# บทที่ 2

# ไขปิโตรเลียม

## 2.1 ประเภทของไข

ไข(waxes) เป็นสารไฮโดรคาร์บอนน้ำหนักโมเลกุลสูง มีสภาพเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง คุณสมบัติทั่วไป คือกันน้ำ ไม่เป็นพิษ เป็นฉนวนไฟฟ้า และละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ อาจแบ่งประเภทของไขออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

2.1.1 ไขที่เกิดตามธรรมชาติ (Natural Waxes)

1. ไขที่ได้จากพืช (vegetable waxes)

พืชในเขตร้อนหลายชนิดสามารถสร้างไขได้เองตามใบ ลำต้น และผล เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำไม่ให้ระเหยออกไปได้โดยง่าย ส่วนใหญ่ไขที่ได้จากพืชประกอบด้วยเอสเทอร์ (ester) ของแอลกอฮอลโมเลกุลใหญ่ๆ (higer alcohols) เช่น ไมริซิลซีโรเตต (myricyl cerotate) ไขที่ได้จากพืชเช่น ไขคาร์นอบา(carnauba) สีเหลือง ไขเคนดีลิลา (candelilla) สีน้ำตาลอ่อน ไขเบย์เบอรี่ (bayberry) สีเขียว ไขเจแปน (japan) สีครีม และไขซูกาเคน (sugarcane) เป็นต้น

ไขจากพืช ใช้ผสมในเครื่องสำอาง ผสมในขนมหวานบางชนิด และหมากฝรั่ง ทางการแพทย์ใช้ไขคาร์นอบา (carnauba) ผสมน้ำยาทำแผลหรือแต่งริมฝีปาก ใช้ในอุตสาหกรรมเส้นใยและหล่อลื่นต่างๆ

2. ไขที่ได้จากสัตว์ (animal waxes)

ไขที่ได้จากสัตว์ที่รู้จักกันดีคือขี้ผึ้ง(bee waxes) ได้จากรังผึ้ง นอกจากนี้ได้แก่ ขี้ผึ้งจีนแดง(chinese)ได้จากแมลงชนิดหนึ่งในประเทศจีน ขี้ผึ้งสเปอร์มาซีติ(spermaceti) ได้จากส่วนหัวและไขของปลาวาฬ องค์ประกอบทางเคมีของขี้ผึ้งเป็นเอสเทอร์ของไมริซิลปาลมิเตต (myricyl palmitate) รวมอยู่กับกรดซีโรติก (cerotic acid)

ไขที่ได้จากสัตว์ ใช้ผสมในหมากฝรั่ง เครื่องสำอางทั้งที่เป็นครีมและโลชั่น สบู่ น้ำมันใส่ผม และในอุตสาหกรรมย้อมหนัง เส้นใย กระดาษ ยา พิมพ์ภาพ เป็นต้น

3. ไขที่ได้จากแร่ (mineral waxes)

เป็นไขที่มีแหล่งกำเนิดมาจากซากดึกดำบรรพ์(fossil) เช่น ไขมอนทาน (montan) มีสีน้ำตาล ได้จากการสกัดถ่านหินลิกไนต์ (lignites) โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ไขโอโซซีไรท์ (ozocerite) มีสีขาวหรือสีคล้ำเกือบดำ ได้จากถ่านหินบิทูเมนซ์ โดยการหลอมใน

น้ำร้อน ไขจะลอยตัวแยกออกมา ไขปิโตรเลียมได้จากขบวนการกลั่นปิโตรเลียม

ไขจากแร่ ใช้ผสมกับสารโพลิเมอร์อื่น เพื่อใช้เป็นสารขัดเงา ใช้เคลือบกระดาษคาร์บอน หนัง ไม้ เส้นใย เป็นต้น

2.1.2 ไขสังเคราะห์ (synthetic waxes)

ได้จากโพลิเมอร์และสารอินทรีย์สังเคราะห์บางชนิด เช่น ไขคลอริเนเตดเนพทาลีน (chlorinated naphthalene) ได้จาก ปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนกับเนพทาลีน (naphthalene) ไขโพลิเอทิลีน(polyethylene)ได้จากการเกิดโพลิเมอร์(polymerization) ของเอทิลีน(ethylene) ให้มีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยอยู่ประมาณ 2,000 เป็นต้น

2.2 ไขปิโตรเลียม (Petroleum waxes)

เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ ลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องหลอมเหลวง่าย ได้จากขบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.2.1 ไขพาราฟิน (Paraffin waxes)

ไขพาราฟินเป็นสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว(saturated hydrocarbon) ส่วนมากเป็นพวกนอร์มัล(normal) หรือโซ่ตรง(straight chain) มีพวกไอโซ(iso-) หรือโซ่กิ่ง (branch chain) ปนอยู่เล็กน้อย ได้จากขบวนการกลั่นปิโตรเลียม โดยจะปนอยู่กับน้ำมันพาราฟิน (paraffin oil) เพราะมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน ส่วนที่กลั่นได้จากน้ำมันดิบที่มีไขพาราฟินและน้ำมันพาราฟินปนอยู่ เรียกว่า ไขดิสติเลต (wax distillate) หรือพาราฟินดิสติเลต (papraffin distillate) น้ำมันพาราฟินส่วนมากมีโครงสร้างแบบโซ่กิ่ง

ไขพาราฟินเป็นมาโครคริสตัลไลน์(macrocrystalline) มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอม ถึง 36 อะตอม มีสีขาว ลักษณะของผลึกเป็นเกล็ด(plate) ปริมาณน้ำมันที่ปนอยู่ในไขพาราฟินขึ้นอยู่กับเกรดของไขพาราฟิน ดังนี้

1. ไขพาราฟินบริสุทธิ์(Fully-refined paraffin waxes)

เป็นไขพาราฟินที่มีน้ำมัน(oil content)ปนอยู่ น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

2. ไขพาราฟินกึ่งบริสุทธิ์(semi-refined paraffin waxes) หรือเทียนไข(candle waxes)

เป็นไขพาราฟินที่มีน้ำมันปนอยู่มากกว่าไขพาราฟินบริสุทธิ์ แต่ไม่เกิน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก

3. ไขสเกล(Scale waxes)

เป็นไขพาราฟินที่มีน้ำมันปนอยู่มากกว่าร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

2.2.2 ไขไมโครคริสตัลไลน์ (microcrystalline waxes)

ไขไมโครคริสตัลไลน์เป็นสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว ส่วนมากเป็นพวกไอโซพาราฟิน(iso-paraffin) และแนพทีน(naphthene) มีพวกอะโรเมติก(aromatic) ปนอยู่เล็กน้อย มีสีขาว เหลือง ทอง หรือน้ำตาล ลักษณะของผลึกเป็นแท่ง (rod) ปริมาณน้ำมันที่ปนอยู่ในไขไมโครคริสตัลไลน์ประมาณร้อยละ 0.5-5 โดยน้ำหนัก จำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 30 ตัว ถึง 75 ตัว

2.2.3 ปิโตรลาตัม (Petrolatum or Petroleum jelly)

ปิโตรลาตัมเป็นไขไมโครคริสตัลไลน์ มีน้ำมันปนอยู่ในปริมาณร้อยละ 5-40 โดยน้ำหนัก ลักษณะเป็นกึ่งของแข็ง(semi-solid) ปิโตรลาตัมคล้ายคลึงกับไขไมโครคริสตัลไลน์ตรงองค์ประกอบ แต่มีนอร์มัลพาราฟิน(normal paraffin) ในสัดส่วนที่ต่ำกว่า มีสีตั้งแต่สีดำ เช่นน้ำมันดิบไปจนถึงสีขาวซึ่งเป็นสีที่ทำให้บริสุทธิ์(ใช้ทางยา) มีช่วงจุดหลอมเหลว 100-175°ฟ. และความหนืด 10-25 cst. ที่ 210°ฟ.

ปริมาณและคุณภาพของไขที่แยกได้จากน้ำมันดิบขึ้นกับแหล่งที่มาของน้ำมันเพราะน้ำมันดิบบางแหล่งอาจมีไขปนอยู่เล็กน้อย บางแหล่งอาจไม่มีไขปนอยู่ น้ำมันดิบที่มีไขปนอยู่ในปริมาณสูง โดยทั่วไปพบอยู่ในบริเวณแอปปาลาเชียล (Appalachian) เพนซิลวาเนีย(Pennsylvania) และบริเวณกลางทวีปในอเมริการวมทั้งในเวเนซูเอลา รูมาเนีย รัสเซีย พม่าและหมู่เกาะสุมาตรา ปริมาณไขที่มีอยู่ในน้ำมันดิบแหล่งต่างๆแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

2.3 <u>การผลิตและการทำไขให้บริสุทธิ์</u> (Production and refining of waxes)

การผลิตและการทำไขให้บริสุทธิ์ เป็นกระบวนการหนึ่งในโรงกลั่นน้ำมันดิบ โดยปกติน้ำมันที่มีพื้นฐานเป็นพาราฟิน(paraffin based crudes) และพื้นฐานผสมของพาราฟินกับแนพทีน (paraffins and naphthenes) มีปริมาณไขมากกว่าน้ำมันดิบที่มีพื้นฐานอะโรเมติก(aromatic based crudes)

การกลั่นน้ำมันดิบเป็นการกลั่นสารไฮโดรคาร์บอน ตามน้ำหนักโมเลกุล และจุดเดือดของสาร ผลิตภัณฑ์ที่กลั่นได้มีดังนี้ (3)

1. น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน(benzine or gasoline) มีจุดเดือด 40-180°ซ. จุดไหลเทต่ำ ประกอบด้วย $C_5$-$C_{10}$ และไซโคลอัลเคน(cycloalkane) ลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีไขปน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ประเภทสันดาปภายใน (internal combustion engine)

2. น้ำมันก๊าดหรือดีโรซีน (kerosene) มีจุดเดือด 175-250° ซ. ประกอบด้วย $C_{11}$-$C_{14}$และไซโคลอัลเคน(cycloalkane) ลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีไขปน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องบินไอพ่น(jet engine) และใช้จุดตะเกียง

3. น้ำมันดีเซลหรือโซล่า (desel or gas oil or solar) มีจุดเดือด 250-350°ซ. ประกอบด้วย $C_{14}$-$C_{20}$และไซโคลอัลเคน(cycloalkane) ลักษณะเป็นของเหลว มีไขพาราฟินที่มีจุดเดือดต่ำปนอยู่เล็กน้อย ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนที่ใช้กับรถยนต์และเรือเรียกว่า ดีเซลหมุนเร็ว (high speed diesel) ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า น้ำมันโซล่า ส่วนที่ใช้กับเครื่องยนต์ตามโรงงาน เรียกว่า ดีเซลหมุนช้า(low speed diesel) ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า น้ำมันขี้โล้

4. น้ำมันหล่อลื่นชนิดเบา (light lube or wax distillate) มีจุดเดือด ความหนืด และจุดไหลเทสูง โดยมากประกอบด้วยไขพาราฟิน ได้จากหน่วยกลั่นแบบสุญญากาศ

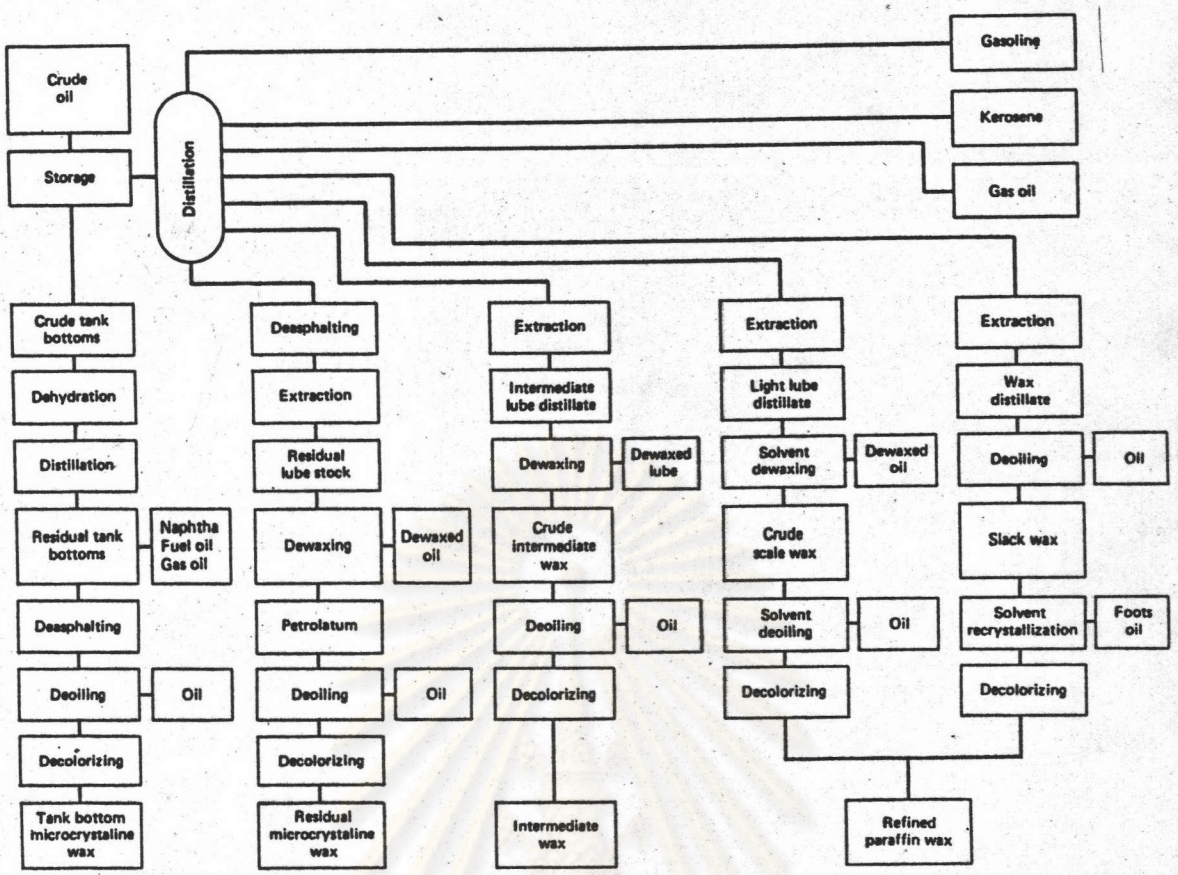
5. ผลิตภัณฑ์น้ำมันหนัก (heavy distilate) ได้จากหน่วยกลั่นแบบสุญญากาศ โดยปกติจะประกอบด้วยไขเป็นส่วนใหญ่ เป็นไขผสมของไขพาราฟิน และไขไมโครคริสตัลไลน์

6. ผลิตภัณฑ์ก้นหอ (residue) มีจุดเดือดสูงกว่า 580°ซ. เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันดิบในหน่วยกลั่นแบบสูญญากาศ ใช้ทำยางมะตอย

น้ำมันหล่อลื่นชนิดเบาที่แยกไขพาราฟินแล้วอาจใช้ผสมเป็นน้ำมันดีเซล ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำมันหนักที่แยกไขออกแล้วอาจใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน(lube base) น้ำมันหล่อลื่นมีจุดเดือดสูงกว่า 300°ซ. ประกอบด้วย $C_{18}$-$C_{22}$และไซโคลอัลเคน(cycloalkane) ใช้ทำน้ำมันหล่อลื่น

การแยกไขพาราฟินออกจากน้ำมันดิบ แสดงในรูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหอกลั่น (distillate) จะถูกสกัดด้วยตัวทำละลาย(solvent extraction)

ไขไมโครคริสตัลไลน์ได้จากผลิตภัณฑ์ก้นหอ หรือจากส่วนใต้สุดของถังเก็บน้ำมันดิบ (crude-oil tank bottoms) หลังจากที่แยกเอาพวกยางมะตอย (deasphalting) จากผลิตภัณฑ์ก้นหอแล้ว น้ำมันหล่อลื่นหนักจะถูกเอาออกโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย ส่วนที่กรองได้(filtrate) เป็นพวกบิโตรลาตัมซึ่งมีสีดำ ประกอบด้วยน้ำมันและไขไมโครคริสตัลไลน์ โดยมีไขประมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และน้ำมันประมาณร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก




รูปที่ 2.1 แสดงการผลิตและการทำไขให้บริสุทธิ์

ดังนั้นไขที่พบในน้ำมันดิบ อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ไขพาราฟิน พบในผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่มีจุดเดือดต่ำ(low-boiling petroleum fractions) และไขไมโครคริสตัลไลน์ พบในผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่มีจุดเดือดสูง (high-boiling petroleum fractions) ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่มีจุดเดือดต่ำและสูงได้จากการกลั่นน้ำมันดิบในส่วนสุดท้ายที่มีจุดเดือดสูง ใช้ทำเป็นน้ำมันหล่อลื่น การปรับปรุงน้ำมันหล่อลื่นให้มีจุดไหลเทต่ำ จำเป็นต้องมีการแยกไข ผลพลอยได้จากการแยกไข สามารถผลิตไขพาราฟินจากส่วนของน้ำมันหล่อลื่นที่มีจุดเดือดต่ำหรือปานกลาง และไขไมโครคริสตัลไลน์จากส่วนของน้ำมันหล่อลื่นที่มีจุดเดือดสูงหรือผลิตภัณฑ์ก้นหอ

วิธีการแยกไขออกจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเบา(light lube or wax distillates) สามารถกระทำโดยการทำให้เย็น(chilling) และไม่ใช้ตัวทำละลาย เพราะผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเบามีสภาพเป็นของไหลที่อุณหภูมิต่ำ แต่ในผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมหนัก (heavy-distillate fractions) จำเป็นต้องเจือจางด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้ ได้แก่ แนพทา (naphtha) ตัวทำละลายผสมของเมทิลเอทิลคีโตน (methyl ethyl ketone) กับ โทลูอีน (toluene) โพรเพน (propane) เป็นต้น

ขั้นตอนสุดท้ายในการทำไขให้บริสุทธิ์ คือการปรับปรุงเรื่องสี กลิ่น และความบริสุทธิ์ การกำจัดสี กลิ่นและสิ่งปนเปื้อนของพวกไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโอลิฟินิก(olefinic) และอะโรเมติก (aromatic) โดยการเติมไฮโดรเจน(hydrogenation)หรือการบำบัด(treat)ด้วยกรดกำมะถัน (sulfuric acid) กระบวนการอีกแบบหนึ่งในการกำจัดสีและกลิ่นของไข โดยการกรองด้วยดินเคลย์ (clay filtration) ไขที่ผ่านการกำจัดสีและกลิ่นเป็นไขที่บริสุทธิ์

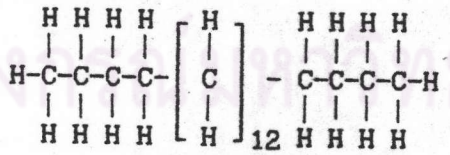
## 2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของไขปิโตรเลียม

### 2.4.1 ไขพาราฟิน

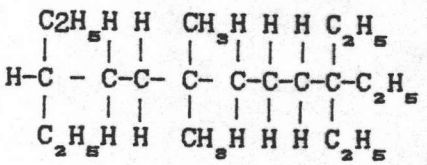
จากการศึกษาโดยใช้ การหักเหรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction) พบว่าโครงสร้างของไขพาราฟินเป็นพวกสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว มีสูตรทางเคมี $C_nH_{2n+2}$ เรียกว่า อัลเคน (alkane) ลักษณะการเรียงตัวของโมเลกุลแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ โมเลกุลที่เป็นเส้นตรง (normal paraffin) โมเลกุลที่เป็นโซ่กิ่ง (iso-paraffin) และโมเลกุลที่เป็นวงแหวน(cyclo-paraffin) แต่ลักษณะโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นแบบเส้นตรงมากกว่า น้ำมันพาราฟินมีโครงสร้างแบบโซ่กิ่ง น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของไขพาราฟินอยู่ในช่วง 350-420 จำนวนคาร์บอน 20-36 อะตอม อัลเคนที่เป็นโซ่ตรงมีค่าความร้อนของการเผาไหม้ จุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูงกว่าพวกไอโซเมอร์ (isomer) ที่เป็นโซ่กิ่งหรือวงแหวน การเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวแสดงในตารางที่ 2.1

ลักษณะโครงสร้างของไขพาราฟิน Eicosane ($C_{20}H_{42}$) ทั้ง 3 ประเภท มีดังนี้

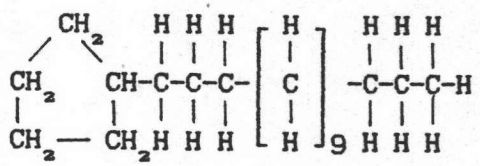
1. n-Eicosane



2. iso-Eicosane เขียนได้หลายรูปแบบ เช่น



3. cyclo-Eicosane



โมเลกุลของอัลเคนที่มีวงแหวนเดียว (monocyclic cycloalkane) มีสูตรทั่วไป $C_nH_{2n}$

ลักษณะโครมาโตแกรม (chromatogram) ของไขพาราฟินจากแก๊สโครมาโตกราฟฟี (gas chromatography) แสดงในรูปที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารอัลเคน

| สารอัลเคน | จุดหลอมเหลว ,°ฟ. |
|---|---|
| n-$C_{28}H_{58}$ | 143 |
| iso-$C_{28}H_{58}$ | 112 |
| n-$C_{29}H_{60}$ | 147 |
| iso-$C_{29}H_{60}$ | 118 |
| n-$C_{30}H_{62}$ | 151 |
| iso-$C_{30}H_{62}$ | 124 |

2.4.2 ไขไมโครคริสตัลไลน์

เป็นผลึกละเอียด(microcrystal) ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว ลักษณะการเรียงตัวของโมเลกุลโดยมากเป็นพวกโมเลกุลที่เป็นโซ่กิ่ง (iso-paraffin) และพวกแนพทีน (naphthene or cyclo-paraffin) อาจมีสารพวกอะโรเมติก(aromatic) ปนอยู่เล็กน้อย น้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ยสูงกว่าไขพาราฟิน กล่าวคืออยู่ในช่วง 600-800 ลักษณะโครงสร้างผลึกเล็กกว่าไขพาราฟิน จำนวนคาร์บอน 30-75 อะตอม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.3 ลักษณะผลึกของไขปิโตรเลียม (Crystal form of petroleum wax)

จากการศึกษาทางไมโครสโคป (microsope) พบว่าผลึกของไขปิโตรเลียมมี 3 รูปแบบ ดังนี้แบบเกล็ด(plates) แบบเข็ม(needles) และแบบผสม(mal-crystalline) ลักษณะผลึกไขทั้ง 3 แบบ แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะของผลึก มีดังนี้

1. ความหนืดของตัวกลาง (viscosity of medium)

ความหนืดของตัวกลาง มีผลต่อลักษณะการเกิดผลึกไข ผลึกรูปเกล็ด (plates) จะเกิดขึ้นในตัวกลางที่มีความหนืดต่ำ ผลึกรูปเข็ม(needles) เกิดในตัวกลางที่มีความหนืดสูง

2. ความเข้มข้น (concentration)

การตกผลึกไขที่มีความเข้มข้นสูงจะได้ผลึกรูปเข็ม(needles) ส่วนการตกผลึกไขที่มีความเข้มข้นต่ำจะได้ผลึกรูปเกล็ด ดังนั้นเพื่อให้ได้ลักษณะผลึกรูปเกล็ด จึงจำเป็นต้องทำให้สารละลายเจือจาง

3. อัตราการลดอุณหภูมิ (rate of cooling)

ลักษณะผลึกของไขในช่วงแรกของการตกผลึกจะมีรูปแบบเกล็ด(plate) เพราะเป็นช่วงที่มีการลดอุณหภูมิอย่างช้าๆ เมื่อมีการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว(0.1°ซ. ต่อนาที) ลักษณะผลึกของไขจะเป็นรูปเข็ม โดยที่ผลึกไขแบบเกล็ดจะเกิดการม้วนตัวที่ขอบของผลึก และเปลี่ยนรูปไปเป็นแบบเข็มเกือบทั้งหมด ลักษณะการเกิดผลึกแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 (4)

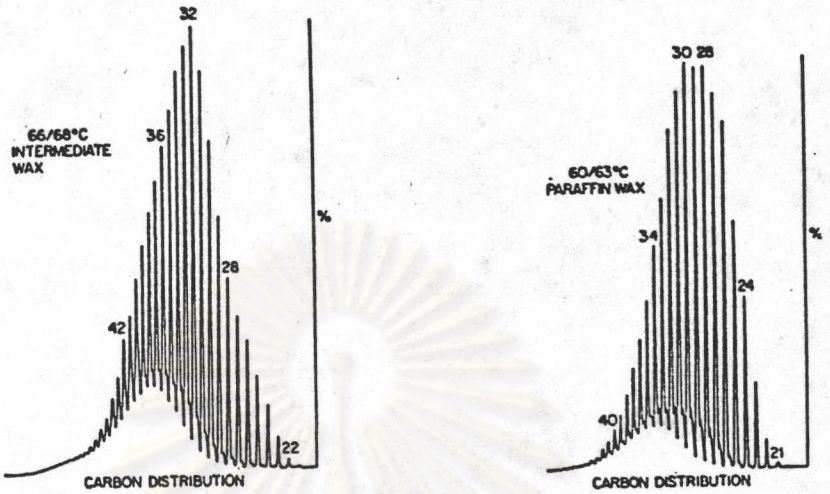
ตัวทำละลายที่ใช้ในการตกผลึกไขมีหลายชนิด เช่น เอทิลลีนไดคลอไรด์ (ethylene dichloride) ไนโตรเบนซิน(nitrobenzene) กรดอะซิติก(acetic acid) น้ำมันก๊าด และไซลีน (xylene) เป็นต้น

## 2.5 คุณสมบัติของไขปิโตรเลียม

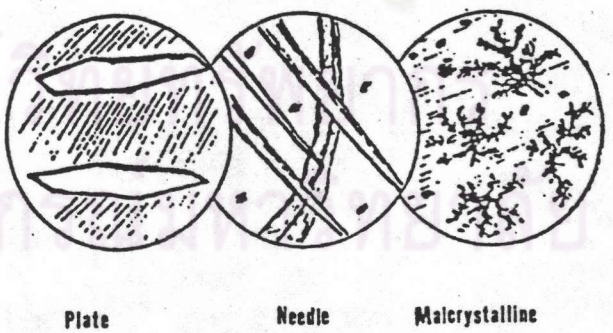
คุณสมบัติของไขปิโตรเลียม แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.5.1 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical properties)

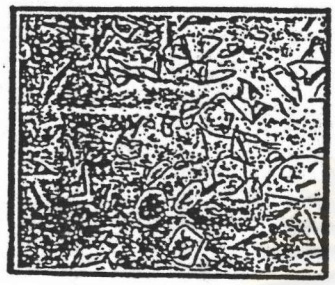
คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญได้แก่ สี กลิ่น ปริมาณน้ำมัน ปริมาณตัวทำละลายที่สกัดได้ การกระจายจุดเดือด น้ำหนักโมเลกุล การดูดกลืนคลื่นแสงอุลตราไวโอเลต ปริมาณเปอร์ออกไซด์ คุณสมบัติทางเคมีของไขปิโตรเลียมแสดงในตารางที่ 2.2



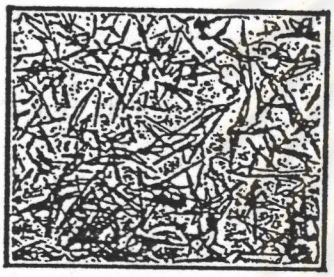

รูปที่ 2.2 แสดงโครมาโตแกรมของไขพาราฟิน



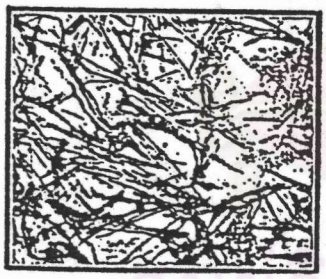

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะผลึกไขทั้ง 3 แบบ แบบเกล็ด แบบเข็ม และ แบบผสม



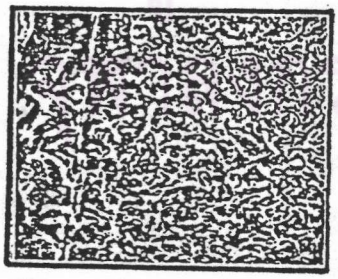
ลักษณะผลึกรูปเกล็ดที่ได้จากการตกผลึก
โดยการให้ความเย็นอย่างช้าๆ



ลักษณะผลึกรูปเกล็ดที่ได้จากช่วงแรกของการตกผลึก



ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลึกรูปเกล็ดไปเป็นรูปเข็ม
ในช่วงเวลา 1 นาทีหลังจากการเริ่มตกผลึก



ลักษณะผลึกรูปเข็มที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของผลึกรูปเกล็ด
ในช่วงปลายของการตกผลึก

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะผลึกไขที่ได้จากการตกผลึก

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของไขปิโตรเลียม

| Properties | Paraffin (n-paraffin) | Microcrystalline (Iso-paraffin, naphthene, n-paraffin) |
|---|---|---|
| Molecular weight | 360-420 | 575-700 |
| Oil content (ASTM-D721), % | 0-1 | 0-15 |
| Urea reactible, % | 75-100 | 10-90 |
| Iodine no., Hanus | approx., zero | 0-10 |
| Neutralization no., Mg KOH/g, max. | 0.2 | 0.2 |
| Sponification no., Mg KOH/g, max | 2.0 | 2.0 |
| Light-stability | fairly good | depend on color |
| Thermal stability | poor | depend on color |
| Reactivity with sulfuric acid | poor | high |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. สี

ไขพาราฟินปกติมีสีขาวโปร่ง ไขไมโครคริสตัลไลน์ และปิโตรลาตัมมีสีตั้งแต่สีขาวถึงสีดำ ไขที่ไม่มีสีเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งในการใช้งานทางด้านยาและอุตสาหกรรมทางอาหาร

2. กลิ่น

ไขที่บริสุทธิ์ปกติไม่มีกลิ่น ไขที่มีกลิ่น เกิดจากการที่มีน้ำมันหรือตัวทำละลายปนอยู่ ทำให้ลักษณะการนำไปใช้งานน้อยลง

3. ปริมาณน้ำมัน

ปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ในไข เป็นตัวบอกความแตกต่างของไขพาราฟิน ไขไมโครคริสตัลไลน์และปิโตรลาตัม ไขไมโครคริสตัลไลน์เป็นไขที่ซอบน้ำมันมากกว่าไขพาราฟิน เนื่องจากมีลักษณะโครงสร้างที่เล็กกว่า ทำให้กักเก็บน้ำมันได้ดีกว่า ปริมาณน้ำมันในไขมีผลต่อคุณสมบัติทางหน้าที่ของไข

4. การกระจายของจุดเดือด (Boiling point distribution)

การกระจายของจุดเดือด มีผลต่อการกระจายน้ำหนักโมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอน ทำให้มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางหน้าที่ของไข

5. น้ำหนักโมเลกุล

น้ำหนักโมเลกุลของไขปิโตรเลียมขึ้นกับแหล่งกำเนิดของไข และกระบวนการตกผลึกไข โดยทั่วไปการเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของไขทำให้ความหนืดและจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้น

6. การดูดกลืนคลื่นแสงอุลตราไวโอเลต(Ultraviolet absorptivity)

เป็นการทดสอบว่ามีสารอะโรเมติกปนอยู่ในไขปิโตรเลียม แต่ไม่สามารถบอกปริมาณได้

7. ปริมาณเปอร์ออกไซด์ (Peroxide content)

ปริมาณเปอร์ออกไซด์ เป็นตัวบอกการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ของไข ตัวออกซิไดซ์เช่น อัลดีไฮน์(aldehydes) หรือกรดไขมัน(fatty acids) สารที่ป้องกันการเกิดออกซิเดชัน ได้แก่ 2,6 ไดเทอร์เทียรี บิวทิลพาราครีซอล (2,6 di-tertiary butyl-p-cresol) และบิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole)

8. สมบัติที่ใช้ทางอาหาร

กฎหมายได้กำหนดไขที่ใช้ทางอาหารว่าเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่เป็น

014414

ของแข็งมีโครงสร้างเป็นพวกพาราฟินที่ได้จากปิโตรเลียม เป็นไขที่บริสุทธิ์ นอกจากนี้กฎหมายได้กำหนดควบคุมปริมาณของสารโพลีนิวเคลียอะโรเมติก(polynuclear aromatic hydrocarbon) เพราะเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen)

2.5.2 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties)

คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญได้แก่ จุดหลอมเหลว ความหนืด ความแข็ง คุณสมบัติทางกายภาพของไขปิโตรเลียมแสดงในตารางที่ 2.3

1. จุดหลอมเหลว

ไขพาราฟิน ปกติมีช่วงของจุดหลอมเหลวที่แคบกว่าไขไมโครคริสตัลไลน์ และปิโตรลาตัม จุดหลอมเหลวของไขมีประโยชน์โดยทางตรงและทางอ้อมต่อลักษณะการนำไปใช้งาน

2. ความหนืด

การไหลของไขที่หลอมเป็นสิ่งสำคัญต่อการใช้งานทางการเคลือบ เช่น กระดาษ การเคลือบ และการผลิตเทป ไขพาราฟินมีช่วงความหนืดที่แคบกว่าไขไมโครคริสตัลไลน์

3. ความแข็ง

ความแข็งวัดในรูปความต้านทานการขัดถู หรือการเปลี่ยนรูป ไขที่มีโครงสร้างเป็นแบบโซ่ตรงจะมีความแข็งสูงกว่าแบบโซ่กิ่ง ความแข็งของไขมีความสัมพันธ์กับค่าแนวโน้มการติดกัน(blocking tendency) และค่าความมันเงา(gloss) ของไขด้วย

4. ความทนแรงดึง (tensile strength)

ความทนแรงดึงมีส่วนสัมพันธ์กับความทนการเชื่อม(sealing strength) และความยืดหยุ่นของไขในการเคลือบกระดาษ

2.5.3 คุณสมบัติที่นำไปใช้งาน (Functional properties)

คุณสมบัติที่นำไปใช้งาน ที่สำคัญของไขปิโตรเลียม ได้แก่

1. ปริมาณไขที่เคลือบ (wax content of substrates)

ปริมาณไขที่เคลือบ เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการนำไปใช้งานด้านการเคลือบ เช่นกระดาษเคลือบไข และกระดานเคลือบไข

2. สมบัติการติดกัน (blocking properties)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญต่อการใช้งานทางการเคลือบบนกระดาษ และกระดาน สมบัติการติดกันนี้บอกในรูปของอุณหภูมิ

3. ความมันเงา (gloss)

ความมันเงาของไขที่เคลือบ เป็นตัวกำหนดคุณภาพของไขที่ใช้งานด้าน

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของไขปิโตรเลียม

| Properties | Paraffin | Microcrystalline |
|---|---|---|
| Melting point (ASTM-D127) | 120-145 °F. | 130-200 |
| Penetration, Needle 77°F (ASTM-D1312) | 10-20 | 5-50 |
| Viscosity, 210°F SSU | 35-50 | 50-100 |
| Flash point, ASTM D-92 | 350-450 | 450-600 |
| Specific gravity, 200°F | about 0.75 | about 0.80 |
| Carbon residue, Conradson % | about D | D-1 |
| Concentration form 10°F above to 50°F below mp, % | 13.5-14.5 | 9-14 |
| Adhesion (or Laminating strength) | 0 | low to high |
| Flexibility at low temp. | 0 | low to high |
| Properties when mixed with Petroleum oil | | |
| Ductility | low | low to high |
| Staining or Bleeding | high | low |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเคลือบ

4. ความต้านทานต่อการลื่น (slip)

5. ความต้านทานต่อการขัดถู (abrasion)

6. การกันความชื้น (moisture barrier)

ความสามารถของไขในการป้องกันความชื้น เป็นสิ่งสำคัญในอุตสาหกรรมการบรรจุอาหาร

การทดสอบคุณสมบัติของไขปิโตรเลียม ใช้วิธีทาง ASTM (American Standard of Testing Materials) หรือตาม IP หมายเลขการทดสอบตาม ASTM และ IP แสดงในตารางที่ 2.4 (5) การละลายของไขพาราฟินในตัวทำละลายต่างๆ (6) แสดงในภาคผนวก ก.

## 2.6 การใช้ประโยชน์และแนวทางตลาดของไขพาราฟิน

ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตเทียนไขและการทำกระดาษ ปริมาณการสั่งเข้าไขพาราฟินนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2518 ถึง 2528 แสดงอยู่ในภาคผนวก ก.

การใช้ประโยชน์ของไขพาราฟิน ในอุตสาหกรรมมีดังต่อไปนี้

1. อุตสาหกรรมกระดาษสำหรับการบรรจุหีบห่อ

ใช้เคลือบกระดาษสำหรับกันน้ำและกันความชื้น กระดาษกันฝุ่น ในการเกษตรใช้กระดาษเคลือบไขป้องกันแมลงเจาะไชผลไม้ ห่อเมล็ดพันธุ์พืช

ใช้ผสมกับไขไมโครคริสตัลไลน์ โคโพลิเมอร์ของเอทิลีนไวนิลเอซิเตต(ethylene vinyl acetate copolymer) และโพลีโอลิฟิน(polyolefin)เพื่อใช้เคลือบกระดาษลูกฟูกกันน้ำ ทำถ้วย จานกระดาษ กล่องบรรจุเนื้อแช่แข็ง เป็นต้น

2. อุตสาหกรรมทำเทียนไข

ไขพาราฟินเป็นส่วนประกอบหลัก แต่ต้องผสมกับไขชนิดอื่นและกรดสเตียริก (stearic acid) เพื่อให้ได้สมบัติตามต้องการที่จะให้ความสว่าง

3. อุตสาหกรรมยาง

ใช้เป็นส่วนผสมในยางสำหรับผลิต เพื่อช่วยเป็นสารหล่อลื่นภายใน ช่วยให้ผสมยางง่าย และช่วยต่อต้านการเสื่อมเพราะอายุการใช้งาน

4. อุตสาหกรรมเคมี

คลอริเนเตดพาราฟินใช้เป็นสารเติมแต่ง(additive) สำหรับงานความดันสูงมากๆ

ใช้ผสมทำ cutting oil สำหรับงานโลหะ ใช้เป็นพลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) ในไวนิลคลอไรด์เรซิน(vinyl chloride resins) ใช้ผสมทำเรซินสังเคราะห์(synthetic resins) และ gum ใช้ทำสารกันไฟและสารผสมในน้ำมันหล่อลื่น

5. อุตสาหกรรมไฟฟ้า

ใช้เคลือบผิวตัวนำและสายไฟ เป็นฉนวนไฟฟ้า

6. อุตสาหกรรมทอผ้า

ใช้ทำสารหล่อลื่นสำหรับเส้นใย

7. การใช้งานด้านอื่นๆ

ใช้ในอุตสาหกรรมไม้ขีด การทำสีเทียน อุตสาหกรรมเครื่องหนัง การขัดเงาในรถยนต์ ทำแบบ ทำเครื่องสำอาง เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของไขปิโตรเลียม

| ASTM | IP | Title |
|---|---|---|
| D87 | 55 | Melting point of petroleum wax(cooling curve) |
| D127 | 133 | Drop melting point of petroleum wax ,including petrolatum |
| D156 | | Saybolt color of petroleum products(Saybolt Chromomder Method) |
| D445 | 71 | Kinematic viscosity of transparent and opaque liquids(and the calculation of dynamic viscosity) |
| D621 | | Carbonizable substances in paraffin wax |
| D721 | 158 | Oil content of petroleum wax |
| D937 | 179 | Cone penetration of petrolatum |
| D938 | 76 | Congealing point of petroleum waxes ,including petrolatum |
| D1160 | | Distillation of petroleum products at reduced pressure |
| D1320 | | Tensile strength of petroleum wax |
| D1321 | | Needle penetration of petroleum wax |
| D1465 | | Blocking point of petroleum wax |
| D1500 | 196 | ASTM Color of petroleum products |
| D1832 | | Peroxide number of petroleum wax |
| D1833 | 185 | Order of petroleum wax |
| D1834 | | 20-Degree specular gloss of waxed paper |
| D2004 | | Modulus of rupture of petroleum wax |
| D2005 | | Sealing strength of petroleum wax |

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

| ASTM | IP | Title |
|---|---|---|
| D2008 | | Ultraviolet absorbance and absorptivity of petroleum products |
| D2423 | | Weigth of surface wax on waxed paper |
| D2534 | | Coefficient of kinetic friction for wax coatings |
| D2618 | | Pressure blocking point of petroleum wax and wax blends |
| D2669 | | Apparent viscosity of petroleum waxes compounded with additive |
| D2887 | | Boiling range distribution of petroleum fractions by gas chromatography |
| D2895 | | Gloss retention of waxed paper and paper board after storage at 104 °F (40 °C) |
| D3234 | | Abration resistance of wax coatings |
| D3235 | | Solvent extractables in petroleum waxes |
| D3236 | | Apparent viscosity of hot melt adhesives and coating materials |
| D3344 | | Total wax loading of corrugated paper board |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย