

# ผลงานฉบับเต็ม

ของ

**นางภาวนาภุ เสמרสุด**

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

เลขที่ตำแหน่ง 741

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

ด้าน วิเคราะห์วิจัยคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

เลขที่ตำแหน่ง 741

กลุ่มงาน ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

# ผลงานฉบับเต็ม

ของ

นางภาวนาฏ เสมรสุต

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

เลขที่ตำแหน่ง 741

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

ด้าน วิเคราะห์วิจัยคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

เลขที่ตำแหน่ง 741

กลุ่มงาน ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

# การศึกษาชนิดและความปลอดภัยของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารและ ผลิตภัณฑ์การเกษตร

Study on Types and Safety of Plastic Packages for Food and Agricultural  
Products

ภาวนาภู เสมรสุต

## บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและความปลอดภัยของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร และผลิตภัณฑ์การเกษตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลแก่ส่วนราชการสำหรับวิธีวิเคราะห์ควบคุมลักษณะด้านความปลอดภัยของผู้บริโภคและเป็นแนวทางสำหรับผู้ผลิตในการปรับปรุงคุณภาพของภาชนะพลาสติกที่บรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรที่ผลิตในประเทศ และที่มีการส่งออก เพื่อสนับสนุนส่งเสริมการส่งออกให้ได้คุณภาพมาตรฐานที่กำหนดระหว่างประเทศ การวิเคราะห์ใช้ทั้งวิธี Instrument Method และ Wet Chemical Method ใช้การเผาตัวอย่างกับตะเกียง Bunsen สังเกตคุณลักษณะการติดไฟ ปฏิกริยาของไอ กับกระดาษลิตมัส ลักษณะกลิ่น และการทดสอบการละลาย หรือไม่ละลายในสารละลายต่าง ๆ ได้ข้อมูลในการเตรียมตัวอย่างแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับรูปแบบของตัวอย่าง เช่น เป็นแผ่นฟิล์ม รูปภาชนะอย่างหนา มีหลายชั้นประกบติดกัน ผลการทดสอบจากภาชนะพลาสติกบรรจุสัมผัสอาหารจำนวน 505 ตัวอย่าง พบว่าสามารถแยกชนิดภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรได้หลายชนิด คือ โพลีเอธิลีน 173 ตัวอย่าง โพลีพรอพิลีน 119 ตัวอย่าง โพลีไวนิลคลอไรด์ 62 ตัวอย่าง โพลีไวนิลลิซีน 10 ตัวอย่าง โพลีเอธิลีนเทรฟทาเลท 30 ตัวอย่าง โพลีสไตรีน 50 ตัวอย่าง โพลีคาร์บอนเนต 10 ตัวอย่าง cellophane 5 ตัวอย่าง Nylon 6 7 ตัวอย่าง และเมลามีน 38 ตัวอย่าง

ด้านคุณภาพของภาชนะบรรจุอาหารพลาสติก และผลิตภัณฑ์การเกษตรสำหรับสารที่ละลายออกมา (migration test) ที่ศึกษาวิเคราะห์คือ ฟีนอล , ฟอรัลดีไฮน์ , โปแตสเซียมเพอร์มันกาเนต ที่ใช้ทำปฏิกริยา โลหะหนัก และสี นอกจากนี้ได้วิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติก (material test) คือ ตะกั่ว แคดเมียม volatile substances และ styrene monomer ปริมาณของสารตกค้างในเนื้อพลาสติก และปริมาณของสารที่ละลายออกมาในทุกตัวอย่างที่ศึกษา อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ. 2528)

## คำนำ

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศคอ.) ได้จัดตั้งขึ้น โดยคำสั่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ 319/2532 ลงวันที่ 28 มิถุนายน 2532 เพื่อสนับสนุนส่งเสริมการส่งออกตามนโยบายเร่งด่วนของสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ปรับปรุงคุณภาพมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับของนานาประเทศ การศึกษานិងความปลอดภัยของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรเป็นงานที่สำคัญและจำเป็นต่อการคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภค และคุณภาพมาตรฐานที่กำหนดระหว่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษานិងคุณสมบัติของพลาสติกที่เป็นภาชนะบรรจุอาหาร และผลิตภัณฑ์การเกษตร โดยศึกษาวิธี instrumental method และ วิธี wet chemical method
2. เพื่อศึกษาเทคนิคในการเตรียมตัวอย่าง ให้เหมาะสมกับรูปแบบของตัวอย่าง
3. เพื่อศึกษาว่าภาชนะบรรจุ อาหารที่ทำจากพลาสติก ทั้งที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาดทั้งที่ส่งออก มีความปลอดภัยเพียงใด
4. เพื่อศึกษาวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ Infrared Spectrophotometer, UV-Vis Spectrophotometer, Gas Chromatograph (GC), Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) และ High Performance Liquid Chromatograph (HPLC)

## วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

เครื่องมือวิเคราะห์ได้แก่ Infrared Spectrophotometer , Uv - Vis Spectrophotometer , Gas Chromatography ( GC ) , Atomic Absorption Spectrophotometer ( AAS ) , High Performance Liquid Chromatograph ( HPLC ) , ตลอดจนเครื่องซึ่งสารเคมี และเครื่องแก้วต่างๆ

หลักการของเครื่องมือต่างๆ ดังกล่าวมีดังนี้

### อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ( Infrared Spectroscopy )

อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ ตรวจลอบพิสูจน์ และศึกษาเกี่ยวกับโมเลกุลของสาร ซึ่งอาจอยู่ในสถานะของแข็ง หรือของเหลว หรือแก๊สก็ได้ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเกิดการสั่น ( vibration ) และการหมุน ( rotation ) ของโมเลกุล อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของสาร ได้มีการศึกษาและการนำไปใช้ประโยชน์ของอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีอย่างกว้างขวางอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ของผสมพวกไฮโดรคาร์บอน และสารในกลุ่มใกล้เคียงกันได้ จึงมีผู้วิจัยด้านนี้มากขึ้น ทั้ง เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องวัดที่มีสภาพไวสูงๆ จนกระทั่งสร้างเครื่องมือทั้งชนิดลำแสงเดี่ยวและลำแสงคู่ขึ้นมาใช้ในการศึกษาอินฟราเรดสเปกตรัมเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณของสารที่สนใจ จนกลายเป็นงานประจำได้

อินฟราเรดเป็นช่วงหนึ่งของสเปกตรัมของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมี wave numbers อยู่ในช่วงประมาณ 12,800 ถึง 10  $\text{cm}^{-1}$  หรือมีช่วงความยาวคลื่นจาก 0.78 ถึง 1,000  $\mu\text{m}$  เพื่อให้ง่ายและสะดวกขึ้นจะแบ่งช่วงของอินฟราเรดสเปกตรัมออกเป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงไกลอินฟราเรด เริ่มต้นที่ 12500  $\text{cm}^{-1}$  แถบการดูดกลืนคลื่นแสงเกิดจากโอเวอร์โทน ใช้ประโยชน์ในการทำปริมาณวิเคราะห์ของฟังก์ชันัลกรุป และศึกษาโครงสร้างโมเลกุล

ช่วงกลางอินฟราเรด เริ่มต้นจาก 4000 ถึง 650  $\text{cm}^{-1}$  แบ่งเป็นช่วงกลุ่มความถี่ 4000 ถึง 1300  $\text{cm}^{-1}$  ช่วงนี้ขึ้นกับฟังก์ชันัลกรุปที่ทำการดูดกลืน ช่วงพิมพ์ลายนิ้วมือ 1300 ถึง 650  $\text{cm}^{-1}$  ขึ้นกับโครงสร้างโมเลกุล ช่วงนี้ใช้ได้อย่างจริงจังใช้ประโยชน์ ในการวิเคราะห์คุณภาพ

ช่วงไกลอินฟราเรด เริ่มจาก 650 ถึง 25  $\text{cm}^{-1}$  ช่วงนี้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทรานสิชันที่เกี่ยวกับการหมุนรวมทั้งโหมดการสั่นของการจัดตัวของผลึกและโครงสร้างการสั่นของโมเลกุลขนาดใหญ่

ในการบอกตำแหน่งของ IR PEAK นั้น นิยมบอกเป็นความยาวคลื่นในหน่วยไมโครเมตร (  $\mu\text{m}$  ) หรือบางครั้งก็บอกเป็นไมครอน (  $\mu$  ) อีกด้านหนึ่งของสเปกตรัมจะบอกเป็นจำนวนคลื่น ( WAVE NUMBER ,  $\nu$  ) เนื่องจากความถี่เป็นปริมาณโดยตรงกับจำนวนคลื่นจึงมีผู้นิยมบอกตำแหน่งของ IR PEAK เป็นความถี่

โมเลกุลของสารเคมีจะดูดกลืนแสงในช่วงของอินฟราเรด ( IR ) ได้นั้น จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการดูดกลืนแสงในช่วงยูวี - วิสิเบิลเพียงแต่ต่างกันที่ IR มีพลังงานน้อยกว่า ดังนั้นโมเลกุลเมื่อดูดกลืนแสง IR โมเลกุล จะถูกกระตุ้น ( excite ) เป็นโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าอยู่ที่สภาวะพื้น โดยมีพลังงานเปลี่ยนแปลงอยู่ในราว 2 - 10

Kcal / mole ซึ่งเป็นพลังงานพอที่จะทำให้โมเลกุลเกิดการสั่น (vibration) หรือเกิดการหมุน (rotation) ดูดกลืนแสง IR ของโมเลกุลมิใช่ว่าทุกโมเลกุลของสารจะดูดกลืนแสง IR ได้หมด แต่จะต้องมีลักษณะเฉพาะ สภาวะก็ต้องเหมาะสมด้วย คือ

1. รั้งสีหรือแสงนั้นจะต้องมีพลังงานพอเหมาะพอดี (quantise) ที่จะทำให้เกิดทรานซิชัน
2. จะต้องเกิดการควบคู่ (coupling) พอดีระหว่างสนามไฟฟ้าจากการแผ่รังสีกับสารนั้น เมื่อมีการดูดกลืนพลังงานแล้วจะทำให้เกิดโมเมนต์ขั้วคู่ (dipole moment) ของโมเลกุลนั้นเปลี่ยนไป

ดังนั้นเมื่อใช้ IR ผ่านเข้าไปในโมเลกุลของสารใดก็ตาม แล้วเกิดปรากฏการณ์ทั้งสองอย่างข้างบนนี้เรียกลำดับนั้นว่า IR active ถ้าไม่มีการเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่ แสดงว่าสารนั้นเป็น IR inactive ถือว่าไม่มีการดูดกลืนแสง IR ถ้ามีการเปลี่ยนโมเมนต์ขั้วคู่มากจะได้ IR absorption peak สูง ถ้าเปลี่ยนน้อยก็จะได้ weak absorption peak เช่น

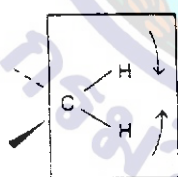
สารที่มีกลุ่ม C = O ให้ IR absorption peak แต่กลุ่ม -C = N- ให้ weak IR absorption peak และโมเลกุลที่เป็น symmetric bond เช่น H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, symmetric alkenes (C = C) หรือ symmetric alkynes (C ≡ C) เป็นต้น จะไม่ดูดกลืนแสง IR

เมื่อโมเลกุลของสารดูดกลืนแสง IR ได้จัดว่าโมเลกุลนั้นเป็น IR active พันธะของโมเลกุลนั้นจะเกิดการยืด (stretching) หรือเกิดการงอ (bending) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

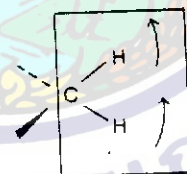
การยืด (stretching หรือ Valency Vibration) เป็นการเปลี่ยนแปลงความยาวระหว่างอะตอมที่เกิดพันธะ ซึ่งมีทั้ง symmetric stretching และ asymmetric stretching

การงอ (Bending) หรือ การผิดรูป (Deformation) คือการเกิดการเปลี่ยนแปลงมุมระหว่าง 2 พันธะ ซึ่งจะมีด้วยกัน 4 แบบ ดังรูป

#### In Plane of Bending

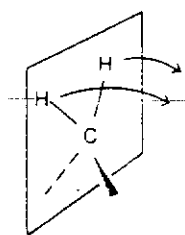


Scissoring  
( $\tilde{\nu} \sim 1450 \text{ cm}^{-1}$ )

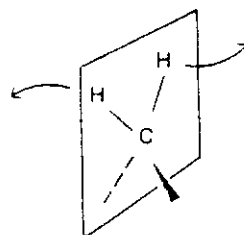


Rocking  
( $\tilde{\nu} \sim 720 \text{ cm}^{-1}$ )

#### Out of Plane of Bending



Wagging  
( $\tilde{\nu} \sim 1250 \text{ cm}^{-1}$ )

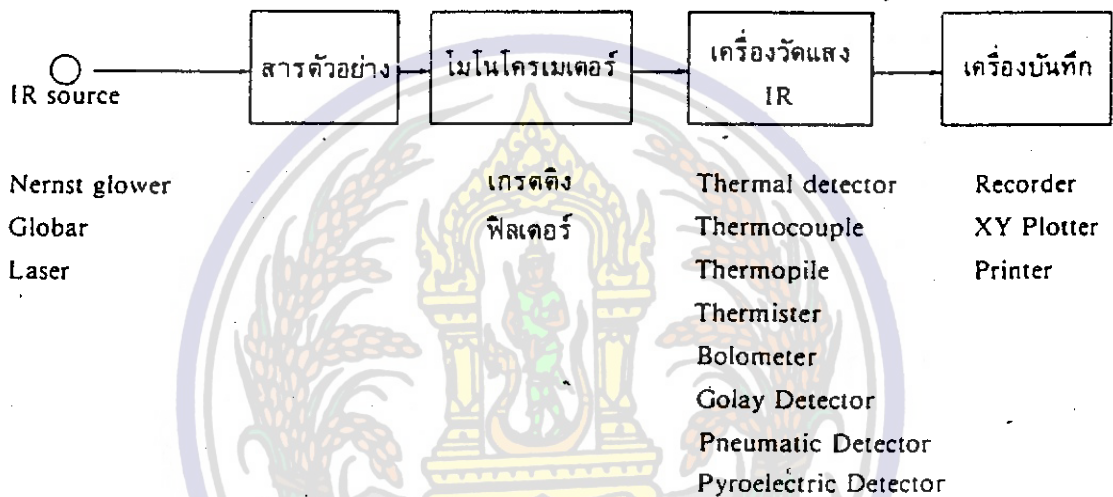


Twisting  
( $\tilde{\nu} \sim 1250 \text{ cm}^{-1}$ )

### ส่วนประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ส่วนประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายๆ เครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แต่การจัด (arrangement) อาจแตกต่างกันบ้าง ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. ต้นกำเนิดแสงอินฟราเรด ( IR Source )
2. เซลล์ที่ใส่สารตัวอย่าง ( Sample Cell )
3. โมโนโครเมเตอร์ ( Monochromator )
4. เครื่องวัดแสงอินฟราเรด ( IR Detector )
5. เครื่องบันทึกสเปกตรัม ( Recorder หรือ Readout Devices )



**ต้นกำเนิดแสงอินฟราเรด ( IR Sources )** ที่ใช้กันทั่วไปนั้นเป็นของแข็งที่เจือย ซึ่งสามารถเผาให้ร้อนด้วยไฟฟ้าจนมีอุณหภูมิประมาณ 1,500 - 2,000 K ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะให้แสงมีความเข้มสูงสุดที่ความถี่ประมาณ 5,000  $\text{cm}^{-1}$

1) **เนินสต์ โกลเวอร์ ( The Nernst glower )** เป็นแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดที่ใช้กันมากที่สุดซึ่งทำด้วยออกไซด์ของพวงธาตุแร่ เอิร์ท ( rare earth oxides ) เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1 - 2 มม. ยาวประมาณ 2 ซม. ต่อด้วยลวดแพลตินัมเพื่อค้ำกันไฟฟ้า อุณหภูมิที่ใช้งานสามารถ ได้ถึง 1,800 K ที่สำคัญที่ต้องควบคุมคือใช้กระแสอย่างให้ สูงเกินไปเพราะจะทำให้หลอดเสียได้ เนื่องจากร้อนจัดเกินไป

2) **โกลบาร์ ( Globar )** เป็นแท่งซิลิกอนคาร์ไบด์ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มม. ยาวประมาณ 5 ซม. เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะทำให้ถึงอุณหภูมิ 1,300 - 1,500 K โกลบาร์ให้ความเข้มของแสงที่บริเวณ 1,500  $\text{cm}^{-1}$  มากกว่าเนินสต์ โกลเวอร์

3 ) Incandescent Wire Source ใช้ลวดนิกโครม หรือ โรเดียมพันให้เป็นขดลวดแล้วหุ้มด้วยเซอรามิก เป็นรูปทรงกระบอก ขดลวดนี้เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจะถูกทำให้ร้อนแดง อายุการใช้งานจะดีกว่า 2 ชนิดแรก แต่ให้ความเข้มของแสงน้อยกว่า

โมโนโครมเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยช่องแสงผ่าน ( slits ) เกรตติง ( grating ) หรืออาจมีฟิลเตอร์ ( filter ) ประกอบด้วยก็ได้ ซึ่งส่วนนี้จะมีลักษณะเหมือนกับระบบโมโนโครมเตอร์ในเครื่อง ยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ทุกประการ

เครื่องวัดแสงอินฟราเรด ( IR Detectors ) เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดที่ผลิตได้ในปัจจุบันนี้ ล้วนเป็นพวกที่ให้ความเข้มต่ำ ประกอบกับแสงอินฟราเรดเป็นแสงที่มีพลังงานต่ำ จึงทำให้การตรวจวัดค่อนข้างยุ่งยากกว่าการตรวจวัดแสงยูวีและวิสิเบิล เพราะพลังงานไม่พอที่จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนในหลอดวัดแสง (phototube) ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องวัดอย่างอื่น ในปัจจุบันเครื่องวัดแสงอินฟราเรดที่ใช้กันอยู่แบ่งออกได้เป็น 2 พวก

คือ

( 1 ) อาศัยหลักการทาง Photoconductive effect ซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกับสารกึ่งตัวนำ เป็นแบบ photon detector

( 2 ) อาศัยหลักการ Heating effect โดยที่แสงอินฟราเรดถูกดูดกลืนจะเกิดความร้อนขึ้นแล้วทำให้ความต้านของเส้นลวดในเครื่องวัดเปลี่ยนแปลง เรียกว่า Thermal Dectector ซึ่งเป็นเครื่องวัดที่ครอบคลุมความยาวคลื่นได้กว้างขวาง

เครื่องบันทึกสเปกตรัม หรือ Read Out Devices สัญญาณที่ได้จากดีเทคเตอร์ซึ่งเป็นสัญญาณที่น้อย จำเป็นจะต้องเข้าเครื่องขยายสัญญาณเล็กๆ ที่เข้าเครื่องบันทึกหรือเครื่องอ่านสัญญาณเช่นเดียวกับเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งอาจเป็นเครื่อง recorders , printers , video display terminals หรือ xy plotters เป็นต้น

## การวิเคราะห์คุณภาพด้วยเทคนิคทางอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

IR นิยมใช้เป็นเทคนิคสำหรับหาหรือพิสูจน์เกี่ยวกับโครงสร้างของสารอินทรีย์ เช่น หาฟังก์ชันโมเลกุลต่างๆ ซึ่งจะปรากฏออกมาที่ความถี่ต่างๆ กัน ตัวอย่างดังตารางต่อไปนี้

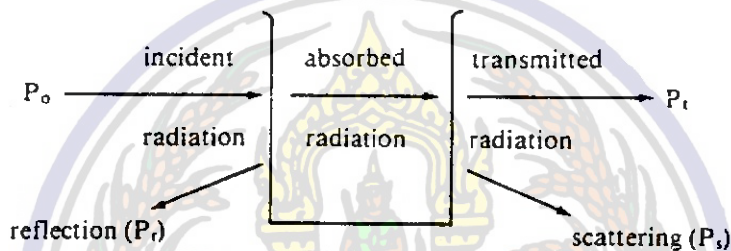
| Wavenumber range, cm <sup>-1</sup> | Functional group   |
|------------------------------------|--|
| 3700 – 3600                        | OH (H <sub>2</sub> O, ROH, PhOH) (dilute solution)       |
| 3530 – 3400                        | NH <sub>2</sub> (2 bands), NH (1 band) (dilute solution) |
| 3500 – 3250                        | OH (polymers) (solids and liquids)                       |
| 3500 – 3060                        | NH (amines, amides)                                      |
| 3320 – 3250                        | -C≡C-H (sharp)   |
| 3300 – 2400                        | COOH (broad)   |
| 3110 – 3000                        | C-H (C=C-H, Ph-H, CH <sub>3</sub> X, CH <sub>2</sub> X)  |
| 3000 – 2800                        | C-H (-CH <sub>2</sub> -, -CH <sub>3</sub> )              |
| 2835 – 2815                        | OCH <sub>3</sub>   |
| 2750 – 2700                        | CHO  |
| 2260 – 2100                        | -C≡C-  |
| 2190 – 2130                        | CNS, C≡N   |
| 2000 – 1650                        | C-H (phenyl)   |
| 1980 – 1950                        | -C=C=C-  |
| 1950 – 1600                        | C=O  |
| 1715 – 1630                        | RCONH <sub>2</sub> , RCONHR                              |
| 1710 – 1530                        | -COO- (broad)  |
| 1680 – 1630                        | C=C (nonconjugated, noncyclic), C=N                      |
| 1680 – 1560                        | C=C (cyclic or conjugated)                               |
| 1650 – 1590                        | RONO, RONO <sub>2</sub>                                  |
| 1650 – 1475                        | RCONH <sub>2</sub> , RCONHR                              |
| 1615 – 1590                        | Phenyl   |
| 1615 – 1565                        | Pyridines (doublet)                                      |
| 1610 – 1560                        | COO <sup>-</sup> M <sup>+</sup> †                        |
| 1550 – 1490                        | PhNO <sub>2</sub>  |
| 1515 – 1485                        | Phenyl   |
| 1475 – 1450                        | CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub>                        |
| 1440 – 1400                        | COOH   |
| 1430 – 1400                        | CO-CH <sub>2</sub>                                       |
| 1420 – 1400                        | CO-NH <sub>2</sub>                                       |
| 1400 – 1360                        | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> C (two bands)            |
| 1400 – 1310                        | COO <sup>-</sup> M <sup>+</sup> (broad)†                 |
| 1380 – 1370                        | CH <sub>3</sub>  |
| 1380 – 1360                        | CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (two bands)            |
| 1370 – 1300                        | C-NO <sub>2</sub>  |
| 1330 – 1310                        | Ph-CH <sub>3</sub>                                       |
| 1300 – 1000                        | CF   |
| 1280 – 1250                        | SiCH <sub>3</sub>  |
| 1280 – 1180                        | C-N- (aromatic)  |
| 1280 – 1150                        | -C-O-C-  |
| 1255 – 1240                        | (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> C-                       |
| 1275 – 1070                        | -C-O-C-  |
| 1230 – 1100                        | -C-N-  |
| 1160 – 1100                        | C=S  |
| 1200 – 1000                        | COH  |
| 1120 – 1030                        | C-NH <sub>2</sub>  |
| 1095 – 1015                        | Si-O-Si, Si-O-C  |
| 1000 – 970                         | CH=CH <sub>2</sub>                                       |
| 980 – 690                          | C=C-H  |
| 870 – 670                          | Aromatic ring  |
| 860 – 760                          | R-NH <sub>2</sub> (broad)                                |
| 835 – 800                          | CH=C (out-of-plane)                                      |
| 760 – 510                          | CCI  |
| 730 – 675                          | CH=CH (cis isomers)                                      |
| 700 – 550                          | CBr  |

† M represents a metal.

## อัตรารังสีอินฟราเรดและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี ( UV - VIS Spectroscopy )

การดูดกลืนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัตรารังสีอินฟราเรดและวิสิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190 - 800 นาโนเมตร ( nm ) ของสารเคมีนั้น ส่วนใหญ่ได้แก่พวกสารอินทรีย์ ( organic compound ) หรือสารประกอบเชิงซ้อน ( complex compound ) หรือ สารอนินทรีย์ ( inorganic compound ) ทั้งที่มีสีและไม่มียสี สมบัติของสารดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำดี และมีสภาพไว ( sensitivity ) สูง โดยอาจทำการวิเคราะห์หรืออยู่ในรูปของธาตุ หรือโมเลกุลก็ได้ แต่ในกรณีที่จะนำไปใช้พิสูจน์ว่าสารตัวอย่างนั้นเป็นสารอะไร มีโครงสร้างอย่างไร อาจจะต้องใช้เทคนิค - อย่างอื่นเข้าช่วยด้วย เพื่อให้เกิดความแน่ใจ เช่น ใช้เทคนิคทาง IR หรือ NMR spectroscopy เป็นต้น

โดยทั่วไป เทคนิคการวิเคราะห์นี้บางครั้งนิยมเรียกว่า ยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมตรี แต่ถ้าสารที่ทำ - การวิเคราะห์มีสีหรือทำให้เกิดสีขึ้น สารที่มีสีนั้นจะดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิล อาจเรียกว่าคัลเลอร์ิเมตรี ( colorimetry )



เมื่อให้ลำแสงที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องกัน ( continuous beam of radiation ) ผ่านเข้าไปในวัตถุใด จะพบว่าแสงบางส่วนถูกดูดกลืน บางส่วนเกิดการสะท้อน บางส่วนกระเจิง และบางส่วนผ่านทะลุออกไป ดัง แสดงในรูป ถ้าให้แสงที่ทะลุออกไปนั้นผ่านเข้าเครื่องกระจายแสง ( เช่น ปริซึม หรือเกรตติง ) จะเห็นวาลสเปกตรัม หายไปส่วนหนึ่ง ส่วนที่หายไปนี้เรียกว่า absorption spectrum พลังงานที่ถูกดูดกลืนไปนั้น จะทำให้โมเลกุล หรืออะตอมเปลี่ยนระดับของพลังงานจากสถานะพื้น ( ground state ) ไปยังสถานะกระตุ้น ( excited state )

**หลักในการหาปริมาณของสารกับการวัดปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืน**

ในการวัดปริมาณของแสงหรือ radiation ที่ถูกดูดกลืนด้วยสารตัวอย่างนั้น เราสามารถทำได้โดยให้ลำแสง ผ่านเข้าไปในสารตัวอย่างแล้ววัดปริมาณของแสงที่ผ่านทะลุออกมาโดยเปรียบเทียบกับแสงที่ทะลุออกมาเมื่อไม่มีสาร ตัวอย่าง ( blank )

กฎของเบียร์ ( Beer's law ) หรือกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต ( Beer and Lambert's law ) อาจ กล่าวสั้นๆ ได้ว่า " ค่าแอมบอร์แบนซ์ของสารละลายจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้น "

$$A = abc$$

A = แอ็บซอร์เบแนนซ์ ( absorbance )

a = แอ็บซอร์ปติวิตี ( absorptivity ) ซึ่งเป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของสารและความยาวคลื่น

b = ความกว้างของเซลล์เป็น ซม.

c = ความเข้มข้นเป็น โมล / ลิตร

การที่เราได้กฎของเบียร์เป็น  $A = abc$  นี้เราได้สมมติว่า

- ( 1 ) แสงหรือ radiant power ที่ผ่านสารละลายหรือวัตถุนั้นต้องเป็น monochromatic radiation
- ( 2 ) กระบวนการดูดกลืนแสงของแต่ละอนุภาคนั้นจะต้องไม่ขึ้นแก่กัน นั่นคือสารละลายจะต้องเจือจาง
- ( 3 ) สารละลายที่นำไปวัดจะต้องเป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน

กฎของเบียร์สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สารหลายชนิดผสมกันได้ โดยที่แต่ละชนิดมีสมบัติไม่ขึ้นแก่กันและกัน ค่าแอ็บซอร์เบแนนซ์ที่วัดได้จะเป็นผลรวมของแอ็บซอร์เบแนนซ์ของสารแต่ละชนิด

$$\begin{aligned} A_{total} &= A_1 + A_2 + \dots + A_n \\ &= a_1 b_1 c_1 + a_2 b_2 c_2 + \dots + a_n b_n c_n \end{aligned}$$

ในกรณีที่สารตัวอย่างมีสารที่จะวิเคราะห์เพียงสารเดียว อาจใช้วิธีทำกราฟมาตรฐาน โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน แล้วนำไปวัดค่าแอ็บซอร์เบแนนซ์ที่  $\lambda_{max}$  โดยเทียบกับ blank นำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่าแอ็บซอร์เบแนนซ์กับความเข้มข้น จะได้กราฟเป็นเส้นตรง เมื่อวัดค่าแอ็บซอร์เบแนนซ์ของสารตัวอย่างได้ ก็จะหาปริมาณของสารที่จะวิเคราะห์ได้โดยอ่านจากกราฟมาตรฐาน และลักษณะของสเปกตรัม

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพโดยหลักการแล้ว โมเลกุลของสารอินทรีย์ซึ่งมีโครโมฟอร์สามารถให้สเปกตรัมที่เกิดจากการดูดกลืนแสงในช่วง ยูวี-วิสิเบิลได้ สเปกตรัมนี้แสดงคุณสมบัติโดยเฉพาะของสารนั้นๆ อาจนำไปใช้วิเคราะห์สารที่บริสุทธิ์ได้โดยการเปรียบเทียบ  $\lambda_{max}$  และ  $\epsilon_{max}$  อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์โดยศึกษาจากยูวี-วิสิเบิลสเปกตรัมเท่านั้นค่อนข้างจะจำกัด เพราะลักษณะของสเปกตรัมที่ได้นั้นกว้างขวางมาก และจากรายละเอียดจึงทำให้สามารถวิเคราะห์ได้แต่เพียงคร่าวๆ เท่านั้น จริงๆ แล้วควรจะต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์อื่นเข้าช่วยด้วย เช่น IR , NMA หรือ mass spectroscopy จะทำให้การวิเคราะห์นั้นถูกต้องขึ้น แต่จะต้องไม่ลืมว่าสารเจือปนที่มีความสามารถในการดูดกลืนแสงดีมากๆ อาจทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้

## อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี ( Atomic Absorption Spectroscopy, AAS )

อะตอมมิกแอบซอร์พชัน เป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นอันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 589 nm เพราะแสงที่ความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะ จากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ซึ่งจะเห็นว่ความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น spectroscopic line ของอะตอมมิกสเปกตรัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีได้นั้น ต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไป ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปต่างๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น ความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว ( dissociation ) หรือเปลี่ยนให้เป็นไอ ( vaporization ) หรืออาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น หรืออาจกลายเป็นไอออนก็ได้

เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุนั้นสามารถทำได้หลายวิธี คือ

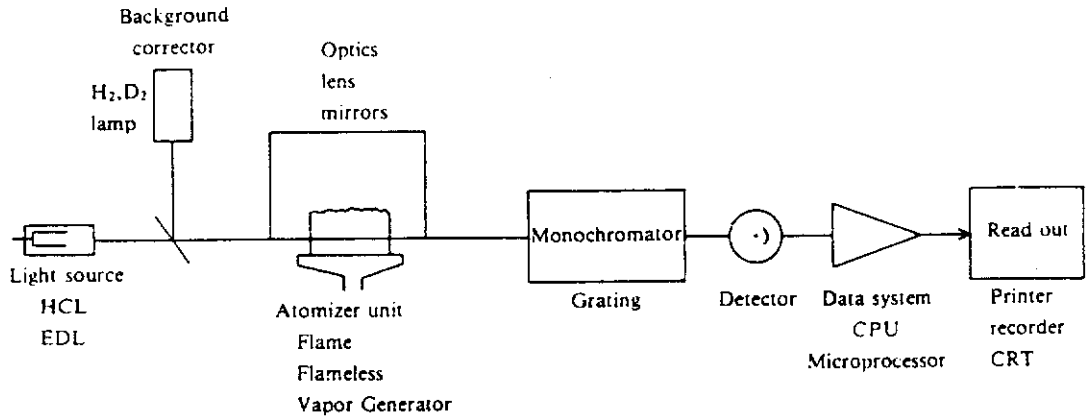
- ( 1 ) ใช้ Flame Atomization Technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ ( flame ) ที่เหมาะสม
- ( 2 ) ใช้ Flameless Technique หรือ Non - flame Atomization Technique ซึ่ง เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอมได้ด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า ( electrothermal atomizer หรือ graphite furnace ) โดยสามารถโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผามีค่าต่างๆ กัน และใช้เวลาต่างๆ กันได้
- ( 3 ) ใช้ Hydride Generation Technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดจะเปลี่ยนให้เป็นอะตอมโดยตรงด้วยเทคนิค ตามข้อ ( 1 ) และ ( 2 ) ไม่ได้ แต่จำเป็นต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวในบรรยากาศ ที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีทำให้ธาตุเหล่านี้กลายเป็นสารที่เป็นไอได้ง่ายๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวซ์ให้เป็นไฮไดรด์ แล้วให้ไฮไดรด์นั้นผ่านเข้าไปในเปลวไฟไฮโดรเจน ความร้อนจากเปลวไฟไฮโดรเจนจะทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมเสรีได้ เทคนิคนี้ใช้ในการวิเคราะห์ของธาตุ As , Se , Te , Ge , Bi และ Sb
- ( 4 ) ใช้ Cold Vapor Generation Technique สำหรับเทคนิคนี้เหมาะที่จะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุบางชนิด ที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไอได้ง่ายๆ ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ปรอทที่มีปริมาณน้อยโดยเฉพาะ

### องค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

มี 5 ส่วนด้วยกัน คือ

- ( 1 ) แหล่งกำเนิดแสง ( light source )
- ( 2 ) ส่วนที่ทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมเสรี ( atomizer )
- ( 3 ) โมโนโครเมเตอร์ ( monochromator ) ซึ่งใช้แยกแสงให้ได้ความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการ
- ( 4 ) ดีเทคเตอร์ ( detector )
- ( 5 ) เครื่องประมวลผลและอ่านผล ( data system and read - out units )

ถ้าแสดงในแผนภาพต่อไปนี้



### การวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค AAS [ Quantitative Analysis ]

สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

#### ( 1 ) Calibration Method

ในกรณีนี้สารตัวอย่างไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและสารตัวอย่างเจือจาง อาจจะทำการวิเคราะห์ได้ง่ายๆ โดยเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยปรับสัญญาณที่ได้จาก blank ให้เป็นศูนย์ แล้วจึงวัดค่าแอมพลิจูดของสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน ( 4 - 5 ความเข้มข้น ) เมื่อใช้ flameless atomization technique อาจใช้วัด peak area หรือความสูงของพีก ( peak height ) แล้วนำผลมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลาย จะได้ calibration curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ในการเขียนกราฟ อาจใช้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องคำนวณทำงานให้ ถ้าเป็นเส้นตรงใช้ least squares fit แต่ถ้าเป็นเส้นโค้ง อาจใช้เครื่องลากเส้นโค้งให้ได้ พร้อมคำนวณความเข้มข้นให้ด้วยจากค่าที่วัดได้ของสารตัวอย่างซึ่งสะดวกมาก

#### ( 2 ) ใช้ Factor Method

วิธีนี้จะใช้ได้เมื่อ calibration curve เป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้วิธีนี้ทำได้ง่ายขึ้น โดยนำสารละลายตัวอย่างมา 2 ส่วนเท่าๆ กัน ( X และ Y ) และมีปริมาตรเป็น  $V_z$  นำส่วน X นำมาเติมสารละลาย - มาตรฐานซึ่งมีความเข้มข้นเป็น  $C_s$  ลงในปริมาตร  $V_s$  สำหรับส่วน Y นำมาเติมตัวทำละลาย ( อาจเป็นน้ำหรือกรด ) ลงในปริมาตร  $V_s$  แล้วนำสารละลายทั้งสองส่วนไปวัดค่าแอมพลิจูดได้เป็น  $A_x$  และ  $A_y$  ตามลำดับ ถ้าให้ความเข้มข้น ของสารละลายตัวอย่างเป็น  $C_u$  จะคำนวณหาความเข้มข้นได้จากสมการ

$$C_u = \frac{A_y V_s C_s}{(A_x - A_y) V_z}$$

เพื่อให้ผลของการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ดีที่สุด สภาวะต่างๆ ที่ควรจะต้องคำนึงถึง คือ

1. calibration curve จะต้องเป็นเส้นตรง
2. ค่าแอมพลิจูดที่วัดได้คือ  $A_x$  ควรจะต้องเป็นประมาณ 2 เท่าของ  $A_y$
3.  $V_1$  ควรจะต้องน้อยกว่า  $V_2$  มาก ๆ เพื่อมิให้เกิดการเจือจางของสารละลายตัวอย่างมากเกินไป เนื่องจากการเติมสารมาตรฐาน
4. ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน  $C_s$  ควรจะต้องมากกว่าความเข้มข้นของสารตัวอย่าง  $C_u$  มากๆ

### ( 3 ) ใช้ Standard Addition Method

จะเห็นว่าการทำ calibration curve ในการวิเคราะห์สารนั้น สัญญาณที่วัดได้มีขึ้นเป็นแต่เพียงสารที่ทำการวิเคราะห์เท่านั้น แต่มันรวมถึงสัญญาณต่างๆ ที่ได้จากสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง ด้วย - เหตุนี้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ matrix effects และ interferences จึงควรใช้ standard addition method ซึ่งทำได้โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างออกเป็น 4 - 5 ส่วนนำแต่ละส่วนมาเติมสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันลงไป ( $C_1, C_2, C_3, \dots$ ) จำนวนปริมาตรเท่ากัน ส่วนสารละลายสุดท้ายนำมาเติมเฉพาะตัวทำละลายให้มีปริมาตรเท่ากัน นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าแอมพลิจูด แล้วนำมาเขียนกราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป ด้วย least - square fit ดังรูป ความเข้มข้นของสารตัวอย่างหาได้จากการ extrapolating ไปตัดแกนความเข้มข้น

การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ จะเห็นว่าสารละลายทั้งหมดทุกขวดมีลักษณะเหมือนกัน ( same matrix ) ถ้าการวิเคราะห์มี matrix effects ก็จะมี effects เหมือนกันหมดด้วย จึงหักล้างกันไป และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถหาได้ว่าสารตัวอย่างมี matrix effects มากน้อยเพียงใดด้วย โดยเทียบค่าของ slopes ของ curve ทั้งสอง ถ้าทั้งสองเส้นมีค่า slopes เท่ากัน แสดงว่าสารละลายทั้งสองชุดไม่มี interferences

### ( 4 ) ใช้วิธีทำให้เจือจาง ( Dilution Method )

วิธีนี้จะใช้ได้ดีกับการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มี interferences โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิด enhancement คือค่าแอมพลิจูดจะวัดได้มากกว่าปกติ เนื่องจากเกิดไอออไนเซชัน วิธีนี้สามารถทำได้โดยการเติมสารละลาย ที่ประกอบด้วยธาตุที่ไอออไนส์ง่าย ลงไปในสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน ให้มากเกินไป และมีปริมาตรจำกัด ไม่ควรเติมมากเกินไปจนทำให้สารละลายเจือจางมากจนวัดไม่ได้การวิเคราะห์อาจใช้วิธีที่ ( 1 ) หรือ ( 3 ) ก็ได้

### ( 5 ) ใช้วิธี Internal Standard Method

วิธีวิเคราะห์นี้อาศัยหลักการเติมสารมาตรฐาน ( reference element ) ซึ่งเป็นคนละธาตุกับสารที่จะวิเคราะห์ลงไปในการตัวอย่าง และ blank หลังจากวัดค่าแอมพลิจูดแล้วหาอัตราส่วนของ - แอมพลิจูดระหว่างสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน (  $A_u / A_s$  ) จากนั้นไปเขียนกราฟกับความเข้มข้นของธาตุที่จะทำการวิเคราะห์จะได้ calibration curve เพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้จะใช้ได้ต่อเมื่อ

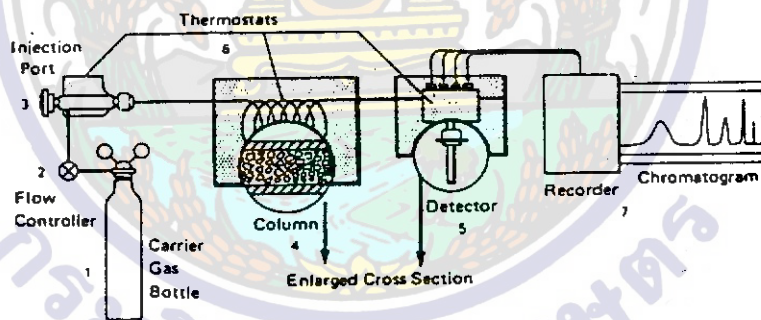
- สารตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน ( reference element )
- ทั้งสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

## แก๊ส - ของเหลวโครมาโทกราฟี ( Gas - Liquid Chromatography )

สารที่เป็นแก๊สหรือไอของสารที่ผสมกันอยู่ เมื่อผ่านคอลัมน์จะสามารถแยกออกจากกันได้ด้วยการกระจายตัวที่แตกต่างกันของแก๊สหรือไอระหว่างเฟสเคลื่อนที่กับเฟสคงที่ที่มีของเหลว ( liquid phase ) ฉาบอยู่บนของแข็ง หรือมีค่า partition coefficient ต่างกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง สำหรับแยกสารที่เป็นแก๊สหรือสารที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไอหรือแก๊สเฟสได้ที่อุณหภูมิที่กำหนด

ในการวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคนี้ นั้น จำเป็นจะต้องเรียนรู้ถึงสิ่งต่างๆ ที่สำคัญและเกี่ยวข้องให้เข้าใจจริงๆ เสียก่อนที่จะลงมือทำการวิเคราะห์ ซึ่งได้แสดงองค์ประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ( GC ) ดังรูปและขั้นตอนการทำงานการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางแก๊สโครมาโทกราฟี

1. ถังแก๊สที่ใช้บรรจุตัวพา ( carrier gas ) เพื่อจะพาไอของสารตัวอย่างผ่านไปยังคอลัมน์ ได้แก่ ไนโตรเจน ฮีเลียม และอาร์กอน เป็นต้น
2. ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของแก๊สต่างๆ ( flow controller ) ได้แก่ ไฮโดรเจน อากาศ และไนโตรเจน
3. ส่วนที่จะฉีดสารตัวอย่างเข้าไป ( injection port )
4. คอลัมน์ ( column ) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่ใช้สำหรับแยกสาร
5. ดีเทคเตอร์ ( detector ) เป็นส่วนที่ใช้ตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์
6. ส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ ( temperature controller ) ให้กับคอลัมน์ ดีเทคเตอร์ และ injector
7. ส่วนที่ใช้ประมวลผลและข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ เครื่องบันทึกโครมาโทแกรม หรือ data processor หรือคอมพิวเตอร์



ดังนั้นในการวิเคราะห์สารตัวอย่างโดยใช้เทคนิคทาง GC นั้น สามารถแสดงให้เห็นได้ง่ายๆ ดังนี้ คือ เมื่อเลือกสภาวะต่างๆของการวิเคราะห์ และจัดสภาวะของเครื่อง GC ให้เรียบร้อยแล้วจึงนำสารตัวอย่างไปฉีดเข้าที่ sample injection port สารจะกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปในคอลัมน์ด้วยแก๊สพา ( carrier gas ) อย่างช้า สารผสมจะถูกแยกออกเป็นส่วนๆ ที่คอลัมน์นี้ แล้วออกไปสู่ดีเทคเตอร์ ( detector ) จะทำให้ได้สัญญาณเกิดขึ้น ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็นโครมาโทแกรมด้วยเครื่อง recorder หรือต่อเข้ากับ printer หรือ integrator ก็จะทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถทราบองค์ประกอบของสารตัวอย่างได้

## การวิเคราะห์คุณภาพด้วย GC ( Qualitative Analysis )

ใช้ Retention Data เป็นที่ทราบกันแล้วว่า retention volume หรือ retention time นั้นเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิด และลิกนิตเฟสหรือชนิดของคอลัมน์ที่ใช้ โดยขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของแก๊สพา ( carrier gas ) และอุณหภูมิที่ใช้กับคอลัมน์ ดังนั้น เมื่อให้ภาวะทั้งหลายคงที่ ค่า retention time ของสารต่างๆ ที่วิเคราะห์ควรจะตรงคงที่ หรือมีค่าใกล้เคียงกันที่สุด

ดังนั้น ในการตรวจพิสูจน์ ( identification ) ชนิดของสารในของผสมตัวอย่างจะต้องทำการวิเคราะห์ทั้งตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ใช้ภาวะต่างๆ อย่างเดียวกัน นำค่า retention time หรือ corrected retention time มาเปรียบเทียบกับจะสามารถบอกได้ว่าแต่ละพีกนั้นเป็นพีกของสารใด

ในการเปรียบเทียบโครมาโทแกรมนี้ มีแฟกเตอร์หลายอย่างที่จะต้องคำนึงถึง นั่นคือการวัด retention time ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องที่ใช้ควบคุมภาวะต่างๆ ถ้ามีการควบคุมที่ไม่คงที่ผลที่ได้รับจะแปรเปลี่ยนไปทำให้มีปัญหาเกิดขึ้น เช่น การควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ ถ้าต้องการให้ retention time อยู่ในช่วง  $\pm 1\%$  อุณหภูมิของคอลัมน์จะต้องควบคุมให้อยู่ในช่วง  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  ด้วยเป็นต้น

## การวิเคราะห์ปริมาณด้วย GC ( Quantitative Analysis )

ปัจจุบันนี้ การวิเคราะห์หาปริมาณของสารบางประเภทที่เป็นแก๊สของเหลว หรือของแข็งปรากฏว่าเทคนิคทาง GC ได้รับความนิยมสูงมาก เครื่องมือทันสมัยให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำและเที่ยงสูง นอกจากนี้ เทคนิคทาง GC ยังให้สภาพไวสูงอีกด้วย และยังมีข้อดีอื่นๆ อีกหลายประการ อย่างไรก็ตามความผิดพลาดของการวิเคราะห์ย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ ต่อไปนี้เป็นข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์

### 1. ความผิดพลาดเกิดจากเก็บตัวอย่าง

( 1 ) สารตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์มีปริมาณแน่นอนเพียงใด

( 2 ) สารตัวอย่างที่ใส่เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ มีความแน่นอนเพียงใดว่าสารนั้นเข้าเครื่องทั้งหมด

โดยไม่มีการสลายตัวก่อนระเหยออกไป

2. สารตัวอย่างอาจดูดซับ ( absorb ) หรือสลายตัวที่ injection port หรือในคอลัมน์ หรือที่ดีเทคเตอร์ ถ้ามีสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นการวิเคราะห์หาปริมาณอาจผิดพลาดได้

3. สภาพของเครื่อง GC ถ้าสภาพของเครื่องไม่ดี การควบคุมการวัดต่างๆ ย่อมเกิดความผิดพลาดได้

4. การฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง GC

5. การเลือกใช้คอลัมน์

6. resolution ของพีก

7. การคำนวณหาปริมาณของสาร

จากโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึก ก่อนที่จะนำไปใช้ในการหาปริมาณของสาร จำเป็นที่จะต้องหาพื้นที่ของพีกแต่ละพีกเสียก่อน สำหรับเครื่อง GC สมัยใหม่ที่มีอินทิเกรเตอร์หรือ คอมพิวเตอร์ หรือเครื่อง data system อย่างอื่นใช้ร่วมอยู่ด้วย เครื่องมือเหล่านี้จะทำหน้าที่คำนวณพื้นที่ของแต่ละพีกให้ ตลอดจนถึงพิมพ์ค่า

retention time ให้อัตโนมัติ แต่ถ้าวัดด้วย GC ของผู้วิเคราะห์แต่ละเครื่องบันทึกกราฟ ผู้วิเคราะห์ควรจะยังสามารถคำนวณหาพื้นที่ที่พิกเองได้

เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการหาปริมาณของสารนั้น สามารถหาได้เหมือนกับเทคนิคทาง LC คือ

1. ใช้ Normalization method
2. ใช้ External standardization method
3. ใช้ Internal standardization method

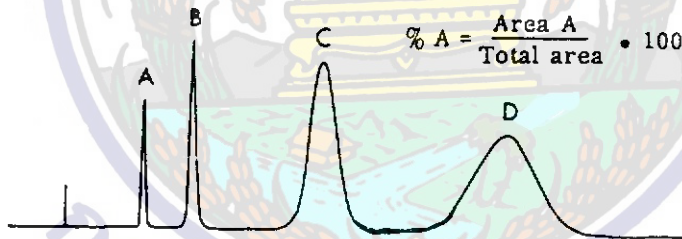
ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ **Normalization Method** ซึ่งเป็นวิธีที่โดยทั่วไปนี้

การหา area normalization สามารถทำได้โดยการคำนวณพื้นที่ของแต่ละพิกแล้วนำมารวมกัน

% area normalization คำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ พิก A} = \frac{\text{พื้นที่ของพิก A}}{\text{พื้นที่รวมทั้งหมด}} \times 100$$

area normalization นี้จะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณของสารเหล่านั้น ถ้าสารเหล่านั้นมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน และมีค่า detector response เท่ากัน นั่นคือถือว่าเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ก็คือเปอร์เซ็นต์ของสารโดยน้ำหนักได้ วิธีการนี้จึงทำได้ง่ายและรวดเร็ว ดังแสดงในรูป



Correction factors : ในกรณีที่มีสารแต่ละชนิดมีค่า detector response ต่างกัน ทำให้พื้นที่พิกของสารเหล่านั้นในตัวอย่างไม่เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาค่า correction factor เพื่อใช้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบ ค่า correction factor นี้จะแตกต่างกันตามชนิดของสารและชนิดของดีเทคเตอร์

$$\therefore \% A = \frac{\text{พื้นที่ของพิก A} / F_A}{\text{พื้นที่รวม} / \text{Factors}} \times 100$$

$W_A$  = น้ำหนักของสาร A ( สารมาตรฐาน )

$W_B$  = น้ำหนักของสาร B

$A_A$  = พื้นที่พีคของสาร A

$A_B$  = พื้นที่พีคของสาร B

$F_B$  = correction factor ของสาร B เทียบกับสาร A เมื่อน้ำหนักเท่ากัน

ค่า response ของดีเทคเตอร์นี้ไม่ขึ้นกับ อุณหภูมิ แก๊สพา และอัตราการไหลของแก๊ส

ข้อควรระวังในการหาโดยวิธี normalization คือ

1. ปริมาณของสารที่ฉีดเข้าเครื่อง GC ต้องรู้อย่างแน่นอน
2. หาค่าพื้นที่ที่พีคต้องถูกต้อง
3. ปริมาณของสารที่ใช้จะต้องอยู่ในช่วงที่สภาพไวของดีเทคเตอร์เป็นเส้นตรง



## ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลึกลึค โครมาโทกราฟี (High Performance Liquid Chromatography, HPLC)

โครมาโทกราฟี คือ การแยกของผสมโดยอาศัยเฟสสองเฟส เฟสหนึ่ง คือ สเตชันนารีเฟส ซึ่งจะมีพื้นที่ผิวมาก และอีกเฟสหนึ่ง คือ โมบายเฟส ที่ผ่านไปบนสเตชันนารีเฟส

ในปี ค.ศ. 1941 ได้มีการพัฒนาวิธีการทางโครมาโทกราฟีที่สำคัญขึ้นมาวิธีหนึ่ง คือ Liquid- Liquid (Partition) Chromatography โดย Martin และ Synge แทนที่จะใช้ตัวดูดซับเป็นของแข็ง เขาได้ใช้ลิควิดเฟสเคลือบบนผิวของตัวดูดซับ และลิควิดเฟสนี้จะต้องไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับเฟสที่เคลื่อนที่ (mobile phase) สารประกอบที่อยู่ในสารตัวอย่างจะเกิดการพาร์ทิชัน (partition) ระหว่างเฟสทั้งสอง จากผลงานนี้ Martin และ Synge ได้รับรางวัลโนเบล (Nobel prize) สาขาเคมี ในปี ค.ศ. 1952

ความแตกต่างระหว่าง classical LC กับ HPLC นั้น classical LC จะใช้อุณหภูมิที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ ซึ่งจะบรรจุในคอลัมน์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 - 5 ซม. ความดันที่ต้องการทำให้ตัวทำละลายที่ต้องไหลผ่านระหว่างอนุภาคจะน้อยมาก โดยตามปกติภาชนะที่ใส่ตัวทำละลายอยู่เหนือผิวของอนุภาคที่บรรจุในคอลัมน์เล็กน้อย ความดันจะลดลงอยู่ในช่วง 0.1 - 1 บรรยากาศ อัตราเร็วของเฟสเคลื่อนที่จะช้ามาก ซึ่งอาจมีค่า 0.1 mL/min หรือน้อยกว่านี้ ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการแยกจะนานมาก การทำให้อัตราเร็วของเฟสเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถทำได้โดยใช้ปั๊ม แต่ประสิทธิภาพของคอลัมน์จะต่ำลงและการแยกจะไม่ดีทั้งนี้เนื่องมาจากข้อจำกัดของ mass transfer ดังนั้นการใช้คอลัมน์ชนิดนี้จะต้องใช้ที่อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ต่ำ เนื่องจากว่ามันมีพื้นที่ผิวมาก หรือมีความจุของตำแหน่งแลกเปลี่ยนไอออนสูง จึงทำให้คอลัมน์จะมีความจุของสารตัวอย่างสูง ซึ่งมีความสำคัญในการใช้ preparative LC เท่านั้น

แม้ว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของคอลัมน์จะทำได้โดยการลดขนาดของอนุภาคที่บรรจุในคอลัมน์ซึ่งระยะแรก ๆ ของการพัฒนาคอลัมน์โครมาโทกราฟี เมื่อวัสดุที่ใช้บรรจุในคอลัมน์มีขนาดของอนุภาคในช่วง 30 - 75  $\mu\text{m}$  การบรรจุลงในคอลัมน์ที่แคบ ผลก็คือทำให้เกิด back pressure สูงมากกว่า classical LC column ดังนั้น การที่จะช่วยทำให้เฟสเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ได้จะต้องใช้พวก high pressure pump ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ HPLC สำหรับ analytical HPLC อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่จะอยู่ในช่วง 0.5 - 5.0 mL / นาที pressure drop จะสูงถึง 300 บรรยากาศ และประสิทธิภาพของคอลัมน์จะเพิ่มขึ้นเป็น 10 - 100 เท่า เมื่อเทียบกับ classical LC และเวลาที่ใช้ในการแยกจะสั้นลง

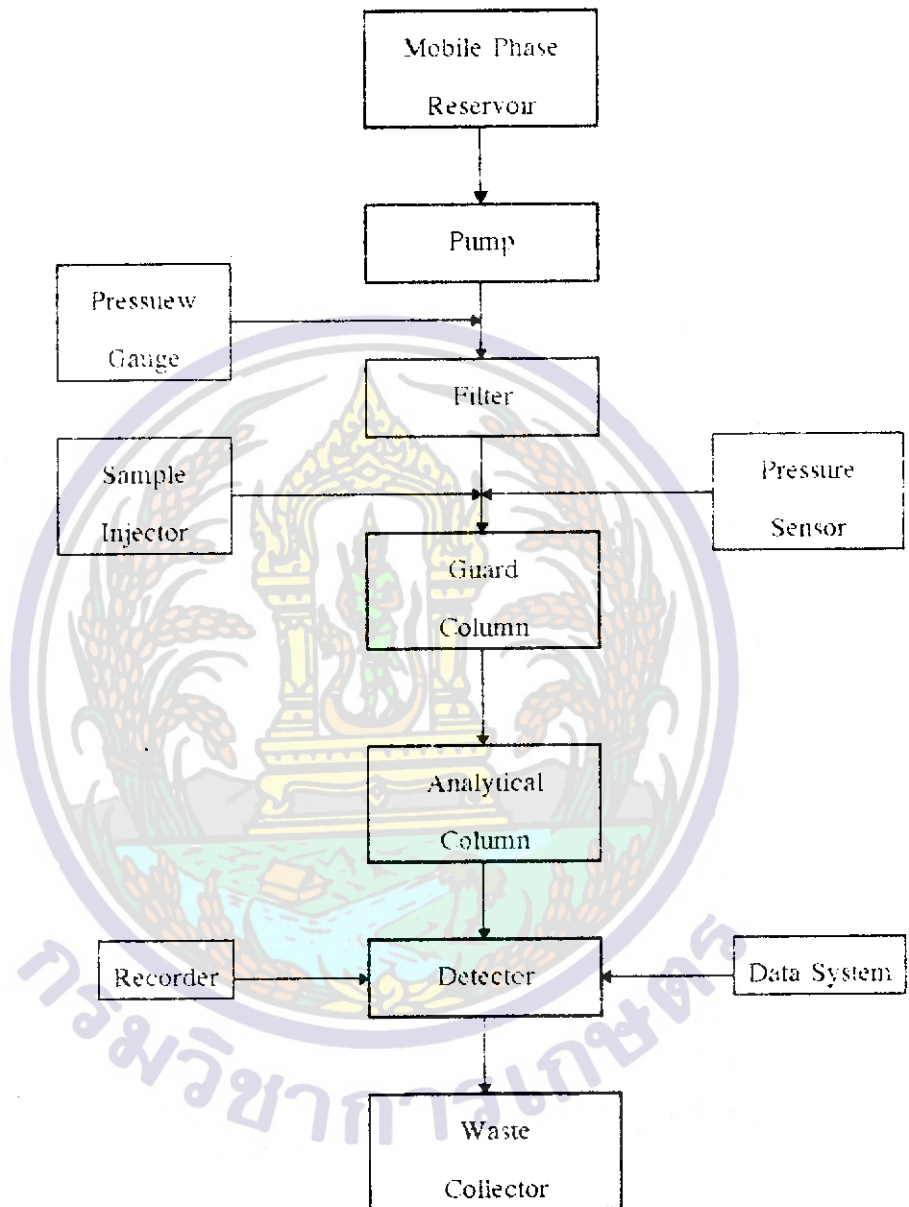
การปรับปรุงนี้เป็นผลมาจากการพัฒนา pellicular packing ในปี ค.ศ. 1960 ตัวบรรจุสารทรงกลมนี้ประกอบด้วยของแข็งที่ไม่มีรูพรุนเป็นแกน โดยทั่วไปจะใช้ glass bead ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ 40  $\mu\text{m}$  และเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบาง ๆ ชั้นนอก และมีลักษณะ

เป็นรูพรุนความหนาชั้นนอก เท่ากับ 1 - 3  $\mu\text{m}$  ซึ่งอาจเป็นพวก silica gel, alumina, resin หรือ polyamide ก็ได้ เนื่องจากตัวแกนเป็นของแข็งที่แน่น การบรรจุพวก pellicular particle ในคอลัมน์ทำได้ง่าย เมื่อเทียบอนุภาคที่มีรูพรุนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ stationary phase mass transfer ที่เกิดกับ pellicular packing จะถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นมาก อย่างไรก็ตามปริมาณของชั้นที่เคลือบอยู่จะบางลงมาก ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ ความจุของสารตัวอย่างจะลดลงไปด้วย ดังนั้น pellicular packing จะไม่ค่อยมีประโยชน์สำหรับงานด้าน preparative LC ในปี ค.ศ. 1980 อนุภาคที่ใช้บรรจุในคอลัมน์ที่ปรากฏขึ้นมาใหม่คือ microparticulate ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน และยังนำมาใช้เป็นวัสดุที่ใช้บรรจุใน guard column เพื่อให้ทำหน้าที่กรองสิ่งเจือปนออกจากสารละลาย ตัวอย่างและเฟสเคลื่อนที่ที่จะผ่านเข้าไปยังคอลัมน์ ทำให้โอเพอเรชันของคอลัมน์ยาวขึ้น

การลดขนาดของอนุภาคให้ต่ำกว่า 30  $\mu\text{m}$  ทำให้ประสิทธิภาพของคอลัมน์เพิ่มขึ้น ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการใช้ ion exchange ได้ยอมรับในข้อดีหรือข้อได้เปรียบของการใช้อนุภาคที่มีขนาดเล็กเช่น ขนาด 10  $\mu\text{m}$  นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาการบรรจุอนุภาคเข้าในคอลัมน์ในสถานะของสารละลายที่เป็น slurry โดยใช้ระบบความดันสูง ( 7,000 psi ) และมีกรรณแค microparticles ที่มีขนาดในช่วง 5 - 15  $\mu\text{m}$  มาใช้ในการเตรียม HPLC column ที่มีประสิทธิภาพสูง การเพิ่มประสิทธิภาพของคอลัมน์ด้วยการปรับปรุง stationary phase และ mobile phase mass transfer term จะทำให้ใช้เวลาที่ใช้ในการแยกสารต่ำกว่า classical LC ที่ใช้ประจำมาก นอกจากนั้นพวกอนุภาค microparticles จะมีรูพรุนมาก ไม่เหมือนกับ pellicular packing ความจุของสารตัวอย่างจะลดไปด้วย ข้อเสียอย่างอื่นก็ยังมี เช่น ราคาแพง และการบรรจุอนุภาคชนิดนี้เข้าคอลัมน์ก็ต้องใช้วิธีพิเศษ

เนื่องจากประสิทธิภาพของ microparticulate columns จะสูงมาก ดังนั้น ความยาวของคอลัมน์ที่ต้องการใช้ในกรณีวิเคราะห์ HPLC จึงสั้นและอยู่ในช่วง 15 - 25 ซม. การใช้อนุภาคขนาด 5  $\mu\text{m}$  จะทำให้ back pressure ของคอลัมน์สูงเมื่อเทียบกับการใช้อนุภาคที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ หรือการใช้ pellicular particles ของคอลัมน์สูงเมื่อเทียบกับการใช้อนุภาคที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ หรือการใช้ pellicular particles อย่างไรก็ตาม คอลัมน์ที่สั้นแม้จะบรรจุด้วยอนุภาคขนาด 5  $\mu\text{m}$  ก็จะทำให้เกิด back pressure แต่น้อยกว่า 200 บรรยากาศ เมื่อใช้อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ที่ไม่หนืดเท่ากับ 1 - 2 mL / นาที แต่ในการแยกสารบางชนิดที่แยกได้ยาก อาจต้องใช้คอลัมน์ที่มีจำนวน theoretical plates ประมาณ 10,000 และคอลัมน์ยาวประมาณ 50 - 100 ซม. ที่บรรจุด้วยอนุภาคเล็ก ๆ และใช้ high pressure pump เพื่อให้ตัวทำละลายผ่านคอลัมน์ การใช้อัตราการไหลของตัวทำละลายสูง หรือเฟสเคลื่อนที่มีความหนืดจะไปเพิ่ม back pressure ของคอลัมน์ ในกรณีเหล่านี้จะเกิด pressure drop ขึ้นประมาณ 200 - 300 บรรยากาศ

## องค์ประกอบของเครื่องมือ HPLC



1. ภาชนะที่บรรจุเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase reservoir) เป็นขวดสำหรับใส่ตัวทำละลายที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ ในทางวิเคราะห์ ขวดที่บรรจุเฟสเคลื่อนที่นี้ควรมีขนาดความจุประมาณ 1 ลิตร แต่ใน preparative HPLC ความจุของขวดควรจะมากกว่านี้ ในปัจจุบัน ขวดที่ใส่เฟสเคลื่อนที่นี้จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการไล่อากาศที่ละลายอยู่ เช่น แก๊สออกซิเจน จุดประสงค์ของการไล่อากาศที่ละลายอยู่ในเฟสเคลื่อนที่ ก็คือ ต้องการกำจัดแก๊สออกซิเจนซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเฟสเคลื่อนที่บางชนิดได้ หรือแม้แต่กับเฟสคงที่ที่อยู่ในคอลัมน์ นอกจากนี้ ยังเป็นการลดโอกาสที่จะทำให้เกิดฟองอากาศในเครื่องตรวจหาขณะทำการทดลองอยู่ การไล่แก๊สที่ละลายอยู่นี้ จะต้องทำเมื่อตัว

ละลายเป็นพวกสารมีขั้ว (polar solvents) และมีบางบริษัทที่ผลิตเครื่อง HPLC สามารถใช้กับระบบที่ไม่ต้องไล่แก๊สก่อนได้

**2. ระบบของปั๊ม (pumping system)** ใน HPLC มีความต้านทานการไหลของเฟสเคลื่อนที่ที่จะไหลผ่านคอลัมน์ ซึ่งมีอนุภาคขนาดเล็กบรรจุอยู่ ความต้านทานการไหลที่ว่านี้ จะมากเมื่อใช้อนุภาคเล็ก ๆ และคอลัมน์มีขนาดเล็กอีกด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ความดันที่สูงดันเฟสเคลื่อนที่ให้ไหลไป ปั๊มชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- mechanical pump เป็นปั๊มที่ควบคุมให้อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่มีค่าคงที่
- pneumatic pump เป็นปั๊มที่ควบคุมให้ความดันของการไหลของเฟสเคลื่อนที่มีค่าคงที่

หลักการเลือก pumping system เพื่อใช้กับ HPLC นั้น ควรพิจารณาจากสมบัติ

ต่อไปนี้

ก. ปั๊มและส่วนประกอบควรจะต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการสึกกร่อนด้วยตัวละลายต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ ทั้งนี้รวมทั้งท่อ fittings และ flow cells ด้วย เป็นต้น เช่น ทำด้วยเหล็กไร้สนิม คุณภาพสูง inert polymers เช่น polytetrafluoroethylene (PTFE), ruby และ sapphire

ข. ควรจะต้องสามารถปั๊มเฟสเคลื่อนที่มีปริมาณมาก ๆ ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มี การขัดข้อง

ค. สามารถให้ความดันได้ถึง 4,000 - 6,000 psi เพื่อปั๊มให้เฟสเคลื่อนที่ไหลผ่านคอลัมน์ขนาดเล็ก ยาวขนาด 30 ซม. ซึ่งบรรจุด้วยอนุภาคขนาดเล็กได้ และอย่างน้อยต้องให้ความดันได้ถึงขนาด 500 psi

ง. สามารถให้อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ได้สูงถึง 3 mL/นาที เป็นอย่างน้อย และคงที่

จ. ความคลาดเคลื่อนของการควบคุมการไหลของเฟสเคลื่อนที่ที่ต้องไม่เกิน 1-2 %

ฉ. ควรจะมีปริมาตรภายในต่ำ เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการเปลี่ยนเฟสเคลื่อนที่

ช. ต้องไม่มีพัลส์ (pulse) หรือมีตัวที่ใช้ลดพัลส์ (pulse damper) หรือไม่ทำให้เกิด detector noise

### **๑. อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดความดัน (Pressure Monitoring Devices)**

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดความดันซึ่งอยู่ระหว่างทางเข้าของคอลัมน์กับปั๊ม อุปกรณ์ตรวจวัดนี้จะบอกความดันของเฟสเคลื่อนที่ก่อนเข้าสู่คอลัมน์ ความดันนี้จะบ่งชี้บอกว่าการอุดตันหรือไม่ หรือการทำงานของปั๊มล้มเหลวหรือไม่ นอกจากนี้ การทราบความดันของเครื่องจะช่วยทำให้การปรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

X อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดความดัน ปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ

3.1 Pressure transducer หรือ strain gauge อุปกรณ์ชนิดนี้ราคาค่อนข้างแพง แต่ให้ความถูกต้องดีและสามารถติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้เตือนเมื่อความดันต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป หรือติดตั้งร่วมกับเครื่องตัดการทำงานของปั๊ม

3.2 Bourdon tube หรือ diaphragm gauge อุปกรณ์นี้ราคาค่อนข้างถูก การทำงานก็ให้ความถูกต้องต่ำและไม่สามารถติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันการทำงานผิดปกติของปั๊มได้

#### 4. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำ Gradient Elution

โดยทั่วไป การแยกสารผสมที่ซับซ้อนและมีค่า  $K'$  แตกต่างกันมาก ๆ มักจะมีปัญหาเสมอ วิธีที่สะดวกที่สุดในการแก้ปัญหา คือ การใช้ gradient ใน LC การทำ gradient elution ก็เหมือนกับการทำ temperature programming ใน GC ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงค่า  $K'$  จะทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเฟสเคลื่อนที่ pH, ionic strength ของเฟสเคลื่อนที่ซึ่งดีกว่าเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

อุปกรณ์ที่ใช้กับ gradient elution ใน LC นั้น แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบ low pressure gradient เป็นแบบที่ใช้วิธีการผสมตัวทำละลายที่ความดันของบรรยากาศและต่อจากนั้นก็จะถูกปั๊มต่อไปด้วยความดันสูงเข้าสู่คอลัมน์

X 2. แบบ high pressure gradient เป็นแบบที่ตัวทำละลายที่ใช้ใน gradient elution จะถูกปั๊มผ่าน high pressure pump เข้าสู่ low volume mixing chamber ก่อนเข้าสู่คอลัมน์

การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของเฟสเคลื่อนที่ระหว่างที่ทำ gradient elution นั้นสามารถทำได้ โดยการตั้งโปรแกรมเป็นเส้นตรง (linear) หรือเส้นโค้ง หรือให้เป็นแบบขั้น (stepwise)

#### 5. อุปกรณ์นำสารเข้าในยัง LC (Sample Interluetion Deviers)

การผ่านสารตัวอย่างเข้าไปยัง LC คอลัมน์นั้นมีความสำคัญค่อนข้างมากต่อการแยกสาร ทั้งนี้เนื่องจากสารตัวอย่างที่ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ควรจะอยู่ในลักษณะที่เป็นแถบที่แคบมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้น วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จะมีมากมายหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้คือใช้ microsampling valve ส่วนวิธีที่ง่ายที่สุดคือใช้วิธีฉีดสารตัวอย่างผ่าน septum ด้วย microsyringe และควรต้องระมัดระวังเนื่องจากความดันภายในสูง

##### Microsampling Valve

การผ่านสารตัวอย่างเข้าไปใน LC คอลัมน์ โดยใช้ microsampling valve สารตัวอย่างที่ผ่านเข้าไปจะอยู่ในท่อซึ่งอยู่ภายนอกที่ต่อเข้ากับ valve นี้ microsampling valve ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถนำมาใช้ได้กับสารตัวอย่างที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5  $\mu\text{L}$  จนกระทั่งถึงหลายมิลลิลิตร

valve ซึ่งมีท่ออยู่ภายนอกยอมให้ฉีดสารตัวอย่างเข้าได้ในปริมาณมาก นอกจากนั้น valve ประเภทนี้ยังสามารถใช้งานได้ที่ความดันสูงถึง 5,000-6,000 psi โดยที่ไม่เกิดการรั่วไหล

#### 6. เครื่องตรวจวัด (Detector)

สิ่งที่ต้องการสำหรับเครื่องตรวจวัดใน LC สมัยใหม่ คือ ความไวของเครื่องตรวจวัดซึ่งสามารถทำการตรวจวัดสิ่งที้ออกมาจากคอลัมน์ได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น เครื่องตรวจวัดในอุดมคติของ LC สมัยใหม่ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

- ก. มีความไวสูง และให้สัญญาณตอบรับ (response) ที่คาดคะเนได้
  - ข. ให้สัญญาณตอบรับ (response) ได้กับสารทุกชนิด
  - ค. ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและอัตราการไหลของการไหลของเฟสเคลื่อนที่
  - ง. เชื่อถือได้และง่ายต่อการใช้งาน
  - จ. ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นและสัญญาณตอบรับของเครื่องตรวจวัดควรมีสภาพเชิงเส้น (linearity) ในช่วงกว้าง
  - ฉ. ไม่ทำลายสารตัวอย่าง
  - ช. ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพวิเคราะห์สำหรับ peak ที่ต้องการตรวจสอบ
- เครื่องตรวจวัดของ LC ในปัจจุบันจะมีคุณสมบัติไม่ครบตามที่กล่าวมาข้างต้น เครื่องตรวจวัดใน LC สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. bulk property หรือ general detectors
2. solute property หรือ selective detectors

Bulk property detectors เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพของเฟสเคลื่อนที่รวมตัวกับของตัวถูกละลาย เช่น refractive index และ conductivity detectors สำหรับ solute property detectors เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวถูกละลายเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น UV-VIS, fluorescence หรือ electrochemical detectors เป็นต้น

สำหรับเครื่องตรวจวัด (Detectors) ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางใน HPLC คือ UV-VIS Detector เพราะมีลักษณะพิเศษ คือ ไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของการไหลและอุณหภูมิ แต่ก่อนข้างจะมีความไวสูงกับสารประกอบอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ หลักการทำงานของเครื่องมือนี้ อาศัยการดูดกลืนแสง UV ของสารตัวอย่าง

ในปัจจุบัน ยูวี-วิสิเบิล ดีเทคเตอร์ ที่นิยมใช้ใน HPLC แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

- ก. Fixed-wavelength UV detector
- ข. Variable UV-VIS detector
- ค. Photodiode-array detector

## การวิเคราะห์คุณภาพโดยเทคนิค HPLC

จุดประสงค์ที่สำคัญของการทำโครมาโทกราฟีก็เพื่อจะวิเคราะห์สารตัวอย่างว่าเป็นสารอะไร มีกี่ชนิดและเป็นสารใดบ้าง โดยทั่วไปในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค LC นั้น มักจะใช้วิธีเปรียบเทียบค่า retention time ของสารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน โดยเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์สารตัวอย่างเสียก่อนจนได้การแยกที่ดี แล้วจึงใช้สารมาตรฐานวิเคราะห์ที่สภาวะเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบนี้อาจจะเป็นเพียงการใช้ข้อมูลขั้นแรกเท่านั้น เพราะสารต่างชนิดกันอาจจะทำให้ค่า retention time เท่ากันได้ ดังนั้น อาจจะต้องวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่งโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ นั่นคือ ใช้คอลัมน์ใหม่ ตัวทำละลาย และอัตราเร็วของการไหลใหม่ หรือมีจะนั้นก็ใช้ LC เทคนิคอื่นเป็นการ cross-check เช่น ใช้ LSC, reverse-phase BPC หรืออาจใช้เทคนิคอื่น เช่น GC หรือ TLC เพื่อเปรียบเทียบจะทำให้การวิเคราะห์ค่อนข้างแน่ใจขึ้น

อีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้กันในการ identify peak ในโครมาโทแกรม คือ ใช้เทคนิคที่เรียกว่า “spiking” ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการที่จะบอกว่าเป็นของสารใดในของผสมที่ทราบชนิดต่าง ๆ ของสารแล้ว แต่ไม่ทราบตำแหน่งของพีก เช่น มีของผสมวิตามิน B<sub>1</sub> กับ B<sub>6</sub> เมื่อวิเคราะห์ด้วย LC ได้พีก 2 พีก ถ้าอยากทราบว่าพีกไหนเป็นของ B<sub>1</sub> หรือ B<sub>6</sub> ใช้เทคนิค spiking จะบอกได้อย่างชัดเจน โดยเติมวิตามิน B<sub>1</sub> หรือ B<sub>6</sub> ลงไปในสารตัวอย่าง เช่น เติม B<sub>1</sub> ลงไป ถ้าโครมาโทแกรมที่ได้พีกใดมีพื้นที่มากขึ้นหรือสูงขึ้นก็แสดงว่าพีกนั้นเป็นของ B<sub>1</sub> ดังรูป



## การวิเคราะห์ปริมาณโดยเทคนิค HPLC

การวิเคราะห์ปริมาณโดยเทคนิค HPLC จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ recorder หรือ integrator เพื่อใช้ในการคำนวณพื้นที่ของพีก หรือความสูงของพีก

### 1. ความสูงของพีก (Peak Height)

ความสูงของพีก ( $h'$ ) ที่ได้จากสัญญาณไฟฟ้าของดีเทคเตอร์นั้น มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสารที่ผ่านเข้าไปในเซลล์ จึงสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณของสารตัวอย่างได้ วิธีนี้นับว่าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและทำได้รวดเร็ว แต่ก็มีข้อเสียหลายอย่าง คือ ความสูงของพีกจะแปรเปลี่ยนได้ค่อนข้างมาก ถ้าเปรียบเทียบกับการใช้พื้นที่ของพีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าพีกตกสเกล ทำให้วัดไม่ได้

## 2. การวัดพื้นที่ของพีก (Peak Area Measurement)

การใช้พื้นที่พีกเพื่อนำไปหาปริมาณของสารตัวอย่างนั้น ได้จากการอาศัยความจริงที่ว่าปริมาณของสารหรือความเข้มข้นของสารจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพื้นที่พีก ดังสมการ

$$C_i = f_i A_i$$

C = ความเข้มข้น

A = พื้นที่ของพีก

f = detector response factors

ปัญหาในการวัดพื้นที่พีกนั้นอยู่ที่ว่า พีกเป็น Gaussian shape ทำให้ยากในการวัด นอกจากจะใช้ integrator อย่างไรก็ตาม การหาพื้นที่พีกสามารถทำได้หลายวิธี ที่นิยมใช้มี 3 วิธี ได้แก่

ก. ใช้วิธีวัดความสูงของพีกซึ่งสามารถทำได้เร็ว ง่าย และให้ความถูกต้องดี

ข. ในปัจจุบันนี้เครื่อง LC ส่วนมากจะมี integrator หรือคอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ด้วย เสมอจึงใช้วิธีนี้เป็นวิธีคำนวณหาพื้นที่พีกซึ่งจะให้ความถูกต้องดีกว่า สะดวก และง่ายต่อการคำนวณ

ค. ใช้วิธีคำนวณธรรมดา โดยคำนวณจากความสูงของพีกคูณด้วยความกว้างของพีกที่ครึ่งหนึ่งของความสูงคือ  $A = H \times W$

เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการหาปริมาณของสารตัวอย่าง โดยทั่วไป คือ การทำ calibration curve ซึ่งมีวิธีต่าง ๆ คือ

ก. Normalization method

ข. Internal standard method

ค. External standard method

ง. Standard addition method

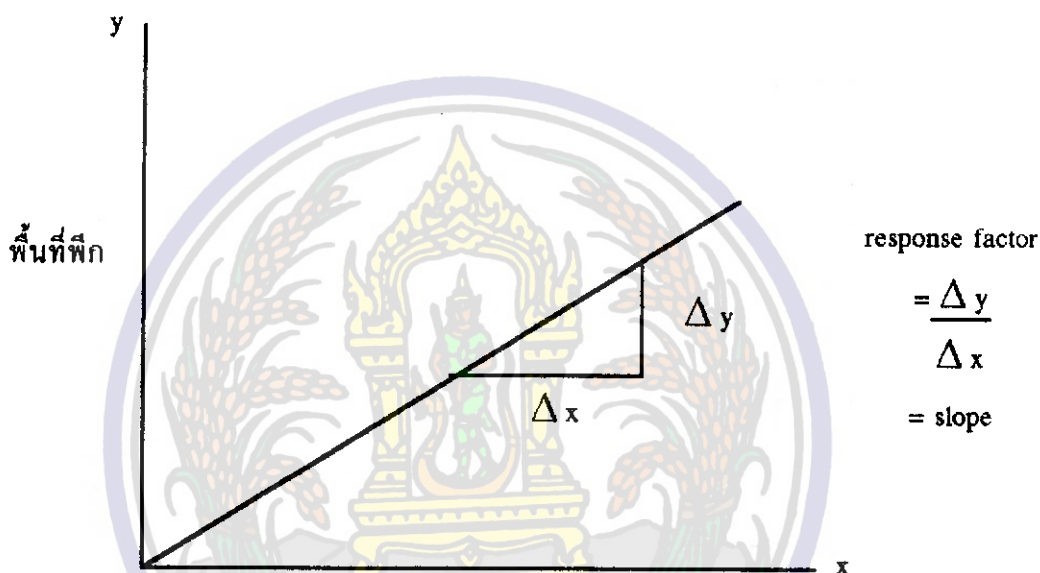
ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ Normalization method ซึ่งใช้ทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

ก. การหา area normalization แบบทั่วไป ซึ่งจะใช้วิธีนี้ได้สารที่ทำการวิเคราะห์นั้นจะต้องมีค่า detector response คล้ายกัน และต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่ในสาร ตัวอย่างจะต้องถูกชะ (elute) ออกมาหมด 100% เช่น มีสารผสม A, B, C และ D จากพื้นที่พีก สามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสารแต่ละชนิดได้โดยการคำนวณ

$$\%A = \frac{\text{พื้นที่พีกของ A}}{\text{รวมผลของพื้นที่พีก}}$$

$$(A + B + C + D)$$

ข. การหา area normalization โดยใช้ response factors ของ detector ของสารแต่ละชนิดมา correct ให้พื้นที่ที่พิกเหล่านั้นอยู่ในสถานะเดียวกัน (คือให้มี detector response เท่ากันเหมือนแบบที่ 1 ) การหาค่า reponse factors ของสารแต่ละชนิดสามารถหาได้จาก calibration curve โดยใช้สารที่ทราบปริมาณ (น.น.) แน่นอน 3 ความเข้มข้น แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย LC หาพื้นที่ที่พิก แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่ที่พิก จะได้กราฟเป็นเส้นตรง slope ของ curve นี้ คือ response factor ของสารนั้นดังแสดงในรูป



corrected area ของสารแต่ละชนิดสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{\text{พื้นที่ที่พิกของสาร A}}{\text{response factor ของสาร A}} = \text{corrected area ของสาร A}$$

detector response factor  $\otimes$  สามารถอธิบายได้ด้วยความสัมพันธ์ข้างล่างนี้

- $C_i = R_i A_i$
- $C$  = ความเข้มข้น
- $R$  = คีเทคเตอร์ response factors
- $A$  = พื้นที่ที่พิก

วิธีที่ง่ายที่สุดในการหาค่า factors นี้สามารถทำได้โดยทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่มีสารต่าง ๆ ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากันผสมกันอยู่ เช่น มีสาร 3 ชนิดผสมกันอยู่ เมื่อวิเคราะห์ออกมาได้พื้นที่ที่พิกเป็น A1, A2 และ A3 ตามลำดับ

$$\therefore C_1 = R_1 A_1$$

$$C_2 = R_2 A_2$$

$$C_3 = R_3 A_3$$

แต่สารทั้งสามมีความเข้มข้นเท่ากัน  $C_1 = C_2 = C_3$

$$\therefore R_1 A_1 = R_3 A_3$$

$$R_2 A_2 = R_3 A_3$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{A_3}{A_1}$$

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{A_3}{A_2}$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{A_3}{A_1}$$

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{A_3}{A_2}$$

ถ้าให้สารตัวที่ 3 เป็น "norm" โดยกำหนดให้มีค่า  $R_3 = 1.00$  ดังนั้น ค่า relative response factors ของสารแต่ละชนิดสามารถคำนวณได้โดย

$$R_1 = \frac{A_3}{A_1}$$

$$R_2 = \frac{A_3}{A_2}$$

$$R_3 = \frac{A_3}{A_3} = 1.00$$

$$R_3 = \frac{A_3}{A_3} = 1.00$$

$$R_3 = \frac{A_3}{A_3} = 1.00$$

$$R_3 = \frac{A_3}{A_3} = 1.00$$

เพราะฉะนั้น เมื่อมีสารตัวอย่างที่มีสารต่าง ๆ ผสมกันอยู่ 3 ชนิด ก็จะสามารถหาความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดได้โดยวัด peak area ของสารแต่ละชนิด สมมติว่าได้เป็น  $A_1^*$ ,  $A_2^*$  และ  $A_3^*$  ตามลำดับ จากนั้นจะต้องหาค่า response factors ของแต่ละสารเสียก่อน

$$A_1^* R_1 + A_2^* R_2 + \dots + A_i^* R_i + \dots + A_n^* R_n = \sum_{i=1}^n A_i^* R_i$$

$$C_i \% = \frac{A_i^* R_i}{\sum_{i=1}^n A_i^* R_i} \times 100$$

## วิธีการ

1. ตัวอย่างวิเคราะห์ภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารตามท้องตลาด และจากโรงงานผลิต ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น พลาสติก ถุง กล่อง ขวด ขาม ถ้วย จาน ถาด เป็นต้น จำนวนทั้งสิ้น 505 ตัวอย่าง

2. วิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาชนิดของพลาสติก โดยวิธี instrumental method เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ Infrared Spectrophotometer (IR Shimadzu 460) ที่ช่วงคลื่น (wave number) ระหว่าง  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  ซึ่งจำเป็นต้องทดลองหาเงื่อนไขในการวิเคราะห์และการเตรียมตัวอย่างประเภทต่าง ๆ เพื่อเป็นขั้นตอนสอบดังนี้

### 2.1 กรณีที่เป็นฟิล์มพลาสติก

ตัดตัวอย่างพลาสติกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาดพอเหมาะใส่ลงในเซลล์สำหรับใส่ตัวอย่าง (Sample cell)

### 2.2 กรณีที่เป็นพลาสติกหนา ขนาดแสง infrared ผ่านไม่ได้

ทำให้พลาสติกบางลง โดยวิธีอัดขนาดร้อน (hot pressing) หรือใช้สารละลายที่เหมาะสม ละลายขั้นตอนสอบให้บางลง แล้วนำมาตัด ใช้ทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 2.1

2.3 กรณีเป็นพลาสติกหนามากและไม่สามารถทำตามวิธีข้อ 2.2 ได้ ให้เตรียมดังนี้

2.3.1 ละลายขั้นตอนสอบในสารละลายที่เหมาะสมแล้วนำไปทาบบน KBr cell ระเหยตัวทำละลายออกโดยดูดภายใต้สุญญากาศที่  $100^{\circ}\text{C}$  30 นาที

2.3.2 ใช้วิธี attenuated total reflection, ATR method โดยตัดตัวอย่างเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดพอเหมาะ จำนวน 2 ชิ้น แล้วนำไปประกบด้านหน้าและด้านหลังของผลึกแทลเลียม โบรโมไอโอไดด์ (thallium bromo-iodide, KRS-5)

2.4 กรณีที่เป็นพลาสติกที่มีหลาย ชั้นประกบกัน (laminare) เตรียมขั้นตอนสอบโดย

2.4.1 ใช้วิธี attenuated total reflection, ATR method ดังข้อ 2.3.2

2.4.2 ใช้วิธี specular reflection ซึ่งเป็นการหาชนิด laminate ของพลาสติกกับอีกด้านประกบด้วยกระดาษหรือ aluminium foil

ขั้นตอนทดสอบตามข้อ 2.1 ถึง 2.4 นำไปวัดหา IR Spectrum โดยเครื่องมือ Infrared Spectrophotometer พิจารณาศึกษาโครงสร้างโมเลกุลโพลิเมอร์ของสารตัวอย่างจาก IR Spectrum เปรียบเทียบกับโครงสร้างโมเลกุลโพลิเมอร์มาตรฐาน

3. วิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ IR ดังกล่าวในข้อ 2. บันทึกค่าการส่งผ่านของแสงออกมาเป็น Spectrum แล้วเปรียบเทียบ Spectrum ของตัวอย่างที่ได้กับ Spectrum ของพลาสติกมาตรฐานประเมินผล (Interpret) เพื่อทราบชนิดและแยกประเภทของพลาสติก (ผลการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดใน สรุปผลการดำเนินงาน)

4. วิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาชนิดและคุณสมบัติเฉพาะของพลาสติก โดยวิธี Wet Chemical Method

คัดเลือกตัวอย่างภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารจากข้อ 1 จำนวน 68 ตัวอย่างมาทำการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์โดยการเผา (burn test)

ตัดภาชนะพลาสติกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปอังที่ตะเกียง bunsen สังเกตคุณลักษณะการติดไฟ ปฏิกิริยาของไอ (fume) กับกระดาษลิตมัส (litmus) และลักษณะกลิ่น

4.2 การวิเคราะห์โดยการละลาย

ตัดภาชนะพลาสติกเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปใส่ใน solvent ชนิดต่าง ๆ สังเกตความสามารถในการละลาย และ ไม่ละลาย

สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามข้อ 4.1 และ 4.2 โดยแยกคุณสมบัติเฉพาะเป็นกลุ่มแต่ละรูปแบบของพลาสติก และแต่ละชนิดของพลาสติก (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในผลและวิจารณ์ผลการทดลอง)

## 5. วิเคราะห์คุณสมบัติการละลายของพลาสติกด้านที่สัมผัสกับอาหาร (Migration test)

คัดเลือกตัวอย่างภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารจากข้อ 1 มาทำการวิเคราะห์หา migration test ซึ่งจะกำหนดให้วิเคราะห์เฉพาะอย่างแล้วแต่ชนิดของภาชนะพลาสติกตามกำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 92 พ.ศ.2528 ดังนี้

### 5.1 ล้างผิวด้านสัมผัสกับอาหารของชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น

5.2 เตรียมสารละลายสำหรับใช้เป็นตัวสกัด (extraction solution) ดังนี้ น้ำกลั่น acetic acid 4%, ethanol 20% โดยปริมาตร และ heptane (หรืออย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับอาหาร) ตามลำดับลงในภาชนะตัวอย่างที่จะทดสอบ ปิดด้วยกระดาษทึบให้ความร้อน 60 หรือ 95°C (ตามความต้องการใช้งาน) เป็นเวลา 30 นาที ในกรณีที่เป็นพลาสติกแผ่นบางต้องใช้เครื่องมือ inside extractor apparatus เมื่อครบกำหนดเวลา 30 นาที ให้เทสารละลายที่สกัดแล้ว (leaching solution) ลงในขวดแก้วที่สะอาด

5.3 นำสารละลายที่ได้จากข้อ 5.2 มาวิเคราะห์หา phenol, formaldehyde และ lead

#### 5.3.1 Phenol

วิธีวิเคราะห์ phenol โดย UV-Vis Spectrophotometer

เตรียมสารละลายมาตรฐาน phenol 100 ppm โดยชั่ง phenol 1 gm ละลายในน้ำ 100 ml แล้วดูดมา 1 ml มาทำเป็นปริมาตร 100 ml โดยใช้น้ำปรับปริมาตร

เตรียมสารละลาย 4-amine antipyrine โดยชั่ง 4-amino antipyrine 1.50 g ละลายในน้ำ แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml ในขวดวัดปริมาตร

เตรียมสารละลาย potassium ferricyanide โดยชั่ง 3.0 g potassium ferricyanide ใส่ในขวดวัดปริมาตร 1,000 ml เติมน้ำ 100 ml เติมน้ำแอมโมเนีย 1.8 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml ด้วยน้ำ

เตรียมสารละลาย borate buffer โดยชั่ง 4 g sodium hydroxide ในน้ำ 100 ml และชั่ง Boric acid 6.18 g ละลายในน้ำ 100 ml นำเอาสารละลาย sodium hydroxide ผสมกับสารละลาย Boric acid ที่เตรียมแล้ว ในอัตราส่วน 90:10

นำสารละลายที่ได้จากข้อ 5.2 มา 20 ml เติมสารละลาย borate buffer 3 ml เติมสารละลาย 4-amino antipyrin 5 ml และสารละลาย potassium ferricyanide 2.5 ml ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำ

เตรียมสารละลายมาตรฐาน phenol 0, 25, 50 และ 100 ppm ตามลำดับ แล้วนำมา 20 ml ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml แล้วเติมสารละลาย borate buffer 3 ml สารละลาย 4-amino antipyrine 5 ml และสารละลาย potassium ferricyanide 2-5 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำ

นำสารละลายมาตรฐาน phenol และสารละลายมาตรฐานตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้ว ไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ที่ความคลื่น 510 nm.

กำหนดหาปริมาณ phenol ในตัวอย่าง

### 5.3.2 formaldehyde

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Formaldehyde 4 ppm ในน้ำกลั่น ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐาน formaldehyde 5 ml เติม acetyl acetone 5 ml

ทำเช่นเดียวกันนี้ แต่ใช้สารละลายตัวอย่างจากข้อ 5.2 และใช้น้ำกลั่นทำ blank

นำสารที่เตรียมแล้วไปตั้งบนอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 100°C นาน 10 นาที นำมาใส่ลงในหลอดเทียบสีแต่ละหลอด แล้วเทียบสีที่เกิดขึ้น ซึ่งไม่ควรจะมีสี ถ้ามีสีก็จะต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐาน formaldehyde

กรมวิชาการเกษตร

## 5.3.3 heavy metal (ตะกั่ว)

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1 ppm ในน้ำกลั่น

ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 20 ml เติมน้ำกลั่น 30 ml เติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 2 หยด ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

ทำเช่นเดียวกันนี้ แต่ใช้สารละลายตัวอย่างจากข้อ 5.2 ซึ่งใช้กรด อะซิติก 4 % โดยปริมาตรเป็นตัวสกัด และใช้น้ำกลั่นทำ blank

นำสารละลายที่เตรียมแล้วใส่ลงในหลอดเทียบสีแต่ละหลอดแล้วเทียบสีที่เกิดขึ้น ซึ่งสีของสารละลายตัวอย่างต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว

5.3.4 โพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา ( $\text{KMnO}_4$ )

เตรียมสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมออกซาลेट 0.005 mole ต่อ 1000 ml โดยละลายอ็อกซาลิกแอซิด 0.670 g ในน้ำกลั่น ทำให้ปริมาตรเป็น 1000 ml เก็บไว้ในขวดสีชา

เตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 0.002 mole ต่อ 1000 ml ในน้ำ โดยชั่งโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 0.33 g. ละลายน้ำแล้วทำให้ปริมาตรเป็น 1000 ml

เตรียมขวดแก้วที่จะใช้ให้ปราศจากสารอื่นเจือปน โดยเติมกรดซัลฟูริก 5 ml น้ำกลั่น 100 ml และสารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 5 ml ลงในขวดขนาด 250 ml ต้มให้เดือดนาน 5 นาที เทสารละลายทิ้งแล้วล้างขวดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นก่อนนำไปใช้

นำสารละลายตัวอย่างที่ใช้สกัดได้จากข้อ 5.2 มา 100 ml ใส่ลงในขวดแก้วที่เตรียมไว้แล้ว เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (1+2) โดยปริมาตร 5 ml และสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 10 ml ต้มให้เดือดนาน 5 นาที ยกลง เติมสารละลายมาตรฐานโซเดียมออกซาลेट 10 ml ลงไปทันที สีจะหายไป และ titrate ทันทีด้วยสารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต จนได้สีชมพูจาง ๆ อย่างถาวร

ทำ blank เช่นเดียวกันนี้ แต่ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง คำนวณหาโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยา(ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดใน ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง)

$$\text{KMnO}_4 = \frac{0.316 \times (a-b) \times 1000}{100}$$

$$= 0.316 (a-b)$$

- a = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน  $\text{KMnO}_4$  ที่ใช้ไตเตรตกับ ตัวอย่างเป็นลูกบาศก์เซ็นติเมตร
- b = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน  $\text{KMnO}_4$  ที่ใช้ไตเตรตกับ แบลงก์ เป็นลูกบาศก์เซ็นติเมตร

5.3.5 วิธีวิเคราะห์สีที่ละลายออกจากตัวอย่างพลาสติกบรรจุอาหาร เตรียมสารละลายกรดอะซีติก 4% โดยปริมาตร แล้วทำให้ร้อน  $60^{\circ}\text{C}$  เกลงในตัวอย่าง โดยให้มีปริมาณ 80% ของความจุของตัวอย่างบีดด้วย กระชกนาฬิกา แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ในแก้วปิกเกอร์

ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้ 100 ml ใส่ลงในหลอดเนสส์เลอร์ ตั้ง หลอดเนสส์เลอร์ไว้บนพื้นสีขาว

ใช้ปิเปตดูดสารละลายกรดอะซีติก 4% โดยปริมาตร จำนวน 100 ml ใส่ ในหลอดเนสส์เลอร์ ตั้งหลอดเนสส์เลอร์ไว้บนพื้นสีขาว

เปรียบเทียบสีของสารละลายตัวอย่าง กับสารละลายกรดอะซีติกโดยการ มองจากด้านบนของหลอด

6. วิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติก (Material test) เป็นการวิเคราะห์ส่วนประกอบ ส่วนใหญ่ของเนื้อพลาสติกที่นำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร จัดเลือกตัวอย่างภาชนะพลาสติกที่ใช้ บรรจุอาหารจากข้อ 1 มาทำการวิเคราะห์หา material test ซึ่งจะกำหนดให้วิเคราะห์ เฉพาะอย่าง แล้วแต่ชนิดของพลาสติก ตามกำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑2 พ.ศ.2528 โดยตัด ตัวอย่างให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ คลุกเคล้ากันให้ทั่ว นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

#### 6.1 ตะกั่ว

6.1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 100, 10 และ 5 ppm ในน้ำ

6.1.2 เตรียมตัวอย่างโดยชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอน ๒ กรัม หยดกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไปเล็กน้อย เคาด้วยเปลวไฟจนหมดควัน แล้วนำไปใส่เตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ  $550^{\circ}\text{C}$  นาน 3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ละลายเถ้าด้วยสารละลายกรดไนตริก กรองด้วยกระดาษ กรองเก็บสารละลายที่ได้ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 50 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ผสมให้ เข้ากัน

6.1.3 นำน้ำกลั่น, สารละลายมาตรฐานตะกั่ว มาวัดค่า absorbance โดย เครื่องมือ Atomic Absorption Spectrophotometer มีความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

ตะกั่ว

6.1.4 นำสารละลายตัวอย่างมาวัดค่า absorbance แล้วคำนวณหาปริมาณ

$$\text{ตะกั่ว มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{CV}{W}$$

C = ปริมาณตะกั่วที่อ่านได้จากกราฟเป็น ppm

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่เตรียม เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

W = น้ำหนักของตัวอย่าง เป็น กรัม

## 6.2 แคดเมียม

6.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 100 ppm, 10 และ 5 ppm ในสารละลายกรดไนตริก 0.1 mole ต่อ 1000 ml

6.2.2 เตรียมตัวอย่างโดยชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 กรัม ใส่ในจานระเหย เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 หยด ให้ความร้อนด้วยเปลวไฟอ่อน ๆ จนสิ่งที่อยู่ในจานกลายเป็นของแข็งแล้วนำไปใส่ในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 450°C จนตัวอย่างกลายเป็นเถ้า ทำซ้ำให้เบี่ยงโดยกรดซัลฟูริกเข้มข้น แล้วให้ความร้อนอีก ทำซ้ำจนเถ้าเกือบเป็นสีขาว ละลายเถ้าด้วยสารละลายกรดไนตริก 10 ml นำสารละลายนี้ขึ้นมา 1 ml เติมสารละลายกรดไนตริกจนปริมาตรเป็น 10 ml

6.2.3 นำน้ำกลั่นและสารละลายแคดเมียม มาวัดค่า absorption ที่ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

6.2.4 นำสารละลายตัวอย่างมาวัดค่า absorption แล้วคำนวณหาปริมาณแคดเมียม

## 6.3 Volatile substances

6.3.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของ toluene, ethyl benzene, propyl benzene, isopropyl benzene และ styrene อย่างละ 100 ppm ใน N,N dimethyl formamide และ acetone

6.3.2 ชั่งตัวอย่าง 1 g ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติม N,N dimethyl formamide ถึงไว้ข้างขึ้น แล้วกรองด้วยกระดาษกรองในขวดแก้วปริมาตร 20 ml เติม acetone จนถึงขีดปริมาตร

6.3.3 วิธีวิเคราะห์ ฉีดสารละลายมาตรฐานผสม และสารละลายตัวอย่างอย่างละ 5  $\mu$ l เข้าเครื่อง Gas Chromatograph โดยปรับสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องมือ เพื่อให้ได้ peak ปรากฏออกมาได้ดีที่สุด โดยนี้สภาวะดังนี้

ใช้ Column แก้วยาว 2.1 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 มิลลิเมตร บรรจุด้วย Chromosorb W เคลือบด้วย 20% polyethylene glycol 20 M

Flame ionization detector

Column temperature 120 °C

Injection temperature 170 °C

N<sub>2</sub> flow rate 10 ml/min

Retention time

|                   |          |
|-------------------|----------|
| toluene           | 1.86 min |
| ethyl benzene     | 2.68 min |
| isopropyl benzene | 3.25 min |
| propyl benzene    | 3.83 min |
| styrene           | 4.78 min |

6.3.4 เปรียบเทียบพื้นที่ peak ของสารละลายตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณ Volatile substance



#### 6.4 Styrene monomer

6.4.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Styrene monomer 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 µg/ml ใน methanol กรองด้วย micro syringe holder

6.4.2 เตรียมตัวอย่างโดยตัดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปลูกเคล้ากันให้ทั่ว ชั่งตัวอย่าง 1 g ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในขวดแก้วที่มีขีดบอกปริมาตร เดิมเทอะไซโดฟูราน 10 ml คนโดยใช้เครื่องกวนแบบแม่เหล็กไฟฟ้า จนกระทั่งโพลีเมอร์ละลายหมด ถ่ายสารละลายใส่ในแก้วของเครื่องปั่น ล้างขวดแก้วด้วยเทอะไซโดฟูราน 1 ml แล้วเทรวมกันในแก้ว เดิม methanol 40 ml แล้วปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันอย่างรวดเร็ว 5 นาที ตั้งทิ้งไว้นาน 4 นาที กรองสารละลายด้วยเครื่อง ดูดสูญญากาศ ผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 40 บันทึกปริมาตรของสารละลายที่ได้ใช้ microsyringe holder กรองตัวอย่างอีกครั้ง สำหรับเตรียมฉีดเข้าเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph

6.4.3 ฉีดสารละลายมาตรฐาน Styrene monomer และสารละลายตัวอย่างเข้าเครื่อง HPLC ครั้งละ 10 µl โดยทดลองปรับสภาวะของเครื่องมือแล้ววิเคราะห์หลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะได้สภาวะของเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้การแยกโครมาโตแกรมได้ดีที่สุดซึ่งจากการทดลองได้สภาวะดังนี้

|                  |  |
|------------------|--|
| Column           | C <sub>18</sub> Bondapak 10 µl 3.9 x 30 cm |
| Mobile phase     | Tetrahydrofuran / water 3:2 (v/v)          |
| Flow rate        | 1 ml / min                                 |
| Detector         | UV, wavelength 254 nm                      |
| Chart speed      | 1 cm / min                                 |
| Range            | 0.1 AUFS                                   |
| Injection volume | 10 µl                                      |
| Retention time   | 6.65 min                                   |

6.4.4 เปรียบเทียบโครมาโตแกรมของตัวอย่าง กับสารละลายมาตรฐานแล้วคำนวณหาปริมาณ Styrene monomer (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดใน ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง)

▼ **เวลาและสถานที่** ปี พ.ศ. 2536-2538  
 กลุ่มงานตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก  
 กองเกษตรเคมี  
 กรมวิชาการเกษตร

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติก

ผลการวิเคราะห์ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง ปรากฏรายละเอียดในภาคผนวก ก

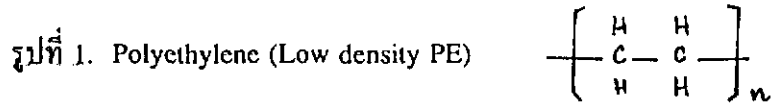
ผลการวิเคราะห์และทดลอง พบว่าภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปและจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรงจำนวน 505 ตัวอย่าง เป็นชนิดพลาสติกประเภทต่าง ๆ ดังนี้

|                        |     |          |
|------------------------|-----|----------|
| โพลีเอทธิลีน           | 173 | ตัวอย่าง |
| โพลีพรอพิลีน           | 119 | ตัวอย่าง |
| โพลีไวนิลคลอไรด์       | 62  | ตัวอย่าง |
| โพลีไวนิลลิคีนคลอไรด์  | 10  | ตัวอย่าง |
| โพลีเอทธิลีนเทเรฟทาเลท | 31  | ตัวอย่าง |
| โพลีสไตรีน             | 50  | ตัวอย่าง |
| โพลีคาร์บอเนต          | 10  | ตัวอย่าง |
| Cellophane             | 5   | ตัวอย่าง |
| Nylon 6                | 7   | ตัวอย่าง |
| เมลามีน                | 38  | ตัวอย่าง |

(ซึ่งแบ่งตามรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1)

ภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารที่ใช้นามากจะเป็นพวก Polyethylene, polypropylene ภาชนะที่บรรจุอาหารประเภทไขมันและน้ำมันใช้พลาสติกชนิด Polyvinyl chloride หรือ polyethylene terephthalate พวกที่เป็นกล่องบรรจุอาหารและใส่อาหารแช่เย็น มักใช้พลาสติกชนิด Polystyrene และ พวกที่เป็นฟิล์มพลาสติกหรือเป็นแผ่นบางเป็น Polyvinyl chloride หรือ Polyvinylidene chloride อาหารบรรจุภาชนะมีคสนิทจะเป็นพวก Cellophane พวกที่เป็นลามิเนต (มีหลายชั้นประกบกัน) จะมีด้านสัมผัสอาหารเป็น Polyethylene และ Polyvinylidene chloride ภาชนะพลาสติกที่มีรูปทรงแข็งแรงคงทนต่อการกระแทกจะเป็น Melamine

รูปที่ 1-10 แสดง IR Spectra ของพลาสติกชนิดต่าง ๆ จากเครื่องมือ Infrared Spectrophotometer (Shimadzu 460)



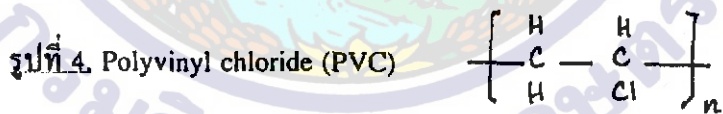
- A. C-H stretch : 2920, 2853  $\text{cm}^{-1}$  B. C-H bend : 1470  $\text{cm}^{-1}$   
 1380  $\text{cm}^{-1}$  C. CH<sub>2</sub> rock : 730-720 (doublet)



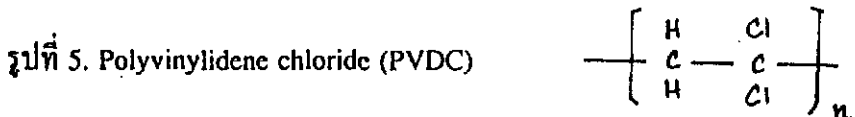
- A. C-H stretch : 2920, 2840  $\text{cm}^{-1}$  B. C-H bend : 1465  $\text{cm}^{-1}$   
 1375  $\text{cm}^{-1}$  C. CH<sub>2</sub> rock : 730-720 (doublet)



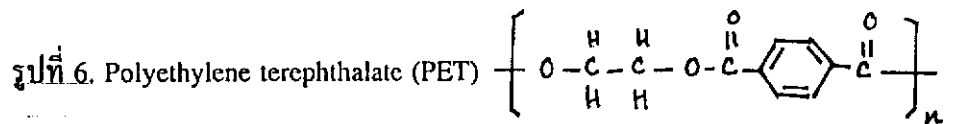
- A. C-H stretch : 2950, 2920  $\text{cm}^{-1}$  B. C-H bend : 1465, 1380  
 1160  $\text{cm}^{-1}$  C. C=C : 980-960  $\text{cm}^{-1}$



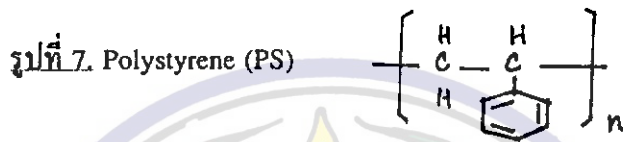
- A. C-H stretch : 2950, 2830  $\text{cm}^{-1}$  B. C-H bend : 1430  $\text{cm}^{-1}$   
 C. CH<sub>2</sub> : 950-900  $\text{cm}^{-1}$  D. C-Cl stretch : 760-510  $\text{cm}^{-1}$



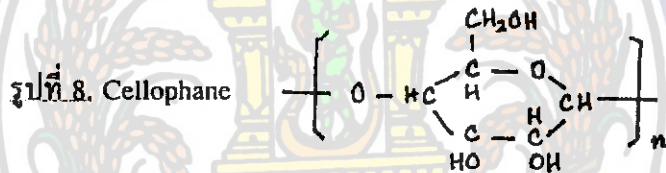
- A. =CH<sub>2</sub> stretch : 3095-3075  $\text{cm}^{-1}$  B. C-H stretch  
 2980-2830  $\text{cm}^{-1}$   
 C. C-Cl stretch : 760-510  $\text{cm}^{-1}$



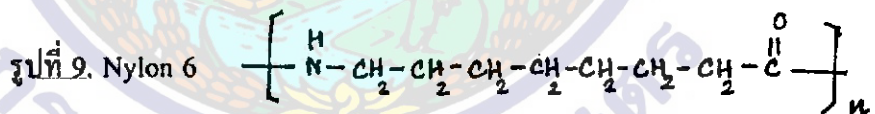
- A. Overtone of C=O stretch :  $3350 \text{ cm}^{-1}$       B. Aromatic C-H stretch  $3080 \text{ cm}^{-1}$   
 C. C-H stretch  $2950 \text{ cm}^{-1}$   
 C. C=O stretch :  $1725 \text{ cm}^{-1}$       D. C-O-C :  $1290 \text{ cm}^{-1}$   
 E. Ester C-O-C :  $1290 \text{ cm}^{-1}$



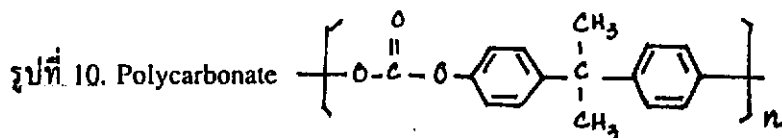
- A. Aromatic  $3077 \text{ cm}^{-1}$       B. Aliphatic C-H stretch  $2941, 2874 \text{ cm}^{-1}$   
 C.  $\text{CH}_2$  :  $1475-1450 \text{ cm}^{-1}$   
 D. Aromatic  $760, 700 \text{ cm}^{-1}$       E.  $=\text{CH}_2$  :  $545 \text{ cm}^{-1}$



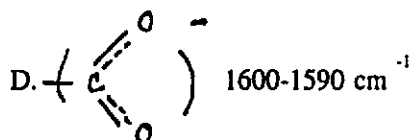
- A. Broad O-H stretch  $3350-3300 \text{ cm}^{-1}$       B. C-H stretch :  $2900 \text{ cm}^{-1}$   
 C. C=O  $1720 \text{ cm}^{-1}$       D. C-O stretch :  $1230-1000 \text{ cm}^{-1}$



- A. NH stretch  $3350-3300 \text{ cm}^{-1}$       B. C-H stretch  $2960 \text{ cm}^{-1}$   
 C. Asymmetric N-H bend  $1630 \text{ cm}^{-1}$       D. Asymmetric C=O stretch  $1540 \text{ cm}^{-1}$   
 E. Symmetric N-H bend  $1505 \text{ cm}^{-1}$       F. Symmetric C=O  $1405 \text{ cm}^{-1}$



- A. Aromatic  $3080 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1235 \text{ cm}^{-1}$ ,  $830 \text{ cm}^{-1}$   
 B. C-H stretch  $2980-2850 \text{ cm}^{-1}$       C. C=O stretch  $1775 \text{ cm}^{-1}$



รูปที่ 11 แสดง chromatogram peak ของสารละลายมาตรฐานผสมของ toluene, ethyl benzene, propyl benzene, isopropyl benzene และ styrene ที่ความเข้มข้นอย่างละ 100 ppm ตามลำดับ

รูปที่ 12 แสดง chromatogram peak ของตัวอย่างกล่องบรรจุอาหารพลาสติกแม่ IR จะเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและรวดเร็ว แต่การวิเคราะห์ประเมินผล (Interpret) จาก IR Spectrum ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะ เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลซึ่งมี Functional group ต่าง ๆ ย่อมแสดงผลใน IR Spectrum เป็นลักษณะของ peak เฉพาะเจาะจง เช่น aliphatic C-H stretch 3000-2840  $\text{cm}^{-1}$ , C-H bend 1450-1375  $\text{cm}^{-1}$ , C=C 1667-1640  $\text{cm}^{-1}$ , aromatic C-H stretch 3100-3000  $\text{cm}^{-1}$ , O-H 3650-3584  $\text{cm}^{-1}$ , C=O stretch 1760-1706  $\text{cm}^{-1}$ , Vinyl 1648-1638  $\text{cm}^{-1}$ . หรือแบ่งตามชนิดของพลาสติกจะปรากฏ peak ที่เด่นชัด คือ Polyethylene 2920, 1470, 1380, 730-720 (doublet)  $\text{cm}^{-1}$ , polypropylene 2950, 2920, 1470, 1380, 1160, 970  $\text{cm}^{-1}$ , Polyvinyl chloride 1430, 690  $\text{cm}^{-1}$ , Polypropylene chloride 1400, 1050 (doublet)  $\text{cm}^{-1}$ , Polystyrene (aromatic) จะปรากฏที่ 3100-3000, 1775, 1235, 830  $\text{cm}^{-1}$ , Polyethylene terephthalate 3350, 3080, 2950, 1100  $\text{cm}^{-1}$ , Cellophane 3330, 2900, 1720, 1230-1000  $\text{cm}^{-1}$ , Nylon 6 3350-3300, 2960, 1630, 1540  $\text{cm}^{-1}$ , Polycarbonate 3080, 2980-2850, 1775, 1600-1590, 1235, 830  $\text{cm}^{-1}$

การวิเคราะห์โดยวิธี Wet Chemical method เป็นการตรวจสอบชนิดของพลาสติกบรรจุ ห่อหุ้มอาหาร เมื่อต้น โดยอาศัยคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ ได้แก่ การทดสอบ การเผา สัญลักษณ์การติดไฟ สีที่เกิดขึ้นระหว่างติดไฟ การเป็นเถ้าเมื่อติดไฟ ลักษณะของเถ้า ห่อกระดาษ ลิตมัส กลิ่นที่เกิดขึ้นขณะติดไฟ การละลายและไม่ละลาย ในสารละลายต่าง ๆ ซึ่งพลาสติกแต่ละประเภท จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เมื่อทดสอบดังกล่าวข้างต้นสำหรับพวก Polyethylene และ Polypropylene เมื่อถูกเผาไหม้จะเป็นไปอย่างช้า ๆ สว่าง ลักษณะเปลวจะมีสีน้ำเงินตรงกลาง การละลายและไม่ละลายในสารละลายต่าง ๆ จะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงกลิ่น คือ polyethylene กลิ่นเหม็นกันยายนไฟ ส่วน polypropylene กลิ่นคล้ายน้ำมันเชื้อเพลิง พวก polyvinylchloride และ polyvinylidene chloride จะเหมือนกัน ตั้งแต่ลักษณะเปลวไฟเป็นแสงสีส้ม ล้อมรอบด้วยสีเขียว ขอบเป็นเถ้า กว้างดำ มีฤทธิ์เป็นกรดแก่กับกระดาษลิตมัส การละลายและไม่ละลายในสารละลายก็เหมือนกันด้วย พวก polyethylene terephthalate เมื่อถูกเผาจะมีแสงสีส้ม กลิ่นจะหอม พวก polycarbonate เมื่อถูกเผาจะสว่าง มีเขม่า กลิ่นเหมือน phenol และพวก polystyrene เมื่อถูกเผาจะมีแสงสว่าง มีควันดำมาก กลิ่นเหมือน styrene มีฤทธิ์เป็นกลางกับการละลายลิตมัส

สำหรับการวิเคราะห์ชนิดของพลาสติก โดยวิธี Wet Chemical Method สรุปผลการทดลองได้ตามตารางที่ 2 และ 3 ผลการวิเคราะห์ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่างปรากฏรายละเอียดในภาคผนวก ข

การคิดไป มีข้อดีและข้อเสียเฉพาะของแต่ละวิธี และมีข้อจำกัดทั้ง 2 วิธี แม้ IR Spectrophotometer จะเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและรวดเร็ว แต่การวิเคราะห์ประเมินผล (interpret) ก่อนข้างยุ่งยาก ต้องเตรียมอย่างระมัดระวังและบริสุทธิ์พอ ตัวอย่างบางประเภทต้องเตรียมโดยเครื่องมือเฉพาะ อย่าง ซึ่งมีราคาแพง ส่วนการวิเคราะห์โดยใช้ burn test และดูความสามารถในการละลาย และไม่ละลายสามารถแยกชนิดของพลาสติกได้อย่างคร่าว ๆ และรวดเร็ว แต่บางครั้งไม่สามารถแยกได้แน่นอน เพราะพลาสติกบางชนิดมีคุณสมบัติบางประการที่คล้ายกันมาก เช่น ลักษณะการเผาไหม้ ปฏิกริยากับ fume ของพลาสติกชนิด Polyethylene กับ Polypropylene จะเหมือนกัน ต่างกันที่กลิ่น ลักษณะการเผาไหม้ ปฏิกริยากับไอ (fume) และ ลักษณะกลิ่นของพลาสติกชนิด Polyvinyl chloride กับ polyvinylidene chloride ใกล้เคียงกับงานวิเคราะห์ด้านนี้จึงจำเป็นต้องปฏิบัติทั้งสองวิธีควบคู่กันไป หรือเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งแล้วแต่กรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขข้อจำกัดของแต่ละห้องปฏิบัติการ ตลอดจนเป้าหมายของงานวิเคราะห์นั้น ๆ



## 2. การวิเคราะห์ Migration test

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการละลายของพลาสติกที่ใช้บรรจุ หุ้มห่อ และสัมผัสอาหาร (Migration Test) พบว่า การตรวจสอบ phenol จำเป็นต้องวิเคราะห์ทั้งใน ฟีนอล เรซิน และ เรซินที่ผลิตจากฟอร์มัลดีไฮด์ ได้แก่พวก เมลามีน เรซินด้วย ปริมาณฟีนอลที่พบน้อยกว่า 1/30 ของมาตรฐานกำหนดไว้ให้มีได้ (30 ppm) สำหรับวิธีวิเคราะห์ ไซมาตรฐานของญี่ปุ่นคือ วิธี 4-amino antipurine เนื่องจากใช้ UV-Vis Spectropiometer ซึ่งสะดวกและแม่นยำ ฟอร์มัลดีไฮด์กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 4 ppm แต่ผลปรากฏว่าพลาสติกชนิด เมลามีนทุกตัวอย่างมีปริมาณต่ำกว่าที่กำหนด สำหรับกรณีพลาสติกหลายชนิดที่ไม่มีข้อกำหนด ในเรื่อง ฟีนอล และ ฟอร์มัลดีไฮด์ จึงมิได้วิเคราะห์ การวิเคราะห์ โพลีเอทิลีนเพอร์แมกานเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยาใช้วิธี volumetric titration ซึ่งต้องระมัดระวังในการสังเกต end point ในขณะที่ titrate มากและพบว่าตัวอย่างมีปริมาณโพลีเอทิลีนเพอร์แมกานเนตที่ใช้ทำปฏิกิริยาดำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีเพียงตัวอย่าง Polyvinyl chloride ที่มีปริมาณใกล้เคียงที่กำหนด คือ ประมาณ 5-9 ppm (เกณฑ์ที่กำหนด 10 ppm ) สีซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดต้องไม่พบจากการวิเคราะห์ทุกตัวอย่างไม่พบเช่นกัน ส่วนโลหะหนักซึ่งวิเคราะห์โดยใช้วิธีเปรียบเทียบความเข้มขุ่นในหลอดเนสเตอร์ก็ไม่สามารถพบได้คือต่ำกว่า 1 ppm

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการละลายของพลาสติกที่ใช้บรรจุหุ้มห่อ และสัมผัสอาหาร รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง ปรากฏในภาคผนวก ค

## 3. การวิเคราะห์ Material test

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติกที่ใช้บรรจุ หุ้มห่อ และสัมผัสอาหาร (Material Test) ปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม ที่พบน้อยมาก ไม่ถึง 1% ของเกณฑ์ที่กำหนด นับว่าปลอดภัยมาก volatile substances พบในปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์มากเช่น

กัน ไม่เกิน 50% ของเกณฑ์ที่กำหนด (กำหนด 5000 ppm) แสดงว่าปัจจุบันการผลิตพลาสติกในประเทศทันสมัย มีสารตกค้างจากการผลิตน้อย สำหรับ styrene monomer ที่หลงเหลือจากการผลิตพลาสติกชนิด โพลีสไตรีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ที่สำคัญนั้น จากการวิเคราะห์พบว่า styrene monomer อยู่ในช่วง 22-350 ppm ซึ่งนับว่ามีปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมาก (1000 ppm) จากการทดลองวิเคราะห์แสดงว่าพลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุ หุ้มห่อ หรือสัมผัสอาหารทั้งที่ใช้สำหรับภายในประเทศและที่ส่งออกนั้นว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสูงมาก

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติกที่ใช้บรรจุ หุ้มห่อ และสัมผัสอาหาร รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง ปรากฏในภาคผนวก ง

การศึกษานิตและความปลอดภัยของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรนี้ การทดลองสรุปได้ว่า ภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลิตขึ้นภายในประเทศเพื่อใช้บรรจุอาหาร ทั้งที่บริโภคภายในและที่ส่งออก ส่วนใหญ่แล้วมีความปลอดภัยเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 ปี พ.ศ. 2528 ในด้านความปลอดภัยจากการใช้พลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร ซึ่งเป็นเกณฑ์กำหนดที่ค่อนข้างเข้มงวด ใกล้เคียงกับมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ได้แก่ Japanese Food Sanitation Law No. 370 (1959) แสดงว่า ภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกจากประเทศไทยเป็นที่ยอมรับและสามารถส่งออกไปประเทศพัฒนาต่าง ๆ เช่น ญี่ปุ่น ได้ อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีการคำนึงและควบคุมการใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมต่ออาหารประเภทต่าง ๆ ด้วยเช่น อาหารร้อน หรืออาหารเย็น อาหารที่เป็นกรด เป็นแอลกอฮอล์ อาหารประเภทไขมัน เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนานวัตกรรมชนิดต่าง ๆ มาใช้ในขบวนการผลิต เช่น ใช้เป็น antioxidants, plasticizers, additives ต่าง ๆ เป็นต้น ฉะนั้นการวิเคราะห์และการศึกษาในเรื่องภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกจึงจำเป็นต้องติดตามศึกษาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการผลิตและปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ให้ทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งต้องใช้เทคนิคเฉพาะในการวิเคราะห์สูง

#### 4. เทคนิคในการดำเนินงาน

การวิเคราะห์มีความยุ่งยากมาก เพราะต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์หลายชนิด ได้แก่ Infrared Spectrophotograph ใช้ในการแยกชนิดของภาชนะพลาสติก, UV-Vis Spectrophotometer ใช้ในการหาปริมาณ phenol และ formaldehyde, Atomic Absorption Spectrophotometer ใช้ในการหาตะกั่ว และ แคดเมียม, High Performance Liquid

Chromatograph (HPLC) ใช้ในการหาปริมาณ Styrene monomer, Gas Chromatograph ใช้ในการหา volatile substances ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีความยุ่งยากมาก ต้องศึกษาและใช้เทคนิคเฉพาะในการวิเคราะห์สูง การหาสภาวะ (condition) จนการวิเคราะห์โดย HPLC เพื่อให้ได้ peaks แยกชัดเจนที่สุดนั้นยากมากต้องทดลองหลาย ๆ ครั้ง ปรับสภาวะต่าง ๆ จนกว่าจะได้สภาวะที่ดีที่สุด ในการเตรียมวิธีวิเคราะห์ของตัวอย่างแต่ละแบบ และวิธีประเมินผล (interpret) ยากมากและแตกต่างกันไป ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการพิจารณาอีกทั้งบุคลากรที่ทำงานด้านนี้มีน้อยมาก

แม้ IR จะเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและรวดเร็ว แต่การวิเคราะห์ประเมินผล (Interpret) จาก IR Spectrum ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะ เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลซึ่งมี Functional group ต่างๆ ย่อมแสดงผลใน IR Spectrum เป็นลักษณะของ peak เฉพาะเจาะจง เช่น aliphatic C-H stretch  $3000-2840\text{ cm}^{-1}$ , C-H bend  $1450-1375\text{ cm}^{-1}$ , C=C  $1667-1640\text{ cm}^{-1}$ , aromatic C-H stretch  $3100-3000\text{ cm}^{-1}$ , O-H  $3650-3584\text{ cm}^{-1}$ , C=O stretch  $1760-1706\text{ cm}^{-1}$ , Vinyl  $1648-1638\text{ cm}^{-1}$ , หรือแบ่งตามชนิดของพลาสติกจะปรากฏ peak ที่เด่นชัด คือ Polyethylene 2920, 1470, 1380, 730-720 (doublet)  $\text{cm}^{-1}$ , polypropylene 2950, 2920, 1470, 1380, 1160, 970  $\text{cm}^{-1}$ , Polyvinyl chloride 1430, 690  $\text{cm}^{-1}$ , Polyvinylidene chloride 1400, 1050 (doublet)  $\text{cm}^{-1}$ , Polystyrene (aromatic) จะปรากฏที่ 3100-3000, 1775, 1235, 830  $\text{cm}^{-1}$  ม Polyethylene terephthalate 3350, 3080, 2950, 1100  $\text{cm}^{-1}$ , Cellophane 3330, 2900, 1720, 1230-1000  $\text{cm}^{-1}$ , Nylon 6 3350-3300, 2960, 1630, 1540  $\text{cm}^{-1}$ , Polycarbonate 3080, 2980-2850, 1775, 1600-1590, 1235, 830  $\text{cm}^{-1}$

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาชนิดของภาชนะบรรจุ (พลาสติก) โดย IR Spectrophotometer นั้นมีความยุ่งยากมาก ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่าง ต้องเลือกวิธีเตรียมให้เหมาะสม เช่น ถ้าลักษณะรูปแบบของพลาสติกหนา แสงอินฟราเรดไม่สามารถผ่านได้ จึงต้องทำให้พลาสติกบางลง จนแสงอินฟราเรดสามารถผ่านได้ แต่ถ้าพลาสติกหนามากจะต้องละลายพลาสติกโดยการเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้ peak ของตัวทำละลายปรากฏในช่วงของ

พลาสติก แต่เนื่องจากพลาสติกเป็น polymer มีลักษณะของโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ จะปรากฏ peak ของโมเลกุลหลายที่ ทำให้ยากต่อการประเมินผล จึงต้องระเหยตัวทำละลายออกให้หมด โดยทาสารละลายบน KBr cell แล้วเอาเครื่องอบสูญญากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า boiling point ของตัวทำละลายเล็กน้อย เพื่อไล่ตัวทำละลายออกจากตัวอย่างพลาสติกให้หมด ซึ่งหากเตรียมได้ไม่รัดกุมพอ หรือไม่บริสุทธิ์พอ (มีสิ่งเจือปน) IR Spectrum ที่ได้ย่อมไม่ชัดเจนและ

- X คลาดเคลื่อนนอกจากนี้การเตรียมตัวอย่างโดยใช้วิธี attenuated total reflection และ specular reflection ใช้น้ำกับตัวอย่างพลาสติกที่เป็น laminate (มีหลายชั้นประกบกัน) และพลาสติกที่มีความหนามากต้องทำการวิเคราะห์ที่ใช้เทคนิคหลายขั้นตอน คือวิเคราะห์โดยให้แสงอินฟราเรดผ่านแผ่นที่สัมผัสกับอาหารครั้งหนึ่ง วิเคราะห์โดยให้แสงอินฟราเรดผ่านตัวอย่างทั้งหมด และวิเคราะห์โดยให้แสงอินฟราเรดผ่านผิวตัวอย่างด้านนอก การประเมินผลจะต้องนำ infrared spectrum ทั้ง 3 ครั้ง มาพิจารณาประกอบกัน และจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะอย่าง attenuated total reflection และ specular reflection ซึ่งมีราคาแพงและค่อนข้างยุ่งยาก ต้องระมัดระวังในการใช้ มาเป็นอุปกรณ์เข้ากับเครื่อง

#### IR Spectrophotometer

การวิเคราะห์เนื้อพลาสติก และ ปริมาณสารที่ละลายออกมา มีหลายรายการที่ต้องวิเคราะห์แต่ละรายต้องศึกษาวิธีวิเคราะห์เฉพาะแตกต่างกัน และภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกก็มีหลายชนิด ซึ่งมีข้อจำกัดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 ในด้านความปลอดภัยของการใช้พลาสติกบรรจุอาหารต่างกัน ขึ้นกับชนิดของพลาสติกว่าเหมาะสมกับการใช้บรรจุอาหารประเภทใด เช่น สามารถทนต่อการใช้งานอุณหภูมิสูง หรือทนต่อกรดเป็นต้น จึงต้องศึกษารายละเอียดมากในการวิเคราะห์ และในปัจจุบันได้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการผลิต และปรับปรุงภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร ตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ผลิต จนกระทั่งสารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของพลาสติกให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องศึกษาและติดตามความก้าวหน้าของวงการพลาสติกบรรจุอาหารอยู่เสมอ

สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาทดลองส่วนใหญ่ไม่มีขายในประเทศ จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้เสียเวลาและยังมีอันตรายด้วย บางตัวมีผลต่อตาและผิวหนัง บางตัวเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic substances) เช่น styrene monomer ผู้วิเคราะห์ต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะสารละลายหลายตัวมีคุณสมบัติในการระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพสูง เช่นตู้ดูดควัน ต้องใช้ประเภทที่ดูดสารพิษโดยเฉพาะ (toxic fume hood)

## สรุปผลการทดลอง

1. ทราบว่าภาชนะบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ทำจากพลาสติกชนิดใด กล่าวคือที่ใช้มากจะเป็นพวก polyethylene, polypropylene ภาชนะบรรจุอาหารพวกไขมันและน้ำมันใช้พลาสติกชนิด polyvinyl chloride หรือ polyethylene terephthalate พวกที่เป็นกล่องบรรจุอาหารมักใช้พลาสติกชนิด polystyrene และพวกที่เป็นฟิล์มหรือแผ่นบางเป็น polyvinyl chloride หรือ polyvinylidene chloride อาหารบรรจุภาชนะปิดสนิทจะเป็นพวก cellophane พวกที่เป็นลามิเนต (มีหลายชั้นประกบกัน) จะมีด้านที่สัมผัสอาหารเป็น polyethylene และ polyvinylidene chloride พวกที่มีรูปทรงแข็งแรงทนต่อการกระแทกจะเป็น melamine

2. ทราบคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร กล่าวคือ พลาสติกชนิด polyethylene และ polypropylene เมื่อถูกเผาไหม้จะเป็นไปอย่างช้า ๆ สว่างลักษณะเปลวจะมีสีน้ำเงินตรงกลาง การละลายหรือไม่ละลายในสารละลายต่าง ๆ จะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงกลิ่น คือ polyethylene กลิ่นเหมือนเทียนไข ส่วน polypropylene กลิ่นคล้ายน้ำมันเชื้อเพลิง พลาสติกชนิด polyvinyl chloride และ polyvinylidene chloride จะเหมือนกันตั้งแต่ลักษณะเปลวไฟเป็นแสงสีส้มล้อมรอบด้วยสีเขียว ขอบเป็นฝ้า ควันดำ มีฤทธิ์เป็นกรดแก่กับกระดาษลิตมัส การละลายและไม่ละลายในสารละลายต่าง ๆ ก็เหมือนกันด้วย พลาสติกชนิด polyethylene terephthalate เมื่อถูกเผาจะมีแสงสีส้ม กลิ่นจะหอม พวก polycarbonate เมื่อถูกเผาจะสว่าง มีเขม่า กลิ่นเหมือน phenol และพลาสติกพวก polystyrene เมื่อถูกเผาจะมีสีแสงสว่าง มีควันดำมาก กลิ่นเหมือน styrene มีฤทธิ์เป็นกลางกับกระดาษลิตมัส

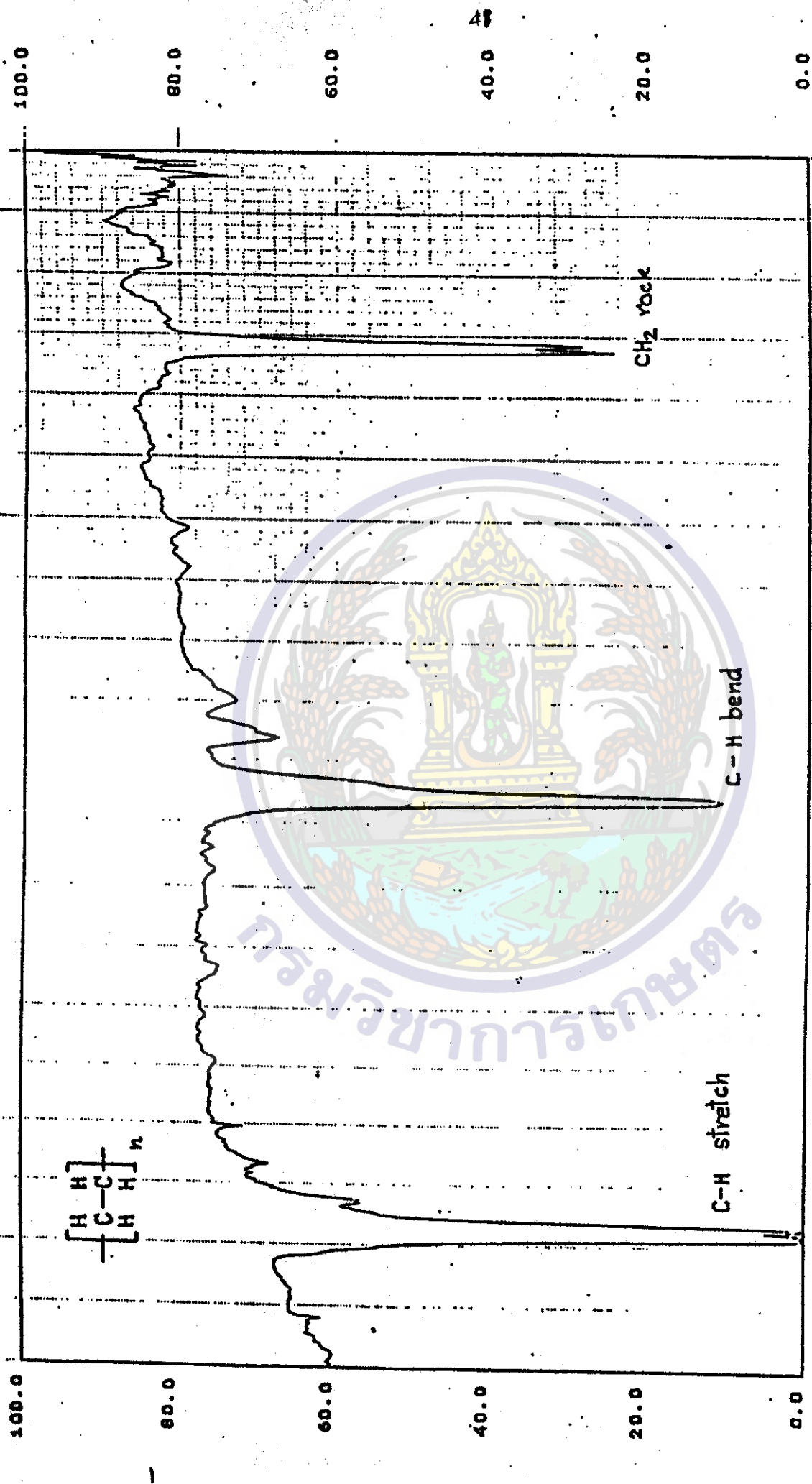
3. ได้เทคนิคในการเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมกับรูปแบบของตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างใส่ cell holder โดยตรง ทำให้บางลงโดยการอัดขณะร้อน หรือ

ละลายด้วยตัวทำละลาย และใช้วิธี Attenuated Total Reflection เพื่อการหักเหของพื้นผิวตัวอย่างพลาสติกบรรจุอาหารเฉพาะด้านในที่สัมผัสกับอาหาร

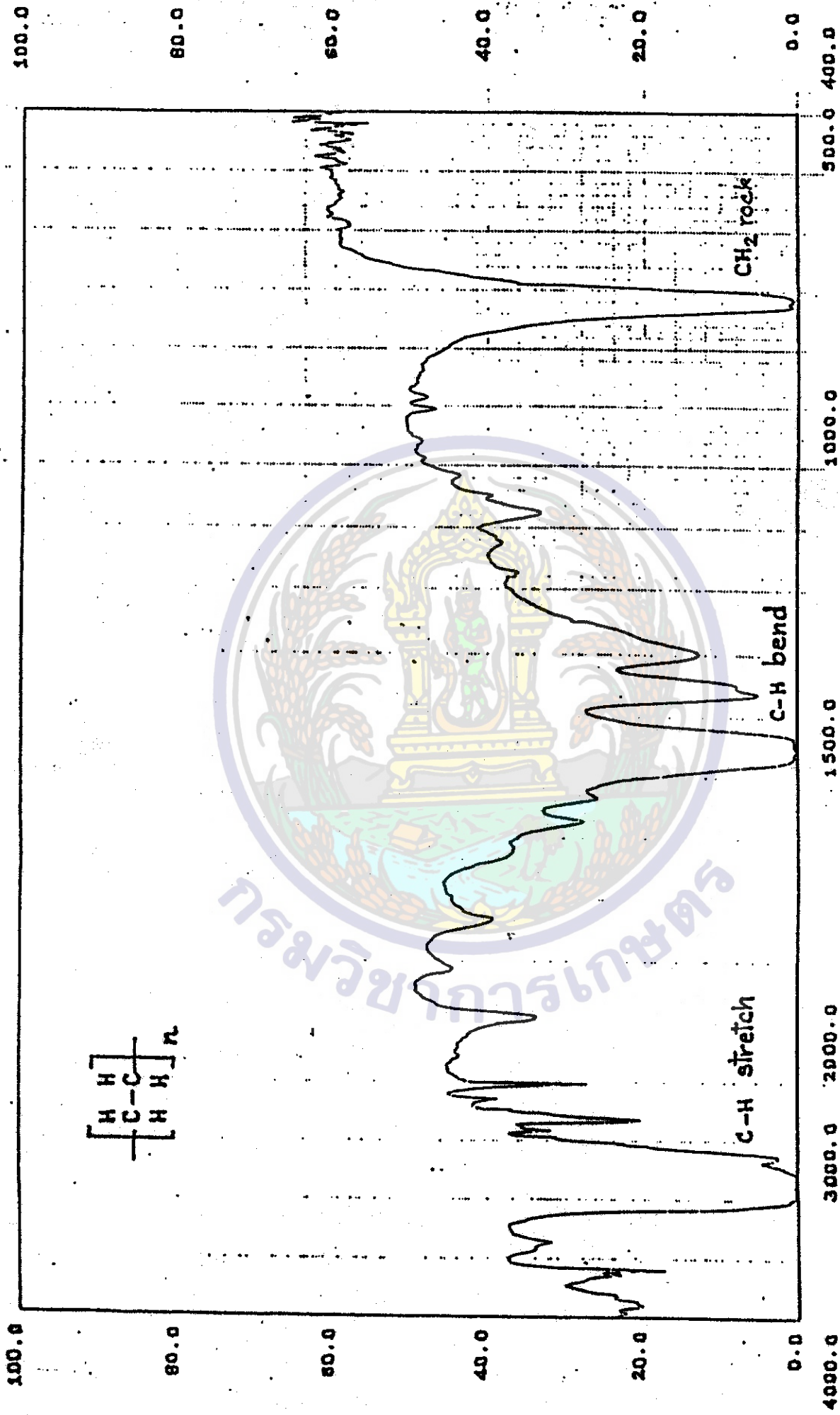
4. จากการศึกษาวิเคราะห์พบว่าภาชนะบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตรที่ทำจากพลาสติกชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลิตขึ้นภายในประเทศ เพื่อใช้บรรจุอาหาร ทั้งที่บริโภคภายในและที่ส่งออก ส่วนใหญ่แล้วมีความปลอดภัยเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 ปี พ.ศ.2528 ในด้านความปลอดภัยจากการใช้พลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร

5. ได้เทคนิคและวิธีวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ กล่าวคือ ใช้เครื่องมือ IR Spectrophotometer วิเคราะห์ชนิดของพลาสติก, UV-vis spectrophotometer วิเคราะห์ phenol, formaldehyde, Gas Chromatograph วิเคราะห์ volatile substances, Atomic Absorption spectrophotometer วิเคราะห์ ตะกั่ว แคดเมียม และ High Performance Liquid Chromatograph วิเคราะห์ styrene monomer.

กรมวิชาการเกษตร



รูปที่ 1. สเปกตรัม IR ของโพลีเอทิลีน (LDPE)



รูปที่ 2 แสดง IR spectrum ของพอลิเอทิลีนชนิดหนาแน่นสูง (HDPE)

100.0

80.0

60.0

40.0

20.0

0.0

100.0

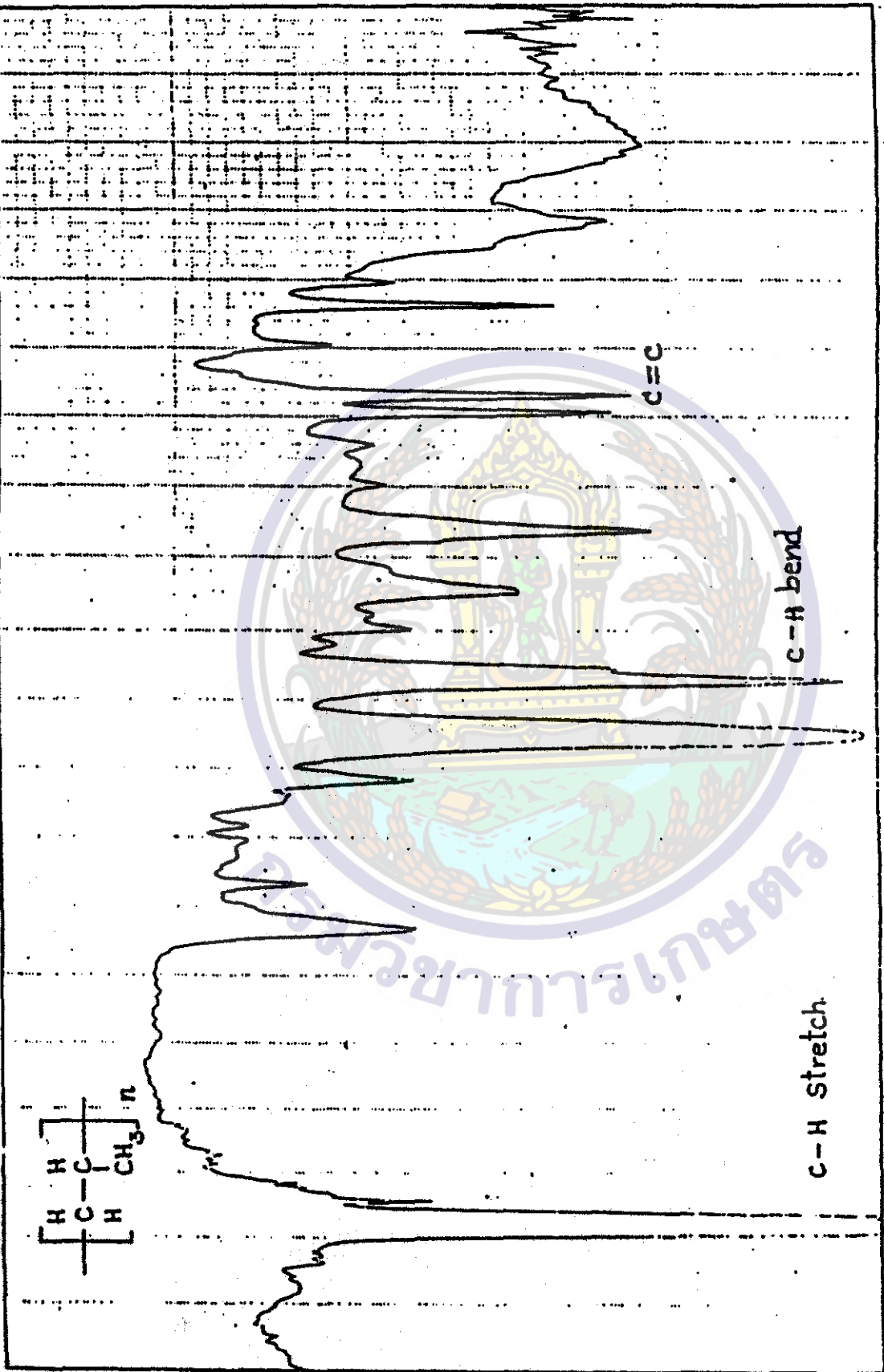
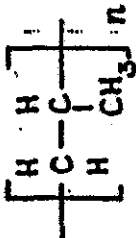
80.0

60.0

40.0

20.0

0.0



500.0

1000.0

1500.0

2000.0

4000.0

รูปที่ 3 สเปกตรัมอินฟราเรดของพอลิโพรพิลีน (PP)

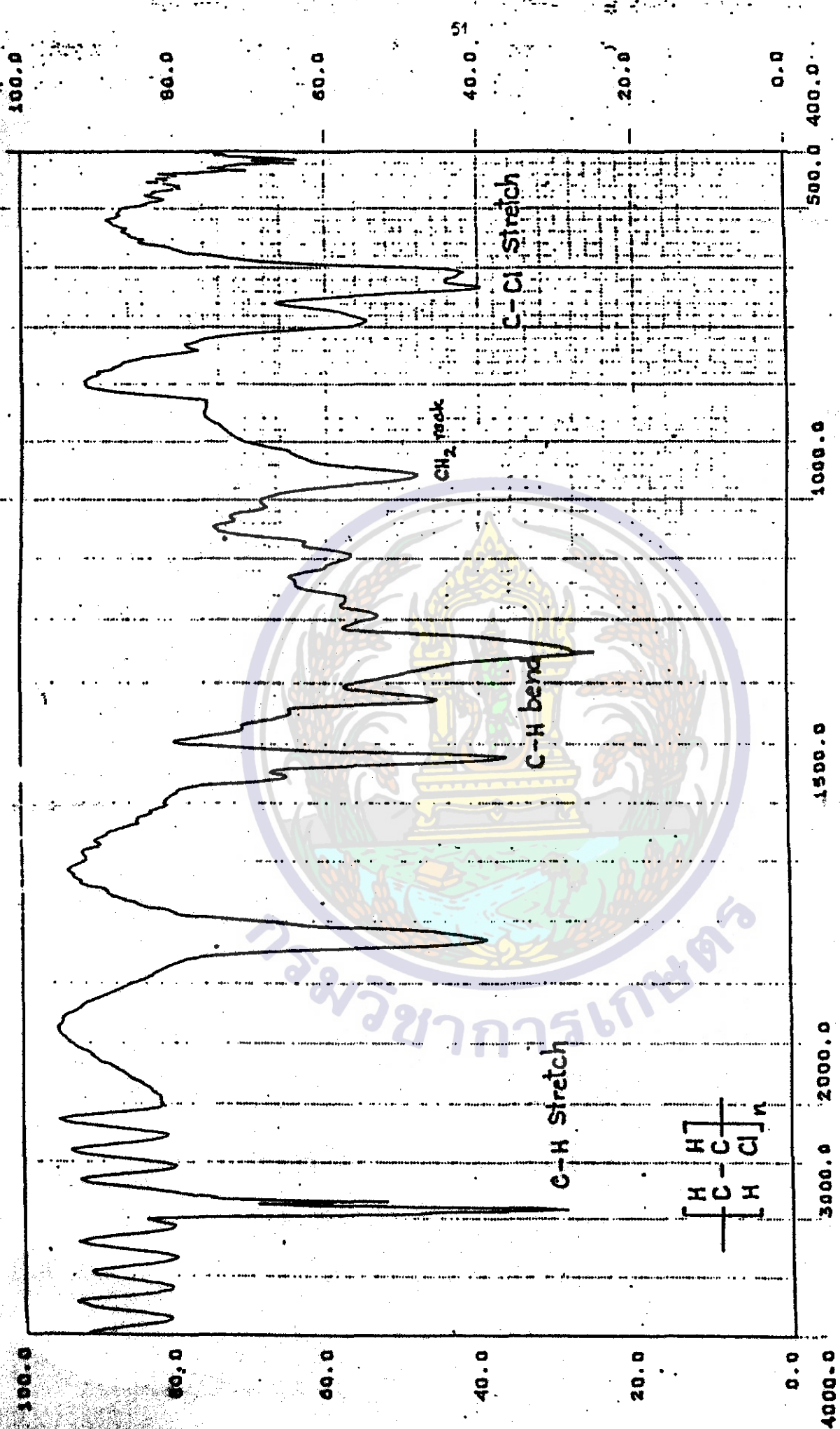
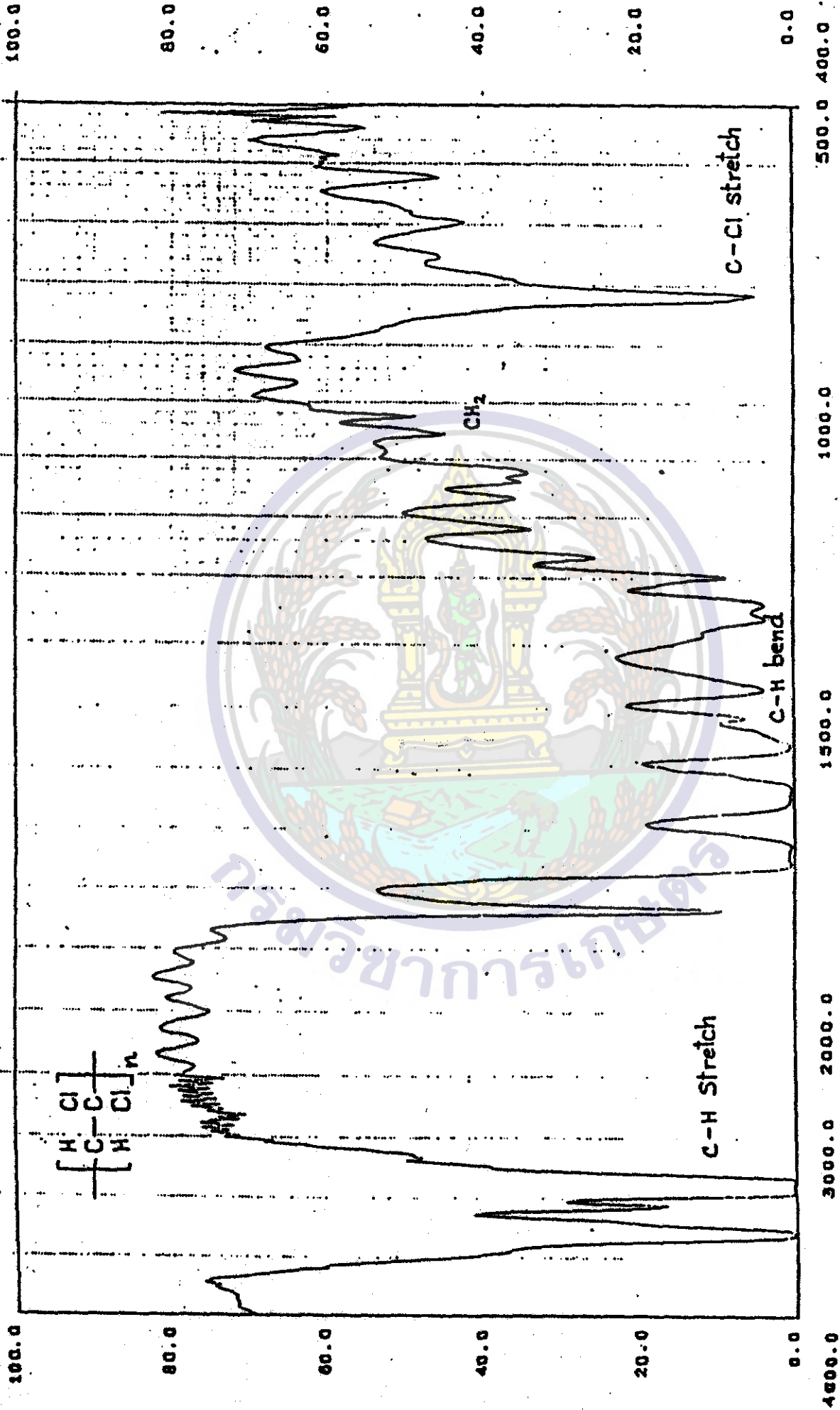
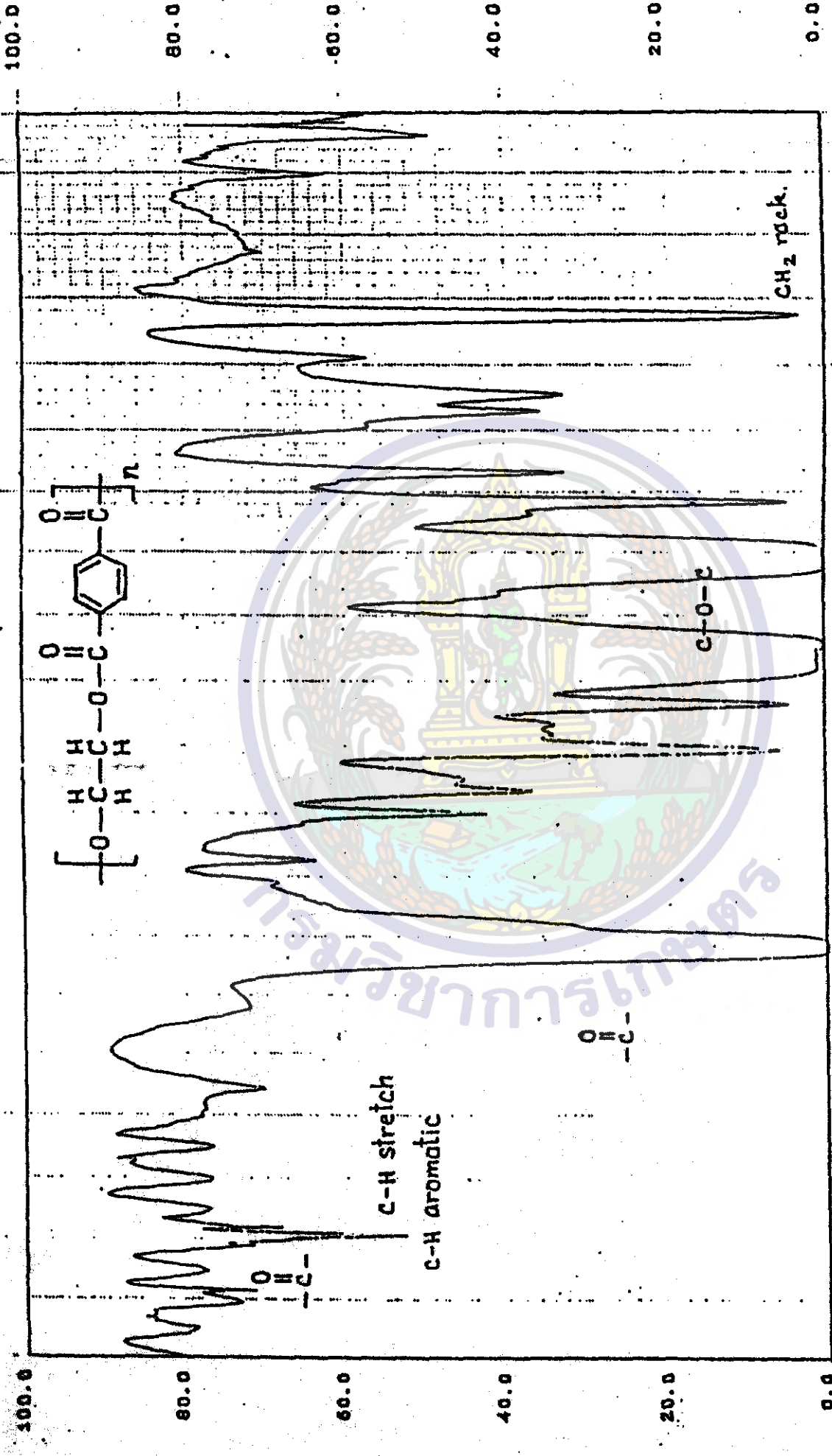


图 4 聚氯乙烯的 IR 光谱  
 聚氯乙烯的 IR 光谱 Polyvinyl Chloride (PVC)

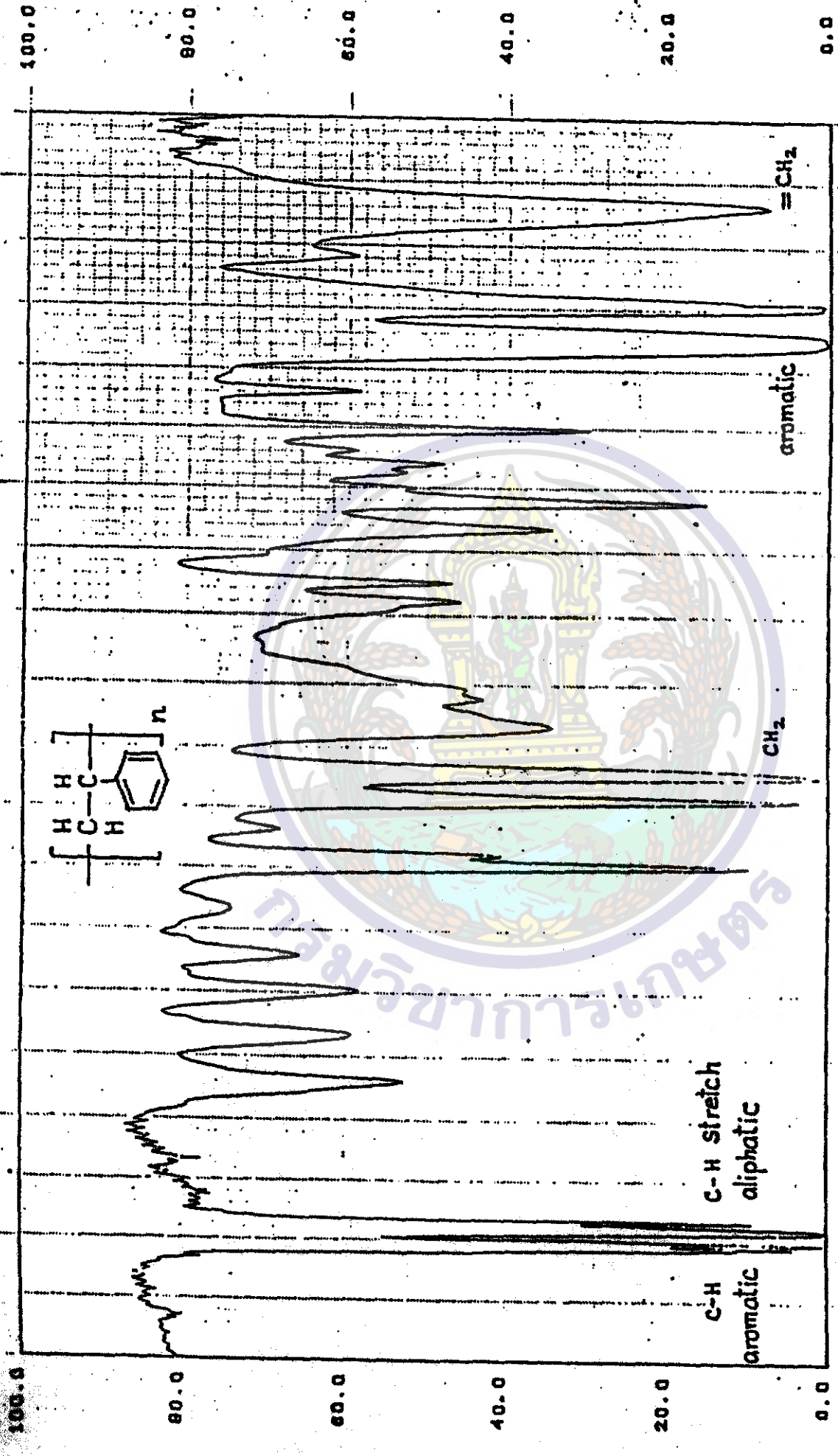


รูปที่ 5 แผนภาพ IR spectrum ของพอลิไวนิลไคลด์คลอไรด์



4000.0 3000.0 2000.0 1500.0 1000.0 500.0 400.0  
 100.0 80.0 60.0 40.0 20.0 0.0  
 CH₂ rock.  
 C-O-C  
 C-H stretch  
 C-H aromatic  
 O=C

รูปที่ 6 แสดง IR Spectrum ของพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET)



4000.0 3000.0 2000.0 1500.0 1000.0 500.0 400.0  
 100.0 80.0 60.0 40.0 20.0 0.0

รูปที่ 7 แผนภาพ IR spectrum ของพอลิสไตรีน (PS)

100.0

80.0

60.0

40.0

20.0

0.0

0.0

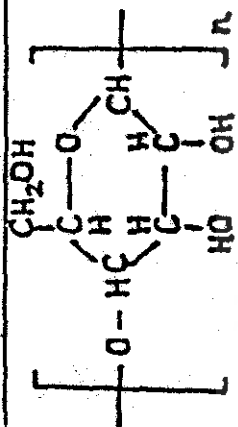
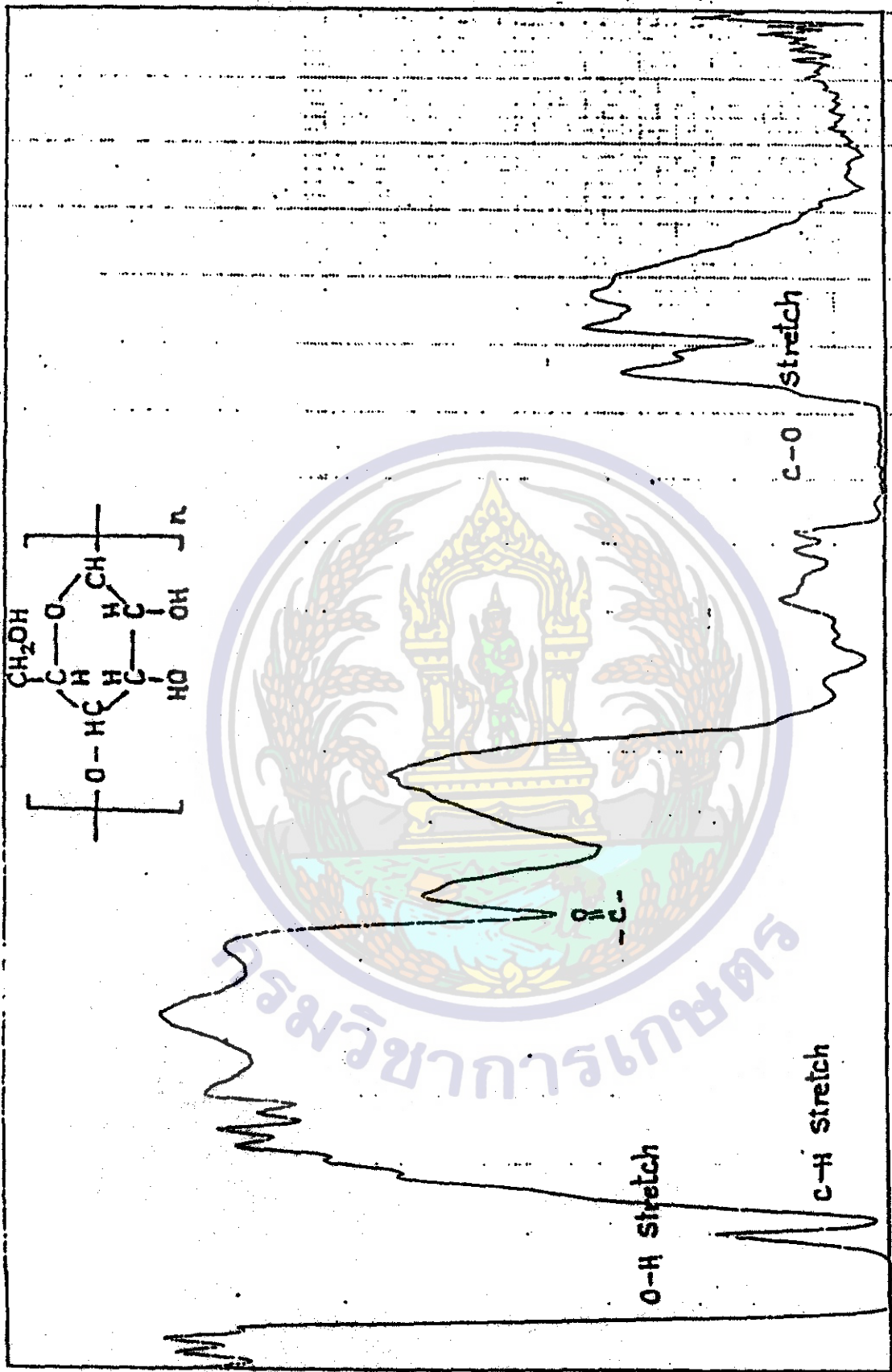
500.0 400.0

1000.0

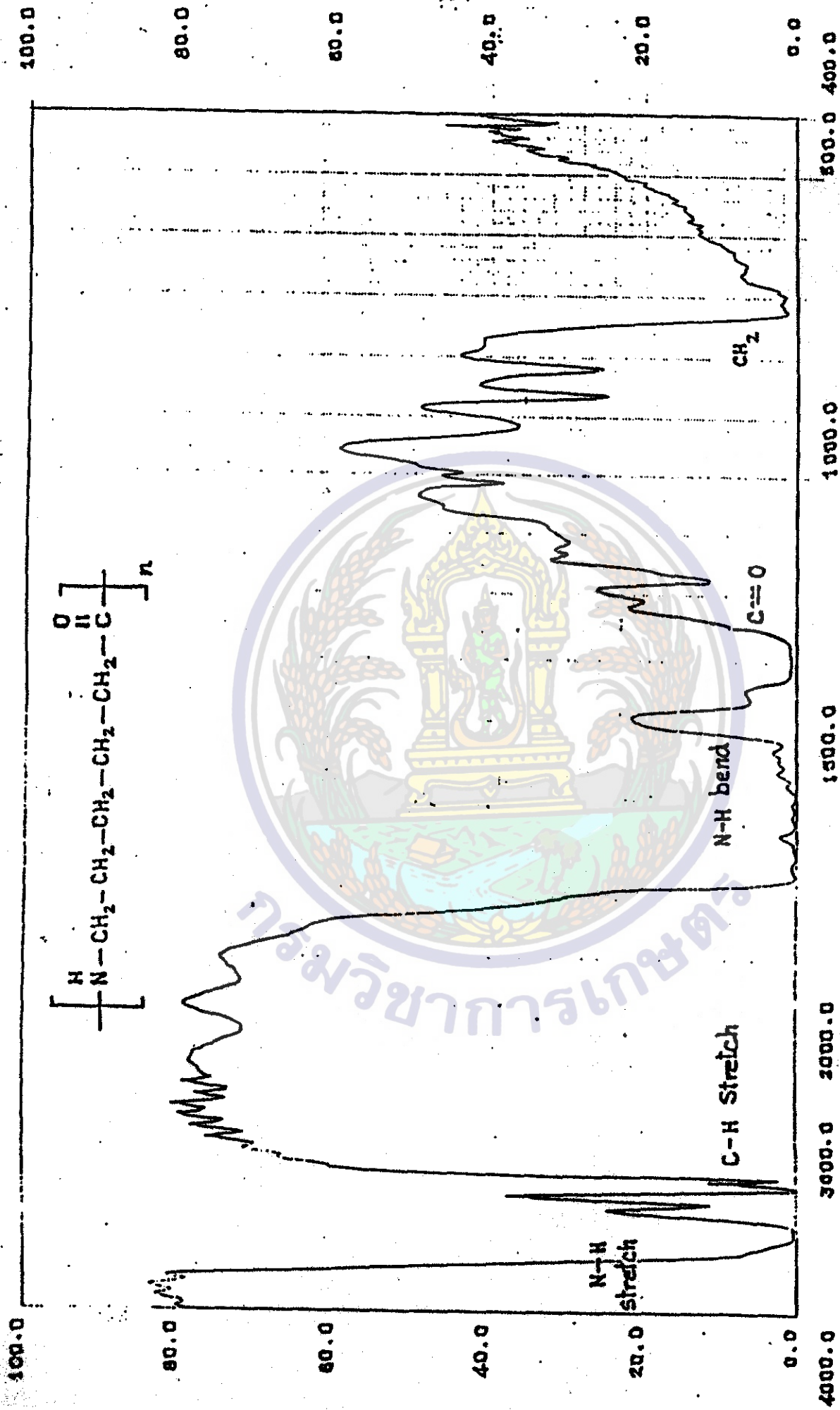
1500.0

3000.0 2000.0

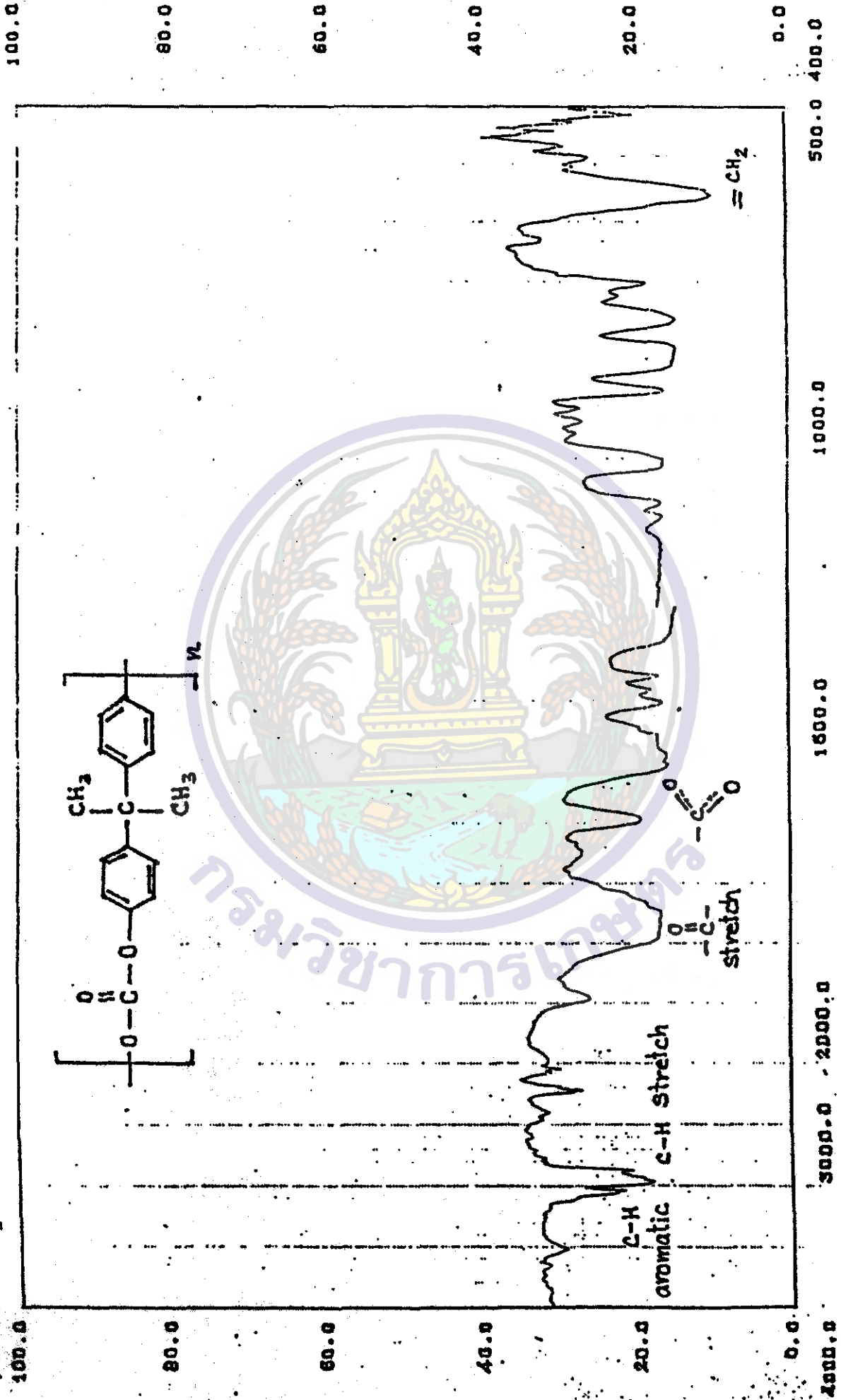
4000.0



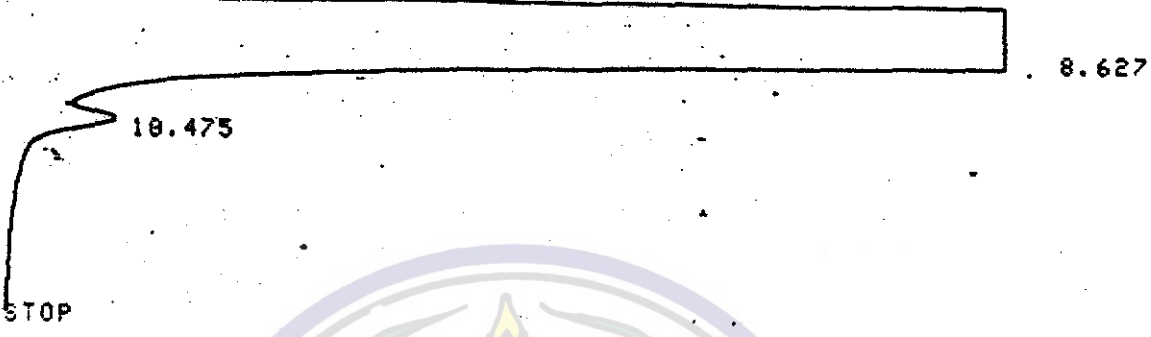
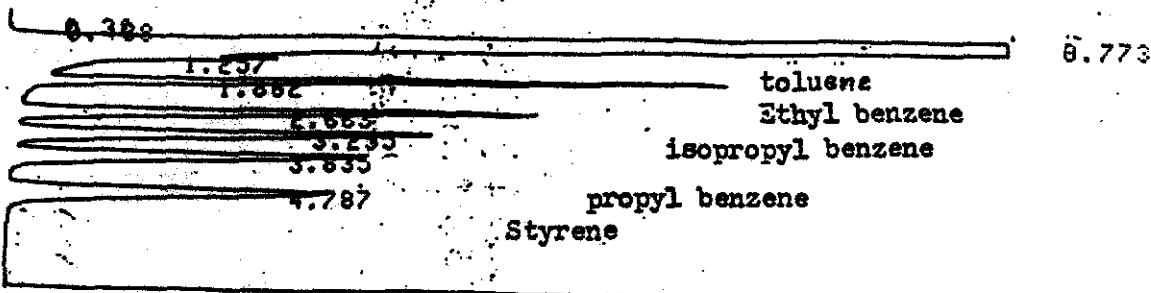
รูปที่ 8 แผนภูมิ IR Spectrum ของพอลิเมอร์ ซีลโลฟาน (Cellophane)



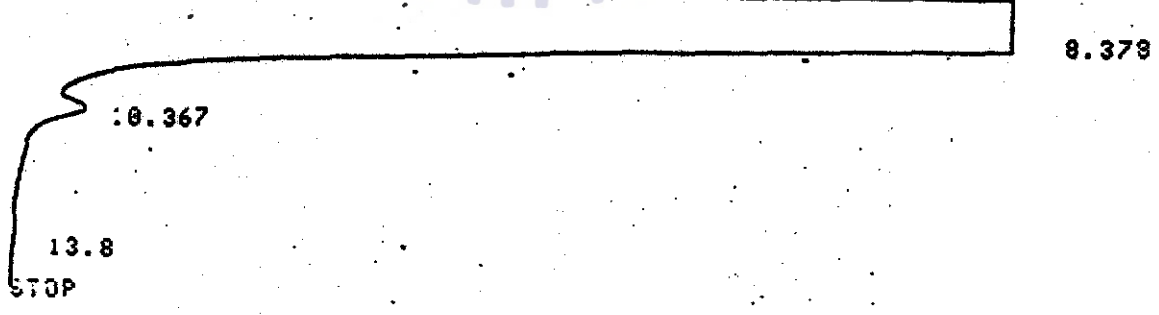
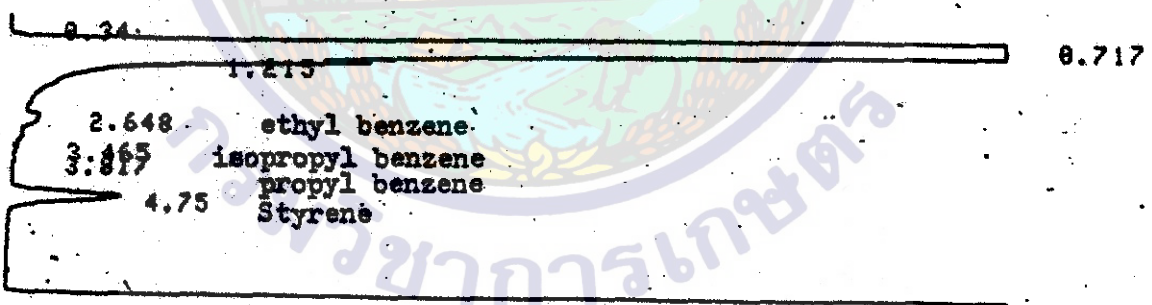
รูปที่ 9 แสดง IR spectrum ของนิลอน Nylon 6



รูปที่ 10 แผนภาพ IR Spectrum ของพอลิคาร์บอเนต พลาสติก polycarbonate



รูปที่ 11 แสดง chromatogram peak ของสารละลายมาตรฐานผสมของ toluene , ethyl benzene , isopropyl benzene , propyl benzene และ styrene ที่ความเข้มข้นของ 100 ppm. รวมกับ volatile substances 500 ppm



รูปที่ 12 แสดง chromatogram peak ของตัวอย่างสองบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยใส่ตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณ volatile substances ที่คำนวณได้ คือ 96 ppm

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของภาชนะบรรจุอาหารประเภทและรูปแบบต่าง ๆ ที่ผลิตจาก พลาสติกชนิดต่าง ๆ

| ตัวอย่างภาชนะบรรจุอาหาร  | ชนิดของพลาสติก |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
|--|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
|  | PE             | PP         | PVC       | PVDC      | PET       | PS        | PC        | cellophane | Nylon 6, | MM        |
| หลอดดูด  | 18             | 26         |           |           |           |           |           |            |          |           |
| ถุงบรรจุอาหารชนิดถุงร้อน   | 30             | 48         |           |           |           |           |           |            |          |           |
| และชนิดถุงธรรมดา   |                |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| ขวดบรรจุน้ำดื่ม  | 35             |            | 9         |           |           |           |           |            |          |           |
| เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร-<br>เช่น จาน ชาม ถ้วย ถาด-<br>ช้อน รวมทั้งใบตองเทียม | 34             | 45         |           |           |           |           |           |            |          |           |
| ขวดบรรจุน้ำบริโภค  |                |            | 25        |           | 16        |           |           |            |          |           |
| ขวดบรรจุน้ำอัดลม   |                |            |           |           | 15        |           |           |            |          |           |
| ขวดนมสำหรับเด็ก  |                |            |           |           |           |           |           |            | 10       |           |
| กล่องนมและผลิตภัณฑ์นม  | 28             |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| รวมแผ่นฟิล์ม   |                |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| กล่องบรรจุอาหาร,<br>ด้วยไอศกรีม  |                |            |           |           |           |           | 50        |            |          |           |
| ภาชนะเมลามีน   |                |            |           |           |           |           |           |            |          | 38        |
| แผ่นพลาสติกห่อขนมอื่น  | 6              |            | 13        |           |           |           |           |            |          |           |
| ทอฟฟี่   |                |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| แผ่นฟิล์ม  |                |            | 15        | 7         |           |           |           |            |          | 4         |
| ถุงบรรจุอาหารแบบสูญญากาศ   |                |            |           |           |           |           |           | 5          |          | 3         |
| ลามิเนต ที่มีด้านสัมผัสกับ   | 15             |            |           | 3         |           |           |           |            |          |           |
| อาหาร  |                |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| ตะเกียบ  | 7              |            |           |           |           |           |           |            |          |           |
| <b>รวม 505</b>   | <b>173</b>     | <b>119</b> | <b>62</b> | <b>10</b> | <b>31</b> | <b>50</b> | <b>10</b> | <b>5</b>   | <b>7</b> | <b>38</b> |

PE = Polyethylene

PET = Polyethylene terephthalate

PP = Polypropylene

PS = Polystyrene

PVC = Polyvinyl chloride

PC = Polycarbonate

PVDC = Polyvinylidene chloride

MM = Melamine

หมายเหตุ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง และผลวิเคราะห์ ในภาคผนวก เอกสารผลงานฉบับเต็ม

ตารางที่ 2 คุณสมบัติการติดไฟของพลาสติกชนิดต่าง ๆ

| ชนิดของพลาสติก             | ทดสอบการเผา   | ปฏิกิริยาของไอ (fume) | กลิ่น  |
|----------------------------|---|-----------------------|--|
| Polyethylene               | ถูกเผาไปอย่างช้า ๆ สว่างมีสีน้ำเงิน<br>ตรงกลาง          | เป็นนกลาง             | เหมือนกลิ่นเทียนไข                                 |
| Polypropylene              | ถูกไฟเผาไปอย่างช้า ๆ สว่างมีสีน้ำเงิน<br>ตรงกลาง ควันดำ | เป็นกลาง              | เหมือนกลิ่น fuel oil                               |
| Polyvinyl chloride         | มีแสงสีเหลืองส้ม ล้อมรอบด้วยสีเขียว<br>ขอบเป็นดำ ควันดำ | เป็นกรดแก่            | กลิ่นเหมือนกรด HCL                                 |
| Polyvinylidene chloride    | มีแสงสีเหลืองส้ม ล้อมรอบด้วยสีเขียว                     | เป็นกรดแก่            | กลิ่นเหมือนกรด HCL                                 |
| Polyethylene terephthalate | มีแสงสีเหลืองส้ม  |                       | กลิ่นหอมหวาน                                       |
| Polystyrene                | สว่างมีเขม่าสีดำมาก                                     | เป็นกลาง              | กลิ่นของ styrene                                   |
| Polycarbonate              | สว่างมีเขม่า  | เป็นกลางหรือกรดอ่อน   | กลิ่นเหมือน phenol                                 |
| Melamine                   | มีแสงสีเหลืองอ่อน ขอบนอกเป็น<br>สีขาว                   | เป็นด่าง              | กลิ่นเหมือน ammonia ,<br>amine และ<br>formaldehyde |
| Cellophane                 | สว่างเหมือนเผากระดาษ                                    | เป็นด่าง              | เหมือนเผากระดาษ                                    |
| Nylon 6                    | สว่างขอบ ๆ เป็นสีน้ำเงิน                                |                       | กลิ่นเหม็นเหมือนกลิ่น<br>ไหม้ของเส้นผม             |

หมายเหตุ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง และผลวิเคราะห์ ในภาคผนวก เอกสารผลงานฉบับ  
เต็ม

ตารางที่ 3 คุณสมบัติการละลายของพลาสติกในสารละลายต่าง ๆ

| ชนิดของพลาสติก             | ละลาย   | ไม่ละลาย  |
|----------------------------|---|---|
| Polyethylene               | Dekalin , Tetrahydronaphthalene<br>1-chloronaphthalene  | alcohol, gasoline, eater<br>Cyclohexanone       |
| Polypropylene              | Decalin, Tetrahydronaphthalene<br>1-chloronaphthalene   | esters, alcohol, gasoline<br>Cyclohexanone      |
| Polyvinyl chloride         | Dimethylformamide, Tetrahydrofuran<br>Cyclohexanone, chlorozene                               | alcohol, butyl acetate<br>hydrocarbons, dioxane |
| Polyvinylidene chloride    | Butyl acetate, dioxane, ketones<br>tetrahydrofuran, dimethylformamide                         | alcohol, hydrocarbons                           |
| Polyethylene terephthalate | O-chlorophenol, dichloro acetic acid  | alcohol, esters, hydrocarbons                   |
| Polystyrene                | Benzene, butylacetate, dimethylformamide<br>chloroform, mathylene chloride, Pyridine          | alcohol, water, gasoline                        |
| Polycarbonate              | Cyclohexanone, dimethylformamide<br>cresol, methylene chloride, phenol<br>carbontatrachloride | alcohol, gasoline, water                        |
| Nylon 6                    | 1,1,1,3,3,3, Hexafluoroisopropanol  |   |

หมายเหตุ รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง และผลวิเคราะห์ ในภาคผนวก เอกสารผลงานฉบับเต็ม

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพการละลายของพลาสติกที่ใช้บรรจุหุ้มห่อและสัมผัสอาหาร  
(Migration Test)

| คุณภาพของ<br>เนื้อพลาสติก                  | มาตรฐาน<br>ที่กำหนด | ชนิดของพลาสติก |             |              |               |         |             |                      |            |                          |
|--|---------------------|----------------|-------------|--------------|---------------|---------|-------------|----------------------|------------|--------------------------|
|  |                     | เมลามีน        | โพลีเอทิลีน | โพลีพรอพิลีน | โพลีคาร์บอเนต | ลามิเนต | พอลิไคโดลิน | โพลีไวนิล<br>คลอไรด์ | cellophane | โพลีเอทิลีน<br>เทรฟทาเรท |
|  | ppm                 | ppm            | ppm         | ppm          | ppm           | ppm     | ppm         | ppm                  | ppm        | ppm                      |
| พีนอล                                      | 30                  | ND-0.02        |             |              |               |         |             |                      |            |                          |
| ฟอร์มาดีไฮด์                               | 4                   | ND-1.24        |             |              |               |         |             |                      |            |                          |
| โบคซิลแซนเปอร์<br>เนงแกนดโซ<br>ทำปฏิกิริยา | 10                  | ND             | 0.02-3.53   | 0.11-4.60    | 0.01-2.21     | ND-0.08 | 0.50-2.63   | 5.31-8.75            | ND         | 0.06-2.95                |
| คลอรีน                                     | 1                   | < 1            | < 1         | < 1          | < 1           | < 1     | < 1         | < 1                  | < 1        | < 1                      |
| ลิ   | ND                  | ND             | ND          | ND           | ND            | ND      | ND          | ND                   | ND         | ND                       |

หมายเหตุ 1 - หมายถึง ไม่ต้องทำการวิเคราะห์สำหรับพลาสติกชนิดนี้

ND หมายถึง ไม่สามารถพบได้

มาตรฐานกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 ในด้าน  
ความปลอดภัยต่อการใช้พลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร และ Japanese Food  
Sanitation Law, Notice No. 370(1959)

2 รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง และผลวิเคราะห์ ในภาคผนวก เอกสารผลงาน  
ฉบับเต็ม

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติกที่ใช้บรรจุ หุ้มห่อ และสัมผัสอาหาร  
(Material Test)

| คุณภาพของ<br>เนื้อพลาสติก | มาตรฐาน<br>ที่กำหนด | ชนิดของพลาสติก |             |              |               |           |           |                      |            |                          |
|---------------------------|---------------------|----------------|-------------|--------------|---------------|-----------|-----------|----------------------|------------|--------------------------|
|                           |                     | เนลามีน        | โพลีเอทิลีน | โพลีพรอปิลีน | โพลีคาร์บอเนต | พีวีซี    | พอลิไคติก | โพลีไวนิล<br>คลอไรด์ | cellophane | โพลีเอทิลีน<br>เทรฟทาเรท |
|                           | ppm                 | ppm            | ppm         | ppm          | ppm           | ppm       | ppm       | ppm                  | ppm        | ppm                      |
| ตะกั่ว                    | 100                 | ND             | 0.10-0.30   | 0.03-0.75    | ND            | 0.05-0.60 | ND        | ND                   | ND         | ND                       |
| แคดเมียม                  | 100                 | ND             | ND-0.02     | ND-0.05      | ND            | 0.01-0.80 | ND        | ND                   | ND         | ND                       |
| Volatile<br>Substance     | 5,000               | -              | -           | -            | -             | 96-2100   | -         | -                    | -          | -                        |
| Styrene<br>monomer        | 1,000*              | -              | -           | -            | -             | 22-350    | -         | -                    | -          | -                        |

หมายเหตุ 1

หมายถึง ไม่ต้องทำการวิเคราะห์สำหรับพลาสติกชนิดนี้  
ND หมายถึง ไม่สามารถพบได้

\* หมายถึง เกณฑ์ที่กำหนดนี้ ยังมีการพิจารณาเปลี่ยนแปลงอีก

มาตรฐานกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 ใน  
ด้านความปลอดภัยต่อการใช้พลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร และ Japanese Food  
Sanitation Law, Notice No. 370(1959)

2

รายละเอียดของตัวอย่าง เลขที่ตัวอย่าง และผลวิเคราะห์ ในภาคผนวก เอกสารผล  
งานฉบับเต็ม

## เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะและเครื่องใช้พลาสติกสำหรับอาหาร. มอก 655. หน้า 3-10
2. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะและเครื่องใช้ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุนมและผลิตภัณฑ์นม. มอก 653. หน้า 3-17
3. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะและเครื่องใช้ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำมันและไขมันบริโภค. มอก 654. หน้า 3-21
4. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร. มอก 656. หน้า 3-46
5. กักดี โพรศิริ และ ทรงพล รัตนพันธุ์ พิษภัยจากพลาสติก ว.พลาสติก 2526 , 3 : 45-51
6. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ. 2528)
7. Driver, W. E., 1979. Plastic Chemistry and Technology: p 8-17, 38
8. Krause, A., Lauge, A., Ezrin M., 1983. Chemical and Instrumental Methods. Plastic Analysis Guide. p 8-9, 17-19, 291-293, 298-339
9. Lambert , J . B , Shurlvell H. F , Lighter , D., Cooks , G . R . , 1978 Introduction to Organic Spectroscopy: p 169-181
10. Silvertin , R. M . , Bassler , C. G . , Morrill T . C . 1980. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 4 th Edition: p 105-129
11. Japanese Food Sanitation Law No. 370 (1959)
12. Amornsit . n , Fetsom . A , 1992 . Principles and Techniques of Instrumental Analysis . p 35-188 , 322-379 , 714-810 , 811-822





ภาคผนวก ก

กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                            | เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR) | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|---|---|-------------|
| 1        | 1631/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24.7 ซม.       | แหล่งที่มาของตัวอย่าง   | PE          |
| 2        | 1632/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 24.8 ซม.     | บริษัท อิงเจริญพลาสติก  | PE          |
| 3        | 1633/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24.8 ซม.      | บริษัท อิงเจริญพลาสติก  | PE          |
| 4        | 1634/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24.8 ซม.        | บริษัท อิงเจริญพลาสติก  | PE          |
| 5        | 1587/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม.    | หจก. บี ซี เทรคคิง  | PE          |
| 6        | 1588/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม.    | หจก. บี ซี เทรคคิง  | PE          |
| 7        | 1589/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลืองเข้ม ยาว 24.7 ซม. | หจก. บี ซี เทรคคิง  | PE          |
| 8        | 1590/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้มเข้ม ยาว 24.7 ซม.    | หจก. บี ซี เทรคคิง  | PE          |
| 9        | 1591/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24 ซม.         | บริษัท โบทาค จำกัด  | PE          |
| 10       | 1592/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 24 ซม.          | บริษัท โบทาค จำกัด  | PE          |
| 11       | 1593/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24 ซม.          | บริษัท โบทาค จำกัด  | PE          |
| 12       | 1594/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24 ซม.        | บริษัท โบทาค จำกัด  | PE          |
| 13       | 1617/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 25.3 ซม.        | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 14       | 1618/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.3 ซม.       | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 15       | 1619/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 25.3 ซม.     | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 16       | 1805/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 25.3 ซม.        | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 17       | 1806/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 25.3 ซม.      | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 18       | 1807/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 25.3 ซม.        | ตราเพชร บริษัท เจริญชัยพลาสติก  | PE          |
| 19       | 1660/37 | หลอดดูดพลาสติกสีใส ยาว 24.8 ซม.         | บริษัท โฮมเฟรช มาร์ท จำกัด  | PP          |
| 20       | 1661/37 | หลอดดูดพลาสติกสีใส ยาว 24.8 ซม.         | บริษัท โฮมเฟรช มาร์ท จำกัด  | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ ทุ่มหอ และสัมผัสดำถาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                                  | แหล่งที่มาของตัวอย่าง           | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|---|---------------------------------|-------------|
| 21       | 1572/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีแดง ยาว 24 ซม.      | ตรา หมูบิน บริษัท สถาพรพลาสติก  | PI'         |
| 22       | 1573/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีน้ำเงิน ยาว 24 ซม.  | ตรา หมูบิน บริษัท สถาพรพลาสติก  | PI'         |
| 23       | 1574/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีเหลือง ยาว 24 ซม.   | ตรา หมูบิน บริษัท สถาพรพลาสติก  | PI'         |
| 24       | 1575/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีเขียว ยาว 24 ซม.    | ตรา หมูบิน บริษัท สถาพรพลาสติก  | PP          |
| 25       | 1576/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีฟ้า ยาว 24 ซม.      | ตรา หมูบิน บริษัท สถาพรพลาสติก  | PP          |
| 26       | 1755/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 21 ซม.                | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |
| 27       | 1597/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 21 ซม.             | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |
| 28       | 1598/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 21 ซม.                | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |
| 29       | 1599/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 21 ซม.              | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |
| 30       |         | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 21 ซม.               | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |
| 31       | 1815/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.5 ซม.             | บริษัท เกรียงทิพย์ พลาสติก      | PP          |
| 32       | 1816/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียวเข้ม ยาว 25.5 ซม.        | บริษัท เกรียงทิพย์ พลาสติก      | PP          |
| 33       | 1817/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 25.3 ซม.              | บริษัท เกรียงทิพย์ พลาสติก      | PP          |
| 34       | 1818/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 25.3 ซม.              | บริษัท เกรียงทิพย์ พลาสติก      | PP          |
| 35       | 4584/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีแดง ยาว 21 ซม.      | บริษัท ไฮแลนค์ อุตสาหกรรม จำกัด | PP          |
| 36       | 4585/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีชมพู ยาว 21 ซม.     | บริษัท ไฮแลนค์ อุตสาหกรรม จำกัด | PP          |
| 37       | 4586/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีเหลือง ยาว 21 ซม.   | บริษัท ไฮแลนค์ อุตสาหกรรม จำกัด | PP          |
| 38       | 4587/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีฟ้า ยาว 21 ซม.      | บริษัท ไฮแลนค์ อุตสาหกรรม จำกัด | PP          |
| 39       | 4588/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ลาย สีเขียว ยาว 21 ซม.    | บริษัท ไฮแลนค์ อุตสาหกรรม จำกัด | PP          |
| 40       | 6736/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลาย สีน้ำเงิน ยาว 24.5 ซม. | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม         | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ หุ่หม้อย และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                                 | แหล่งที่มาของตัวอย่าง              | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|------------------------------------|-------------|
| 41       | 6737/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลาย สีแดง ยาว 24.5 ซม.    | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม            | PP          |
| 42       | 6738/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลาย สีเหลือง ยาว 24.5 ซม. | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม            | PP          |
| 43       | 6739/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลาย สีเขียว ยาว 24.5 ซม.  | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม            | PP          |
| 44       | 6740/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลาย สีฟ้า ยาว 24.5 ซม.    | บมจ. ทานตะวันอุตสาหกรรม            | PP          |
| 45       | 1730/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 3" x 5"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 46       | 1731/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 3 1/2" x 5"     | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 47       | 1732/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 3 1/2" x 6"     | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 48       | 1733/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 4" x 5"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 49       | 1734/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 4" x 6"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 50       | 1735/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 4 1/2" x 7"     | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 51       | 1736/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 5" x 8"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 52       | 1738/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 5" x 9"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 53       | 1739/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 6" x 9"         | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 54       | 1740/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 6" x 14"        | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 55       | 1741/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 7" x 11"        | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 56       | 1742/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 8" x 12"        | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 57       | 1743/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 10" x 14"       | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 58       | 1744/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 12" x 16"       | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 59       | 1745/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 12" x 18"       | บริษัท ไทยแสงเจริญ จำกัด           | PE          |
| 60       | 1800/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 3 1/2" x 5"     | ตรา บิสด. แพ็ค หกก. บิสิ่ เทรดดิ้ง | PE          |

ผลวิเคราะห์ลักษณะบรรจุ มุมหอย และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                           | แหล่งที่มาของตัวอย่าง             | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|-----------------------------------|-------------|
| 61       | 1801/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 4" x 5"   | ตรา บิกส์. แพ็ค หก. บี ซี เทรคคิง | PE          |
| 62       | 1802/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 5" x 8"   | ตรา บิกส์. แพ็ค หก. บี ซี เทรคคิง | PE          |
| 63       | 1803/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 6" x 9"   | ตรา บิกส์. แพ็ค หก. บี ซี เทรคคิง | PE          |
| 64       | 1804/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 8" x 12"  | ตรา บิกส์. แพ็ค หก. บี ซี เทรคคิง | PE          |
| 65       | 4589/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 3 1/2" x 5"   | ตรา เซมพ์ คมูเคช บรรจุกัญชา       | PE          |
| 66       | 4590/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 4" x 5"       | ตรา เซมพ์ คมูเคช บรรจุกัญชา       | PE          |
| 67       | 4591/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 4 1/2" x 5"   | ตรา เซมพ์ คมูเคช บรรจุกัญชา       | PE          |
| 68       | 4592/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 6" x 14"      | ตรา เซมพ์ คมูเคช บรรจุกัญชา       | PE          |
| 69       | 4593/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 7" x 11"      | ตรา เซมพ์ คมูเคช บรรจุกัญชา       | PE          |
| 70       | 4594/36 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 5" x 8"   | ตรา มาทอง โรงงานพลาสติกเชียงใหม่  | PE          |
| 71       | 4595/36 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 6" x 9"   | ตรา มาทอง โรงงานพลาสติกเชียงใหม่  | PE          |
| 72       | 4596/36 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 8" x 12"  | ตรา มาทอง โรงงานพลาสติกเชียงใหม่  | PE          |
| 73       | 4597/36 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 12" x 16" | ตรา มาทอง โรงงานพลาสติกเชียงใหม่  | PE          |
| 74       | 4598/36 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวขุ่น ขนาด 12" x 18" | ตรา มาทอง โรงงานพลาสติกเชียงใหม่  | PE          |
| 75       | 1776/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวใส ขนาด 4" x 6"     | ตรา บิกส์แพค หก บี ซี เทรคคิง     | PP          |
| 76       | 1777/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวใส ขนาด 6" x 14"    | ตรา บิกส์แพค หก บี ซี เทรคคิง     | PP          |
| 77       | 1778/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวใส ขนาด 7" x 11"    | ตรา บิกส์แพค หก บี ซี เทรคคิง     | PP          |
| 78       | 1779/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวใส ขนาด 7" x 18"    | ตรา บิกส์แพค หก บี ซี เทรคคิง     | PP          |
| 79       | 1780/37 | ถุงบรรจุอาหาร สีขาวใส ขนาด 12" x 20"   | ตรา บิกส์แพค หก บี ซี เทรคคิง     | PP          |
| 80       | 4599/36 | ถุงรอนใส ขนาด 4 1/2" x 7"              | ตรา Diamond K.Fs. Marketing       | PP          |

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                             | แหล่งที่มาของตัวอย่าง         | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|-------------------------------|-------------|
| 81       | 4600/36 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 4" x 6"                  | ตรา Diamond K.Fs. Marketing   | PP          |
| 82       | 4601/36 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 5" x 8"                  | ตรา Diamond K.Fs. Marketing   | PP          |
| 83       | 4602/36 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 7" x 11"                 | ตรา Diamond K.Fs. Marketing   | PP          |
| 84       | 4603/36 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 8" x 12"                 | ตรา Diamond K.Fs. Marketing   | PP          |
| 85       | 6741/38 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 4" x 7"                  | บ. ไทยอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด | PP          |
| 86       | 6742/38 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 5" x 8"                  | บ. ไทยอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด | PP          |
| 87       | 6743/38 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 6" x 9"                  | บ. ไทยอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด | PP          |
| 88       | 6744/38 | ถุงร่อนใส่ ขนาด 6" x 12"                 | บ. ไทยอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด | PP          |
| 89       |         | ถุงร่อนใส่ ขนาด 7" x 12"                 | บ. ไทยอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด | PP          |
| 90       | 1693/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3" x 5"     | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 91       | 1694/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3 1/2" x 5" | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 92       | 1695/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3 1/2" x 6" | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 93       | 1696/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4" x 5"     | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 94       | 1697/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4 1/2" x 6" | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 95       | 1698/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4 1/2" x 7" | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 96       | 1699/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 5" x 8"     | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 97       | 4604/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 5" x 9"     | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 98       | 4605/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 6" x 9"     | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 99       | 4606/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 7" x 11"    | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |
| 100      | 1579/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 8" x 12"    | หจก. บี ซี เทรคคิง            | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ หม้อ และสัมผัสด้านอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                         | แหล่งที่มาของตัวอย่าง         | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| 101      | 1781/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุน ขนาด 10" x 14" | หจก. บี ซี เทรคดิง            | PP          |
| 102      | 1782/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุน ขนาด 12" x 16" | หจก. บี ซี เทรคดิง            | PP          |
| 103      | 1783/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุน ขนาด 12" x 18" | หจก. บี ซี เทรคดิง            | PP          |
| 104      | 1784/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุน ขนาด 14" x 20" | หจก. บี ซี เทรคดิง            | PP          |
| 105      | 4607/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 4 1/2" x 7" | ตราเพชรบิน ไทยสวีตส์พลาสติก   | PP          |
| 106      | 4608/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 5" x 8"     | ตราเพชรบิน ไทยสวีตส์พลาสติก   | PP          |
| 107      | 4609/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 6" x 14"    | ตราเพชรบิน ไทยสวีตส์พลาสติก   | PP          |
| 108      | 4610/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 7" x 11"    | ตราเพชรบิน ไทยสวีตส์พลาสติก   | PP          |
| 109      | 4611/36 | ถุงบรรจุอาหาร สี ใส ขนาด 8" x 12"    | ตราเพชรบิน ไทยสวีตส์พลาสติก   | PP          |
| 110      | 1794/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 5" x 8"       | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 111      | 1795/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 6" x 9"       | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 112      | 1796/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 7" x 11"      | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 113      | 1797/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 8" x 12"      | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 114      | 1798/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 12" x 16"     | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 115      | 1799/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 12" x 18"     | ตรามาทอง โรงงานพลาสติก เอง ยู | PP          |
| 116      | 4612/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 3" x 5"       | บริษัท ชงก จำกัด              | PP          |
| 117      | 4613/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 4" x 6"       | บริษัท ชงก จำกัด              | PP          |
| 118      | 4614/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 5" x 8"       | บริษัท ชงก จำกัด              | PP          |
| 119      | 4615/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 6" x 9"       | บริษัท ชงก จำกัด              | PP          |
| 120      | 4616/36 | ถุงร้อนใส ขนาด 8" x 12"              | คณุเดชบรรจุกัมฉะ              | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาชนะบรรจุ หุ่นห่อ และสัมปัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                 | แหล่งที่มาของตัวอย่าง              | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|------------------------------|------------------------------------|-------------|
| 121      | 4617/36 | ถุงรอนโซ ขนาด 10" x 14"      | คณฺศขบรรจกัณศ                      | PP          |
| 122      | 4618/36 | ถุงรอนโซ ขนาด 12" x 16"      | คณฺศขบรรจกัณศ                      | PP          |
| 123      | 3209/37 | ขวคบรรจ สึ ขว ฝาสึฟ้า        | KIVI บรริศห กัรริศห มารเกคคัง จักค | PE          |
| 124      | 3210/37 | ขวคบรรจ สึ ขว ฝาสึเขียว      | KIVI บรริศห กัรริศห มารเกคคัง จักค | PE          |
| 125      | 3211/37 | ขวคบรรจ สึ ขว ฝาสึชมพู       | KIVI บรริศห กัรริศห มารเกคคัง จักค | PE          |
| 126      | 3225/37 | กระบอกลใส่น้ำ สึฟ้า          | TN บรรจกัณศ                        | PE          |
| 127      | 3226/37 | กระบอกลใส่น้ำ สึเขียว        | TN บรรจกัณศ                        | PE          |
| 128      | 1577/37 | กระบอกลใส่น้ำลายขว สึแดง     | บรริศหพรศขบมพลาศคค                 | PE          |
| 129      | 1578/37 | กระบอกลใส่น้ำลายขว สึน้ำเงิน | บรริศหพรศขบมพลาศคค                 | PE          |
| 130      | 1569/37 | กระบอกลใส่น้ำ สึชมพู         | ศรท D                              | PE          |
| 131      | 1570/37 | กระบอกลใส่น้ำ สึฟ้า          | ศรท D                              | PE          |
| 132      | 1571/37 | กระบอกลใส่น้ำ สึแดง          | ศรท D                              | PE          |
| 133      | 3234/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บปาริศาติ       | ปาริศาต น้าคั้บ                    | PE          |
| 134      | 3235/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บปาริศาติ       | ปาริศาต น้าคั้บ                    | PE          |
| 135      | 3246/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บ Palaris       | บรริศหศรทราหนือ มหachsen           | PE          |
| 136      | 3247/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บ Palaris       | บรริศหศรทราหนือ มหachsen           | PE          |
| 137      | 3248/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บ Palaris       | บรริศหศรทราหนือ มหachsen           | PE          |
| 138      | 3260/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บ โอค็ย         | บรริศหศสทโอค็ย จักค                | PE          |
| 139      | 3261/37 | ขวคบรรจน้ำคั้บ โอค็ย         | บรริศหศสทโอค็ย จักค                | PE          |

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                    | แหล่งที่มาของตัวอย่าง    | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
| 140      | 3262/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม ไอเดีย          | บริษัทสห ไอเดีย จำกัด    | PE          |
| 141      | 1728/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิล       | บริษัทเอ็ม วอเตอร์ จำกัด | PE          |
| 142      | 1729/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิล       | บริษัทเอ็ม วอเตอร์ จำกัด | PE          |
| 143      | 1679/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีเขียว   | Drink sipper             | PE          |
| 144      | 1680/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีชมพู    | Drink sipper             | PE          |
| 145      | 1681/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีม่วง    | Drink sipper             | PE          |
| 146      | 1685/37 | ขวดพลาสติกสีขาวขุ่น             | moc                      | PE          |
| 147      | 1686/37 | ขวดพลาสติกสีเขียวขุ่น           | moc                      | PE          |
| 148      | 1687/37 | ขวดพลาสติกสีฟ้าขุ่น             | moc                      | PE          |
| 149      | 1790/37 | ขวดพลาสติกลายดอกไม้             | บริษัทสงวนอุตสาหกรรม     | PE          |
| 150      | 1791/37 | ขวดพลาสติกลายต้นไม้             | บริษัทสงวนอุตสาหกรรม     | PE          |
| 151      | 1792/37 | ขวดพลาสติกลายต้นไม้             | บริษัทสงวนอุตสาหกรรม     | PE          |
| 152      | 1793/37 | ขวดพลาสติก ลายการ์ตูน           | บริษัทสงวนอุตสาหกรรม     | PE          |
| 153      | 1846/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวขุ่นฝาสีเขียว   | E.K. เอกทวีพานิชย์       | PE          |
| 154      | 1847/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวขุ่น ฝาสีฟ้า    | E.K. เอกทวีพานิชย์       | PE          |
| 155      | 1848/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวขุ่น ฝาสีเหลือง | E.K. เอกทวีพานิชย์       | PE          |
| 156      | 1849/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวขุ่น ฝาสีขาว    | E.K. เอกทวีพานิชย์       | PE          |
| 157      | 1850/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวขุ่น ฝาสีชมพู   | E.K. เอกทวีพา            | PE          |
| 158      | 1682/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีชมพู     | โรงงานจรรยาพลาสติก       | PVC         |
| 159      | 1683/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีเขียว    | โรงงานจรรยาพลาสติก       | PVC         |

ผลวิเคราะห์ลักษณะบรรจุ หุ่นห่อ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                      | แหล่งที่มาของตัวอย่าง | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|
| 160      | 1684/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีฟ้า        | โรงงานจตุพลพลาสติก    | PVC         |
| 161      | 1785/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี                | บริษัท คัสตัมแพค      | PVC         |
| 162      | 1786/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี                | บริษัท คัสตัมแพค      | PVC         |
| 163      | 1787/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี                | บริษัท คัสตัมแพค      | PVC         |
| 164      | 1821/37 | ขวดบรรจุน้ำสีฟ้าใส                | บริษัทขจรรัตน์        | PVC         |
| 165      | 1822/37 | ขวดบรรจุน้ำสีชมพูใส               | บริษัทขจรรัตน์        | PVC         |
| 166      | 1823/37 | ขวดบรรจุน้ำสีเขียวใส              | บริษัทขจรรัตน์        | PVC         |
| 167      | 1580/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No. 503    | Nam Ngai Hong         | PE ✓        |
| 168      | 1581/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีชมพู No. 503   | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 169      | 1582/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีขาว No. 503    | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 170      | 1583/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีเหลือง No. 503 | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 171      | 1584/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีเขียว No. 503  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 172      | 1585/37 | จานพลาสติกทรงกลม สี No. 503       | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 173      | 1586/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีครีม No. 503   | Nam Ngai Hong         | PE ✓        |
| 174      | 1600/37 | ถ้วยพลาสติก ทรงกลม สีฟ้า No. 223  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 175      | 1601/37 | ถ้วยพลาสติก ทรงกลม สีฟ้า No. 223  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 176      | 1602/37 | ถ้วยพลาสติก ทรงกลม สีฟ้า No. 223  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 177      | 1603/37 | ถ้วยพลาสติก ทรงกลม สีฟ้า No. 223  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 178      | 1604/37 | ถ้วยพลาสติก ทรงกลม สีฟ้า No. 223  | Nam Ngai Hong         | PE          |
| 179      | 3266/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีเขียว No. 2225  | Nam Ngai Hong         | PE          |

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ หุ่นหอย และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยเครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                   | แหล่งที่มาของตัวอย่าง          | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 180      | 3267/37 | ภาคพลาสติกทงรี สีฟ้า No. 2225  | Nam Ngai Hong                  | PE          |
| 181      | 3268/37 | ภาคพลาสติกทงรี สีชมพู No. 2225 | Nam Ngai Hong                  | PE          |
| 182      | 3277/37 | ขวดใสซอส No. 9062              | เรืองวา สแตนคาร์ค              | PE          |
| 183      | 3278/37 | ขวดใสซอส No. 9062              | เรืองวา สแตนคาร์ค              | PE          |
| 184      | 3279/37 | ขวดใสซอส No. 9062              | เรืองวา สแตนคาร์ค              | PE          |
| 185      | 3280/37 | ขวดใสซอส No. 9062              | เรืองวา สแตนคาร์ค              | PE          |
| 186      | 3281/37 | ขวดใสซอส No. 9062              | เรืองวา สแตนคาร์ค              | PE          |
| 187      | 1566/37 | กลองใสอาหาร No. 459 สีขาว      | เฟรช แวร์                      | PE          |
| 188      | 1567/37 | กลองใสอาหาร No. 459 สีขาว      | เฟรช แวร์                      | PE          |
| 189      | 1568/37 | กลองใสอาหาร No. 459 สีขาว      | เฟรช แวร์                      | PE          |
| 190      | 1595/37 | กลองใสอาหาร                    | Food Storage                   | PE          |
| 191      | 1596/37 | กลองใสอาหาร                    | Food Storage                   | PE          |
| 192      | 1609/37 | ถวยน้ำสีแดง                    | เก็บตัวอย่างจากตลาดสด โชคชัย 4 | PE          |
| 193      | 1610/37 | ถวยน้ำสีแดง                    | เก็บตัวอย่างจากตลาดสด โชคชัย 4 | PE          |
| 194      | 1611/37 | ถวยน้ำสีน้ำเงิน                | เก็บตัวอย่างจากตลาดสด โชคชัย 4 | PE          |
| 195      | 1612/37 | ถวยน้ำสีน้ำเงิน                | เก็บตัวอย่างจากตลาดสด โชคชัย 4 | PE          |
| 196      | 1613/37 | ถวยน้ำสีน้ำเงิน                | เก็บตัวอย่างจากตลาดสด โชคชัย 4 | PE          |
| 197      | 1639/37 | ถวยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์      | พิกส์-แพค หงก บี ซี เทรคคิง    | PE          |
| 198      | 1640/37 | ถวยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์      | พิกส์-แพค หงก บี ซี เทรคคิง    | PE          |
| 199      | 1641/37 | ถวยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์      | พิกส์-แพค หงก บี ซี เทรคคิง    | PE          |

ผลวิเคราะห์ภาชนะบรรจุ ्हุ่หม้อ และส้อมคีตอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                     | แหล่งที่มาของตัวอย่าง       | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| 200      | 1642/37 | ถ้วยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออมซ์       | พิคส์-แพค หกก บี ซี เทรคคิง | PE          |
| 201      | 1688/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No. 310         | T.S พลาสติก                 | PP          |
| 202      | 1689/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No. 310         | T.S พลาสติก                 | PP          |
| 203      | 1690/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No. 310         | T.S พลาสติก                 | PP          |
| 204      | 1691/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No. 310         | T.S พลาสติก                 | PP          |
| 205      | 1692/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No. 310         | T.S พลาสติก                 | PP          |
| 206      | 1701/37 | จานพลาสติกสีขาว ขนาด 6"          | Dragon ware                 | PP          |
| 207      | 1702/37 | จานพลาสติกสีขาว ขนาด 6"          | Dragon ware                 | PP          |
| 208      | 1703/37 | จานพลาสติกสีขาว ขนาด 6"          | Dragon ware                 | PP          |
| 209      | 1704/37 | จานพลาสติกสีขาว ขนาด 6"          | Dragon ware                 | PP          |
| 210      | 1705/37 | จานพลาสติกสีขาว ขนาด 6"          | Dragon ware                 | PP          |
| 211      | 1711/37 | ช้อนพลาสติกสีขาว                 | TP หกก สหริระพจน์           | PP          |
| 212      | 1712/37 | ช้อนพลาสติกสีขาว                 | TP หกก สหริระพจน์           | PP          |
| 213      | 1713/37 | ช้อนพลาสติกสีขาว                 | TP หกก สหริระพจน์           | PP          |
| 214      | 1714/37 | ช้อนพลาสติกสีขาว                 | TP หกก สหริระพจน์           | PP          |
| 215      | 1715/37 | ช้อนพลาสติกสีขาว                 | TP หกก สหริระพจน์           | PP          |
| 216      | 1756/37 | พลาสติกก้นน้ำส้ม สีเขียว No. 641 | ซิคชัยพลาสติก               | PP          |
| 217      | 1757/37 | พลาสติกก้นน้ำส้ม สีชมพู No. 641  | ซิคชัยพลาสติก               | PP          |
| 218      | 1758/37 | พลาสติกก้นน้ำส้ม สีขาว No. 641   | ซิคชัย พลาสติก              | PP          |
| 219      | 1858/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack       | ข้างเศรษฐพานิชย์            | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ หม้อ และสัมผัสด้านอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

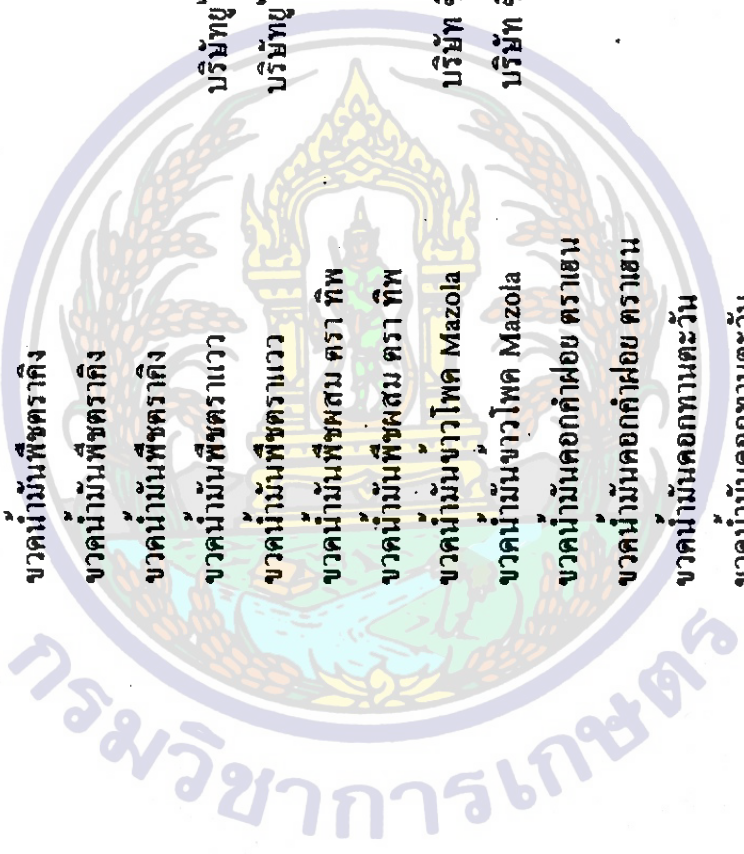
| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                            | แหล่งที่มาของตัวอย่าง | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|---|-----------------------|-------------|
| 220      | 1859/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack              | ข้าราชการพาณิชย์      | PP          |
| 221      | 1860/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack              | ข้าราชการพาณิชย์      | PP          |
| 222      | 1861/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack              | ข้าราชการพาณิชย์      | PP          |
| 223      | 1862/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack              | ข้าราชการพาณิชย์      | PP          |
| 224      | 1863/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S Pack              | ข้าราชการพาณิชย์      | PP          |
| 225      | 3269/37 | กล่องใสอาหารสีขาว ฝาสีฟ้า No. 144       | ชัยเจริญพลาสติก       | PP          |
| 226      | 3270/37 | กล่องใสอาหารสีขาว ฝาสีเขียว No. 144     | ชัยเจริญพลาสติก       | PP          |
| 227      | 3271/37 | กล่องใสอาหารสีขาว ฝาสีชมพู No. 144      | ชัยเจริญพลาสติก       | PP          |
| 228      | 3287/37 | กล่องใสเมย สีขาว No. 318 R              | Pioneer               | PP          |
| 229      | 3288/37 | กล่องใสเมย สีขาว No. 318 R              | Pioneer               | PP          |
| 230      | 3289/37 | กล่องใสเมย สีขาว No. 318 R              | Pioneer               | PP          |
| 231      | 3292/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 567 ฝาสีเขียว | Lee Goods Co. Ltd     | PP          |
| 232      | 3293/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 567 ฝาสีส้ม   | Lee Goods Co. Ltd     | PP          |
| 233      | 3294/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 567 ฝาสีชมพู  | Lee Goods Co. Ltd     | PP          |
| 234      | 3295/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 1111 ฝาสีชมพู | ตรา CSP               | PP          |
| 235      | 3296/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 1111 ฝาสีชมพู | ตรา CSP               | PP          |
| 236      | 3297/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 1111 ฝาสีชมพู | ตรา CSP               | PP          |
| 237      | 3298/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 412-4         | ชัยเจริญ พลาสติก      | PP          |
| 238      | 3299/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 412-4         | ชัยเจริญ พลาสติก      | PP          |
| 239      | 3300/37 | กล่องใสอาหารสีขาวยุ่น No. 412-4         | ชัยเจริญ พลาสติก      | PP          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ ทุบห่อ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                       | แหล่งที่มาของตัวอย่าง          | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 240      | 1824/37 | กล่องใสอาหารสีขาว No. 342 ผ่าสีขาว | ชัยเจริญ พลาสติก               | PP          |
| 241      | 1825/37 | กล่องใสอาหารสีขาว No. 342 ผ่าสีขาว | ชัยเจริญ พลาสติก               | PP          |
| 242      | 1826/37 | กล่องใสอาหารสีขาว No. 342 ผ่าสีขาว | ชัยเจริญ พลาสติก               | PP          |
| 243      | 1827/37 | กล่องใสอาหารสีขาวใส No. 7021       | V. โปรคักส์ พลาสติก            | PP          |
| 244      | 1828/37 | กล่องใสอาหารสีขาวใส No. 7021       | V. โปรคักส์ พลาสติก            | PP          |
| 245      | 1829/37 | กล่องใสอาหารสีขาวใส No. 7021       | V. โปรคักส์ พลาสติก            | PP          |
| 246      | 1614/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต                | บริษัทมรกตอินดัสตรี จำกัด      | PVC         |
| 247      | 1615/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต                | บริษัทมรกตอินดัสตรี จำกัด      | PVC         |
| 248      | 1616/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต                | บริษัทมรกตอินดัสตรี จำกัด      | PVC         |
| 249      | 1623/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย                | บริษัทน้ำมันพีชสเตนคาร์ด จำกัด | PVC         |
| 250      | 1624/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย                | บริษัทน้ำมันพีชสเตนคาร์ด จำกัด | PVC         |
| 251      | 1625/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย                | บริษัทน้ำมันพีชสเตนคาร์ด จำกัด | PVC         |
| 252      | 1869/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ                 | เก็บตัวอย่างจากห้างโรบินสัน    | PVC         |
| 253      | 1870/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ                 | เก็บตัวอย่างจากห้างโรบินสัน    | PVC         |
| 254      | 1871/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ                 | เก็บตัวอย่างจากห้างโรบินสัน    | PVC         |
| 255      | 1808/37 | ขวดน้ำมันพีชตราอุณ                 | บริษัทน้ำมันพีชไทยจำกัด มหาชน  | PVC         |
| 256      | 1809/37 | ขวดน้ำมันพีชตราอุณ                 | บริษัทน้ำมันพีชไทยจำกัด มหาชน  | PVC         |
| 257      | 1810/37 | ขวดน้ำมันพีชตราอุณ                 | บริษัทน้ำมันพีชไทยจำกัด มหาชน  | PVC         |
| 258      | 4619/36 | ขวดน้ำมันพีชตราพาโมลา              | บริษัท พาโมลา จำกัด            | PVC         |
| 259      | 4620/36 | ขวดน้ำมันพีชตราพาโมลา              | บริษัท พาโมลา จำกัด            | PVC         |

ตารางที่ 1. ผลวิเคราะห์ทางนบรจุ หนุ่หออ และสั่มสัศยวการ เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใชห้เครื่งมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง             | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                   | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--------------------------|---|-------------|
| 260      | 4621/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพาลโมลา   | บริษัท พาลโมลา จำกัด                    | PVC         |
| 261      | 1620/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก       | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนาน้ำมันพืช จำกัด | PVC         |
| 262      | 1621/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก       | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนาน้ำมันพืช จำกัด | PVC         |
| 263      | 1622/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก       | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนาน้ำมันพืช จำกัด | PVC         |
| 264      | 1706/37 | ขวดน้ำมันพืชตราถึง       | บริษัทน้ำมันบริโกล จำกัด                | PVC         |
| 265      | 1707/37 | ขวดน้ำมันพืชตราถึง       | บริษัทน้ำมันบริโกล จำกัด                | PVC         |
| 266      | 1708/37 | ขวดน้ำมันพืชตราถึง       | บริษัทน้ำมันบริโกล จำกัด                | PVC         |
| 267      | 1709/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง       | บริษัทยูไนเตค แพค แอนด์ ออยล์ จำกัด     | PVC         |
| 268      | 1710/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง       | บริษัทยูไนเตค แพค แอนด์ ออยล์ จำกัด     | PVC         |
| 269      | 1788/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตรา ทิพ  | บริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด           | PVC         |
| 270      | 1789/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตรา ทิพ  | บริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด           | PVC         |
| 271      | 4633/36 | ขวดน้ำมันขาวโพค Mazola   | บริษัท ซี พี วี/ ฮายี (ประเทศไทย) จำกัด | PET         |
| 272      | 4634/36 | ขวดน้ำมันขาวโพค Mazola   | บริษัท ซี พี วี/ ฮายี (ประเทศไทย) จำกัด | PET         |
| 273      | 6752/38 | ขวดน้ำมันดอกคำฝอย ตราเฮน | เสน เพียง ฟูค คอมปานี                   | PET         |
| 274      | 6753/38 | ขวดน้ำมันดอกคำฝอย ตราเฮน | เสน เพียง ฟูค คอมปานี                   | PET         |
| 275      | 6754/38 | ขวดน้ำมันดอกทานตะวัน     | เกรทเตอร์ โพลีเมนูแพคเจอร์              | PET         |
| 276      | 6755/38 | ขวดน้ำมันดอกทานตะวัน     | เกรทเตอร์ โพลีเมนูแพคเจอร์              | PET         |
| 277      | 6756/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม โอเลอิน   | บริษัทมรกตอินคัสตรี จำกัด               | PET         |
| 278      | 6757/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม โอเลอิน   | บริษัทมรกตอินคัสตรี จำกัด               | PET         |
| 279      | 6758/38 | ขวดน้ำมันรำข้าว ซิม      | บริษัทอมรชัย จำกัด                      | PET         |



ผลวิเคราะห์ทางบรรจุ ฟูมห้อง และสัมผัสด้านอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                 | แหล่งที่มาของตัวอย่าง        | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|------------------------------|------------------------------|-------------|
| 280      | 6759/38 | ขวดน้ำมันรำข้าว ซิม          | บริษัทอมรรัชย์ จำกัด         | PET         |
| 281      | 6765/38 | ขวดน้ำมันคอกทานตะวัน ตรา ซิม | บริษัทอมรรัชย์ จำกัด         | PET         |
| 282      | 6766/38 | ขวดน้ำมันคอกทานตะวัน ตรา ซิม | บริษัทอมรรัชย์ จำกัด         | PET         |
| 283      | 6767/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central  | บริษัทอมรรัชย์ จำกัด         | PET         |
| 284      | 6768/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central  | บริษัทอมรรัชย์ จำกัด         | PET         |
| 285      | 4681/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง ฤกษ์     | บริษัทลอกชเดช เทรคคิง จำกัด  | PET         |
| 286      | 4682/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง ฤกษ์     | บริษัทลอกชเดช เทรคคิง จำกัด  | PET         |
| 287      | 1605/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola   | Coca-Cola company            | PET         |
| 288      | 1606/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola   | Coca-Cola company            | PET         |
| 289      | 1607/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola   | Coca-Cola company            | PET         |
| 290      | 4630/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม      | Coca-Cola company            | PET         |
| 291      | 4631/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม      | Coca-Cola company            | PET         |
| 292      | 4632/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม      | Coca-Cola company            | PET         |
| 293      | 6769/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำเขียว  | Coca-Cola company            | PET         |
| 294      | 6770/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำเขียว  | Coca-Cola company            | PET         |
| 295      | 6771/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำเขียว  | Coca-Cola company            | PET         |
| 296      | 6772/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำแดง    | Coca-Cola company            | PET         |
| 297      | 6773/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำแดง    | Coca-Cola company            | PET         |
| 298      | 6774/38 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำแดง    | Coca-Cola company            | PET         |
| 299      | 1851/37 | ขวดบรรจุเครื่องคั้นน้ำเปปซี่ | บริษัทเสริมสุข จำกัด (มหาชน) | PET         |

ผลวิเคราะห์ภาชนะบรรจุ ฝุ่นห่อ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                             | แหล่งที่มาของตัวอย่าง              | ผลวิเคราะห์        |
|----------|---------|--|------------------------------------|--------------------|
| 300      | 1852/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแป๊ปซี่               | บริษัทเสริมสุข จำกัด (มหาชน)       | PET                |
| 301      | 1853/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแป๊ปซี่               | บริษัทเสริมสุข จำกัด (มหาชน)       | PET                |
| 302      | 1643/37 | ขวดนมเด็ก Gerber                         | Clear plastic                      | PC                 |
| 303      | 1644/37 | ขวดนมเด็ก Gerber                         | Clear plastic                      | PC                 |
| 304      | 1645/37 | ขวดนมเด็ก Pegeon                         | บริษัทมุ่งพัฒนา มาร์เก็ตติ้ง จำกัด | PC                 |
| 305      | 1646/37 | ขวดนมเด็ก Pegeon                         | บริษัทมุ่งพัฒนา มาร์เก็ตติ้ง จำกัด | PC                 |
| 306      | 1647/37 | ขวดนมเด็ก Jub                            | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 307      | 1648/37 | ขวดนมเด็ก Jub                            | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 308      | 1649/37 | ขวดนมเด็ก Canni 82                       | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 309      | 1650/37 | ขวดนมเด็ก Canni 82                       | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 310      | 1651/37 | ขวดนมเด็ก Pur                            | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 311      | 1652/37 | ขวดนมเด็ก Pur                            | เซ็ลทรัล ซูเปอร์มาร์เก็ต จำกัด     | PC                 |
| 312      | 4635/36 | ขวดบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ คราเมจิ           | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE (ค้นสัมผัอาหาร) |
| 313      | 4636/36 | ขวดบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ คราเมจิ           | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE                 |
| 314      | 4637/36 | ขวดบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ คราเมจิ           | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE (ค้นสัมผัอาหาร) |
| 315      | 4651/36 | ขวดบรรจุนมสดพร่องไขมัน, เนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE                 |
| 316      | 4652/36 | ขวดบรรจุนมสดพร่องไขมัน, เนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE                 |
| 317      | 4653/36 | ขวดบรรจุนมสดพร่องไขมัน, เนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE (ค้นสัมผัอาหาร) |
| 318      | 3301/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้                | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE                 |
| 319      | 3302/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้                | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE                 |

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์หาขนาดอนุภาค และสัมประสิทธิ์การกระจาย เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยเครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                         | แหล่งที่มาของตัวอย่าง              | ผลวิเคราะห์        |
|----------|---------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| 320      | 3303/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัท ซี พี เมจิ จำกัด            | PE (คนสัมผัสอาหาร) |
| 321      | 3304/37 | ขวดบรรจุนมสดพร่องมันเนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 322      | 3305/37 | ขวดบรรจุนมสดพร่องมันเนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 323      | 3306/37 | ขวดบรรจุนมสดพร่องมันเนย พาสเจอร์ไรส์ | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE (คนสัมผัสอาหาร) |
| 324      | 3307/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน                     | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 325      | 3308/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน                     | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 326      | 3309/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน                     | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 327      | 1746/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 328      | 1747/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 329      | 1748/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 330      | 1749/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งกลิ่นสตรอเบอร์รี่  | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 331      | 1750/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งกลิ่นสตรอเบอร์รี่  | บริษัทนมโชคชัยจำกัด                | PE                 |
| 332      | 1751/37 | ขวดบรรจุนมสด ตรา เดลิเวีส            | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 333      | 1752/37 | ขวดบรรจุนมสด ตรา เดลิเวีส            | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 334      | 3310/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 335      | 3311/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้            | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 336      | 1838/37 | ขวดบรรจุนมสดพร่องมันเนย              | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 337      | 1839/37 | ขวดบรรจุนมสดพร่องมันเนย              | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 338      | 1840/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสน้ำผึ้ง 2 %      | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |
| 339      | 1841/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสน้ำผึ้ง 2 %      | บริษัทเนสเลย์ แคร์ อินคัสตรี จำกัด | PE                 |

ผลวิเคราะห์ทางโภชนาการ และสัมพัทธ์อาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสมาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                          | แหล่งที่มาของตัวอย่าง               | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 340      | 4638/36 | ถั่วโยเกิร์ตผลไมผสม คัชมิลล์          | บริษัทคัชมิลล์ จำกัด                | PS          |
| 341      | 4639/36 | ถั่วโยเกิร์ตรสตรอเบอร์รี่             | บริษัทคัชมิลล์ จำกัด                | PS          |
| 342      | 4640/36 | ถั่วโยเกิร์ตรสส้ม                     | บริษัทคัชมิลล์ จำกัด                | PS          |
| 343      | 1759/37 | ถั่วกริมเปรีชวา เคลี่ สวิส            | บริษัทเคนนิช แคร์ อินดัสตรีส์ จำกัด | PS          |
| 344      | 4676/36 | ถั่วยมนมเปรี้ยวบีทาเกน                | บริษัทไทยแอดวานซ์ฟู้ด จำกัด         | PS          |
| 345      | 4677/36 | ถั่วยมนมเปรี้ยวบีทาเกน รสสับปะรด      | บริษัทไทยแอดวานซ์ฟู้ด จำกัด         | PS          |
| 346      | 4678/36 | ถั่วยมนมเปรี้ยวบีทาเกน รสส้ม          | บริษัทไทยแอดวานซ์ฟู้ด จำกัด         | PS          |
| 347      | 4679/36 | ถั่วยมนมเปรี้ยวบีทาเกน รสสตรอเบอร์รี่ | บริษัทไทยแอดวานซ์ฟู้ด จำกัด         | PS          |
| 348      | 4680/36 | ถั่วยมนมเปรี้ยวบีทาเกน รสอูงุ่น       | บริษัทไทยแอดวานซ์ฟู้ด จำกัด         | PS          |
| 349      | 1811/37 | ถั่วโยเกิร์ต คานอน                    | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 350      | 1812/37 | ถั่วโยเกิร์ต คานอน รสมะนาว            | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 351      | 1813/37 | ถั่วโยเกิร์ต คานอน รสมะพร้าว          | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 352      | 1814/37 | ถั่วโยเกิร์ต คานอน รสสตรอเบอร์รี่     | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 353      | 4641/36 | ถั่วโยเกิร์ตผสมวุ้นมะพร้าว คัชมิลล์   | บริษัทคัชมิลล์ จำกัด                | PS          |
| 354      | 4642/36 | ถั่วโยเกิร์ตผสม ธัญญาหาร ถั่ว+เม็ดบัว | บริษัทคัชมิลล์ จำกัด                | PS          |
| 355      | 1716/37 | ถั่วโยเกิร์ตผสมรสตรอเบอร์รี่ คานอน    | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 356      | 1717/37 | ถั่วโยเกิร์ตผสมฟรุตสลัด คานอน         | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 357      | 1718/37 | ถั่วโยเกิร์ตผสมถั่วลิสง คานอน         | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 358      | 1719/37 | ถั่วโยเกิร์ตผสมมะม่วง คานอน           | บริษัทคานอนไทยแลนด์ จำกัด           | PS          |
| 359      | 1819/37 | ถั่วถั่วแดง                           | บริษัทบุญเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด        | PS          |

ผลวิเคราะห์ทางโภชนาการ และสัมพัทธ์อาหาร เพื่อหาปริมาณของพลาสติกโดยโซ่เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                               | แหล่งที่มาของตัวอย่าง              | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|------------------------------------|-------------|
| 360      | 1820/37 | กล่องบรรจุเตาหุง                           | บริษัทบุญเจริญ โภภภัณฑ์จำกัด       | PS          |
| 361      | 4681/36 | กล่องบรรจุเตาหุงขาว                        | บริษัทเว็นทรัลซูเปอร์มาร์เก็ต      | PS          |
| 362      | 4682/36 | กล่องบรรจุเตาหุงขาว                        | บริษัทเว็นทรัลซูเปอร์มาร์เก็ต      | PS          |
| 363      | 6730/38 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็วรูปหมา รสต้มยำกุ้ง    | บริษัทไทยพรสซิคเคนซ์จำกัด          | PS          |
| 364      | 6731/38 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็วรูปหมา รสหมู          | บริษัทไทยพรสซิคเคนซ์จำกัด          | PS          |
| 365      | 1830/37 | ถ้วยโฟมบรรจุกั๊กไชยะ คำรับไทย              | บริษัทนิสชินฟู๊ดโปรดักส์จำกัด      | PS          |
| 366      | 1831/37 | ถ้วยโฟมบรรจุกั๊กไชยะ คำรับญี่ปุ่น          | บริษัทนิสชินฟู๊ดโปรดักส์จำกัด      | PS          |
| 367      | 1842/37 | ถ้วยบรรจุขำวนแสน กุ้งกิ้ง                  | บริษัทไกรคะวัน จำกัด               | PS          |
| 368      | 1843/37 | ถ้วยบรรจุขำวนแสน รสต้มยำ                   | บริษัทไกรคะวัน จำกัด               | PS          |
| 369      | 1844/37 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็วรูปสุนัข รสอาหารทะเล  | บริษัทไทยชนวนฟู๊ดอินดัสตรีลด์จำกัด | PS          |
| 370      | 1845/37 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็วรูปสุนัข รสมังสะวิรัต | บริษัทไทยชนวนฟู๊ดอินดัสตรีลด์จำกัด | PS          |
| 371      | 6732/38 | ชามบรรจุกั๊กไชยะ คำรับ ว้าว รสกุ้ง         | โรงงานผลิตภัณฑ์อาหารไทยจำกัด       | PS          |
| 372      | 6733/38 | ชามบรรจุกั๊กไชยะ คำรับ ว้าว รสไก่          | โรงงานผลิตภัณฑ์อาหารไทยจำกัด       | PS          |
| 373      | 4643/36 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสต้มยำไก่           | บริษัทสหพัฒนาพิบูล จำกัด (มหาชน)   | PS          |
| 374      | 4644/36 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสไก่ กระเทียม       | บริษัทสหพัฒนาพิบูล จำกัด (มหาชน)   | PS          |
| 375      | 4645/36 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสเป็ดพะโล้          | บริษัทสหพัฒนาพิบูล จำกัด (มหาชน)   | PS          |
| 376      | 4646/36 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสอาหารทะเล          | บริษัทสหพัฒนาพิบูล จำกัด (มหาชน)   | PS          |
| 377      | 4647/36 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสหมูสับ             | บริษัทสหพัฒนาพิบูล จำกัด (มหาชน)   | PS          |
| 378      | 6734/38 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสสาหร่าย            | บริษัทไกรคะวัน จำกัด               | PS          |
| 379      | 6735/38 | ถ้วยบรรจุหมีสี่ขาเร็ว รสอาหารทะเล          | บริษัทไกรคะวัน จำกัด               | PS          |

ผลวิเคราะห์ทางเคมีอาหาร และสัมพัทธ์อาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                               | แหล่งที่มาของตัวอย่าง        | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|------------------------------|-------------|
| 380      | 6748/38 | ถ้วยบรรจุขนมปัง ภูมิภาค ยูนี รศตมย         | บริษัท ไกรตะวัน จำกัด        | PS          |
| 381      | 6749/38 | ถ้วยบรรจุขนมปัง ภูมิภาค ยูนี รศตมย         | บริษัท ไกรตะวัน จำกัด        | PS          |
| 382      | 6750/38 | ถ้วยบรรจุขนมปัง ภูมิภาค ยูนี รศตมย         | บริษัท ไกรตะวัน จำกัด        | PS          |
| 383      | 6751/38 | ถ้วยบรรจุไอศกรีมของบางกอกครีมแลต           | บริษัท บางกอกครีมแลต จำกัด   | PS          |
| 384      | 6752/38 | ถ้วยบรรจุไอศกรีมไฟรโมสดี                   | บริษัท ไฟรโมสดีอาหารนม จำกัด | PS          |
| 385      | 4648/36 | กล่องบรรจุอาหารสีเขียว No. 9353            | ชัยเจริญพลาสติก              | PS          |
| 386      | 4649/36 | กล่องบรรจุอาหารสีชมพู No. 9353             | ชัยเจริญพลาสติก              | PS          |
| 387      | 4650/36 | กล่องบรรจุอาหารสีขาว No. 9353              | ชัยเจริญพลาสติก              | PS          |
| 388      | 1693/37 | กล่องบรรจุอาหาร OTTO สีใส No. 331 No. 9353 | ชัยเจริญพลาสติก              | PS          |
| 389      | 1700/37 | กล่องบรรจุอาหาร OTTO สีใส No. 200          | ชัยเจริญพลาสติก              | PS          |
| 390      | 1663/37 | ถ้วยเมลามีน B. 22-5.5 สีชมพู               | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 391      | 1664/37 | ถ้วยเมลามีน B. 22-5.5 สีชมพู               | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 392      | 1665/37 | ถ้วยเมลามีน B. 22-5.5 สีชมพู               | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 393      | 1666/37 | ถ้วยเมลามีน B. 34-6 สีขาว                  | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 394      | 1667/37 | ถ้วยเมลามีน B. 34-6 สีขาว                  | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 395      | 1668/37 | ถ้วยเมลามีน B. 34-6 สีขาว                  | เมลามีนไทย                   | MM          |
| 396      | 1770/37 | ถ้วยเมลามีนลาย B-1-125                     | มาลา เมลามีน                 | MM          |
| 397      | 1771/37 | ถ้วยเมลามีนลาย B-1-125                     | มาลา เมลามีน                 | MM          |
| 398      | 1772/37 | ถ้วยเมลามีนลาย B-1-125                     | มาลา เมลามีน                 | MM          |
| 399      | 1773/37 | ที่ตักข้าวพลาสติก สีขาว                    | Flower ware Melamine         | MM          |

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                  | แหล่งที่มาของตัวอย่าง | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|-------------------------------|-----------------------|-------------|
| 400      | 1774/37 | ที่ตักข้าวพลาสติก สีฟ้า       | Flower ware Melamine  | MM          |
| 401      | 1775/37 | ที่ตักข้าวพลาสติก สีชมพู      | Flower ware Melamine  | MM          |
| 402      | 4671/36 | ถาดใส่อาหาร J TV-7 สีขาว      | JCJ เมลามีน           | MM          |
| 403      | 4672/36 | ถาดใส่อาหาร J TV-7 สีฟ้า      | JCJ เมลามีน           | MM          |
| 404      | 4673/36 | ถาดใส่อาหาร J TV-7 สีชมพู     | JCJ เมลามีน           | MM          |
| 405      | 1832/37 | จานทรงกลม สีขาว M. 73-10      | Flower ware Melamine  | MM          |
| 406      | 1833/37 | จานทรงกลม สีขาว M. 73-10      | Flower ware Melamine  | MM          |
| 407      | 1834/37 | ถ้วยใส่อาหาร สีฟ้า No. 43A    | Flower ware Melamine  | MM          |
| 408      | 1835/37 | ถ้วยใส่อาหาร สีขาว No. 43A    | Flower ware Melamine  | MM          |
| 409      | 1836/37 | ถ้วยใส่อาหาร สีเหลือง No. 43A | Flower ware Melamine  | MM          |
| 410      | 1837/37 | ถ้วยใส่อาหาร สีชมพู No. 43A   | Flower ware Melamine  | MM          |
| 411      | 6726/36 | จานทรงกลม สีชมพู No. 22B      | Flower ware Melamine  | MM          |
| 412      | 6727/36 | จานทรงกลม สีฟ้า No. 22B       | Flower ware Melamine  | MM          |
| 413      | 6728/36 | ถ้วยสีขาวลายดอกไม้ No. 924-6  | Vanda                 | MM          |
| 414      | 6729/38 | ถ้วยสีขาวลายดอกไม้ No. 924-6  | Vanda                 | MM          |
| 415      | 4627/36 | ถ้วยชุปสีครีม B388-A          | ศรีไทยชุปเปอร์แวร์    | MM          |
| 416      | 4628/36 | ถ้วยชุปสีครีม B388-A          | ศรีไทยชุปเปอร์แวร์    | MM          |
| 417      | 4629/36 | ถ้วยชุปสีครีม B388-A          | ศรีไทยชุปเปอร์แวร์    | MM          |
| 418      | 6763/38 | โถใส่น้ำตาลสีเหลือง B281-45   | ศรีไทยชุปเปอร์แวร์    | MM          |
| 419      | 6764/38 | โถใส่น้ำตาลสีเหลือง B281-45   | ศรีไทยชุปเปอร์แวร์    | MM          |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ หม้อหุง และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                                 | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                  | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|--|-------------|
| 420      | 4654/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3                           | มาลาพลาสติก                            | MM          |
| 421      | 4655/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3                           | มาลาพลาสติก                            | MM          |
| 422      | 4656/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3                           | มาลาพลาสติก                            | MM          |
| 423      | 4657/36 | ชามเมลามีน B-13-180 ลายดอกไม้สีเหลือง        | มาลามเมลามีน                           | MM          |
| 424      | 4658/36 | ชามเมลามีน B-13-180 ลายใบไม้สีเหลือง, น้ำตาล | มาลามเมลามีน                           | MM          |
| 425      | 1608/37 | ชามเมลามีน No. 10075                         | Flower ware                            | MM          |
| 426      | 4674/36 | จานเมลามีน P-19-10                           | ตราปลา                                 | MM          |
| 427      | 4675/36 | จานเมลามีน P271-10                           | ศรีไทยซูเปอร์แวร์                      | MM          |
| 428      | 1725/37 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกกวาด                  | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 429      | 1726/37 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกกวาด                  | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 430      | 1727/37 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกกวาด                  | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 431      | 4622/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกฟรึ่รสผลไม้รวม        | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 432      | 4623/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกฟรึ่รสผลไม้รวม        | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 433      | 4624/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกฟรึ่รสผลไม้รวม        | บริษัทซันนี่โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด  | PE          |
| 434      | 4659/36 | แผ่นพลาสติกห่อสุกกวาดคอมบี้ม                 | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ไทรเคมี จำกัด       | PVC         |
| 435      | 4660/36 | แผ่นพลาสติกห่อสุกกวาดคอมบี้ม                 | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ไทรเคมี จำกัด       | PVC         |
| 436      | 4661/36 | แผ่นพลาสติกห่อสุกกวาดคอมบี้ม                 | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ไทรเคมี จำกัด       | PVC         |
| 437.     | 4662/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกอมรสช็อคโกแล็ต        | บริษัทบุญประเสริฐคอนแพคชั่นเนอร์ จำกัด | PVC         |
| 438      | 4663/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกอมรสช็อคโกแล็ต        | บริษัทบุญประเสริฐคอนแพคชั่นเนอร์ จำกัด | PVC         |
| 439      | 4664/36 | แผ่นพลาสติกกึ่งบรรจุสุกอมรสช็อคโกแล็ต        | บริษัทบุญประเสริฐคอนแพคชั่นเนอร์ จำกัด | PVC         |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ ฟูมท้อ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยเครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                        | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                  | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|-------------------------------------|--|-------------|
| 440      | 1675/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมทอฟฟี่เนรทอสกาแพ | บริษัทโรงงานลูกกวาด เมงเซง จำกัด       | PVC         |
| 441      | 1676/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมทอฟฟี่เนรทอสกาแพ | บริษัทโรงงานลูกกวาด เมงเซง จำกัด       | PVC         |
| 442      | 1677/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมรสกาแฟดำโกโก้    | บริษัทอินมีโก (ประเทศไทย) จำกัด        | PVC         |
| 443      | 1678/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมรสกาแฟดำโกโก้    | บริษัทอินมีโก (ประเทศไทย) จำกัด        | PVC         |
| 444      | 6760/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแคนดี้          | บริษัทสหพัฒนาพิบูลย์ จำกัด (มหาชน)     | PVC         |
| 445      | 6761/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแคนดี้          | บริษัทสหพัฒนาพิบูลย์ จำกัด (มหาชน)     | PVC         |
| 446      | 6762/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแคนดี้          | บริษัทสหพัฒนาพิบูลย์ จำกัด (มหาชน)     | PVC         |
| 447      | 4665/36 | แผ่นฟิล์มพลาสติก                    | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ปิโตรเคมี จำกัด     | PVC         |
| 448      | 1638/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก                    | MMP แพคเกจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด             | PVC         |
| 449      | 1662/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก                    | Sum wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี      | PVC         |
| 450      | 1754/37 | แผ่นพลาสติกถนอมอาหาร                | ทอปเรป เทอร์เนคสยาม                    | PVC         |
| 451      | 1753/37 | แผ่นพลาสติกเยื่ออาหาร               | ครีนแรป บริษัท เอส ซี ซี               | PVC         |
| 452      | 1626/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก                    | MMP แพคเกจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด             | PVC         |
| 453      | 1627/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก                    | MMP แพคเกจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด             | PVC         |
| 454      | 4666/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทซันนี่ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด | PVC         |
| 455      | 4667/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทซันนี่ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด | PVC         |
| 456      | 4668/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทซันนี่ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด | PVC         |
| 457      | 6745/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ปิโตรเคมี จำกัด     | PVC         |
| 458      | 6746/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ปิโตรเคมี จำกัด     | PVC         |
| 459      | 6747/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต           | บริษัทเจริญโภคภัณฑ์ปิโตรเคมี จำกัด     | PVC         |

ผลวิเคราะห์ภาพขณะบรรจุ ฟูมหอ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง | แผ่นพลาสติกบรรจุแบบ            | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                       | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--------------|--------------------------------|---|-------------|
| 460      | 1764/37 |              | แผ่นพลาสติกบรรจุแบบปม          | บริษัท โกลกัมฯ ปิโตรเคมี จำกัด              | PVC         |
| 461      | 1765/37 |              | แผ่นพลาสติกบรรจุแบบม้วน        | บริษัท โกลกัมฯ ปิโตรเคมี จำกัด              | PVC         |
| 462      | 1760/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 463      | 1761/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 464      | 1762/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 465      | 1763/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 466      | 1866/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 467      | 1867/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 468      | 1868/37 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องซ็อกโกแลต | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคคิง                    | PVDC        |
| 469      | 4625/36 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน           | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 470      | 4626/36 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน           | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 471      | 4669/36 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมันพริกเผา    | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 472      | 4670/36 |              | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมันพริกเผา    | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 473      | 1628/37 |              | ถุงบรรจุน้ำมัน                 | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 474      | 1629/37 |              | ถุงบรรจุซอส                    | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 475      | 1630/37 |              | ถุงบรรจุน้ำมันพริกเผา          | บริษัท ชันนี้ โอเซียน (ประเทศไทย) จำกัด     | Nylon 6     |
| 476      | 1720/37 |              | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค          | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน)              | Cellophane  |
| 477      | 1721/37 |              | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค          | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน)              | Cellophane  |
| 478      | 1722/37 |              | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค          | บริษัท เอ็ม เอ็ม พี แพ็คเคจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด | Cellophane  |
| 479      | 1723/37 |              | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค          | บริษัท เอ็ม เอ็ม พี แพ็คเคจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด | Cellophane  |

ผลวิเคราะห์ทางโภชนาการ และสัมพัทธ์อาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                            | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                   | ผลวิเคราะห์              |
|----------|---------|---|---|--------------------------|
| 480      | 1724/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค                   | บริษัท เอ็ม พี แพ็คเกจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด  | Cellophane               |
| 481      | 1669/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนม ผลไมรสส้ม             | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE (ค้นที่สัมพัทธ์อาหาร) |
| 482      | 1670/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนม ผลไม้มะนาว            | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE                       |
| 483      | 1671/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนม ผลไมรสลับประด         | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE                       |
| 484      | 1672/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนมปรุงแต่งช็อกโกแลต      | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE                       |
| 485      | 1673/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนมรสทาสเจอร์ไรส์         | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE                       |
| 486      | 1674/37 | ถุงลามิเนตบรรจุนมชนิดหวาน               | ฟาร์มโคนม เดนมาร์ก                      | PE                       |
| 487      | 1764/37 | ถุงลามิเนตบรรจุภัณฑ์มีไอ ไรส์โก         | โรงงานผลิตภัณฑ์อาหารไทย จำกัด           | PE                       |
| 488      | 1765/37 | ถุงลามิเนตบรรจุภัณฑ์มีไอ ไรส์กุง        | โรงงานผลิตภัณฑ์อาหารไทย จำกัด           | PE                       |
| 489      | 1767/37 | ถุงลามิเนตบรรจุภัณฑ์มีไอ ไรส์กุง        | บริษัท อีไอโมโตะเรลส์ (ประเทศไทย) จำกัด | PE                       |
| 490      | 1768/37 | ถุงลามิเนตบรรจุภัณฑ์มีไอ ไรส์กุง        | บริษัท อีไอโมโตะเรลส์ (ประเทศไทย) จำกัด | PE                       |
| 491      | 1769/37 | ถุงลามิเนตบรรจุภัณฑ์มีไอ ไรส์โก         | บริษัท อีไอโมโตะเรลส์ (ประเทศไทย) จำกัด | PE                       |
| 492      | 1854/37 | ถุงลามิเนตบรรจุข้าวเกรียบกุ้ง ทรายโนหრა | โรงงานสงขลาอุตสาหกรรม (สาขา)            | PE                       |
| 493      | 1855/37 | ถุงลามิเนตบรรจุข้าวเกรียบปู ทรายโนหრა   | โรงงานสงขลาอุตสาหกรรม (สาขา)            | PE                       |
| 494      | 1856/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค                   | บริษัท สตรองแพค จำกัด (มหาชน)           | PE                       |
| 495      | 1857/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค                   | บริษัท สตรองแพค จำกัด (มหาชน)           | PE                       |
| 496      | 1635/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค           | บริษัท ชันนี่ (ประเทศไทย) จำกัด         | PVDC                     |
| 497      | 1636/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค           | บริษัท ชันนี่ (ประเทศไทย) จำกัด         | PVDC                     |
| 498      | 1637/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค           | บริษัท ชันนี่ (ประเทศไทย) จำกัด         | PVDC                     |
| 499      | 1653/37 | ตะเกียบพลาสติกสีข้าง                    | ตราเพชร                                 | PE                       |

ผลวิเคราะห์ภาชนะบรรจุ หนุ่หม้อ และสัมผัสอาหาร เพื่อหาชนิดของพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Infrared spectrophotometer (IR)

| ลำดับที่ | Lab No. | ชื่อตัวอย่าง                                 | แหล่งที่มาของตัวอย่าง             | ผลวิเคราะห์ |
|----------|---------|--|-----------------------------------|-------------|
| 500      | 1654/37 | ตะเกียบพลาสติกสีครีม                         | Meinaili company                  | PE          |
| 501      | 1655/37 | ตะเกียบพลาสติกสีครีม                         | บริษัท สหซึ่ง ทวีกิจ              | PE          |
| 502      | 1656/37 | ตะเกียบสีขาว                                 | ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศ. ไพบูรณ์ภัณฑ์ | PE          |
| 503      | 1657/37 | ตะเกียบสีขาว                                 | FN เทรคตั้ง                       | PE          |
| 504      | 1658/37 | ตะเกียบสีชมพู ขวางบนสี่เหลี่ยม ขวางล่างเรียว | UTN พลาสติก                       | PE          |
| 505      | 1659/37 | ตะเกียบสีแดง ขวางบนสี่เหลี่ยม ขวางล่างเรียว  | ฟู้ดแดนคชูปเปอร์มาร์เก็ต          | PE          |

**หมายเหตุ**

- PE = Polyethylene
- PP = Polypropylene
- PVC = Polyvinylchloride
- PVDC = Polyvinylidene chloride
- PET = Polyethylene terephthalate
- PS = Polystyrene
- PC = Polycarbonate
- MM = Melamine





ผลการทดสอบตัวอย่างโดยการเผา (burn test) และ โดยการละลาย

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง | ทดสอบการเผา                                  | ปฏิกิริยาของไอ | กลิ่น         | ละลาย                 | ไม่ละลาย      |
|----------|---------|--------------------------|--|----------------|---------------|-----------------------|---------------|
| 1        | 1631/37 | หลอดดูด PE               | จุดเผาอย่างช้าๆ สว่างมีสีน้ำตาล              | เป็นกลาง       | เหมือนเทียนไข | Dekalin               | alcohol       |
|          | 1587/37 |                          |  |                |               | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |
|          | 1591/37 |                          |  |                |               | 1-chloronaphthalene   | ester         |
|          | 1617/37 |                          |  |                |               |                       | Cyclohexanone |
|          | 1807/37 |                          |  |                |               |                       |               |
|          | 4585/36 | หลอดดูด PP               | จุดเผาอย่างช้าๆ สว่างมีสีน้ำเงินตรงกลางควมดำ | เป็นกลาง       | เหมือนก๊าด    | Dekalin               | alcohol       |
| 1661/37  |         |                          |  |                | fuel oil      | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |
| 1818/37  |         |                          |  |                |               | 1-chloronaphthalene   | ester         |
| 6736/38  |         |                          |  |                |               |                       | Cyclohexanone |
| 6740/38  |         |                          |  |                |               |                       |               |
| 2        | 4589/36 | ถุงบรรจุอาหาร PE         | จุดเผาไปอย่างช้าๆ มีสีน้ำเงินตรงกลาง         | เป็นกลาง       | เหมือนเทียนไข | Dekalin               | alcohol       |
|          | 4594/36 |                          |  |                |               | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |
|          | 1730/37 |                          |  |                |               | 1-chloronaphthalene   | ester         |
|          | 1800/37 |                          |  |                |               |                       | Cyclohexanone |
|          | 1804/37 |                          |  |                |               |                       |               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง                         | ทดสอบการเผา | ปฏิกิริยาของไอ      | กลิ่น                 | ละลาย         | ไม่ละลาย |
|----------|---------|--|-------------|---------------------|-----------------------|---------------|----------|
|          | 4601/36 | ถุงบรรจุอาหาร PP ถูกเผาไปอย่างช้าๆ มีสีน้ำเงิน   | เป็นกลาง    | เหมือนกลิ่น         | Dekalin               | alcohol       |          |
|          | 4603/36 | ตรงกลาง ถ้วยน้ำ                                  |             | fuel oil            | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |          |
|          | 1777/37 |  |             | 1-chloronaphthalene | ester                 |               |          |
|          | 1780/37 |  |             |                     | Cyclohexanone         |               |          |
|          | 6744/38 |  |             |                     |                       |               |          |
| 3        | 1570/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม PE ถูกเผาไปอย่างช้าๆ มีสีน้ำเงิน | เป็นกลาง    | เหมือนเทียนไข       | Dekalin               | alcohol       |          |
|          | 1577/37 | ตรงกลาง  |             |                     | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |          |
|          | 3209/37 |  |             |                     | 1-chloronaphthalene   | ester         |          |
|          | 3246/37 |  |             |                     |                       | Cyclohexanone |          |
|          | 3262/37 |  |             |                     |                       |               |          |
|          | 1682/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม PP ถูกเผาไปอย่างช้าๆ สว่างมีสี   | เป็นกลาง    | เหมือนกลิ่น         | Dekalin               | alcohol       |          |
|          | 1785/37 | น้ำเงินตรงกลาง ถ้วยน้ำ                           |             | fuel oil            | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |          |
|          | 1823/37 |  |             | 1-chloronaphthalene | ester                 |               |          |
|          |         |  |             |                     |                       | Cyclohexanone |          |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง | ทดสอบการเผา                   | ปฏิกิริยาของไอ | กลิ่น         | ละลาย                  | ไม่ละลาย      |
|----------|---------|--------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|------------------------|---------------|
| 4        | 1585/37 | เครื่องใช้บนโต๊ะ         | จุดเผาไฟอย่างช้าๆ มีสี        | เป็นกลาง       | เหมือนเทียนไข | Dekalin                | alcohol       |
|          | 1600/37 | อาหาร PE                 | น้ำเงินตรงกลาง                |                |               | Tetrahydronaphthalene  | gasoline      |
|          | 3266/37 |                          |                               |                |               | 1-chloronaphthalene    | ester         |
|          |         |                          |                               |                |               |                        | Cyclohexanone |
| 5        | 1756/37 | เครื่องใช้บนโต๊ะ         | จุดเผาไฟอย่างช้าๆ สว่าง มีสี  | เป็นกลาง       | เหมือนกลิ่น   | Dekalin                | alcohol       |
|          | 3269/37 | อาหาร PP                 | น้ำเงินตรงกลาง กว้างดำ        |                | fuel oil      | Tetrahydronaphthalene  | gasoline      |
|          | 3300/37 |                          |                               |                |               | 1-chloronaphthalene    | ester         |
|          |         |                          |                               |                |               |                        | Cyclohexanone |
|          | 4619/36 | ขวดบรรจุน้ำมัน           | มีแสงสีเหลืองส้ม ลอยรอบ       | เป็นกรดแก่     | เหมือนกรด HCL | DMF, THF               | alcohol       |
|          | 1614/37 | บริโภค PVC               | ควยสีเขียว ขอบเป็นเทา กว้างดำ |                |               | Cyclohexanone          | hydrocarbons  |
|          | 1871/37 |                          |                               |                |               | Chlorobenzene          |               |
|          | 4633/36 | ขวดบรรจุน้ำมัน           | มีแสงสีเหลืองส้ม              |                | กลิ่นหอมหวาน  | butyl acetate dioxane, | alcohol       |
|          | 4684/36 | บริโภค PET               |                               |                |               | ketones THF, DMF       | hydrocarbons  |
|          | 6755/38 |                          |                               |                |               |                        |               |

| ลำดับที่ | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง          | ทดสอบการเผา | ปฏิกิริยาของไอ                | กลิ่น         | ละลาย                                     | ไม่ละลาย                |
|----------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|---------------|---|-------------------------|
| 6        | ขวดบรรจุน้ำอัดลม มีแสงสีเหลืองส้ม |             | ค่อนข้างดำมืดมัว              | กลิ่นหอมหวาน  | buyl acetate dioxane,<br>ketones THF, DMF | alcohol<br>hydrocarbons |
| 7        | ขวดนมเด็ก                         | PC          | สว่าง มีเขม่า                 | กลิ่นเหม็น    | benzene butylacetate                      | alcohol                 |
|          | 1647/37                           |             |                               | phenol        | DHF, Chloroform                           | hydrocarbons            |
|          | 1652/37                           |             |                               |               | Methylene chloride<br>pyridine            |                         |
| 8        | กล่องนมและผลิตภัณฑ์นม             | PE          | ตรงกลาง                       | เป็นกลาง      | Dekalin                                   | alcohol                 |
|          | 4636/36                           |             | ดูเข้าไปอย่างช้าๆ มีสีน้ำเงิน | เหมือนเทียนไข | Tetrahydronaphthalene                     | gasoline                |
|          | 4652/36                           |             |                               |               | 1-chloronaphthalene                       | ester                   |
|          | 3301/37                           |             |                               |               |   | Cyclohexanone           |
|          | 4642/36                           |             | สว่าง, มีเขม่าสีดำมาก         | กลิ่นเหม็น    | o-chlorophenol                            | alcohol                 |
|          | 4676/36                           |             |                               | styrene       | dichloro acetic acid                      | ester                   |
|          | 1811/37                           |             |                               |               |   | hydrocarbons            |

| ลำดับที่ | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง  | ทดสอบการเผา  | ปฏิกิริยาของไอ | กลิ่น   | ละลาย   | ไม่ละลาย                                      |
|----------|---|--|----------------|---|---|---|
| 9        | 4673/36 ภาษนะเมลามีน MM มีแสงสีเหลืองอ่อนขอบนอก<br>1663/37 เป็นสีขาว<br>1770/37 |  | เป็นแดง        | กลิ่นเหม็นอับ<br>ammonia amine Cresol, methylene และ formaldehyde chloride phenol, CCl <sub>4</sub> | Cyclohexane DMF,<br>Cyclohexane                         | alcohol gasoline<br>water                     |
| 10       | 4622/36 แผ่นพลาสติกทอ<br>1425/37 ทอพีพี PE ตรงกลาง                              | ดูเผาไปเรื่อยๆ มีสีน้ำเงิน                               | เป็นกลาง       | เหมือนเทียนไข   | Dekalin<br>Tetrahydronaphthalene<br>1-chloronaphthalene | alcohol<br>gasoline<br>ester<br>Cyclohexanone |
|          | 1675/37 แผ่นพลาสติกทอ<br>6742/38 ทอพีพี PVC คิวซีซีขาว ขอบเป็นเทา กว้นดำ        | มีแสงสีเหลืองส้ม ล้อมรอบ<br>คิวซีซีขาว ขอบเป็นเทา กว้นดำ | เป็นกรดแก่     | เหมือนกรด HCL   | DMF, THF<br>Cyclohexanone<br>Chlorobenzene              | alcohol<br>hydrocarbons                       |
| 11       | 1754/37 แผ่นฟิล์มพลาสติก<br>6747/38 PVC   | มีแสงสีเหลืองส้ม ล้อมรอบ<br>คิวซีซีขาว ขอบเป็นเทา กว้นดำ | เป็นกรดแก่     | เหมือนกรด HCL   | DMF, THF<br>Cyclohexanone<br>Chlorobenzene              | alcohol<br>hydrocarbons                       |
|          | 1760/37 แผ่นฟิล์มพลาสติก<br>1866/37 PVDC คิวซีซีขาว                             | มีแสงสีเหลืองส้ม ล้อมรอบ<br>คิวซีซีขาว                   | เป็นกรดแก่     | เหมือนกรด HCL   | Butyl acetate dioxane<br>ketones THF, DMF               | alcohol<br>hydrocarbons                       |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทและชนิดของตัวอย่าง | ทดสอบการเผา                                  | ปฏิกิริยาของไอ  | กลิ่น           | ละลาย                    | ไม่ละลาย      |
|----------|---------|--------------------------|--|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|
|          | 4669/36 | แผ่นฟิล์มพลาสติก         | สว่าง ขอบเป็นสีน้ำเงิน                       | ดอกระคายละติบัส | เหมือนกลิ่นใหม่ | 1,1,1,3,3,3Hexafluoroiso |               |
|          |         | Nylon 6                  |  |                 | ของเส้นผม       | propanol                 |               |
| 12       | 1724/37 | ถุงบรรจุอาหาร            | สว่างเหมือนแผ่นกระดาษ                        | เป็นคาง         | เหมือนกลิ่นใหม่ | -                        | -             |
|          |         | ซูญญากาศ                 |  |                 | กระดาษ          |                          |               |
|          |         | Cellophane               |  |                 |                 |                          |               |
|          | 1629/37 | ถุงบรรจุอาหาร            | สว่างเป็นสีน้ำเงิน                           |                 | เหมือนกลิ่นใหม่ | 1,1,1,3,3,3Hexafluoroiso | -             |
|          |         | ซูญญากาศ                 |  |                 | ของเส้นผม       | propanol                 |               |
|          |         | Nylon 6                  |  |                 |                 |                          |               |
| 13       | 1669/37 | ลามิเนต                  | PB ถูกเผาไปอย่างช้าๆ สว่างมีสีน้ำเงินตรงกลาง | เป็นกลาง        | เหมือนเทียนไข   | Dekalin                  | alcohol       |
|          |         |                          |  |                 |                 | Tetrahydronaphthalene    | gasoline      |
|          |         |                          |  |                 |                 | 1-chloronaphthalene      | ester         |
|          |         |                          |  |                 |                 |                          | Cyclohexanone |
|          | 1637/37 | ลามิเนต                  | PVDC มีแสงสีเหลืองส้ม ลอมรอบควย              | เป็นกรดแก่      | เหมือนกรด HCl   | Butyl acetate dioxane    | alcohol       |
|          |         | สีเขียว                  |  |                 |                 | ketones THF, DMF         | hydrocarbons  |

ลำดับที่ Lab No ประเภทและ ชนิดของตัวอย่าง ทดสอบการเผา ปฏิริยาของไอ กลิ่น ตะกั่ว ไม้ละลาย

|    |         |        |                 |                  |               |                       |               |
|----|---------|--------|-----------------|------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| 14 | 1659/37 | ตะกั่ว | ชนิดของตัวอย่าง | คอกกระต่ายติดไม้ | เหมือนเทียนไข | Dekalin               | alcohol       |
|    |         |        | น้ำเงินตรงกลาง  | เป็นกลาง         |               | Tetrahydronaphthalene | gasoline      |
|    |         |        |                 |                  |               | 1-chloronaphthalene   | ester         |
|    |         |        |                 |                  |               |                       | Cyclohexanone |





| ผลวิเคราะห์คุณสมบัติการละลายของพลาสติกที่บรรจุ นมหอ และ สัมผัสอาหาร (Migration Test) |         | ปริมาณ (ppm)                            |        |              |                   |      |    |
|--|---------|---|--------|--------------|-------------------|------|----|
| ลำดับที่   | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | Phenol | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ดี |
| 1  | 1631/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24.8 ซม. PE    | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 2  | 1632/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 24.8 ซม. PE  | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 3  | 1633/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24.8 ซม. PE   | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 4  | 1634/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24.8 ซม. PE     | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 5  | 1587/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม. PE | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 6  | 1588/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม. PE | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 7  | 1589/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 24.7 ซม. PE  | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 8  | 1590/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24.7 ซม. PE    | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 9  | 1591/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24 ซม. PE      | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 10   | 1592/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 24 ซม. PE       | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 11   | 1593/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24 ซม. PE       | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 12   | 1594/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24 ซม. PE     | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 13   | 1617/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 25.3 ซม. PE     | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 14   | 1618/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.3 ซม. PE    | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 15   | 1619/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 25.3 ซม. PE  | —      | —            | 0                 | <1   | ND |
| 16   | 1805/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 25.3 ซม. PE     | —      | —            | 0                 | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง             | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |  |  |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|--|--|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |  |  |
| 17       | 1806/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 25.3 ซม. PE         | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 18       | 1807/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 24.8 ซม. PE           | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 19       | 1660/37 | หลอดดูดพลาสติกใส ยาว 24.8 ซม. PP              | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 20       | 1661/37 | หลอดดูดพลาสติกใส ยาว 24.8 ซม. PP              | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 21       | 1572/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีแดง ยาว 24 ซม. PP     | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 22       | 1573/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีน้ำเงิน ยาว 24 ซม. PP | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 23       | 1574/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเหลือง ยาว 24 ซม. PP  | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 24       | 1575/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเขียว ยาว 24 ซม. PP   | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 25       | 1576/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีฟ้า ยาว 24 ซม. PP     | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 26       | 1755/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 21 ซม. PP             | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 27       | 1597/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 21 ซม. PP          | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 28       | 1598/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 21 ซม. PP             | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |  |  |
| 29       | 1599/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 21 ซม. PP           | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |
| 30       | 1560/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 21 ซม. PP            | —            | —            | 0.02              | <1   | ND |  |  |
| 31       | 1815/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.5 ซม. PP          | —            | —            | 0.03              | <1   | ND |  |  |
| 32       | 1816/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียวเข้ม ยาว 25.5 ซม. PP     | —            | —            | 0.05              | <1   | ND |  |  |
| 33       | 1817/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 25.3 ซม. PP           | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง                | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|--|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |  | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |
| 34       | 1818/37 | หลอดดูดพลาสติกพีวีซี ยาว 25.3 ซม. PP             | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 35       | 4584/36 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีแสด ยาว 21 ซม. PP       | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 36       | 4585/36 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีชมพู ยาว 21 ซม. PP      | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 37       | 4586/36 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีเหลือง ยาว 21 ซม. PP    | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 38       | 4587/36 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีฟ้า ยาว 21 ซม. PP       | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 39       | 4588/36 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีเขียว ยาว 21 ซม. PP     | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 40       | 6736/38 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีน้ำเงิน ยาว 24.5 ซม. PP | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 41       | 6737/38 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีแสด ยาว 24.5 ซม. PP     | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 42       | 6738/37 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีเหลือง ยาว 24.5 ซม. PP  | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 43       | 6739/37 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีเขียว ยาว 24.5 ซม. PP   | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 44       | 6740/37 | หลอดดูดพลาสติกที่ขาวลายสีฟ้า ยาว 24.5 ซม. PP     | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 45       | 1730/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 3"x 5" PE            | —            | —            | 0.02              | <1   | ND |
| 46       | 1731/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PE        | —            | —            | 0.07              | <1   | ND |
| 47       | 1732/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 3 1/2"x 6" PE        | —            | —            | 0.01              | <1   | ND |
| 48       | 1733/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 4"x 5" PE            | —            | —            | 0.3               | <1   | ND |
| 49       | 1734/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 4"x 6" PE            | —            | —            | 0.11              | <1   | ND |
| 50       | 1735/37 | ถุงบรรจุอาหารที่ขาวุ่น ขนาด 4 1/2"x 7" PE        | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง         | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |
| 51       | 1736/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5"x 8" PE     | —            | —            | 0.15              | <1   | ND |
| 52       | 1738/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5" x 9" PE    | —            | —            | 0.08              | <1   | ND |
| 53       | 1739/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 9" PE     | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |
| 54       | 1740/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 14" PE    | —            | —            | 0.17              | <1   | ND |
| 55       | 1741/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 7"x 11" PE    | —            | —            | 0.32              | <1   | ND |
| 56       | 1742/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 8"x 12" PE    | —            | —            | 0.55              | <1   | ND |
| 57       | 1743/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 10"x 14" PE   | —            | —            | 0.47              | <1   | ND |
| 58       | 1744/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 16" PE   | —            | —            | 0.87              | <1   | ND |
| 59       | 1745/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 18" PE   | —            | —            | 1.3               | <1   | ND |
| 60       | 1800/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PE | —            | —            | 1.5               | <1   | ND |
| 61       | 1801/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 4"x 5" PE     | —            | —            | 0.48              | <1   | ND |
| 62       | 1802/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5"x 8" PE     | —            | —            | 0.32              | <1   | ND |
| 63       | 1803/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 9" PE     | —            | —            | 0.35              | <1   | ND |
| 64       | 1804/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 8"x 12" PE    | —            | —            | 0.71              | <1   | ND |
| 65       | 4589/36 | ถุงบรรจุอาหารทีไอศ ขนาด 3 1/2"x 5" PE     | —            | —            | 0.83              | <1   | ND |
| 66       | 4590/36 | ถุงบรรจุอาหารทีไอศ ขนาด 4"x 5" PE         | —            | —            | 1.75              | <1   | ND |
| 67       | 4591/36 | ถุงบรรจุอาหารทีไอศ ขนาด 4 1/2"x 5" PE     | —            | —            | 2.08              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 68       | 4592/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 6"x 14" PE       | —            | —            | 1.88              | <1   | ND |
| 69       | 4593/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 7"x 11" PE       | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |
| 70       | 4594/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5"x 8" PE   | —            | —            | 2.53              | <1   | ND |
| 71       | 4595/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 9" PE   | —            | —            | 1.18              | <1   | ND |
| 72       | 4596/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 8"x 12" PE  | —            | —            | 1.71              | <1   | ND |
| 73       | 4597/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 16" PE | —            | —            | 1                 | <1   | ND |
| 74       | 4598/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 18" PE | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 75       | 1776/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 4"x 6" PP     | —            | —            | 0.78              | <1   | ND |
| 76       | 1777/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 6"x 14" PP    | —            | —            | 1.76              | <1   | ND |
| 77       | 1778/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 7"x 11" PP    | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 78       | 1779/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 7"x 18" PP    | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 79       | 1780/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 12"x 20" PP   | —            | —            | 0.7               | <1   | ND |
| 80       | 4599/36 | ถุงรอนิส ขนาด 4 1/2"x 7" PP             | —            | —            | 0.59              | <1   | ND |
| 81       | 4600/36 | ถุงรอนิส ขนาด 4"x 6" PP                 | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 82       | 4601/36 | ถุงรอนิส ขนาด 5"x 8" PP                 | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 83       | 4602/36 | ถุงรอนิส ขนาด 7"x 11" PP                | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |
| 84       | 4603/36 | ถุงรอนิส ขนาด 8"x 12" PP                | —            | —            | 0.21              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง         | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 85       | 6741/38 | ถุงรอนิส ขนาด 4"x 7" PP                   | —            | —            | 0.3               | <1   | ND |
| 86       | 6742/38 | ถุงรอนิส ขนาด 5"x 8" PP                   | —            | —            | 0.31              | <1   | ND |
| 87       | 6743/38 | ถุงรอนิส ขนาด 6"x 9" PP                   | —            | —            | 0.3               | <1   | ND |
| 88       | 6744/38 | ถุงรอนิส ขนาด 6"x 12" PP                  | —            | —            | 0.29              | <1   | ND |
| 89       | 6745/38 | ถุงรอนิส ขนาด 7"x 12" PP                  | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 90       | 1693/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 3"x 5" PP     | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 91       | 1694/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PP | —            | —            | 0.71              | <1   | ND |
| 92       | 1695/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 3 1/2"x 6" PP | —            | —            | 0.93              | <1   | ND |
| 93       | 1696/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 4"x 5" PP     | —            | —            | 0.35              | <1   | ND |
| 94       | 1697/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 4 1/2"x 6" PP | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 95       | 1698/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 4 1/2"x 7" PP | —            | —            | 0.17              | <1   | ND |
| 96       | 1699/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 5"x 8" PP     | —            | —            | 0.91              | <1   | ND |
| 97       | 4604/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 5"x 9" PP     | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 98       | 4605/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 6"x 9" PP     | —            | —            | 0.7               | <1   | ND |
| 99       | 4606/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 7"x 11" PP    | —            | —            | 1.02              | <1   | ND |
| 100      | 1579/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 8"x 12" PP    | —            | —            | 0.33              | <1   | ND |
| 101      | 1781/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวุ่น ขนาด 10"x 14" PP   | —            | —            | 0.3               | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง    | ปริมาณ ( ppm ) |              |                   |      |    |
|----------|---------|--------------------------------------|----------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                      | Phenol         | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 102      | 1782/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาว ขนาด 12"x 16" PP  | —              | —            | 0.3               | <1   | ND |
| 103      | 1783/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาว ขนาด 12"x 18" PP  | —              | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 104      | 1784/37 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 14"x 20" PP   | —              | —            | 0.33              | <1   | ND |
| 105      | 4607/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 4 1/2"x 7" PP | —              | —            | 0.36              | <1   | ND |
| 106      | 4608/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 5"x 8" PP     | —              | —            | 0.71              | <1   | ND |
| 107      | 4609/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 6"x 14" PP    | —              | —            | 1.05              | <1   | ND |
| 108      | 4610/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 7"x 11" PP    | —              | —            | 0.65              | <1   | ND |
| 109      | 4611/36 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 8"x 12" PP        | —              | —            | 0.63              | <1   | ND |
| 110      | 1794/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 5"x 8" PP         | —              | —            | 1.11              | <1   | ND |
| 111      | 1795/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 6"x 9" PP         | —              | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 112      | 1796/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 7"x 11" PP        | —              | —            | 0.91              | <1   | ND |
| 113      | 1797/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 8"x 12" PP        | —              | —            | 0.36              | <1   | ND |
| 114      | 1798/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 12"x 16" PP       | —              | —            | 0.63              | <1   | ND |
| 115      | 1799/37 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 12"x 18" PP       | —              | —            | 1.96              | <1   | ND |
| 116      | 4612/36 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 3"x 5" PP         | —              | —            | 1.05              | <1   | ND |
| 117      | 4613/36 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 4"x 6" PP         | —              | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 118      | 4614/36 | ถุงบรรจุอาหาร ขนาด 5"x 8" PP         | —              | —            | 0.37              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |  |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|--|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |  |
| 119      | 4615/36 | ถุงนอนบรรจุอาหาร ขนาด 6"x 9" PP   | —            | —            | 0.71              | <1   | ND |  |
| 120      | 4616/36 | ถุงนอนใส ขนาด 8"x 12" PP          | —            | —            | 0.35              | <1   | ND |  |
| 121      | 4617/36 | ถุงนอนใส ขนาด 10"x 14" PP         | —            | —            | 0.31              | <1   | ND |  |
| 122      | 4618/36 | ถุงนอนใส ขนาด 12"x 16" PP         | —            | —            | 0.77              | <1   | ND |  |
| 123      | 3209/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีฟ้า PE         | —            | —            | 2.21              | <1   | ND |  |
| 124      | 3210/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีเขียว PE       | —            | —            | 1.31              | <1   | ND |  |
| 125      | 3211/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีชมพู PE        | —            | —            | 2.57              | <1   | ND |  |
| 126      | 3225/37 | กระบอกกิโลลิตร สีฟ้า PE           | —            | —            | 0.9               | <1   | ND |  |
| 127      | 3226/37 | กระบอกกิโลลิตร สีเขียว PE         | —            | —            | 1.04              | <1   | ND |  |
| 128      | 1577/37 | กระบอกกิโลลิตรลายดาว สีแดง PE     | —            | —            | 1.96              | <1   | ND |  |
| 129      | 1578/37 | กระบอกกิโลลิตรลายดาว สีม่วง PE    | —            | —            | 1.64              | <1   | ND |  |
| 130      | 1569/37 | กระบอกกิโลลิตร สีชมพู PE          | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |
| 131      | 1570/37 | กระบอกกิโลลิตร สีฟ้า PE           | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |
| 132      | 1571/37 | กระบอกกิโลลิตร สีแดง PB           | —            | —            | 0                 | <1   | ND |  |
| 133      | 3234/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มปาริชาติ PE        | —            | —            | 0.71              | <1   | ND |  |
| 134      | 3235/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มปาริชาติ PE        | —            | —            | 0.33              | <1   | ND |  |
| 135      | 3246/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palatis PE        | —            | —            | 0.38              | <1   | ND |  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldelyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |
| 136      | 3247/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palaris PE        | —            | —            | 0.37              | <1   | ND |
| 137      | 3248/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palaris PE        | —            | —            | 0.37              | <1   | ND |
| 138      | 3260/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มไอเดีย PE          | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 139      | 3261/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม ไอเดีย PE         | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 140      | 3262/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม ไอเดีย PE         | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 141      | 1728/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิล PE      | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 142      | 1729/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิล PE      | —            | —            | 0                 | <1   | ND |
| 143      | 1679/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีเขียว PE  | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 144      | 1680/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีชมพู PE   | —            | —            | 1.31              | <1   | ND |
| 145      | 1681/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีม่วง PE   | —            | —            | 1.9               | <1   | ND |
| 146      | 1685/37 | ขวดพลาสติกขาวขุ่น PE              | —            | —            | 0.35              | <1   | ND |
| 147      | 1686/37 | ขวดพลาสติกเขียวขุ่น PE            | —            | —            | 0.64              | <1   | ND |
| 148      | 1687/37 | ขวดพลาสติกฟ้าขุ่น PE              | —            | —            | 0.9               | <1   | ND |
| 149      | 1790/37 | ขวดพลาสติกใสขุ่น PE               | —            | —            | 0.9               | <1   | ND |
| 150      | 1791/37 | ขวดพลาสติกใสขุ่น PE               | —            | —            | 1.05              | <1   | ND |
| 151      | 1792/37 | ขวดพลาสติกใสขุ่น PE               | —            | —            | 1.93              | <1   | ND |
| 152      | 1793/37 | ขวดพลาสติกใสขุ่น PE               | —            | —            | 1.33              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |
| 153      | 1846/37 | ขวดบรรจุน้ำล้างจาน ฝาสีเขียว PE   | —            | —            | 1.36              | <1   | ND |
| 154      | 1847/37 | ขวดบรรจุน้ำล้างจาน ฝาสีฟ้า PE     | —            | —            | 0.76              | <1   | ND |
| 155      | 1848/37 | ขวดบรรจุน้ำล้างจาน ฝาสีเหลือง PE  | —            | —            | 1.05              | <1   | ND |
| 156      | 1849/37 | ขวดบรรจุน้ำล้างจาน ฝาสีขาว PE     | —            | —            | 1.67              | <1   | ND |
| 157      | 1850/37 | ขวดบรรจุน้ำล้างจาน ฝาสีชมพู PE    | —            | —            | 1.66              | <1   | ND |
| 158      | 1682/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีชมพู PVC   | —            | —            | 2.91              | <1   | ND |
| 159      | 1683/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีเขียว PVC  | —            | —            | 2.83              | <1   | ND |
| 160      | 1684/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีฟ้า PVC    | —            | —            | 3.12              | <1   | ND |
| 161      | 1785/37 | ขวดบรรจุน้ำไม้มิติ PVC            | —            | —            | 5.81              | <1   | ND |
| 162      | 1786/37 | ขวดบรรจุน้ำไม้มิติ PVC            | —            | —            | 4.77              | <1   | ND |
| 163      | 1787/37 | ขวดบรรจุน้ำไม้มิติ PVC            | —            | —            | 4.9               | <1   | ND |
| 164      | 1821/37 | ขวดบรรจุน้ำสีฟ้าใส PVC            | —            | —            | 1.91              | <1   | ND |
| 165      | 1822/37 | ขวดบรรจุน้ำสีชมพูใส PVC           | —            | —            | 1.6               | <1   | ND |
| 166      | 1823/37 | ขวดบรรจุน้ำสีเขียวใส PVC          | —            | —            | 1.61              | <1   | ND |
| 167      | 1580/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 503 PE  | —            | —            | 3.95              | <1   | ND |
| 168      | 1581/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีชมพู No 503 PE | —            | —            | 2.71              | <1   | ND |
| 169      | 1582/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีขาว No 503 PE  | —            | —            | 1.3               | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง    | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|--------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                      | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 170      | 1583/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีเหลือง No 503 PE  | —            | —            | 1.66              | <1   | ND |
| 171      | 1584/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีเขียว No 503 PE   | —            | —            | 1.29              | <1   | ND |
| 172      | 1585/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีน้ำเงิน No 503 PE | —            | —            | 0.06              | <1   | ND |
| 173      | 1586/37 | จานพลาสติกทรงกลม สีครีม No 503 PE    | —            | —            | 1.18              | <1   | ND |
| 174      | 1600/37 | ถ้วยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE    | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 175      | 1601/37 | ถ้วยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE    | —            | —            | 0.79              | <1   | ND |
| 176      | 1602/37 | ถ้วยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE    | —            | —            | 0.81              | <1   | ND |
| 177      | 1603/37 | ถ้วยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE    | —            | —            | 0.93              | <1   | ND |
| 178      | 1604/37 | ถ้วยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE    | —            | —            | 0.98              | <1   | ND |
| 179      | 3266/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีเขียว No 2225 PE   | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |
| 180      | 3267/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีฟ้า No 2225 PE     | —            | —            | 1.87              | <1   | ND |
| 181      | 3268/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีชมพู No 2225 PE    | —            | —            | 0.73              | <1   | ND |
| 182      | 3277/37 | ขวดใสซอส No 9062 PE                  | —            | —            | 2.51              | <1   | ND |
| 183      | 3278/37 | ขวดใสซอส No 9062 PE                  | —            | —            | 2.78              | <1   | ND |
| 184      | 3279/37 | ขวดใสซอส No 9062 PE                  | —            | —            | 3.06              | <1   | ND |
| 185      | 3280/37 | ขวดใสซอส No 9062 PE                  | —            | —            | 2.66              | <1   | ND |
| 186      | 3281/37 | ขวดใสซอส No 9062 PE                  | —            | —            | 2.78              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 187      | 1566/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | —            | —            | 1.77              | <1   | ND |
| 188      | 1567/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | —            | —            | 2.1               | <1   | ND |
| 189      | 1568/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | —            | —            | 1.98              | <1   | ND |
| 190      | 1595/37 | กล่องใสอาหาร PE                   | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |
| 191      | 1596/37 | กล่องใสอาหาร PE                   | —            | —            | 3.21              | <1   | ND |
| 192      | 1609/37 | ถ้วยน้ำสีแดง PE                   | —            | —            | 3.03              | <1   | ND |
| 193      | 1610/37 | ถ้วยน้ำสีแดง PE                   | —            | —            | 3.17              | <1   | ND |
| 194      | 1611/37 | ถ้วยน้ำสีน้ำเงิน PE               | —            | —            | 1.78              | <1   | ND |
| 195      | 1612/37 | ถ้วยน้ำสีน้ำเงิน PE               | —            | —            | 1.63              | <1   | ND |
| 196      | 1613/37 | ถ้วยน้ำสีน้ำเงิน PE               | —            | —            | 1.55              | <1   | ND |
| 197      | 1639/37 | ถ้วยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE     | —            | —            | 0.63              | <1   | ND |
| 198      | 1640/37 | ถ้วยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE     | —            | —            | 0.71              | <1   | ND |
| 199      | 1641/37 | ถ้วยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE     | —            | —            | 0.77              | <1   | ND |
| 200      | 1642/37 | ถ้วยน้ำพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE     | —            | —            | 0.66              | <1   | ND |
| 201      | 1688/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | —            | —            | 3.63              | <1   | ND |
| 202      | 1689/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | —            | —            | 4.15              | <1   | ND |
| 203      | 1690/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | —            | —            | 2.97              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ ( ppm ) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|----------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol         | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 204      | 1691/37 | ถวยพลาสติกสีขาว No 310 PP         | —              | —            | 2.86              | <1   | ND |
| 205      | 1692/37 | ถวยพลาสติกสีขาว No 310 PP         | —              | —            | 1.93              | <1   | ND |
| 206      | 1701/37 | จามพลาสติกสีขาวขนาด 6 " PP        | —              | —            | 3.21              | <1   | ND |
| 207      | 1702/37 | จามพลาสติกสีขาวขนาด 6 " PP        | —              | —            | 3.03              | <1   | ND |
| 208      | 1703/37 | จามพลาสติกสีขาวขนาด 6 " PP        | —              | —            | 2.99              | <1   | ND |
| 209      | 1704/37 | จามพลาสติกสีขาวขนาด 6 " PP        | —              | —            | 2.83              | <1   | ND |
| 210      | 1705/37 | จามพลาสติกสีขาวขนาด 6 " PP        | —              | —            | 3.12              | <1   | ND |
| 211      | 1711/37 | ขอมพลาสติกสีขาว PP                | —              | —            | 1.12              | <1   | ND |
| 212      | 1712/37 | ขอมพลาสติกสีขาว PP                | —              | —            | 0.99              | <1   | ND |
| 213      | 1713/37 | ขอมพลาสติกสีขาว PP                | —              | —            | 1.06              | <1   | ND |
| 214      | 1714/37 | ขอมพลาสติกสีขาว PP                | —              | —            | 1.35              | <1   | ND |
| 215      | 1715/37 | ขอมพลาสติกสีขาว PP                | —              | —            | 1.36              | <1   | ND |
| 216      | 1756/37 | พลาสติกกัมมาผสมสีเขียว No 641 PP  | —              | —            | 4.5               | <1   | ND |
| 217      | 1757/38 | พลาสติกกัมมาผสมสีชมพู No 641 PP   | —              | —            | 3.98              | <1   | ND |
| 218      | 1758/37 | พลาสติกกัมมาผสมสีเทา No 641 PP    | —              | —            | 4.46              | <1   | ND |
| 219      | 1858/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP    | —              | —            | 3.78              | <1   | ND |
| 220      | 1859/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP    | —              | —            | 3.76              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm)        |                 |
|----------|---------|---|------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |   |      |         | Volatile substances | Styrene monomer |
| 221      | 1860/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP          | ND   | ND      | —                   | —               |
| 222      | 1861/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP          | ND   | ND      | —                   | —               |
| 223      | 1862/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP          | ND   | ND      | —                   | —               |
| 224      | 1863/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP          | ND   | ND      | —                   | —               |
| 225      | 3269/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีฟ้า No 144 PP    | ND   | ND      | —                   | —               |
| 226      | 3270/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีเขียว No 144 PP  | ND   | ND      | —                   | —               |
| 227      | 3271/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีชมพู No 144 PP   | ND   | ND      | —                   | —               |
| 228      | 3287/37 | กล่องใส่นม สีขาว No 318 R PP            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 229      | 3288/37 | กล่องใส่นม สีขาว No 318 R PP            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 230      | 3289/37 | กล่องใส่นม สีขาว No 318 R PP            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 231      | 3292/37 | กล่องใส่อาหารสีขาวขุ่น No 567 ฝาสี PP   | ND   | ND      | —                   | —               |
| 232      | 3293/37 | กล่องใส่อาหารสีขาวขุ่น No 567 ฝาสี PP   | ND   | ND      | —                   | —               |
| 233      | 3294/37 | กล่องใส่อาหารสีขาวขุ่น No 567 ฝาสี PP   | ND   | ND      | —                   | —               |
| 234      | 3295/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND   | ND      | —                   | —               |
| 235      | 3296/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND   | ND      | —                   | —               |
| 236      | 3297/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND   | ND      | —                   | —               |
| 237      | 3298/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว No 412-4 PP          | ND   | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง     | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                       | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 238      | 3299/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 412-4 PP       | —            | —            | 1.95              | <1   | ND |
| 239      | 3300/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 412-4 PP       | —            | —            | 1.99              | <1   | ND |
| 240      | 1824/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 342 ฝาสีขาว PP | —            | —            | 2.76              | <1   | ND |
| 241      | 1825/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 342 ฝาสีขาว PP | —            | —            | 0.79              | <1   | ND |
| 242      | 1826/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 342 ฝาสีขาว PP | —            | —            | 0.93              | <1   | ND |
| 243      | 1827/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 7021 PP        | —            | —            | 1.63              | <1   | ND |
| 244      | 1828/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 7021 PP        | —            | —            | 1.3               | <1   | ND |
| 245      | 1829/37 | กล่องโสตสาหกรรมสีขา No 7021 PP        | —            | —            | 1.3               | <1   | ND |
| 246      | 1614/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต PVC               | —            | —            | 7.65              | <1   | ND |
| 247      | 1615/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต PVC               | —            | —            | 6.39              | <1   | ND |
| 248      | 1616/37 | ขวดน้ำมันพีชตรามรกต PVC               | —            | —            | 5.36              | <1   | ND |
| 249      | 1623/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย PVC               | —            | —            | 5.33              | <1   | ND |
| 250      | 1624/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย PVC               | —            | —            | 6.63              | <1   | ND |
| 251      | 1625/37 | ขวดน้ำมันพีชตราพลอย PVC               | —            | —            | 6.71              | <1   | ND |
| 252      | 1869/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ PVC                | —            | —            | 7.65              | <1   | ND |
| 253      | 1870/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ PVC                | —            | —            | 8.32              | <1   | ND |
| 254      | 1871/37 | ขวดน้ำมันพีชตราทิพ PVC                | —            | —            | 8.11              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 255      | 1808/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | —            | —            | 6.97              | <1   | NR |
| 256      | 1809/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | —            | —            | 7.03              | <1   | NR |
| 257      | 1810/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | —            | —            | 7                 | <1   | NR |
| 258      | 4619/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพลาโมลา PVC        | —            | —            | 5.63              | <1   | NR |
| 259      | 4620/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพลาโมลา PVC        | —            | —            | 5.45              | <1   | NR |
| 260      | 4621/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพลาโมลา PVC        | —            | —            | 5.31              | <1   | NR |
| 261      | 1620/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก PVC            | —            | —            | 6.72              | <1   | NR |
| 262      | 1621/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก PVC            | —            | —            | 5.66              | <1   | NR |
| 263      | 1622/37 | ขวดน้ำมันพืชตราทุก PVC            | —            | —            | 6.23              | <1   | NR |
| 264      | 1706/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | —            | —            | 8.91              | <1   | NR |
| 265      | 1707/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | —            | —            | 9                 | <1   | NR |
| 266      | 1708/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | —            | —            | 7.68              | <1   | NR |
| 267      | 1709/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง PVC            | —            | —            | 7.13              | <1   | NR |
| 268      | 1710/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง PVC            | —            | —            | 7.43              | <1   | NR |
| 269      | 1788/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตราทิพ PVC        | —            | —            | 6.62              | <1   | NR |
| 270      | 1789/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตราทิพ PVC        | —            | —            | 6.98              | <1   | NR |
| 271      | 4633/36 | ขวดน้ำมันขาวโพด Mazola PET        | —            | —            | 0.09              | <1   | NR |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 272      | 4634/36 | ขวดน้ำมันขาวโพล Mazola PET        | —            | —            | 0.06              | <1   | ND |
| 273      | 6752/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 1.36              | <1   | ND |
| 274      | 6753/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 1.11              | <1   | ND |
| 275      | 6754/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 2.51              | <1   | ND |
| 276      | 6755/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 2.83              | <1   | ND |
| 277      | 6756/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม โอลีน PET          | —            | —            | 2.63              | <1   | ND |
| 278      | 6757/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม โอลีน PET          | —            | —            | 2.03              | <1   | ND |
| 279      | 6758/38 | ขวดน้ำมันข้าวหอม PET              | —            | —            | 2.11              | <1   | ND |
| 280      | 6759/38 | ขวดน้ำมันข้าวหอม PET              | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |
| 281      | 6765/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 1.65              | <1   | ND |
| 282      | 6766/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย คราสน PET      | —            | —            | 1.02              | <1   | ND |
| 283      | 6767/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central PET   | —            | —            | 2.16              | <1   | ND |
| 284      | 6768/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central PET   | —            | —            | 2.05              | <1   | ND |
| 285      | 4681/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลืองทุก PET        | —            | —            | 1.73              | <1   | ND |
| 286      | 4682/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลืองทุก PET        | —            | —            | 1.66              | <1   | ND |
| 287      | 1605/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |
| 288      | 1606/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | —            | —            | 2.08              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 289      | 1607/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | —            | —            | 1.96              | <1   | ND |
| 290      | 4630/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | —            | —            | 2.95              | <1   | ND |
| 291      | 4631/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | —            | —            | 2.67              | <1   | ND |
| 292      | 4632/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | —            | —            | 2.38              | <1   | ND |
| 293      | 6769/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | —            | —            | 1.65              | <1   | ND |
| 294      | 6770/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | —            | —            | 1.78              | <1   | ND |
| 295      | 6771/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | —            | —            | 1.66              | <1   | ND |
| 296      | 6772/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | —            | —            | 1.76              | <1   | ND |
| 297      | 6773/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | —            | —            | 1.75              | <1   | ND |
| 298      | 6774/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | —            | —            | 1.46              | <1   | ND |
| 299      | 1851/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแป๊ปซี่ PET    | —            | —            | 2.01              | <1   | ND |
| 300      | 1852/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแป๊ปซี่ PET    | —            | —            | 2.05              | <1   | ND |
| 301      | 1853/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแป๊ปซี่ PET    | —            | —            | 2.43              | <1   | ND |
| 302      | 1643/37 | ขวดนมเด็ก Gerber PC               | —            | —            | 0.01              | <1   | ND |
| 303      | 1644/37 | ขวดนมเด็ก Gerber PC               | —            | —            | 0.01              | <1   | ND |
| 304      | 1645/37 | ขวดนมเด็ก Pigeon PC               | —            | —            | 0.93              | <1   | ND |
| 305      | 1646/37 | ขวดนมเด็ก Pigeon PC               | —            | —            | 0.99              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง                   | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 306      | 1647/37 | ขวดนมเด็ก Jub PC                                    | —            | —            | 1.71              | <1   | ND |
| 307      | 1648/37 | ขวดนมเด็ก Jub PC                                    | —            | —            | 2.21              | <1   | ND |
| 308      | 1649/37 | ขวดนมเด็ก Cann'82 PC                                | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 309      | 1650/37 | ขวดนมเด็ก Cann'82 PC                                | —            | —            | 1.06              | <1   | ND |
| 310      | 1651/37 | ขวดนมเด็ก Pur PC                                    | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 311      | 1652/37 | ขวดนมเด็ก Pur PC                                    | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 312      | 4635/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก โรส ตราแม่จิ PE (ด้านสัมผัสอาหาร) | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 313      | 4636/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก โรส ตราแม่จิ PE                   | —            | —            | 1.67              | <1   | ND |
| 314      | 4637/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก โรส ตราแม่จิ PE (ด้านสัมผัสอาหาร) | —            | —            | 1                 | <1   | ND |
| 315      | 4651/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก ร่องไข่มุก, เมฆ พลาสติก โรส PE    | —            | —            | 2                 | <1   | ND |
| 316      | 4652/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก ร่องไข่มุก, เมฆ พลาสติก โรส PE    | —            | —            | 2.1               | <1   | ND |
| 317      | 4653/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติก ร่องไข่มุก, เมฆ พลาสติก โรส PE    | —            | —            | 1.97              | <1   | ND |
| 318      | 3301/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโคโก PE                         | —            | —            | 1.93              | <1   | ND |
| 319      | 3302/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโคโก PE                         | —            | —            | 1.92              | <1   | ND |
| 320      | 3303/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโคโก PE                         | —            | —            | 1.66              | <1   | ND |
| 321      | 3304/37 | ขวดบรรจุนมพลาสติก ร่องไข่มุก, เมฆ พลาสติก โรส PE    | —            | —            | 0.13              | <1   | ND |
| 322      | 3305/37 | ขวดบรรจุนมพลาสติก ร่องไข่มุก, เมฆ พลาสติก โรส PE    | —            | —            | 0.14              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง           | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|---|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 323      | 3306/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, แขน พาสเจอร์ไรส์ PE | —            | —            | 0.18              | <1   | ND |
| 324      | 3307/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                         | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 325      | 3308/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                         | —            | —            | 1.3               | <1   | ND |
| 326      | 3309/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                         | —            | —            | 1.52              | <1   | ND |
| 327      | 1746/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                | —            | —            | 0.33              | <1   | ND |
| 328      | 1747/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                | —            | —            | 0.35              | <1   | ND |
| 329      | 1748/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                | —            | —            | 0.42              | <1   | ND |
| 330      | 1749/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสตรอเบอร์รี่ PE          | —            | —            | 2.17              | <1   | ND |
| 331      | 1750/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสตรอเบอร์รี่ PE          | —            | —            | 2.32              | <1   | ND |
| 332      | 1751/37 | ขวดบรรจุนมสด ครา เคล็ตสวีต PE               | —            | —            | 2.03              | <1   | ND |
| 333      | 1752/37 | ขวดบรรจุนมสด ครา เคล็ตสวีต PE               | —            | —            | 2.15              | <1   | ND |
| 334      | 3310/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                | —            | —            | 3.77              | <1   | ND |
| 335      | 3311/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                | —            | —            | 3.76              | <1   | ND |
| 336      | 1838/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, แขน PE              | —            | —            | 1.89              | <1   | ND |
| 337      | 1839/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, แขน PE              | —            | —            | 1.76              | <1   | ND |
| 338      | 1840/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสน้ำผึ้ง 2% PE           | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |
| 339      | 1841/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสน้ำผึ้ง 2% PE           | —            | —            | 1.33              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง  | ปริมาณ ( ppm ) |              |                                 |      |    |
|----------|---------|------------------------------------|----------------|--------------|---------------------------------|------|----|
|          |         |                                    | Phenol         | Formaldehyde | K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 340      | 4638/36 | ถายโซเกร็ดผสมไมผสม คัชมิลด์ PS     | —              | —            | 1.73                            | <1   | ND |
| 341      | 4639/36 | ถายโซเกร็ดผสมสตรอบอรี่ PS          | —              | —            | 0.63                            | <1   | ND |
| 342      | 4640/36 | ถายโซเกร็ดผสม PS                   | —              | —            | 0.05                            | <1   | ND |
| 343      | 1759/37 | ถายนมเปรี้ยว เคล็กส์วิส PS         | —              | —            | 0.83                            | <1   | ND |
| 344      | 4676/36 | ถายนมเปรี้ยวบีทาเกน PS             | —              | —            | 0.9                             | <1   | ND |
| 345      | 4677/36 | ถายนมเปรี้ยวบีทาเกน รสลับประรด PS  | —              | —            | 0.76                            | <1   | ND |
| 346      | 4678/36 | ถายนมเปรี้ยวบีทาเกน รสสม PS        | —              | —            | 1.32                            | <1   | ND |
| 347      | 4679/36 | ถายนมเปรี้ยวบีทาเกน รสสตรอบอรี่ PS | —              | —            | 1.65                            | <1   | ND |
| 348      | 4680/36 | ถายนมเปรี้ยวบีทาเกน รสจุ่ม PS      | —              | —            | 0.91                            | <1   | ND |
| 349      | 1811/37 | ถายโซเกร็ดคานอน PS                 | —              | —            | 1.33                            | <1   | ND |
| 350      | 1812/37 | ถายโซเกร็ดคานอน รสมะนาว PS         | —              | —            | 2.12                            | <1   | ND |
| 351      | 1813/37 | ถายโซเกร็ดคานอนรสแพรวา PS          | —              | —            | 1.85                            | <1   | ND |
| 352      | 1814/37 | ถายโซเกร็ดคานอนรสสตรอบอรี่ PS      | —              | —            | 2.63                            | <1   | ND |
| 353      | 4641/37 | ถายโซเกร็ดผสมทุมะแพรวา คัชมิลด์ PS | —              | —            | 1.11                            | <1   | ND |
| 354      | 4642/36 | ถายโซเกร็ดผสมทุญูหาร ถ้วยมีคั่ว PS | —              | —            | 2.18                            | <1   | ND |
| 355      | 1716/37 | ถายโซเกร็ดผสมสตรอบอรี่ คานอน PS    | —              | —            | 1.06                            | <1   | ND |
| 356      | 1717/37 | ถายโซเกร็ดผสมฟรุตลัด PS            | —              | —            | 1.33                            | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |  |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|--|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |  |
| 357      | 1718/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.32              | <1   | ND |  |
| 358      | 1719/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสมมวง PS            | —            | —            | 2.06              | <1   | ND |  |
| 359      | 1819/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.32              | <1   | ND |  |
| 360      | 1820/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.46              | <1   | ND |  |
| 361      | 4681/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |  |
| 362      | 4682/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.03              | <1   | ND |  |
| 363      | 6730/38 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.16              | <1   | ND |  |
| 364      | 6731/38 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.72              | <1   | ND |  |
| 365      | 1830/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.88              | <1   | ND |  |
| 366      | 1831/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.72              | <1   | ND |  |
| 367      | 1842/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.13              | <1   | ND |  |
| 368      | 1843/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.03              | <1   | ND |  |
| 369      | 1844/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.11              | <1   | ND |  |
| 370      | 1845/37 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.12              | <1   | ND |  |
| 371      | 6732/38 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.62              | <1   | ND |  |
| 372      | 6733/38 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 1.12              | <1   | ND |  |
| 373      | 4643/36 | ถวยโพลีเอทิลีนสูงลิ้ง PS          | —            | —            | 2.6               | <1   | ND |  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง   | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                     | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 374      | 4644/36 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสโกกระเทียม PS  | —            | —            | 2.63              | <1   | ND |
| 375      | 4645/36 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสเป็ดพะโด PS    | —            | —            | 2.11              | <1   | ND |
| 376      | 4646/36 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสอาหารทะเล PS   | —            | —            | 1.79              | <1   | ND |
| 377      | 4647/36 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสหมูต้บ PS      | —            | —            | 2.63              | <1   | ND |
| 378      | 6734/38 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสสาหร่าย PS     | —            | —            | 2.16              | <1   | ND |
| 379      | 6735/38 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสอาหารทะเล PS   | —            | —            | 2.21              | <1   | ND |
| 380      | 6748/38 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสต้มยำ PS       | —            | —            | 2.05              | <1   | ND |
| 381      | 6749/38 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสคัสชีเมา PS    | —            | —            | 1.93              | <1   | ND |
| 382      | 6750/38 | ถวยบรรจุหมีบูคเคิล รสต้มยำหอยลาย PS | —            | —            | 2.01              | <1   | ND |
| 383      | 6751/38 | ถวยบรรจุไอสกรีมของบางกอกเคีเมิล PS  | —            | —            | 0.79              | <1   | ND |
| 384      | 6752/38 | ถวยบรรจุไอสกรีมโฟร์โมสต์ PS         | —            | —            | 0.6               | <1   | ND |
| 385      | 4648/36 | ถวยบรรจุอาหารสีเขียว No 9353 PS     | —            | —            | 0.93              | <1   | ND |
| 386      | 4649/36 | ถวยบรรจุอาหารสีชมพู No 9353 PS      | —            | —            | 0.97              | <1   | ND |
| 387      | 4650/36 | ถวยบรรจุอาหารสีขาว No 9353 PS       | —            | —            | 0.88              | <1   | ND |
| 388      | 1693/37 | ถวยบรรจุอาหาร OTTO สีใส No 331 PS   | —            | —            | 2.16              | <1   | ND |
| 389      | 1700/37 | ถวยบรรจุอาหาร OTTO สีใส No 200 PS   | —            | —            | 2.38              | <1   | ND |
| 390      | 1663/37 | ถวยแลมบีน B 22-5-5 สีชมพู MM        | ND           | 0.0015       | 4.63              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |              |  |      |    |  |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|--|------|----|--|
|          |         |                                   | Phenol       | Formaldehyde | K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | Lead | ซี |  |
| 391      | 1664/37 | ถวขเมลามีน B 22-5.5 สีชมพู MM     | ND           | ND           | 4.32   | <1   | ND |  |
| 392      | 1665/37 | ถวขเมลามีน B 22-5.5 สีชมพู MM     | ND           | 0.0003       | 4.51   | <1   | ND |  |
| 393      | 1666/37 | ถวขเมลามีน B 34-6 สีขาว MM        | ND           | ND           | 2.66   | <1   | ND |  |
| 394      | 1667/37 | ถวขเมลามีน B 34-6 สีขาว MM        | ND           | ND           | 2.78   | <1   | ND |  |
| 395      | 1668/37 | ถวขเมลามีน B 34-6 สีขาว MM        | ND           | ND           | 2.63   | <1   | ND |  |
| 396      | 1770/37 | ถวขเมลามีนสาย B-1-125 MM          | ND           | 0.0108       | 3.03   | <1   | ND |  |
| 397      | 1771/37 | ถวขเมลามีนสาย B-1-125 MM          | ND           | 0.021        | 3.13   | <1   | ND |  |
| 398      | 1772/37 | ถวขเมลามีนสาย B-1-125 MM          | ND           | 0.0113       | 3.71   | <1   | ND |  |
| 399      | 1775/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีขา MM           | ND           | ND           | 0.66   | <1   | ND |  |
| 400      | 1774/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีฟ้า MM          | ND           | 0.009        | 0.71   | <1   | ND |  |
| 401      | 1775/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีชมพู MM         | ND           | 0.0013       | 0  | <1   | ND |  |
| 402      | 4671/36 | ถาคไสอาหาร J TV-7 สีขาว MM        | ND           | ND           | 0  | <1   | ND |  |
| 403      | 4672/36 | ถาคไสอาหาร J TV-7 สีฟ้า MM        | ND           | 0.03         | 0  | <1   | ND |  |
| 404      | 4673/36 | ถาคไสอาหาร J TV-7 สีชมพู MM       | ND           | 0.0517       | 0  | <1   | ND |  |
| 405      | 1832/37 | จขนทรวงกลมสีขา M 73-10 MM         | ND           | ND           | 0  | <1   | ND |  |
| 406      | 1833/37 | จขนทรวงกลมสีขา M 73-10 MM         | ND           | ND           | 0  | <1   | ND |  |
| 407      | 1834/37 | ถาคไสอาหารสีฟ้า No 43A MM         | 0.053        | 0.0101       | 0  | <1   | ND |  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง                 | ปริมาณ ( ppm ) |              |                                 |      |          |
|----------|---------|---|----------------|--------------|---------------------------------|------|----------|
|          |         |   | Phenol         | Formaldehyde | K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> | Lead | ดี<br>ที |
| 408      | 1835/37 | ภาคน้ำดื่ม No 43A MM                              | 0.024          | ND           | 0                               | <1   | ND       |
| 409      | 1836/37 | ภาคน้ำดื่ม No 43A MM                              | ND             | 0.0007       | 0                               | <1   | ND       |
| 410      | 1837/37 | ภาคน้ำดื่ม No 43A MM                              | ND             | ND           | 0                               | <1   | ND       |
| 411      | 6726/38 | งานทรงกลมสีชมพู No 22B MM                         | ND             | ND           | 0                               | <1   | ND       |
| 412      | 6727/38 | งานทรงกลมสีฟ้า No 22B MM                          | ND             | ND           | 0                               | <1   | ND       |
| 413      | 6728/38 | ถ้วยชาลายดอกไม้ No 924-6 MM                       | ND             | 0.0027       | 0                               | <1   | ND       |
| 414      | 6729/38 | ถ้วยชาลายดอกไม้ No 924-6 MM                       | ND             | 0.0038       | 0                               | <1   | ND       |
| 415      | 4627/36 | ถ้วยชงสีครีม B 388-A MM                           | ND             | 0.102        | 0                               | <1   | ND       |
| 416      | 4628/36 | ถ้วยชงสีครีม B 388-A MM                           | ND             | 0.5264       | 0                               | <1   | ND       |
| 417      | 4629/36 | ถ้วยชงสีครีม B 388-A MM                           | ND             | 0.5733       | 0                               | <1   | ND       |
| 418      | 6763/38 | โถน้ำดื่มสีเหลือง B281-45 MM                      | 0.0027         | 0.9172       | 0                               | <1   | ND       |
| 419      | 6764/38 | โถน้ำดื่มสีเหลือง B281-45 MM                      | 0.0013         | 0.9704       | 0                               | <1   | ND       |
| 420      | 4654/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                             | ND             | 0.0038       | 0                               | <1   | ND       |
| 421      | 4655/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                             | ND             | 0.0512       | 0                               | <1   | ND       |
| 422      | 4656/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                             | ND             | 0.0404       | 0                               | <1   | ND       |
| 423      | 4657/36 | ชามนมสีชมพู B-13-180 ลายดอกไม้สีเหลือง MM         | 0.0031         | 0.002        | 0                               | <1   | ND       |
| 424      | 4658/36 | ชามนมสีชมพู B-13-180 ลายดอกไม้สีเหลือง, น้ำตาล MM | 0.0028         | 0.0031       | 0                               | <1   | ND       |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง      | ปริมาณ (ppm) |              |                    |      |    |
|----------|---------|--|--------------|--------------|--------------------|------|----|
|          |         |  | Phenol       | Formaldehyde | KfitO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 425      | 1608/37 | ขามเมลามีน No 10075 MM                 | 0.0102       | 0.0447       | 0                  | <1   | ND |
| 426      | 4674/36 | ขามเมลามีน P-19-10 MM                  | 0.0093       | 0.5012       | 0                  | <1   | ND |
| 427      | 4675/36 | ขามเมลามีน P-271-10 MM                 | 0.009        | 0.5729       | 0                  | <1   | ND |
| 428      | 1725/37 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษ PE          | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 429      | 1726/37 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษ PE          | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 430      | 1727/37 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษ PE          | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 431      | 4622/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 432      | 4623/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 433      | 4624/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 434      | 4659/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษคอมยิม PVC   | —            | —            | 0.91               | <1   | ND |
| 435      | 4660/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษคอมยิม PVC   | —            | —            | 0.73               | <1   | ND |
| 436      | 4661/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุกระดาษคอมยิม PVC   | —            | —            | 0.73               | <1   | ND |
| 437      | 4662/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุคอมมอส็อกไนลิต PVC | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 438      | 4663/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุคอมมอส็อกไนลิต PVC | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 439      | 4664/36 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุคอมมอส็อกไนลิต PVC | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 440      | 1675/37 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุคอมมอส็อกไนลิต PVC | —            | —            | 0                  | <1   | ND |
| 441      | 1676/37 | แผ่นพลาสติกถนอมบรรจุคอมมอส็อกไนลิต PVC | —            | —            | 0.9                | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง    | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |    |
|----------|---------|--------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |                                      | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซี |
| 442      | 1677/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุคอนกรีตโครโมไทท์ PVC | ---          | ---          | 0.3               | <1   | ND |
| 443      | 1678/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุคอนกรีตโครโมไทท์ PVC | ---          | ---          | 0.61              | <1   | ND |
| 444      | 6760/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุรีเทนเนอร์ PVC       | ---          | ---          | 0.71              | <1   | ND |
| 445      | 6761/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุรีเทนเนอร์ PVC       | ---          | ---          | 0.77              | <1   | ND |
| 446      | 6762/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุรีเทนเนอร์ PVC       | ---          | ---          | 0.59              | <1   | ND |
| 447      | 4665/36 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ---          | ---          | 7.89              | <1   | ND |
| 448      | 1638/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ---          | ---          | 8.63              | <1   | ND |
| 449      | 1662/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ---          | ---          | 8.64              | <1   | ND |
| 450      | 1754/37 | แผ่นพลาสติกกอมเมอร์ PVC              | ---          | ---          | 5.97              | <1   | ND |
| 451      | 1753/37 | แผ่นพลาสติกกอมเมอร์ PVC              | ---          | ---          | 5.66              | <1   | ND |
| 452      | 1626/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ---          | ---          | 6.56              | <1   | ND |
| 453      | 1627/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ---          | ---          | 6.13              | <1   | ND |
| 454      | 4666/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุซ็อกโกแลต PVC        | ---          | ---          | 2.13              | <1   | ND |
| 455      | 4667/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุซ็อกโกแลต PVC        | ---          | ---          | 2.56              | <1   | ND |
| 456      | 4668/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุซ็อกโกแลต PVC        | ---          | ---          | 2.63              | <1   | ND |
| 457      | 6754/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุซ็อกโกแลต PVC        | ---          | ---          | 3.18              | <1   | ND |
| 458      | 6746/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุซ็อกโกแลต PVC        | ---          | ---          | 2.99              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง   | ปริมาณ (ppm) |              |                   |      |      |
|----------|---------|-------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|------|------|
|          |         |                                     | Phenol       | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | ซีลี |
| 459      | 6747/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC       | —            | —            | 2.63              | <1   | ND   |
| 460      | 1764/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุนมปั่น PVC          | —            | —            | 1.01              | <1   | ND   |
| 461      | 1765/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุนมปั่น PVC          | —            | —            | 1.75              | <1   | ND   |
| 462      | 1760/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 2.35              | <1   | ND   |
| 463      | 1761/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 2.76              | <1   | ND   |
| 464      | 1762/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 1.98              | <1   | ND   |
| 465      | 1763/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 2.08              | <1   | ND   |
| 466      | 1866/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 1.96              | <1   | ND   |
| 467      | 1867/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 1.73              | <1   | ND   |
| 468      | 1868/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | —            | —            | 1.6               | <1   | ND   |
| 469      | 4625/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน Nylon 6        | —            | —            | 0.61              | <1   | ND   |
| 470      | 4626/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน Nylon 6        | —            | —            | 0.39              | <1   | ND   |
| 471      | 4669/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6    | —            | —            | 0.41              | <1   | ND   |
| 472      | 4670/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6    | —            | —            | 0.65              | <1   | ND   |
| 473      | 1628/37 | ถุงบรรจุน้ำมัน Nylon 6              | —            | —            | 0                 | <1   | ND   |
| 474      | 1629/37 | ถุงบรรจุน้ำมัน Nylon 6              | —            | —            | 0                 | <1   | ND   |
| 475      | 1630/37 | ถุงบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6          | —            | —            | 0                 | <1   | ND   |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง            | ปริมาณ ( ppm ) |              |                   |      |    |
|----------|---------|--|----------------|--------------|-------------------|------|----|
|          |         |  | Phenol         | Formaldehyde | KMnO <sub>4</sub> | Lead | สี |
| 476      | 1720/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane             | —              | —            | 0                 | <1   | ND |
| 477      | 1721/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane             | —              | —            | 0                 | <1   | ND |
| 478      | 1722/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane             | —              | —            | 0                 | <1   | ND |
| 479      | 1723/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane             | —              | —            | 0                 | <1   | ND |
| 480      | 1724/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane             | —              | —            | 0                 | <1   | ND |
| 481      | 1669/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสส้ม PE (คานส์ส้มสหภาพ) | —              | —            | 0.31              | <1   | ND |
| 482      | 1670/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสมะนาว PE               | —              | —            | 1.13              | <1   | ND |
| 483      | 1671/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสสับปะรด PE             | —              | —            | 0.97              | <1   | ND |
| 484      | 1672/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำปรุงแต่งช็อกโกแลต PE     | —              | —            | 0.35              | <1   | ND |
| 485      | 1673/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสทาสเจอร์ไรส์ PE        | —              | —            | 0.7               | <1   | ND |
| 486      | 1674/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสชาวนา PE               | —              | —            | 0.33              | <1   | ND |
| 487      | 1764/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสไก่ PE                 | —              | —            | 0.42              | <1   | ND |
| 488      | 1765/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสกุ้ง PE                | —              | —            | 0.44              | <1   | ND |
| 489      | 1767/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสหมูสับ PE              | —              | —            | 0.95              | <1   | ND |
| 490      | 1768/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสอาหารทะเล PE           | —              | —            | 0.72              | <1   | ND |
| 491      | 1769/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลำรสไก่ PE                 | —              | —            | 0.37              | <1   | ND |
| 492      | 1854/37 | ถุงลามิเนตบรรจุข้าวเกรียบกุ้ง ทรายโนห่อ PE   | —              | —            | 1.11              | <1   | ND |

| ลำดับที่ | Lab No                      | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง             | ปริมาณ (ppm) |              |                                 |      |        |  |
|----------|-----------------------------|---|--------------|--------------|---------------------------------|------|--------|--|
|          |                             |   | Phenol       | Formaldehyde | K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> | Lead | สี     |  |
| 493      | 1855/37                     | ถุงลามิเนตบรรจุยาเครีซิปู ครอบโมหฺร่า PE      | —            | —            | 1.3                             | <1   | ND     |  |
| 494      | 1856/37                     | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค PE                      | —            | —            | 0.96                            | <1   | ND     |  |
| 495      | 1857/37                     | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค PE                      | —            | —            | 0.81                            | <1   | ND     |  |
| 496      | 1635/37                     | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค PVDC            | —            | —            | 3.3                             | <1   | ND     |  |
| 497      | 1636/37                     | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค PVDC            | —            | —            | 3.6                             | <1   | ND     |  |
| 498      | 1637/37                     | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสแน็ค PVDC            | —            | —            | 3.7                             | <1   | ND     |  |
| 499      | 1653/37                     | ตะเกียบพลาสติกสีฟ้า PE                        | —            | —            | 1.9                             | <1   | ND     |  |
| 500      | 1654/37                     | ตะเกียบพลาสติกสีครีม PE                       | —            | —            | 1.6                             | <1   | ND     |  |
| 501      | 1655/37                     | ตะเกียบพลาสติกสีครีม PE                       | —            | —            | 1.95                            | <1   | ND     |  |
| 502      | 1656/37                     | ตะเกียบสีขาว PE                               | —            | —            | 1.71                            | <1   | ND     |  |
| 503      | 1657/37                     | ตะเกียบสีขาว PE                               | —            | —            | 1.63                            | <1   | ND     |  |
| 504      | 1658/37                     | ตะเกียบสีชมพู ช่วงบนสีเหลือง ช่วงล่างเขียว PE | —            | —            | 5                               | <1   | สีชมพู |  |
| 505      | 1659/37                     | ตะเกียบสีชมพู ช่วงบนสีเหลือง ช่วงล่างเขียว PE | —            | —            | 3.71                            | <1   | สีแดง  |  |
| หมายเหตุ | - หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์ - |   |              |              |                                 |      |        |  |
|          | ND หมายถึง ไม่สามารถพบได้   |   |              |              |                                 |      |        |  |



| ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อพลาสติกที่ไซบรรจุ fumoh และส้มคัสอาหาร (Material Test) |         |  |              |         |                     |                 |
|--|---------|--|--------------|---------|---------------------|-----------------|
| ลำดับที่   | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง        | ปริมาณ (ppm) |         |                     |                 |
|  |         |  | Lead         | Cadmium | Volatile substances | Styrene monomer |
| 1  | 1631/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24.8 ซม. PE     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 2  | 1632/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 24.8 ซม. PE   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 3  | 1633/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24.8 ซม. PE    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 4  | 1634/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24.8 ซม. PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 5  | 1587/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม. PE  | ND           | ND      | —                   | —               |
| 6  | 1588/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้าเข้ม ยาว 24.7 ซม. PE  | ND           | 0.0003  | —                   | —               |
| 7  | 1589/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 24.7 ซม. PE   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 8  | 1590/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพูเข้ม ยาว 24.7 ซม. PE | ND           | 0.0001  | —                   | —               |
| 9  | 1591/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 24 ซม. PE       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 10   | 1592/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 24 ซม. PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 11   | 1593/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 24 ซม. PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 12   | 1594/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 24 ซม. PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 13   | 1617/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาว ยาว 25.3 ซม. PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 14   | 1618/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.3 ซม. PE     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 15   | 1619/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 25.3 ซม. PE   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 16   | 1805/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 25.3 ซม. PE      | 0.002        | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง            | ปริมาณ (ppm) |         |                     |
|----------|---------|--|--------------|---------|---------------------|
|          |         |  | Lead         | Cadmium | Volatile substances |
| 17       | 1806/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 25.3 ซม. PE        | 0.002        | ND      | —                   |
| 18       | 1807/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 24.8 ซม. PE          | ND           | ND      | —                   |
| 19       | 1660/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 24.8 ซม. PP          | ND           | ND      | —                   |
| 20       | 1661/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 24.8 ซม. PP          | ND           | ND      | —                   |
| 21       | 1572/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีแดง ยาว 24 ซม. PP    | ND           | 0.003   | —                   |
| 22       | 1573/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีม่วง ยาว 24 ซม. PP   | 0.001        | ND      | —                   |
| 23       | 1574/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเหลือง ยาว 24 ซม. PP | ND           | ND      | —                   |
| 24       | 1575/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเขียว ยาว 24 ซม. PP  | ND           | 0.0005  | —                   |
| 25       | 1576/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีฟ้า ยาว 24 ซม. PP    | 0.001        | ND      | —                   |
| 26       | 1755/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 21 ซม. PP            | ND           | ND      | —                   |
| 27       | 1597/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเหลือง ยาว 21 ซม. PP         | ND           | ND      | —                   |
| 28       | 1598/37 | หลอดดูดพลาสติกสีส้ม ยาว 21 ซม. PP            | ND           | ND      | —                   |
| 29       | 1599/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียว ยาว 21 ซม. PP          | ND           | ND      | —                   |
| 30       | 1560/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 21 ซม. PP           | ND           | ND      | —                   |
| 31       | 1815/37 | หลอดดูดพลาสติกสีชมพู ยาว 25.5 ซม. PP         | 0.002        | ND      | —                   |
| 32       | 1816/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเขียวเข้ม ยาว 25.5 ซม. PP    | 0.01         | 0.01    | —                   |
| 33       | 1817/37 | หลอดดูดพลาสติกสีเทา ยาว 25.3 ซม. PP          | ND           | ND      | —                   |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง               | Lead   | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|----------|---------|---|--------|---------|--------------|-----------------|
| 34       | 1818/37 | หลอดดูดพลาสติกสีฟ้า ยาว 25.3 ซม. PP             | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 35       | 4584/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีแสด ยาว 21 ซม. PP       | ND     | 0.006   | ---          | ---             |
| 36       | 4585/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีชมพู ยาว 21 ซม. PP      | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 37       | 4586/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเหลือง ยาว 21 ซม. PP    | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 38       | 4587/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีฟ้า ยาว 21 ซม. PP       | 0.003  | ND      | ---          | ---             |
| 39       | 4588/36 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเขียว ยาว 21 ซม. PP     | 0.001  | ND      | ---          | ---             |
| 40       | 6736/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีน้ำเงิน ยาว 24.5 ซม. PP | 0.001  | ND      | ---          | ---             |
| 41       | 6737/38 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีแสด ยาว 24.5 ซม. PP     | 0.0005 | 0.04    | ---          | ---             |
| 42       | 6738/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเหลือง ยาว 24.5 ซม. PP  | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 43       | 6739/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีเขียว ยาว 24.5 ซม. PP   | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 44       | 6740/37 | หลอดดูดพลาสติกสีขาวลายสีฟ้า ยาว 24.5 ซม. PP     | 0.0001 | ND      | ---          | ---             |
| 45       | 1730/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 3"x 5" PE           | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 46       | 1731/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PE       | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 47       | 1732/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 3 1/2"x 6" PE       | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 48       | 1733/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 4"x 5" PE           | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 49       | 1734/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 4"x 6" PE           | ND     | ND      | ---          | ---             |
| 50       | 1735/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 4 1/2"x 7" PE       | ND     | ND      | ---          | ---             |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง         | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |   |              |         | Styrene monomer     |   |
| 51       | 1736/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5"x 8" PE     | ND           | ND      | —                   | — |
| 52       | 1738/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5" x 9" PE    | ND           | ND      | —                   | — |
| 53       | 1739/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 9" PE     | ND           | ND      | —                   | — |
| 54       | 1740/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 14" PE    | ND           | ND      | —                   | — |
| 55       | 1741/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 7"x 11" PE    | ND           | ND      | —                   | — |
| 56       | 1742/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 8"x 12" PE    | ND           | ND      | —                   | — |
| 57       | 1743/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 10"x 14" PE   | ND           | ND      | —                   | — |
| 58       | 1744/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 16" PE   | ND           | ND      | —                   | — |
| 59       | 1745/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 18" PE   | ND           | ND      | —                   | — |
| 60       | 1800/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PE | ND           | ND      | —                   | — |
| 61       | 1801/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 4"x 5" PE     | ND           | ND      | —                   | — |
| 62       | 1802/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 5"x 8" PE     | ND           | ND      | —                   | — |
| 63       | 1803/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 6"x 9" PE     | ND           | ND      | —                   | — |
| 64       | 1804/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 8"x 12" PE    | ND           | ND      | —                   | — |
| 65       | 4589/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 3 1/2"x 5" PE      | ND           | ND      | —                   | — |
| 66       | 4590/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 4"x 5" PE          | ND           | ND      | —                   | — |
| 67       | 4591/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 4 1/2"x 5" PE      | ND           | ND      | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | ปริมาณ (ppm) |         |                     |                 |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances | Styrene monomer |
| 68       | 4592/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 6"x 14" PE       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 69       | 4593/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 7"x 11" PE       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 70       | 4594/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 5"x 8" PE   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 71       | 4595/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 6"x 9" PE   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 72       | 4596/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 8"x 12" PE  | ND           | ND      | —                   | —               |
| 73       | 4597/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 12"x 16" PE | ND           | ND      | —                   | —               |
| 74       | 4598/36 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวขุ่น ขนาด 12"x 18" PE | ND           | ND      | —                   | —               |
| 75       | 1776/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 4"x 6" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 76       | 1777/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 6"x 14" PP    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 77       | 1778/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 7"x 11" PP    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 78       | 1779/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 7"x 18" PP    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 79       | 1780/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวใส ขนาด 12"x 20" PP   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 80       | 4599/36 | ถุงร่อนใส ขนาด 4 1/2"x 7" PP            | ND           | ND      | —                   | —               |
| 81       | 4600/36 | ถุงร่อนใส ขนาด 4"x 6" PP                | ND           | ND      | —                   | —               |
| 82       | 4601/36 | ถุงร่อนใส ขนาด 5"x 8" PP                | ND           | ND      | —                   | —               |
| 83       | 4602/36 | ถุงร่อนใส ขนาด 7"x 11" PP               | ND           | ND      | —                   | —               |
| 84       | 4603/36 | ถุงร่อนใส ขนาด 8"x 12" PP               | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง          | ปริมาณ (ppm) |         |                     |                 |
|----------|---------|--|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |  | Lead         | Cadmium | Volatile substances | Styrene monomer |
| 85       | 6741/38 | ถุงรอนโธ ขนาด 4"x 7" PP                    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 86       | 6742/38 | ถุงรอนโธ ขนาด 5"x 8" PP                    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 87       | 6743/38 | ถุงรอนโธ ขนาด 6"x 9" PP                    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 88       | 6744/38 | ถุงรอนโธ ขนาด 6"x 12" PP                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 89       | 6745/38 | ถุงรอนโธ ขนาด 7"x 12" PP                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 90       | 1693/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3"x 5" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 91       | 1694/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3 1/2"x 5" PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 92       | 1695/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 3 1/2"x 6" PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 93       | 1696/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4"x 5" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 94       | 1697/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4 1/2"x 6" PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 95       | 1698/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 4 1/2"x 7" PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 96       | 1699/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 5"x 8" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 97       | 4604/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 5"x 9" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 98       | 4605/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 6"x 9" PP     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 99       | 4606/36 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 7"x 11" PP    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 100      | 1579/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 8"x 12" PP    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 101      | 1781/37 | ถุงบรรจุอาหารสีข้าวขุ่น ขนาด 10"x 14" PP   | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   | Styrene monomer |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|---|-----------------|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |                 |
| 102      | 1782/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 16" PP | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 103      | 1783/37 | ถุงบรรจุอาหารสีขาวยุ่น ขนาด 12"x 18" PP | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 104      | 1784/37 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 14"x 20" PP      | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 105      | 4607/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 4 1/2"x 7" PP    | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 106      | 4608/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 5"x 8" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 107      | 4609/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 6"x 14" PP       | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 108      | 4610/36 | ถุงบรรจุอาหารสีใส ขนาด 7"x 11" PP       | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 109      | 4611/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 8"x 12" PP       | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 110      | 1794/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 5"x 8" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 111      | 1795/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 6"x 9" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 112      | 1796/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 7"x 11" PP       | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 113      | 1797/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 8"x 12" PP       | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 114      | 1798/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 12"x 16" PP      | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 115      | 1799/37 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 12"x 18" PP      | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 116      | 4612/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 3"x 5" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 117      | 4613/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 4"x 6" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |
| 118      | 4614/36 | ถุงร้อนบรรจุอาหาร ขนาด 5"x 8" PP        | ND           | ND      | —                   | — |                 |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|----------|---------|-----------------------------------|------|---------|--------------|-----------------|
| 119      | 4615/36 | ถุงนอนบรรจอาหาร ขนาด 6"x 9" PP    | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 120      | 4616/36 | ถุงนอนโต ขนาด 8"x 12" PP          | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 121      | 4617/36 | ถุงนอนโต ขนาด 10"x 14" PP         | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 122      | 4618/36 | ถุงนอนโต ขนาด 12"x 16" PP         | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 123      | 3209/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีขาว PE         | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 124      | 3210/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีเขียว PE       | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 125      | 3211/37 | ขวดบรรจุ สีขาว ฝาสีชมพู PE        | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 126      | 3225/37 | กระบอกใส่น้ำ สีฟ้า PE             | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 127      | 3226/37 | กระบอกใส่น้ำ สีเขียว PE           | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 128      | 1577/37 | กระบอกใส่น้ำลายขาว สีแดง PE       | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 129      | 1578/37 | กระบอกใส่น้ำลายขาว สีนํ้าเงิน PE  | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 130      | 1569/37 | กระบอกใส่น้ำ สีชมพู PE            | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 131      | 1570/37 | กระบอกใส่น้ำ สีฟ้า PE             | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 132      | 1571/37 | กระบอกใส่น้ำ สีแดง PE             | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 133      | 3234/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มปริชาติ PE         | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 134      | 3235/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มปริชาติ PE         | ND   | ND      | ---          | ---             |
| 135      | 3246/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palanis PE        | ND   | ND      | ---          | ---             |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm)        |                 |
|----------|---------|-----------------------------------|------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |                                   |      |         | Volatile substances | Styrene monomer |
| 136      | 3247/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palaris PE        | ND   | ND      | —                   | —               |
| 137      | 3248/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม Palaris PE        | ND   | ND      | —                   | —               |
| 138      | 3260/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่มไฮเด็ค PE          | ND   | ND      | —                   | —               |
| 139      | 3261/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม ไฮเด็ค PE         | ND   | ND      | —                   | —               |
| 140      | 3262/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม ไฮเด็ค PE         | ND   | ND      | —                   | —               |
| 141      | 1728/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิ้ล PE     | ND   | ND      | —                   | —               |
| 142      | 1729/37 | ขวดบรรจุน้ำดื่ม สปริงเกิ้ล PE     | ND   | ND      | —                   | —               |
| 143      | 1679/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีเขียว PE  | ND   | ND      | —                   | —               |
| 144      | 1680/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีชมพู PE   | ND   | ND      | —                   | —               |
| 145      | 1681/37 | กระบอกบรรจุน้ำพลาสติก สีม่วง PE   | ND   | 0.006   | —                   | —               |
| 146      | 1685/37 | ขวดพลาสติกขาวขุ่น PE              | ND   | ND      | —                   | —               |
| 147      | 1686/37 | ขวดพลาสติกเขียวขุ่น PE            | ND   | 0.003   | —                   | —               |
| 148      | 1687/37 | ขวดพลาสติกฟ้าขุ่น PE              | ND   | ND      | —                   | —               |
| 149      | 1790/37 | ขวดพลาสติกลาชอคองไม PE            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 150      | 1791/37 | ขวดพลาสติกลาชอคองไม PE            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 151      | 1792/37 | ขวดพลาสติกลาชอคองไม PE            | ND   | ND      | —                   | —               |
| 152      | 1793/37 | ขวดพลาสติกลาชอคองไม PE            | ND   | 0.0001  | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|----------|---------|-----------------------------------|------|---------|--------------|-----------------|
| 153      | 1846/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวุ่น ฝาสีเขียว PE  | ND   | ND      | —            | —               |
| 154      | 1847/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวุ่น ฝาสีฟ้า PE    | ND   | ND      | —            | —               |
| 155      | 1848/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวุ่น ฝาสีเหลือง PE | ND   | ND      | —            | —               |
| 156      | 1849/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวุ่น ฝาสีขาว PE    | ND   | ND      | —            | —               |
| 157      | 1850/37 | ขวดบรรจุน้ำสีขาวุ่น ฝาสีชมพู PE   | ND   | ND      | —            | —               |
| 158      | 1682/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีชมพู PVC   | ND   | ND      | —            | —               |
| 159      | 1683/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีเขียว PVC  | ND   | ND      | —            | —               |
| 160      | 1684/37 | ขวดบรรจุน้ำ No 005-A สีฟ้า PVC    | ND   | ND      | —            | —               |
| 161      | 1785/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี PVC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 162      | 1786/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี PVC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 163      | 1787/37 | ขวดบรรจุน้ำไม่มีสี PVC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 164      | 1821/37 | ขวดบรรจุน้ำสีฟ้าใส PVC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 165      | 1822/37 | ขวดบรรจุน้ำสีชมพูใส PVC           | ND   | ND      | —            | —               |
| 166      | 1823/37 | ขวดบรรจุน้ำสีเขียวใส PVC          | ND   | ND      | —            | —               |
| 167      | 1580/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 503 PE  | ND   | ND      | —            | —               |
| 168      | 1581/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีชมพู No 503 PE | ND   | ND      | —            | —               |
| 169      | 1582/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีขาว No 503 PE  | ND   | ND      | —            | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง       | ปริมาณ (ppm)        |                 |    |
|----------|---------|---|---------------------|-----------------|----|
|          |         |   | Lead                | Cadmium         |    |
|          |         |   | Volatile substances | Styrene monomer |    |
| 170      | 1583/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีเหลือง No 503 PE     | ND                  | ND              | -- |
| 171      | 1584/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีเขียว No 503 PE      | 0.007               | 0.0001          | -- |
| 172      | 1585/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีน้ำเงิน No 503 PE    | ND                  | ND              | -- |
| 173      | 1586/37 | งานพลาสติกทรงกลม สีกรม สีครีม No 503 PE | ND                  | ND              | -- |
| 174      | 1600/37 | ถวยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE        | ND                  | ND              | -- |
| 175      | 1601/37 | ถวยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE        | ND                  | ND              | -- |
| 176      | 1602/37 | ถวยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE        | ND                  | ND              | -- |
| 177      | 1603/37 | ถวยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE        | ND                  | ND              | -- |
| 178      | 1604/37 | ถวยพลาสติกทรงกลม สีฟ้า No 223 PE        | ND                  | ND              | -- |
| 179      | 3266/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีเขียว No 2225 PE      | 0.035               | 0.0002          | -- |
| 180      | 3267/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีฟ้า No 2225 PE        | 0.12                | 0.138           | -- |
| 181      | 3268/37 | ถาดพลาสติกทรงรี สีชมพู No 2225 PE       | 0.008               | 0.033           | -- |
| 182      | 3277/37 | ขวดไซซอส No 9062 PE                     | ND                  | ND              | -- |
| 183      | 3278/37 | ขวดไซซอส No 9062 PE                     | ND                  | ND              | -- |
| 184      | 3279/37 | ขวดไซซอส No 9062 PE                     | ND                  | ND              | -- |
| 185      | 3280/37 | ขวดไซซอส No 9062 PE                     | ND                  | ND              | -- |
| 186      | 3281/37 | ขวดไซซอส No 9062 PE                     | ND                  | ND              | -- |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |         |                     | Styrene monomer |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |                                   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |                 |
| 187      | 1566/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 188      | 1567/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 189      | 1568/37 | กล่องใสอาหาร No 459 สีขาว PE      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 190      | 1595/37 | กล่องใสอาหาร PE                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 191      | 1596/37 | กล่องใสอาหาร PE                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 192      | 1609/37 | ถ้วยน้ำดื่ม PE                    | 0.3          | 0.01    | —                   | —               |
| 193      | 1610/37 | ถ้วยน้ำดื่ม PE                    | 0.28         | 0.01    | —                   | —               |
| 194      | 1611/37 | ถ้วยน้ำดื่ม PE                    | 0.6          | 0.02    | —                   | —               |
| 195      | 1612/37 | ถ้วยน้ำดื่ม PE                    | 0.13         | ND      | —                   | —               |
| 196      | 1613/37 | ถ้วยน้ำดื่ม PE                    | 0.13         | ND      | —                   | —               |
| 197      | 1639/37 | ถ้วยพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 198      | 1640/37 | ถ้วยพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 199      | 1641/37 | ถ้วยพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 200      | 1642/37 | ถ้วยพลาสติกขนาด 9 ออนซ์ PE        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 201      | 1688/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 202      | 1689/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 203      | 1690/37 | ถ้วยพลาสติกสีขาว No 310 PP        | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |                                   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |                                   |              |         | Styrene monomer     |   |
| 204      | 1691/37 | ถวยพลาสติกสีขา No 310 PP          | ND           | ND      | —                   | — |
| 205      | 1692/37 | ถวยพลาสติกสีขา No 310 PP          | ND           | ND      | —                   | — |
| 206      | 1701/37 | จามพลาสติกสีขาขนาด 6 " PP         | ND           | ND      | —                   | — |
| 207      | 1702/37 | จามพลาสติกสีขาขนาด 6 " PP         | ND           | ND      | —                   | — |
| 208      | 1703/37 | จามพลาสติกสีขาขนาด 6 " PP         | ND           | ND      | —                   | — |
| 209      | 1704/37 | จามพลาสติกสีขาขนาด 6 " PP         | ND           | ND      | —                   | — |
| 210      | 1705/37 | จามพลาสติกสีขาขนาด 6 " PP         | ND           | ND      | —                   | — |
| 211      | 1711/37 | ขอมพลาสติกสีขา PP                 | ND           | ND      | —                   | — |
| 212      | 1712/37 | ขอมพลาสติกสีขา PP                 | ND           | ND      | —                   | — |
| 213      | 1713/37 | ขอมพลาสติกสีขา PP                 | ND           | ND      | —                   | — |
| 214      | 1714/37 | ขอมพลาสติกสีขา PP                 | ND           | ND      | —                   | — |
| 215      | 1715/37 | ขอมพลาสติกสีขา PP                 | ND           | ND      | —                   | — |
| 216      | 1756/37 | พลาสติกก้นน้ำสมสีขา No 641 PP     | 0.33         | 0.05    | —                   | — |
| 217      | 1757/38 | พลาสติกก้นน้ำสมสีขา No 641 PP     | 0.75         | ND      | —                   | — |
| 218      | 1758/37 | พลาสติกก้นน้ำสมสีขา No 641 PP     | ND           | ND      | —                   | — |
| 219      | 1858/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP    | ND           | ND      | —                   | — |
| 220      | 1859/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP    | ND           | ND      | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง           | ปริมาณ (ppm) |         |                     |                 |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances | Styrene monomer |
| 221      | 1860/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP              | ND           | ND      | —                   | —               |
| 222      | 1861/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP              | ND           | ND      | —                   | —               |
| 223      | 1862/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP              | ND           | ND      | —                   | —               |
| 224      | 1863/37 | ภาชนะบรรจุอาหาร T.P.S. Pack PP              | ND           | ND      | —                   | —               |
| 225      | 3269/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีฟ้า No 144 PP        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 226      | 3270/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีเขียว No 144 PP      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 227      | 3271/37 | กล่องใส่อาหารสีขาว ฝาสีชมพู No 144 PP       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 228      | 3287/37 | กล่องใส่แม่พิมพ์สีขาว No 318 R PP           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 229      | 3288/37 | กล่องใส่แม่พิมพ์สีขาว No 318 R PP           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 230      | 3289/37 | กล่องใส่แม่พิมพ์สีขาว No 318 R PP           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 231      | 3292/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 567 ฝาสี PP       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 232      | 3293/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 567 ฝาสี PP       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 233      | 3294/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 567 ฝาสี PP       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 234      | 3295/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 235      | 3296/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 236      | 3297/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 11114 ฝาสีชมพู PP | ND           | ND      | —                   | —               |
| 237      | 3298/37 | กล่องใส่อาหารสีชาวม่วง No 412-4 PP          | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง    | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|--------------------------------------|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |                                      | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |                                      |              |         | Styrene monomer     |   |
| 238      | 3299/37 | กล่องโสตอาหารสีขาว No 412-4 PP       | ND           | ND      | —                   | — |
| 239      | 3300/37 | กล่องโสตอาหารสีขาว No 412-4 PP       | ND           | ND      | —                   | — |
| 240      | 1824/37 | กล่องโสตอาหารสีขาว No 342 ฝาสีขาว PP | ND           | ND      | —                   | — |
| 241      | 1825/37 | กล่องโสตอาหารสีขาว No 342 ฝาสีขาว PP | ND           | ND      | —                   | — |
| 242      | 1826/37 | กล่องโสตอาหารสีขาว No 342 ฝาสีขาว PP | ND           | ND      | —                   | — |
| 243      | 1827/37 | กล่องโสตอาหารสีขาวใส No 7021 PP      | ND           | ND      | —                   | — |
| 244      | 1828/37 | กล่องโสตอาหารสีขาวใส No 7021 PP      | ND           | ND      | —                   | — |
| 245      | 1829/37 | กล่องโสตอาหารสีขาวใส No 7021 PP      | ND           | ND      | —                   | — |
| 246      | 1614/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 247      | 1615/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 248      | 1616/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 249      | 1623/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 250      | 1624/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 251      | 1625/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 252      | 1869/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 253      | 1870/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |
| 254      | 1871/37 | ขวดน้ำมันพีชตราปรกต PVC              | ND           | ND      | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | Lead |         | Cadmium | ปริมาณ (ppm)        |                 |
|----------|---------|-----------------------------------|------|---------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |                                   | Lead | Cadmium |         | Volatile substances | Styrene monomer |
| 255      | 1808/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 256      | 1809/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 257      | 1810/37 | ขวดน้ำมันพืชตรางูม PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 258      | 4619/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพาล์มลา PVC        | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 259      | 4620/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพาล์มลา PVC        | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 260      | 4621/36 | ขวดน้ำมันพืชตราพาล์มลา PVC        | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 261      | 1620/37 | ขวดน้ำมันพืชตราภูก PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 262      | 1621/37 | ขวดน้ำมันพืชตราภูก PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 263      | 1622/37 | ขวดน้ำมันพืชตราภูก PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 264      | 1706/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 265      | 1707/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 266      | 1708/37 | ขวดน้ำมันพืชตราคิง PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 267      | 1709/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 268      | 1710/37 | ขวดน้ำมันพืชตราแวง PVC            | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 269      | 1788/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตราเทพ PVC        | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 270      | 1789/37 | ขวดน้ำมันพืชผสม ตราเทพ PVC        | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |
| 271      | 4633/36 | ขวดน้ำมันข้าวโพด Mazola PET       | ND   | ND      | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |                                   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |                                   |              |         | Styrene monomer     |   |
| 272      | 4634/36 | ขวดน้ำมันขาวโทด Mazola PET        | ND           | ND      | —                   | — |
| 273      | 6752/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 274      | 6753/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 275      | 6754/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 276      | 6755/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 277      | 6756/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม ไอเดอีน PET        | ND           | ND      | —                   | — |
| 278      | 6757/38 | ขวดน้ำมันปาล์ม ไอเดอีน PET        | ND           | ND      | —                   | — |
| 279      | 6758/38 | ขวดน้ำมันรำขาว รัม PET            | ND           | ND      | —                   | — |
| 280      | 6759/38 | ขวดน้ำมันรำขาว รัม PET            | ND           | ND      | —                   | — |
| 281      | 6765/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 282      | 6766/38 | ขวดน้ำมันคอกก้าฟอย ตราเซน PET     | ND           | ND      | —                   | — |
| 283      | 6767/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central PET   | ND           | ND      | —                   | — |
| 284      | 6768/38 | ขวดน้ำมันถั่วเหลือง Central PET   | ND           | ND      | —                   | — |
| 285      | 4681/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลืองทุก PET        | ND           | ND      | —                   | — |
| 286      | 4682/36 | ขวดน้ำมันถั่วเหลืองทุก PET        | ND           | ND      | —                   | — |
| 287      | 1605/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | ND           | ND      | —                   | — |
| 288      | 1606/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | ND           | ND      | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |         |                     | Styrene monomer |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |                                   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |                 |
| 289      | 1607/37 | ขวดบรรจุน้ำอัดลม Coca-Cola PET    | ND           | ND      | —                   | —               |
| 290      | 4630/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 291      | 4631/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 292      | 4632/36 | ขวดบรรจุน้ำหวานกลิ่นส้ม PET       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 293      | 6769/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 294      | 6770/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 295      | 6771/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำเขียว PET   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 296      | 6772/38 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 297      | 6773/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 298      | 6774/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มน้ำแดง PET     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 299      | 1851/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแปะ PET        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 300      | 1852/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแปะ PET        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 301      | 1853/37 | ขวดบรรจุเครื่องดื่มแปะ PET        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 302      | 1643/37 | ขวดนมเด็ก Gerber PC               | ND           | ND      | —                   | —               |
| 303      | 1644/37 | ขวดนมเด็ก Gerber PC               | ND           | ND      | —                   | —               |
| 304      | 1645/37 | ขวดนมเด็ก Pegeon PC               | ND           | ND      | —                   | —               |
| 305      | 1646/37 | ขวดนมเด็ก Pegeon PC               | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง              | ปริมาณ (ppm) |         |                     |
|----------|---------|--|--------------|---------|---------------------|
|          |         |  | Lead         | Cadmium | Volatile substances |
|          |         |  |              |         | Styrene monomer     |
| 306      | 1647/37 | ขวดนมเด็ก Jub PC                               | ND           | ND      | ---                 |
| 307      | 1648/37 | ขวดนมเด็ก Jub PC                               | ND           | ND      | ---                 |
| 308      | 1649/37 | ขวดนมเด็ก Cann'82 PC                           | ND           | ND      | ---                 |
| 309      | 1650/37 | ขวดนมเด็ก Cann'82 PC                           | ND           | ND      | ---                 |
| 310      | 1651/37 | ขวดนมเด็ก Pur PC                               | ND           | ND      | ---                 |
| 311      | 1652/37 | ขวดนมเด็ก Pur PC                               | ND           | ND      | ---                 |
| 312      | 4635/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติกโรส ครามจิ PE (ค้นค้นห้สอหาร) | ND           | ND      | ---                 |
| 313      | 4636/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติกโรส ครามจิ PE                 | ND           | ND      | ---                 |
| 314      | 4637/36 | ขวดบรรจุนมพลาสติกโรส ครามจิ PE (ค้นค้นห้สอหาร) | ND           | ND      | ---                 |
| 315      | 4651/36 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เมฆ พาสเจอร์ไรส์ PE    | ND           | ND      | ---                 |
| 316      | 4652/36 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เมฆ พาสเจอร์ไรส์ PE    | ND           | ND      | ---                 |
| 317      | 4653/36 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เมฆ พาสเจอร์ไรส์ PE    | ND           | ND      | ---                 |
| 318      | 3301/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                   | ND           | ND      | ---                 |
| 319      | 3302/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                   | ND           | ND      | ---                 |
| 320      | 3303/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE                   | ND           | ND      | ---                 |
| 321      | 3304/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เมฆ พาสเจอร์ไรส์ PE    | ND           | ND      | ---                 |
| 322      | 3305/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เมฆ พาสเจอร์ไรส์ PE    | ND           | ND      | ---                 |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง         | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |   |              |         | Styrene monomer     |   |
| 323      | 3306/37 | ขวดบรรจุนมสตรองไขมัน, เนย พาสเจอร์ไรส์ PE | ND           | ND      | —                   | — |
| 324      | 3307/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                       | ND           | ND      | —                   | — |
| 325      | 3308/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                       | ND           | ND      | —                   | — |
| 326      | 3309/37 | ขวดบรรจุนมรสหวาน PE                       | ND           | ND      | —                   | — |
| 327      | 1746/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE              | ND           | ND      | —                   | — |
| 328      | 1747/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE              | ND           | ND      | —                   | — |
| 329      | 1748/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE              | ND           | ND      | —                   | — |
| 330      | 1749/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสตรอมเบอร์รี่ PE       | 0.05         | 0.002   | —                   | — |
| 331      | 1750/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสตรอมเบอร์รี่ PE       | 0.02         | ND      | —                   | — |
| 332      | 1751/37 | ขวดบรรจุนมสด ตรา เคทีสวีท PE              | 0.001        | ND      | —                   | — |
| 333      | 1752/37 | ขวดบรรจุนมสด ตรา เคทีสวีท PE              | 0.001        | ND      | —                   | — |
| 334      | 3310/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE              | 0.003        | ND      | —                   | — |
| 335      | 3311/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสโกโก้ PE              | 0.003        | 0.001   | —                   | — |
| 336      | 1838/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เนย PE            | 0.001        | ND      | —                   | — |
| 337      | 1839/37 | ขวดบรรจุนมสดพร้อมไขมัน, เนย PE            | 0.001        | ND      | —                   | — |
| 338      | 1840/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสส้ม 2% PE             | 0.02         | 0.001   | —                   | — |
| 339      | 1841/37 | ขวดบรรจุนมปรุงแต่งรสส้ม 2% PE             | 0.01         | 0.001   | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง        | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm)        |                 |
|----------|---------|--|------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |  |      |         | Volatile substances | Styrene monomer |
| 340      | 4638/36 | ถ้ายไเอทริคผลไมผสม คัมมิลด์ PS           | ND   | ND      | 96                  | 25              |
| 341      | 4639/36 | ถ้ายไเอทริคสตรอเบอร์รี่ PS               | ND   | ND      | 118                 | 22              |
| 342      | 4640/36 | ถ้ายไเอทริคผสม PS                        | ND   | ND      | 136                 | 28              |
| 343      | 1759/37 | ถ้ายนเมปรีชวา เคล้สวิต PS                | ND   | ND      | 168                 | 35              |
| 344      | 4676/36 | ถ้ายนเมปรีชวามีทานกน PS                  | ND   | ND      | 168                 | 35              |
| 345      | 4677/36 | ถ้ายนเมปรีชวามีทานกน รสส้มเปรด PS        | ND   | ND      | 173                 | 35              |
| 346      | 4678/36 | ถ้ายนเมปรีชวามีทานกน รสส้ม PS            | ND   | ND      | 152                 | 41              |
| 347      | 4679/36 | ถ้ายนเมปรีชวามีทานกน รสสตรอเบอร์รี่ PS   | ND   | ND      | 101                 | 26              |
| 348      | 4680/36 | ถ้ายนเมปรีชวามีทานกน รสส้ม PS            | ND   | ND      | 189                 | 33              |
| 349      | 1811/37 | ถ้ายไเอทริคคานอน PS                      | ND   | ND      | 195                 | 49              |
| 350      | 1812/37 | ถ้ายไเอทริคคานอน รสมะนาว PS              | ND   | ND      | 111                 | 36              |
| 351      | 1813/37 | ถ้ายไเอทริคคานอนรสมะพร้าว PS             | ND   | ND      | 177                 | 72              |
| 352      | 1814/37 | ถ้ายไเอทริคคานอนรสสตรอเบอร์รี่ PS        | ND   | ND      | 176                 | 78              |
| 353      | 4641/37 | ถ้ายไเอทริคผสมวานิลลาและพราว คัมมิลด์ PS | ND   | ND      | 232                 | 130             |
| 354      | 4642/36 | ถ้ายไเอทริคผสมธัญญาหาร ถั่วแปกบัว PS     | ND   | ND      | 168                 | 41              |
| 355      | 1716/37 | ถ้ายไเอทริคผสมสตรอเบอร์รี่ คานอน PS      | ND   | ND      | 113                 | 22              |
| 356      | 1717/37 | ถ้ายไเอทริคผสมฟรุ้ตสตั๊ด PS              | ND   | ND      | 199                 | 56              |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง               | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm)        |                 |
|----------|---------|---|------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |   |      |         | Volatile substances | Styrene monomer |
| 357      | 1718/37 | ถวยไฮเกร็ดผสมสีน้ำ PS                           | ND   | ND      | 163                 | 40              |
| 358      | 1719/37 | ถวยไฮเกร็ดผสมมะม่วง PS                          | ND   | ND      | 160                 | 36              |
| 359      | 1819/37 | กล่องบรรจุเตาหุง ดนุ PS                         | ND   | ND      | 1018                | 96              |
| 360      | 1820/37 | กล่องบรรจุเตาหุง ดนุ PS                         | ND   | ND      | 963                 | 87              |
| 361      | 4681/37 | กล่องบรรจุเตาหุงขาว PS                          | ND   | ND      | 1732                | 210             |
| 362      | 4682/37 | กล่องบรรจุเตาหุงขาว PS                          | ND   | ND      | 1800                | 211             |
| 363      | 6730/38 | ถวยบรรจุอะไหล่รูปบามา รส ดมยักง PS              | ND   | ND      | 365                 | 63              |
| 364      | 6731/38 | ถวยบรรจุอะไหล่รูปบามา รส หนุ PS                 | ND   | ND      | 278                 | 55              |
| 365      | 1830/37 | ถวยโฟมบรรจุยาก็ไซอะ คำรับไทย PS                 | ND   | ND      | 763                 | 70              |
| 366      | 1831/37 | ถวยโฟมบรรจุยาก็ไซอะ คำรับญี่ปุ่น PS             | ND   | ND      | 721                 | 72              |
| 367      | 1842/37 | ถวยบรรจุย้าวุ่นสนกงกิง PS                       | ND   | ND      | 132                 | 24              |
| 368      | 1843/37 | ถวยบรรจุย้าวุ่นสนกง รสคมย้า PS                  | ND   | ND      | 138                 | 24              |
| 369      | 1844/37 | ถวยบรรจุอะไหล่กึ่งสำเร็จรูปช้นา รสอาหารทะเล PS  | ND   | ND      | 365                 | 76              |
| 370      | 1845/37 | ถวยบรรจุอะไหล่กึ่งสำเร็จรูปช้นา รสมังสะวีรค์ PS | ND   | ND      | 368                 | 77              |
| 371      | 6732/38 | ถวยบรรจุยาก็ไซอะกึ่งสำเร็จ ไวไว รสกง PS         | ND   | ND      | 276                 | 48              |
| 372      | 6733/38 | ถวยบรรจุยาก็ไซอะกึ่งสำเร็จ ไวไว รสไค PS         | ND   | ND      | 277                 | 49              |
| 373      | 4643/36 | ถวยบรรจุอะไหล่บูตเคิล รสคมข่าไค PS              | ND   | ND      | 97                  | 28              |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง     | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|----------|---------|---------------------------------------|------|---------|--------------|-----------------|
|          |         |                                       |      |         |              |                 |
| 374      | 4644/36 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสโกกรเคเทม PS   | ND   | ND      | 101          | 38              |
| 375      | 4645/36 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสเป็คทะเล PS    | ND   | ND      | 111          | 38              |
| 376      | 4646/36 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสอหการทะเล PS   | ND   | ND      | 98           | 30              |
| 377      | 4647/36 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสหฐดับ PS       | ND   | ND      | 96           | 22              |
| 378      | 6734/38 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสสหาร PS        | ND   | ND      | 96           | 22              |
| 379      | 6735/38 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสอหการทะเล PS   | ND   | ND      | 100          | 25              |
| 380      | 6748/38 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสคมย้า PS       | ND   | ND      | 99           | 24              |
| 381      | 6749/38 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสค้ข้เมา PS     | ND   | ND      | 463          | 112             |
| 382      | 6750/38 | ถวยบรรจุอะหมีบูคเคิล รสคมย้าหอยลาย PS | ND   | ND      | 497          | 142             |
| 383      | 6751/38 | ถวยบรรจุไอสกรีมของบางกอกเคร้เมลล์ PS  | ND   | ND      | 403          | 96              |
| 384      | 6752/38 | ถวยบรรจุไอสกรีมไพร้โมสค PS            | ND   | ND      | 417          | 103             |
| 385      | 4648/36 | กลองบรรจุอหการสีเขิว No 9353 PS       | ND   | ND      | 2100         | 350             |
| 386      | 4649/36 | กลองบรรจุอหการสีชมพู No 9353 PS       | ND   | ND      | 1765         | 112             |
| 387      | 4650/36 | กลองบรรจุอหการสีขาว No 9353 PS        | ND   | ND      | 1301         | 32              |
| 388      | 1693/37 | กลองบรรจุอหการ OTTO สีใส No 331 PS    | ND   | ND      | 97           | 22              |
| 389      | 1700/37 | กลองบรรจุอหการ OTTO สีใส No 200 PS    | ND   | ND      | 1200         | 89              |
| 390      | 1663/37 | ถวยมเคมึน B 22-5.5 สีชมพู MM          | ND   | ND      |              |                 |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง | ปริมาณ (ppm) |         |                     |                 |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |                                   | Lead         | Cadmium | Volatile substances | Styrene monomer |
| 391      | 1664/37 | ถวขมลามีน B 22-5.5 สีชมพู MM      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 392      | 1665/37 | ถวขมลามีน B 22-5.5 สีชมพู MM      | ND           | ND      | —                   | —               |
| 393      | 1666/37 | ถวขมลามีน B 34-6 สีขาว MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 394      | 1667/37 | ถวขมลามีน B 34-6 สีขาว MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 395      | 1668/37 | ถวขมลามีน B 34-6 สีขาว MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 396      | 1770/37 | ถวขมลามีนลาย B-1-125 MM           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 397      | 1771/37 | ถวขมลามีนลาย B-1-125 MM           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 398      | 1772/37 | ถวขมลามีนลาย B-1-125 MM           | ND           | ND      | —                   | —               |
| 399      | 1773/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีขาว MM          | ND           | ND      | —                   | —               |
| 400      | 1774/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีฟ้า MM          | ND           | ND      | —                   | —               |
| 401      | 1775/37 | ที่คักขาวพลาสติกสีชมพู MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 402      | 4671/36 | ถาดใสอาหาร J TV-7 สีขาว MM        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 403      | 4672/36 | ถาดใสอาหาร J TV-7 สีฟ้า MM        | ND           | ND      | —                   | —               |
| 404      | 4673/36 | ถาดใสอาหาร J TV-7 สีชมพู MM       | ND           | ND      | —                   | —               |
| 405      | 1832/37 | จานทรงกลมสีขาว M 73-10 MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 406      | 1833/37 | จานทรงกลมสีขาว M 73-10 MM         | ND           | ND      | —                   | —               |
| 407      | 1834/37 | ถาดใสอาหารสีฟ้า No 43A MM         | ND           | ND      | —                   | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง             | ปริมาณ (ppm) |         |                     |    |
|----------|---------|---|--------------|---------|---------------------|----|
|          |         |   | Lead         | Cadmium | Volatile substances |    |
|          |         |   |              |         | Styrene monomer     |    |
| 408      | 1835/37 | ถาดใสอาหารสีขา No 43A MM                      | ND           | ND      | --                  | -- |
| 409      | 1836/37 | ถาดใสอาหารสีเหลือง No 43A MM                  | ND           | ND      | --                  | -- |
| 410      | 1837/37 | ถาดใสอาหารสีชมพู No 43A MM                    | ND           | ND      | --                  | -- |
| 411      | 6726/38 | จานทรงกลมสีชมพู No 22B MM                     | ND           | ND      | --                  | -- |
| 412      | 6727/38 | จานทรงกลมสีฟ้า No 22B MM                      | ND           | ND      | --                  | -- |
| 413      | 6728/38 | ถ้วยสีขาวลายดอกไม้ No 924-6 MM                | ND           | ND      | --                  | -- |
| 414      | 6729/38 | ถ้วยสีขาวลายดอกไม้ No 924-6 MM                | ND           | ND      | --                  | -- |
| 415      | 4627/36 | ถ้วยรูปสี่เหลี่ยม B 388-A MM                  | ND           | ND      | --                  | -- |
| 416      | 4628/36 | ถ้วยรูปสี่เหลี่ยม B 388-A MM                  | ND           | ND      | --                  | -- |
| 417      | 4629/36 | ถ้วยรูปสี่เหลี่ยม B 388-A MM                  | ND           | ND      | --                  | -- |
| 418      | 6763/38 | โถใสน้ำตาลสีเหลือง B281-45 MM                 | ND           | ND      | --                  | -- |
| 419      | 6764/38 | โถใสน้ำตาลสีเหลือง B281-45 MM                 | ND           | ND      | --                  | -- |
| 420      | 4654/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                         | ND           | ND      | --                  | -- |
| 421      | 4655/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                         | ND           | ND      | --                  | -- |
| 422      | 4656/36 | ถ้วยกาแฟ C-1-070-3 MM                         | ND           | ND      | --                  | -- |
| 423      | 4657/36 | ชามเมลามีน B-13-180 ลายดอกไม้สีเหลือง MM      | ND           | ND      | --                  | -- |
| 424      | 4658/36 | ชามเมลามีน B-13-180 ลายใบไม้สีเหลือง,น้ำตาลMM | ND           | ND      | --                  | -- |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง     | ปริมาณ (ppm) |         | Styrene monomer |
|----------|---------|---------------------------------------|--------------|---------|-----------------|
|          |         |                                       | Lead         | Cadmium |                 |
| 425      | 1608/37 | ขามแมมมัน No 10075 MM                 | ND           | ND      | —               |
| 426      | 4674/36 | งานแมมมัน P-19-10 MM                  | ND           | ND      | —               |
| 427      | 4675/36 | งานแมมมัน P-271-10 MM                 | ND           | ND      | —               |
| 428      | 1725/37 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุขวด PE             | 0.11         | ND      | —               |
| 429      | 1726/37 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุขวด PE             | 0.11         | ND      | —               |
| 430      | 1727/37 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุขวด PE             | 0.13         | ND      | —               |
| 431      | 4622/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | 0.13         | 0.003   | —               |
| 432      | 4623/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | 0.02         | 0.01    | —               |
| 433      | 4624/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุท่อพีวีซีรวม PE    | 0.01         | ND      | —               |
| 434      | 4659/36 | แผ่นพลาสติกที่ถอดกวดคอมยิม PVC        | ND           | ND      | —               |
| 435      | 4660/36 | แผ่นพลาสติกที่ถอดกวดคอมยิม PVC        | ND           | ND      | —               |
| 436      | 4661/36 | แผ่นพลาสติกที่ถอดกวดคอมยิม PVC        | ND           | ND      | —               |
| 437      | 4662/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุคอมรสชอกโกแล็ต PVC | ND           | ND      | —               |
| 438      | 4663/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุคอมรสชอกโกแล็ต PVC | ND           | ND      | —               |
| 439      | 4664/36 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุคอมรสชอกโกแล็ต PVC | ND           | ND      | —               |
| 440      | 1675/37 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุคอมรสชอกโกแล็ต PVC | ND           | ND      | —               |
| 441      | 1676/37 | แผ่นพลาสติกกับบรรจุคอมรสชอกโกแล็ต PVC | ND           | ND      | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง    | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|----------|---------|--------------------------------------|------|---------|--------------|-----------------|
| 442      | 1677/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุอมรสภาพไตราไคโปก PVC | ND   | ND      | —            | —               |
| 443      | 1678/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุอมรสภาพไตราไคโปก PVC | ND   | ND      | —            | —               |
| 444      | 6760/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแกนดี PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 445      | 6761/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแกนดี PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 446      | 6762/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุกรีนแกนดี PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 447      | 4665/36 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ND   | ND      | —            | —               |
| 448      | 1638/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ND   | ND      | —            | —               |
| 449      | 1662/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ND   | ND      | —            | —               |
| 450      | 1754/37 | แผ่นพลาสติกถนอมอาหาร PVC             | ND   | ND      | —            | —               |
| 451      | 1753/37 | แผ่นพลาสติกถนอมอาหาร PVC             | ND   | ND      | —            | —               |
| 452      | 1626/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ND   | ND      | —            | —               |
| 453      | 1627/37 | แผ่นฟิล์มพลาสติก PVC                 | ND   | ND      | —            | —               |
| 454      | 4666/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 455      | 4667/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 456      | 4668/36 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 457      | 6754/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC        | ND   | ND      | —            | —               |
| 458      | 6746/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC        | ND   | ND      | —            | —               |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง   | ปริมาณ (ppm) |         |                     |   |
|----------|---------|-------------------------------------|--------------|---------|---------------------|---|
|          |         |                                     | Lead         | Cadmium | Volatile substances |   |
|          |         |                                     |              |         | Styrene monomer     |   |
| 459      | 6747/38 | แผ่นพลาสติกบรรจุช็อกโกแลต PVC       | ND           | ND      | —                   | — |
| 460      | 1764/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมปัง PVC          | ND           | ND      | —                   | — |
| 461      | 1765/37 | แผ่นพลาสติกบรรจุขนมปัง PVC          | ND           | ND      | —                   | — |
| 462      | 1760/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 463      | 1761/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 464      | 1762/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 465      | 1763/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 466      | 1866/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 467      | 1867/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 468      | 1868/37 | แผ่นฟิล์มบรรจุในกล่องช็อกโกแลต PVDC | ND           | ND      | —                   | — |
| 469      | 4625/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน Nylon 6        | ND           | ND      | —                   | — |
| 470      | 4626/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำมัน Nylon 6        | ND           | ND      | —                   | — |
| 471      | 4669/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6    | ND           | ND      | —                   | — |
| 472      | 4670/36 | แผ่นฟิล์มบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6    | ND           | ND      | —                   | — |
| 473      | 1628/37 | ถุงบรรจุน้ำมัน Nylon 6              | ND           | ND      | —                   | — |
| 474      | 1629/37 | ถุงบรรจุน้ำมัน Nylon 6              | ND           | ND      | —                   | — |
| 475      | 1630/37 | ถุงบรรจุน้ำพริกเผา Nylon 6          | ND           | ND      | —                   | — |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง                  | ปริมาณ (ppm) |         |                     | Styrene monomer |
|----------|---------|--|--------------|---------|---------------------|-----------------|
|          |         |  | Lead         | Cadmium | Volatile substances |                 |
| 476      | 1720/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 477      | 1721/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 478      | 1722/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 479      | 1723/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 480      | 1724/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสแน็ค Cellophane                   | ND           | ND      | —                   | —               |
| 481      | 1669/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอล ไบรอสตบ PE (คานที่สัมผัสอาหาร) | 0.001        | ND      | —                   | —               |
| 482      | 1670/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอล ไบรอสตบขาว PE                  | 0.001        | ND      | —                   | —               |
| 483      | 1671/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอล ไบรอสตบประรด PE                | 0.001        | ND      | —                   | —               |
| 484      | 1672/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลปรุงแต่งชอกโกแล็ต PE            | ND           | ND      | —                   | —               |
| 485      | 1673/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลสตทาสเจอร์ไรส์ PE               | 0.03         | 0.005   | —                   | —               |
| 486      | 1674/37 | ถุงลามิเนตบรรจุหมอลชนิดหวาน PE                     | ND           | ND      | —                   | —               |
| 487      | 1764/37 | ถุงลามิเนตบรรจุสแน็คมีไวไวรสไต PE                  | ND           | ND      | —                   | —               |
| 488      | 1765/37 | ถุงลามิเนตบรรจุสแน็คมีไวไวรสตุง PE                 | ND           | ND      | —                   | —               |
| 489      | 1767/37 | ถุงลามิเนตบรรจุสแน็คมีย่ำ รสทุลส์ PE               | 0.1          | 0.002   | —                   | —               |
| 490      | 1768/37 | ถุงลามิเนตบรรจุสแน็คมีย่ำ รสอาหารทะเล PE           | 0.15         | 0.003   | —                   | —               |
| 491      | 1769/37 | ถุงลามิเนตบรรจุสแน็คมีย่ำ รสไต PE                  | 0.11         | 0.002   | —                   | —               |
| 492      | 1854/37 | ถุงลามิเนตบรรจุข้าวเกรียบกุ้ง ครามโนรา PE          | 0.2          | 0.003   | —                   | —               |

| ลำดับที่                           | Lab No  | ประเภท และ ชนิดพลาสติกของตัวอย่าง             | Lead | Cadmium | ปริมาณ (ppm) | Styrene monomer |
|------------------------------------|---------|---|------|---------|--------------|-----------------|
| 493                                | 1855/37 | ถุงลามิเนตบรรจุข้าวเหนียว ครอบคลุมหัว PE      | 0.2  | 0.007   | —            | —               |
| 494                                | 1856/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสน็อก PE                      | 0.2  | 0.005   | —            | —               |
| 495                                | 1857/37 | ถุงบรรจุอาหารแบบสน็อก PE                      | 0.3  | 0.007   | —            | —               |
| 496                                | 1635/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสน็อก PVDC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 497                                | 1636/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสน็อก PVDC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 498                                | 1637/37 | แผ่นลามิเนตบรรจุอาหารแบบสน็อก PVDC            | ND   | ND      | —            | —               |
| 499                                | 1653/37 | ตะเกียบพลาสติกสีฟ้าขาว PE                     | ND   | ND      | —            | —               |
| 500                                | 1654/37 | ตะเกียบพลาสติกสีครีม PE                       | ND   | ND      | —            | —               |
| 501                                | 1655/37 | ตะเกียบพลาสติกสีครีม PE                       | ND   | ND      | —            | —               |
| 502                                | 1656/37 | ตะเกียบสีขาว PE                               | ND   | ND      | —            | —               |
| 503                                | 1657/37 | ตะเกียบสีขาว PE                               | ND   | ND      | —            | —               |
| 504                                | 1658/37 | ตะเกียบสีชมพู ช่วงบนสีเหลือง ช่วงล่างเขียว PE | ND   | ND      | —            | —               |
| 505                                | 1659/37 | ตะเกียบสีชมพู ช่วงบนสีเหลือง ช่วงล่างเขียว PE | ND   | ND      | —            | —               |
| หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์ |         |   |      |         |              |                 |
| ND หมายถึง ไม่สามารถพบได้          |         |   |      |         |              |                 |

การหาปริมาณ ครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ และ ไวนิล คลอไรด์  
โมโนเมอร์ ในภาชนะบรรจุอาหารชนิด โพลีไวนิลคลอไรด์  
โดยวิธี แก๊ส โครมาโตการฟี

Quantitative Analysis of Cresol Phosphoric Acid Ester (CPE)  
and Vinyl Chloride Monomer (VCM) in Polyvinyl Chloride Plastic  
Packages for Food by Gas Chromatography Method

ภาวนาภู เสมรสุต

บทคัดย่อ

การหาปริมาณ Cresol Phosphoric Acid Ester (CPE) and Vinyl Chloride Monomer (VCM) ในภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารชนิด Polyvinyl Chloride มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง การทดลองนี้เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์และเทคนิคตลอดจนเงื่อนไขและสภาวะที่เหมาะสมกับเครื่องมือ เป็นข้อมูลแก่ส่วนราชการสำหรับวิธีวิเคราะห์ควบคุมลักษณะด้านความปลอดภัยของผู้บริโภคและเพื่อสนับสนุนส่งเสริมการส่งออกให้ได้คุณภาพมาตรฐานที่กำหนดระหว่างประเทศ การวิเคราะห์ใช้วิธี Gas Chromatography ผลการทดลองจากภาชนะบรรจุอาหารชนิด Polyvinyl chloride ที่เป็นขวดบรรจุน้ำมัน กลองบรรจุอาหารและแผ่นฟิล์ม จำนวน 75 ตัวอย่างพบปริมาณ CPE อยู่ในช่วง 4.18-100 mg/kg ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 (กำหนด 1,000 mg/kg) และจากตัวอย่างขวดบรรจุน้ำมันพืชชนิด Polyvinyl chloride จำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณ VCM อยู่ในช่วง 0.0091-0.0710 mg/kg สำหรับฟิล์มพลาสติกหุ้มห่อผลิตภัณฑ์อาหาร จำนวน 35 ตัวอย่างพบว่ามีปริมาณ VCM อยู่ในช่วง 0.0065-0.45 mg/kg ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ VCM ต่ำกว่า 1 mg/kg ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 พ.ศ. 2528 และ Japanese Food Sanitation Law 1986 นอกจากนี้ได้ปรับปรุงวิธีวิเคราะห์จนได้วิธีวิเคราะห์ CPE และ VCM โดยวิธี Gas Chromatography

ได้เทคนิคตลอดจนเงื่อนไขและสภาวะที่เหมาะสมกับเครื่องมือซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ด้านนี้ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพต่อไป

### คำนำ

การหาปริมาณ Cresol Phosphoric Acid Ester (CPE) and Vinyl Chloride Monomer (VCM) ในภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารชนิด Polyvinyl Chloride มีความสำคัญและจำเป็นต่อการคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภคและคุณภาพมาตรฐานที่กำหนดระหว่างประเทศ ทั้งนี้เพราะภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารชนิด Polyvinyl Chloride ยังมีความนิยมสูง ขณะที่ CPE และ VCM ซึ่งอาจปนเปื้อนจากตัวภาชนะพลาสติกลงสู่อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูก ทำให้เสื่อมสภาพ มีผลต่อตับ ไต และสมอง อาจทำให้เกิดมะเร็งในตับ จึงมีการกำหนดปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ทั้งในมาตรฐานภายในและมาตรฐานที่กำหนดระหว่างประเทศ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ Cresol Phosphoric acid Ester โดยวิธี Gas Chromatography
2. เพื่อปรับปรุงวิธีวิเคราะห์ Vinyl Chloride Monomer โดยวิธี Gas Chromatography
3. เพื่อศึกษาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการวิเคราะห์
4. เพื่อหาข้อมูลคุณภาพภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารชนิด Polyvinyl Chloride

## วิธีดำเนินการ

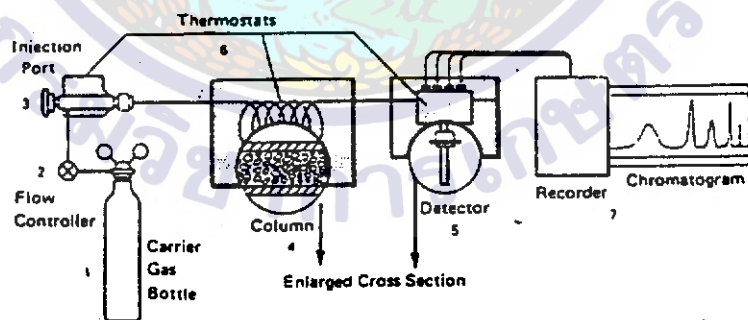
อุปกรณ์ เครื่องมือวิเคราะห์ได้แก่ Infrared Spectrophotometer, Gas Chromatograph (GC) ตลอดจนเครื่องชั่ง สารเคมี และเครื่องแก้วต่าง ๆ

### แก๊ส - ของเหลวโครมาโทกราฟี ( Gas - Liquid Chromatography )

สารที่เป็นแก๊สหรือไอของสารที่ผสมกันอยู่ เมื่อผ่านคอลัมน์จะสามารถแยกออกจากกันได้ด้วยการกระจายตัวที่แตกต่างกันของแก๊สหรือไอระหว่างเฟสเคลื่อนที่กับเฟสคงที่มีของเหลว ( liquid phase ) ภายอยู่บนของแข็ง หรือมีค่า partition coefficient ต่างกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง สำหรับแยกสารที่เป็นแก๊สหรือสารที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไอหรือแก๊สเฟสได้ที่อุณหภูมิกำหนด

ในการวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคนี้ จำเป็นจะต้องเรียนรู้ถึงสิ่งต่างๆ ที่สำคัญและเกี่ยวข้องให้เข้าใจจริงๆ เสียก่อนที่จะลงมือทำการการวิเคราะห์ ซึ่งได้แสดงองค์ประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ( GC ) ดังรูปและขั้นตอนการทำงานการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางแก๊สโครมาโทกราฟี

1. แก๊สที่ใช้บรรจุตัวพา ( carrier gas ) เพื่อจะพาไอของสารตัวอย่างผ่านไปยังคอลัมน์ ได้แก่ ไนโตรเจน ฮีเลียม และอาร์กอน เป็นต้น
2. ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของแก๊สต่างๆ ( flow controller ) ได้แก่ ไนโตรเจน อากาศ และไนโตรเจน
3. ส่วนที่จะฉีดสารตัวอย่างเข้าไป ( injection port )
4. คอลัมน์ ( column ) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่ใช้สำหรับแยกสาร
5. ดีเทคเตอร์ ( detector ) เป็นส่วนที่ใช้ตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์
6. ส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ ( temperature controller ) ให้กับคอลัมน์ ดีเทคเตอร์ และ injector
7. ส่วนที่ใช้ประมวลผลและข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ เครื่องบันทึกโครมาโทแกรม หรือ data processor หรือคอมพิวเตอร์



ดังนั้นในการวิเคราะห์สารตัวอย่างโดยใช้เทคนิคทาง GC นั้น สามารถแสดงให้เห็นเข้าใจได้ง่ายๆ ดังนี้ คือ เมื่อเลือกสภาวะต่างๆของการวิเคราะห์ และจัดสภาวะของเครื่อง GC ให้เรียบร้อยแล้วจึงนำสารตัวอย่างไปฉีดเข้าที่ sample injection port สารจะกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปในคอลัมน์ด้วยแก๊สพา (carrier gas) อย่างช้า สารผสมจะถูกแยกออกเป็นส่วนๆ ที่คอลัมน์นี้ แล้วออกไปสู่ดีเทคเตอร์ (detector) จะทำให้ได้สัญญาณเกิดขึ้น ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็นโครมาโทแกรมด้วยเครื่อง recorder หรือต่อเข้ากับ printer หรือ integrator ก็จะทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถทราบองค์ประกอบของสารตัวอย่างได้

## การวิเคราะห์คุณภาพด้วย GC ( Qualitative Analysis )

ใช้ Retention Data เป็นที่ทราบกันแล้วว่า retention volume หรือ retention time นั้นเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิด และลิวทิเฟสหรือชนิดของคอลัมน์ที่ใช้ โดยขึ้นอยู่กับอัตราไหลของแก๊สพา ( carrier gas ) และอุณหภูมิที่ใช้กับคอลัมน์ ดังนั้น เมื่อให้ภาวะทั้งหลายคงที่ ค่า retention time ของสารต่างๆ ที่ใช้วิเคราะห์ควรจะตรงคงที่ หรือมีค่าใกล้เคียงกันที่สุด

ดังนั้น ในการตรวจพิสูจน์ ( Identification ) ชนิดของสารในของผสมตัวอย่างจะต้องทำการวิเคราะห์ทั้งตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ใช้ภาวะต่างๆ อย่างเดียวกัน นำค่า retention time หรือ corrected retention time มาเปรียบเทียบกันก็จะสามารถบอกได้ว่าแต่ละพิกนั้นเป็นพิกของสารใด

ในการเปรียบเทียบโครมาโทแกรมนี้ มีแฟกเตอร์หลายอย่างที่จะต้องคำนึงถึง นั่นคือการวัด retention time ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องที่ใช้ควบคุมภาวะต่างๆ ถ้ามีการควบคุมที่ไม่คงที่ผลที่ได้รับจะแปรเปลี่ยนไปทำให้มีปัญหาเกิดขึ้น เช่น การควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ ถ้าต้องการให้ retention time อยู่ในช่วง  $\pm 1\%$  อุณหภูมิของคอลัมน์จะต้องควบคุมให้อยู่ในช่วง  $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ด้วยเป็นต้น

## การวิเคราะห์ปริมาณด้วย GC ( Quantitative Analysis )

ปัจจุบันนี้ การวิเคราะห์หาปริมาณของสารบางประเภทที่เป็นแก๊สของเหลว หรือของแข็งปรากฏว่าเทคนิคทาง GC ได้รับความนิยมสูงมาก เครื่องมือทันสมัยให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำและเที่ยงสูง นอกจากนี้ เทคนิคทาง GC ยังให้สภาพไวสูงอีกด้วย และยังมีข้อดีอื่นๆ อีกหลายประการ อย่างไรก็ตามความผิดพลาดของการวิเคราะห์ย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ ต่อไปนี้เป็นข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์

### 1. ความผิดพลาดเกิดจากเก็บตัวอย่าง

- ( 1 ) สารตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์มีปริมาณแน่นอนเพียงใด
- ( 2 ) สารตัวอย่างที่ใส่เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ มีความแน่นอนเพียงใดว่าสารนั้นเข้าเครื่องทั้งหมด

โดยไม่มีการสลายตัวก่อนระเหยออกไป

2. สารตัวอย่างอาจดูดซับ ( absorb ) หรือสลายตัวที่ injection port หรือในคอลัมน์ หรือที่ดีเทคเตอร์ ถ้ามีสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นการวิเคราะห์หาปริมาณอาจผิดพลาดได้

3. สภาพของเครื่อง GC ถ้าสภาพของเครื่องไม่ดี การควบคุมการวัดต่างๆ ย่อมเกิดความผิดพลาดได้
4. การฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง GC
5. การเลือกใช้คอลัมน์
6. resolution ของพิก
7. การคำนวณหาปริมาณของสาร

จากโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึก ก่อนที่จะนำไปใช้ในการหาปริมาณของสาร จำเป็นที่จะต้องหาพื้นที่ของพิกแต่ละพิกเสียก่อน สำหรับเครื่อง GC สมัยใหม่ที่มีอินทิเกรเตอร์หรือ คอมพิวเตอร์ หรือเครื่อง data system อย่างอื่นไว้รวมอยู่ด้วย เครื่องมือเหล่านี้จะทำหน้าที่คำนวณพื้นที่ของพิกให้ ตลอดจนพิมพ์ค่า

retention time ไปด้วย แต่ถ้าเครื่อง GC ของผู้วิเคราะห์มีแต่เฉพาะเครื่องบันทึกกราฟ ผู้วิเคราะห์ควรจะ  
สามารถคำนวณหาพื้นที่ที่หักเองได้

เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการหาปริมาณของสารนั้น สามารถหาได้เหมือนกับเทคนิคทาง LC คือ

1. ใช้ Normalization method
2. ใช้ External standardization method
3. ใช้ Internal standardization method

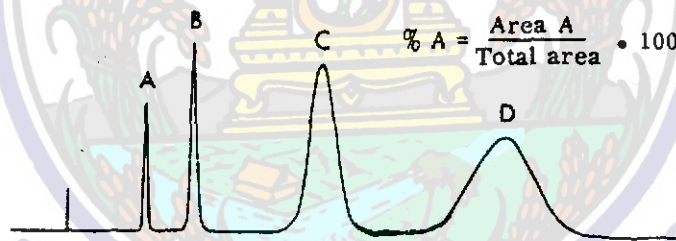
ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ **Normalization Method** ซึ่งเป็นวิธีที่โดยใช้ทั่วๆ ไปดังนี้

การหา area normalization สามารถทำได้โดยการคำนวณพื้นที่ของแต่ละหักแล้วนำมารวมกัน

% area normalization คำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ หัก A} = \frac{\text{พื้นที่ของหัก A}}{\text{พื้นที่รวมทั้งหมด}} \times 100$$

area normalization นี้จะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณของสารเหล่านั้น ถ้าสารเหล่านั้นมีจุด  
เดือดใกล้เคียงกัน และมีค่า detector response เท่ากัน นั่นคือถือว่าเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ก็คือเปอร์เซ็นต์ของสาร  
โดยน้ำหนักได้ วิธีการนี้จึงทำได้ง่ายและรวดเร็ว ดังแสดงในรูป



Correction factors : ในกรณีที่มีสารแต่ละชนิดมีค่า detector response แตกต่างกัน ทำให้พื้นที่  
หักของสารเหล่านั้นในตัวอย่างไม่เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาค่า  
correction factor เพื่อใช้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบ ค่า correction factor นี้จะแตกต่างกันตาม  
ชนิดของสารและชนิดของดีเทคเตอร์

$$\therefore \% A = \frac{\text{พื้นที่ของหัก A} / F_A}{\text{พื้นที่รวม} / \text{Factors}} \times 100$$

$W_A$  = น้ำหนักของสาร A ( สารมาตรฐาน )

$W_B$  = น้ำหนักของสาร B

$A_A$  = พื้นที่พีคของสาร A

$A_B$  = พื้นที่พีคของสาร B

$F_B$  = correction factor ของสาร B เทียบกับสาร A เมื่อน้ำหนักเท่ากัน

ค่า response ของดีเทคเตอร์นี้ไม่ขึ้นกับ อุณหภูมิ แก๊สพา และอัตราการไหลของแก๊ส

ข้อควรระวังในการหาโดยวิธี normalization คือ

1. ปริมาณของสารที่ฉีดเข้าเครื่อง GC ต้องรู้อย่างแน่นอน
2. หาพื้นที่พีคต้องถูกต้อง
3. ปริมาณของสารที่ใส่จะต้องอยู่ในช่วงที่สภาวะไวของดีเทคเตอร์เป็นเส้นตรง



## วิธีการ

ตัวอย่างขวดบรรจุน้ำมันพืช กล่องบรรจุอาหารและแผ่นฟิล์มที่เป็นพลาสติกชนิด Polyvinyl chloride จำนวน 75 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทดลองวิเคราะห์ cresol phosphoric acid ester จากวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 656-2529

1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน cresol ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานผสมของ m-cresol, o-cresol, และ p-cresol ที่มีความบริสุทธิ์อย่างละ 0.044 gm มาละลายใน ethanol แล้วเติม ethanol จนปริมาตรเป็น 150 ml

1.2 ทดลองหาสภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ ของ GC จนสามารถแยกสารได้ดีที่สุด โดยใช้คอลัมน์แก้ว บรรจุด้วย diatomaceous earth ซึ่งเคลือบด้วย trixylenyl phosphate และ phosphoric acid

1.3 นำตัวอย่างขวดบรรจุน้ำมัน กล่องบรรจุอาหารและแผ่นฟิล์มที่เป็นพลาสติกชนิด Polyvinyl Chloride จำนวน 75 ตัวอย่าง ตรวจสอบยืนยันด้วยเครื่อง Infrared Spectrophotometer

1.4 เตรียมสารละลายตัวอย่างแต่ละชนิดตามข้อ 1.3 โดยตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ คลุกเคล้ากันให้ทั่ว

1.4.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 gm ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 500ml ที่มีจุกปิด

1.4.2 เติม carbon tetrachloride 100 ml และ methanol 500 ml ต่อกับเครื่องควมแน่นกลั่นกลับ แล้วทำให้ร้อนในอ่างน้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยเขย่าเป็นครั้งคราว ทำให้เย็นแล้วกรอง

1.4.3 นำสารละลายที่กรองได้ไปทำให้ระเหยบนอ่างน้ำจนแห้ง

1.4.4 ละลายภาคที่เหลือใน ethanol แล้วเติม ethanol จนปริมาตรเป็น 5 ml

1.4.5 นำสารละลายที่ได้มา 2.5 ml ใส่ในขวดแก้วรูปกรวยที่มีจุกปิด เติมสารละลาย potassium hydroxide ใน ethanol 60 ml ต่อกับเครื่องควมแน่นกลั่นกลับ ทำให้ร้อนในอ่างน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็น

1.4.6 เติมน้ำกลั่น 30 ml นำสารละลายไปทำให้เข้มข้นภายใต้สภาพลดความดันจนกระทั่งปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 30 ml

1.4.7 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เป็น 3 โดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกทีละหยด

1.4.8 ถ่ายสารละลายลงในกรวยแยก ล้างขวดแก้วรูปกรวยด้วย diethyl ether ครั้งละ 20 ml 2 ครั้งแล้วรวม diethyl ether ที่ใช้สกัด 2 ครั้งนี้กับ diethyl ether ที่ใช้ล้างทั้งหมดในกรวยแยก เขย่ากรวยแยกอย่างแรง แล้วทิ้งให้แยกชั้น

1.4.9 โขสารละลายที่อยู่ชั้นล่างใส่กรวยแยกอีกใบหนึ่ง สกัดด้วย diethyl ether ครั้งละประมาณ 40 ml 2 ครั้ง แล้วรวม diethyl ether ที่ใช้สกัด 2 ครั้งนี้กับ diethyl ether ที่ใช้สกัดครั้งแรก นำไประเหยในเครื่องสูญญากาศ จนปริมาตรลดลงเหลือ 1 ml แล้วเติม ethanol จนปริมาตรเป็น 5 ml

### 1.5 วิเคราะห์

ฉีดสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานผสม cresol อย่างละ 5  $\mu$ l เข้าใน Gas Chromatography ทีละครั้งโดยใช้สภาวะเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบ retention time ที่ได้จากโครมาโตแกรมของตัวอย่าง กับโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน cresol

1.6 คำนวณหาปริมาณ cresol phosphoric acid ester ในแต่ละตัวอย่างโดยคำนวณพื้นที่โครมาโตแกรมของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับพื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน cresol

2. ศึกษาทดลองวิธีวิเคราะห์ vinyl chloride monomer จากวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 656-2529

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer ใน ethanol ให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กันดังนี้

2.1.1 ชั่งขวด vial ขนาด 10 ml พร้อมด้วยจุกยาง silicone ที่มีฝาครอบอะลูมิเนียม (cap) แต่ละขวด จำนวน 6 ขวด บันทึกน้ำหนักเป็นกรัม ตามลำดับ

2.1.2 เติม ethanol ลงไปในแต่ละขวด ปริมาตร 5, 4.9, 4.75, 4.65 และ 4.50 ml ตามลำดับ ปิดขวดด้วยจุกยาง silicone ที่มีฝาครอบอะลูมิเนียม (cap)

2.1.3 ไซ้เข็ม syringe ขนาด 1000  $\mu$ l ฉีดสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer ที่มีความเข้มข้น 1  $\mu$ g/ml ปริมาตร 0, 100, 250, 350, และ 500  $\mu$ l ลงในขวดตามข้อ 2.1.2 ตามลำดับโดยไซ้เข็ม syringe เจาะผ่านจุกยาง silicone ลงไปในขวด แล้วชั่งน้ำหนักแต่ละขวดตามลำดับ

2.1.4 จำนวนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer ใน ethanol แต่ละขวดจะได้ความเข้มข้นคือ 0, 0.273, 0.0505, 0.0998 ug/ml ตามลำดับ

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer จำเป็นต้องมีความละเอียดระมัดระวังสูง การเตรียมแต่ละขั้นตอนตามข้อ 2.1 ต้องแช่ขวดตัวอย่างในอ่างที่มีน้ำแข็งแห้ง และ methanol เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  เนื่องจาก vinyl chloride monomer เป็นสารก่อกัมเริงและระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิมากกว่า  $0^{\circ}\text{C}$

2.2 ใช้ syringe ขนาด 10  $\mu\text{l}$  ดูดสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer ที่ได้ตามข้อ 2.1 ปริมาตร 5  $\mu\text{l}$  ฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatography โดยใช้คอลัมน์แก้วบรรจุด้วย diatomaceous earth ขนาด 149 ถึง 177  $\mu\text{m}$  ซึ่งเคลือบด้วย polypropylene glycol รอยละ 15 ถึง 20 ของน้ำหนัก diatomaceous earth แล้วทดลองหาสภาวะหรือเงื่อนไขต่าง ๆ จนได้การแยกสารที่ดีที่สุดบันทึกพื้นที่ peak ของแต่ละความเข้มข้น นำไป plot กราฟระหว่างความเข้มข้นเป็น ug/ml กับพื้นที่ peak

2.3 เตรียมตัวอย่างภาชนะที่บรรจุ สัมผัส และห่อหุ้มอาหารที่เป็นชนิด polyvinyl chloride ซึ่งได้ตรวจยืนยันชนิดของพลาสติกด้วยเครื่อง Infrared Spectrophotometer ที่ช่วงเลขคลื่น (wave number ) 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  แล้วได้แก้วคลุมบรรจุน้ำมันพืชจำนวน 40 ตัวอย่างและฟิล์มพลาสติกหุ้มห่อผลิตภัณฑ์อาหารและกล่องบรรจุอาหารจำนวน 35 ตัวอย่าง

2.4 เตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ โดยตัดตัวอย่างพลาสติกเฉพาะส่วนที่ไม่มีหมึกพิมพ์ออกเป็นชิ้น โดยแต่ละชิ้นมีพื้นที่ไม่เกิน 5  $\text{mm}^2$  แล้วชั่งประมาณ 1 gm ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในขวดแก้วที่มีขีดบอกปริมาตรขนาด 20 ml เติม tetrahydrofuran ที่มีความบริสุทธิ์สูง (โดยใช้ HPLC grade หรือกลั่นกับ aluminium lithium hydrate ก่อน) พอสมควร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น โดยเขย่าเป็นครั้งคราว หลังจากตัวอย่างละลายหมดแล้วเติม tetrahydrofuran จนถึงขีดปริมาตร แล้วแช่ไว้ในภาชนะที่บรรจุ methanol และน้ำแข็งแห้ง

2.5 วิเคราะห์โดยฉีดสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer และสารละลายตัวอย่าง อย่างละ 5  $\mu\text{l}$  เข้าไปใน Gas Chromatography ทีละครั้ง โดยใช้สภาวะเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบ retention time ที่ได้จากโครมาโตแกรมของตัวอย่าง กับโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer

2.6 คำนวณหาปริมาณ vinyl chloride monomer ในแต่ละตัวอย่าง โดยคำนวณพื้นที่โครมาโตแกรมตัวอย่าง เปรียบเทียบกับพื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลาย

มาตรฐาน vinyl chloride monomer (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในสรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง)

### เวลาและสถานที่

ปี พ.ศ. 2537-2538

กลุ่มงานตรวจสอบและออกไปรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก

กองเกษตรเคมี

กรมวิชาการเกษตร

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ตัวอย่างภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ที่เป็นขวดบรรจุน้ำมัน กล่องบรรจุอาหาร และแผ่นฟิล์มจำนวน 75 ตัวอย่างพบว่า ปริมาณ cresol phosphoric acid esters อยู่ในช่วง 4.81-100 mg/kg (ค่าเฉลี่ย 46.06 mg/kg) ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 กำหนดไว้ไม่เกิน 1000 mg/kg

การวิเคราะห์ตัวอย่างขวดบรรจุน้ำมันพืชชนิด โพลีไวนิลคลอไรด์ จำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณ vinyl chloride monomer อยู่ในช่วง 0.0091-0.0710 mg/kg (ค่าเฉลี่ย 0.0361 mg/kg ) สำหรับฟิล์มพลาสติกหุ้มห่อผลิตภัณฑ์อาหารและกล่องบรรจุอาหารที่เป็นโพลีไวนิลคลอไรด์ จำนวน 35 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณ vinyl chloride monomer อยู่ในช่วง 0.0065-0.45 mg/kg (ค่าเฉลี่ย 0.1980 mg/kg) จะเห็นว่าทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์หาปริมาณ vinyl chloride monomer ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 และ Japanese Food Sanitation Law 1986 ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 1 mg/kg

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ cresol phosphoric acid esters และ vinyl chloride monomer (VCM) ในภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารชนิด polyvinyl chloride

### 1. cresol phosphoric acid esters (CPE)

จากการทดลองโดยใช้คอลัมน์แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm ยาว 2100 mm บรรจุด้วย diatomaceous earth ซึ่งเคลือบด้วย trixylenyl phosphate และ phosphoric acid ใช้ Flame ionization detector (FID) ได้เงื่อนไข (conditions) ที่วิเคราะห์ได้ดีที่สุดคือ

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Column temperature    | 130 °C    |
| Injection temperature | 190 °C    |
| Nitrogen flow rate    | 70 ml/min |
| Injection Volume      | 5 µl      |

จาก GC chromatogram ของ cresol, retention time ของ o-cresol 21.05 min แต่ m-cresol และ p-cresol จะเป็น peak เดียวกันที่ 27.85 min ดังรูปที่ 5, 6

การวิเคราะห์ตัวอย่าง polyvinyl chloride ที่เป็นขวดบรรจุน้ำมัน กล่องบรรจุอาหาร และแผ่นฟิล์ม จำนวน 75 ตัวอย่าง ปริมาณ cresol phosphoric acid esters อยู่ในช่วง 4.18-100 mg/kg พบว่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 พ.ศ. 2528 (กำหนด 1,000 mg/kg)

### 2. Vinyl Chloride Monomer (VCM)

รูปที่ 1 แสดง IR spectrum ของ polyvinyl chloride ซึ่งเป็นการยืนยันชนิดของพลาสติก

จากการทดลอง ได้สภาวะเงื่อนไข (conditions) ของ GC ที่สามารถแยกสารที่ดีที่สุด ดังนี้

คอลัมน์แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 mm ยาว 2100 mm บรรจุด้วย diatomaceous earth ขนาด 119 ถึง 177 µm ซึ่งเคลือบด้วย polypropylene glycol ร้อยละ 15 ถึง 20 ของน้ำหนัก diatomaceous earth

ใช้ Flame ionization detector (FID)

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Column temperature    | 40 °C       |
| Injection temperature | 120 °C      |
| Temperature program   | 40°- 150 °C |

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Program rate     | 40°C/min  |
| Nitrogen flow    | 70 ml/min |
| Injection volume | 5 µl      |
| Retention time   | 0.522 min |

ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 3 แสดง calibration curve ของ vinyl chloride monomer จากการฉีดสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

| ปริมาณ vinyl chloride monomer<br>(ug/ml) | retention<br>time (min) | พื้นที่ |
|--|-------------------------|---------|
| 0  | -                       | -       |
| 0.0273                                   | 0.522                   | 1005    |
| 0.0505                                   | 0.521                   | 1906    |
| 0.0692                                   | 0.518                   | 2780    |
| 0.0998                                   | 0.522                   | 3636    |

รูปที่ 4 แสดง chromatogram ของ vinyl chloride monomer ในตัวอย่างแผ่นฟิล์มพลาสติกชนิด polyvinyl chloride มี retention time 0.522 min เมื่อเปรียบเทียบกับค่า retention time ในสารมาตรฐาน 0.522 min

### 3.เทคนิคในการดำเนินงาน

3.1. ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน cresol ต้องมีความระมัดระวังสูง เนื่องจากเป็นสาร toxic มีผลต่อตาและผิวหนัง จึงต้องใช้ตู้ควันที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น toxic fume hood

3.2. การเตรียมคอลัมน์แก้ว ที่บรรจุด้วย diatomaceous earth เคลือบด้วย trixylethyl phosphate และ phosphoric acid และคอลัมน์แก้วที่บรรจุด้วย diatomaceous earth ซึ่งเคลือบด้วย polypropylene glycol ต้องระมัดระวังในการบรรจุให้สม่ำเสมอ โดยใช้เครื่อง suction apparatus และ ultrasonic bath ช่วย เพื่อให้แยกสารที่ดีที่สุดนั้น ค่อนข้างยุ่งยากมาก เพราะต้องการให้สารที่บรรจุนั้นมีความหนาแน่น สม่ำเสมอตลอดความยาวของคอลัมน์แก้ว ซึ่งเปราะและแตกง่ายมีขนาดเล็กแต่มีความยาวมาก

3.3. การเตรียมตัวอย่างทดลอง เนื่องจากต้องผ่านหลายขั้นตอน คือ การควบแน่นกลั่นกลับ (reflux) ระเหยภายใต้สภาพลดความดันเพื่อลดปริมาตร และการสกัด ซึ่งแต่ละขั้นตอนต้องทำหลายครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีความระมัดระวังมาก มิให้ปริมาตร cresol phosphoric acid ester สูญหายไปในขณะที่ทำการเตรียมสารละลายตัวอย่างเพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

3.4. สารละลายมาตรฐาน vinyl chloride monomer เป็นสารที่ควบคุม ไม่มีจำหน่ายในประเทศ จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยัง volatile ได้ง่าย และเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic substance) การเตรียมสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างต้องมีความระมัดระวังสูงที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้องโดยแช่ตัวอย่างในภาชนะที่บรรจุเมทานอลกับน้ำแข็งแห้ง เพื่อเพิ่มความเย็น แล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $-14^{\circ}\text{C}$  ใช้ตู้ควันทันที่มีประสิทธิภาพมาก เช่น toxic fume hood เพื่อป้องกันอันตราย ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานต้องแม่นยำมาก โดยใช้เข็ม syringe ดูดขึ้นมาซึ่งต้องใช้เทคนิคเฉพาะความชำนาญ และประสบการณ์ในการเตรียม

3.5. การใช้ตัวทำละลาย tetrahydrofuran และ ethanol ต้องมีความบริสุทธิ์สูง เพื่อปราศจากสารเจือปน อันอาจไปมีผลต่อ peak โดยใช้ HPLC grade หรือใช้ tetrahydrofuran ซึ่งกลั่นกับ aluminium lithium hydrate

3.6. การต่อคอลัมน์แก้วกับเครื่อง GC ต้องเช็กละเอียด เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเป็นตัวพาให้สารแยกออกได้ดี

3.7. การวิเคราะห์โดยเครื่องมือ Gas Chromatograph จำเป็นต้องมี การหาสภาวะหรือเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดจึงต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และทดลองเปลี่ยนตัวแปรไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ peak ออกมาชัดเจนที่สุด เช่น อุณหภูมิคอลัมน์ การตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ รวมทั้งการปรับปริมาณก๊าซในโตรเจนให้เหมาะสม เพื่อจะเป็นตัวหาให้สารละลายตัวอย่างแยกออกมาเป็น peak ได้ดีที่สุด

3.8. การตรวจหาชนิดพลาสติกด้วยเครื่อง Infrared Spectrophotometer เพื่อขึ้นย่นชนิดของพลาสติก จำเป็นต้องเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสม มีการใช้ solvent ละลาย และนำไปประเหตด้วยเครื่องอบสูญญากาศเพื่อลด solvent จากตัวอย่างให้หมด ไม่มี spectrum ของ solvent มาเกี่ยวข้องเพื่อให้ง่ายต่อการแยกชนิดของพลาสติก



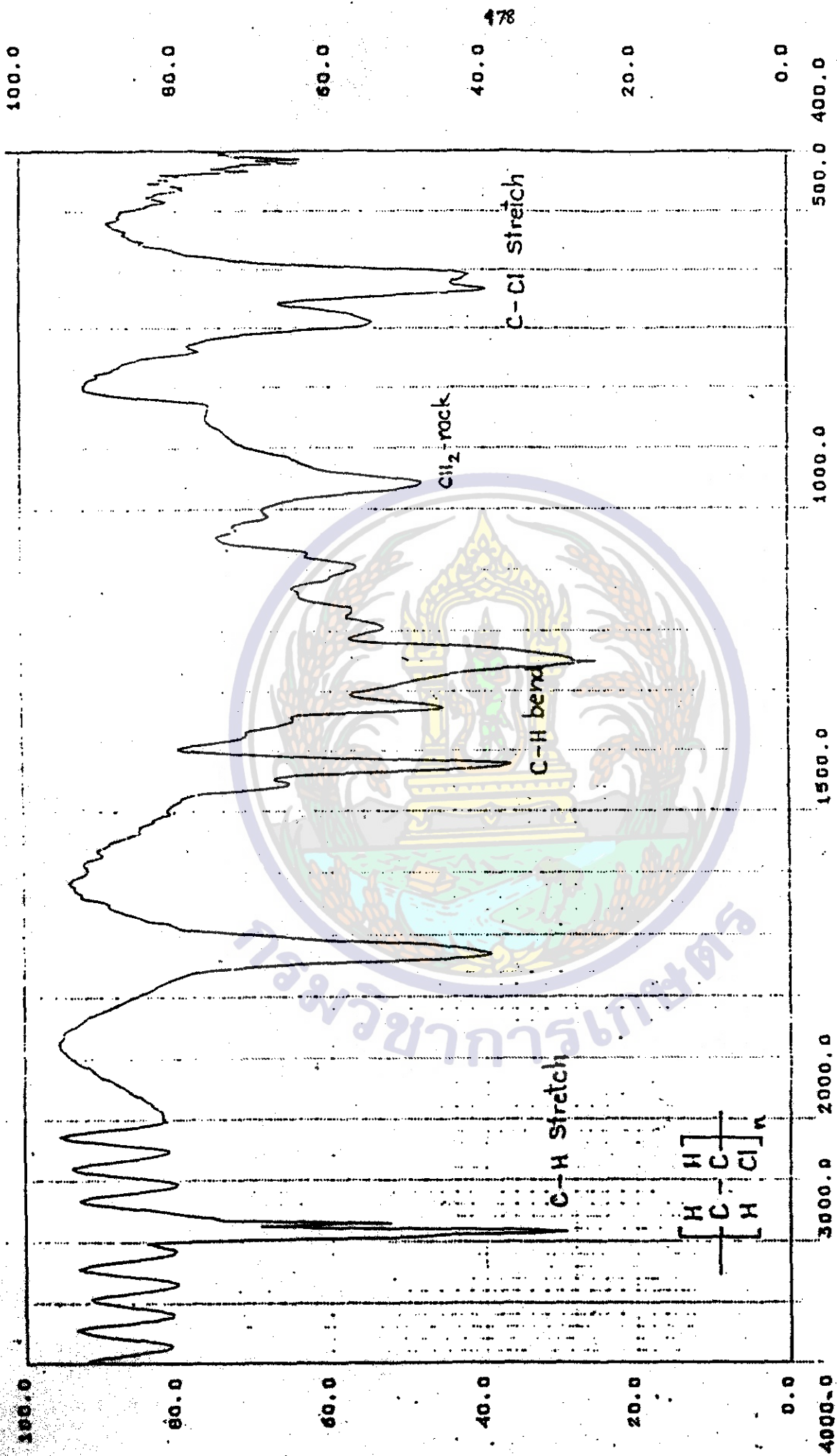
## สรุปผลการทดลอง

1. ได้วิธีวิเคราะห์ cresol phosphoric acid esters โดยวิธี Gas Chromatography โดยได้เงื่อนไขและสภาวะที่เหมาะสม สามารถวิเคราะห์ได้ดีที่สุดคือ ใช้คอลัมน์แก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm. ยาว 2100 mm. บรรจุด้วย diatomaceous earth ซึ่งเคลือบด้วย trixylenyl phosphate และ phosphoric acid ใช้ flame ionization detector (FID), column temperature  $130^{\circ}\text{C}$ , injection temperature  $190^{\circ}\text{C}$ , nitrogen flow rate 70 ml/min และ injection volume 5  $\mu\text{l}$ .

2. ได้วิธีวิเคราะห์ vinyl chloride monomer โดยวิธี Gas Chromatography โดยได้เงื่อนไขและสภาวะที่เหมาะสม สามารถวิเคราะห์ได้ดีที่สุดคือ ใช้คอลัมน์แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm. ยาว 2100 mm. บรรจุด้วย diatomaceous earth ซึ่งเคลือบด้วย polypropylene glycol ร้อยละ 15 ถึง 20 ของน้ำหนัก diatomaceous earth ใช้ flame ionization detector (FID), column temperature  $40^{\circ}\text{C}$ , injection temperature  $120^{\circ}\text{C}$ , temperature program  $40^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$  program rate  $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , nitrogen flow 70 ml/min injection volume 5  $\mu\text{l}$ .

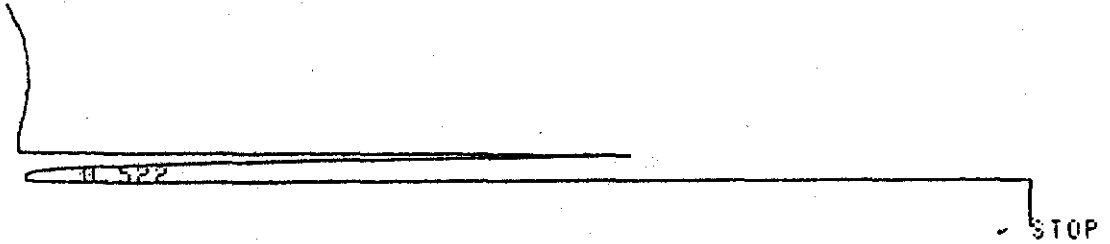
3. ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการวิเคราะห์โดย Gas Chromatography และการแก้ไข กล่าวคือ ปัญหาการไหลของก๊าซในโครเจนไม่สม่ำเสมอ ต้องแก้ไขไม่ให้เกิดการรั่วโดยต้องต่อคอลัมน์แก้วกับตัวเครื่อง GC ด้วยความระมัดระวังและแน่นพอ ทั้งนี้เนื่องจากคอลัมน์แก้วมีความยาวมาก แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเล็กมาก ทำให้เปราะและแตกหักง่าย

4. ได้ข้อมูลคุณภาพของภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารที่ทำจาก Polyvinyl chloride โดยพบว่าปริมาณ cresol phosphoric acid esters และ vinyl chloride monomer ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนด และข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเพื่อลดปริมาณต่อไป



រូបភាព 1 ផ្តល់ IR Spectrum របស់ប៉ូលីវីនីល ក្លរីដ (PVC)

START 1

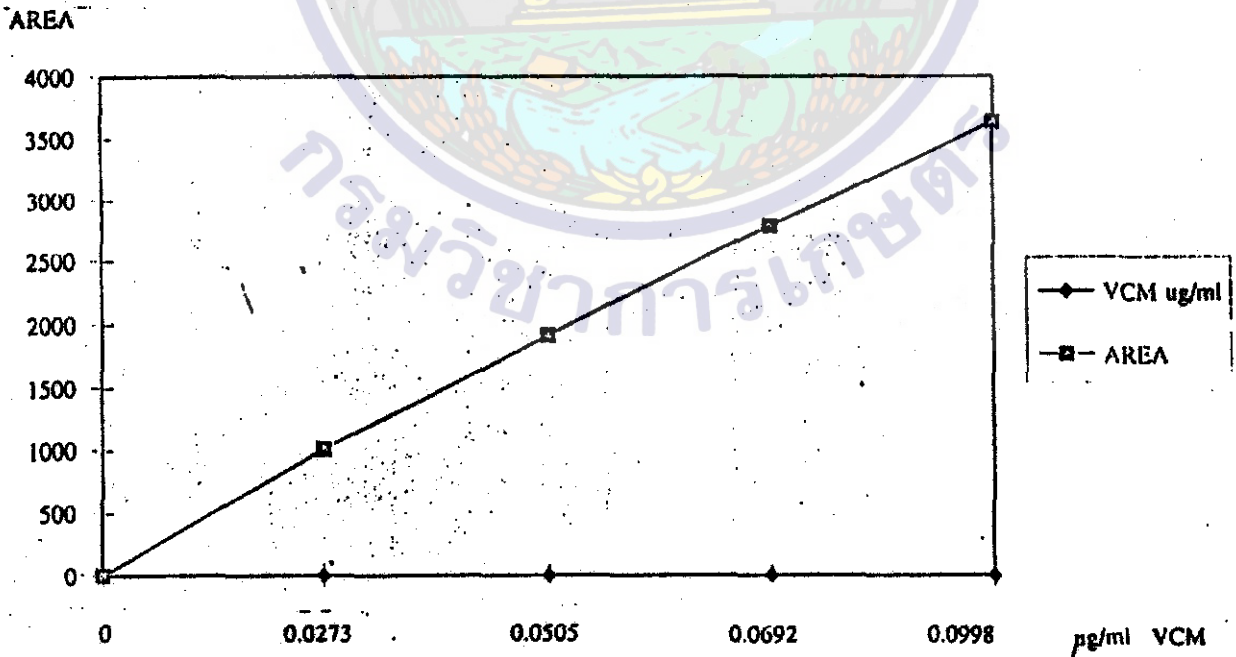


CHROMATOPAC C-R3A  
 SAMPLE NO 0  
 REPORT NO 8

FILE 0  
 METHOD 41

| PKNO  | TIME  | AREA | HK | IDNO | CONC | NAME |
|-------|-------|------|----|------|------|------|
| 1     | 0.522 | 3601 |    |      | 100  |      |
| TOTAL |       | 3601 |    |      | 100  |      |

รูปที่ 2 แสดง Chromatogram peak ของ สารละลายมาตรฐาน VCM ที่ความเข้มข้น 0.1  $\mu\text{g/ml}$



รูปที่ 3 แสดง Calibration curve ของ VCM 5  $\mu\text{l}$  injection

START 1

0.25

0.522

STOP

CHROMATOPAC C-R3A  
 SAMPLE NO 0  
 REPORT NO 2

FILE 0  
 METHOD 41

| PKNO  | TIME  | AREA | HK | IDNO | CONC    | NAME |
|-------|-------|------|----|------|---------|------|
| 1     | 0.25  | 1617 |    |      | 66.1243 |      |
| 2     | 0.522 | 829  |    |      | 33.8757 |      |
| TOTAL |       | 2446 |    |      | 100     |      |

รูปที่ 4 แสดง Chromatogram peak ของ VCM ในตัวอย่างแผ่นฟิล์มพลาสติก  
 ห่อหุ้มอาหารชนิด Polyvinyl chloride โดยใช้ตัวอย่างหนัก 1.0 g.  
 ความเข้มข้นของ VCM ที่คำนวณได้คือ 0.45 mg/kg

กรมวิชาการเกษตร



รูปที่ 5 แสดง Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน 0-cresol ความเข้มข้น 100 ppm และ m,p cresol ที่ความเข้มข้น 200 ppm



รูปที่ 6 แสดง Chromatogram ของตัวอย่างขวดน้ำกึ่งขุ่น Polyvinyl Chloride โดยใช้น้ำหนักตัวอย่าง 10.0 g ความเข้มข้นของ Cresol phosphoric acid ester ที่คำนวณได้ คือ 31.38 mg/kg

ผลวิเคราะห์ปริมาณครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ และ ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ ในตัวอย่างไขมันพืช

| แหล่งที่มาของตัวอย่าง                 | จำนวนตัวอย่าง | ครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์<br>(mg/kg.) |           | ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์<br>(mg/kg.) |           |
|---------------------------------------|---------------|--|-----------|-------------------------------------|-----------|
|                                       |               | ค่าต่ำสุด                                  | ค่าสูงสุด | ค่าต่ำสุด                           | ค่าเฉลี่ย |
| บริษัท ธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด | 10            | 50.32                                      | 92.16     | 0.0093                              | 0.0692    |
| บริษัท มรกต อินดัสตรีส์ จำกัด         | 10            | 17.31                                      | 81.63     | 0.0091                              | 0.0663    |
| บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด        | 10            | 16.32                                      | 63.61     | 0.0113                              | 0.0601    |
| บริษัท น้ำมันพืชแดนदारท์ จำกัด        | 10            | 36.37                                      | 99.87     | 0.0012                              | 0.0632    |
|                                       |               |  |           |                                     | 0.0380    |
|                                       |               |  |           |                                     | 0.0416    |
|                                       |               |  |           |                                     | 0.0316    |
|                                       |               |  |           |                                     | 0.0341    |

ผลวิเคราะห์ปริมาณครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ และ ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ ในตัวอย่างแผ่นฟิล์ม PVC

| แหล่งที่มาของตัวอย่าง           | จำนวนตัวอย่าง | ครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ (mg/kg.) |           |           | ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ (mg/kg.) |           |           |
|---------------------------------|---------------|---|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|
|                                 |               | ค่าต่ำสุด                               | ค่าสูงสุด | ค่าเฉลี่ย | ค่าต่ำสุด                        | ค่าสูงสุด | ค่าเฉลี่ย |
| Sun Wrap อายี เคมีคอล อินดัสตรี | 5             | 4.81                                    | 10.32     | 8.16      | 0.0065                           | 0.0101    | 0.0080    |
| ท็อปแรมป์ เทอริแม็ค สยาม        | 5             | 6.32                                    | 10.11     | 8.51      | 0.0088                           | 0.0593    | 0.0195    |
| MMP แพ็คเกจจิ้ง กรุ๊ป           | 5             | 6.67                                    | 10.21     | 8.86      | 0.007                            | 0.018     | 0.0115    |

ผลวิเคราะห์ปริมาณครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ และ ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ ในตัวอย่างกล่องบรรจุอาหาร

| แหล่งที่มาของตัวอย่าง    | จำนวนตัวอย่าง | ครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ |           |           | ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ |           |           |
|--------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
|                          |               | ค่าต่ำสุด                      | ค่าสูงสุด | ค่าเฉลี่ย | ค่าต่ำสุด               | ค่าสูงสุด | ค่าเฉลี่ย |
| หจก. เอ็ม วี เอส เทรคดิง | 5             | 28.93                          | 45.38     | 35.47     | 0.1313                  | 0.45      | 0.3271    |
| บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด   | 10            | 4.88                           | 8.02      | 6.18      | 0.0916                  | 0.2111    | 0.1279    |
| MMP แพ็คแกจจิง กรุ๊ป     | 5             | 39.99                          | 66.73     | 55.45     | 0.2177                  | 0.4456    | 0.3679    |

## เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะและเครื่องใช้พลาสติกสำหรับอาหาร มอก. 655 หน้า 3-10
2. กระทรวงอุตสาหกรรม 2529 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร มอก. 656 หน้า 38-46
3. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ. 2528)
4. หมั้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรผสม. Principles and Techniques of Instrumental Analysis หน้า 811 - 860.
5. อมร วงศ์รัศมีพานิช และ คณะ 2528 ภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร ว. กรมวิทย์ . พ . 27 (4) หน้า 369-383
6. Lefaux , R. 1968. Practical Toxicology of Plastics. Ilffe Book . LTD . London . p 82
7. Japanese Food Sanitation Law 1986.

| ผลวิเคราะห์ปริมาณ คีรีชอล ฟอสฟอริก แอซิด และ ไวนิลคลอไรด์ โมโนเมอร์ ในตัวอย่างภาษาชะบรจุทอาหารชนิด โพลีไวนิลคลอไรด์ โดยใช้อุปกรณ์มือ |         |                   |  |                |                                  |
|--|---------|-------------------|--|----------------|----------------------------------|
| Gas Liquid Chromatograph   |         |                   |  |                |                                  |
| ลำดับที่   | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง | แหล่งที่มาของตัวอย่าง                  | ปริมาณ (mg/kg) | วิธีวิเคราะห์                    |
| 1  | 1620/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 78.63          | คีรีชอล ฟอสฟอริก แอซิด โมโนเมอร์ |
| 2  | 1621/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 63.61          |                                  |
| 3  | 1622/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 85.9           |                                  |
| 4  | 3217/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 76.11          |                                  |
| 5  | 3218/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 67.18          |                                  |
| 6  | 3219/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 50.32          |                                  |
| 7  | 3227/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 61.78          |                                  |
| 8  | 3228/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 92.16          |                                  |
| 9  | 3244/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 85.39          |                                  |
| 10   | 3245/37 | ขวดน้ำมันพืชทุก   | บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์ขนานนำมันพืชจำกัด | 66.63          |                                  |
| 11   | 1614/37 | ขวดน้ำมันพืชขมกรด | บริษัทขมกรด อินดัสตรีส์ จำกัด          | 59.58          |                                  |
| 12   | 1615/37 | ขวดน้ำมันพืชขมกรด | บริษัทขมกรด อินดัสตรีส์ จำกัด          | 17.31          |                                  |
| 13   | 1616/37 | ขวดน้ำมันพืชขมกรด | บริษัทขมกรด อินดัสตรีส์ จำกัด          | 61.18          |                                  |
| 14   | 3212/37 | ขวดน้ำมันพืชขมกรด | บริษัทขมกรด อินดัสตรีส์ จำกัด          | 32.78          |                                  |
| 15   | 3213/37 | ขวดน้ำมันพืชขมกรด | บริษัทขมกรด อินดัสตรีส์ จำกัด          | 36.32          |                                  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง | แหล่งที่มาของตัวอย่าง          | ปริมาณ (mg/kg) | ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ |
|----------|---------|-------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|
| 16       | 3214/37 | ขวดน้ำมันพืชขมรกต | บริษัทขมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด  | 81.63          | 0.0165                  |
| 17       | 3256/37 | ขวดน้ำมันพืชขมรกต | บริษัทขมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด  | 77.32          | 0.0539                  |
| 18       | 3258/37 | ขวดน้ำมันพืชขมรกต | บริษัทขมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด  | 50.08          | 0.0533                  |
| 19       | 3259/37 | ขวดน้ำมันพืชขมรกต | บริษัทขมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด  | 48.88          | 0.0663                  |
| 20       | 3260/37 | ขวดน้ำมันพืชขมรกต | บริษัทขมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด  | 47.39          | 0.071                   |
| 21       | 1869/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 16.32          | 0.015                   |
| 22       | 1870/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 17.38          | 0.0113                  |
| 23       | 1871/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 32.59          | 0.021                   |
| 24       | 3231/7  | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 44.43          | 0.0221                  |
| 25       | 3232/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 31.38          | 0.0113                  |
| 26       | 3233/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 47.17          | 0.0351                  |
| 27       | 3272/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 63.61          | 0.0601                  |
| 28       | 3273/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 59.87          | 0.06                    |
| 29       | 3282/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 44.4           | 0.0404                  |
| 30       | 3283/37 | ขวดน้ำมันพืชทิพ   | บริษัท อุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด | 43.36          | 0.04                    |
| 31       | 1623/37 | ขวดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนคารา จำกัด   | 99.87          | 0.0632                  |
| 32       | 1624/37 | ขวดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนคารา จำกัด   | 63.53          | 0.0211                  |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง | แหล่งที่มาของตัวอย่าง        | ปริมาณ (mg/kg) | ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ |
|----------|---------|-------------------|------------------------------|----------------|-------------------------|
| 33       | 1625/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 77.16          | 0.0393                  |
| 34       | 3215/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 43.59          | 0.0211                  |
| 35       | 3216/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 87.64          | 0.0558                  |
| 36       | 3236/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 36.37          | 0.021                   |
| 37       | 3237/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 66.34          | 0.0092                  |
| 38       | 3263/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 65.23          | 0.0421                  |
| 39       | 3264/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 57.78          | 0.035                   |
| 40       | 3265/37 | ขูดน้ำมันพืชพลอย  | บริษัทน้ำมันพืชแดนदारท จำกัด | 55.33          | 0.0331                  |
|          |         |                   |                              |                | เฉลี่ย = .0361          |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง   | แหล่งที่มาของตัวอย่าง             | ปริมาณ (mg/kg) | ครีซอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ | ไวทิด คอโรไค โมโนเมอร์ |
|----------|---------|---------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------|
| 41       | 3220/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | Sun wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี | 7.89           |                                | 0.0071                 |
| 42       | 3221/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | Sun wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี | 10.32          |                                | 0.0095                 |
| 43       | 3222/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | Sun wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี | 8.86           |                                | 0.0065                 |
| 44       | 3223/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | Sun wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี | 8.93           |                                | 0.0101                 |
| 45       | 3224/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | Sun wrap อาซาฮี เคมีคอล อินดัสตรี | 4.81           |                                | 0.007                  |
| 46       | 1754/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | ทอปเรป เทอริแมค สยาม              | 9.95           |                                | 0.0088                 |
| 47       | 3242/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | ทอปเรป เทอริแมค สยาม              | 10.11          |                                | 0.0593                 |
| 48       | 3243/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | ทอปเรป เทอริแมค สยาม              | 6.32           |                                | 0.0095                 |
| 49       | 3290/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | ทอปเรป เทอริแมค สยาม              | 6.79           |                                | 0.0089                 |
| 50       | 3291/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | ทอปเรป เทอริแมค สยาม              | 9.36           |                                | 0.011                  |
| 51       | 1638/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | MMP แพ็คแกจจิงกรุ๊ป               | 8.85           |                                | 0.018                  |
| 52       | 1626/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | MMP แพ็คแกจจิงกรุ๊ป               | 9.76           |                                | 0.0091                 |
| 53       | 1627/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | MMP แพ็คแกจจิงกรุ๊ป               | 10.21          |                                | 0.0126                 |
| 54       | 3249/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | MMP แพ็คแกจจิงกรุ๊ป               | 6.67           |                                | 0.007                  |
| 55       | 3250/37 | แผ่นฟิล์ม PVC       | MMP แพ็คแกจจิงกรุ๊ป               | 8.81           |                                | 0.0106                 |
| 56       | 3229/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคดิ้ง         | 35.63          |                                | 0.3601                 |
| 57       | 3230/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | หจก. เอ็ม วี เอส เทรคดิ้ง         | 28.93          |                                | 0.4278                 |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง   | แหล่งที่มาของตัวอย่าง     | ปริมาณ (mg/kg) | วิธีวิเคราะห์                     |
|----------|---------|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------------|
|          |         |                     |                           |                | โครมาโตกราฟี แก๊ส-แมสสเปกโตรเมตรี |
| 58       | 6775/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | หจก. เอ็ม วี เอส เทรดดิ้ง | 29.77          | 0.2663                            |
| 59       | 6776/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | หจก. เอ็ม วี เอส เทรดดิ้ง | 45.38          | 0.45                              |
| 60       | 6777/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | หจก. เอ็ม วี เอส เทรดดิ้ง | 37.66          | 0.1313                            |
| 61       | 3238/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 5.36           | 0.1312                            |
| 62       | 3239/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 5.93           | 0.2111                            |
| 63       | 3240/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 4.88           | 0.1231                            |
| 64       | 3241/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 7.63           | 0.0916                            |
| 65       | 3274/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 5.99           | 0.0973                            |
| 66       | 3275/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 6.72           | 0.1277                            |
| 67       | 3276/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 6.38           | 0.1211                            |
| 68       | 3284/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 4.91           | 0.0997                            |
| 69       | 3285/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 5.99           | 0.0999                            |
| 70       | 3286/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด    | 8.02           | 0.1766                            |
| 71       | 3251/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | MMP แพ็คเกจจิง กรุ๊ป      | 58.86          | 0.395                             |
| 72       | 3252/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | MMP แพ็คเกจจิง กรุ๊ป      | 39.99          | 0.2177                            |
| 73       | 3253/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | MMP แพ็คเกจจิง กรุ๊ป      | 66.73          | 0.4114                            |
| 74       | 3254/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | MMP แพ็คเกจจิง กรุ๊ป      | 47.27          | 0.3699                            |

| ลำดับที่ | Lab No  | ประเภทของตัวอย่าง   | แหล่งที่มาของตัวอย่าง | ปริมาณ (mg/kg)  |
|----------|---------|---------------------|-----------------------|---|
|          |         |                     |                       | คริสตอล ฟอสฟอริก แอซิด เอสเทอร์ ไวนิล คลอไรด์ โมโนเมอร์ |
| 75       | 3255/37 | กล่องบรรจุอาหาร PVC | MMP แพ็คเคจิง กรุ๊ป   | 64.41<br>0.4456   |
|          |         |                     |                       | เฉลี่ย = 0.1980   |
|          |         |                     |                       | เฉลี่ย = 46.06  |

