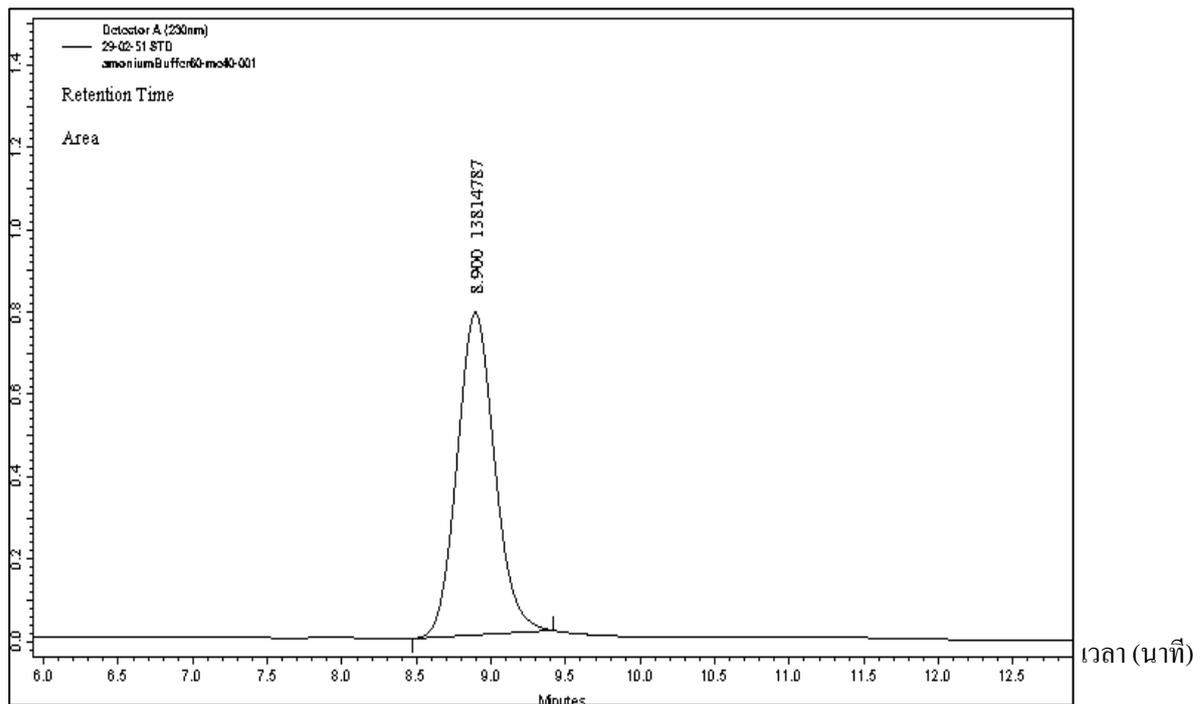


รูปที่ 3.6 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาปลา กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง (แหล่งผลิตที่ 2)

ตารางที่ ๔. ๔ แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกเผาแมงดา กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง (แหล่งผลิตที่ 2 กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง 1/1 หมู่ 6 ต. เกยไชย อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์ 60120)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	13814789	81.40	814.03
2	13805714	81.34	813.48
3	13363653	78.69	786.89
เฉลี่ย	13661385	80.48	804.80

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

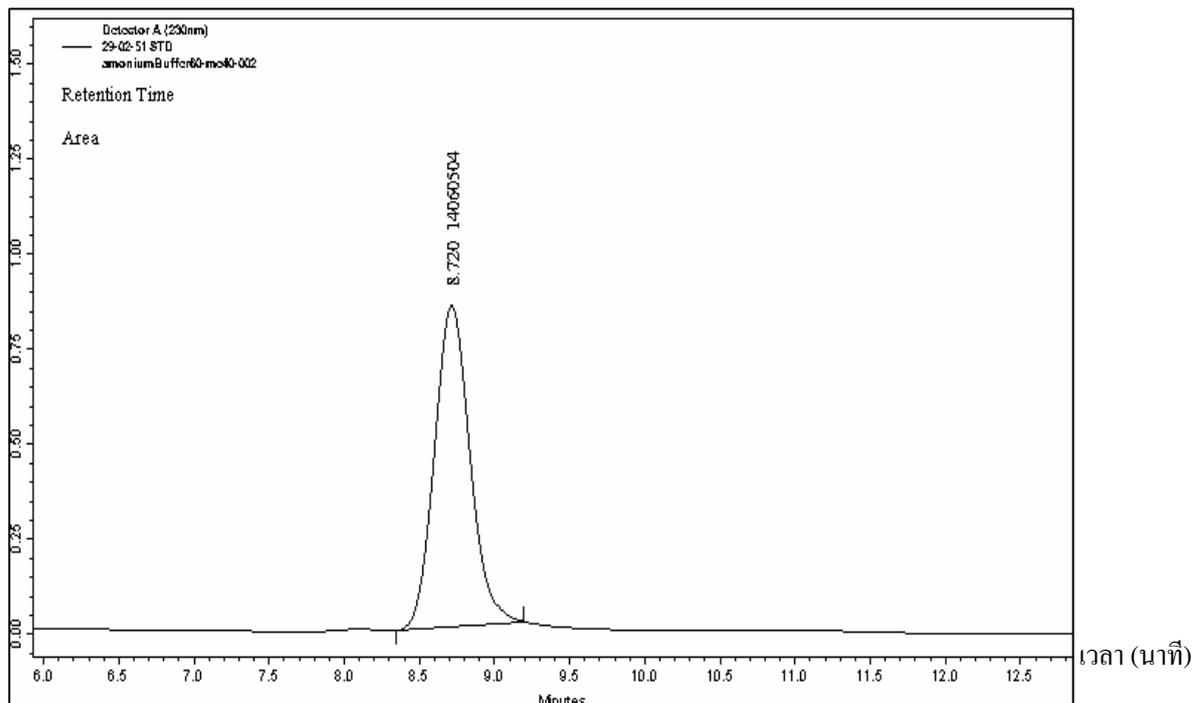


รูปที่ ๗.๗ แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาแมงดา กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง (แหล่งผลิตที่ 2)

ตารางที่ ๓. 5 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกปลาย่างแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3 กลุ่มแม่เกษตรกรพนมรอก ต. พนมรอก อ. ท่าตะโก จ. นครสวรรค์ 60160)

ครั้งที่	พื้นที่ได้พิก กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	14060504	82.88	828.81
2	13627099	80.27	802.74
3	14035736	82.73	827.32
เฉลี่ย	13907779	81.96	819.62

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

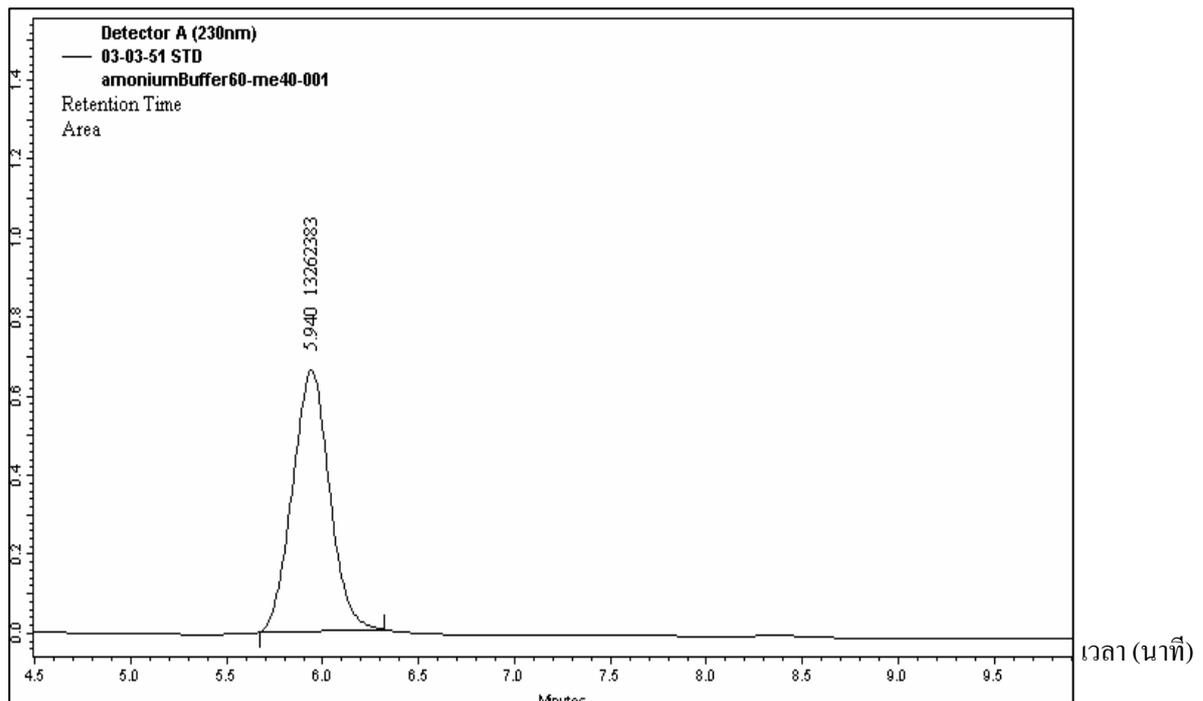


รูปที่ ๓.8 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกปลาย่างแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3)

ตารางที่ ๖. ๖ แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกเผาผัดแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3 กลุ่มเกษตรกรพนมรอก ต. พนมรอก อ. ท่าตะโก จ. นครสวรรค์ 60160)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีก กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	13262383	78.08	780.79
2	13474592	79.36	793.56
3	13269326	78.12	781.21
เฉลี่ย	13335434	78.52	785.19

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

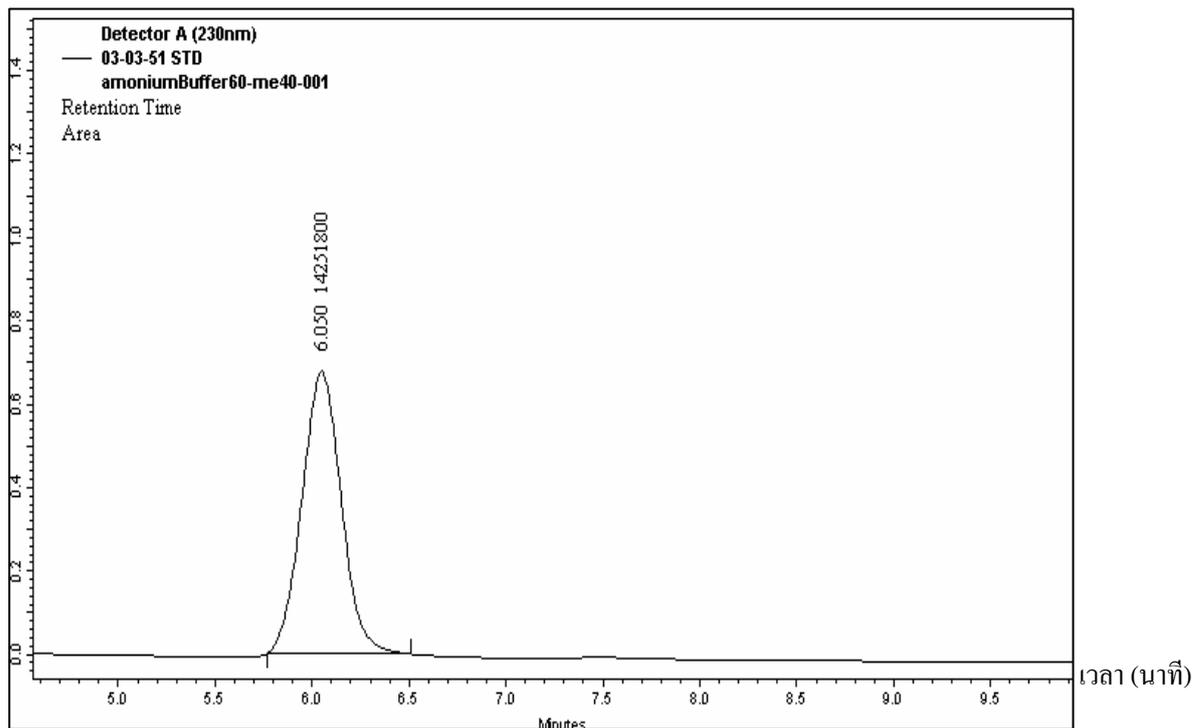


รูปที่ ๖.๙ แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาผัดแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3)

ตารางที่ ง.7 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกแมงดาแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3 กลุ่มแม่เกษตรกรพนมรอก ต. พนมรอก อ. ท่าตะโก จ. นครสวรรค์ 60160)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซอิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	14251800	84.03	840.32
2	13017907	76.61	766.08
3	13492804	79.46	794.66
เฉลี่ย	13587504	80.03	800.35

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L



รูปที่ ง.10 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกแมงดาแม่สุรินทร์ (แหล่งผลิตที่ 3)

ตารางที่ ง.8 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกเผากุ้ง (แหล่งผลิตที่ 4 น้ำพริกจากร้านจันทร์สุวรรณ ต.นครสวรรค์ต ก อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000)

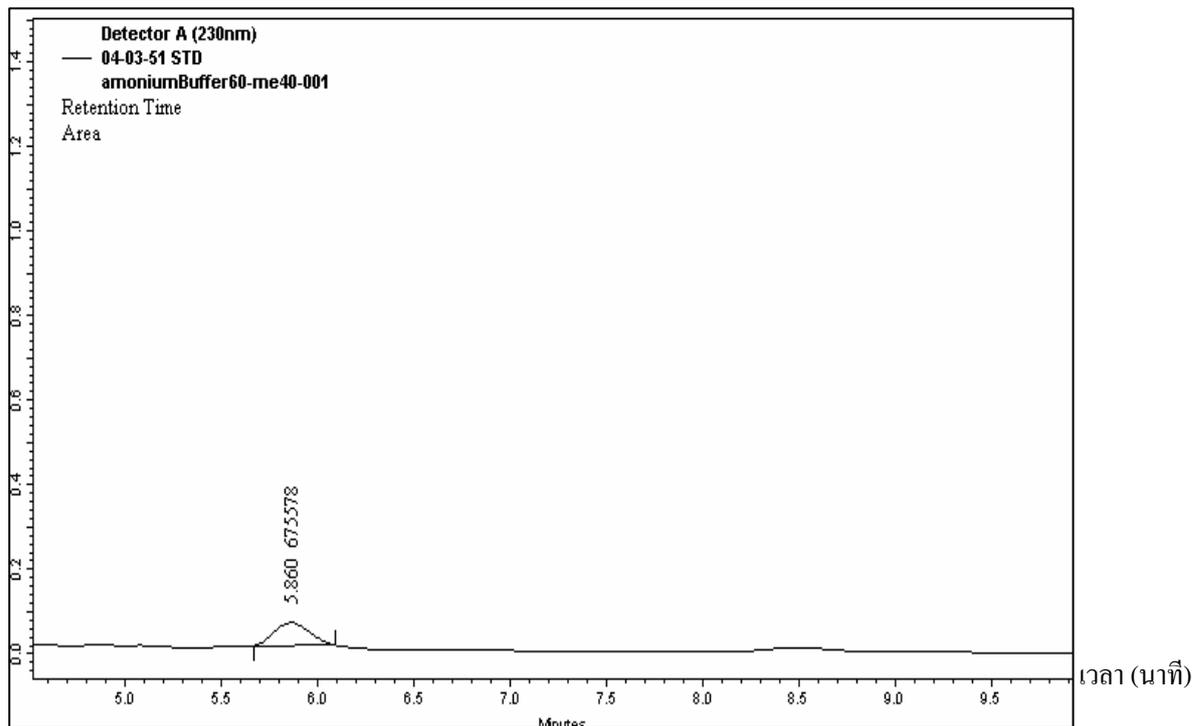
ครั้งที่	พื้นที่ได้พิก กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	-

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

ตารางที่ ง. 9 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกกากหมู (แหล่งผลิตที่ 4 น้ำพริกจากร้านจันทร์สุวรรณ ต.นครสวรรค์คต อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	619196	2.01	20.10
2	675578	2.34	23.49
3	651632	2.21	22.06
เฉลี่ย	648802	2.19	21.88

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

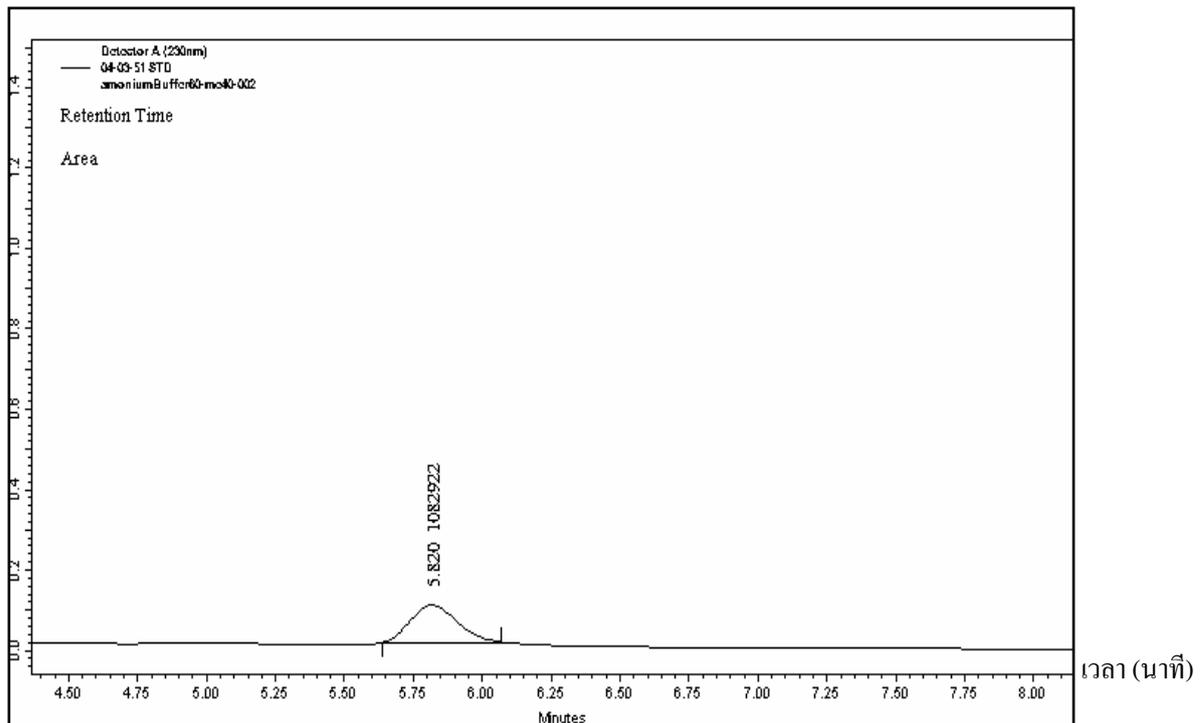


รูปที่ ง.12 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกกากหมูจันทร์สุวรรณ (แหล่งผลิตที่ 4)

ตารางที่ ง.10 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกเผาผัด (แหล่งผลิตที่ 5 น้ำพริกจากตลาดบ่อนไก่ ถนนโกสีย์ ต. ปากน้ำโพธิ์ อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีก กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซ อิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	1101922	4.91	49.15
2	1080953	4.79	47.88
3	1082922	4.80	48.01
เฉลี่ย	1088599	4.83	48.35

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L

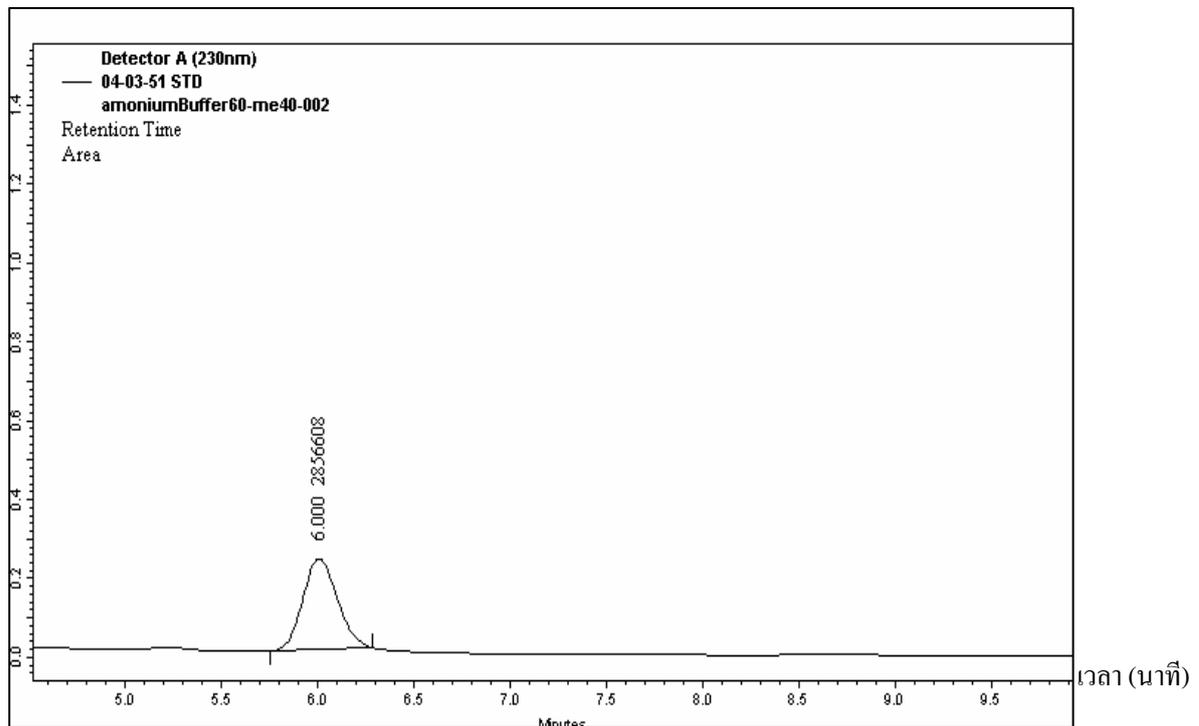


รูปที่ ง.13 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกเผาผัด (แหล่งผลิตที่ 5)

ตารางที่ ง.11 แสดงปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบ ในตัวอย่างน้ำพริกแมงดา (แหล่งผลิตที่ 5 น้ำพริกจากตลาดบ่อนไก่ ถนนโกสีย์ ต. ปากน้ำโพธิ์ อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000)

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค กรดเบนโซอิก	ความเข้มข้นกรดเบนโซอิก (mg/L)	ปริมาณกรดเบนโซอิก (mg/kg)
1	2856608	15.47	154.72
2	2830797	15.32	153.17
3	3109062	16.99	169.91
เฉลี่ย	2932156	15.93	159.27

หมายเหตุ : ตรวจไม่พบปริมาณกรดซอร์บิกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 mg/L



รูปที่ ง.14 แสดงโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำพริกแมงดา (แหล่งผลิตที่ 5)



รูปที่ ง.15 แสดงตัวอย่างน้ำพริกจากแหล่งผลิตที่ 1 น้ำพริกแม่บุญเรือง อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์



รูปที่ ง.16 แสดงตัวอย่างน้ำพริกจากแหล่งผลิตที่ 2 กลุ่มแม่บ้านบึงหลวง อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์



รูปที่ ง.17 แสดงตัวอย่างน้ำพริกจากแหล่งผลิตที่ 3 กลุ่มแม่เกษตรกรพรหมรอก อ. ท่าตะโก จ.
นครสวรรค์



รูปที่ ง.18 แสดงตัวอย่างน้ำพริกจากแหล่งผลิตที่ 4 ร้านจันทร์สุวรรณ อ. เมือง จ. นครสวรรค์



รูปที่ ง.19 แสดงตัวอย่างน้ำพริกจากแหล่งผลิตที่ 5 ตลาดบ่อนไก่ อ. เมือง จ. นครสวรรค์

ประวัติผู้ทำโครงการวิจัย

ชื่อ นางสาวจิรภาพรรณี หุมมาลี
วัน เดือน ปี 7 พฤษภาคม 2528
ภูมิลำเนา 68 หมู่ 3 ต.ห้วยคต อ. ห้วยคต จ. อุทัยธานี 61170
ประวัติการศึกษา - สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2542
จากโรงเรียนหนองฉางวิทยา อ. หนองฉาง จ. อุทัยธานี
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2545
จากโรงเรียนหนองฉางวิทยา อ. หนองฉาง จ. อุทัยธานี

ชื่อ นางสาวรัตนา พุ่มน
วัน เดือน ปี 22 มกราคม 2529
ภูมิลำเนา 60 หมู่ 3 ต.ท้อแท้ อ. วัดโบสถ์ จ. พิษณุโลก 65160
ประวัติการศึกษา - สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2543
จากโรงเรียนบ้านตาก “ประชาวิทยาคาร” อ.บ้านตาก จ. ตาก
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2546
จากโรงเรียนบ้านตาก “ประชาวิทยาคาร” อ.บ้านตาก จ. ตาก