

บทที่ 6

สารเคมีในเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม

เค้าโครงเรื่อง

6.1 ปุ๋ย

- 6.1.1 ประเภทของปุ๋ย
- 6.1.2 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช
- 6.1.3 ชนิดของปุ๋ยเคมี
- 6.1.4 หน้าที่ของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในพืช

6.2 ยาฆ่าแมลง

- 6.2.1 วิธีการวัดพิษของวัตถุมีพิษ
- 6.2.2 ยาฆ่าแมลงที่ได้จากพืช
- 6.2.3 ยาฆ่าแมลงที่ได้จากสารอินทรีย์
- 6.2.4 ยาฆ่าแมลงสารอินทรีย์สังเคราะห์
- 6.2.5 การดูดซึม การเปลี่ยนแปลง และการเกิดพิษของสารประกอบอินทรีย์คลอรีน
- 6.2.6 ผลกระทบของยาฆ่าแมลงต่อสิ่งแวดล้อม

6.3 ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน

- 6.3.1 กำเนิดของปิโตรเลียม
- 6.3.2 การสะสมตัวของก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน
- 6.3.3 คุณสมบัติของน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ
- 6.3.4 การสำรวจหาและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียม
- 6.3.5 การเจาะสำรวจ
- 6.3.6 การขนส่งลำเลียง
- 6.3.7 การแยกปิโตรเลียมก่อนนำไปใช้ประโยชน์
- 6.3.8 การกลั่นน้ำมันดิบ
- 6.3.9 การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์

6.4 พลาสติกและเส้นใย

- 6.4.1 พลาสติก
- 6.4.2 เส้นใย

6.5 ฮอร์โมนและฟีโรโมน

6.5.1 ฮอร์โมน

6.5.2 ฟีโรโมน

6.6 อุตสาหกรรมเคมีในประเทศไทย

6.6.1 อุตสาหกรรมเคมีพื้นฐาน

6.6.2 อุตสาหกรรมยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช

6.6.3 อุตสาหกรรมก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน

6.6.4 อุตสาหกรรมการผลิตพีวีซี

6.6.5 อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์

6.6.6 อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์

6.6.7 อุตสาหกรรมผลิตผงซักฟอก

6.6.8 อุตสาหกรรมสี

6.7 ผลกระทบของอุตสาหกรรมเคมีต่อสิ่งแวดล้อม

สาระสำคัญ

ลักษณะทางเคมีและความสำคัญของสารประกอบทางเคมีต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา เช่น แร่ธาตุและสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช สารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารที่มีผลต่อสัตว์และแมลง ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันปิโตรเลียม และการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ลักษณะเชิงเคมีและความสำคัญของพลาสติกและเส้นใย รวมทั้งกระบวนการการผลิตทางอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีในประเทศ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

1. สามารถให้ความหมายของสารเคมีในทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้
2. จำแนกประเภทและบอกความแตกต่าง หรือบรรยายละเอียดความเป็นมาของสารเหล่านี้ได้
3. สามารถอธิบาย หรือเขียนกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรมเคมีพื้นฐานบางประเภทได้
4. ระบุปัจจัยต่าง ๆ รวมทั้งข้อดีข้อเสียของสารเหล่านี้ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

6.1 ปุ๋ย (Fertilizers)

โดยทั่วไป ปุ๋ย หมายถึงวัตถุหรือสารใด ๆ ก็ตามที่ใส่ลงไปในดินเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช แต่ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 ปุ๋ย หมายถึง สารอินทรีย์หรือนินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชไม่ว่าโดยวิธีใด หรือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงความเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น คำว่า ปุ๋ย จึงไม่ได้หมายถึงเฉพาะไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ตามที่ได้ยินกันทั่ว ๆ ไป

6.1.1 ประเภทของปุ๋ย

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอนินทรีย์ หรือ ปุ๋ยเคมี

1. ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizers)

เป็นปุ๋ยที่ได้มาจากซากพืชและซากสัตว์หรือมูลของสัตว์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งเศษปฏิกุล ต่าง ๆ ที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมด้วย เช่น โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานฆ่าสัตว์ เป็นต้น ปุ๋ยอินทรีย์นี้ จะต้องมีธาตุคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่น ๆ อีกหลายชนิด แต่จะให้ปริมาณในแต่ละชนิดไม่แน่นอน ดังนั้น จึงสามารถแบ่งปุ๋ยอินทรีย์ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามที่มาของปุ๋ยได้ ดังนี้

- 1.1 ปุ๋ยคอก (organic manure) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้มาจากมูลของสัตว์เลี้ยงชนิดต่าง ๆ เช่น มูลวัว-ควาย มูลหมู มูลเป็ด-ไก่ เป็นต้น
- 1.2 ปุ๋ยหมัก (compost) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการหมักเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ อาจจะเป็นเศษใบไม้ หรือเศษหญ้า หรือ ซังตอ ที่หมักรวม ๆ กัน ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในขบวนการหมักพอสมควร เพื่อให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายซากพืชให้เป็นปุ๋ย ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
- 1.3 ปุ๋ยพืชสด (green manure) หมายถึง ปุ๋ย ซึ่งได้จากการไถกลบพืชสด แล้วปล่อยให้ย่อยสลายเอง สำหรับพืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสด มักจะเป็นพืชตระกูลถั่ว ในช่วงกำลังออกดอกเพราะจะให้ธาตุอาหารสูงเมื่อกลายเป็นปุ๋ยแล้ว
- 1.4 ปุ๋ยหมักเทศบาล หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากเศษขยะในชุมชน โดยนำขยะที่ได้มาทำการแยกประเภท แล้วนำเศษพืชหรืออาหาร มาผ่านขบวนการบดและปล่อยให้หมัก อาจมีการเพิ่มธาตุอาหารลงไปด้วย เพื่อทำให้ปริมาณของธาตุอาหารหลักที่ได้หลังจากได้ปุ๋ยออกมาแล้ว อยู่ในปริมาณที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. ปุ๋ยอนินทรีย์ (inorganic fertilizers) หรือ ปุ๋ยเคมี (chemical fertilizers)

หมายถึงปุ๋ยซึ่งได้จากการสังเคราะห์สารอนินทรีย์ต่าง ๆ โดยรวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ ซึ่งปุ๋ยชนิดนี้ จะมีธาตุอาหารในปริมาณสูง หรือเข้มข้นและแน่นอน ปุ๋ยเคมีที่จะนำมาใช้

ประโยชน์ต่อพืชได้นั้น จะต้องอยู่ในลักษณะที่สามารถละลายได้ในน้ำและกรดอ่อน เพราะถ้าหากปุ๋ยละลายน้ำหรือไม่ในกรดอ่อนไม่ได้ พืชก็ไม่สามารถที่จะนำธาตุอาหารไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

6.1.2 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช

ธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและดำรงชีพของพืชโดยตรง ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักใหญ่ ๆ 16 ชนิด คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ซัลเฟอร์ (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และ คลอรีน (Cl) ดังนั้นสามารถจัดแบ่งธาตุอาหารของพืชเหล่านี้ ออกได้เป็น 3 จำพวก ดังนี้

1. ธาตุอาหารหลัก (primary element หรือ fertilizer element) เป็นธาตุที่พืชทุกชนิดต้องการใช้ในปริมาณมากได้แก่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N, P, K)

2. ธาตุอาหารรอง (secondary element) คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยกว่าธาตุอาหารหลัก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และ ซัลเฟอร์ (Ca, Mg, S)

3. ธาตุอาหารเสริม (micronutrient element) คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมากยังไม่ทราบหน้าที่แน่นอน เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัมและคลอรีน

6.1.3 ชนิดของปุ๋ยเคมี

1. ปุ๋ยเชิงเดี่ยว หมายถึงปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักเพียงธาตุเดียว เช่น ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโพแทสเซียม

- ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต $[(NH_4)_2SO_4]$ จะต้องมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 20- 21 % ซึ่งชาวบ้านเรียกกันว่าปุ๋ยน้ำตาล เพราะมีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวคล้ายน้ำตาล เป็นต้น
- ปุ๋ยฟอสฟอรัส เช่น ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา จะต้องมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ในรูป P_2O_5 16-20 % เป็นต้น
- ปุ๋ยโพแทสเซียม เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต $[K_2SO_4]$ จะต้องมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในรูปของ K_2O 50-54% เป็นต้น

2. ปุ๋ยเชิงผสม คือ ปุ๋ยเคมีที่ได้จากการนำเอาแม่ปุ๋ย ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีอาหารหลักมากกว่า 1 ธาตุขึ้นไป มาผสมกัน อาจให้ธาตุ 2 หรือ 3 ชนิดก็ได้ เช่น ปุ๋ยสูตร 16-20-0 หรือ 15-15-15 เป็นต้น ซึ่ง

ตัวเลขแรกจะหมายถึงปริมาณของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตัวเลขที่สอง คือปริมาณเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสและตัวเลขที่สาม คือ ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของโพแทสเซียม

สำหรับปุ๋ยเชิงผสมนี้ธาตุอาหารหลักในสูตร หรือเรโซปุ๋ย ซึ่งเป็นสัดส่วนอย่างต่ำ เป็นตัวเลขน้อย ๆ ระหว่างปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ที่เป็นประโยชน์และ โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) ในปุ๋ย เช่น ปุ๋ย 15-15-15 จะมีเรโซปุ๋ย N : P_2O_5 : K_2O เท่ากับ 1:1:1 หรือปุ๋ย 10:20:10 มีเรโซปุ๋ยเท่ากับ 1:2:1 เป็นต้น ถ้ามีธาตุอาหารเพียง 2 ธาตุ เช่น 16-20-0 จะเรียกปุ๋ยชนิดนี้ว่า ปุ๋ยธาตุอาหารไม่ครบ หรือปุ๋ยผสมไม่ สมบูรณ์ (incomplete fertilizers) แต่ถ้าเป็นปุ๋ยชนิดที่มีธาตุอาหารครบทั้ง 3 ธาตุ เช่น 15-15-15 หรือ 17-17-17 เป็นต้น จะเรียกว่าธาตุอาหารครบ หรือ ปุ๋ยผสมสมบูรณ์ (complete fertilizers)

3. ปุ๋ยเชิงประกอบ (compound fertilizers) คือปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธี ทางเคมี โดยมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป เช่น โพแทสเซียมไนเตรท โพแทสเซียมเมตาฟอสเฟต เป็นต้น การบ่งบอกถึงปริมาณของธาตุในปุ๋ยโดยทั่วไป จะต้องดูจากรหัสหรือเกรดของปุ๋ย เมื่อมีการไปซื้อปุ๋ยตามท้องตลาด ซึ่งสูตรหรือเกรดของปุ๋ยที่ดูนั้นจะเป็นการบอกการรับประกันปริมาณ ธาตุในปุ๋ยขั้นต่ำสุดด้วยการบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ปริมาณกรดฟอสฟอริกที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (water soluble K_2O) เช่น สูตร 15-15-15 คือ ปุ๋ยผสมที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุด 15% กรดฟอส ฟอริกที่ละลายน้ำและไน กรดซิดริกได้ 15% และมีโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้เพียง 15% ดังนั้น ถ้าธาตุอาหารหลักรวมกันแล้วมีธาตุอาหาร 15% หรือต่ำกว่าจะ ถือว่าเป็นปุ๋ยเกรดต่ำ (low analysis grade) ถ้ามีธาตุอาหารหลักรวมกันแล้วมีธาตุอาหารระหว่าง 25-30% จะถือว่าเป็นปุ๋ยเกรดสูง (high analysis grade) แต่ถ้าหากธาตุอาหารหลักรวมกันแล้วมีมากกว่า 30% จะถือว่าเป็นปุ๋ยเกรดเข้มข้น (concentrated analysis grade)

6.1.4 หน้าทีของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในพืช

ธาตุอาหารหลัก ซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

1. ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบจำเป็นของโปรตีน คลอโรฟิลล์ และ สารอื่น ๆ โปรตีนจำเป็น สำหรับการยึดของยอด การขยายของใบและกิ่งก้านสาขา คลอโรฟิลล์ เป็นสารสีเขียวในใบ ซึ่งมีหน้าที่ในการสร้างแป้งและน้ำตาล ดังนั้น ถ้าไนโตรเจนมากเกินไป พืชจะขยายกิ่งก้านสาขา ต้นอวบอ้วนทำให้ไม่ติดดอกและผล แต่ถ้าพืชขาดจะทำให้ใบซีดเหลืองเพราะขาดคลอโรฟิลล์

2. ฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบของโปรตีนในส่วน ซึ่งเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของพืช โดยเฉพาะในการสร้างเมล็ดหรือการติดดอกและผล พืชจะต้องการมากกว่าพืชปกติ ถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ ต้นพืชแคระแกรนใบเล็กและสีของใบจะผิดปกติ ถ้าได้รับมากเกินไปจะพบว่า ไม่พอให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช

3. โปแทสเซียม เป็นธาตุที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของสารใด ๆ เลยในพืช แต่ทำหน้าที่เป็นประจุบวก ไปกระตุ้นการทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้ง น้ำตาล และโปรตีนรวมทั้งการขนย้ายแป้งและน้ำตาล ถ้าพืชขาดโปแทสเซียม ต้นพืชจะแคระแกร็นแต่แตกกอ และกิ่งก้านสาขามาก ต้นล้มง่าย

ธาตุอาหารรองอันประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียมและซัลเฟอร์และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน มีหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นธาตุอาหารของพืช และแก้ความเป็นกรดต่างของดิน ซึ่งมีหน้าที่ต่าง ๆ กันดังนี้

แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบของน้ำย่อยที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของแป้ง และสารเชื่อมยึดระหว่างเซลล์
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบจำเป็นของคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้พืชมีสีเขียวเกี่ยวข้องกับขบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล
ซัลเฟอร์	เป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิดในพืช โดยเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และย่อยสลายโปรตีน
เหล็ก	มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนของพืชและระบบการหายใจของพืช
แมงกานีส	ช่วยกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยเกี่ยวกับการย้ายฟอสเฟต
ทองแดง	เกี่ยวข้องกับการเพิ่มออกซิเจนให้สารประกอบแอลกอฮอล์ในพืช
โบรอน	เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ในขบวนการย่อยสลายแป้งและน้ำตาล
โมลิบดินัม	เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนในพืชและการย้ายฟอสเฟต
คลอรีน	ยังไม่ทราบหน้าที่แน่ชัด แต่สันนิษฐานว่า อาจจะเกี่ยวข้องกับระบบของเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล

ในการวัดความเป็นกรด-ด่างของดินเพื่อใช้สำหรับปลูกนั้น ค่าที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง pH 6.5-7.2 เพราะช่วง pH นี้ ธาตุอาหารทั้งหลายที่มีอยู่ในดินละลายอยู่ในสารละลายดินได้ดีที่สุด ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำกว่านี้การละลายของธาตุอาหารหลักจะน้อยลง แต่การละลายของธาตุเสริมจะมีมากขึ้น จนเป็นพิษได้ เช่น ถ้า pH ต่ำกว่า 6.5 (มีความเป็นกรดมากขึ้น) เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี จะละลายออกมา ถ้า pH สูงกว่า 7.2 ขึ้นไป (ความเป็นด่างมากขึ้น) แคลเซียม โมลิบดินัม จะละลายออกมามากเกินไป ดังนั้น วัสดุที่นำมาใช้เพื่อแก้ไขปฏิกิริยาดินจากความเป็นกรด-ด่างแล้ว ก็ยังจะเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญรองจากธาตุอาหารหลัก เช่น การแก้ดินเป็นกรดโดยใช้ปูนขาว (CaCO_3) หรือ ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) แก้ดินด่าง

หมายเหตุ : ค่า pH เป็นค่าที่ใช้วัดความเป็นกรดด่างมีค่า 1-14 ถ้าวัดค่า pH อยู่ระหว่าง 1-6 แสดงว่าสารเป็น กรด ถ้ามีค่าเท่ากับ 7 แสดงว่าสารละลายเป็นกลาง ถ้ามีค่า 8-14 สารละลายจะเป็น ด่าง

6.2 ยาฆ่าแมลง

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชาชนมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักมาตั้งแต่สมัยโบราณ ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตเพื่อให้ได้จำนวนมากขึ้น ก็มีการพัฒนาปุ๋ยสังเคราะห์ชนิด ต่าง ๆ มาใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าผลผลิตที่จะเพิ่มมากขึ้นนั้น อาจจะไม่ค่อยลงได้ ถ้าถูกรบกวนจากแมลงชนิดต่าง ๆ ซึ่ง บางครั้งจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ พื้นที่เกษตรกรรมอย่างกว้างขวางเช่น ดักแด้บนป่าทั้งกา หนูนุา เป็นต้น ดังนั้นเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้ามากขึ้น จึงทำให้มีการพยายามคิดค้นสารเคมี ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อระงับการระบาดของแมลง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตจากการเกษตร ซึ่ง สารเคมีชนิดนี้จะเรียกว่า ยาฆ่าแมลง

ยาฆ่าแมลง หมายถึง สารที่ใช้ทำลายแมลงที่เป็นอันตรายต่อพืช ผัก และผลไม้ มาจากคำว่า insect คือ แมลง กับ cide คือ ฆ่า (มาจากภาษาละตินว่า cida) จึงรวมกันว่าฆ่าแมลง ซึ่งสามารถแบ่งออก เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ยาฆ่าแมลงที่สกัดจากพืช เช่น ยาจุน (nicotine) โลติน (rotenone) ไรยานี (ryania) ไพริทรินส์ (pyrethrins) เป็นต้น
2. ยาฆ่าแมลงที่เป็นสารอินทรีย์เคมีซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น โซยาโนต์ ปารีสกรีน (paris green) น้ำมันบางชนิด และสารประกอบที่มีโลหะหนักที่เป็นอันตรายประกอบอยู่ เช่น ตะกั่ว (Pb)ปรอท (Hg) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn)
3. ยาฆ่าแมลงที่เป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ แบ่งออกตามองค์ประกอบทางเคมีเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ
 - 3.1 สารประกอบอินทรีย์คลอรีน (chlorinated hydrocarbon หรือ organochlorine insecticides)
 - 3.2 สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (organophosphorous หรือ organophosphates)
 - 3.3 สารประกอบคาร์บาเมต (carbamate compounds)
 - 3.4 อินทรีย์วัตถุอื่น ๆ เช่น โรทีโนน (rotenone) นิโคติน (nicotine) ไพริทรอยด์ (pyrethroids)

6.2.1 วิธีการวัดพิษของวัตถุพิษ

การวัดพิษของวัตถุพิษต่าง ๆ จะทำได้โดยนำสารชนิดนั้นมาวัดโดยสัตว์ทดลองแล้ววัดค่าที่ได้ออกมาเป็นค่า LD_{50} โดยดูการรับยาของสัตว์เข้าทางปาก (oral) ซึมทางผิวหนัง (dermal) และการหายใจ (inhalation) ซึ่งเมื่อสัตว์ได้รับสารทดลองเข้าไปแล้วจะสังเกตความสามารถการต้านพิษของสัตว์ ซึ่งขึ้นอยู่กับ อายุ เพศ ชนิดของสัตว์ และอาหาร เนื่องจากอาหารบางชนิดสลายพิษของสารนั้น ๆ ให้เพิ่มความเป็พิษมากขึ้น

LD_{50} (median lethal dosage) หมายถึง ค่าเฉลี่ยโดยวิธีสถิติของวัตถุพิษที่ทำให้สัตว์ที่ใช้ทดลองตายครึ่งหนึ่ง (50%) ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด ซึ่งจะบ่งบอกเป็นค่ามิลลิกรัม (mg) ของวัตถุพิษต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (kg) ของสัตว์ที่ใช้ทดลอง ตัวอย่าง เช่น การนำหนูทดลองมากลุ่มหนึ่ง 100 ตัว ให้สารพิษ 1 dose (เช่น 10 mg/kg) ต่อ 1 ครั้ง ถ้า 50% ของสัตว์ตาย แสดงว่า LD_{50} คือ 10 ม.ก. ต่อน้ำหนัก 1 ก.ก. ซึ่ง ความเป็นพิษของสารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความแรงของพิษของสารแต่ละชนิด ดังนั้นสารชนิดใดมี LD_{50} น้อย ๆ หรือต่ำ สารพิษชนิดนั้นมีความเป็นพิษรุนแรง

สำหรับการใช้ LD_{50} ในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. พิษร้ายแรง ทางปาก LD_{50} 1-50 ทางผิวหนัง LD_{50} 1-200
2. พิษร้ายแรงธรรมดา ทางปาก LD_{50} 50-2,500 ทางผิวหนัง LD_{50} 200-10,000

6.2.2 ยาฆ่าแมลงที่ได้จากพืช (natural insecticides)

1. ไพรีทริน ได้มาจากดอกไพเรทรัม (pyrethrum) เป็นพิษกับคนน้อย ใช้สำหรับปราบแมลงตามบ้านเรือนและแมลงศัตรูสัตว์ หมดฤทธิ์ภายใน 24 ชม. มีค่า LD_{50} = 100-300

2. โรทีโนน (rotenone) สกัดจากพืชจำพวกโลตัส ใช้เป็นยาเบื่อหรือยาพิษสำหรับปลาในสมัยโบราณ มีพิษต่อคนน้อย ใช้ปราบพวกเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ มีค่า LD_{50} 135 mg/kg เมื่อทดลองกับหนู

3. นิโคตินซัลเฟตหรือยาจูน (nicotine sulphate) หรือเรียกว่า black leaf 40 ได้จากการกลั่นยาสูบด้วยไอน้ำ จะได้สารอัลคาลอยด์ที่มีพิษคือ นิโคตินออกมา นำไปใช้ปราบพวกแมลงที่มีตัวอ่อนนุ่ม เช่น เพลี้ยชนิดต่าง ๆ หนอนบางชนิด มี LD_{50} = 40 เมื่อทดลองกับหนู

4. ไรยาเนียและซาบาติลลา ทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสารเคมีที่สกัดได้จากพืช แต่ซาบาติลลาเป็นพืชที่อยู่ในป่าในทวีปอเมริกาใต้ ใช้กำจัดพวกมวน มีพิษต่อคนน้อย มีค่า LD₅₀ สูงถึง 4,000 mg/kg แต่คนไม่นิยมเพราะทำให้จาม ส่วนไรยาเนียใช้กำจัดหนอนผีเสื้อบางชนิดสลายตัวง่าย ไม่เป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่น

6.2.3 ยาฆ่าแมลงที่ได้จากสารอนินทรีย์ (inorganic insecticides)

1. โซยาโนด์ปารีสกรีน (cyanide paris green) หรือสารหนูเขียวเป็นสารอนินทรีย์ตัวแรกที่ใช้ฆ่าแมลง ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1865 เป็นสารผสมระหว่างคอปเปอร์อาซิไนด์ (copper arsenite) กับ คอปเปอร์อาร์ซีเนต (copper arsenate) ละลายน้ำได้ 3% ปัจจุบันมีการใช้น้อยมาก เพราะเป็นพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม มีค่า LD₅₀ = 22 mg/kg ใช้ในการควบคุมลูกน้ำ (ไช่ยุง) และปราบหนอนกระทู้ ก้นเตี้ยกแตง

2. เลดอาร์ซีเนต (lead arsenate, PbHAsO₄) เริ่มใช้ในปี 1892 โดยการพ่นที่ใบพืช ใช้ฆ่าแมลงพวกกัดกินใบ เช่น หนอน ดัก ละลายน้ำได้ประมาณ 0.25% จึงปลอดภัยต่อพืช ถ้าหากนำไปผสมกับกำมะถันหรือไนโคตินซัลเฟต จะทำให้ประสิทธิภาพการปราบแมลงมีมากยิ่งขึ้น มีค่า LD₅₀ = 40-100 mg/kg

3. กำมะถัน (sulfur, S) ใช้พ่นกำจัดแมลงจำพวกเพลี้ยต่าง ๆ และไร

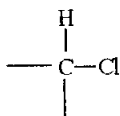
4. แคลเซียมอาร์ซีเนต (calcium arsenate, CaHAsO₄) หรือสารหนูชมพู ออกฤทธิ์แรงกว่าเลดอาร์ซีเนต ใช้ฆ่าแมลงกัดกินใบ เช่น ดัก หนอนกินใบ หนอนเจาะมีค่า LD₅₀ = 40-100 mg/kg

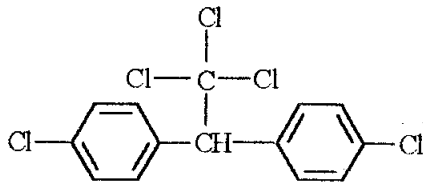
5. สารประกอบฟลูออไรด์ สารที่นำมาใช้คือ โซเดียมฟลูออไรด์ สำหรับกำจัดแมลงสาบ มด และไร สัตว์ปีก ละลายน้ำได้ แต่เป็นพิษเมื่อถูกแสง ไม่ปลอดภัยในการใช้กับพืช มีค่า LD₅₀ = 200 mg/kg

6.2.4 ยาฆ่าแมลงสารอินทรีย์สังเคราะห์ (synthetic organic insecticides)

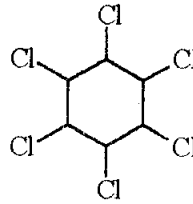
แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. สารประกอบอินทรีย์คลอรีน (chlorinated hydrocarbon) เป็นสารเคมีที่มีคาร์บอน ไฮโดรเจน และคลอรีน เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ดีดีที ลินเดรน และอัลเดรน เป็นต้น ซึ่งแสดงโครงสร้างโดยทั่วไปได้ดังนี้

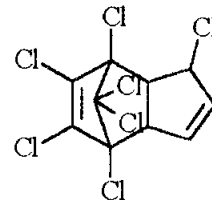




D.D.T.



Lindane



Aldrin

6.2.5 การดูดซึม การเปลี่ยนแปลงและการเกิดพิษของสารประกอบอินทรีย์คลอรีน

สารประกอบอินทรีย์คลอรีนละลายน้ำได้น้อยมาก แต่จะละลายได้ดีในไขมัน ดังนั้นจึงสามารถที่จะดูดซึมเข้าทางผิวหนัง แล้วสะสมอยู่ในไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ตับ ไต ระบบประสาท เลือด น้ำดี และต่อมอะดรีนัล (adrenal gland) ยกเว้น อัลดริน ซึ่งถูกเปลี่ยนแปลงและกำจัดออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ นิยมใช้ เพื่อกำจัดยุง ปลวก และแมลงอื่น ๆ ที่อยู่ใต้ดิน เป็นที่ยอมรับกันว่า สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ แต่สามารถก่อให้เกิดพิษเรื้อรังระยะยาว เนื่องจากสลายตัวยากและสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง พบว่าในกลุ่มนี้แสดงความเป็นพิษด้วยค่า LD₅₀ ที่แตกต่างกันมาก ซึ่งแสดงพอสังเขปตามตารางที่ 6.1

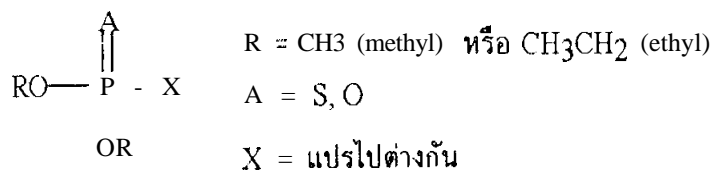
ตารางที่ 6-1 ค่าความเป็นพิษของสารประกอบอินทรีย์คลอรีน (LD₅₀ ม.ก./ก.ก.) ในหนูขาวตัวผู้ โดยให้ทางปากและดูดซึมทางผิวหนัง

ชื่อยาฆ่าแมลง	ค่า LD ₅₀ (ม.ก./ก.ก.) ในหนูขาวตัวผู้	
	ให้ทางปาก	ให้ทางผิวหนัง
D.D.T.	217	2,510
ALDRIN	39	98
LINDANE	88	1,000

อาการของการเกิดพิษต่อมนุษย์ ตีตี่ จะเป็นสารที่มีผู้ศึกษามากที่สุด โดยจะเกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางมีอาการกระวนกระวาย เวียนศีรษะ เสียการทรงตัว ชัก ถ้ารับเข้าไปมากในสัตว์ทดลอง จะพบว่าระบบหายใจล้มเหลวและตายได้ สำหรับการเกิดพิษระยะยาวของสารกลุ่มนี้ คือ การก่อให้เกิด

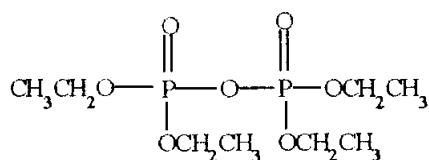
มะเร็ง ดังนั้น ในบางประเทศก็จะมีกฎหมายยกเลิกการใช้สารกลุ่มนี้ในเกษตรกรรม เช่น ดิดีที อัลตริน เป็นต้น

2. สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (organophosphates) ประกอบด้วยธาตุฟอสฟอรัสเป็นหลัก และมีธาตุอื่น ๆ เช่น ซัลเฟอร์ (S) ออกซิเจน (O) และกลุ่มอะตอมมาประกอบด้วย โครงสร้างทั่วไป ดังนี้

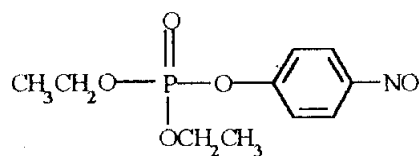


สารกลุ่มนี้เริ่มมีการศึกษาในประเทศเยอรมนีในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งพบว่าสารเหล่านี้ ออกฤทธิ์ฆ่าแมลงได้ และยังพบว่าบางตัวสามารถนำไปใช้ในสงครามโลกได้ ซึ่งจะเป็นพวก แก๊สที่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท ที่รู้จักกันดีคือ tubeen sarin และ soman ซึ่งพบอยู่มากมายในรณถึงหลังสงครามสิ้นสุด ต่อมาได้ค้นพบว่าสารเหล่านี้ มีคุณสมบัติที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้และนำมาใช้แทนสาร nicotine

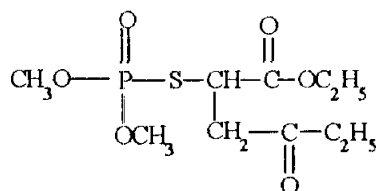
สารที่เตรียมขึ้นครั้งแรกในประเทศเยอรมนีมีชื่อว่า Bladan ซึ่งรู้จักกันดีในปัจจุบัน คือ TEPP และ ต่อมาก็มียาชนิดอื่นตามออกมา ซึ่ง สารออร์กาโนฟอสเฟตที่สามารถออกฤทธิ์เพื่อกำจัดแมลงมีหลายชนิด ตามธาตุต่าง ๆ ที่มาจับกับอะตอมฟอสฟอรัส ดังตัวอย่าง เช่น TEPP พาราไธออน มาลาไธออน ไดอะซีโนน เมรินฟอส เป็นต้น



TEPP (Tetraethylpyrophosphate)



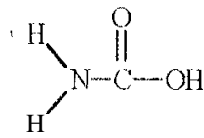
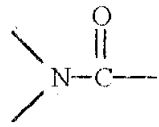
Parathion



Malathion

การก่อให้เกิดพิษของสารกลุ่มนี้จะพบว่า พาราไอออนและมาลาไอออนเป็นชนิดหนึ่งที่ยอมรับนำมาใช้และศึกษาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ โดยพาราไอออนจะเป็นสารที่มีกลิ่นคล้ายกระเทียม สลายตัวได้ยากในสิ่งแวดล้อมและมีพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมสูงกว่าสารกลุ่มอินทรีย์คลอรีน ส่วนมาลาไอออน จะเป็นชนิดที่มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากสลายตัวได้ง่ายและเป็นพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม น้อยมาก

3. สารประกอบคาร์บาเมต (carbamate compounds) จะมีโครงสร้างทั่ว ๆ ไป ดังนี้



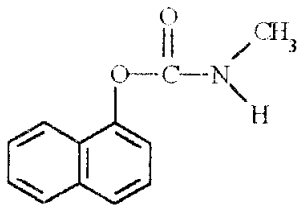
Carbamic acid

สารประกอบคาร์บาเมตมาจากกรดคาร์บาเมก (carbamic acid) ซึ่งถูกค้นพบในปี ค.ศ.1864 จากเมล็ดพืชพิษ *Physostigma venenosum* ซึ่งมีถิ่นฐานมาจากแอฟริกาตะวันตก ได้มีการแยกสาร *physostigma* หรือ *eserine* ออกจากเมล็ดพืชพิษได้ เมื่อมีการนำมาศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พบว่า สารนี้ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (acetylcholinesterase, AchE) เช่นเดียวกับสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส ดังนั้น จึงมีพิษต่อแมลงและสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม คุณสมบัติทั่วไปของสารประกอบคาร์บาเมต คือ สลายตัวง่ายในดิน สามารถซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ดีกว่าสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตและคลอรีน ตัวอย่างของสารประกอบคาร์บาเมตบางชนิดและการนำไปใช้ประโยชน์มีดังนี้

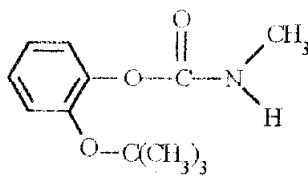
Carbaryl (sevin) ใช้ฆ่าแมลงทั่วไป ใช้ควบคุม แมลงสำหรับพืชมากกว่า 150 ชนิด โดยเฉพาะฝ้าย ผักและผลไม้

Baygon ฆ่าแมลงวัน ยุง แมลงสาป มด ใช้ควบคุมมาลาเรีย

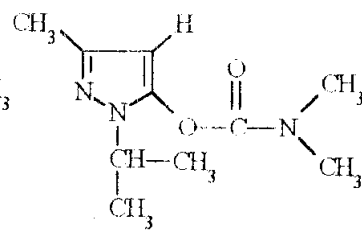
Isolan ใช้ล่อแมลงวันตามบ้านและ fruit flies



Carbaryl



Baygon



Isolan

6.2.6 ผลกระทบของยาฆ่าแมลงต่อสิ่งแวดล้อม

ยาฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากในปัจจุบัน เนื่องจากเมื่อมีการทำลายแมลงแล้วก็จะเข้าไปปนเปื้อนอยู่ทั้งในอากาศ เช่น เมื่อใช้วิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่น หรือการปนเปื้อนในน้ำ ถึงแม้ว่า มันจะละลายน้ำได้น้อยก็ตาม แต่พิษเกิดเมื่อมีการสะสมระยะยาวหลังจากถูกลงไปสะสมอยู่ในแม่น้ำลำคลอง และที่สําคัญที่สุดคือการเข้าไปสะสมอยู่ในวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิต ด้วยการถ่ายทอดทางห่วงโซ่อาหาร คือ การถ่ายทอดด้วยการเริ่มจากพืชผัก สัตว์น้ำ สัตว์บก และมนุษย์ ซึ่งพบว่าพิษสะสมอันเกิดกับมนุษย์ในช่วงสุดท้ายจะเป็นอันตรายได้สูงมาก

6.3 ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน

6.3.1 กำเนิดของปิโตรเลียม

ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบรวมกัน จะเรียกว่า ปิโตรเลียม ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอันสลับซับซ้อนที่เกิดองค์ประกอบธาตุในชั้นหินใต้ผิวโลก แต่จะต่างกันตรงที่ก๊าซธรรมชาติมีสถานะเป็นไอ ส่วนน้ำมันดิบจะอยู่ในรูปของเหลว โดยจะมีกำเนิดมาจากกรสลายตัวของทรากพืชและทรากสัตว์ที่ทับถมมานานเป็นล้าน ๆ ปี เมื่อทับถมกันมกขึ้นเป็นพัน ๆ เมตร, เกิดน้ำหนักกดทับ อากาศเป็นชั้นหินต่าง ๆ เช่น ชั้นหินทราย ชั้นหินปูน และชั้นหินดินตะกอน เป็นต้น ความกดดันจากชั้นหินเหล่านี้และความร้อนภายใต้ผิวโลก ทำให้ซากพืชซากสัตว์เหล่านี้ เกิดการสลายตัวเปลี่ยนสภาพเป็นแก๊สธรรมชาติและน้ำมัน ซึ่งจะเคลื่อนที่แทรกตัวเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดทราย ชั้นหินทราย หรือชั้นหินที่มีรูพรุน โดยมีชั้นเนื้อแน่นปิดทับอยู่ ซึ่ง อาจอยู่ในภูมิภาคที่ต่างกันไป เช่น ป่าเขา ชายฝั่งทะเล หรือ ในบริเวณที่มีสภาพเป็นทะเลทราย

6.3.2 การสะสมตัวของก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน

ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน ซึ่งแทรกตัวอยู่ในชั้นหินทราย จะอยู่ในลักษณะคล้ายน้ำ ซึ่งซึมอยู่ในรูพรุน ของฟองน้ำและถูกเก็บกักอยู่ในชั้นของเปลือกโลก ซึ่งอาจอยู่ในรูปโครงสร้างต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างรูปประทุนคว่ำ หรือกะทะคว่ำ (anticline trap) เกิดจากการหักงอของชั้นหิน ทำให้ชั้นหินมีรูปร่างโค้งคล้ายกะทะคว่ำหรือหลังเต่า น้ำมันและแก๊สจะเคลื่อนเข้าไปรวมตัวกันอยู่ในส่วนโค้งก้นกะทะ โดยมีชั้นหินเนื้อแน่นปิดทับอยู่

2. โครงสร้างรูปรอยเลื่อนของชั้นหิน (fault trap) เกิดจากการหักงอของชั้นหิน ทำให้ชั้นหินเคลื่อนไปคนละแนว การที่น้ำมันและแก๊สถูกกักเก็บอยู่ได้ก็เพราะมีชั้นหินเนื้อแน่นเลื่อนมาปิดชั้นหินที่มีรูพรุน ทำให้น้ำมันและแก๊สถูกกักเก็บอยู่ในช่องที่ปิดกั้น

3. โครงสร้างรูประดับชั้น (stratigraphic trap) สามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกในอดีต ชั้นหินกักเก็บน้ำมันจะถูกล้อมเป็นกะเปาะ อยู่ระหว่างชั้นเนื้อแน่น

4. โครงสร้างรูปโดม (domal trap) เกิดจากการดันตัวขึ้นมาจากชั้นเกลือ ผ่านชั้นหินกักเก็บน้ำมัน ซึ่งตามปกติจะเป็นรูปโดม น้ำมันและแก๊สจะสะสมอยู่ด้านข้างของรูปโดมชั้นเกลือ

ดังนั้น ถ้าชั้นหินโดมมีน้ำมันและก๊าซธรรมชาติอยู่รวมกัน จะมีความดันสูงมาก โดยก๊าซจะลอยตัวอยู่ส่วนบน ส่วนน้ำและน้ำมันดิน ซึ่งหนักกว่าจะแยกตัวอยู่ส่วนล่าง แหล่งที่สำคัญของโลกส่วนมากอยู่ในกลุ่มประเทศตะวันออกกลาง อันได้แก่ ซาอุดีอาระเบีย อิหร่าน อิรัก คูเวต กาตาร์ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ กลุ่มประเทศในแอฟริกา ซึ่งได้แก่ แอลจีเรีย ลิเบีย กาบองและไนจีเรีย กลุ่มประเทศแถบทะเลคาริบเบียน ซึ่งได้แก่ ประเทศเวเนซุเอลา ประเทศโคลัมเบีย ประเทศเม็กซิโก และประเทศตรินิแดด รวมทั้งเอกวาดอร์ ในอเมริกาใต้ ส่วนแหล่งใหม่ ๆ ที่มีขนาดใหญ่และสำคัญได้แก่ แหล่งปิโตรเลียมในทะเลเหนือในทวีปยุโรปและในประเทศออสเตรเลีย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย

6.3.3 คุณสมบัติของน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ

ในแต่ละแห่งคุณสมบัติของน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ จะแตกต่างกันออกไปตามองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่รวมอยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ

น้ำมันดิบโดยทั่วไป จะมีสีดำหรือสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป แต่บางชนิดมีกลิ่นของสารผสมอื่น ๆ ด้วย เช่น กำมะถัน หรือกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ไข่เน่า) เป็นต้น และจะอยู่ในรูปของเหลวคล้ายน้ำจนหนักคล้ายยางมะตอย มีความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดิบประมาณ 0.80-0.97 ที่ 15.6 องศาเซลเซียส ซึ่งเบากว่าน้ำ

ส่วนก๊าซธรรมชาติ จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ก๊าซธรรมชาติแห้ง และก๊าซธรรมชาติเหลว ก๊าซธรรมชาติแห้งจะไม่มีสีและกลิ่น ส่วนก๊าซธรรมชาติเหลว จะมีลักษณะคล้ายน้ำมันเบนซิน

6.3.4 การสำรวจหาและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียม

การสำรวจแหล่งปิโตรเลียม จะมีขั้นตอนสลับซับซ้อนและยุ่งยากลำบาก ต้องใช้เทคโนโลยีและเงินลงทุนสูง ในอดีตส่วนใหญ่ทำกันบนพื้นดิน ซึ่งพบว่าแหล่งใหญ่ ๆ ได้ถูกค้นพบและพัฒนามาใช้เกือบหมดแล้ว จึงต้องมีการสำรวจหาแหล่งใหม่เพื่อสำรองไว้ในอนาคต โดยหันมาสนใจกันบริเวณที่เป็นทะเลหรือมหาสมุทร ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมของคลื่นลม เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีขั้นตอนการสำรวจพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. การสำรวจทางธรณีวิทยา เป็นการสำรวจเพื่อหาว่ามีหินต้นกำเนิด และแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมอยู่หรือไม่ และที่ใดบ้าง โดยเริ่มสำรวจด้วยการทำแผนที่ทางอากาศโดยการถ่ายภาพทางอากาศ

แล้วนักธรณีวิทยาที่จะเข้าไปสำรวจรายละเอียด ตรวจดูหินที่โผล่พื้นดิน ตามหุบเขา แม่น้ำ และเก็บตัวอย่างมาหาอายุและประวัติของบริเวณนั้นคร่าว ๆ

2. การสำรวจทางฟิสิกส์ จะเป็นขั้นตอนหลังจากได้ข้อมูลจากการสำรวจทางธรณีวิทยามาแล้ว เพื่อหาโครงสร้างของชั้นหิน ภายใต้ผิวโลกที่มีแหล่งปิโตรเลียมให้ทราบแน่นอนเสียก่อน ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือ

2.1 วิธีวัดความสั่นสะเทือน (seismic survey) วิธีนี้เป็นการทำให้เกิดความสั่นสะเทือนจากจุดระเบิด หรือกระแทกบนพื้นดิน คลื่นจะวิ่งไปกระทบชั้นหินแล้วสะท้อนกลับสู่เครื่องรับ ซึ่งจะบันทึกเวลาของคลื่นสั่นสะเทือนที่สะท้อนกลับมาจากชั้นหินต่าง ๆ นำมาคำนวณหาความหนาของชั้นหินแล้วนำไปเขียนแผนที่ รูปร่าง ลักษณะ โครงสร้างหิน เพื่อเป็นข้อมูลชุดเจาะต่อไป

2.2 วิธีวัดค่าสนามแม่เหล็ก (magnetic survey) วิธีนี้นิยมรองจากวิธีวัดความสั่นสะเทือน เป็นการวัดความแตกต่างของสนามแม่เหล็กโลก ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดซึมแม่เหล็ก (magnetic susceptibility) ของหินที่อยู่ใกล้ผิวโลก หินชั้นจะสามารถดูดซึมแม่เหล็กน้อยมาก เมื่อเทียบกับหินลึกลง หรือหินแปร ในการวัดจะใช้เครื่องมือวัดค่าสนามแม่เหล็ก (magnetometer) เป็นเครื่องวัด

2.3 วิธีวัดค่าแรงดึงดูดโลก (gravity survey) วิธีนี้ให้วัดค่าความแตกต่างของแรงดึงดูดโลก ซึ่งเนื่องมาจากความต่างกันของลักษณะและชนิดของหิน โดยหินต่างชนิดกันจะมีความหนาต่างกัน หินที่หนาแน่นมากกว่า จะมีลักษณะโค้งขึ้นข้างบนเกิดเป็นรูปประทุนคว่ำ (anticline) เครื่องมือที่ใช้วัดแรงดึงดูดโลก เรียกว่า gravity meter

6.3.5 การเจาะสำรวจ

แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการเจาะสุ่ม (wild cat well) เป็นการเจาะหลุมแรกบนโครงสร้างแต่ละแห่ง
2. ขั้นตอนการเจาะสำรวจหาขอบเขต (exploratory well) เมื่อเจาะพบร่องรอยปิโตรเลียมจากขั้นตอนที่ 1 แล้ว ก็จะทำการเจาะสำรวจหาขอบเขตของโครงสร้างแต่ละแห่งว่าจะมีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่เท่าใด ถ้าแหล่งปิโตรเลียมที่พบมีปริมาณเชิงพาณิชย์คือ ได้ผลคุ้มกับต้นทุนการผลิตแล้ว จึงจะทำการติดตั้งแท่นผลิตและเจาะหลุมผลิต (production well) เพื่อนำปิโตรเลียมที่สะสมไว้มากำใช้ประโยชน์ต่อไป

6.3.6 การขนส่งลำเลียง

น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตกับแหล่งที่ใช้ผลิตภัณฑ์ของปิโตรเลียมมักจะไม่ได้อยู่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการขนส่งลำเลียงน้ำมันและก๊าซบางชนิด ซึ่งระเหยและไวไฟต้องมีการออกแบบให้มีความปลอดภัยมากเป็นพิเศษ ซึ่ง การขนส่งในรูปแบบื่อน้ำมันและก๊าซเป็นจำนวนมาก โดยไม่ต้องบรรจุลงในภาชนะเล็กก่อน สามารถทำได้ 4 วิธีการใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การขนส่งลำเลียงทางท่อ (pipeline) จะใช้ท่อเหล็กในการลำเลียงจากหลุมผลิตในยังสถานี ขยายฝั่งและโรงกลั่นน้ำมัน

2. การขนส่งทางเรือ (tanker and barge) จะใช้สำหรับขนส่งระยะไกล ๆ เป็นเรือแบบระวางปิด ภายในระวางแบ่งเป็นช่อง ๆ ทั้งแนวนอนและแนวขวาง เพื่อเพิ่มการทรงตัวและความปลอดภัย

3. การขนส่งทางรถไฟ (tank car) เป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับกันมานาน โดยใช้ถังทรงกระบอกบรรจุไปใช้ในการลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปสู่ผู้ใช้

6.3.7 การแยกปิโตรเลียมก่อนนำไปใช้ประโยชน์

การแยกก๊าซธรรมชาติออกเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ จะอาศัยหลักการที่ว่า สารแต่ละตัวในก๊าซธรรมชาติ มีจุดรวมตัวเป็นของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิต่างกัน โดยทั่วไปพบว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ก๊าซมีเทน (CH_4) เรียกย่อ ๆ ว่า C_1 เป็นองค์ประกอบหลักในก๊าซธรรมชาติ มี 60-80% เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ทำให้เป็นของเหลวโดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -161.5 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปริมาณลดลงประมาณ 600 เท่า นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารเคมี เช่น เมทานอล ไฮโดรเจน แอมโมเนีย ปุ๋ยยูเรีย เป็นต้น

2. ก๊าซอีเทน (C_2H_6) เรียกย่อ ๆ ว่า C_2 มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ 4-10% ใช้เป็นเชื้อเพลิง และวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก เช่น โพลีเอทิลีน และพีวีซี เป็นต้น

3. ก๊าซโพรเพน (C_3H_8) เรียกย่อ ๆ ว่า C_3 มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ 3-5% ใช้ร่วมกับบิวเทนโดยอัดเป็นของเหลว เรียกว่า LPG (liquefied petroleum gas) หรือก๊าซหุงต้ม ใช้เป็นก๊าซหุงต้ม

4. ก๊าซบิวเทน (C_4H_{10}) เรียกย่อ ๆ ว่า C_4 มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ 1-3% ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับโพรเพนในรูปแบบ LPG

5. ก๊าซเพนเทน (C_5H_{12}) เรียกย่อ ๆ ว่า C_5 มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ 1% เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

6. เฮกเซน (C_6H_{14}) เรียกย่อ ๆ ว่า C_6 มีอยู่น้อยมากในธรรมชาติเป็นของเหลว

7. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีในก๊าซธรรมชาติร้อยละ 15.25 ใช้ผลิตคาร์บอนไดออกไซด์เหลวและน้ำแข็งแห้งเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและห้องเย็น

8. ไนโตรเจน (N_2) มีไม่เกิน 3% ในก๊าซธรรมชาติ ใช้ทำแอมโมเนีย ปุ๋ยไนโตรเจน และปุ๋ยยูเรีย

9. ไอน้ำ มีอยู่ไม่เกินร้อยละ 1

10. ก๊าซเฉื่อยชนิดอื่น ๆ และสารประกอบของกำมะถัน เช่น ฮีเลียม และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีน้อยมาก สิ่งเจือปนซึ่งผสมอยู่ในก๊าซธรรมชาติ จำเป็นต้องกำจัดออก เพราะจะก่อให้เกิดความเสียหาย ดังนั้นก่อนจะนำไปใช้ สิ่งเจือปนเหล่านี้ได้แก่ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารประกอบกำมะถันบางตัว

6.3.8 การกลั่นน้ำมันดิบ

การกลั่นน้ำมันดิบเป็นกระบวนการแปรสภาพน้ำมันดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ ตามต้องการเป็นการแยกน้ำมันดิบตามคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ช่วงจุดเดือดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่ การแยกนิยมใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วน (fraction distillation) โดยน้ำมันดิบจะถูกส่งผ่านเข้าไปในท่อเหล็ก ซึ่งเรียงเป็นแถวอยู่ในเตาเผาและมีความร้อน 315-371 องศาเซลเซียส (600-700 องศาฟาเรนไฮต์) หลังจากนั้น น้ำมันดิบ ซึ่งร้อนรวมทั้งไอร้อน จะไหลผ่านไปในห้องกลั่นบรรยากาศ ไอร้อนที่ลอยขึ้นไปบนหอกลั่นเมื่อได้รับความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวในถาดชั้นใด ชั้นอยู่กับช่วงจุดเดือดของน้ำมันแต่ละชนิด ชั้นบนสุดของหอกลั่นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุด จะเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ส่วนรองลงมาจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จะเป็นส่วนประกอบของน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล ตามลำดับ ส่วนน้ำมันที่ก้นหอกลั่น ถ้านำไปผ่านกรรมวิธีอื่น ๆ ก็จะแยกเป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน และส่วนที่เหลือก็จะเป็นน้ำมันเตาและยางมะตอย ส่วนต่าง ๆ ของน้ำมันดิบที่แยกมาได้นี้เรียกว่า ผลิตภัณฑ์โดยตรง

6.3.9 การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas, LPG) ใช้เป็นเชื้อเพลิงและขับเคลื่อนรถยนต์ เวลาถูกไหม้ให้ความร้อนสูงมีเปลวสะอาด

น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน (gasoline) โดยทั่ว ๆ ไป เรียกน้ำมันเบนซิน มีการเติมสารเคมีเข้าไปเพื่อเพิ่มคุณภาพและให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การเพิ่มค่าออกเทน สารป้องกันสนิมและกัดกร่อนในถัง และท่อน้ำมัน น้ำมันเบนซินในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ชนิดพิเศษออกเทนสูง จะมีการผสมสีเหลืองลงไป
2. ชนิดธรรมดา จะมีสีแดงใช้กับเครื่องยนต์กำลังอัดต่ำ

น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินใบพัด (aviation gasoline) คล้ายกับน้ำมันเบนซินรถยนต์ แต่เพิ่มออกเทนให้สูงขึ้น เหมาะกับเครื่องยนต์ของเครื่องบิน

น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น (jet fuel) จะใช้น้ำมันก๊าดที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป เพราะมีการระเหยตัวต่ำ ส่วนใหญ่นิยมใช้เชื้อเพลิงที่มีจุดเดือดเช่นเดียวกับน้ำมันก๊าด แต่ต้องสะอาดบริสุทธิ์กว่าน้ำมันก๊าด

น้ำมันก๊าด (kerosine) ใช้จุดตะเกียงให้แสงสว่าง เป็นส่วนผสมยาฆ่าแมลง สีทา น้ำมันชักเงาและน้ำยาทำความสะอาด เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนการบ่มยาสูบ

น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (diesel fuel) ใช้กับรถบรรทุก รถโดยสาร รถแทรกเตอร์ หัวจักรรถไฟ เรือประมง เป็นต้น

น้ำมันเตา (fuel oils) เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาหม้อน้ำ เตาเผาและเตาหลอมในโรงงานในอุตสาหกรรม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. น้ำมันเตาเผา มีความหนืดต่ำ ใช้กับหม้อน้ำขนาดเล็ก
2. น้ำมันเตาอย่างกลาง มีความหนืดปานกลาง ใช้กับหม้อน้ำเตาเผาขนาดกลาง
3. น้ำมันเตาอย่างหนัก มีความหนืดสูง ใช้กับเตาเผาขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เตาเผาในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์

ยางมะตอย (asphalt) เป็นส่วนสุดท้ายซึ่งได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ หลังจากมีการปรับปรุงคุณภาพจะทำให้เจือยต่อสารเคมีและไอควันแทบทุกชนิด มีความเหนียวและยึดหยุ่นต่ออุณหภูมิระดับต่างๆ นำไปใช้เป็นวัสดุลาดถนน ทางวิ่งเครื่องบิน น้ำยาทาเคลือบท่อเพื่อกันสนิม น้ำยากันสนิม ทาใต้ห้องรถยนต์ เป็นต้น

6.4 พลาสติกและเส้นใย (Plastic and Fiber)

6.4.1 พลาสติก

(1) ประวัติพลาสติก

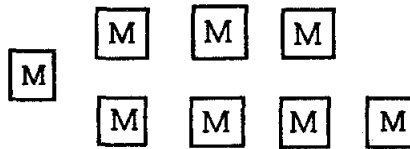
เซลลูลอยด์ (celluloid) **เซลลูโลสไนเตรต (cellulose nitrate)** เป็นพลาสติกจำพวกแรก ซึ่งถูกสังเคราะห์ขึ้นใน ค.ศ.1868 โดย John Wesley Hyatt และ Isash Hyatt เพื่อทำเป็นลูกบิลเลียด คีย์เปียโน หวี และอื่นๆ ซึ่งเดิมเคยใช้งาช้างเป็นวัตถุดิบในการผลิต แต่เนื่องจากติดไฟง่าย จึงทำให้มีการพยายามคิดค้นสารสังเคราะห์ตัวใหม่ขึ้นมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์และเครื่องใช้ในครัว เช่น ด้ามกะทะ หู หม้อ และอื่นๆ ต่อมาพลาสติกสังเคราะห์ชนิดใหม่ๆ ก็ถูกค้นคิดกันขึ้นมาเรื่อยๆ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) พอลิเอทีลีน (polyethylene) อีพอกซีหรือกาว (epoxy) เป็นต้น และตั้งแต่ปี ค.ศ.1983 เป็นต้นมาจะพบว่า การนำพลาสติกมาผลิตเป็นอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในอัตราที่

เจริญเติบโตมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโลหะต่าง ๆ จนเกือบจะเรียกได้ว่าในปัจจุบันนี้เป็นยุคของพลาสติกได้ทีเดียว

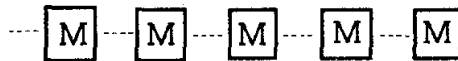
(2) การเกิดพลาสติก

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา จากการนำสารหรือวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ผลผลิตจากก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน ผ่านหิน การเกิดพลาสติก จะเกิดจากโมเลกุลเล็กหลาย ๆ โมเลกุล ซึ่งเรียกว่า โมโนเมอร์ (monomer, M) มาต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเคมี ซึ่งเรียกว่า พอลิเมอร์ (polymer) และสายยาว ๆ หลาย ๆ สายเข้ามาเชื่อมต่อกันเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นจะเรียกว่า พลาสติก ซึ่งแสดงได้ดังรูป

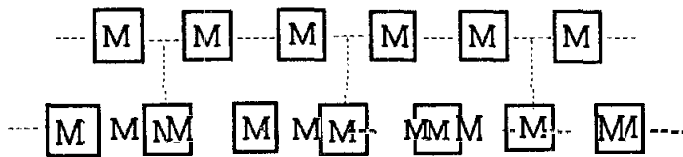
1. โมโนเมอร์ (monomer)



2. พอลิเมอร์ (polymer molecule)



3. พลาสติก (plastic)



พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ ซึ่งมีโครงสร้างพิเศษ เรียกว่า **high molecular weight** ประกอบด้วยธาตุหลัก คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน. นอกจากนี้อาจมี ออกซิเจน ไนโตรเจน และคลอรีน ร่วมด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก ลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตพลาสติกชนิดต่าง ๆ มี 3 ชนิด คือ แบบผง (powder) แบบเม็ด (pellet และ granule) และแบบเหลว (liquid)

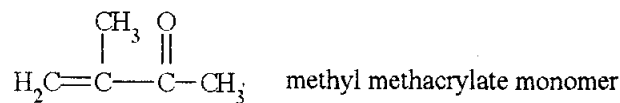
(3) ประเภทพลาสติก

พลาสติก ซึ่งได้จากพอลิเมอร์ โดยใช้โมโนเมอร์ชนิดเดียวกันทั้งหมด จะเรียกว่า โฮโมพอลิเมอร์ (homopolymer) แต่ถ้าเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากโมโนเมอร์มากกว่า 1 ชนิด มาเรียงต่อแบบสลับกัน เรียกว่า โคพอลิเมอร์ (copolymer) เช่น ABS หรืออะครีโลไนไตร-บิวทีไดอีน-สไตรีน โคพอลิเมอร์ ดังนั้น หลังการผลิตพลาสติกจากพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ แล้ว สามารถแบ่งประเภทพลาสติกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastics) และ เทอร์โมเซตติง (thermosetting)

เทอร์โมพลาสติก

เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วมักจะอ่อนตัวลง สามารถกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้อีก หลังจากนำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เนื่องจากโมเลกุลต่อเรียงกันแบบลูกโซ่หลวม ๆ พลาสติกประเภทนี้ที่สำคัญและมีใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่

1. พอลิอะครีลิก (polyacrylic) หรือพอลิเมทิลเมตาไครเลท (polymethyl methacrylate) มีชื่อทางการค้าว่า เพลิกซิกลาส (plexiglas) ลูซิท (lucite) พอลิกลาส (polyglass) เป็นต้น เป็นพลาสติกใส แข็งแรงพอสมควรรอยขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี นิยมนำไปทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา กระจกแว่นตา โคมไฟ เหมือกและพื้นปloom หน้าต่างเครื่องบิน มีสูตรโมโนเมอร์ดังนี้



2. เทฟลอนหรือพอลิตetraฟลูออโรเอทิลีน (polytetrafluorethylene) มีชื่อย่อว่า PTFE เป็นพลาสติกที่ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ดูดซึมน้ำ ทนต่อสารเคมี พวกกรดต่าง ดังนั้น นิยมนำไปใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวกระทะ กันติด ซึ่งมีสีดำ สีเขียว น้ำตาล ทำฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า ท่อน้ำในห้องปฏิบัติการเคมี ท่อส่งน้ำตามบ้านเรือน

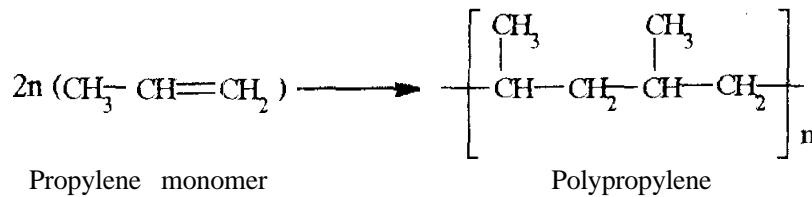
3. พอลิเอไมด์ (polyamides) เป็นเส้นใยประเภทหนึ่ง ซึ่งรู้จักกันในชื่อ ไนลอน (nylon) เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา ราคาแพง ทนต่อการเสียดทานสูง ทนความร้อน ละแรงอัดได้ดี ดูดซึมน้ำได้บ้าง สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ นิยมใช้ทำถุงเท้า เสื้อผ้า เ็นตอกปลา กระเป๋า รองเท้า

4. พอลิโอเลฟิน (polyolefin) แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ คือ

4.1 พอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) ได้จากก๊าซเอทิลีน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ high density polyethylene (HDPE) หรือพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง และ low density polyethylene (LDPE) หรือ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ ทั้งสองชนิดนี้จะต่างกันในคุณสมบัติ คือ HDPE จะหนัก แข็ง

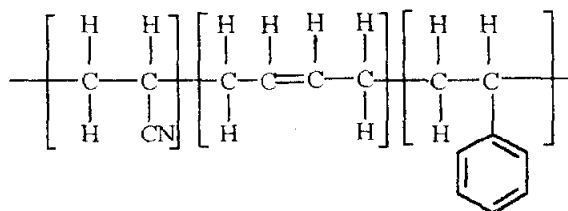
และคงรูป ส่วน LDPE จะเบาอ่อนนุ่ม และพับไปมาได้ มักใช้ทำถังขยะ กระจอง ลังใส่น้ำขวด ถาดทำน้ำแข็งในตู้เย็น ฯลฯ และจะเหมือนกันคือ มีความยืดตัวสูงไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้า

4.2 พอลิโพรพิลีน (polypropylene, PP) มีลักษณะคล้ายกับ HDPE คือ เบา ลอยน้ำได้ แต่ PP จะมีจุดหลอมเหลวสูง เป็นเงาและแข็งกว่า PE นิยมใช้เป็นถาดบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มซองบุหรี่ เชือกพลาสติกมัดของ สายไฟฟ้า กล่องแบตเตอรี่ หมวกกันน็อก ภาชนะ เครื่องใช้ภายในบ้าน ฯลฯ



5. พอลิสไตรีน (polystyrene, PS) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากที่สุด มักทำเป็นของใช้ในครัว มีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง หดตัวน้อยมาก คงรูปดีแต่เปราะ ทนความร้อนและสารเคมีได้ดี แต่ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ และน้ำมันสน นิยมทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส แปรงสีฟัน ไม้บรรทัด ชั้นวางของในตู้เย็น และทำในรูปโฟม ซึ่งรู้จักกันในชื่อ สไตรโฟม (styrofoam) ซึ่งใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงาน นอกจากนี้ PS ยังมีคุณสมบัติพิเศษต่างไปจากเดิม เมื่อนำไปผสมกับสารเคมีชนิดอื่น และได้พลาสติกชนิดใหม่ขึ้นมา เช่น

1. ABS (acrylonitrile- butadiene- styrene)
2. SAN (styrene acrylonitrile)
3. SMM (styrene methyl methacrylate)



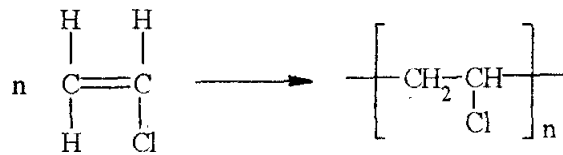
Acrylonitrile butadiene styrene copolymer

ABS สามารถรับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า จึงนิยมนำไปทำหมวกกันน็อก ผนังในตู้เย็น ถาดอาหารบนเครื่องบิน ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลม ฯลฯ ตัวอย่างโครงสร้างพลาสติกผสม ABS

6. โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride, PVC) เป็นพลาสติกที่เหนียวทนทานต่อกรดได้บ้าง ไม่ควรนำไปไวไฟใกล้ตัวทำละลายคลอรีน น้ำยาทาเล็บ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี แข็งและทนต่อดินฟ้าอากาศ ติดไฟยาก ต้องปรับปรุงคุณภาพเช่น ใส่สี พลาสติกไซเซอร์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ PVC ต่างๆ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้น คือ ชนิดแข็งและชนิดอ่อน

ชนิดแข็ง มีสีขุ่น ใช้ทำท่อน้ำ ข้อต่อ สายโทรศัพท์ อะไหล่รถยนต์ ใช้ทำกล่องหรือภาชนะใส่ของ

ชนิดอ่อน เป็นชนิดที่เติมพลาสติกไซเซอร์ลงไป จะทำให้สารยืดหยุ่นและอ่อน ใช้ทำฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า กระเบื้องปูพื้น ผนังเทียม ถุงพลาสติกบรรจุของ ถ้านำไปผสมกับอะซิเตตเป็นโคพอลิเมอร์ ที่มีคุณสมบัติอ่อนตัว ฉีกขาดยาก จะนำไปทำแผ่นเสียง ผ้าใยชนิดต่าง ๆ เสื้อกันฝน สันรองเท้า และเคลือบผิววัสดุ มีสูตรดังนี้



Vinyl chloride monomer (VCM) Polyvinyl chloride (PVC)

การทดสอบว่าพลาสติกชนิดใดเป็น PVC, PE หรือ PP โดยการหย่อนลงในน้ำถ้าจมแสดงว่าเป็น PVC ส่วน PE และ PP จะเบากว่าน้ำ

7. เซลลูโลซิก (cellulosics) เป็นพลาสติกที่ทำมาจากเยื่อเซลลูโลสฝ้าย นำมาใช้ในอุตสาหกรรมรู้จักกันดีในชื่อ เซลลูลอยด์ มีชื่อทางการค้าว่า เซลลูโลสไนเตรท นิยมทำเป็นฟิล์มถ้ำรูป ลูกบิลเลียด ฟิล์มภาพยนตร์ สันรองเท้า น้ำยาเคลือบผ้า ลูกบิงปอง เทปบันทึกเสียง พวงมาลัยรถยนต์ ฯลฯ

8. โพลีคาร์บอเนต (polycarbonate) เป็นพลาสติกใสที่แข็งแรงที่สุด ทนความร้อนได้ดี ถ้าเสริมใยแก้วจะเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ซึ่งทนทานมากขึ้น นิยมทำเป็นขวดนมเด็ก แว่นตากันแดด ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ

9. โพลีอิมิด (polyimide) เป็นพลาสติกไม่หลอมละลาย แต่มีสมบัติเหมือนเทอร์โมเซตติง ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม ทนแรงสั่นกระแทกได้ดี นิยมทำชิ้นส่วนที่รับน้ำหนัก มีแรงเสียดทานมาก ๆ อุปกรณ์มาตรวัดน้ำ ฯลฯ

เทอร์โมเซตติง

เป็นพลาสติกที่สามารถทนความร้อนและอุณหภูมิสูงได้แก่ ทนต่อสารเคมีและสภาวะกดดันสูง สิ่งที่เหลือใช้และพลาสติกทิ้ง ไม่สามารถนำกลับไปหลอมใหม่ให้เหมือนเดิมได้ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ทำประโยชน์ใหม่ได้อีก ถ้าอุณหภูมิสูงมากๆ ก็จะแตก กลายเป็นก้อนสีดำ พลาสติกที่นิยมใช้มีดังนี้

1. อะมีโน (amino) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ยูเรีย (urea) และเมลามีน (melamine) จะมีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไป ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทนต่อผงซักฟอก น้ำมัน ไขมัน ทินเนอร์ น้ำยาและแก๊พทำให้เกิดคราบได้

ยูเรีย ชนิดเหลว นิยมทำแก้วไม้อัดและซีปบอร์ด น้ำยาเคลือบผิว

เมลามีน นิยมทำถ้วยชามมากที่สุดและวัสดุปิดผิวโต๊ะ ซึ่งรู้จักกันในชื่อ ฟอร์ไมก้า

2. อีพอกซี (epoxy) รู้จักกันดีในประเภทกาวติดโลหะ (adhesive) และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ชนิดดี มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถติดแนบได้ดีกับวัสดุอื่น ๆ เช่น แก้ว ไม้ พลาสติก เซรามิก ฯลฯ นิยมใช้เป็นพลาสติกเคลือบพื้นโรงยิมเนเซียม เคลือบกรอบหน้าเครื่องรับโทรทัศน์ ในรูปไฟเบอร์กลาส ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ รถยนต์ ในรูปโฟม ใช้ทำไซส์เพื่อลดน้ำหนักและเพิ่มความแข็งแรง ในโครงสร้างแกนแหวนวิช

3. ฟีนอลิก (phenolic) เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดในประเภทเทอร์โมเซตติง รู้จักกันดีในชื่อ เบเรคไลท์ มีชื่อทางเคมีว่า ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol formaldehyde) มีหลายสี เช่น ดำ น้ำตาลแก่ และใส นิยมทำตุ้มมือจับหม้อ กะทะ ภาชนะบรรจุสารเคมี ฯลฯ นอกจากนี้ทำเป็นโฟมได้ โดยใช้เป็นทุ่นลอยน้ำ

4. พอลิเอสเทอร์ (unsaturated polyester) มีทั้งเทอร์โมเซตติงและเทอร์โมพลาสติก ชื่อเรียกเหมือนกับแต่โครงสร้างต่างกัน นิยมไปผลิตในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ซึ่ง 80% ของไฟเบอร์กลาส มาจากพอลิเอสเทอร์ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ติดไฟได้ช้าและดับเอง นิยมใช้ทำเรือสปีดเตอร์ เฟอ์นิเจอร์ (เก้าอี้) พระพุทธรูป ตุ๊กตา ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม กระจกเทียม หยกเทียม ฯลฯ และเมื่อผสมกับพลาสติกอะครีลิก ทำเป็นผลิตภัณฑ์ใช้มุกเทียม เครื่องประดับ กระดุม ฯลฯ

5. ซิลิโคน (silicone) เป็นพลาสติกทึบแสง ทำเป็นสีต่างๆได้ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก ทนความร้อนเย็นได้ดี ติดไฟช้ามาก มีคุณสมบัติที่ดีกว่าพลาสติกชนิดอื่น คือ ไม่ติดไฟง่าย ไม่ว่าจะอย่างไร แก้ว หรือโลหะ จึงเหมาะทำเป็นน้ำยาถอดแฉก นิยมทำคอนกรีตอ่อนใช้ปูพื้นของสระกันลื่น เส้นทางบนถนน และแม่แบบในอุตสาหกรรมพลาสติกหล่อ

6. พอลิยูรีเทน (polyurethane) มีทั้งรูปแข็งตัว ฟองน้ำและของเหลว ในรูปของแข็ง ทนทานต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า นิยมอัดเข้าไปในปีกเครื่องบิน ท้องเรือ ผนังตู้เย็นเพื่อความแข็งแรงและเป็นฉนวนความร้อน ในรูปโฟม มีชื่อว่า ไอโซไซยาเนต (isocyanate) และพอลิเอเทอร์ โฟมจะกันเสียงและรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ใช้ทำยางรถยนต์ เบาะ เฟอ์นิเจอร์ ที่นอน ฯลฯ ส่วนของเหลว ทำเป็นน้ำยาเคลือบผิววัสดุต่าง ๆ

6.4.2 เส้นใย (fibre)

โดยทั่วไปเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติ คือ เส้นใยที่ได้จากฝ้ายหรือไหม ซึ่งปัจจุบันไม่สามารถผลิตออกมาให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค จึงได้มีการพยายามผลิตเส้นใยสังเคราะห์ (synthetic fibres) ขึ้นมาเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ เนื่องจากเครื่องนุ่งห่มจากใยสังเคราะห์ มีความแข็งแรงและกันน้ำได้ดีกว่าเส้นใยธรรมชาติ จึงทำให้ซักรีด แห้งเร็ว ทั้งไม่ยับและไม่ต้องรีด

พลาสติกที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นเส้นใยได้ จะเป็นพลาสติกจำพวกเทอร์โมพลาสติก เพราะมีความอ่อนตัวกว่าพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติง พลาสติกที่นำมาทำเส้นใยมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. พอลิเอไมด์ (polyamide) รู้จักกันในชื่อ ไนลอน ซึ่งจะทำจากส่วนประกอบสองอย่างที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม เช่น ไนลอน 6,6 ประกอบด้วย กรดอะดิปิก (adipic acid) และ 1,6 ไดอะมิโนเฮกเซน (1,6 diaminohexane) ไนลอน 6,10 เตรียมจาก กรดเซบาสิก (sebacic acid) และ 1,6 ไดอะมิโนเฮกเซน มีคุณสมบัติเหมือน ไนลอน 6,6 และไนลอน 6 เตรียมจากคาร์โพรแลกตาม (caprolactam) ไนลอนนิยมนำมาทำเครื่องนุ่งห่ม ถุงเท้า ถุงน่อง สายเบ็ด เชือก แห อวน

2. พอลิเอสเทอร์ (polyester) มีชื่อทางการค้าว่า ดาครอน (dacron) ในอเมริกาและญี่ปุ่น เรียกว่า เทโตรอน (tetoron) นิยมนำมาทำชุดผู้ชายทั่ว ๆ ไป เพราะไม่ยับและทรงรูปได้ดี และยังทนต่อแสงได้ดีที่สุด จึงนิยมนำมาเป็นผ้าปูที่นอนอีกด้วย

3. อะครีลิก (acrylic) เส้นใยจากอะครีลิก ที่สำคัญได้แก่ ออร์ลอน (orlon) มักทอเป็นเครื่องนุ่งห่ม ถ้าผสมกับไวนิลอะซิเตท จะได้โคพอลิเมอร์ เป็นเส้นใยชนิดใหม่ ซึ่งเรียกว่า อะครีลัน (acrilan)

นอกจากนี้ยังสามารถผลิตเส้นใยสังเคราะห์จากพลาสติกอื่น ๆ ได้อีก เช่น PE ทอเป็นผ้ากันเปื้อน ทำผ้ากรองน้ำไฮโดรค PP ไม่ค่อยทนความร้อนและแสง ทำเชือก อวนและเสื้อผ้า PVC ทอเป็นหมวก และพวกพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol) ใช้ทำเสื้อกันฝน ผ้ากันเปื้อน ร่ม และเอ็นเย็บแผลในโรงพยาบาล

6.5 ฮอโมนและฟีโรโมน (Hormones and Pheromones)

6.5.1 ฮอโมน (Hormones)

ฮอโมน หมายถึง สารกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะของสารพวกที่เร่งการเจริญเติบโต หรือยับยั้งการเจริญเติบโต ซึ่งจัดอยู่ในพวก Growth Regulator หรือ Growth inhibitor ซึ่งรวมไปถึงสารสังเคราะห์ประเภทฮอโมนด้วย อาจหมายถึง ฮอโมนของมนุษย์ด้วย อาจหมายถึงฮอโมนของมนุษย์ สัตว์ หรือพืชก็ได้ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงฮอโมนของพืชและสัตว์เท่านั้น

ถ้าในเชิงวิชาการ **ฮอร์โมนพืช** หมายถึง สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเอง ในปริมาณน้อยมาก แต่มีผล ในด้านการส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา ภายในต้นพืชนั้น ๆ โดยไม่รวมพวกน้ำตาล หรือสารอาหารที่เป็นอาหารพืชโดยตรง ในปัจจุบัน คำว่า ฮอร์โมนพืช หรือสารเร่งการเจริญเติบโต เป็น กลุ่มสารที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันนี้ เนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง และเห็นผลได้ค่อนข้างชัดเจน ส่วนใหญ่จะใช้ในการทำให้พืชติดผล การออกดอก เร่งหรือชะลอการแก่ การ สุก ซึ่งจะใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ตามต้องการ

ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต

สามารถแบ่งออกตามคุณสมบัติของสารแต่ละชนิดได้ 7 กลุ่ม คือ

1. **ออกซิน (auxins)** มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ การขยายขนาดของใบและผล การเกิดราก ป้องกันการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นคือ IAA (Indol acetic acid) จะ ถูกสร้างบริเวณ ปลายยอด ปลายราก ผลอ่อนและบริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญเป็นส่วนใหญ่ สำหรับสาร สังเคราะห์ที่จัดอยู่ในออกซิเจน ได้แก่

- 1.1 NAA (1-naphthyl acetic acid) ใช้เร่งราก ป้องกันผลร่วง เพิ่มขนาดผล มีชื่อการค้าหลายอย่าง เช่น Planofix, Honey, Gro-Clus, Fix, Phymone
- 1.2 IBA (4-indol-3-ylacetic acid) ใช้เร่งรากกิ่งปักชำอย่างเดียว มีชื่อการค้าว่า scradic
- 1.3 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) ใช้กำจัดวัชพืช
- 1.4 5-CPA (4-chlorophenoxy acetic acid) ใช้ในการติดผลมะเขือเทศ และมะเขือ อื่น ๆ

2. **จิบเบอเรลลิน (gibberellins)** เป็นสารเกี่ยวกับการยืดตัวของเซลล์ ทำลายการพักตัวของตัวเร่ง การยืดตัวของปล้อง ข้อดอก ผล สารกลุ่มนี้พืชผลิตได้เอง เชื่อว่าสามารถผลิตได้ด้วยมีทั้งหมด 71 ชนิด ทุกชนิดมีชื่อเหมือนกัน คือ gibberellin A (GA) และมีหมายเลขตามหลังตั้งแต่ 1 ถึง 71

3. **ไซโตคินิน (cytokinin)** เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช ชะลอการแก่ พบมากบริเวณเนื้อเยื่อ เจริญ สำหรับฮอร์โมนที่เกิดขึ้นเองในพืชได้แก่ zeatin ส่วนสารสังเคราะห์ ได้แก่ BAP (N^6 -benzylaminopurine) และ kinetin (6-furfurylamino purine)

4. **เอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน (ethylene and ethylene releasing compounds)** เอทิลีน เป็นก๊าซชนิดหนึ่งเกี่ยวข้องกับการแก่ การสุก การออกดอกของพืช พืชสร้างได้เองเมื่อเข้าสู่ระยะปลายวัย (senescence) เช่น ในผลแก่ หรือใบแก่ใกล้หลุดร่วง เมื่อเกิดก๊าซเอทิลีนจะมีการฟุ้งกระจายไปทั่ว ไม่มีการ เคลื่อนย้ายเหมือนฮอร์โมน นอกจากนี้มีสารบางตัวซึ่งมีสมบัติคล้ายเอทิลีน ได้แก่ อะเซทิลีน โพรพิลีน

คาร์บอนมอนอกไซด์ สำหรับสารสังเคราะห์ในกลุ่มนี้อยู่ในรูปของเหลวเมื่อสลายตัวให้ก๊าซเอทิลีนได้ ได้แก่ ethephon มีชื่อทางการค้าว่าอีเทรล (ethe-rel)

5. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) สารกลุ่มนี้จะเป็นสารสังเคราะห์ทั้งหมด มีคุณสมบัติสำคัญ คือ ยับยั้งการสร้างหรือการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืช ทำให้มีผลต่อการยืดตัวของเซลล์ ทำให้ปล้องสั้น ใช้ควบคุมความสูงและขนาดพุ่ม เร่งการออกดอกของไม้ผลใบหนา สารชะลอการเจริญเติบโตที่สำคัญ ได้แก่

- 5.1 แดมีโนไซด์ (daminozide) จะเพิ่มผลผลิตฝัก ป้องกันการร่วงของผลไม้ ควบคุมความสูงไม้ประดับเพื่อทำเป็นกระถาง เพิ่มสีให้ผลไม้ มีชื่อทางการค้าว่า อาลาร์ 85 (alar 85)
- 5.2 คลอมีควอท (chlormequat) ใช้ป้องกันการหักล้มของธัญพืช ต้นเตี้ยลง มีชื่อทางการค้าว่า อินครีเซล (increcel)
- 5.3 เมพิวอท คลอไรด์ (mepiquat chloride) ใช้กับพืชไร่ เพิ่มผลผลิตฝ้าย และถั่ว มีชื่อทางการค้าว่า พิกซ์ (pix)
- 5.4 แพกโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) เป็นสารที่กำลังทดลองใช้อยู่ยังไม่จำหน่ายในประเทศ

6. สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่ถ่วงดุลการเจริญเติบโตของสารออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตคินิน เพื่อให้เติบโตอย่างพอดี มักเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการแบ่งเซลล์และการเติบโตของเซลล์ ฮอรโมนกลุ่มนี้ที่สำคัญ คือ ABA (abscisic acid) สารสังเคราะห์ที่สำคัญ ได้แก่ คลอฟลูเรโนล (chlorflurenol) มีชื่อทางการค้าว่า maintain CF 125 ไดเคกูแลกโซเดียม (dikegulac sodium) และมาเลอิก ไฮดราไซด์ (maleic hydrazide) มีชื่อทางการค้าว่า โอโซ-เอ็มเอช (ozo-MH)

ประโยชน์ของการใช้ plant growth regulator

1. ใช้เพื่อการเร่งราก ฮอรโมนที่ใช้มาก คือ IBA, NAA และเร่งการออกดอก นิยมใช้ ethephon กับ NAA
2. ใช้เพื่อการติดผลและเพิ่มขนาดของผล นิยมใช้ GA
3. เพื่อการยืดเวลาการบานของดอก
4. ป้องกันการร่วงของผลก่อนเก็บเกี่ยว
5. ใช้เพื่อเร่งการสุก นิยมใช้ ethephon

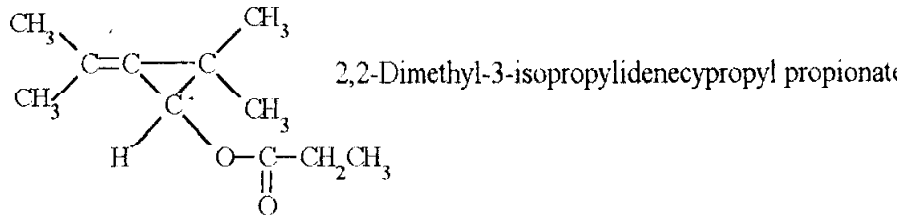
6.5.2 ฟีโรโมน (pheromones)

ฟีโรโมน คือ สารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายของสัตว์ ทำให้เกิดการสื่อสารกันแล้วยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเพศ (sex behavior) ได้ด้วย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

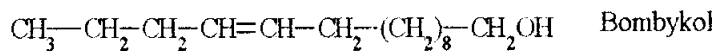
(1) *primer pheromones* หมายถึง สารที่สัตว์รับเข้าไปในร่างกายแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ยาก เพราะเกิดในร่างกาย กว่าที่จะเห็นการแสดงออก หลังจากสัตว์รับเข้าไปนาน เช่น การขังหนูตัวเมียไว้อย่างแออัด เมื่อผสมกับเชื้อตัวผู้แล้ว หนูตัวเมียจะแท้งลูกหมด แต่ถ้ามีหนูตัวเมียขังอยู่อย่างแออัดแล้ว มีตัวผู้อยู่ด้วย มันจะไม่แท้งลูก เพราะตัวเมียได้กลิ่นตัวผู้ กลิ่นที่ได้จากตัวผู้นี้เรียกว่า primer pheromones

(2) *releaser pheromones* คือ สารที่สัตว์รับเข้าไปในร่างกายแล้ว แสดงออกภายนอกเห็นได้ชัด เช่น sex attractants ของแมลงต่าง ๆ เช่น

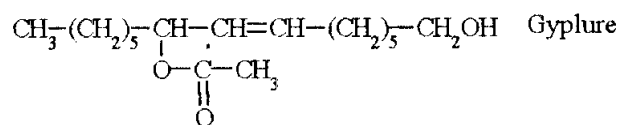
1. สาร 2,2-dimethyl-3-isopropylidenecyclopropyl propionate จากแมลงสาบตัวเมีย (American cockroach) เมื่อตัวผู้ได้กลิ่นสารตัวนี้มันจะบินรอบ ๆ และกระพือปีก



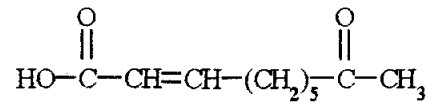
2. สาร bombykol จากผีเสื้อตัวเมีย (silkworm moth) เมื่อตัวผู้ได้กลิ่นก็จะบินมาซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางลมด้วย มีสูตรทางเคมีดังนี้



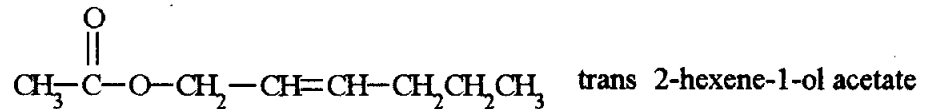
3. สาร gyplure จากผีเสื้อตัวเมีย (gypsy moth) ผีเสื้อพวกนี้อันตรายมากเพราะกินผักหมด



4. Honey guen substance (นมผึ้ง) ราซินี้ผึ้งเท่านั้นที่ผลิตได้ เพื่อเอาไปเลี้ยงผึ้งงาน ทำให้ระบบสืบพันธุ์ผ่อ ไม่สามารถสืบพันธุ์ได้

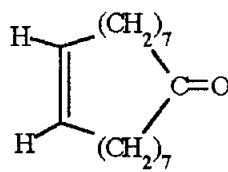


5. สาร trans-2-hexene-1-ol acetate จากแมงดาตัวผู้ เมื่อตัวผู้และตัวเมียได้กลิ่นก็จะมามากมาย ซึ่งตัวเมียจะมีน้อยกว่าตัวผู้

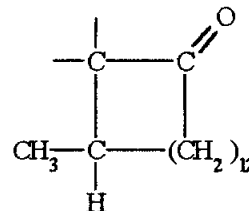


6. สาร civetone จากชะมด มีกลิ่นจุน นิยมนำมาผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม เพราะทำให้กลิ่นติดนาน

7. สาร muscone จาก musk deer

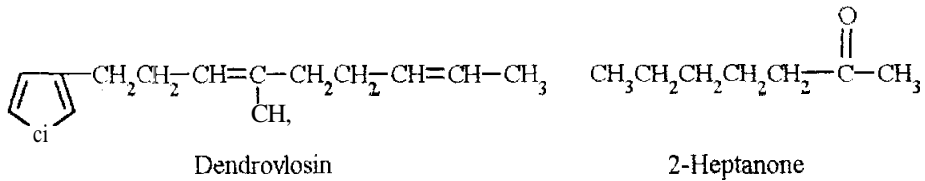


Civecone



Muscone

นอกจากนี้ยังมีฟีโรโมนจากสัตว์สังคม (สัตว์ที่อยู่เป็นกลุ่ม) เช่น มด ปลวก ซึ่งจะมีต่อมอยู่ที่กันสัตว์เหล่านี้ โดยฟีโรโมนของสัตว์พวกนี้จะใช้ประโยชน์เป็นสารเตือนภัย บอกทิศทางสื่อสาร เป็นต้น ฟีโรโมนจากสัตว์สังคม เช่น สารเตือนภัย (alarm pheromones) จากมดชนิดต่างๆ เช่น dendrovlosin เมื่อมดเข้าทำร้ายผู้รุกรานแล้วปล่อยสารตัวนี้ออกมา มดตัวอื่นที่ได้กลิ่นก็จะโกรธแล้วเข้ารุมตอยผู้รุกรานทันที สารอีกตัวหนึ่งเมื่อมดได้กลิ่นก็จะเข้าโจมตีทันทีเช่นเดียวกัน แต่เป็นกลิ่นหอม มีชื่อว่า 2-heptanone



นอกจากนี้มดจะสร้างฟีโรโมนอย่างน้อย 10 ชนิด ที่ใช้เพื่อการสื่อสารโดยอยู่ในรูปเดี่ยว หรือผสมกันออกมา เพื่อให้สังคมของมันอยู่ได้ เช่น เมื่อมดตัวหนึ่งตายในรังสักพักมันก็จะปล่อยกลิ่นเน่าออกมา เมื่อตัวอื่นได้กลิ่นก็จะช่วยกันขนไปกองไว้ในสุสานของมันส่วนใหญ่เป็นพวกกรดไขมันสายยาว (long chain fatty acid) หรือ สารให้กลิ่น (ester)

ประโยชน์ของฟีโรโมน

1. ใช้ฆ่าแมลงที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น มดกินแป้ง เอา sex attractants ล่อ มันจะคลานออกมาเองโดยไม่ต้องฆ่า

2. ใช้เลี้ยงแมลงที่เป็นประโยชน์ เช่น queen substance

3. ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

4. ราคาถูก

ข้อเสียของฟีโรโมน

1. ถ้าความเข้มข้นของกลิ่นมากเกินไป จะทำให้ไล่แมลงไป จึงต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมด้วย

2. การล่อแมลงต้องใช้เวลาที่เหมาะสม เพราะแมลงบางชนิดสืบพันธุ์กลางคืนหรือสืบพันธุ์ในฤดูหนาวหรือฝน ซึ่งทำให้ต้องใช้ระยะเวลา

3. อุณหภูมิ เช่น ตอนเที่ยง ซึ่งร้อนเกินไป แมลงที่สนใจก็จะไม่ออกมา แต่จะออกกลางคืนแทน

4. ความชื้นอากาศ ทิศทางลม เช่น ถ้าเราเอาไปแขวนไว้ใต้ทิศทางลม แมลงก็ไม่สามารถได้กลิ่น

6.6 อุตสาหกรรมเคมีในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเคมีในประเทศไทย มีอยู่หลายประเภท ทั้งอุตสาหกรรมเคมีพื้นฐาน อุตสาหกรรมเคมี ซึ่งนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค เช่น อุตสาหกรรมยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช อุตสาหกรรมก๊าซ ออกซิเจน ไนโตรเจน อุตสาหกรรมพลาสติก แอลกอฮอล์ ผงซักฟอก ฯลฯ

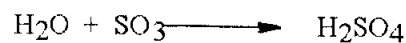
6.6.1 อุตสาหกรรมเคมีพื้นฐาน

สำหรับอุตสาหกรรมเคมีพื้นฐานที่จะกล่าวถึงในบทนี้ เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเคมีพื้นฐานทั้งหมด ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเริ่มต้นในการที่จะนำผลผลิตที่ได้ไปผลิตในอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไป เช่น ปุ๋ยเคมี สารสั้ม เป็นต้น

กรดกำมะถัน (sulfuric acid, H_2SO_4)

อุตสาหกรรมการผลิตกรดกำมะถันเป็นอุตสาหกรรมเคมีที่จะผลิตเคมีภัณฑ์ชนิดอื่น ควบคู่ไปกับการผลิตกรดกำมะถัน ซึ่งได้แก่ สารสั้ม อะลูมินาไตรไฮเดรต ไนโตรเจน และกำมะถันแห้ง เป็นต้น ในประเทศไทยเริ่มการผลิตเมื่อปี 2502 วัตถุประสงค์สำคัญที่ใช้คือ กำมะถัน ซึ่งเป็นของแข็งมีสีเหลือง ไม่ละลายน้ำ มีฤทธิ์เป็นกรด

กรรมวิธีการผลิต ส่วนใหญ่ใช้วิธีเผากำมะถันให้เป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดรอกไซด์ โดยมีเวเนเดียมเพนตอกไซด์ (V_2O_5) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วจึงทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังสมการต่อไปนี้



คุณสมบัติของกรดกำมะถัน ชนิดเข้มข้น 98%

1. เป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน ไม่มีสี
2. มีน้ำปนอยู่ประมาณ 4% หนักเกือบ 2 เท่าของน้ำ
3. เป็นกรดแรงและเป็นตัวเติมออกซิเจนอย่างดี
4. เป็นตัวดูดน้ำให้แห้ง (dehydrating agent)

โซดาไฟ (sodium hydroxide หรือ caustic soda)

โซดาไฟ มีสูตรทางเคมี คือ NaOH มีฤทธิ์เป็นด่าง ใช้เป็นวัตถุประสงค์ในการผลิตอุตสาหกรรมประเภทอื่น เช่น ผงซูล สบู่ ผงซักฟอก ทอผ้า กระจก เป็นต้น

กรดเกลือ (hydrochloric acid)

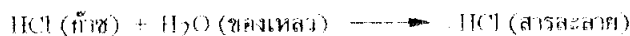
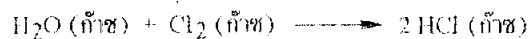
กรดเกลือ มีสูตรทางเคมี คือ HCl มีฤทธิ์เป็นกรด เป็นสารละลายของก๊าซไฮโดรเจน คลอไรด์ ไม่มีสีและเป็นกรดแก่ที่สุด ที่เห็นในตลาดเป็นสีเหลืองเพราะมีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่จะนำไปใช้ใน

อุตสาหกรรมประเภทอื่น เช่น อุตสาหกรรมผงชูรส อุตสาหกรรมผลิตพีวีซี การกัดสนิมขีดโลหะให้สะอาด เป็นต้น

คลอรีน (chlorine)

คลอรีน มีสูตรทางเคมีคือ Cl_2 เป็นก๊าซสีเขียวแกมเหลืองมีกลิ่นฉุน เป็นก๊าซพิษทำอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เมื่อทำให้เป็นของเหลวจะมีสีเหลือง เป็นธาตุที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมีมาก จึงไม่มีปรากฏในธรรมชาติในภาวะอิสระ แต่จะปรากฏรวมตัวอยู่กับธาตุอื่น ๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) นำไปใช้ในกิจการนี้ประปา การฟอกเยื่อกระดาษ ผลิตยาฆ่าแมลงและยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

กรรมวิธีการผลิต โดยการแยกสารละลายเกลือแกงด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะได้โซดาไฟไฮโดรเจน และคลอรีน เมื่อนำไฮโดรเจนและคลอรีนมาทำปฏิกิริยากันโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยจะได้ไฮโดรเจนคลอไรด์ เมื่อไปละลายน้ำจะได้กรดเกลือ ดังสมการ



คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide, CO_2)

เป็นก๊าซ ซึ่งปรากฏอยู่ในอากาศ โดยเกิดจากภูเขาไฟ ลมหายใจของมนุษย์และสัตว์ หรือการนำเปื่อยของสิ่งมีชีวิตและอินทรีย์สารต่างๆ เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หนักกว่าอากาศจุดไฟไม่ติด ไม่ช่วยเผาไหม้แต่ทำให้ไฟดับ สามารถทำเป็นของเหลวได้ง่าย โดยใช้ความดัน 60 - 70 บรรยากาศที่อุณหภูมิปกติ เมื่อนำคาร์บอนไดออกไซด์เหลวมาทำให้ระเหยอย่างรวดเร็วจะได้คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง มีลักษณะคล้ายน้ำแข็ง มีสีขาวขุ่น เย็นจัดมาก ไม่ละลายเป็นของเหลวแต่ระเหยเป็นไอ เรียกว่า น้ำแข็งแห้ง (dry Ice)

ประโยชน์ของคาร์บอนไดออกไซด์ในทางอุตสาหกรรม จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม (โซดา เบียร์ น้ำอัดลมต่างๆ) น้ำตาลทราย เหล็กหล่อ ผลิตโซดาแอส ผงฟู (baking powder) ถ้าอยู่ในรูปน้ำแข็งแห้ง จะใช้เป็นตัวทำความเย็นได้ดีกว่าน้ำแข็ง นำไปใช้ในการเก็บอาหาร เช่น เนื้อ ผัก ผลไม้ ไอศกรีม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการทำฝนเทียมเพื่อการเพาะปลูก และทำหมอกควันประกอบจากการแสดงต่าง ๆ อีกด้วย

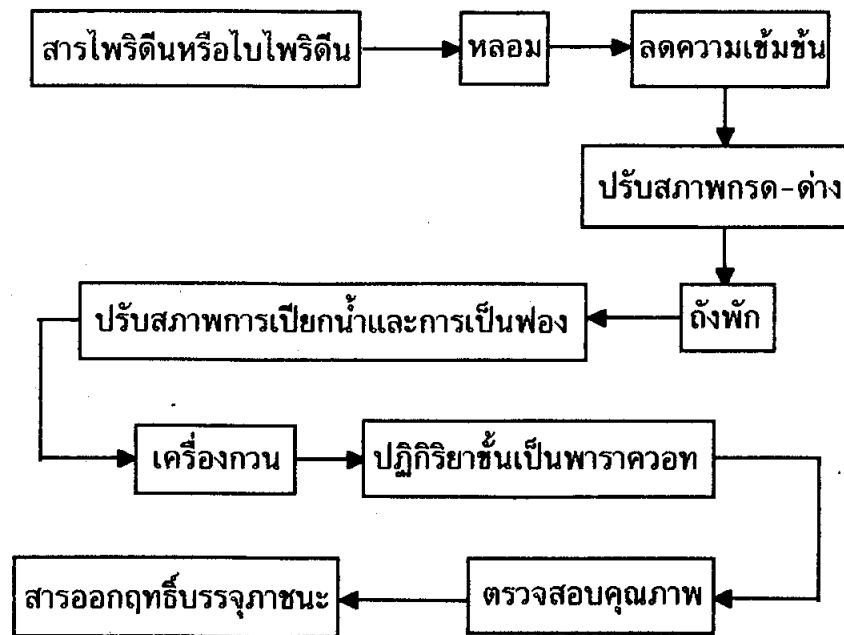
6.6.2 อุตสาหกรรมยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช (insecticides and herbicide)

เนื่องจากยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช เข้ามามีบทบาทมากในด้านการเกษตรในปัจจุบัน ซึ่งมีความต้องการมากกว่าร้อยละ 70 ของปริมาณความเมต้องการการใช้ยาปราบศัตรูพืชทั้งหมด

การผลิตยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช ในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. การผลิตสารออกฤทธิ์บริสุทธิ์ ผลิตยากำจัดพืชประเภทพาราควอต
2. การผสมแปรสภาพหรือปรุงแต่ง โดยโรงงานจะนำเข้าสารออกฤทธิ์บริสุทธิ์จากต่างประเทศแล้วมาปรุงแต่งให้อยู่ในรูปที่สามารถฆ่าแมลงหรือกำจัดวัชพืช
3. การแบ่งบรรจุ เป็นกิจการขนาดเล็ก โดยผู้ผลิตจะซื้อผลผลิตจากขั้นตอนการผสมปรุงแต่งแล้วมาบรรจุเอง

กรรมวิธีการผลิตสารออกฤทธิ์บริสุทธิ์



กรรมวิธีการผลิตประเภทผสมแปรรูปหรือปรุงแต่ง

ชนิดผงหรือเม็ด จะผ่านขั้นตอนดังนี้

สารออกฤทธิ์บริสุทธิ์ + สารตัวอื่น ๆ ใส่เครื่องผสม ---->ตัวเก็บ---->เครื่องบด---->เครื่องกรอง
---->ตั้งเก็บ แล้วตรวจสอบคุณภาพและบรรจุหีบห่อ

ชนิดน้ำ จะใช้การเริ่มต้นด้วยวิธีชนิดผงหรือเม็ด แต่หลังจากถึงขั้นตอนตั้งเก็บแล้วก็ตรวจสอบคุณภาพและบรรจุภาชนะได้เลย

6.6.3 อุตสาหกรรมก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน

อุตสาหกรรมนี้ เริ่มขึ้นเมื่อจำเป็นต้องผลิตขึ้นเพื่อทดแทนการนำเข้า และขยายออกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสามารถผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าได้เกือบสมบูรณ์

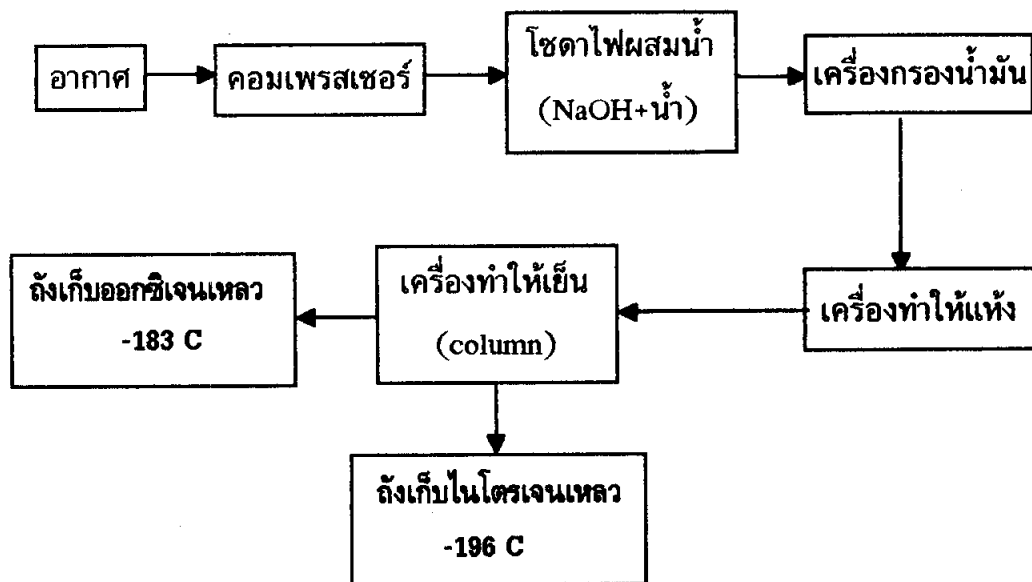
คุณสมบัติของก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน

ก๊าซออกซิเจน (O_2) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ช่วยให้ไฟติดแต่ไม่ติดไฟเองสามารถรวมตัวได้โดยตรงกับโลหะและอโลหะ ละลายน้ำได้ ถ้าอยู่ในรูปของเหลวจะมีสีน้ำเงินอ่อน จุดเดือด -183 องศาเซลเซียส และถ้าเป็นของแข็งจะให้ของแข็งสีน้ำเงินอ่อน จุดหลอมตัว -218.4 องศาเซลเซียส สำหรับออกซิเจนเหลวแม่เหล็กสามารถดูดได้

ก๊าซไนโตรเจน (N_2) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ช่วยให้ไฟติด และไม่ติดไฟ รวมตัวกับโลหะได้ และละลายน้ำ เบากว่าอากาศเล็กน้อย ถ้าเป็นของเหลวจะมีสี มีจุดเดือด -195.4 องศาเซลเซียส เมื่อเป็นของแข็งจะคล้ายน้ำแข็งไม่มีสี จุดหลอมตัว -210 องศาเซลเซียส

ประโยชน์ของก๊าซออกซิเจน จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมถลุงเหล็ก หลอมโลหะต่าง ๆ และใช้ในกิจการประดาน้ำ โรงพยาบาล เครื่องพ่นไฟ เป็นต้น ส่วนก๊าซไนโตรเจน ใช้ในโรงงานแปรรูปโลหะโรงงานเครื่องเย็น เป็นต้น

กรรมวิธีการผลิตก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน



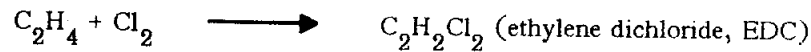
6.6.4 อุตสาหกรรมการผลิตพีวีซี

พีวีซีที่ใช้ในประเทศมี 2 ชนิด คือ แบบ suspension และ emulsion แต่ชนิดที่ใช้กันมากเป็นชนิด suspension ซึ่งใช้ผลิตท่อน้ำ ฉนวนหุ้ม สายไฟฟ้า ขวดพลาสติก รองเท้า ฯลฯ ส่วนชนิด emulsion ยังไม่มีการผลิตในประเทศ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อผลิตหนังเทียม กระดาษติดฝาผนัง เทป ฯลฯ

กรรมวิธีการผลิตพีวีซี แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขบวนการผลิต วิซีเอ็ม จาก เอทีลีน และคลอรีน ซึ่งมีลักษณะดังนี้

Direct chlorination of ethylene



Oxychlorination of ethylene



Thermal cracking of ethylene dichloride



2. ขบวนการผลิตพีวีซีเรซิน (polyvinyl chloride resin) มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ขบวนการพอลิเมอไรเซชัน ของไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ ได้ก๊าซไวนิลคลอไรด์ออกมา

2.2 การนำก๊าซโมโนเมอร์กลับไปใช้ โดยทำให้เป็นของเหลว

2.3 การนำผงพลาสติก

2.4 การบรรจุถุงส่งขายเพื่อนำไปใช้งาน

3. ขบวนการผลิตเม็ดพลาสติก ใช้ผงพลาสติกผสมกับสารเสริมขบวนการ สีที่ต้องการในเครื่องผสม ส่งเข้าเครื่องอัด ตัดเป็นเม็ด เข้าเครื่องทำให้เย็นแล้วส่งบรรจุเข้าถุงพีวีซีเมื่อจะนำไปแปรรูปเป็นสิ่งของใช้ที่มีประโยชน์ ต้องนำไปผสมตัวกันใหม่ (stabilizer) ตัวทำให้นิ่ม (plasticizer) และสี (pigment) และส่วนประกอบอื่น ตามความต้องการ

6.6.5 อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์

เส้นใยสังเคราะห์ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมารวมกัน ซึ่งเรียกว่า พอลิเมอร์ (polymer) และนำมายืดให้เป็นเส้นยาว โดยทั่วไปเรียกว่า เส้นใยเทียม การผลิตเส้นใยสังเคราะห์ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามชนิดของผลิตภัณฑ์

1. เส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิดเส้นสั้น ซึ่ง จะนำไปผสมเป็นเส้นใยชนิดอื่น เพื่อให้เป็นเส้นใยผสม แล้วนำไปปั่นเป็นด้าย สำหรับทอผ้าผสมต่อไป

2. เส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิดยาว หรือเส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ (polyester filament yarn) มีลักษณะเป็นสีขาวใส เหมือนพลาสติก เป็นเส้นยาว นำไปปั่นเป็นเส้นด้าย (polyester multifilament) เพื่อทอเป็นผ้าผืนต่อไป

3. เส้นใยไนลอน หรือเส้นด้ายไนลอน (nylon filament yarn) มีสีขาวใสเหมือนพลาสติกยาวต่อเนื่องกัน เส้นใยไนลอนจะถูกนำมาปั่นเป็นด้ายชนิดเส้นยาวเดี่ยว (monofilament yarn) ใช้ถักเป็นแห อวน หรือปั่นเป็นด้ายชนิดเส้นยาวหลายเส้น (multifilament yarn) ให้สำหรับทอหรือถักผ้าผืน ถุงเท้า หรือกางเกงใน เป็นต้น

กรรมวิธีผลิตเส้นใยไนลอน มีดังนี้

1. นำ caprolactam ละลายในน้ำร้อนเพื่อให้โมเลกุลอยู่ในสภาพยึดกันยาวมากขึ้น เรียกว่า พอลิเมอร์
2. รีดพอลิเมอร์เหลวออกมาเป็นเส้น โดยผ่านน้ำเย็น เพื่อให้พอลิเมอร์แข็งตัวก่อนเข้าสู่เครื่องตัดเป็นเล็ก ๆ เรียกว่า ชิป
3. เม็ดชิปจะผ่านกระบวนการสกัด caprolactam ที่ยังไม่ทำปฏิกิริยาออกก่อนจะนำไปอบให้แห้ง
4. นำเม็ดชิปข้อ 3 ไปหลอมละลายแล้วเข้าสู่เครื่องปั่นเส้น
5. เส้นด้ายจะผ่านมาเคลือบน้ำมันสปินนิง และม้วนเข้าหลอด
6. นำด้ายมายืดและตีเกลียวเป็นขั้นสุดท้าย
7. ตรวจสอบคุณภาพแล้วบรรจุกล่องส่งลูกค้าต่อไป

คุณสมบัติที่ดีของไนลอน

1. มีสีสด สีขาว สีคล้ำ สีกิ่งคล้ำ และสีดำ
2. มีความเหนียวมากกว่าเส้นใยอื่น จึงทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด

3. ด้านทานรา การเสียดสี และการเก็บหมักหมมนาน ๆ (แต่ถ้าถูกแดดนาน ๆ การด้านทานเสื่อมได้)
4. ไนลอน 6,6 ด้านทานกรดได้ดี ยกเว้นกรดจากแร่ ไนลอน 6 ด้านทานกรดจากแร่ต่ำกว่า ไนลอน 6,6 แต่ทั้ง 2 ชนิดด้านทานต่างได้ดีพอ ๆ กัน
5. สีนํ้าได้ดี เปียกนํ้าจะแห้งเร็ว
6. แมลงหรือตัวกินผ้าจะไม่รบกวน

ข้อเสียของไนลอน

1. ด้านทานความร้อนน้อยกว่าเส้นผ้าฝ้าย ถ้าถูกแดดมาก ๆ จะเป็นสีเหลือง
2. ผ้าไนลอนมีความทึบมากกว่าผ้าฝ้าย ไม่ดูดนํ้า หรือเหงื่อ เวลาใส่จะร้อนอบอ้าว
3. มักเกิดไฟฟ้าสถิตย์ง่าย เมื่อมีการเสียดสีในอากาศ ถ้าอยู่ใกล้ฮีเทอร์ คลอโรฟอร์มจะเกิดไฟฟ้าสถิตย์ได้ง่าย ดังนั้น เวลาซักต้องใช้นํ้ายาปรับผ้านุ่มช่วย
4. ผ้าไนลอนไหม้ไฟรวดเร็ว

6.6.6 อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ในประเทศไทยได้ถูกผลิต มาจากกากนํ้าตาลเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ก็อาจมาจากข้าวอีกด้วย ซึ่งถือว่าแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงประเภทสังเคราะห์ โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เมทิลแอลกอฮอล์ หรือ เมทานอล (methanol) มีสูตรทางเคมี คือ CH_3OH ผลิตได้จากการสังเคราะห์ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หรือนํ้ามันดิบ ได้แก่ มีเทน อีเทน โพรเพน หรือบิวเทน เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ฟางข้าว ต้นไม้โตเร็ว เป็นต้น ไม่สามารถนำมาดื่มกิน เพราะจะทำให้เป็นพิษถึงแก่ชีวิตได้

2. เอทิลแอลกอฮอล์ หรือ เอทานอล (ethanol) มีสูตรเคมี คือ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง กากนํ้าตาล ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวฟ่าง เป็นต้น เอทานอลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในอุณหภูมิต่ำ และไม่มีพิษ โดยผสมลงในนํ้ามันเบนซิน ใช้ผสมสุรา เครื่องสำอาง ล้างแผล

กรรมวิธีการผลิต มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมการหมัก ประกอบด้วย

1.1 ขบวนการ flocculation เป็นการเพิ่มกรดและทำให้กากนํ้าตาลเจือจาง

1.2 การฆ่าเชื้อ (sterilization) เพื่อทำลายเชื้อโรคต่าง ๆ

1.3 เติมอาหารเสริม เช่น แอมโมเนียมฟอสเฟต $[(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4]$ แอมโมเนียมไนเตรต $[(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3]$ เพื่อเพิ่มค่าฟอสฟอรัสและไนโตรเจน

1.4 ปรับค่าความหนาแน่น ความเป็นกรดต่าง (pH) และอุณหภูมิ

2. การหมัก ประกอบด้วย

2.1 การเตรียมการหมัก โดยใช้ยีสต์

2.2 การหมัก ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างกากน้ำตาลกับยีสต์ ผลพลอยได้คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.3 การนำยีสต์กลับมาใช้อีก

3. การกลั่น ประกอบด้วย

3.1 การกลั่นเริ่มต้น ทำให้มีความบริสุทธิ์ถึง 95%

3.2 การกลั่นเอทานอลให้บริสุทธิ์ โดยใช้เบนซีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.5 %

6.6.7 อุตสาหกรรมผลิตผงซักฟอก

เนื่องจากในชีวิตประจำวัน จะต้องมีการชำระล้างสิ่งสกปรกออกจากเสื้อผ้า ภาชนะ ตลอดจนการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม จึงได้มีการผลิตผงซักฟอกขึ้นใช้ในครั้งแรกในประเทศเยอรมัน ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 วัตถุประสงค์ที่สำคัญได้แก่ สารลดแรงตึงผิวจะเป็นสารเคมีพวกแอนไอออนิกและแคทไอออนิก ฟอสเฟต โซเดียมซิลิเกต เพื่อกันสนิมโซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลส จะเป็นสารที่เป็นตัวกันไม่ให้ผงซักฟอกเกิดตะกอน และสารเพิ่มความสดใส เช่น สารฟอกขาว เพื่อดูดแสง UV ไว้ทำให้ผ้าดูขาวนวล ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. alkyl benzene sulfonation (ABS) วิธีนี้ทำให้เกิดฟองสลายตัวยาวนาน จึงทำให้เกิดน้ำเสีย และทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2. linear alkyl benzene sulfonation (LAS) เป็นวิธีแก้ปัญหของ ABS แต่ค่าใช้จ่ายสูงกว่าประมาณร้อยละ 10-25

6.6.8 อุตสาหกรรมสี (paint industry)

สีเป็นสิ่งที่ช่วยให้อุปกรณ์เครื่องใช้ อาคาร รถยนต์และอื่น ๆ เกิดความสวยงามและช่วยดึงดูดความสนใจได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศด้วย ประเภทของสีที่ผลิต ได้แก่ สีพลาสติคหรือสีน้ำ (emulsion paint) สีน้ำมัน (gloss paint) สีเคลือบ(enamel paint) สีรอง

พื้น (primer) สีบิทูมินัส (bituminous paint) สีชั้นล่าง (undercoat) สีกันสนิม สีกันเชื้อรา สีกันเปรี้ยว สีจราจร เป็นต้น

ในการผลิตสีแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท

1. สีน้ำหรือสีพลาสติก หมายถึง สีที่มีตัวประสานเป็นอิมัลชันผสมอยู่กับผงสี และวัตถุอื่นในสภาพของเหลว สีพลาสติกมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าสีลาเท็กซ์ หรือสีอิมัลชัน มักใช้ทาวัสดุที่เป็นอิฐคอนกรีต ฝาผนังฉาบปูน ไม่เหมาะกับการใช้ทาโลหะหรือเครื่องเรือน

2. สีเคลือบน้ำมัน เป็นสีที่ประกอบด้วยวาร์นิช ทินเนอร์ ผงสี ตัวเจือจาง และสารเพิ่มเติมคุณสมบัติ (additives) ต่าง ๆ สามารถใช้ทาวัสดุได้ ทุกชนิดเพื่อความทนทาน เมื่อแห้งจะเป็นเงามัน

3. น้ำมันขัดเงาและแล็กเกอร์

4. สีสำเร็จรูปอื่น ๆ ได้แก่สีต่าง ๆ ซึ่งไม่ได้อยู่ใน 3 ประเภทข้างต้น เช่น

4.1 สีรองพื้น (primer) เป็นสีที่ใช้ทาที่ชั้นแรกบนพื้นที่ยังไม่เคยทาสีมีหลายชนิด ได้แก่ สีรองพื้นใช้กับไม้ ใช้กับปูนซีเมนต์ และกระเบื้องกระดาด สีของพื้นกันสนิม

4.2 สีบิทูมินัส (bituminous paint) เป็นสีเคลือบผิววัสดุมีส่วนประกอบของยางมะตอย หรือน้ำมันดิบ ใช้ทาวัสดุพวกโลหะ คอนกรีต ใช้ได้ทั้งในน้ำและใต้ดิน โรงงานอุตสาหกรรม

4.3 สีชั้นล่าง (undercoat) เป็นสีที่ทาบนวัสดุที่ใช้ทาสีรองพื้นไว้แล้วเพื่อลบรอยตำหนิ และทำให้พื้นวัสดุพื้นเรียบ

6.7 ผลกระทบของอุตสาหกรรมเคมีต่อสิ่งแวดล้อม

จากการที่รัฐบาลสนับสนุนให้มีการลงทุนและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นนั้นทำให้มีผลกระทบต่อทางด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นไปด้วย ถ้าหากการควบคุมและป้องกันไม่มีความเข้มงวดเพียงพอ เพราะมลพิษนั้นจะแพร่กระจายไปทำให้แม่น้ำ ลำคลอง อากาศเสียไปด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทางสุขภาพอนามัยของคนไทย และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ก็จะเสื่อมสภาพลงในอนาคต

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมนั้น จะแตกต่างจากของเสียที่เกิดจากกิจกรรมในครัวเรือน โดยเฉพาะยิ่งอุตสาหกรรมทางด้านเคมี ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกากสารพิษ (hazardous waste) เช่น โลหะหนัก สารเคมี น้ำมัน สารละลาย ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ สัตว์ หรือ พืช โดยจะกล่าวถึงพวกสารพิษ ซึ่งเป็นผลกระทบจากอุตสาหกรรมเคมีได้พอสังเขปดังนี้

ในด้านการเกษตร จะมีการนำเอายาฆ่าแมลง สารฆ่าวัชพืช และปุ๋ยเข้ามาใช้มากขึ้นเพื่อกำจัดแมลงที่ก่อความเสียหายให้กับเกษตรกร เช่น ยาฆ่าแมลงกลุ่มสารประกอบคลอรีนเตต ไสโดรคาร์บอน

พวกลินเดน ติติที เป็นต้น พวกนี้จะมีความคงทนอยู่ในธรรมชาติได้นาน เมื่อเกิดการสะสมมากๆ เข้าลงไปอยู่ในแม่น้ำลำคลองก็จะทำให้สัตว์น้ำตาย หรือถ้ามนุษย์รับประทานอาหารที่มีสารกลุ่มนี้เข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายนานๆ ก็ก่อให้เกิดโรคมะเร็งขึ้นได้ ส่วนใหญ่พิษของยาฆ่าแมลงเมื่อรับเข้าไป มักจะทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ คลื่นเหียน อาเจียน ท้องเสีย มีอาการประสาท เช่น กระวนกระวาย ความจำเสื่อม ชัก และหมดสติ ในน้ำจะพบว่ามักจะมีพวกโลหะหนักต่างๆ โดยเฉพาะตะกั่ว ปรอท แคดเมียม แมงกานีส นิเกิล จากน้ำทิ้งของโรงงานอยู่เสมอ ซึ่งพิษของสารแต่ละชนิดนั้น จะก่อให้เกิดอันตรายแก่สุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น

ปรอท เป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีพวก ยารักษาโรค สิ่งที่อยู่พื้น เครื่องสำอาง ยาฆ่าเชื้อรา เป็นต้น อาการที่เกิดขึ้นคือ เริ่มแรกจะชาเท้าและมือแล้วลามไปแขนขา หงุดหงิด การใช้กล้ามเนื้อแขนขาไม่สัมพันธ์กัน จะชักกระตุก จนควบคุมสติไม่ได้ หมดสติ แล้วเกิดอัมพาต พิการไปตลอดชีวิต ซึ่งพิษของปรอทที่เกิดขึ้นนี้จะเรียกว่าโรคมินามะตะ

ตะกั่ว เป็นสารเคมีที่ทำลายสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับปรอท โดยอยู่ในรูปต่าง ๆ ดังนี้

ตะกั่ว มอนอกไซด์ (lead monoxide, PbO) จะเจอในสีทาบ้าน

ตะกั่วไดออกไซด์ (lead dioxide, PbO₂) เป็นรีจิวเอิลิกโทรดในแบตเตอรี่

ตะกั่วคาร์บอเนต (lead carbonate, PbCO₃) ผสมกับ lead hydroxide, Pb(OH)₂ เรียกว่า white lead ผสมในฝุ่นสีขาว สีน้ำมัน หมึกพิมพ์ สีพลาสติก ฯลฯ

ตะกั่วออกไซด์ (lead oxide, Pb₃O₄) หรือ red lead หรือตะกั่วแดง ใช้เป็นสีทาโลหะเพื่อกันสนิม หรือสีสำหรับโปะรถยนต์นั่นเอง

นอกจากนี้อาจพบจากเครื่องเคลือบดินเผา เพราะสารตะกั่วจะทำให้การเผาเคลือบภาชนะขึ้นเงางาม พิษของตะกั่วที่เกิดขึ้นจะมีการทำลายสมอง มีอาการทางประสาท ไตอักเสบ นาน ๆ เข้าจะทำให้กลายเป็นใบ้ ตาบอด และปัญญาอ่อน และเกิดเป็นมะเร็งได้

แคดเมียม จะพบจากวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะต่างๆ โดยแคดเมียมจะถูกละลายอยู่บนอุปกรณ์เหล่านี้ เช่น เครื่องมือไฟฟ้า อุปกรณ์การผลิตพลาสติกพีวีซี ท่อโลหะทองแดง น้ำยาเคลือบไม้ สี และน้ำยากันสนิม ผู้ที่รับแคดเมียมเข้าไปจนก่อให้เกิดพิษขึ้น จะมีอาการปวดกระดูก ไตพิการ ซึ่งรู้จักกันในชื่อโรคอิต-อิค

สำหรับในอากาศนั้น สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากอุตสาหกรรมเคมีที่สำคัญ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ CO₂ และฝุ่นละออง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสีไม่มีกลิ่น จะเกิดจากการเผาถ่านหิน และน้ำมัน ถ้าวร่างกายได้รับก๊าซ CO_2 มากเกินไป จะรู้สึกอึดอัด ปวดศีรษะ วิงเวียน อาเจียน และอาจถึงตายได้ ส่วนในบรรยากาศถ้ามีมากจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกขึ้น ซึ่งจะทำให้โลกร้อนขึ้นทีละน้อยๆ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะได้จากการเผาถ่านหิน เมื่อผสมกับน้ำ จะกลายเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ดังนั้น ถ้าฝนตกลงมากก็จะมีฤทธิ์เป็นกรด เกิดการกัดกร่อนต่ออาคารบ้านเรือน และดินเปรี้ยว ไม่เหมาะกับการเพาะปลูก เมื่อรวมกับความชื้น และออกซิเจนในอากาศจะทำให้กลายเป็นละอองซัลฟูริก เป็นอันตรายต่อ ตา จมูก และปอด

ออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศ มี 3 ชนิด คือ ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide, NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogen dioxide, NO_2) สำหรับก๊าซ N_2O คือก๊าซหัวเราะ นำมาใช้ทางการแพทย์เป็นยาชาในการผ่าตัดเล็ก จึงไม่เป็นพิษมากเท่าออกไซด์ของไนโตรเจนอื่น ก๊าซที่เป็นอันตรายได้แก่ NO_2 ซึ่งมีสีแดง กลิ่นฉุน แสบจมูก มากจากโรงงานที่ใช้ น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิง และท่อไอเสียรถยนต์ ถ้ารวมกับน้ำจะกลายเป็นกรดไนตริก (HNO_3) ซึ่งจะทำให้ปวดอักเสบ ถุงลมอักเสบ ปวดหัว ง่วงเหงาซึมเซา เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย เป็นแผลในลำคอได้

แบบฝึกหัดที่ 6

1. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์ต่างกันอย่างไร
2. ธาตุอาหารใด ซึ่งมีความจำเป็นต่อพืชน้อยมาก จงยกตัวอย่างประกอบ
3. ปุ๋ยชนิดหนึ่งมีสูตร 16-8-16 จากสูตรของปุ๋ยนี้สามารถบอกอะไรได้บ้าง
4. ธาตุอาหารใดมีความจำเป็นในการสร้างคลอโรฟิลล์ของพืช
5. ยาฆ่าแมลงประเภทใดปลอดภัยต่อมนุษย์มากที่สุด
6. ยาฆ่าแมลงที่ได้จากพืชชนิดใด มีความเป็นพิษต่อคนได้เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่า LD_{50}
7. ยาฆ่าแมลงจากสารอนินทรีย์ชนิดใด ซึ่งนำมาใช้ฆ่าแมลงสาปเป็นชนิดแรก
8. ยาฆ่าแมลงสารอินทรีย์สังเคราะห์กลุ่มใด มีโครงสร้างทั่วไปประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นหลัก
9. ยาฆ่าแมลงสารอินทรีย์สังเคราะห์กลุ่มใด มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมากที่สุด
10. ยาฆ่าแมลงชนิดใดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ง่ายกว่าชนิดอื่น ๆ
11. ก๊าซธรรมชาติ แบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง
12. ลักษณะของชั้นหินที่ควรจะสำรวจพบน้ำมันดิบ หรือก๊าซธรรมชาติ ควรจะมีลักษณะอย่างไรบ้าง
13. การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียมธรรมชาติ มีวิธีการดำเนินการอย่างไร
14. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกก๊าซธรรมชาติชนิดใด นำไปใช้เป็นก๊าซหุงต้ม
15. ผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งได้จากการกลั่นน้ำมันดิบคืออะไร
16. น้ำมันก๊าด นอกจากจะใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้อีกบ้าง
17. พลาสติกเกิดขึ้นได้อย่างไร
18. เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติงต่างกันอย่างไร
19. ไนลอนเป็นพลาสติกประเภทใด และนิยมนำไปประดิษฐ์เป็นอะไรได้บ้าง
20. ฮอโมนของพืชคืออะไร ยกตัวอย่างประกอบด้วย

21. พีโรโมนมีประโยชน์ต่อมนุษย์หรือไม่ แบ่งออกเป็นกี่ชนิด และแตกต่างกันอย่างไร
22. ประโยชน์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คืออะไร
23. การผลิตยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืชแบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
24. ก๊าซออกซิเจนนำไปใช้ประโยชน์ทางใดบ้าง
25. แอลกอฮอล์ที่ใช้อยู่ทั่วไป มีกี่ประเภท อะไรบ้าง
26. กรรมวิธีในการผลิตผงซักฟอกมีกี่ประเภท อะไรบ้าง ประเภทใดมีข้อเสียมากกว่า
27. โลหะหนักชนิดใดบ้างที่ก่อให้เกิดพิษกับสิ่งมีชีวิต
28. ก๊าซชนิดใดบ้าง ซึ่งมีทั้งโทษและประโยชน์ต่อมนุษย์