



คู่มือการพิจารณาตอบข้อหารือวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม

จัดทำโดย

นางสาววรรณา รอดรัตน์

สำนักควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

มิถุนายน 2557

คำนำ

ภาคอุตสาหกรรมเคมีนับเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีแนวโน้มการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สร้างรายได้ให้กับประเทศไทย ถ้าดูสถิติการค้าของประเทศไทยในปี ๒๕๕๖ มีการนำเข้าเคมีภัณฑ์สูงเป็น อันดับ ๖ ของมูลค่าการนำเข้าสินค้าทั้งหมด คือมีมูลค่า ๔๓๙,๘๓๕ ล้านบาท ขณะที่มีการส่งออกเคมีภัณฑ์ ไปจำหน่ายต่างประเทศ สร้างรายได้ให้กับประเทศสูงเป็นอันดับ ๕ ของมูลค่าการส่งออกสินค้าทั้งหมด คือมีมูลค่าส่งออก ๒๗๔,๙๕๖ ล้านบาท

ในการทำธุรกิจการนำเข้า ส่งออกสารเคมีเหล่านี้ ผู้ประกอบการจะต้องยื่นเอกสารเพื่อเดินพิธีการศุลกากรในการนำสินค้าออกจากอารักขาของกรมศุลกากร เจ้าหน้าที่ศุลกากรจะเป็นผู้ตรวจสอบในเบื้องต้นว่าสารเคมีที่นำเข้าหรือส่งออกเป็นสิ่งของต้องกักตุนตามมาตรา ๒๗ แห่งพระราชบัญญัติศุลกากร พ.ศ. ๒๕๖๙ และที่แก้ไขเพิ่มเติม หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสิ่งของต้องกักตุนนี้รวมถึงวัตถุดิบตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ ด้วย ถ้าเป็นและผู้ประกอบการไม่ดำเนินการขออนุญาตหรือแจ้งดำเนินการแล้วแต่กรณี กรมศุลกากรจะดำเนินคดีกับผู้ประกอบการ ในแต่ละปีผู้ประกอบการต้องเสียค่าปรับให้กับกรมศุลกากรปีละหลายร้อยล้านบาท ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันมิให้เกิดการกระทำความผิดตามมาตรา ๒๗ แห่งพระราชบัญญัติศุลกากร พ.ศ. ๒๕๖๙ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ผู้ประกอบการจะมีหนังสือหารือสำนักควบคุมวัตถุอันตรายว่าสารเคมีที่จะนำเข้าหรือส่งออกเป็นวัตถุอันตรายหรือไม่ เพื่อจะได้ดำเนินการตามกฎหมายให้ถูกต้อง ซึ่งในแต่ละปีมีปริมาณงานตอบข้อหารือเพิ่มขึ้นทุกปี

ในการตอบข้อหารือดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ ที่มีพื้นความรู้หลากหลาย ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อผิดพลาด หรือมีแนวทางการตอบข้อหารือที่แตกต่างโดยเฉพาะการตอบข้อหารือในเรื่องแนวเดียวกัน แต่พิจารณาตอบไม่เหมือนกัน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์การทำงานของหน่วยงาน ดังนั้น สำนักควบคุมวัตถุอันตรายจึงได้จัดทำคู่มือการพิจารณาตอบข้อหารือทางอุตสาหกรรมขึ้น เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตอบข้อหารือให้มีทิศทางและมีมาตรฐานเดียวกัน

สำนักควบคุมวัตถุอันตราย

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

แนวทางและคู่มือการพิจารณาตอบข้อหาหรือ วัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม

ในการตอบข้อหาหรือผ่านระบบคอมพิวเตอร์ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมดำเนินการอยู่ในปัจจุบันนั้น จะดำเนินการได้อย่างสมบูรณ์เฉพาะเคมีภัณฑ์ที่มีรายชื่อในฐานข้อมูลของระบบเท่านั้น หากระบบตรวจไม่พบจะแจ้งตอบว่า “ให้ยื่นเอกสารเพื่อให้เจ้าหน้าที่พิจารณาอีกครั้งหนึ่ง” ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องมายื่นให้เจ้าหน้าที่พิจารณาตอบว่าเคมีภัณฑ์ดังกล่าวเป็นวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ หรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้เจ้าหน้าที่จะต้องใช้ดุลยพินิจในการพิจารณาและค่อนข้าง ใช้เวลา หากว่าข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการไม่ครบถ้วนสมบูรณ์หรือเจ้าหน้าที่มีภารกิจอื่นที่ต้องดำเนินการ อยู่ก่อนแล้ว ซึ่งผลการพิจารณาที่เกิดการใช้ดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่มีความเสี่ยงในระดับหนึ่งเนื่องจากเจ้าหน้าที่แต่ละท่านจะพิจารณาโดยอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญงานเฉพาะตัว จึงเกิดความเสี่ยงขึ้นได้ในกระบวนการของการกำกับ ดูแลวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม

ดังนั้น การจัดทำหลักเกณฑ์ แนวทางและคู่มือการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม จะเป็นประโยชน์ต่องานตอบข้อหาหรือของเจ้าหน้าที่เป็นอย่างมาก เพื่อให้การพิจารณาของเจ้าหน้าที่เป็นไปในมาตรฐานเดียวกันให้มากที่สุด ช่วยลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เกิดความโปร่งใสและเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นต่อการกิจการกำกับดูแลวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม

คู่มือฉบับนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทางวิชาการ

ส่วนที่ 2 เป็นแนวทางในการพิจารณาตอบข้อหาหรือ

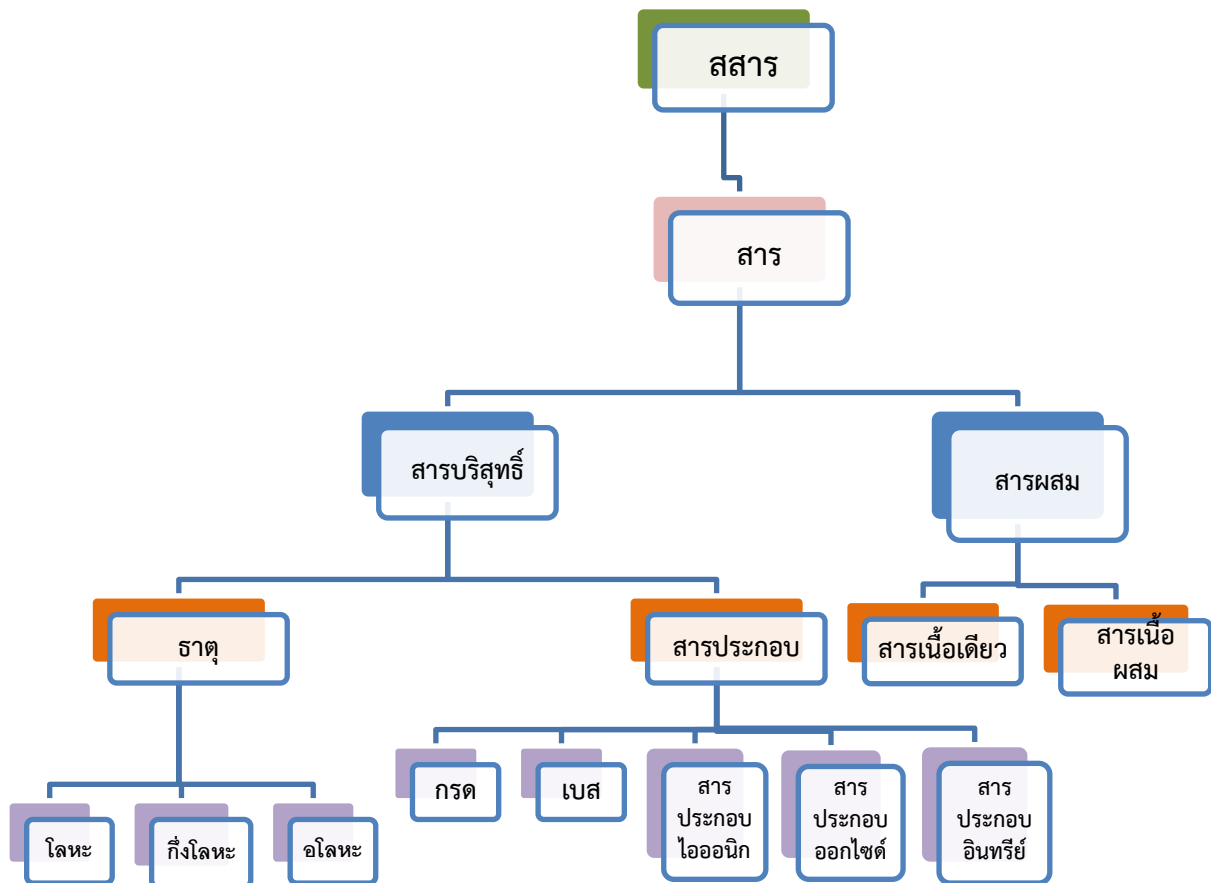
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทางวิชาการ

สารเคมี คืออะไร มีคำจำกัดความได้หลากหลาย ดังต่อไปนี้

สารเคมี[1] คือวัสดุใดๆ ที่สามารถระบุองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอนได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ (H_2O) ประกอบด้วยธาตุ ไฮโดรเจน(H) 2 อะตอม และออกซิเจน(O) 1 อะตอม รวมตัวกัน หรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ก็ประกอบด้วยธาตุ Na และ Cl อย่างละ 1 อะตอม

สารเคมี ในความหมายกว้างๆ สารเคมีหมายถึงสารอนินทรีย์ หรือสารอินทรีย์ที่มีสามารถระบุโมเลกุลของสารได้ อาจปรากฏอยู่ในธรรมชาติ หรือถูกสังเคราะห์ขึ้นจากปฏิกิริยาต่างๆ ก็ได้

โดยทั่วไปแล้ว สารเคมีจะมีสถานะอยู่ 3 สถานะเช่นเดียวกับกับสาร ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สามารถเปลี่ยนสถานะได้ เมื่อสภาวะหรือเงื่อนไขเปลี่ยนไป เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิ ความดัน โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ก็สามารถเปลี่ยนจากสารเคมีหนึ่ง ไปเป็นสารเคมีตัวใหม่ได้ ส่วนพลังงาน เช่น แสง หรือความร้อน ไม่จัดอยู่ในรูปของสาร จึงไม่อยู่ในกลุ่มของสารเคมีในคำจำกัดความนี้



รูปที่ 2-1 ผังแสดงการจำแนกสาร

สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบ ๆ ตัวเรา มีขนาด ต้องการที่อยู่มีมวลสัมผัสได้ เช่น อากาศ

สาร (Substances) คือ สิ่งหนึ่งของสสาร เช่น โต๊ะ แก้ว คน ต้นไม้ อากาศ ก๊าซ O_2 เป็นต้น สารสามารถจำแนกได้ตามรูป 2-1

สารบริสุทธิ์ เป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบชนิดเดียวกันหมด มีสมบัติทั้งทางเคมี และ กายภาพเหมือนกัน เช่น มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวคงที่ ได้แก่ ธาตุ สารประกอบ

ธาตุ ก็มีความหมายถึงสารเคมีเหมือนกัน ไม่สามารถทำลายหรือเปลี่ยนรูปไปเป็นสารเคมีตัวอื่น ๆ ด้วยการใช้ปฏิกิริยาทางเคมี แต่สามารถเปลี่ยนรูปโดยใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ เนื่องจากอะตอมของธาตุแต่ละชนิดจะมีนิวตรอน โปรตอน และอิเล็กตรอน หากเปลี่ยนโดยการเพิ่มนิวตรอนของธาตุเดิม ก็จะได้ไอโซโทป (isotope) ของธาตุนั้นเกิดขึ้นใหม่ เป็นต้น ปัจจุบันมีการค้นพบธาตุเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อยู่ที่ประมาณ 120 ธาตุ มี 80 ธาตุที่มีความเสถียร ธาตุหลักๆ จัดอยู่ในกลุ่มของโลหะ เช่น ทองแดง(Cu) เหล็ก(Fe) ทองคำ(Au) ซึ่งมีคุณสมบัติ นำไฟฟ้า และนำความร้อนได้ดี ส่วนธาตุอโลหะ เช่น คาร์บอน(C) ไนโตรเจน(N) และออกซิเจน(O) จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจะโลหะข้างต้น นอกจากนั้นยังมีธาตุในกลุ่มกึ่งโลหะ(metalloids) เช่น ซิลิกอน(Si) จะมีคุณสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะ

สารประกอบ [2]

สารประกอบ เป็นสารเคมีที่เกิดจากธาตุเคมีตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมารวมตัวกันโดย พันธะเคมี ด้วยอัตราส่วนของส่วนประกอบที่แน่นอน ตัวอย่าง เช่น ไดไฮโดรเจนโมนีออกไซด์ หรือ น้ำ มีสูตรเคมีคือ H_2O ซึ่งเป็นสารที่ประกอบด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และ ออกซิเจน 1 อะตอม

ในสารประกอบ อัตราส่วนของส่วนประกอบจะต้องคงที่และตัวชี้วัดความเป็นสารประกอบที่สำคัญคือ คุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งจะแตกต่างจาก ของผสม(mixture) หรือ อัลลอย (alloy) เช่น ทองเหลือง (brass) ซูเปอร์คอนดักเตอร์ , สารกึ่งตัวนำ อะลูมิเนียม แกลเลียม อาร์เซไนด์(aluminium gallium arsenide) หรือ ช็อกโกแลต (chocolate) เพราะเราสามารถกำหนดอัตราส่วนของของผสมได้

ตัวกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของสารประกอบที่สำคัญคือ สูตรเคมี (chemical formula) ซึ่งจะแสดงอัตราส่วนของอะตอมในสารประกอบนั้นๆ และจำนวนอะตอมในโมเลกุลเดียว เช่น สูตรเคมีของ อีthin (ethene) จะเป็น C_2H_4 ไม่ใช่ CH_2 สูตรไม่ได้ระบุว่าสารประกอบประกอบด้วยโมเลกุล เช่น โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง, $NaCl$) เป็น สารประกอบไอออนิก (ionic compound)

ประเภทของสารประกอบ

- กรด
- เบส
- สารประกอบไอออนิก (ionic compound)
- สารประกอบออกไซด์
- สารประกอบอินทรีย์

สารประกอบประเภท กรด เบส

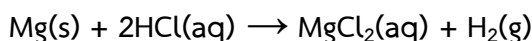
สหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศ (International Union of Pure and Applied Chemistry ,IUPAC) ได้นิยามความหมายของกรด-เบสโดยรวมนิยามของเบรินสเตดและนิยามของ ลิวอิสเข้าด้วยกัน ดังนี้

"กรด หมายถึง หน่วยในระดับโมเลกุลหรือสปีชีส์ใดๆทางเคมีที่มีความสามารถให้ ไฮดรอน (Hydron) (โปรตอน) (ตามนิยามกรดเบรินสเตด) หรือมีความสามารถที่จะสร้างพันธะโคเวเลนต์โดยรับคู่อิเล็กตรอน (ตามนิยามกรดลิวอิส)"

เบส หมายถึง หน่วยในระดับโมเลกุลหรือสปีชีส์ใดๆทางเคมีที่มีความสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับไฮดรอน (Hydron) (โปรตอน) (ตามนิยามเบสเบรินสเตด) หรือกับออร์บิทัลที่ว่างอยู่ของสปีชีส์อื่น ๆ (ตามนิยามเบสลิวอิส)"

สมบัติทั่วไปของกรด [3] ได้แก่

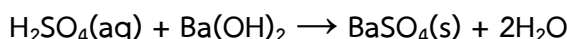
- 1) มีรสเปรี้ยวและมีฤทธิ์ในการกัดกร่อน
- 2) กรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง
- 3). สารละลายกรดนำไฟฟ้าได้และมี $pH < 7$
- 4) กรดทำปฏิกิริยากับโลหะให้แก๊สไฮโดรเจน (ยกเว้นโลหะ Cu, Hg, Ag และ Au) เช่น



5) กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น

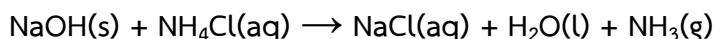


6) กรดเกิดปฏิกิริยาสะเทินกับโลหะออกไซด์และโลหะไฮดรอกไซด์ได้ แก่ลือกับน้ำ เช่น



สมบัติทั่วไปของเบส ได้แก่

- 1) มีรสฝาด ขม เมื่อถูกมือรู้สึกลื่นมือคล้ายสบู่
- 2) เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นน้ำเงิน
- 3) เกิดปฏิกิริยาสะเทินกับกรดได้แกลือกับน้ำ
- 4) สารละลายเบสนำไฟฟ้าได้และมี $\text{pH} > 7$
- 5) ทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) ได้แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ดังสมการ



จากสมบัติทั่วไปของกรดและเบส กรดมีสมบัติบางประการที่เหมือนกัน เช่น มี รสเปรี้ยว เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง และเบสก็มีสมบัติบางประการที่เหมือนกัน เช่น มีรสฝาด เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน การมีสมบัติบางประการที่เหมือนกันนี้แสดงว่าจะมีองค์ประกอบบางอย่างที่เหมือนกัน และองค์ประกอบนั้นน่าจะอยู่ในลักษณะไอออน เพราะสารละลายกรดและเบสสามารถนำไฟฟ้าได้

การแตกตัวของกรดและเบส

- 1) การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่

จะแตกตัวได้หมด ร้อยละ 100 หมายถึง การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ เป็นไอออนได้หมดในตัวทำละลายซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำ เช่น การแตกตัวของกรด HCl จะได้ H^+ และ Cl^- ไม่มี HCl เหลืออยู่ หรือการแตกตัวของเบส เช่น NaOH ได้ Na^+ และ OH^- ไม่มี NaOH เหลืออยู่

2) การแตกตัวของกรดอ่อน

สารละลายกรดอ่อน เช่น กรดแอซติก (CH_3COOH) เมื่อละลายน้ำ จะนำไฟฟ้าได้ไม่ดี ทั้งนี้เพราะกรดแอซติกแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วน เขียนแทนโดยสมการจะใช้ลูกศร $\leftrightarrow$ เพื่อชี้ว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ และอยู่ในภาวะสมดุลกัน เช่น



ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อน นิยมบอกเป็นร้อยละ เช่น กรด HA แตกตัวได้ร้อยละ 10 ในน้ำ หมายความว่า กรด HA 1 โมล เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ H^+ เพียง 0.10 โมล

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของกรดอ่อน} = \frac{\text{จำนวนโมลของกรดที่แตกตัว}}{\text{จำนวนโมลของกรดทั้งหมด}} \times 100$$

การแตกตัวของกรดอ่อนชนิดเดียวกัน จะเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายมีความเจือจางมากขึ้น เช่น กรดแอซิก CH_3COOH ความเข้มข้นต่างกันจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกตัวต่างกัน ดังนี้

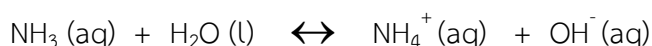
CH_3COOH 1.0 M แตกตัวได้ 0.42 %

CH_3COOH 0.10 M แตกตัวได้ 1.30 %

CH_3COOH 0.010 M แตกตัวได้ 4.20 %

3) การแตกตัวของเบสอ่อน

เบสอ่อนเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนเพียงบางส่วน และปฏิกิริยาการแตกตัวของเบสอ่อนเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เช่น แอมโมเนีย เมื่อละลายน้ำจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้น ดังสมการ



$$\text{เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของเบสอ่อน} = \frac{\text{จำนวนโมลของเบสที่แตกตัว}}{\text{จำนวนโมลของเบสทั้งหมด}} \times 100$$

สำหรับการพิจารณาค่าการแตกตัวของกรดและเบสนั้น นอกจากจะคิดจากเปอร์เซ็นต์การแตกตัวแล้ว อาจจะได้จากค่าคงที่สมดุลของการแตกตัวของกรดหรือเบส (K_a หรือ K_b)

ประโยชน์ของกรด (Uses of Acid)

กรดเป็นสารละลายที่มีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต สามารถแบ่งได้เป็นกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์

กรดอินทรีย์ เป็นกรดที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและจุลินทรีย์หรือจากการสังเคราะห์สามารถรับประทานได้ ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เมื่อนำไปทดสอบกับเจนเซียนไวโอเลตจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น กรดแอซิก (Acetic acid, CH_3COOH) หรือกรดน้ำส้ม ได้จากการหมักแป้งหรือน้ำตาล โดยใช้จุลินทรีย์พบในการผลิตน้ำส้มสายชู เป็นต้น

กรดอนินทรีย์ (กรดแร่) เป็นกรดที่เกิดจากการสังเคราะห์จากแร่ธาตุ ไม่สามารถรับประทานได้ มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง เปลี่ยนสีเจนเซียนไวโอเลตจากสีม่วงเป็นสีเขียวเช่น กรดกำมะถันหรือกรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid, H_2SO_4) ไม่มีสีและกลืน เป็นกรดแก่ สามารถเกิดการกัดกร่อนได้ ใช้สำหรับกำจัดออกไซด์ของโลหะ เช่น สนิมเหล็ก และทำปฏิกิริยารุนแรงกับสารอินทรีย์เหลือเพียงถ่านเท่านั้น เป็นต้น

ประโยชน์ของเบส (Uses of Bases)

สารละลายเบสที่สำคัญได้แก่

- สารประกอบแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ที่เรียกว่าแอมโมเนีย ถูกใช้ในการเตรียมสารประกอบที่สำคัญอย่างเช่น กรดดินประสิวและแอมโมเนียมคลอไรด์ สำหรับ แอมโมเนียใช้ในน้ำยาทำความสะอาด แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เจือจาง ใช้ดื่มเพื่อบำรุงหัวใจ ช่วยในการหายใจ

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ถูกใช้ในผลิตสบู่ พลาสติกและกระดาษ เป็นเบสแก่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนผิวหนัง ใช้จัดสิ่งสกปรกในท่อน้ำทิ้งที่อุดตัน

- แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่รู้จักดีคือ lime water ใช้ในการเตรียมนูนฉาบผนังและปูนขาว

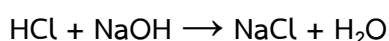
- แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ milk of magnesia สารประกอบเจือจางใช้เป็นยาลดกรดในกระเพาะอาหาร

สารประกอบไอออนิก ในทางเคมี สารประกอบไอออนิก (Ionic compound) เป็น สารประกอบเคมี ที่เกิดจาก โลหะ (ที่มีประจุบวก) กับ อโลหะ (ที่มีประจุลบ) มารวมกันเป็นสารประกอบ (หรือเรียกว่าเป็นเกลือ) โดยยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะไอออนิก ซึ่งสารประกอบไอออนิกจะเป็นสารประกอบที่ไม่มีสูตรเคมี แต่สามารถเขียนสูตรอย่างง่ายได้ เพราะไอออนจะเกาะกันหลายตัว ส่วนใหญ่จะเป็น เกลือกับเบส แต่กรดจะเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

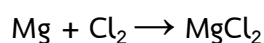
เกลือ เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในธรรมชาติ จัดเป็นสารประกอบไอออนิก เมื่อถูกละลายจะเกิดไอออนบวกและไอออนลบ เกิดการแตกตัว (Ionization) เกลือแกง หรือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเกลือที่รู้จักกันดี

เกลือเตรียมได้จากสารประกอบที่มีไฮโดรเจนไอออน กับไอออนบวกของสารอื่นมีวิธีการเตรียมได้ 3 วิธี

1) ปฏิกิริยาสะเทิน(neutralization) ของกรดและเบส เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากันได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือกับน้ำ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์กับกรดไฮโดรคลอริก จะได้เกลือโซเดียมคลอไรด์ กับน้ำ



2) ปฏิกิริยาของโลหะกับโลหะ เกลือเกิดได้จากการทำปฏิกิริยาโดยตรงของโลหะและโลหะ เช่น โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีนได้เกลือแมกนีเซียมคลอไรด์



3) ปฏิกิริยาของโลหะหรือโลหะออกไซด์กับกรด เมื่อโลหะออกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดจะได้สารผลิตภัณฑ์เป็นเกลือ เช่น แคลเซียมออกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ได้เกลือแคลเซียมคลอไรด์

การละลายของเกลือ (Solubility of Salts)

เกลือไม่ทุกชนิดที่ละลายน้ำได้ บางตัวละลายได้ดี บางตัวละลายได้น้อย และบางตัวก็ไม่ละลายเลย ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การละลายของเกลือชนิดต่างๆ

substance	solubility	example	formula	exceptions
most sodium, potassium and ammonium salts	soluble	sodium chloride	NaCl	
all nitrates	soluble	lead nitrate	PbNO ₃	none
most ethanoates	soluble	sodium ethanoate	CH ₃ COONa	
most chlorides	soluble	copper chloride	CuCl ₂	silver chloride AgCl, lead chloride PbCl ₂

substance	solubility	example	formula	exceptions
most sulfates	soluble	magnesium sulfate	MgSO ₄	lead sulfate PbSO ₄ , barium sulfate BaSO ₄ , calcium sulfate CaSO ₄
carbonates	insoluble	calcium carbonate	CaCO ₃	sodium carbonate Na ₂ CO ₃ , potassium carbonate K ₂ CO ₃ , ammonium carbonate (NH ₄) ₂ CO ₃
hydroxides	insoluble	iron III hydroxide	Fe(OH) ₃	sodium hydroxide NaOH, potassium hydroxide KOH, ammonium hydroxide NH ₄ OH

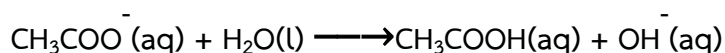
ที่มา : <http://www.wbateman.demon.co.uk>

ปฏิกิริยาของเกลือกับน้ำ เรียกว่า **ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ** เมื่อเกลือทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วเกิดสารใหม่ คือ เกิด H₃O⁺ หรือ OH⁻ ทำให้สารละลายที่เกิดขึ้นแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบส สามารถแบ่งปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือได้ดังนี้

1) ปฏิกิริยาระหว่างเกลือของเบสแก่-กรดอ่อนกับน้ำ เช่น CH₃COONa เป็นเกลือที่เกิดจากกรด CH₃COOH ซึ่งเป็นกรดอ่อนกับเบสแก่ NaOH เกลือ CH₃COONa เมื่อละลายน้ำแตกตัวได้ดังนี้

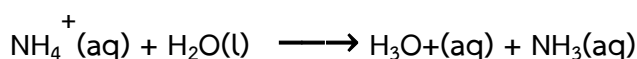
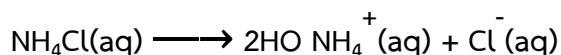


Na⁺ เป็นไอออนที่มาจากกรดแก่ไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ส่วน CH₃COO⁻ เป็นไอออนที่มาจากกรดอ่อนเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสดังสมการ



การละลายน้ำของสารละลายเกลือชนิดนี้จะมีสมบัติเป็นเบสเนื่องจากมี OH⁻ ในการละลาย

2) ปฏิกิริยาระหว่างเกลือของเบสอ่อน-กรดแก่กับน้ำ เช่น NH₄Cl เป็นเกลือที่เกิดจากกรดแก่ HCl กับเบสอ่อน NH₃ เกลือชนิดนี้เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัว ดังสมการ

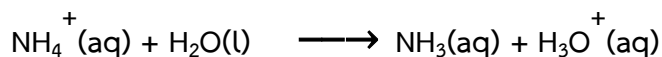
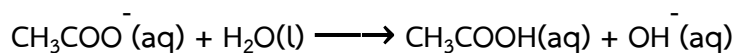


สารละลายที่เกิดขึ้นมีปริมาณ H₃O⁺ เพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีความเข้มข้นของ H₃O⁺ มากกว่า OH⁻ สารละลายจึงมีสมบัติเป็นกรด

3) ปฏิกิริยาระหว่างเกลือของกรดอ่อน-เบสอ่อนกับน้ำ เช่น CH₃COONH₄ เป็นเกลือที่เกิดจากกรดอ่อน CH₃COOH กับเบสอ่อน NH₃ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวได้ดัง สมการ



ไอออนที่เกิดจากการแตกตัวของเกลือชนิดนี้ สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ทั้งไอออนบวก และไอออนลบ ดังนี้



ไอออนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือชนิดนี้มีทั้ง H_3O^+ และ OH^- ดังนั้นการที่จะบอกว่าสารละลายที่เกิดขึ้นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง จะต้องพิจารณาความสามารถในการ แตกตัวของทั้งสองสมการ คือ ต้องพิจารณาจากค่า K_a ของกรด และ K_b ของเบส สารละลายจะมีสภาพเป็นกรดหรือเบสได้สรุปในตาราง 2-2

ตารางที่ 2-2 สภาพความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย

ชนิดของกรด	ชนิดของเบส	ชนิดของเกลือ	pH ของสารละลาย
กรดแก่	เบสแก่	เกลือกลาง	= 7 เสมอไม่ว่า [เกลือ] จะเป็นเท่าใด
กรดแก่	เบสอ่อน	เกลือกรด	< 7 ขึ้นกับ [เกลือ]
กรดอ่อน	เบสแก่	เกลือเบส	> 7 ขึ้นกับ [เกลือ]
กรดอ่อน	เบสอ่อน	เกลือกลาง	= 7 (ถ้า $K_a = K_b$)
		เกลือกรด	< 7 (ถ้า $K_a = K_b$)
		เกลือเบส	> 7 (ถ้า $K_a = K_b$)

สารประกอบออกไซด์

สารประกอบออกไซด์ หมายถึง สารประกอบที่เกิดจากธาตุออกซิเจนรวมกับธาตุอื่น ๆ แบ่งออกเป็น

- 1) **ออกไซด์ของโลหะ** ออกไซด์ของโลหะส่วนใหญ่เป็น สารประกอบไอออนิก และเป็นเบส เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CaOH) ฯลฯ ออกไซด์ของโลหะทรานซิชัน อาจเรียกว่า สนิม
- 2) **ออกไซด์ของกึ่งโลหะ** รวมถึง ออกไซด์ของโลหะบางชนิด เป็นได้ทั้งกรดและเบส เช่น อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ฯลฯ
- 3) **ออกไซด์ของอโลหะ** เป็นสารประกอบโควาเลนต์ และเกือบทั้งหมดเป็นกรด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

สารประกอบอินทรีย์[4]

สารประกอบอินทรีย์หมายถึง สารประกอบเคมีที่อยู่ในสถานะใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่ประกอบด้วยโมเลกุลคาร์บอน ยกเว้นสารประกอบบางชนิดที่ไม่จัดว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์แม้ว่าจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบก็ตาม ตัวอย่างเช่น สารประกอบคาร์บอน, คาร์บอนเนต, ออกไซด์

ของคาร์บอนและไฮยาไนด์ เช่นเดียวกับอีเธอร์ของคาร์บอน อย่างเช่น เพชรและแกรไฟต์ ซึ่งถูกจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์

การจำแนกประเภทสารประกอบอินทรีย์

สารประกอบอินทรีย์สามารถจำแนกได้หลายวิธี การจำแนกแบบหนึ่งที่เราเห็นได้อย่างชัดเจน คือ สารประกอบธรรมชาติกับสารประกอบสังเคราะห์ สารประกอบอินทรีย์ยังสามารถจำแนกประเภทหรือแยกย่อยจากการมีไฮโดรเจนด้วย นั่นคือ สารประกอบโลหะอินทรีย์ ซึ่งมีพันธะระหว่างคาร์บอนกับโลหะและสารประกอบฟอสฟอรัสอินทรีย์ ซึ่งมีพันธะระหว่างคาร์บอนกับฟอสฟอรัส

การจำแนกประเภทอีกแบบหนึ่งนั้น แบ่งตามขนาดของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งใช้แยกระหว่างโมเลกุลเล็กกับพอลิเมอร์

สารประกอบธรรมชาติ

สารประกอบธรรมชาติ หมายความว่า สารประกอบที่เกิดขึ้นจากพืชหรือสัตว์ สารประกอบจำนวนมากยังคงถูกสกัดจากแหล่งธรรมชาติ เนื่องจากสารประกอบเหล่านี้จะแพงกว่ามากหากผลิตขึ้นโดยมนุษย์ ตัวอย่างเช่น น้ำตาลส่วนใหญ่ อัลคาลอยด์และเทอร์ปีนอยด์บางชนิด สารอาหารบางชนิด เช่น วิตามินบี 12 และโดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเหล่านี้ที่มีโมเลกุลซับซ้อนขนาดใหญ่มักจะ พบในความเข้มข้นพอสมควรในสิ่งมีชีวิต

สารประกอบอื่นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในชีวโมเลกุล คือ แอนติเจน, คาร์โบไฮเดรต, เอ็นไซม์, ฮอร์โมน, ลิพิดและกรดไขมัน, สารสื่อประสาท, กรดนิวคลีอิก, โปรตีน, เพปไทด์และกรดอะมิโน, เลกติน, วิตามินและไขมันและน้ำมัน

สารประกอบสังเคราะห์

สารประกอบที่ถูกจัดเตรียมขึ้นโดยปฏิกิริยากับสารประกอบอื่นจะถูกเรียกว่า "สารประกอบสังเคราะห์" สารประกอบเหล่านี้อาจเป็นสารประกอบที่พบอยู่แล้วในพืชหรือสัตว์ (สารประกอบกึ่งสังเคราะห์) หรือสารที่ไม่พบตามธรรมชาติก็ได้ พอลิเมอร์ส่วนใหญ่ ซึ่งรวมไปถึงพลาสติกและยาง เป็นสารประกอบอินทรีย์สังเคราะห์หรือกึ่งสังเคราะห์

ของผสม ประกอบด้วยสารผสมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น นม อากาศ ซีเมนต์ เครื่องดื่ม ซึ่งมีองค์ประกอบไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสภาวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อากาศที่มีแตกต่างกัน ระหว่างบริเวณขานเมืองและในตัวเมือง ของผสมแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ ของผสมเนื้อเดียว (ทุกส่วนละลายเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด) และของผสมเนื้อผสม (ทุกส่วนไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด)

สารเนื้อเดียว (Homogeneous Substance) [5]

หมายถึง สารที่มีลักษณะของเนื้อสารผสมกลมกลืนกันเป็นเนื้อเดียว และมีอัตราส่วนของผสมเท่ากัน ถ้านำส่วนใดส่วนหนึ่งของสารเนื้อเดียวไปทดสอบจะมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ เช่น น้ำกลั่นและ

เกลือแกง เป็นสารเนื้อเดียว เมื่อนำเกลือแกงใส่ในน้ำแล้วคนให้ละลายจะได้สารละลายน้ำเกลือ ซึ่งเป็นสารเนื้อเดียวที่มีอัตราส่วนของน้ำและเกลือแกงเหมือนกันทุกส่วน

สารเนื้อเดียวมีได้ทั้ง 3 สถานะ คือ

1. สารเนื้อเดียวสถานะของแข็ง เช่น เหล็ก ทองคำ ทองแดง สังกะสี อะลูมิเนียม นาก พิวส ทองเหลือง หินปูน เกลือแกง น้ำตาลทราย เป็นต้น
2. สารเนื้อเดียวสถานะของเหลว เช่น น้ำกลั่น น้ำเกลือ น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม น้ำมันพืช เอทานอล น้ำเชื่อม นํ้านม เป็นต้น
3. สารเนื้อเดียวสถานะแก๊ส เช่น อากาศ แก๊สหุงต้ม แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

สารเนื้อผสม (Heterogeneous Substance) หมายถึง สารที่มีลักษณะของเนื้อสารแตกต่างกัน ไม่ผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน สารที่เป็นส่วนผสมแต่ละชนิดก็ยังคงแสดงสมบัติของสารเดิม เพราะเป็นการรวมกันทางกายภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น เราสามารถใช้ตาเปล่าสังเกตและจำแนกได้ว่าสารเนื้อผสมนั้นประกอบด้วยสารใดบ้าง และสามารถแยกสารเหล่านั้นออกจากกันได้โดยวิธีทางกายภาพธรรมดา โดยไม่ทำให้สมบัติเดิมเปลี่ยนแปลงไป

สารเนื้อผสมมีได้ทั้ง 3 สถานะ เช่น

1. สารเนื้อผสมสถานะของแข็ง เช่น ทราย คอนกรีต ดิน เป็นต้น
2. สารเนื้อผสมสถานะของเหลว เช่น น้ำคลอง น้ำโคลน น้ำจิ้มไก่ เป็นต้น
3. สารเนื้อผสมสถานะแก๊ส เช่น ฝุ่นละอองในอากาศ เขม่า คvdnดำในอากาศ เป็นต้น

สารพอลิเมอร์ (POLYMERS) [6] [7]

สารพอลิเมอร์หรือมาโครโมเลกุล (macromolecule) หมายถึงโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยของโมเลกุลซ้ำกันมาต่อกันมากมายเป็นสายโซ่ยาว กรรมวิธีที่หน่วยย่อยต่างๆ มาต่อกันเรียกว่าการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) สารพอลิเมอร์ บางชนิดเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เส้นใยธรรมชาติ แป้งและเซลลูโลส การแบ่งประเภท ชนิดของพอลิเมอร์สามารถแบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้แก่ วิธีการสังเคราะห์ชนิดของโมโนเมอร์ที่ใช้ และลักษณะโครงสร้างของโมเลกุลที่นำมาใช้งาน

Degree of polymerization (D.P) คือจำนวน repeating units ในสารพอลิเมอร์

น้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด = น้ำหนักโมเลกุลต่อ 1 หน่วย $\times$ D.P

D.P = น้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด / น้ำหนักโมเลกุลต่อ 1 หน่วย

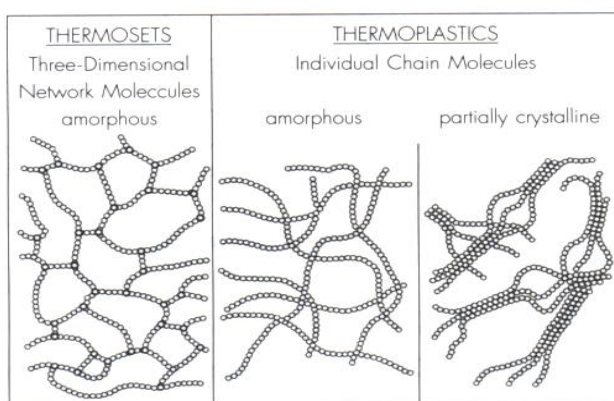
ตัวอย่าง สารเซลลูโลส มีน้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด = 486,000 และมีน้ำหนักโมเลกุล ต่อ 1 หน่วย ($C_6H_{12}O_6 = 72 + 10 + 80 = 162$) ดังนั้นสารเซลลูโลส มี D.P = $486,000 / 162$ เท่ากับ 3000

1) ลักษณะสมบัติทางกายภาพของสารพอลิเมอร์

สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) และเทอร์โมเซตติงพลาสติก (thermosetting plastic)

1.1) เทอร์โมพลาสติก เป็นสารพอลิเมอร์ที่ละลายได้ในตัวทำละลายบางชนิดเมื่อถูกความร้อนสามารถหลอมตัวได้และจะแข็งตัวเมื่อเย็นลงจึงสามารถนำมาหลอมใหม่ได้หลาย ๆ ครั้ง โดยคุณสมบัติทางเคมีไม่เปลี่ยนไป เทอร์โมพลาสติกโดยมากประกอบด้วย พวก long chain carbon atoms ที่เกิดพันธะโควาเลนต์เข้าด้วยกัน บางครั้งอาจมีธาตุ ไนโตรเจน ออกซิเจนหรือกำมะถันเข้าไปเกิดพันธะโควาเลนต์ในโมเลกุล และระหว่างโมเลกุล ต่อโมเลกุลจะเกิดพันธะทุติยภูมิ (secondary bonds) กันอีกด้วย สารเหล่านี้ได้แก่ พวกพอลิเอทิลีน (polyethylene) และพอลีอะคริลิกแอซิด (polyacrylic acid) พีวีซี (PVC)

1.2) เทอร์โมเซตติงพลาสติก พอลิเมอร์นี้จะมีรูปทรงถาวรเมื่อผ่าน ขบวนการผลิตโดยใช้ความร้อนหรือความดัน ผลผลิตที่ได้ไม่สามารถนำมาหลอมละลายได้อีก และไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างใหม่ได้ ถ้าให้ความร้อนมากๆ จะไหม้เกรียมและคุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปจากเดิม โดยส่วนใหญ่สารเทอร์โมเซตติงพลาสติก ประกอบด้วยคาร์บอน อะตอมที่เกิดพันธะโควาเลนต์เข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายได้เป็นของแข็ง บางครั้งในโครงข่ายนั้น จะมีอะตอมของธาตุไนโตรเจน ออกซิเจน กำมะถัน หรืออะตอมอื่นๆ เข้าไปเกิดพันธะโควาเลนต์ร่วมด้วย สารพวกนี้ได้แก่ อีพอกซีเรซิน (epoxy resin) ฟีนอลิกเรซิน (phenolic resin) ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (urea formaldehyde resin) เมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (melamine formaldehyde resin) ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 ความแตกต่างโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติงพลาสติก

2) ลักษณะการจัดตัวของสารพอลิเมอร์

สามารถแบ่งตาม 2.1) ชนิดของการเกิด 2.2) การจัดตัวของสารโมโนเมอร์และ 2.3) ตามชนิดของโครงสร้างโมเลกุล

2.1) แบ่งตามชนิดการเกิดสารพอลิเมอร์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทดังนี้

2.1.1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น โปรตีน ไขมัน เซลลูโลสและยางธรรมชาติ

2.1.2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์เพื่อใช้ ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น พลาสติก ไนลอน ดาครอน และลูไซต์

2.2) แบ่งตามชนิดการจัดตัวของสารโม่โนเมอร์

2.2.1) โฮโมโพลิเมอร์ (Homopolymers) เป็นโพลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ชนิดเดียวกัน คือในสายโซโม่เลกุลจะเป็น A – A – A – A – A เช่น แป้ง พอลิเอ ทิลีน หรือ PVC เป็นต้น

2.2.2) โคโพลิเมอร์ (Copolymers) เป็นโพลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น โพรตีน พอลิเอสเทอร์ กรณีของโคโพลิเมอร์ที่มาจากโม่โนเมอร์ 2 ชนิด สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการจัดเรียงตัวของโม่โนเมอร์ คือ

2.2.2.1) โคโพลิเมอร์แบบสลับ (Alternating copolymers) ในสายโซโม่เลกุลของโพลิเมอร์ ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ A และโม่โนเมอร์ B เรียงสลับกันไปอย่างมี ระเบียบ คือ

~~~~ ABABABABABA ~~~~

2.2.2.2) โคโพลิเมอร์แบบสุ่ม (Random copolymers) ในสายโซโม่เลกุลของโพลิเมอร์ ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ A และโม่โนเมอร์ B ปะปนกันอย่างไม่มีระเบียบ คือ

~~~~ ABBBBABABAABAB ~~~~

2.2.2.3) โคโพลิเมอร์แบบบล็อก (Block copolymers) ในสายโซโม่เลกุลของโพลิเมอร์ ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ A และโม่โนเมอร์ B ซึ่งแต่ละโม่โนเมอร์ทั้ง 2 ชนิด พบว่าอยู่กันเป็นกลุ่ม ๆ ในสายโซโม่โพลิเมอร์ คือ

~~~~ AAAAAABBBBBBAAAAAABBBBBB ~~~~

2.2.2.4) โคโพลิเมอร์แบบกราฟท์ (Graft copolymers) ในสายโซโม่เลกุลของโพลิเมอร์ ประกอบด้วยโม่โนเมอร์ A และโม่โนเมอร์ B ซึ่งอาจจะมีสายโซโม่โพลิเมอร์ A เป็นหลักและมีสายโซโม่โพลิเมอร์ B แยกเป็นกิ่งออกไป คือ

~~~~ AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA ~~~~ B B B B B B B B

2.3) แบ่งตามชนิดของโครงสร้างโม่เลกุล

ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

2.3.1) โพลิเมอร์แบบเส้น (Linear polymers) เป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากโม่โนเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาวไม่มีกิ่งหรือสาขาแยกออกไป มีลักษณะดังนี้



2.3.2) โพลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymers) เป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากโม่โนเมอร์ยึดกันแต่กิ่งก้านสาขาแยกออกไปจากโพลิเมอร์ของโซหลัก มีลักษณะดังนี้



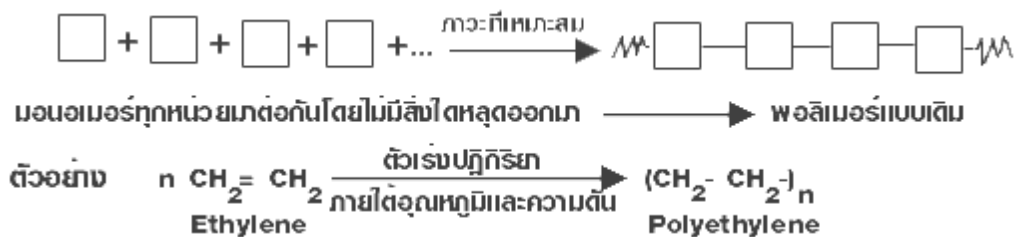
2.3.3) พอลิเมอร์แบบร่างแห (network polymers) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์เชื่อมต่อเป็นร่างแห มีลักษณะดังนี้



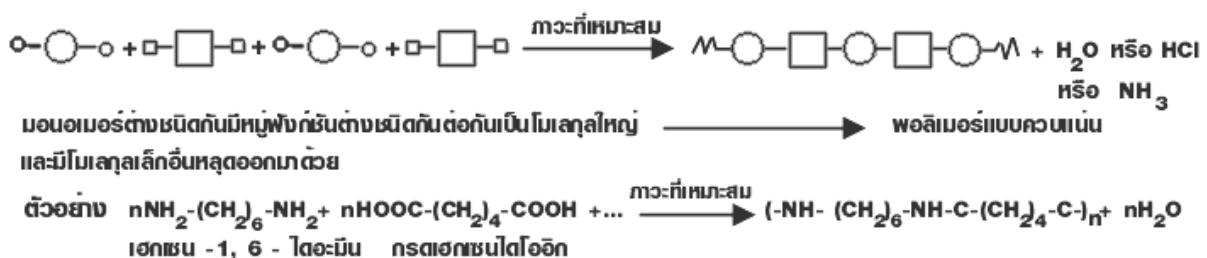
3) ปฏิกริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

พอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) คือขบวนการเกิดสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จากสารที่มีโมเลกุลเล็ก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1) ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ชนิดเพิ่มเข้า (Additional polymer) เป็นวิธีการที่จะสังเคราะห์สารพอลิเมอร์โดยการเพิ่มต่อโมโนเมอร์เข้าด้วยกัน และไม่มีการสูญเสียอะตอมหรือโมเลกุลแต่อย่างใด การเพิ่มสารโมโนเมอร์ในการสังเคราะห์จะใช้ สารประกอบอัลคีนเป็นสารเริ่มต้น ตัวอย่างของพอลิเมอร์ชนิดนี้ได้แก่ polyethylene , teflon , polyvinyl chloride และ polyvinyl alcohol



3.2) ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ชนิดควบแน่น (Condensation polymer) เป็นวิธีการที่จะสังเคราะห์สารพอลิเมอร์ขึ้นโดยการควบแน่น วิธีนี้จะทำให้โมโนเมอร์แต่ละโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันอย่างน้อย 2 หมู่ มาทำปฏิกิริยาควบแน่นกัน พร้อมกับมีการกำจัดโมเลกุลขนาดเล็กออกมาซึ่งได้แก่ น้ำ แอมโมเนียหรือกรดเกลือ ตัวอย่างสารพอลิเมอร์ชนิดนี้ได้แก่ พอลีเอสเตอร์ (polyester) พอลิยูรีเทน (polyurethane) และพอลิอะไมด์ (polyamide)



4) ประเภทของสารพอลิเมอร์

สารพอลิเมอร์สามารถแบ่งประเภทออกได้เป็น 3 ชนิด

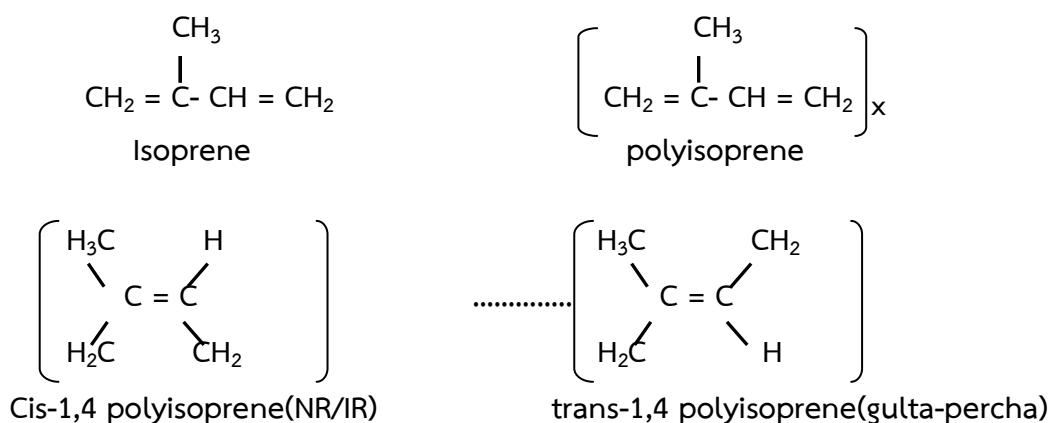
4.1) ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

4.2) สารพลาสติก

4.3) เส้นใยสังเคราะห์

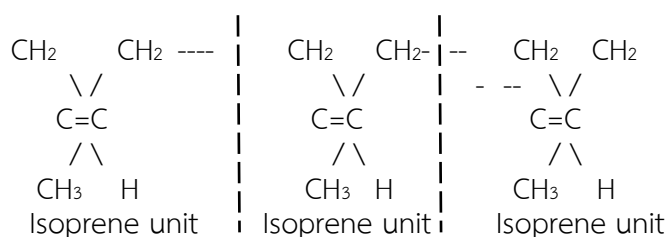
4.1) ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

4.1.1) ยางธรรมชาติ เป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งซึ่งได้มาจากต้นไม้ น้ำยางธรรมชาติจะมีลักษณะเป็นสีขาวเหมือนน้ำมันและมีเนื้อยางประมาณ 25 - 40 % มีความหนืด 12 – 15 centipois มี pH ที่ 6.5 – 7.0 มีความหนาแน่นประมาณ 0.975 – 0.980 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เรียกสภาพนี้ว่า น้ำยาง ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-3 ยางธรรมชาติ isoprene ในรูปแบบ cis และ trans

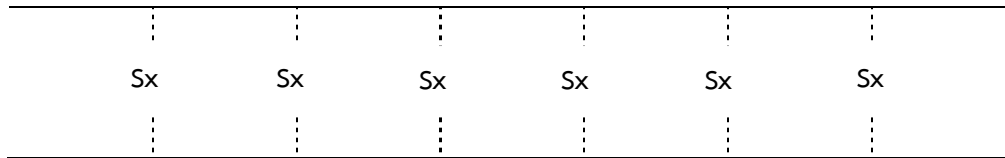
พอลิเมอร์ของยางธรรมชาติ เกิดจากโมเลกุลของไอโซพรีนหลาย ๆ โมเลกุลมาต่อกันเป็น สายพอลิเมอร์



ขบวนการผลิตยางธรรมชาติที่ได้จากการกรีตต้นยางพาราซึ่งจะได้น้ำยางที่ เรียกว่า latex ตามปกติถ้าปล่อยทิ้งไว้ตามธรรมชาติ เชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำยางที่ทำปฏิกิริยาย่อยสลายพวกแป้ง น้ำตาลและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาง ผลสุดท้ายจะเกิด กรดแอสติก (acetic acid) หรือกรดน้ำส้มในน้ำยางขึ้น วิธีการที่จะยับยั้งไม่ให้แบคทีเรีย เจริญเติบโตในน้ำยางคือจะเติมสารแอมโมเนีย (NH₃) ลงในน้ำยาง สารแอมโมเนียจะไปเพิ่มประจุลบรอบอนุภาคยางมากขึ้น

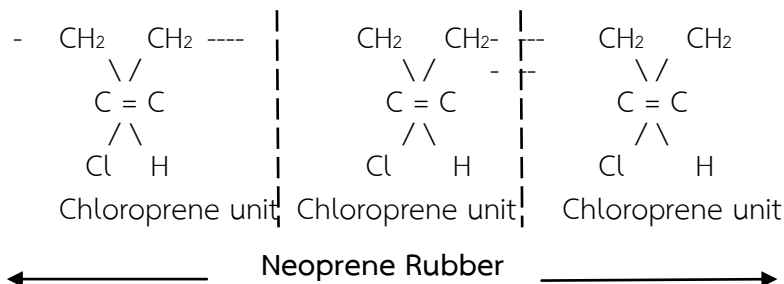
ปกติยางธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้น้อย เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ดีคือ จะเกิดความเหนียวเมื่ออากาศร้อนและจะเปราะแตกง่ายเมื่ออากาศเย็นลง ต่อมาได้มีการนำเอายางธรรมชาติมาปรับปรุงให้ใช้งานได้ดี

ขึ้น โดยนำเอาอย่างธรรมชาติมาผสมกับกำมะถันซึ่ง เรียกขบวนการนี้ว่า การเกิดวาคาไนเซชัน (vulcanization) จะได้สายโซ่ของพอลิเมอร์ที่ยาว การเชื่อมโยง (crosslink) ด้วยกำมะถันทำให้ยางมีประโยชน์ในการใช้งานได้มากขึ้น



บางครั้งอาจต้องผสมสารเคมีบางชนิดที่ทำให้คุณภาพของยางมีประสิทธิภาพการใช้งานดีขึ้น จึงมีการใส่สารเคมีหลายประเภทตามหน้าที่ของสารแต่ละตัว ดังตารางที่ 2-3

ต่อมาในปี ค.ศ. 1932 นักวิทยาศาสตร์ได้สังเคราะห์ยางขึ้นมาให้ เหมือนกับยางธรรมชาติที่มีความทนทานต่อทุกสภาวะอากาศและความทนต่อน้ำมัน ยางที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นี้ชื่อว่านีโอพรีน (neoprene) โมโนเมอร์ของนีโอพรีนคือ คลอโรพรีน (chloroprene)



สารนีโอพรีนมีคุณสมบัติดีกว่ายางไอโซพรีนคือ มีความยืดหยุ่น ทนต่อน้ำมัน ทนแดดและมีความเหนียว

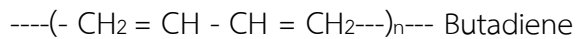
ตารางที่ 2-3 ประเภทสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยางและหน้าที่ต่าง ๆ

| ประเภทของสาร | หน้าที่ | ตัวอย่าง |
|-----------------------------------|---|---|
| กำมะถัน | วัลคาไนซ์ยาง | Dicymyl peroxide(CPD) |
| ออกไซด์ของโลหะ | วัลคาไนซ์ยาง | ZnO, MgO |
| สารตัวเร่ง (Accelerator) | ช่วยให้ยางวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันได้เร็วขึ้น | Marcaptobanzothiazole
Diethyldithiocarbamate(ZDEC)
Diphenyl guandine(DPG) |
| สารกระตุ้นตัวเร่ง(Activator) | ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเร่ง | Stearic acid, Zinc oxide
ใช้ร่วมกัน |
| สารต้านออกซิเดชัน (Antioxidation) | ช่วยลดการเสื่อมสภาพของยางเนื่องจากออกซิเดชัน | Phenyl-β-naphthylamine-substituted phenols |
| สารต้านโอโซน(Antiozonants) | ช่วยลดการเสื่อมสภาพของยางเนื่องจากโอโซน | Substituted p-phenylenediamines |
| สารเติมแต่ง (Additives) | เสริมความแข็งแรง ความทนต่อการฉีกขาด การสึกกร่อนของยาง | Carbon black Silica high styrene |

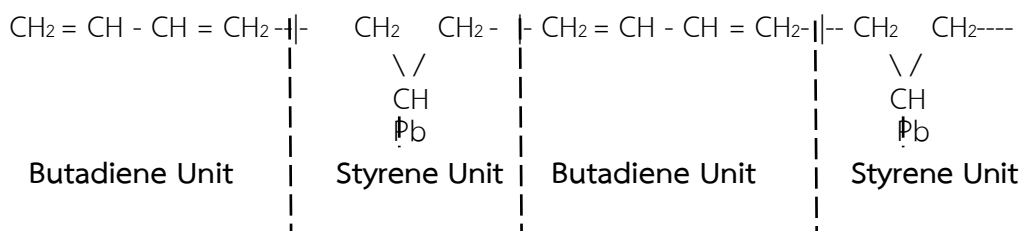
| ประเภทของสาร | หน้าที่ | ตัวอย่าง |
|-------------------------|---|--|
| สารเพิ่มเนื้อ (Fillers) | เพิ่มเนื้อผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต | Resin
CaCO ₃ Clay เขม่าดำ ซิลิกา |
| สารช่วยการแปรรูป | ช่วยให้ยางแปรรูปง่ายขึ้น เช่น ลดความหนืด ช่วยการไหล | Paraffin/aromatic oils, Stearic acid, Zinc stearate, Factice |
| อื่น ๆ | สารทึบให้สี
สารลดการติดไฟ | TiO ₂ pigment
Antimony trioxide |

4.1.2) ยางสังเคราะห์ เกิดจากกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันให้โมเลกุลใหญ่ โมโนเมอร์ที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตจากปิโตรเลียม เช่น

- ยางบิวตาไดอีน (Butadiene) เกิดจากสารโมโนเมอร์ของสารบิวตาไดอีนมาต่อกันหลายโมเลกุล



- ยางเอสบีอาร์ (Styrene butadiene rubber, SBR) ยางเอสบีอาร์ เกิดจากการผสมของ styrene 25 % และ butadiene 75 % สารพอลิเมอร์ชนิดนี้มี ประโยชน์มาก ยืดหยุ่นและทนต่อการแตกสลายได้ดี ยางชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้ทำอุปกรณ์กีฬา และผสมทำยางรถยนต์



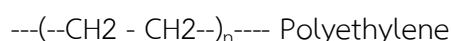
- ยางไนไตรล์บิวตาไดอีน (Nitrile butadiene rubber, NBR) เป็น สารประกอบของไนไตรล์ และบิวตาไดอีนมาผสมกัน ยางชนิดนี้มีคุณสมบัติในการทนต่อน้ำมัน

4.2) สารพลาสติก

สารพลาสติกเป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากโมโนเมอร์ตั้งแต่ 2 โมโน-เมอร์มาทำปฏิกิริยากันแบบพอลิเมอร์ไรเซชัน สารพลาสติกพอลิเมอร์สามารถแบ่งออก ได้เป็น 2 ชนิดได้แก่ คือ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตติงพลาสติก

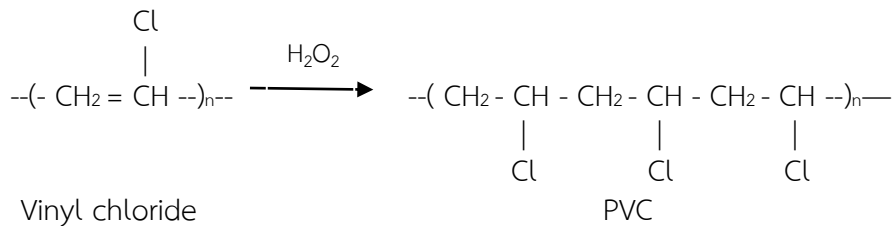
4.2.1) ประเภทของสารเทอร์โมพลาสติก มีดังนี้

4.2.1.1) พอลิเอทิลีน (Polyethylene , PE) เป็นผลพลอยได้ (by - product) ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ประโยชน์ของสารพอลิเอทิลีนมีมากมาย เช่น ทำถุงพลาสติกหรือทำตุ๊กตา ใช้เป็นส่วนประกอบของรถยนต์และฉนวนกันความร้อน



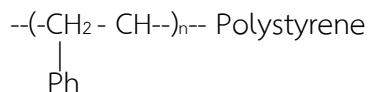
สารพอลิเอทิลีนที่ผลิตได้มี 2 รูปแบบคือ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene , LDPE)

4.2.1.2) พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride , PVC) สารพอลิไวนิล คลอไรด์หรือ สารพีวีซี ซึ่งสามารถสังเคราะห์จากสารโมโนเมอร์ของสารไวนิลคลอไรด์ (vinyl chloride)



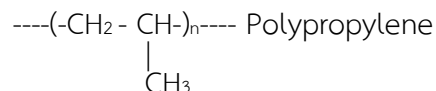
สารพีวีซีจะมีสภาพแข็ง เปราะและไม่ยืดหยุ่น สมบัติเช่นนี้ใช้ทำท่อน้ำ มีน้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมี ทำหนังเทียม ฉนวนหุ้มไฟฟ้า ขวดน้ำ รองเท้า อุปกรณ์ทาง การแพทย์และแผ่นเสียง ความเปราะของสารพีวีซีจะลดลงได้โดยการเติมสารประเภทเอสเทอร์ ลงไป สารพอลิเมอร์ชนิดนี้ไม่ควรจะนำมาบรรจุอาหารหรือทำขวดพลาสติก เพราะอาจมีสารพลาสติกไซเซอร์ (plastiziser) เช่น สีหรือสารหล่อลื่นปนออกมา ถ้านำมาเผากับสังกะสีจะ เกิดดีคลอรีเนต (dechlorinate) คือเกิดการขจัดสารคลอรีนออกได้

4.2.1.3) พอลิสไตรีน (Polystyrene , PS) สารพอลิสไตรีนเตรียมได้จากการนำสารเบนซีนมาทำปฏิกิริยากับ 3 โมเลกุลของเอทิลีนจะได้สไตรีน หลังจากนั้น จะเกิดพอลิเมอร์โซ่เป็นสารพอลิสไตรีน

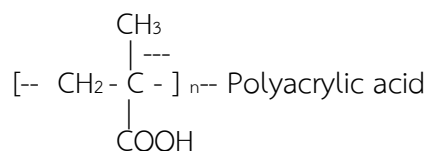


สารพอลิสไตรีนมีความทนต่อการกัดและเบส ใช้เป็นฉนวนในส่วนประกอบของตู้เย็นเป็นสารไม่นำไฟฟ้าและใช้ในงานขึ้นรูปโดยการฉีดได้ง่าย

4.2.1.4) พอลิโพรพิลีน (Polypropylene , PP) คุณสมบัติใช้ทำแผ่นฟิล์ม สำหรับหุ้มภาชนะ กระจกพลาสติกใสของร้อน เชือกพอลาสติก กล่องแบตเตอรี่ ถังขยะและ ชิ้นส่วนของตู้เย็น

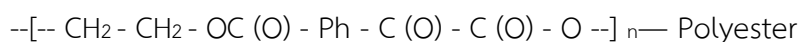


4.2.1.5) พอลีอะคริลิกแอซิด (Polyacrylic acid) เป็นสารพอลิเมอร์ที่มี โครงสร้างเป็นสายโซ่ตรง ชื่อทางการค้าว่า Plexiglass , lucite หรือ polyglass มี ลักษณะใส ทนต่อการกัดและเบส ประโยชน์ใช้ทำเลนส์ คอมไฟ แว่นตาและที่ใช้มากที่สุดคือ ในรถยนต์โดยใช้ทำไฟหน้า ไฟท้าย ไฟเลี้ยวรวมทั้งพวงมาลัย ป้ายโฆษณา ฟันปลอม และหน้าต่างบนเครื่องบิน

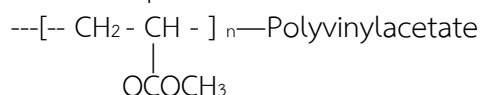


4.2.1.6) พอลิอะไมด์ (Polyamide) ได้แก่สาร Nylon 6 , Nylon 6 - 6 , Nylon 6 - 10, Nylon 7, Nylon 11 และ Nylon 12 สารพวก Nylon 6 และ Nylon 6 - 6 ดูดน้ำได้ดีจึงใช้ทำพวกถุงเท้า เสื้อกั๊กและเสื้อกีฬา ส่วนพวก Nylon 6 , 11 , 12 ยืดหยุ่นดี ไม่ดูดน้ำจึงนำไปทำขนแปรงสีฟันและเอ็นตาข่ายแบดมินตัน

4.2.1.7) พอลีเอสเตอร์ (Polyester) มีชื่อทางการค้าคือ polyacetal หรือ polyoxymethylene และ polyglycol เป็นสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ใช้ทำเทปบันทึกเสียง ทำเส้นใยเสื้อผ้าที่ทรงดี ไม่ค่อยยับแต่ต้องผสมฝ้ายจากธรรมชาติลงไปเพราะมันกระด้างเกินไป



4.2.1.8) พอลีไวนิลอะซิเตท (Polyvinylacetate) เตรียมได้จากอะเซทิลีน (Acetylene) ทำปฏิกิริยากับกรดน้ำส้ม (acetic acid) ประโยชน์ใช้ทำกระจกนิรภัย ทนทานต่อจารบีและน้ำมัน นิยมใช้ทำ กาวลาเท็กซ์ ทำฟิล์มเคลือบผิววัสดุ เคลือบพื้นและทำสีน้ำ



4.2.2) ประเภทของสารเทอร์โมเซตติง มีดังนี้

4.2.2.1) อีพอกซีเรซิน (Epoxy resin) เตรียมได้จากการนำเอาสารฟีนอลมาทำปฏิกิริยากับ สารละลายอะไซด์อน สารเรซินพวกนี้จะมีคุณสมบัติเหนียว ใช้ฉัตรอยรั่วต่างๆ ได้ดี ถ้านำเอาสารอีพอกซีเรซินมา รวมกับใยแก้ว (fiber glass) จะทำให้มีลักษณะแข็งขึ้น

4.2.2.2) ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ เรซิน (Urea-formaldehyde resin) ลักษณะ โครงสร้างเป็นร่างแหจึงมีคุณสมบัติที่แข็ง ไม่หลอมละลายง่าย มีลักษณะใสและทนต่อสารอินทรีย์ดีมาก ไม่ทน ต่อกรดและเบส แต่ทนต่อแรงดึง แรงกระแทก ดูดซึมน้ำได้เล็กน้อยและเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

4.2.2.3) เมลามีน - ฟอรัมาลดีไฮด์ เรซิน (Melamine - formaldehyde resin) มี ลักษณะแข็งมาก ไม่หลอมละลาย มีผิวหน้าที่แข็งทนต่อการขีดข่วนและทนต่อการเกาะของคราบน้ำจากาแฟได้ ดี ดังนั้นจึงนิยมนำมาทำภาชนะพวกจานชามต่างๆ

4.2.2.4) พอลิยูรีเทน (Polyurethane) นิยมใช้ทำโฟมชนิดยืดหยุ่นและโฟมชนิดแข็ง จึงใช้ เป็นฉนวนในกระติกน้ำแข็งหรือผนังตู้เย็น ทำส่วนประกอบของเรือเพื่อให้ง่ายต่อการลอยตัวดีขึ้นและทำน้ำยาเคลือบ ผิววัสดุป้องกันรอยขีดข่วนได้ดี

4.3) เส้นใยสังเคราะห์

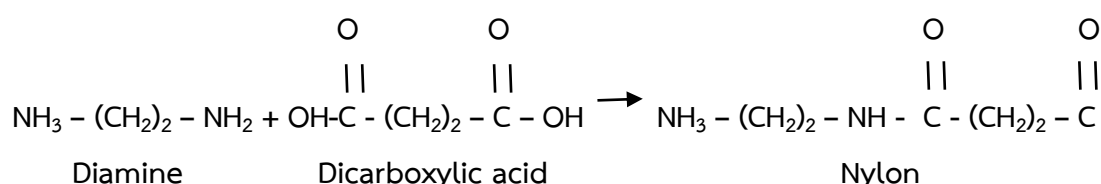
มนุษย์ได้รับเส้นใยธรรมชาติจากไหม ขนสัตว์หรือฝ้าย ต่อมาได้มีการค้นคิดเส้นใยสังเคราะห์ ขึ้นมาจากสารอินทรีย์ 2 ชนิดได้แก่ อะมีนกับกรดคาร์บอกซิลิก จากนั้น มนุษย์ได้สังเคราะห์เรยอน (rayon) จากการนำเอาเซลลูโลสมาทำปฏิกิริยากับกรดแอซิดิกในกรดซัลฟิวริกจะได้เส้นใยที่เรียกว่า เรยอนอะซิเตท (rayon acetate) มนุษย์ได้ใช้ลักษณะของเส้นใยสังเคราะห์มาใช้เป็นประโยชน์ดังนี้

4.3.1) เรยอน (Rayon) มนุษย์ได้มีการปรับปรุงเส้นใยเรยอนให้มีประสิทธิภาพการใช้งานให้ ดีขึ้น โดยการนำเอาเซลลูโลสมาทำปฏิกิริยากับคาร์บอนซัลไฟด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (CS + NaOH) จะได้ น้ำยาที่เหนียวซึ่งเรียกว่าวิโคส (vicose) หลังจากนั้นผ่านน้ำยาเข้มข้นไปยังกรดซัลฟิวริกจะได้สารเรยอนที่เส้น เล็ก คุณสมบัติของเส้นใยเรยอนคือใช้ทำผ้าตัดเสื้อ

4.3.2) ออลอนและอะไครแลน (Orlon and Acrilan) ออลอนเป็นชื่อทางการค้าของเส้นใยสังเคราะห์ ส่วนชื่อทางเคมีคือพอลิอะคริโลไนไตรล์ (polyacrylonitrile) ซึ่งโครงสร้างคล้ายกับไวนิลคลอไรด์ ยกเว้นหมู่คลอไรด์ (-Cl) ถูกแทนที่ด้วยหมู่นไนไตรล์ ($-C \equiv N$) ประโยชน์ของสารชนิดนี้คือใช้ทำเสื้อสเวตเตอร์ ผ้าห่มและพรม

4.3.3) แดครอนและเทอริลีน (Decron and Terylene) เป็นชื่อทางการค้า ส่วนทางเคมีคือพอลิเอสเตอร์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของกรดเทอเร็ฟทาลิก (terephthalic acid) และสารไกลคอล (glycol) ดังนั้นเส้นใยชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติทนต่อรอยขีดข่วน ทำให้เสื้อผ้าไม่ยับและรีดง่าย

4.3.4) ไนลอน (Nylon) สารไนลอนเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนามาจากการสังเคราะห์ยาง องค์ประกอบพื้นฐานของไนลอนเกิดจากสารอินทรีย์ 2 ชนิดมาทำปฏิกิริยากัน คือสารไดเอมีน (diamine) ทำปฏิกิริยากับกรดไดคาร์บอกซิลิก (dicarboxylic acid) เมื่อสาร 2 สารทำปฏิกิริยากัน จะเกิดการเชื่อมพันธะเหมือนกับพันธะเปปไทด์ของ โปรตีน

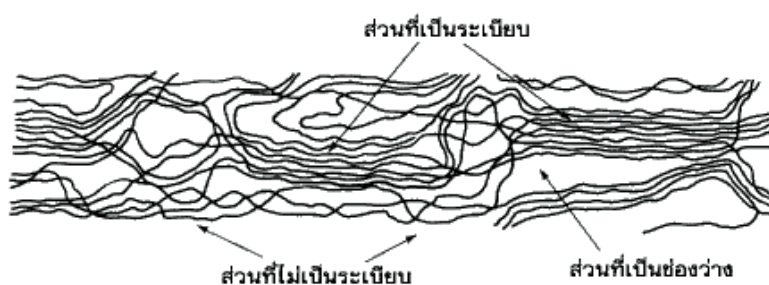


ส่วนสารไนลอน 66 เกิดจาก hexa-methylenediamine ทำปฏิกิริยากับ adipic acid ประโยชน์ของไนลอนสามารถใช้แทนผ้าไหม ทำเสื้อผ้า ใช้ทำพรม หวีสำหรับแปรงผมและ เครื่องใช้สุขภัณฑ์ต่าง ๆ

ลักษณะการจัดเรียงตัวภายในเส้นใย

- 1.) บริเวณที่เป็นส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ (Amorphous regions) เป็น บริเวณที่สามารถรับน้ำและความชื้น ดังนั้นจะเป็นบริเวณที่ยอมให้สีย้อมเข้าไปได้ แต่จะเป็นส่วนที่ไม่แข็งแรง
- 2.) บริเวณที่เป็นส่วนที่เป็นระเบียบ (Crystalline regions) เป็นบริเวณ ที่ไม่สามารถรับน้ำ และความชื้น เป็นส่วนที่แข็งแรงของเส้นใยเนื่องจากโซโมเลกุลเรียงตัวเป็นระเบียบ
- 3.) การจัดเรียงตัวของส่วนที่เป็นระเบียบตามแนวแกนเส้นใย (Orientation) เป็นบริเวณที่มีส่วนที่เป็นระเบียบเรียงตัวตามแนวแกนของเส้นใย ทำให้เพิ่มความแข็งแรงในด้านการทนแรงดึงตามแนวแกนเส้นใย

รูปที่ 2-4 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของเส้นใยส่วนที่เป็นระเบียบ (ที่จัดเรียงตัวตามแนวแกนของเส้นใย) ส่วนที่ไม่เป็นระเบียบและส่วนที่เป็นช่องว่าง



รูปที่ 2-4 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของเส้นใย

5) การย่อยสลายและการนำกลับมาใช้ใหม่

อิทธิพลของการเชื่อมโยงคือสายสารพอลิเมอร์จะมีการเชื่อมโยงซึ่งกันและกันระหว่างโมเลกุล ถ้าการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของสารพอลิเมอร์นั้นไม่มากพอ จะทำให้โมเลกุลของตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปในโมเลกุลของสารพอลิเมอร์เหล่านั้น ซึ่งทำให้เกิดสภาพการพองตัวที่เรียกว่าวุ้น กรณีนี้ สารพอลิเมอร์ต้องมีแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุลสูง แต่ถ้าแรงกระทำระหว่างตัวทำละลายกับสารพอลิเมอร์ มากกว่าแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุลในสารพอลิเมอร์กันเอง จะทำให้สารพอลิเมอร์นั้นละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักโมเลกุลของสารพอลิเมอร์

5.1) การย่อยสลายสารพอลิเมอร์

การย่อยสลายสารพอลิเมอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงสมบัติในลักษณะที่มีการ แตกออกของโครงสร้างหลังจากที่นำพอลิเมอร์นั้นไปใช้แล้ว สารพอลิเมอร์ย่อยสลายโดย

- **การย่อยสลายโดยใช้พลังงานความร้อน** พอลิเมอร์ที่ใช้งานกับ อุณหภูมิสูง ๆ จะเกิดการย่อยสลายโดยสายโซ่โมเลกุลจะแตกออกหรือฉีกขาด ทำให้ น้ำหนักโมเลกุลลดลง
- **การย่อยสลายโดยใช้พลังงานกล** พอลิเมอร์ที่มีสายโซ่ยาว ๆ บางครั้งเมื่อได้รับแรงกระทำภายนอกอาจทำให้เกิดการย่อยสลายได้ ซึ่งเป็นผลให้น้ำหนักโมเลกุลลดลง
- **การย่อยสลายโดยพลังงานจากรังสี** พอลิเมอร์ที่นำไปใช้งาน ส่วนมากจะต้องถูกแสงเกือบทั้งสิ้น พลังงานรังสีเพียงพอที่จะสลายพันธะระหว่างคาร์บอนแล้ว เกิดเรดิคัล (radical) ขึ้นทำให้ผิวเปราะและแตกกระแหงในที่สุดก็จะหลุดเป็นผง

5.2) การนำสารพอลิเมอร์กลับมาใช้ใหม่

พอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกโดยมากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้หลักสำคัญในการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประสิทธิผล ประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บวัสดุที่ใช้แล้ว การแยกสิ่งเจือปนออกได้ง่าย และการทำให้เกิดตลาดเพื่อให้อุตสาหกรรมหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้พลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่ จะต้องมีการแสดงชนิดของพลาสติกที่ใช้ โดยทำเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีลูกศรอยู่สามด้าน (three sided triangular arrow) เพื่อแยกวัสดุที่แตกต่างออกจากกัน มีตัวเลขอยู่ตรงกลางและมีตัวอักษรอยู่ข้างใต้ เพื่อแสดงพอลิเมอร์ที่ใช้ทำภาชนะนั้น ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2- 4 แสดงพอลิเมอร์ที่ใช้ทำภาชนะ

| รหัส | เรซิน | การนำไปใช้ |
|------|---------------------|--|
| 1 | PETE (polyethylene) | ภาชนะสำหรับใส่เครื่องดื่ม ภาชนะสำหรับใส่อาหารร้อน |
| 2 | HDPE (high density) | ขวดใส่นม ขวดใส่น้ำยาสักผ้า ขวดใส่น้ำมัน ของเด็กเล่น |
| 3 | V (Vinyls) | ภาชนะห่ออาหาร และขวดใส่น้ำมันพืช เป็นต้น |
| 4 | LDPE (low | ภาชนะห่ออาหารที่หัดตัวได้ ถุงพลาสติก และ ถุงใส่ เสื้อผ้า |
| 5 | PP (polypropylene) | ภาชนะสำหรับใส่เนยเทียมและโยเกิร์ต ถุงใส่ของชำ, หมวก |
| 6 | PS (polystyrene) | เครื่องใช้พลาสติก ไม้แขวนเสื้อ ถ้วย และ จานโฟม เป็นต้น |
| 7 | อื่นๆ | พอลิเมอร์ผสม และพอลิเมอร์อื่นๆ เช่น PC, ABS, PPO/PPE เป็นต้น |

ส่วนพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต ไม่สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้ แต่สามารถนำมาเป็นสารเติมทำให้สมบัติของพลาสติกผสมดีขึ้น โดยทั่วไปเมื่อพลาสติกที่นำมาผสมมีมากชนิด สมบัติที่ได้จึงแตกต่างกัน พลาสติกมีทั้งประเภทที่มีขี้ (เช่น ขวด PET เป็นต้น) และไม่มีขี้ (เช่น HDPE เป็นต้น) จึงไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ จำเป็นต้องเติมสารช่วยผสมลงไปเพื่อให้ผสมกันดีขึ้น

สารพอลิเมอร์ส่วนใหญ่ จะใส่สารเติมแต่งประเภทสตาบิไลเซอร์ (Stabiliser) ลงไปเพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของวัสดุพอลิเมอร์เมื่ออยู่ภายใต้ความร้อน รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) และอากาศ การเสื่อมเหล่านี้สังเกตจากการเปลี่ยนสี สมบัติทางเชิงกลลดลง การเกิดรอยร้าวที่ผิววัสดุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของสารสตาบิไลเซอร์ ได้แก่ สังกะสีเป็นสารอินทรีย์ของโลหะออกไซด์และเกลือของโลหะเป็นหลัก จะมีความทึบแสงที่สุด ทนต่อความร้อนและแสงแดด เช่น ไทตาเนียมออกไซด์ (titanium oxide ,TiO₂) iron oxide เพื่อให้สีเหลือง สีน้ำตาลและสีแดง หรือสารคาร์บอนแบค (carbon black) ซึ่งเป็นตัวดูดซับการแผ่รังสีของอัลตราไวโอเลตสำหรับผลิตชิ้นงานที่ต้องการมีสีดำ

เรซิน (RESIN)[8]

เรซิน เป็นคำที่มีความหมายกว้าง อาจหมายถึงพลาสติก เช่น พลาสติกเรซิน หรืออาจเรียกว่าเรซินอย่างเดียว ซึ่งอยู่ได้ทั้งสถานะของแข็ง (เม็ดพลาสติก) หรือสถานะของเหลว ซึ่งในบางกลุ่ม คำว่าเรซินอาจใช้กับพอลิเมอร์ที่มีสถานะเป็นของเหลว เช่น โพลีเอสเตอร์ อะคริลิเรซิน เป็นต้น ซึ่งนำมาใช้ทำที่ทับกระดาษ หรือใช้ผสมกับใยแก้วทำกันชน เป็นต้น พลาสติกเหล่านี้จะมีความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงกระแทกได้ดี เมื่อแข็งตัวและฟอร์มเป็นรูปร่างแล้ว ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้อีก

พลาสติกหรือเรซินนั้นจัดเป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งโพลิเมอร์นั้นสามารถแบ่งตามคุณสมบัติการใช้งานได้ดังนี้

1) ยาง (Elastomer) เป็นโพลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นตัวสูง สามารถยืดตัวได้เมื่อได้รับแรงหรือความเค้นจากภายนอก และสามารถกลับคืนรูปร่างได้อย่างรวดเร็ว

2) เส้นใย (Fiber) เป็นโพลิเมอร์ที่นำไปปั่นเป็นเส้นบางมักใช้ในงานสิ่งทอ(Textile) ซึ่งคุณสมบัติของเส้นใยนี้นั้นจะไม่เปลี่ยนรูปร่างได้ง่าย เมื่อได้รับแรงหรือความเค้นจากภายนอก เพื่อให้สามารถทนต่อการชักกรีดได้

3) พลาสติก (Plastic) เป็นโพลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่าง ยางและเส้นใย สามารถนำไปขึ้นรูปได้ตามการใช้งาน

4) สี (Paint)

5) กาว (Adhesive) จำพวก Epoxy

รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ที่เรามีการใช้งานในชีวิตประจำวันนั้น สามารถแบ่งออกตามลักษณะทางกายภาพได้ออกมามากมาย 4 แบบ ก็คือ

1) **เส้นใย** เป็นพอลิเมอร์กลุ่มที่แข็งแรงที่สุด เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยนี้นั้นมีขนาดเล็กมาก ตัวพอลิเมอร์เองจึงจำเป็นต้องรับแรงในแนวแกนเส้นใยให้ได้สูงสุด เส้นใยจึงมีลักษณะทางกายภาพเบาบาง แต่มีความแข็งแรงสูง

2) **พลาสติก** มีความแข็งแรงรองจากเส้นใย แม้ว่าการใช้งานพลาสติกนั้น จะมีมิติความกว้างยาว สูง มากกว่าเส้นใยหลายเท่า ทำให้ดูเหมือนว่าแข็งแรงกว่าเส้นใย แต่ถ้าลองนำพลาสติกไปฉีกให้มีความบางเท่าเส้นใย จะพบว่ามันแข็งแรงน้อยกว่ามาก

3) **ยาง** มีจุดเด่นคือความยืดหยุ่นสูง เราจึงไม่เปรียบเทียบเรื่องความแข็งแรง แต่มักจะคำนึงถึงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาด (elongation at break) และแรงดึงที่จุดขาด (load at break) แทน นอกจากนี้พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการคืนตัวกลับได้ดีด้วย (recovery property) จึงต้องมีการเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่โมเลกุลด้วยการเชื่อมขวาง (crosslink) ซึ่งจุดที่เชื่อมขวางนี้ควรจะอยู่ห่างกันในระยะที่เหมาะสม เนื่องจากหากถี่เกินไป ยางที่ได้จะมีลักษณะแข็งไม่ยืดหยุ่น ในขณะที่ถ้าห่างเกินไป ก็จะได้ยางที่มีลักษณะนิ่มเกินไป

4) **สารละลายและลาเทกซ์** ใช้งานในรูปของพอลิเมอร์ที่กระจายตัวในของเหลวอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวทำละลายของพอลิเมอร์เอง หรือกระจายตัวเป็นอิมัลชันในน้ำ ลักษณะการใช้งานคือเป็น กาว สีทาบ้าน เซลล์เคลือบ หรือ สารเคลือบผิวอื่น ๆ พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้ควรจะกระจายตัวได้ดี และมีความสามารถในการเชื่อมขวางได้ในสถานะที่มีแสง หรือแก๊ซออกซิเจนได้ หรือไม่ก็สามารถที่จะนำตัวเองไปเกี่ยวพัน (entanglement) กับวัสดุอื่น ๆ ได้

โลหะเจือ โลหะผสม หรือ อัลลอย [9]

โลหะเจือ โลหะผสม หรือ อัลลอย (อังกฤษ: alloy) คือวัสดุที่เกิดจากการรวมกันของโลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยวัสดุโลหะเจือที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากส่วนประกอบเดิมของมัน

โลหะเจือถ้าเกิดจากโลหะ 2 ชนิด เรียกว่า ไบนารีอัลลอย (binary alloy), 3 ชนิด เรียกว่า เทอร์นารีอัลลอย (ternary alloy), 4 ชนิด เรียกว่า ควอเตอร์นารีอัลลอย (quaternary alloy)

ตามธรรมชาติโลหะเจือจะถูกออกแบบให้มีคุณสมบัติที่ต้องการมากกว่าการดูที่ส่วนผสมของมัน ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าจะแข็งแรงกว่าเหล็กซึ่งเป็นธาตุเหล็ก ทองเหลืองจะมีความทนทานมากกว่าทองแดง แต่มีความสวยงามน่าดึงดูดใจมากกว่าสังกะสี

ต่างจากโลหะบริสุทธิ์ โลหะเจือหลายชนิดไม่ได้มีจุดหลอมเหลวที่จุดเดียวแน่นอน แต่จะมีจุดหลอมเหลวเป็นช่วง (melting range) แทน ซึ่งในวัสดุจะเป็นของผสมระหว่างเฟสของแข็งและของเหลว อุณหภูมิที่ซึ่งโลหะเริ่มหลอมเหลวเรียกว่า โซลิดัส (solidus) และอุณหภูมิที่ซึ่งโลหะเจือหลอมเหลวได้หมดเรียกว่า ลิกวิดัส (liquidus) โลหะเจือพิเศษสามารถจะออกแบบให้มีจุดหลอมเหลวเดียวได้ ซึ่งเรียกโลหะเจือนี้ว่า ยูทีคติกมิกซ์เจอร์ (eutectic mixture)

บางครั้งโลหะเจือตั้งชื่อตามโลหะพื้นฐาน เช่น ทอง 14 เค หรือ 14 กระรัต เป็นโลหะเจือที่มีทองอยู่ร้อยละ 58 ที่เหลือเป็นโลหะอื่น เช่นเดียวกับ เงิน ใช้ในเพชร (jewellery) และอะลูมิเนียม

ระบบเรียกชื่อทางเคมี (Chemical Nomenclature) [10]

เนื่องจากสารเคมีที่มีอยู่บนโลกมีหลายชนิด มีหลายสาขาในวิทยาศาสตร์ที่ต่างก็ จำเป็นต้องใช้สารเคมี ดังนั้นการเรียกชื่อสารเคมีจึงจำเป็นต้องทำให้มีความเข้าใจที่สอดคล้อง กันในสิ่งเดียวกันให้เหมือนกันว่าประกอบด้วยส่วนประกอบใดบ้าง

1) ชื่อสามัญ (common name) ซึ่งตั้งขึ้นตามความเหมาะสมของการพบสารนั้น เช่น

- Na_2SO_4 เรียกว่า Glauber's salt ให้เกียรติแก่ J. F. Glauber ซึ่งเป็นผู้ค้นพบ
- NH_4Cl เรียกว่า sal ammoniac มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน

2) ชื่อตามระบบ IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

หรือ IUPAC names ซึ่งมีคณะกรรมการสหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์ ตามระบบ IUPAC จะแบ่งการเรียกชื่อสารประกอบตามประเภทของสารประกอบ คือ สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

3) การกำหนดชื่อดรรชนี (Index names) ที่บันทึกโดย Chemical Abstracts Service (CAS)

2 แนวทางในการพิจารณาตอบข้อหาข้อหา

2.1 .การตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร

2.1.1 ตรวจสอบข้อมูลในใบตอบหาข้อหา

(1.1) ตรวจสอบชื่อเคมีภัณฑ์/ ผลิตภัณฑ์ ว่าตรงกับ SDS (Safety Data Sheet) หรือไม่ บางครั้ง SDS ที่แนบไม่ตรงกับใบหาข้อหาเคมีภัณฑ์

(1.2) ตรวจสอบ CAS Number เพราะหากพิมพ์เลข CAS ผิดกัน ในระบบจะไม่สามารถหา CAS number ได้ จึงไม่สามารถประมวลผลตอบได้ แต่หากพิมพ์ CAS number ที่ถูกต้องตาม

หลักเกณฑ์ ก็จะตรวจพบ หรือทราบว่าเป็นสารอะไร เช่น เมื่อพิมพ์ CAS Number เป็น 117817 ซึ่งที่ถูกต้องจะต้องพิมพ์เป็น 117-81-7 กรณีนี้ ระบบตอบข้อหาหรือจะประมวลผลไม่พบ CAS number ดังกล่าว แต่ถ้าหากพิมพ์ CAS Number เป็น 117-81-7 ระบบจะประมวลผลพบว่าเป็นสารเคมีชื่อ บิส (2-เอทิลเฮกซิล) ฟทาเลต [bis (2-ethylhexyl) phthalate] หรือได-(2-เอทิลเฮกซิล) ฟทาเลต [di-(2-ethylhexyl) phthalate] หรือ ดีอีเอชพี (DEHP) เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3

(1.3) ตรวจสอบชื่อผู้ผลิต (Manufacturer) ว่าตรงกับ SDS(Safety Data Sheet) หรือไม่

(1.4) กรณีชื่อผู้ผลิตในตอบข้อหาหรือเบื้องต้นไม่ตรงกับ เอกสาร SDS จะไม่สามารถพิจารณาได้ เนื่องจากข้อมูล MSDS ไม่ใช่ของผู้ผลิตตามใบตอบข้อหาหรือเบื้องต้น

(1.5) กรณีที่ข้อมูล SDS มีชื่อทางการค้าหลายรายการ จะตอบเฉพาะรายการที่หาหรือเท่านั้น โดยให้ขีดฆ่ารายการอื่นออก พร้อมประทับตราลงชื่อ

2.1.2.ตรวจสอบข้อมูลในเอกสารข้อมูลความปลอดภัย(SDS หรือ MSDS : Material Safety Data Sheet) ดังนี้

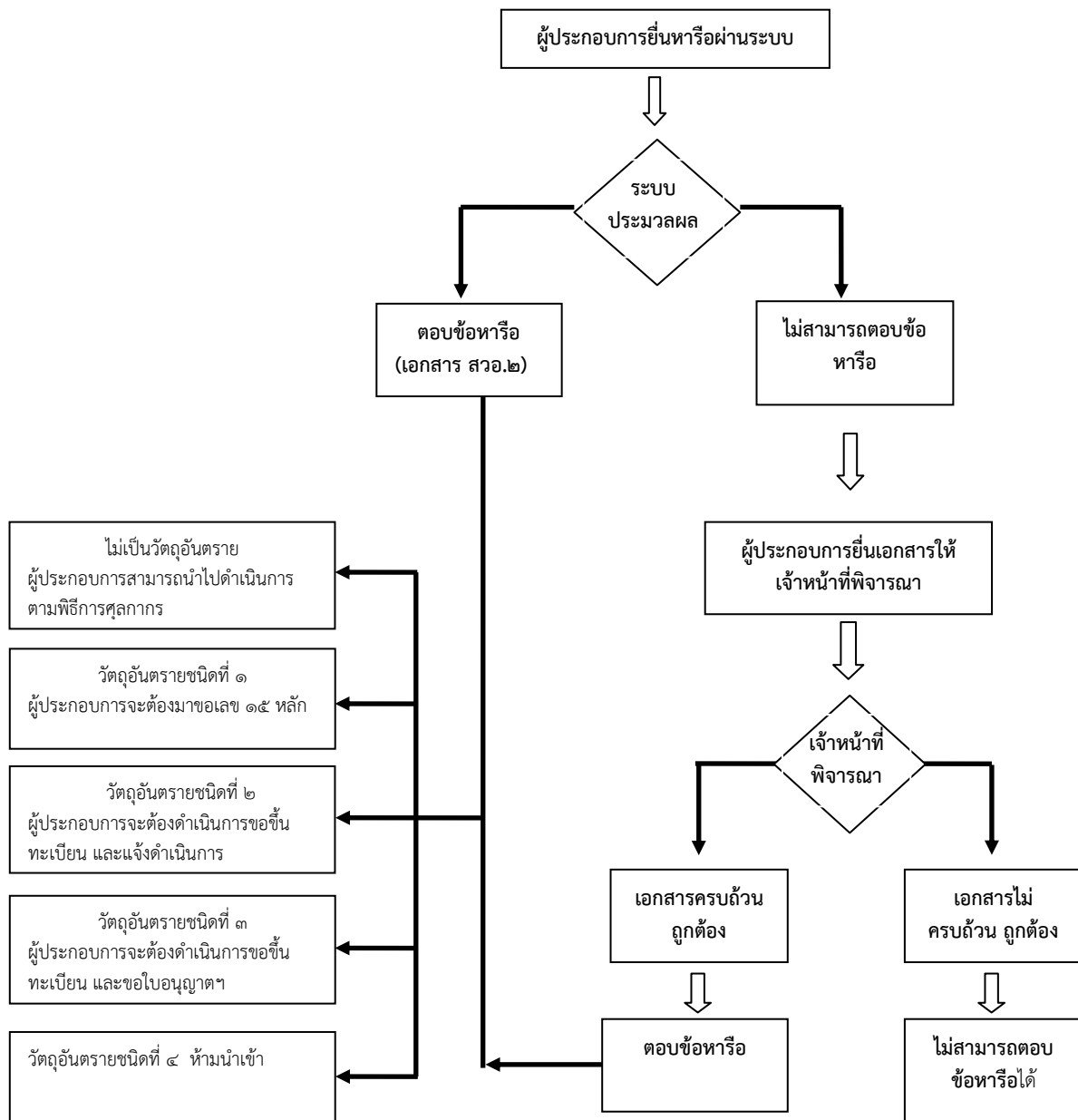
(1.1) พิจารณาข้อมูลในข้อที่ 1: Product and Company Identificationของเอกสาร SDS

- พิจารณาชื่อผู้ผลิต (Manufacturer) หรือพิจารณาชื่อผลิตภัณฑ์ในใบตอบข้อหาหรือ Online เพื่อพิจารณาว่าเป็น SDSของสารที่หาหรือไว้หรือไม่
- สามารถแสดงข้อมูลได้ทั้ง Manufacturer และ Supplier แต่หากสารดังกล่าวเป็นวัตถุอันตราย ต้องให้แสดงข้อมูล ชื่อผู้ผลิต

(1.2) พิจารณาหัวข้อที่ 3 ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (Composition/information on ingredients) และข้อที่ 9 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ (Physical and Chemical Properties) ดังนี้

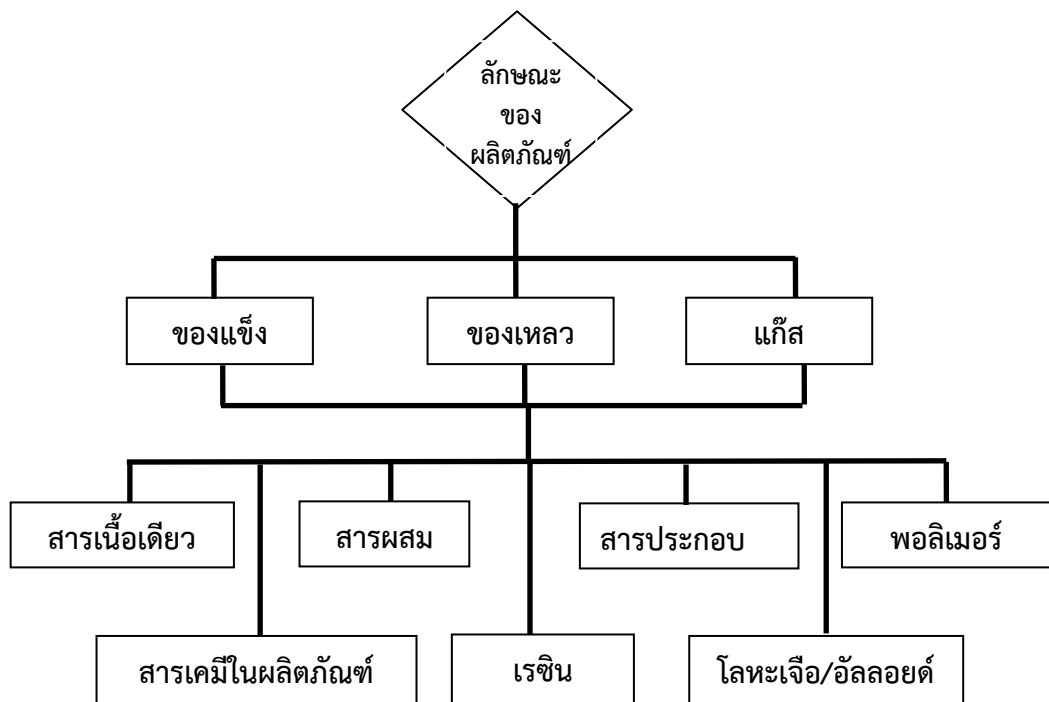
- พิจารณาว่าผลิตภัณฑ์ที่สอบถามมีลักษณะเป็นสารเดี่ยว สารผสม หรือ สารประกอบ
หมายเหตุ : สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายจะจัดเป็นสารเดี่ยว กรณีเป็นสารเนื้อเดียว ไม่มีส่วนผสมอื่นยกเว้นน้ำ
- หากในเอกสาร SDS ไม่มีการระบุอัตราส่วนผสม ไว้อย่างชัดเจน ให้ นำ เอกสารยืนยันผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ประกอบการพิจารณาตอบข้อหาหรือ

- หากมีการระบุ CAS Number ของสารเคมี ให้พิจารณา CAS No. และ พิจารณาเปอร์เซ็นต์ของสาร/ ของผสม นั้น ต้องให้ครบ 100%
- ถ้ามีการกำหนดเปอร์เซ็นต์เป็นช่วง แต่ SDS ได้แสดงส่วนผสมทั้งหมด (ไม่ได้แสดงเฉพาะ ส่วนผสมสำคัญ (Active Ingredient) สามารถนำมาพิจารณาตอบข้อหาหรือ



รูปที่ 3 แผนผังขั้นตอนวิธีการพิจารณาตอบข้อหาหรือ

2.1.3 การพิจารณาองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์



พิจารณาลักษณะหรือสถานะของผลิตภัณฑ์ ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

(1) กรณีที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว และมีสารเคมีที่มีรายชื่อเป็นวัตถุอันตรายตามบัญชีที่ 5 แนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 (บัญชีที่ 5) จะต้องมีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 1

(2) กรณีที่มีสถานะเป็นแก๊ส และมีสารเคมีที่มีรายชื่อเป็นวัตถุอันตรายตามบัญชีที่ 5 จะพิจารณาที่ทุกความเข้มข้น

2.1.4 แนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตราย

2.1.4.1 กรณีที่เป็นสารเนื้อเดียว แบ่งเป็นสารประกอบและสารละลาย

มีวิธีการพิจารณาดังนี้

(1) ตรวจสอบชื่อ และ CAS number ว่าถูกต้องตรงกับรายชื่อวัตถุอันตรายที่ประกาศตามบัญชี 5 ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 หรือไม่

(1.1) กรณีไม่พบรายชื่อตามบัญชีที่ 5 ให้แจ้งตอบผู้ประกอบการว่าไม่เป็นวัตถุอันตรายในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการสามารถนำไปดำเนินการตามพิธีการศุลกากรได้

(2) กรณีพบว่ามีชื่ออยู่ตามบัญชีที่ 5 ต้องพิจารณาสถานะของวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์ หรือเคมีภัณฑ์ นั้น ว่ามีสถานะอะไร

(2.1) ถ้ามีสถานะเป็นของแข็ง หรือ ของเหลว ให้ตรวจสอบว่าอัตราส่วนผสมของวัตถุอันตรายนั้นมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนักหรือไม่

- กรณีอัตราส่วนผสมน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ให้ดำเนินการแจ้งตอบผู้ประกอบการว่าไม่เป็นวัตถุอันตราย.ในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรมผู้ประกอบการสามารถนำไปดำเนินการตามพิธีการศุลกากรได้
- ในกรณีที่ตรวจพบว่าเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ให้แจ้งว่าเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง
- กรณีอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ต้องตรวจสอบและพิจารณาต่อในข้อ (3)

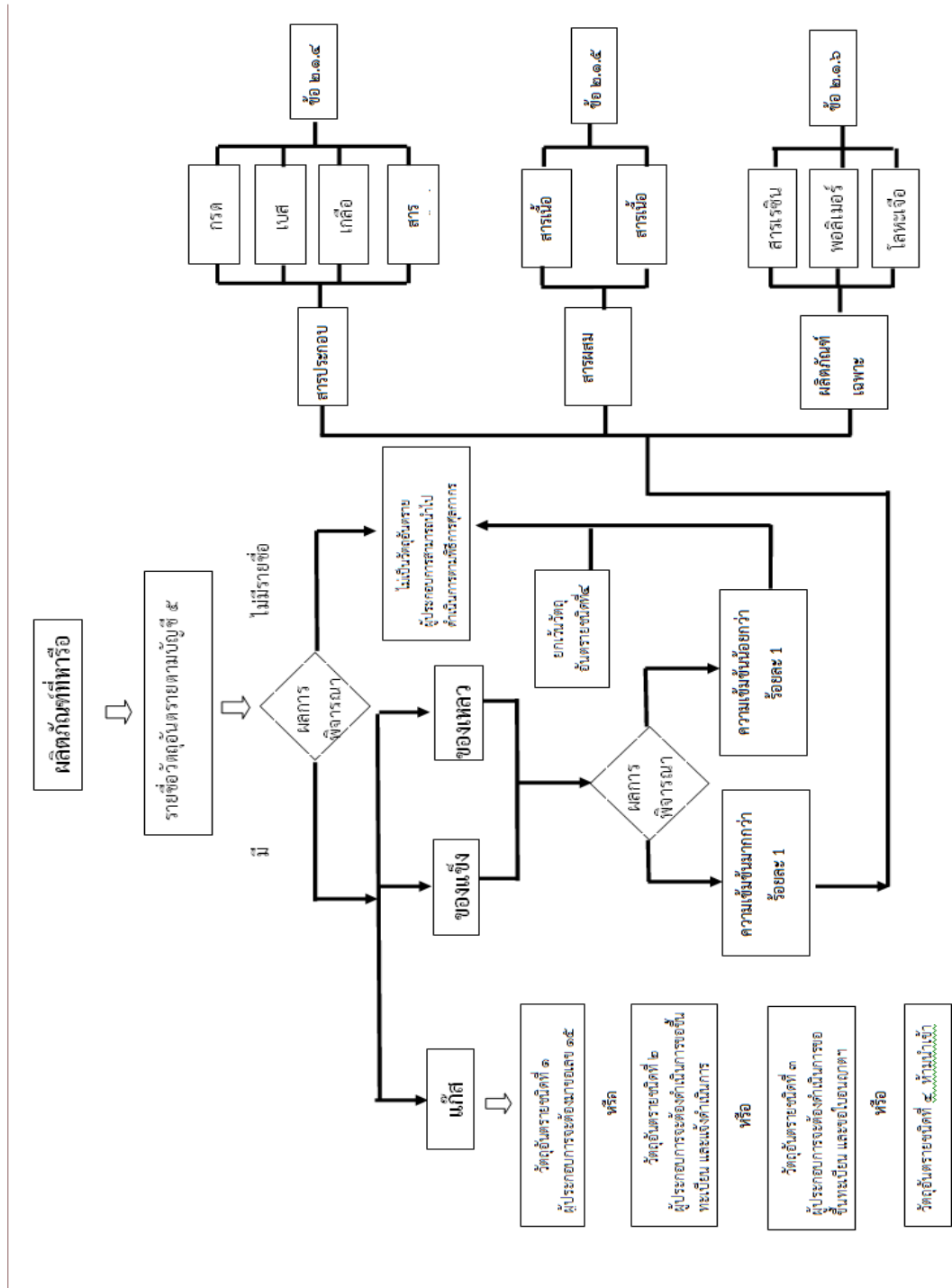
(2.2) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่หาหรือมีสถานะเป็นแก๊ส และไม่ปรากฏเงื่อนไขการควบคุมเป็นกรณีพิเศษ ให้ดำเนินการแจ้งตอบผู้ประกอบการ ดังนี้

- เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ผู้ประกอบการจะต้องมาขอเลข 15 หลัก
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และแจ้งดำเนินการ
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และขอใบอนุญาตฯ
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง

(3) ผลิตภัณฑ์ที่หาหรือมีสถานะเป็นของแข็ง หรือของเหลว ที่อัตราส่วนผสมของวัตถุอันตรายนั้นมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก จะต้องนำลักษณะของผลิตภัณฑ์มีผู้ประกอบการพิจารณา ดังนี้

(3.1) สารประกอบ ได้แก่

- กรด
- เบส
- เกลือ
- สารออกไซด์



รูปที่ 4 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม

(3.2) สารผสม ได้แก่

- สารเนื้อผสม
- สารเนื้อเดียว

(3.3) ผลิตภัณฑ์เฉพาะ ได้แก่

- สารเรซิน
- พอลิเมอร์
- โลหะเจือ

2.1.5 แนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารประกอบ

2.1.5.1 สารประกอบประเภทกรด - เบส

- ต้องตรวจสอบเงื่อนไขกำหนดความเข้มข้นเป็นการเฉพาะในการควบคุมกรดหรือเบส แต่ละชนิด(แล้วแต่กรณี)
- ต้องตรวจสอบความเข้มข้นสูงสุดของกรดหรือเบสที่ระบุชื่อว่าเป็นวัตถุอันตรายว่ามีความเข้มข้นสูงสุดเป็นเท่าใด

ในกรณีที่เป็นกรด

- กรดไฮโดรคลอริก มีความเข้มข้นสูงสุดตาม USP¹ เท่ากับ ร้อยละ 35-38 และสำหรับเทคนิค เกรด จะมีความเข้มข้นคิดเป็นเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์สูงสุดร้อยละ 37
- กรดซัลฟูริก มีความเข้มข้นที่แตกต่างกันขึ้นกับค่าความหนาแน่นดังนี้
 - 1) ค่าความหนาแน่น เป็น 1.71 ค่าเข้มข้นจะเท่ากับร้อยละ 77.7
 - 2) ค่าความหนาแน่น เป็น 1.84 ค่าเข้มข้นจะเท่ากับร้อยละ 93.2, 98, 99 หรือ 100
- กรดอะซิติก เป็นกรดที่มีความเข้มข้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 99.8 เป็นต้น

- พิจารณาความเข้มข้นที่ระบุในเอกสารข้อมูลความปลอดภัยว่าเป็นความเข้มข้นของสารบริสุทธิ์ของกรดหรือเบสหรือไม่
- นำค่าความเป็นกรด-เบส(pH) มาประกอบการพิจารณา

1

United States Pharmacopeia (USP) is the official [pharmacopeia](#) of the [United States](#).

2.1.5.2 สารประกอบประเภทเกลือ หรือสารออกไซด์

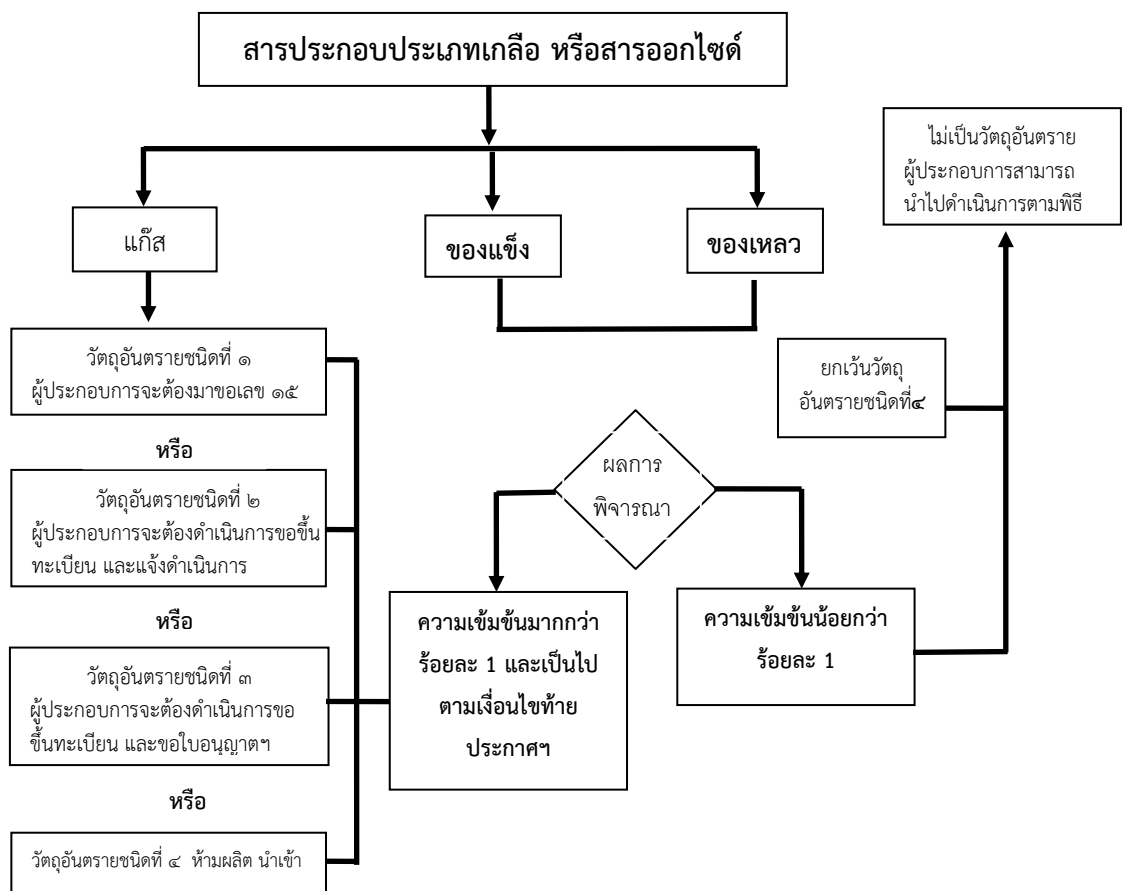
ใช้หลักการพิจารณาเกี่ยวกับการพิจารณาสารเดี่ยว ดังต่อไปนี้

- (1) ตรวจสอบชื่อ และ CAS number ว่าถูกต้องตรงกับรายชื่อวัตถุอันตรายที่ประกาศตามบัญชี 5 ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 หรือไม่
 - (1.1) กรณีไม่พบรายชื่อตามบัญชีที่ 5 ให้แจ้งตอบผู้ประกอบการว่าไม่เป็นวัตถุอันตราย.ในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรมผู้ประกอบการสามารถนำไปดำเนินการตามพิธีการศุลกากรได้
- (2) กรณีพบว่ามีชื่ออยู่ตามบัญชีที่ 5 ต้องพิจารณาสถานะของวัตถุ ผลิตภัณฑ์ หรือเคมีภัณฑ์ นั้น ว่ามีสถานะอะไร
 - (2.1) ถ้ามีสถานะเป็นของแข็ง หรือ ของเหลว ให้ตรวจสอบว่าอัตราส่วนผสมของวัตถุอันตรายนั้นมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนักหรือไม่
 - กรณีอัตราส่วนผสมน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ให้ดำเนินการแจ้งตอบผู้ประกอบการว่าไม่เป็นวัตถุอันตราย.ในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรมผู้ประกอบการสามารถนำไปดำเนินการตามพิธีการศุลกากรได้
 - ในกรณีที่ตรวจพบว่าเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ให้แจ้งว่าเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง
 - กรณีอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ต้องตรวจสอบและพิจารณาต่อในข้อ (2.3)
 - (2.2) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่หาหรือมีสถานะเป็นแก๊ส และไม่ปรากฏเงื่อนไขการควบคุมเป็นกรณีพิเศษ ให้ดำเนินการแจ้งตอบผู้ประกอบการ ดังนี้
 - เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ผู้ประกอบการจะต้องมาขอเลข 15 หลัก
 - วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และแจ้งดำเนินการ
 - วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และขอใบอนุญาตฯ

- วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง

(2.3) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่หาหรือมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 1 และมีลักษณะเข้าเกณฑ์เงื่อนไขการควบคุมเป็นกรณีพิเศษ ให้ดำเนินการแจ้งตอบผู้ประกอบการดังนี้

- เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ผู้ประกอบการจะต้องมาขอเลข 15 หลัก
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และแจ้งดำเนินการ
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขอขึ้นทะเบียน และขอใบอนุญาตฯ
- วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ห้ามผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง



รูปที่ 5 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายประเภทเกลือ หรือสารออกไซด์

2.1.6 แนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของผสม

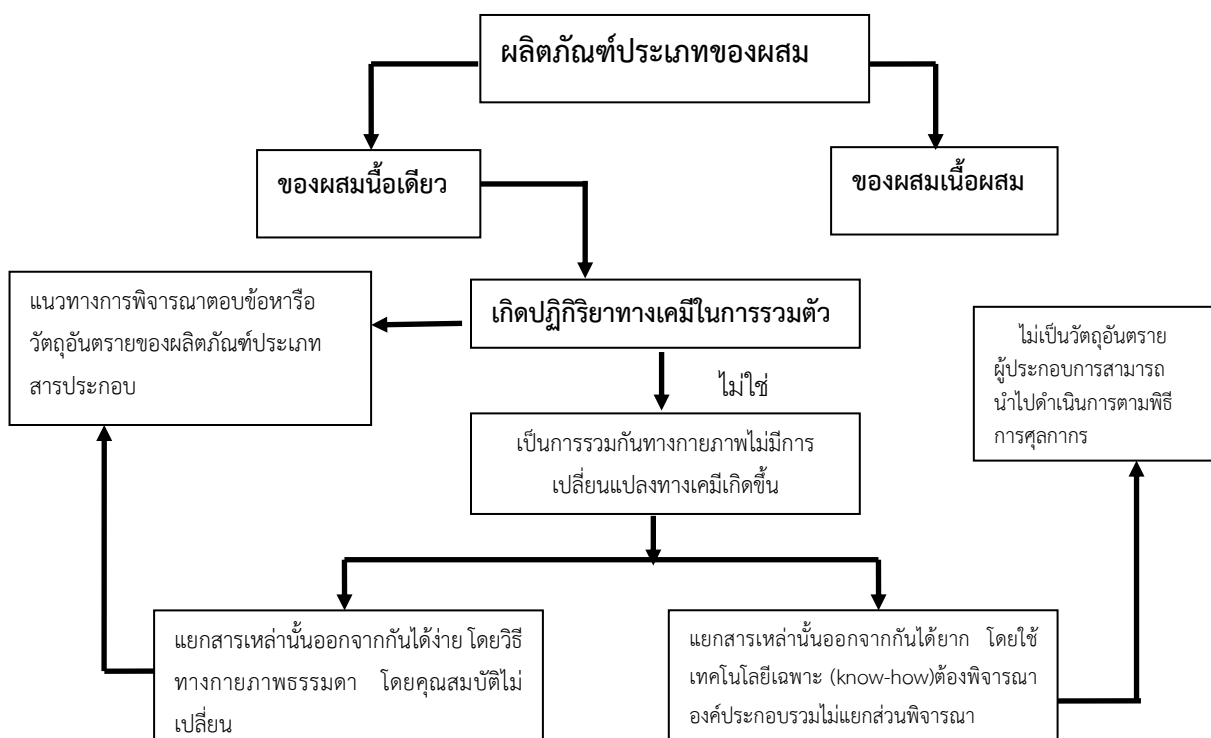
2.1.6.1 ประเภทของผสมเนื้อเดียว

- (1) ตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารละลายมีสารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวถูกละลาย พร้อมตรวจสอบ CAS number ของสารทั้งสองกลุ่ม
- (2) พิจารณาสถานะภาพของสารเนื้อเดียวว่าเป็น ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส
- (3) ตรวจสอบชื่อ และ CAS number ว่าถูกต้องตรงกันกับรายชื่อวัตถุอันตรายที่ประกาศตามบัญชี 5 ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 หรือไม่

(2.1) กรณีไม่พบรายชื่อตามบัญชีที่ 5 ให้แจ้งตอบผู้ประกอบการว่าไม่เป็นวัตถุอันตรายในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการสามารถนำไปดำเนินการตามพิธีการศุลกากรได้

- (2.2) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่หาหรือมีชื่อเป็นวัตถุอันตราย ตามบัญชี 5 และมีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 1 หรือมากกว่าหรือเท่ากับที่กำหนดท้ายบัญชี ต้องนำคุณสมบัติอื่นมาพิจารณาประกอบ ได้แก่
- เป็นการรวมกันโดยเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือไม่
 - เป็นการรวมกันทางกายภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น
 - สามารถแยกสารเหล่านั้นออกจากกันได้โดยวิธีทางกายภาพธรรมดา โดยไม่ทำให้สมบัติเดิมเปลี่ยนแปลงไป หรือไม่

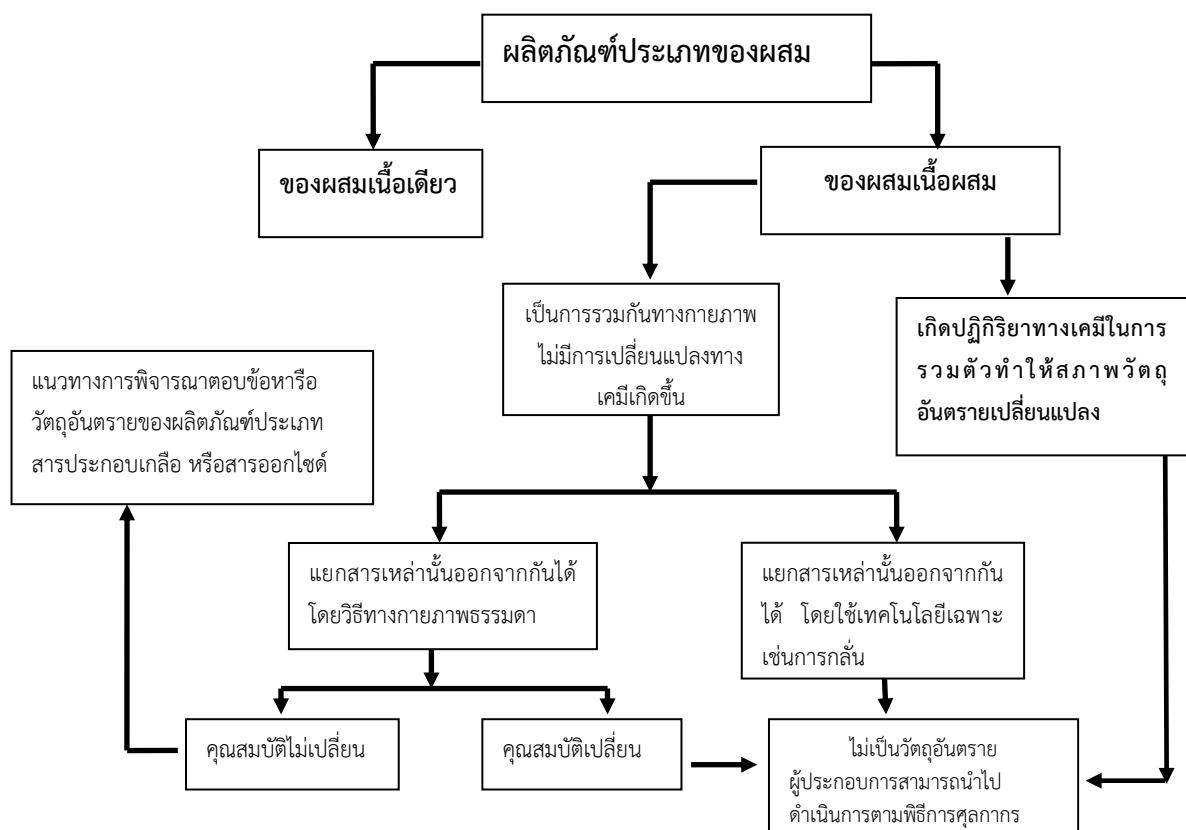
รูปที่ 5 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของผสม



2.1.6.2 ประเภทของผสมเนื้อผสม

- (1) ตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่หาหรือว่ามีคุณลักษณะและคุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์อย่างไร
- (2) ตรวจสอบองค์ประกอบหรือส่วนผสมแต่ละชนิดว่าเป็นสารอะไร มีคุณสมบัติอย่างไร พร้อมตรวจสอบ CAS Number
- (3) ตรวจสอบชื่อ และ CAS number ว่าถูกต้องตรงกับรายชื่อวัตถุอันตรายที่ประกาศตามบัญชี 5 ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 หรือไม่
- (4) เปรียบเทียบคุณสมบัติ/คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และของวัตถุอันตรายว่ามีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
 - (4.1) คุณสมบัติ/คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แตกต่างจากคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของวัตถุอันตราย แสดงว่าความเป็นวัตถุอันตรายดังกล่าวได้เปลี่ยนไปแล้ว ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงไม่เป็นวัตถุอันตราย
 - (4.2) คุณสมบัติ/คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และของวัตถุอันตราย หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่ายังคงสภาพความเป็นวัตถุอันตรายดังกล่าวได้เปลี่ยนไปแล้ว ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงเป็นวัตถุอันตราย

รูปที่ 6 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของผสม (สารเนื้อผสม)



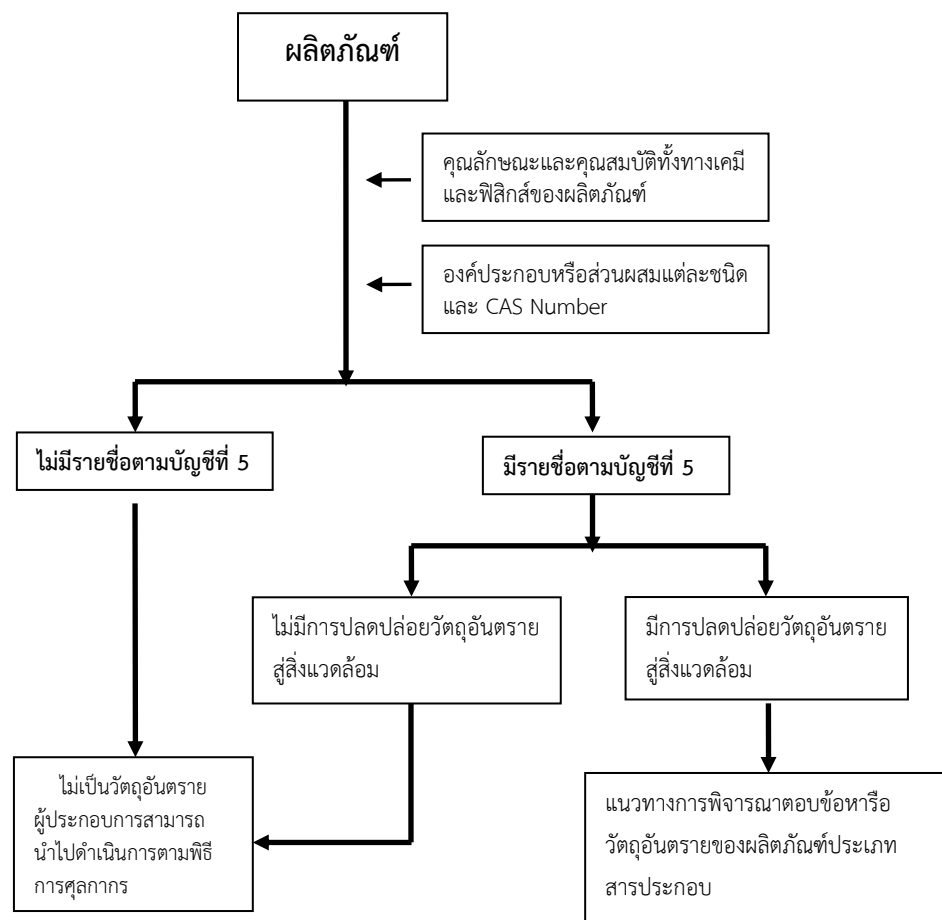
2.17 แนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับสารเคมีในผลิตภัณฑ์

ปัจจุบันได้มีการนำวัตถุอันตรายไปใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมใช้ และมีการจำหน่ายเพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีทั้งการผลิตในประเทศและการนำเข้าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จากผู้ผลิตต่างประเทศเพื่อจำหน่าย จากข้อมูลที่ผ่านมาได้มีผู้ประกอบการมีหนังสือหาหรือว่าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เป็นวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมหรือไม่ เพราะเมื่อตรวจสอบองค์ประกอบแล้วพบว่ามิใช่วัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมกำกับดูแลอยู่

สำหรับขั้นตอนในการพิจารณาตอบข้อหาหรือผลิตภัณฑ์ในลักษณะดังกล่าวมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) ตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่หาหรือว่ามีคุณลักษณะและคุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์อย่างไร
- (2) ตรวจสอบองค์ประกอบหรือส่วนผสมแต่ละชนิดว่าเป็นสารอะไร มีคุณสมบัติอย่างไร พร้อมตรวจสอบ CAS Number
- (3) พิจารณาลักษณะการใช้งาน โอกาสที่จะเกิดการรั่วไหล หรือการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม หรือโอกาสที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ในขณะใช้งานปกติ

รูปที่ 7 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารเคมีในผลิตภัณฑ์



2.3 ตัวอย่างการตอบข้อหาหรือวัตถุอันตราย

2.3.1 กรณีศึกษา การตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไฮโดรคลอริก ผสมอยู่ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 15.5

แนวทางการพิจารณา

1. กรดไฮโดรคลอริก เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ โดยมีเงื่อนไขการควบคุมที่ปริมาณความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก

2. กรดไฮโดรคลอริก มีความเข้มข้นสูงสุดตาม USP เท่ากับ ร้อยละ 35-38 และสำหรับเทคนิค เกรด จะมีความเข้มข้นคิดเป็นเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์สูงสุดร้อยละ 37

3. ในผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไฮโดรคลอริกผสมอยู่ร้อยละ 15.5 สามารถพิจารณาได้ 2

แนวทาง ดังนี้

3.1 ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว 100 ส่วน จะมี กรดไฮโดรคลอริก อยู่ 15.5 ส่วน หรือคิดเป็นสารไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) อยู่ร้อยละ 5.735 หรือ

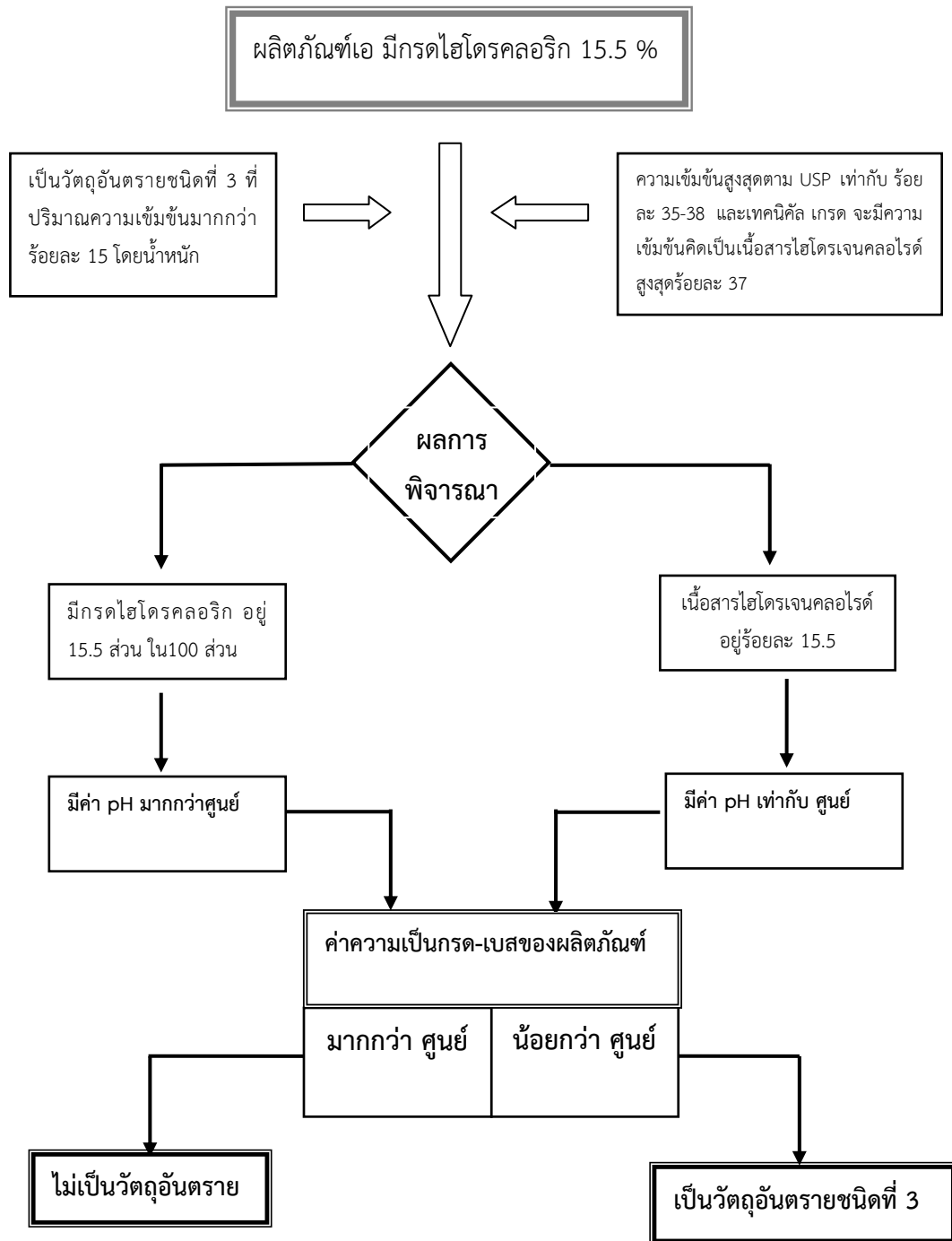
3.2 ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) อยู่ร้อยละ 15.5

4. นำค่า pH ของผลิตภัณฑ์และของกรดไฮโดรคลอริก มาพิจารณา โดยพบว่า กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ขึ้นไปจะมีค่า pH เท่ากับศูนย์

ดังนั้น หากค่า pH ของผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่า ศูนย์ ย่อมแสดงว่าในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์อยู่น้อยกว่าร้อยละ 10 นั้นหมายความว่า ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จะมี กรดไฮโดรคลอริก อยู่ 15.5 ส่วน ใน 100 ส่วน หรือคิดเป็นสารไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) อยู่ร้อยละ 5.735 ไม่จัดเป็นวัตถุอันตราย หรือ

หากในผลิตภัณฑ์มีกรดไฮโดรคลอริกที่คิดเป็นเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์อยู่ ร้อยละ 15.5 ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องมีค่าเท่ากับศูนย์ นั้นหมายความว่า ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จะมี กรดไฮโดรคลอริก คิดเป็นเนื้อสารไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) อยู่ร้อยละ 15.5 จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3

แผนผังแสดงแนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่มี
กรดไฮโดรคลอริก ผสมอยู่ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 15.5



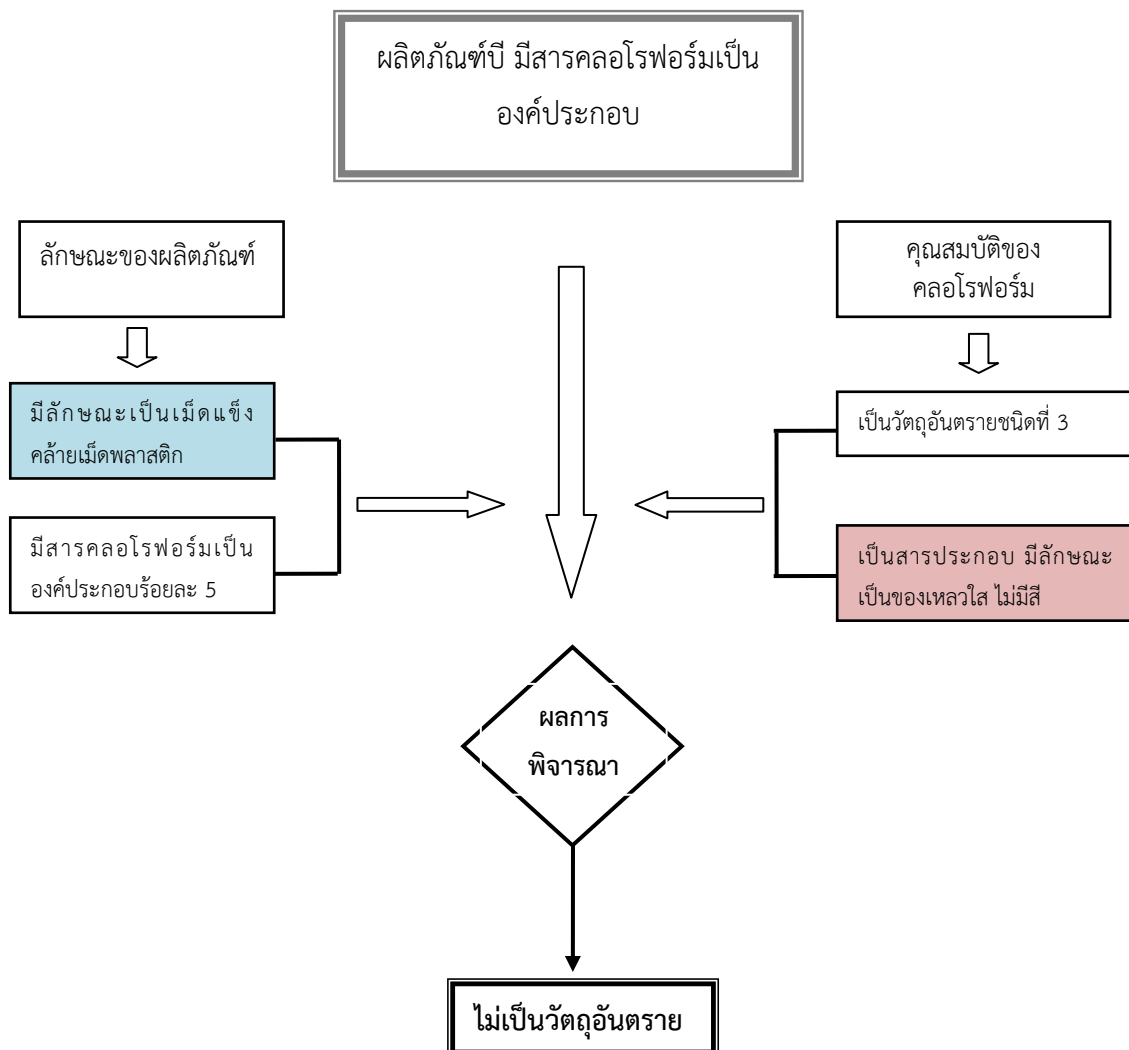
รูปที่ 8 แผนผังแนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไฮโดรคลอริก

2.3.2 กรณีศึกษา การตอบข้อหาหรือผลิตภัณฑ์ที่มีสารคลอโรฟอร์มเป็นองค์ประกอบ

สารคลอโรฟอร์ม เป็นวัตถุอันตราย ชนิดที่ 3 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ

ผู้ประกอบการได้มีหนังสือหาหรือว่าผลิตภัณฑ์ที่ประสงค์จะนำเข้ามีลักษณะเป็นเม็ดแข็งคล้ายเม็ดพลาสติก และมีคลอโรฟอร์มเป็นองค์ประกอบ โดยมีส่วนผสมคิดเป็นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นวัตถุอันตรายในความควบคุมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือไม่ อย่างไร

คลอโรฟอร์ม เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ ยังเป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาตในการนำเข้ามาในราชอาณาจักร และห้ามมิให้ผู้ใดนำเข้า เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์หรือผู้ซึ่งรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์มอบหมาย ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง การนำया เกสซ์เคมีภัณฑ์ เกลือของเกสซ์เคมีภัณฑ์ และเกสซ์เคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปเข้ามาในราชอาณาจักร พ.ศ.๒๕๔๔ ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งออกป็นอกและการนำเข้ามาในราชอาณาจักรซึ่งสินค้า พ.ศ.๒๕๒๒



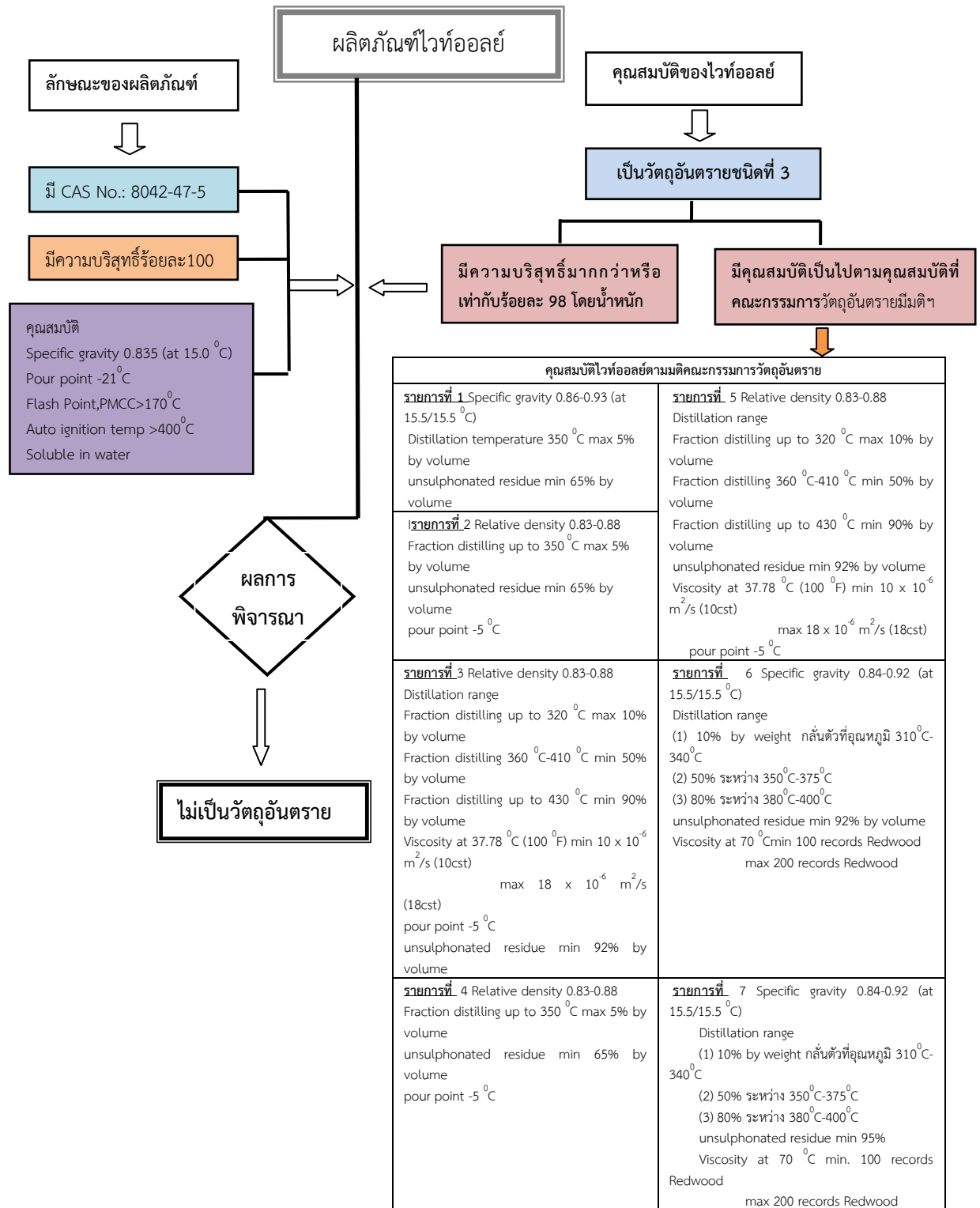
รูปที่ 9 ผังแนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่มีคลอโรฟอร์มเป็นส่วนผสม

2.3.3 กรณีศึกษา การตอบข้อหาหรือ สาร white oil

กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ประกาศกำหนดให้ White oil เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 โดยจะควบคุมเฉพาะที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด จำนวน 7 รายการ ส่วนผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอื่น ๆ ที่มีไวท์ออยล์เป็นส่วนผสม ถือว่าไม่เป็นวัตถุอันตรายในความควบคุม แนวทางในการพิจารณาตอบข้อหาหรือกรณี ไวท์ออยล์ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ต้องมีความบริสุทธิ์มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก
- 2) ต้องมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดคุณสมบัติ จำนวน 7 รายการตามมติคณะกรรมการ

วัตถุอันตราย



รูปที่ 10 ผังแนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ไวท์ออลย์

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้น จึงไม่เป็นวัตถุอันตราย แม้ว่าความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดทั้ง 7 ข้อตามมติคณะกรรมการวัตถุอันตราย

2.3.4 กรณีศึกษา การพิจารณาตอบข้อหารือ สาร Mixed C-4

ผู้ประกอบการได้มีหนังสือขอหารือเกี่ยวกับการนำเข้าผลิตภัณฑ์ ชื่อ Mixed C4 ซึ่งได้นำเข้ามาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ชื่อ 1,3 Butadiene โดยได้มีการส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ Mixed C4 มี เลขทะเบียน CAS เป็น 68476-52-8 ว่าเป็นวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบหรือไม่ นั้น

ข้อมูลวิชาการ

1. จากการตรวจสอบเอกสารความปลอดภัย (MSDS) พบว่า ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ที่มีสารที่มีคาร์บอนประกอบอยู่ 4 อะตอมในหนึ่งโมเลกุล จากเอกสารที่ผู้ประกอบการได้นำเสนอ พบว่าผลิตภัณฑ์ Mixed C4 มี สาร 1,3 Butadiene (เลขทะเบียน CAS 106-99-0) อยู่ร้อยละ 35-50 สาร 1,3 Butadiene ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ Mixed C4 นั้นไม่สามารถแยกออกเป็นอิสระได้โดยวิธีธรรมดา การแยกสาร 1,3 Butadiene ออกจาก ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 จะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่มีการจดสิทธิบัตร(เป็น know-how ที่ต้องซื้อ)
2. ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นปิโตรเลียม และมีเลขทะเบียน CAS เฉพาะคือ 68476-52-8 จัดเป็นสารเนื้อเดียวสถานะแก๊ส
3. เลขทะเบียน CAS (CAS registry numbers) เป็นตัวเลขเฉพาะที่ใช้จำแนกสารประกอบเคมี, พอลิเมอร์, สารประกอบทางชีวภาพ, ของผสม และ โลหะผสม โดยมีการเรียกชื่อได้หลายแบบ เช่น เลขทะเบียน CAS, CAS numbers, CAS RNs or CAS #s เป็นต้น

ข้อเท็จจริง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 สาร 1,3 Butadiene กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ประกาศควบคุมเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องขอรับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย ตามบทบัญญัติมาตรา 36 และขออนุญาต ผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง ตามนัยแห่งมาตรา 23 ของพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ซึ่ง สำนักควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ดำเนินการควบคุม กำกับดูแลดังกล่าวมาโดยตลอด

จากการประมวลข้อมูลวิชาการและข้อเท็จจริงในการตอบข้อหารือว่า จะพิจารณาโดยการตรวจสอบว่าเคมีภัณฑ์ดังกล่าวมีสารเคมีที่ได้มีการระบุชื่อเป็นวัตถุอันตรายหรือไม่ หากมีชื่อปรากฏตามบัญชีควบคุม ก็จะตรวจสอบอัตราส่วนผสมว่าเป็นไปตามที่กำหนดในบัญชีแนบท้ายประกาศหรือไม่ ในกรณีที่ไม่มี การระบุเงื่อนไขแนบท้าย ก็จะทำให้เกณฑ์การพิจารณาความเข้มข้นว่าในกรณีที่เป็นของแข็ง หรือของเหลว ปริมาณความเข้มข้นต้องมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

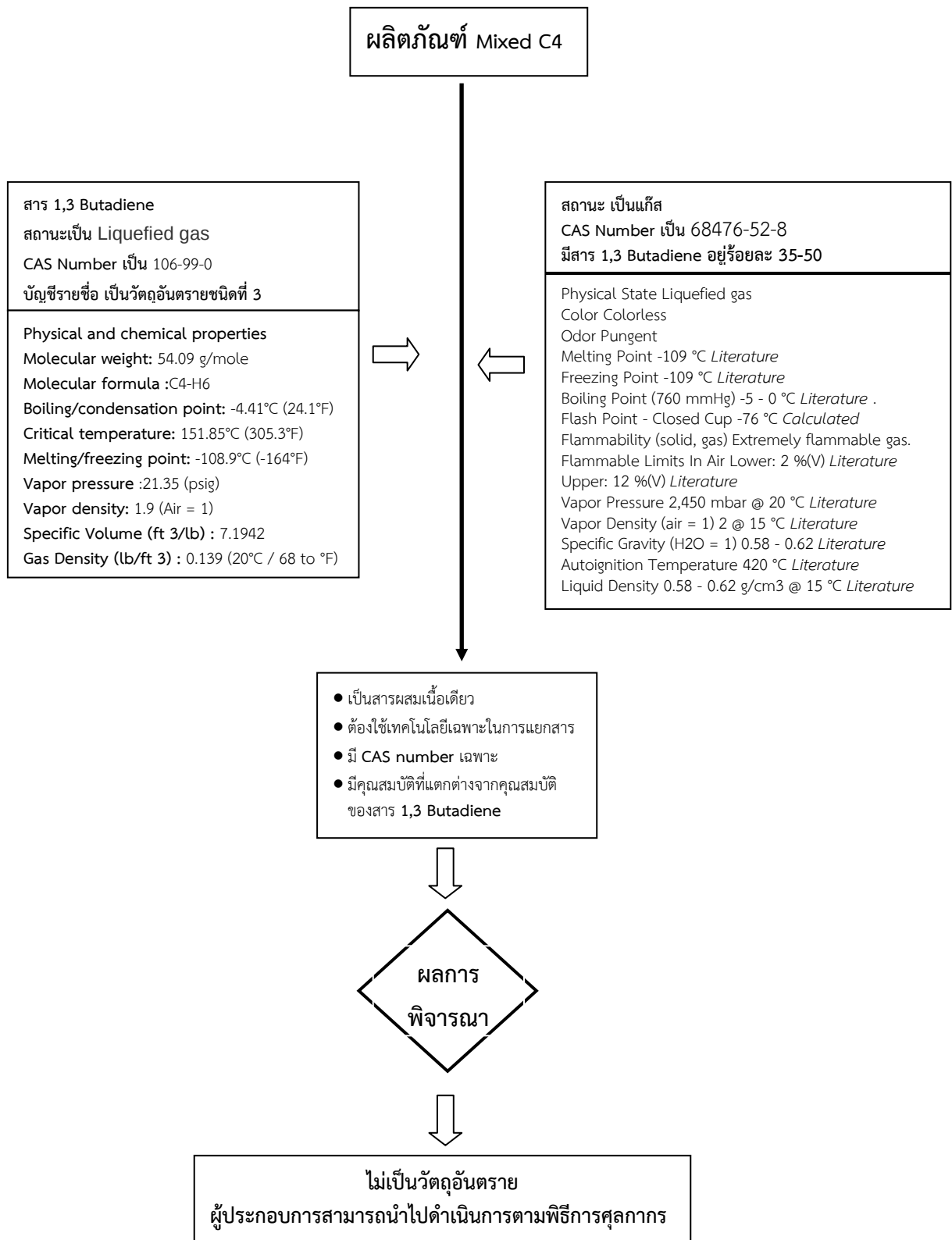
หากพิจารณาตามแนวทางข้างต้น ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 เนื่องจาก มีสาร สาร 1,3 Butadiene ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 35-40

แต่หากนำสถานะของผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นปิโตรเลียม มีเลขทะเบียน CAS เฉพาะคือ 68476-52-8 นอกจากนี้ยังเข้าข่ายการจัดเป็นสารผสมเนื้อเดียวสถานะแก๊ส ซึ่งจะไม่เข้าข่ายการเป็นวัตถุอันตรายในความควบคุมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถเทียบเคียงผลิตภัณฑ์ Mixed C4 กับผลิตภัณฑ์ Naphtha คือมีเลขทะเบียน CAS เฉพาะ และมีวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

| ชื่อผลิตภัณฑ์ | เลขทะเบียน CAS | ชื่อวัตถุอันตราย | ชนิดที่ | อัตราส่วนผสม |
|---------------|----------------|------------------|---------|--------------|
| Mixed C4 | 68476-52-8 | 1,3 Butadiene | 3 | 35-40 |
| Naphtha | 8030-30-6 | Benzene | 3 | 3-5% |

ในทางปฏิบัติ สาร Naphtha มิได้จัดเป็นวัตถุอันตราย แม้ว่าจะมีสาร benzene ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 อยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 3-5 ก็ตาม

ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ Mixed C4 จึงไม่เป็นวัตถุอันตราย หากนำ CAS number และสถานะของสารมาประกอบการพิจารณา



รูปที่ 11 ผังแนวทางการพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายของผลิตภัณฑ์ Mixed C4

2.3.5 กรณีศึกษา การพิจารณาตอบข้อหาหรือวัตถุอันตรายที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.3.5.1 กรณีผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดขึ้นงาน

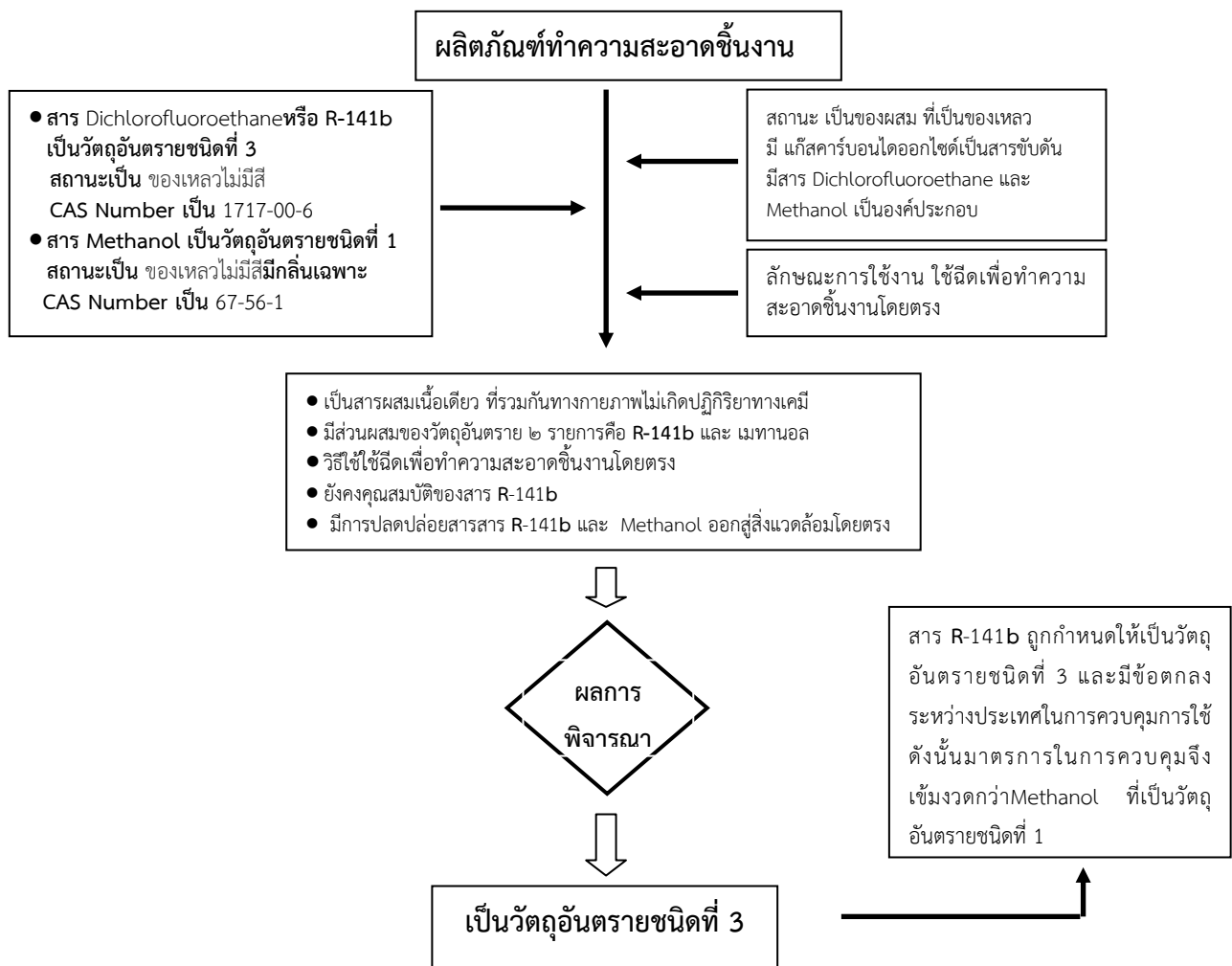
ผู้ประกอบการได้มีหนังสือหาหรือว่ามีความประสงค์จะนำเข้าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดขึ้นงานในรูปกระป๋องสเปรย์ ซึ่งสามารถใช้งานได้ทันที ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจัดเป็นวัตถุอันตรายหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้เนื่องจากในผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบของสารเคมีดังนี้

- | | |
|--------------------------|------|
| (1) Dichlorofluoroethane | 85 % |
| (2) Methanol | 7 % |
| (3) Carbon dioxide | 8 % |

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีคุณสมบัติในการทำทำความสะอาดหน้าสัมผัสทางไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำความสะอาดคราบออกไซด์ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และวัสดุอื่น ๆ ไม่กัดกร่อน ระเหยแห้งเร็ว

สำหรับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เป็นของเหลวใส ความหนาแน่นไอ 4.5 จุดเดือด 60.5°C ละลายน้ำได้เล็กน้อย ระเหยได้ 100% ความถ่วงจำเพาะ 0.67 ที่อุณหภูมิ 20 °C

รูปที่ 12 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่มีวัตถุอันตรายเป็นองค์ประกอบ



2.3.5.2 กรณีผลิตภัณฑ์สีกันเปรียง

สีกันเปรียง (Antifouling Paint) เป็นสีทาเรือเพื่อป้องกันการผุกร่อน และป้องกันการเกาะของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น เพรียง สาหร่าย ฯลฯ สีดังกล่าวทำให้เจ้าของเรือประหยัดค่าบำรุงรักษาเรือ ประหยัดน้ำมัน และป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำในระบบหล่อเย็น

โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทของสีกันเปรียงอย่างคร่าว ๆ เป็นสองประเภทคือ ประเภทแรก เป็นระบบสีที่ทำให้ผิวลื่นและเรียบ ซึ่งสิ่งสกปรกและเปรียงต่าง ๆ ไม่สามารถเกาะได้ที่ผิวเรือ และประเภทที่สองคือระบบสีกันเปรียงที่มีส่วนผสมของสารฆ่าสิ่งมีชีวิต (biocide) ผสมอยู่ด้วย และการออกฤทธิ์ในห้วงเวลาสั้น ๆ และสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

2.3.5.2.1 ระบบของสีกันเปรียง

(1) Self Polishing Copolymer, SPC : เป็นระบบสีกันเปรียงที่มีประสิทธิภาพการป้องกันสูงสุด การทำงานสม่ำเสมอ ปลอ่ยสาร Biocide คงที่ ตลอดเวลาอายุการใช้งานมากกว่า 60 เดือน อัตราการขัดตัวเอง (Self Polishing) เป็นไปอย่างช้า ๆ ตามสภาพการใช้งาน (ความเร็วของเรือ) ผิวที่ทาเคลือบมีลักษณะเนียนตลอดเท่า ๆ กัน และไม่มีปัญหาสีพอก ประกอบด้วย เรซินสบู่ของเกลือโลหะ เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบที่มีประจุบวกอย่างน้อยบวกสองกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรืออาจมีส่วนผสมระหว่างกรดไขมันอิ่มตัวกับกรดอินทรีย์อิ่มตัว

(2) Hybrid SPC/Controlled Depletion Polymer (CDP) : เป็นระบบสีที่มีการขัดตัวเอง และการปลอ่ยสารป้องกันเปรียงสม่ำเสมอ สามารถกำหนดความหนาของชั้นสีตามสภาพใช้งานและระยะเวลาพื้นผิวทนทานต่อสภาพ แดด ลม ปริมาณเนื้อสีมาก ราคาประหยัด

(3) Contact Leaching (CL): เป็นระบบสีกันเปรียงการขัดตัวเองเป็นไปอย่างช้า ๆ อายุการใช้งานไม่เกิน 36 เดือน ความหนาของฟิล์มสีขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการใช้งาน มีความทนทานสูง มีปริมาณเนื้อสีสูง ครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า

(4) Foul Release Technology (FR): ไม่มีสารประเภทโลหะส่วนผสม ใช้โครงสร้างของซิลิโคนไม่มีการขัดตัวเอง ทนทานต่อแรงกระแทกของน้ำ มีความยืดหยุ่นสูง และมีปริมาณเนื้อสีสูง

4.3.5.2.2 องค์ประกอบของสีกันเปรียง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ตัวอย่างองค์ประกอบ แสดงดังตาราง

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่างของสีกันเปรียง | ปริมาณร้อยละ |
|-------------|-------------------------|--------------|
| 1.Binder | Resin | 25 |
| 2.Pigments | Cu ₂ O/ZnO | 35/5 |
| 3.Additives | Bentone#34 | 1.5 |
| 4.Extenders | Talc/ CaCO ₃ | 10/5 |
| 5.Solvents | Xylene | 20 |

องค์ประกอบของสีแยกตามระบบ หรือตามการพัฒนา สามารถแบ่งได้คือ

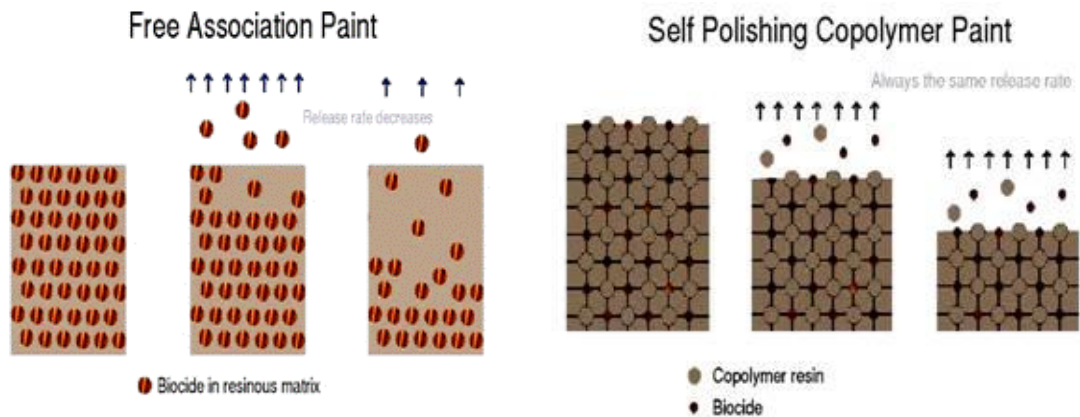
(1) ระบบ Conventional, Soluble matrix-type antifouling : สีประเภทนี้มีส่วนประกอบที่เป็น binder เช่น Colophonium สามารถละลายในน้ำได้ และสารฆ่าสิ่งมีชีวิต เช่น คิวปรัสออกไซด์ (Cu_2O) จะถูกปล่อยออกมา ซึ่งสีประเภทนี้อาจมีสารประกอบของดีบุกอินทรีย์ (Organotin) ปนมาด้วยก็ได้ อายุการใช้งานประมาณ 12 เดือน สีประเภทนี้ง่ายต่อการหักและแตกเป็นเกล็ด (Cracking and flaking) เมื่อทาสีบนพื้นผิวแล้วจำเป็นต้องนำพื้นผิวสัมผัสน้ำโดยเร็ว สีเหล่านี้เป็นสีที่ใช้กันทั่วไปในทางทหารที่ผ่านมา แม้ว่าจะยากต่อการควบคุมอัตราการปลดปล่อยของสารฆ่าสิ่งมีชีวิต จากเมตริกซ์สารที่เป็นเรซินที่มีระดับของการชะล้างคงที่ (constant leaching level)

(2) ระบบ Long Life, insoluble matrix-type antifouling : มีส่วนผสมของ binder เป็นสารจำพวก ไวนิล และอะคริลิก/โรซิน (Acrylic/Rosin, CR) และอาจมี Colophonium ผสมอยู่ในปริมาณเล็กน้อย และสารฆ่าสิ่งมีชีวิต เช่น สารประกอบของทองแดงกว่าร้อยละ 70 อาจมีสารประกอบของดีบุกอินทรีย์ อายุการใช้งานประมาณ 12-24 เดือน ซึ่งบ่อยครั้งเรียกว่า Long Life Antifouling

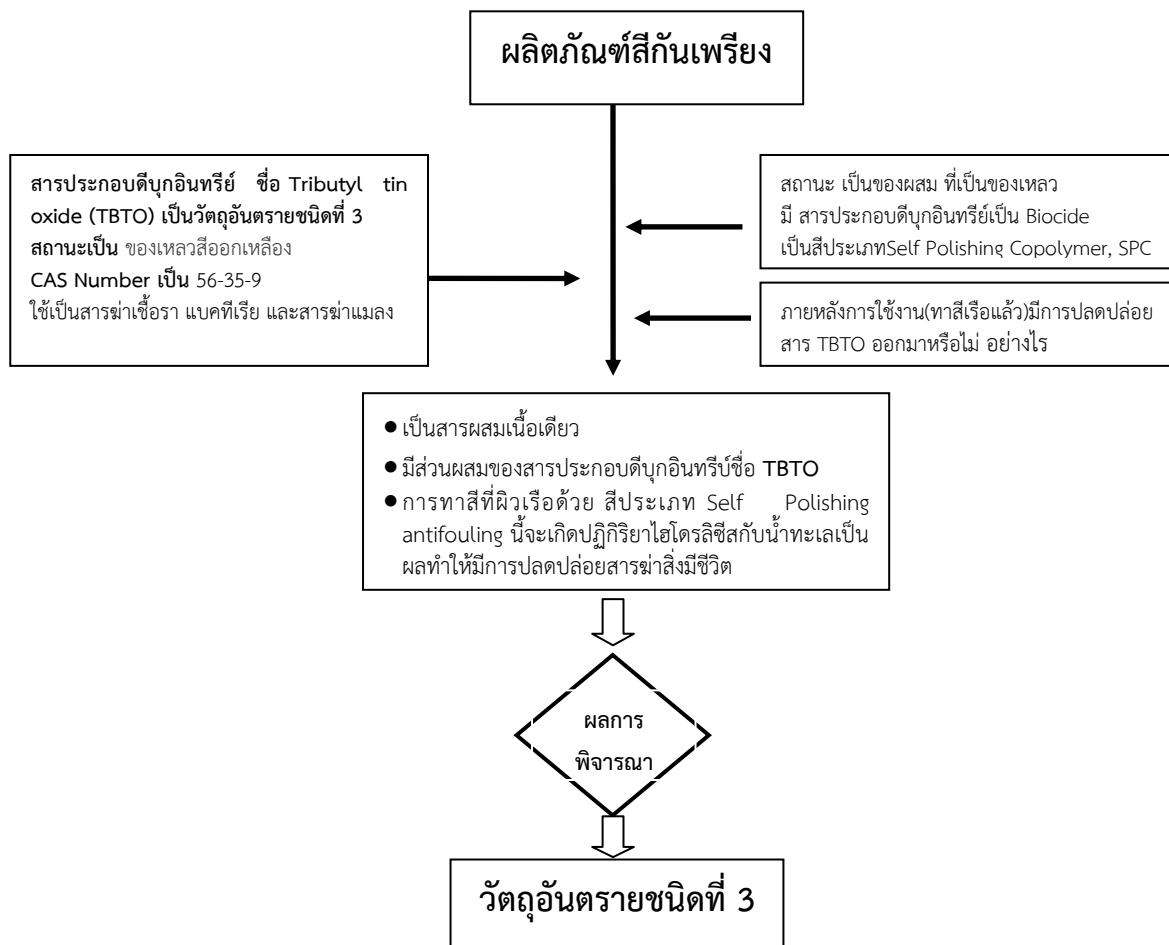
(3) ระบบ Self Polishing antifouling: มีส่วนผสมของโคพอลิเมอร์ ได้แก่การผสมเรซินซึ่งมีสมบัติออกฤทธิ์ต่อสิ่งมีชีวิตกับสารออกฤทธิ์สำคัญอื่นๆ เป็นระบบของสารโพลิเมอร์ผสมที่มีพันธะทางเคมีตลอดทั่วทั้งเนื้อสาร ที่อาจมีหรือไม่มีส่วนผสมของสารพิษ (toxin) เช่น สารประกอบดีบุกอินทรีย์ ซึ่งดีบุกเป็นส่วนประกอบในสารพอลิเมอร์ ชนิด polyacrylates ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย ด้วยคุณสมบัติที่ติดแน่นและสมบัติที่สามารถขัดตัวเองได้ (self-polishing properties) การออกฤทธิ์ที่กว้าง ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อรา แบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในอุตสาหกรรมทอผ้า กระดาษ หนังสือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อีกด้วย มีการออกฤทธิ์ที่แรงและนานกว่าสีทาเรือที่ใช้สารอื่น ๆ เช่น สารประกอบของปรอทและทองแดง อย่างไรก็ตาม สารดีบุกอินทรีย์ได้ถูกจำกัดการใช้ตามกฎหมาย เพราะความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่สูง สารประกอบของดีบุกที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์จะมีความเป็นพิษที่มากกว่ารูปสารอนินทรีย์ เนื่องจากสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้ดีกว่า และเส้นทางเริ่มแรกของสารประกอบดีบุกอินทรีย์มักจะอยู่ในตะกอนหนักและสามารถเข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้มากกว่าสารดีบุกอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ สารประกอบของทองแดงซึ่งมีพิษน้อยกว่าจึงเป็นสารพิษเติมแต่งในสีกันเปรียงมาจนถึงปัจจุบัน สารประกอบของทองแดงที่ใช้กันได้แก่ Copper(I) Oxide, Copper(I) thiocyanate, Copper metals powder, copper bronze (Cu+Sn alloy), copper naphthenate, copper resinate (Copper hydroxide + Rosin) และ Copper (I) sulphite ซึ่งสีกันเปรียงโดยทั่วไปจะมีสารประกอบของทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้มหรือสีแดงเข้ม ระบบของสีกันเปรียงที่พัฒนามาถึงปัจจุบันอีกชนิดหนึ่งคือ การใช้ copper acrylate เป็น cross-linking agent ในพอลิเมอร์ผสม

การทาสีที่ผิวเรือด้วย สีประเภท Self Polishing antifouling นี้จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสกับน้ำทะเลเป็นผลทำให้มีการปลดปล่อยสารฆ่าสิ่งมีชีวิต เช่น เปรียงอย่างช้า ๆ สีที่เคลือบบนพื้นผิวเรือด้วยแรงยึดเชิงกลอย่างอ่อนที่คงเหลืออยู่จะ ค่อย ๆ หลุดลอกออกด้วยน้ำทะเล (ดังรูปที่ 10) เป็นผลทำให้มีพื้นผิวของโพลิเมอร์ที่ใหม่อยู่เสมอ ผิวเรียบมากกว่าการทาสีกันเปรียงประเภทอื่น กระบวนการเกิดไฮโดรไลซิสและการหลุดลอกจะเกิดซ้ำแล้วซ้ำเล่าจนกว่าไม่มีสีที่ผิวเรือที่ทา และสารฆ่าสิ่งมีชีวิตซึ่งสามารถออกฤทธิ์ได้นานถึง

ประมาณ 5 ปีขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นฟิล์มสีที่ทาหรือเคลือบ แผนผังแสดงถึงการปลดปล่อยของสารฆ่าสิ่งมีชีวิตของระบบสีกันเปรียงแบบ Conventional-Free association paint และ Copolymer Paint แสดงดังรูป



รูป แสดงการปลดปล่อยของสารฆ่าสิ่งมีชีวิตของระบบสีกันเปรียงแบบ Conventional-Free association paint และ Copolymer Paint (ภาพประกอบได้จาก Bennett, R.F. 1996. Industrial manufacture and applications of tributyltin compounds. In: Tributyltin: Case Study of an Environmental Contaminant, editor S.J. de Mora. Cambridge University Press, Cambridge, 21 - 61 pp.)



รูปที่ 13 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์สีกันเปรียง

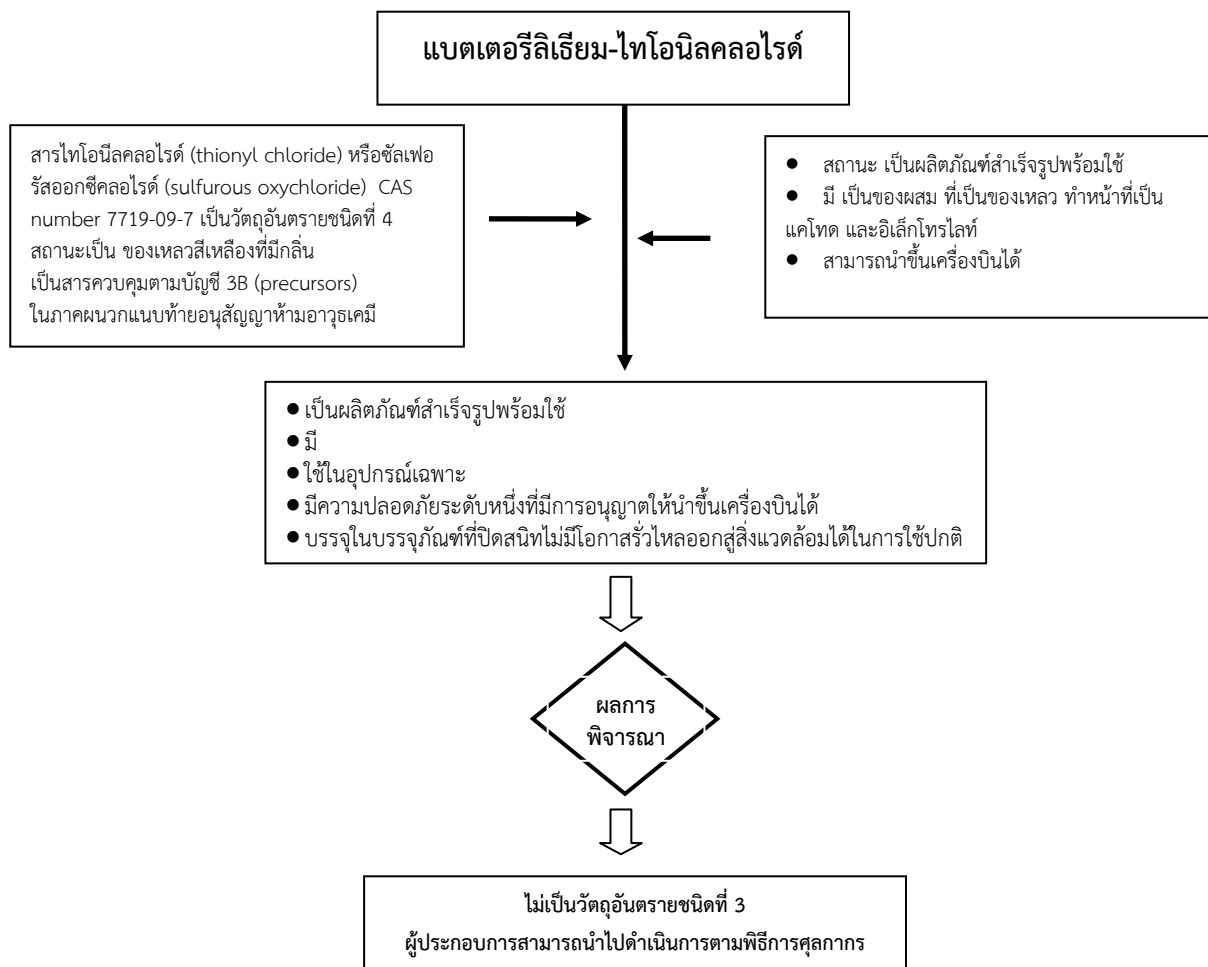
2.3.5.3 กรณีผลิตภัณฑ์เครื่องวัดอัตราการไหลพร้อมแบตเตอรี่

ผู้ประกอบการได้นำเข้าเครื่องมือวิทยาศาสตร์ชื่อ Flow Meter เพื่อนำมาวัดอัตราการไหลของของเหลวในท่อ เช่น น้ำมัน ปรากฏว่าในการแสดงเอกสารประกอบการเดินพิธีการศุลกากร มีการสำแดงว่ามีแบตเตอรี่ของเครื่องดังกล่าวเข้ามาพร้อมเครื่องมือดังกล่าว โดยมีรายละเอียดขององค์ประกอบของแบตเตอรี่ว่ามีสาร Thionyl chloride เป็นองค์ประกอบ

สารไทโอนิลคลอไรด์ (thionyl chloride) หรือซัลเฟอร์ซอกซีคลอไรด์ (sulfurous oxychloride) CAS number 7719-09-7 เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4

ลิเทียม-ไทโอนิลคลอไรด์แบตเตอรี่เป็น แบตเตอรี่ลิเทียมแคโทดของเหลว (liquid cathode lithium cell) ส่วนใหญ่จะใช้งานเชิงพาณิชย์ / อุตสาหกรรม ลิเทียม-ไทโอนิลคลอไรด์แบตเตอรี่จะองค์ประกอบของ มีลักษณะเป็นของเหลว ตามลำดับ

ลิเทียม-ไทโอนิลคลอไรด์แบตเตอรี่ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น หลอด LED-Light-emitting diode สามารถนำขึ้นเครื่องบินได้ มีการผลิตออกมาในขนาด AA และยังมีราคาที่ถูกลงอีกด้วย (ประมาณ 9-11 เหรียญสหรัฐ) เมื่อเทียบกับว่าถ่านก้อนหนึ่งสามารถใช้ได้นานหลายเดือน



รูปที่ 14 แผนผังขั้นตอนการพิจารณาตอบข้อหาหรือสำหรับผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่ลิเทียม-ไทโอนิลคลอไรด์

บรรณานุกรม

1. สารเคมีคืออะไร เข้าถึงได้จาก <http://glasswarechemical.com/chemicals/สารเคมี/> สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2557
2. สารประกอบ เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%9A> เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2557
3. กรด เบส เกลือ เข้าถึงได้จาก [http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM103\(50\)/CM103-9\(50\).pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM103(50)/CM103-9(50).pdf) สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2557
4. สารประกอบอินทรีย์
 - 7.1 Spencer L. Seager, Michael R. Slabaugh. Chemistry for Today: general, organic, and biochemistry. Thomson Brooks/Cole, 2004, p. 342. ISBN 0-534-39969-X
 - 7.2 S. A. Benner, K. G. Devine, L. N. Matveeva, D. H. Powell (2000). "The missing organic molecules on Mars". Proceedings of the National Academy of Sciences 97 (6): 2425–2430. doi:10.1073/pnas.040539497. PMC 15945. PMID 10706606.
 - 7.3 Robert T. Morrison, Robert N. Boyd, and Robert K. Boyd, Organic Chemistry, 6th edition (Benjamin Cummings, 1992, ISBN 0-13-643669
5. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม เข้าถึงจาก <https://sites.google.com/site/chanchang1627/bth-thi-2-sar-ni-chiwit-praca-wan/2-2prapheth-khxng-sar-laea-kar-canaek-prapheth>
6. ผศ.ดร.สุภาสินี ลิ้มปานภาพ ชีท, พอลิเมอร์ เข้าถึงได้จาก <http://www.physics.kku.ac.th/315205/sites/default/files/chapter09.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2557
7. พอลิเมอร์ เข้าถึงได้จาก <http://www.thaigoodview.com/library/contest2552/type2/science04/18/Web/polymer.html> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2557
8. สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย, เรซินคืออะไร เข้าถึงได้จาก <http://www.tpia.org/faq/answer.asp?no=192> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2557
9. โลหะเจือ เข้าถึง <http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%AB%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B7%E0%B8%AD> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2557
10. การเรียกชื่อทางเคมี เข้าถึงได้จาก [http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM103\(50\)/CM103-5\(50\).pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM103(50)/CM103-5(50).pdf) สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2557