

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปิโตรเลียม (Petroleum)

ปิโตรเลียม เป็นสารประกอบสถานะต่างๆ ที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวประกอบหลัก ได้แก่ น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ และก๊าซธรรมชาติเหลว (Condensate) นอกจากนี้มีสารอินทรีย์ที่มีกำมะถัน ออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นสารประกอบอีกหลายชนิด ทั้งนี้ น้ำมันดิบจะมีคุณลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ตามสัดส่วนของไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ ซึ่งจะผิดแผกตามที่มา ถือเป็นเรื่องสำคัญในการกำหนดคุณค่าของน้ำมัน การกำหนดวิธีการและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการกลั่นน้ำมัน

2.1.1 กำหนดปิโตรเลียม

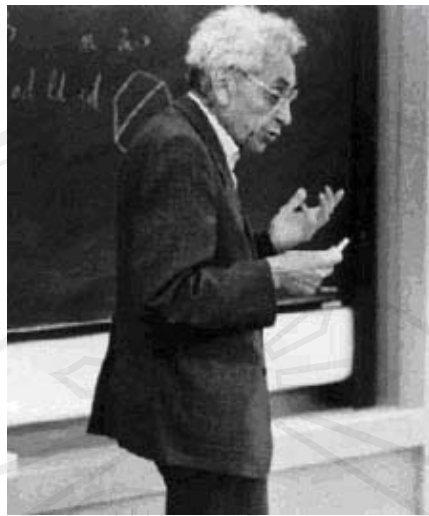
ปัจจุบันความรู้เรื่องการเกิดน้ำมันมีการตั้งทฤษฎีมากมาย แต่ที่ได้รับความนิยมเชื่อถือมากที่สุด คือ ทฤษฎีทางอินทรีย์เคมี (Organic theory) ที่อาศัยหลักการทางอินทรีย์เคมี และชีวเคมีประกอบเข้าด้วยกัน คือ ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถม และแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก คือ สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่เจริญเติบโตและอาศัยอยู่ในโลกนับหลายล้านปีมาแล้ว เมื่อตายลงจะตกตะกอนจมลงหรือถูกกระแส น้ำพัดมาจมลง ณ บริเวณที่เป็นทะเลหรือทะเลสาบในขณะนั้นแล้ว คลุกเคล้าพร้อมทั้งถูกทับถมด้วยชั้นกรวด ทราย และ โคลนตมที่แม่น้ำพัดพามาสลับกันเป็นชั้นๆ ตลอดมา

เมื่อชั้นตะกอนต่างๆ ถูกทับถมมากขึ้นจนหนาแน่นเป็น ร้อยๆ ฟันๆ เมตร เกิดน้ำหนักกดทับ กลายเป็นชั้นหินต่างๆ เช่น ชั้นหินทราย ชั้นหินปูนชั้นหินดินดาน ความกดดันจากชั้นหินเหล่านี้กับความ ร้อนใต้ผิวพื้นโลก และการสลายตัวของอินทรีย์สาร โดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic bacteria) ทำให้ซากพืชและสัตว์สลายตัวของอินทรีย์สารเป็นสารประกอบที่สำคัญ ปิโตรเลียมที่เกิดขึ้นนี้ เมื่อถูกบีบอัดจากน้ำหนักของชั้นหินที่กดทับจะเคลื่อนเข้าไปตามช่องว่างระหว่างเม็ดทรายหรือชั้นหินที่มีรูพรุน โดยมี ชั้นหินเนื้อแน่นปิดทับอยู่

ช่วงเวลาการเกิดปิโตรเลียมใช้เวลานานหลายล้านปี ระหว่างนั้นพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทะเลตื้นขึ้น เขาเตี้ยลง เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างซ้ำๆ ดังนั้น พื้นที่ที่มีน้ำมันอาจจะ เปลี่ยนไปกลายเป็นพื้นดินได้ และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงรุนแรงที่ผิวโลก

เมื่อเกิดน้ำมันขึ้นที่พื้นที่แห่งหนึ่งแล้ว มันก็จะไหลไปสู่แหล่งอื่น โดยอาศัยความดันที่เกิดจากพื้นหิน ที่ทับถมลงมาบนแอ่งน้ำมันนั้นภายใต้เวลานานๆ น้ำมันก็จะถูกบีบออกจากแหล่งกำเนิด หากมีช่องให้ไปได้ ตามรูซึมหรือรอยแตกของพื้นหินเข้าไปยังที่ใหม่ อาจเป็นด้านบน ด้านข้างหรือด้านล่างได้ ถ้าซึมขึ้นข้างบน อาจจะมีมาถึงผิวดินทำให้เห็นน้ำมันจะไปรวมกันเป็นแอ่งได้ต้องมีหินพรุนที่มีลักษณะพื้นที่อุ้มน้ำมันไว้ได้ เช่น ชั้นหินทรายและชั้นหินปูน (Cracked limestone) ประกอบกับสารประกอบทางธรณีวิทยาของหินรอบๆ

แองน้ำมันนั้นเป็นหินแน่นอนที่มีลักษณะที่จะกั้นไม่ให้น้ำมันไปที่อื่นได้ ปิโตรเลียมจะอยู่ในหินพอรุนเหล่านั้น เช่นเดียวกับน้ำซึมนในทรายหรือน้ำซึมนในรูพรุนของฟองน้ำ



รูป 2.1 พอล แอร์ดิช ผู้ค้นพบน้ำมัน

พอล แอร์ดิช นักคณิตศาสตร์ผู้โดดเด่น ทั้งในด้านผลงาน และพฤติกรรมอันแปลกประหลาด ผลงานตีพิมพ์ของเขามีจำนวนมหาศาล มีผู้ร่วมตีพิมพ์รวมนับร้อยคน และเกี่ยวข้องกับหลายๆ สาขาในคณิตศาสตร์ อาทิ คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics) ทฤษฎีกราฟ (Graph theory) ทฤษฎีจำนวน (Number theory) การวิเคราะห์แบบคลาสสิก (Classical analysis) ทฤษฎีการประมาณ (Approximation theory) ทฤษฎีเซต (Set theory) และทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability theory)

2.1.2 โครงสร้างทางเคมีของปิโตรเลียม

น้ำมันปิโตรเลียมเมื่อนำขึ้นมาจากใต้พื้นดิน จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม บางอย่างอาจมีสีน้ำตาลอ่อน และใสคล้ายน้ำ ค่อนข้างหนืด มีกลิ่นต่างๆกันไป อาจมีกลิ่นฉุนเพราะมีแก๊สไข่เน่า และสารประกอบกำมะถันอื่นปนอยู่ เราเรียกน้ำมันนี้ว่า “น้ำมันดิบ” (Crude oil)

ไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันปิโตรเลียม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.1.2.1 พาราฟิน (Paraffins) หรือ อัลเคน (Alkanes)

น้ำมันชนิดนี้เหมาะที่จะกลั่นเป็นน้ำมันหล่อลื่นเพราะมีค่าดัชนีความหนืดสูง สารประกอบนี้อาจเรียกได้อีกอย่างว่า กลุ่มอัลเคน (Alkane) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนพาราฟิน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดโซ่ตรง (Straight chain) เป็นสารพวงนอร์มอลพาราฟิน (Normal paraffins หรือ n-paraffins) ที่มีค่าออกเทนต่ำและเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประเภทอิ่มตัว (Saturated compound) คือ พันธะที่ใช้ในการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับคาร์บอน (-C-C-) เป็นแบบพันธะเดี่ยว (Single bond) เช่น เพนเทน, เฮกเซน, เฮปเทน และออกเทน เป็นต้น
- ชนิดโซ่กิ่ง (Branched chain) เป็นสารพวงไอโซพาราฟิน (Isoparaffins) หรือ Isomer เป็นสารประเภทอิ่มตัว เช่นเดียวกับชนิดโซ่ตรง แต่ลักษณะของพันธะที่ยึดระหว่างอะตอม ของคาร์บอน

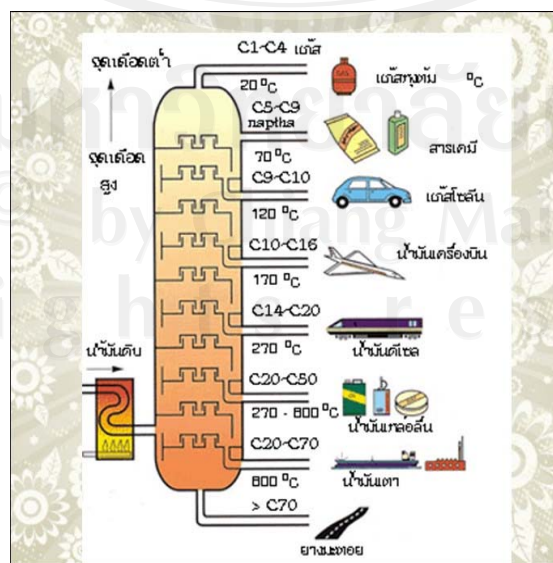
กับคาร์บอนจะแตกต่างกัน โดยเป็นสารประกอบที่อิ่มตัวโดยโซ่ตรง แล้วแยกออกด้วยหมู่อัลคิล สารประกอบชนิดนี้มีค่าออกเทนสูง เช่น ไฮโซออกเทน และไอโซเฮปเทน

2.1.2.2 แนพทีน (Naphthenes) หรือ ไฮโคลอัลเคน (Cycloalkanes)

สูตรโมเลกุลของสารประกอบในกลุ่ม อะโรมาติก คือ C_nH_{2n} เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบวงแหวน ให้ค่าออกเทนสูง บางทีเรียกลักษณะนี้ว่า Cyclones เพราะการเรียกชื่อ มักนำหน้าด้วย ไฮโคล (Cyclo) ส่วนคำหลังจะเรียกเหมือน นอร์มัลพาราฟินทั่วไป เช่น ไฮโคลโพรเพน, ไฮโคลเพนเทน และไฮโคลเฮกเซน

2.1.2.3 อะโรมาติก (Aromatic) สูตรโมเลกุลของสารโมเลกุลของสารประกอบกลุ่ม อะโรมาติก คือ C_nH_{2n-6} เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว มีกลิ่นหอม ส่วนใหญ่จะเป็นอนุพันธ์ของเบนซีน (Benzene) นิยมใช้เป็น Motor spirit เพื่อเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันเชื้อเพลิง ในช่วงแรกเชื้อเพลิงที่ได้จากกลุ่มนี้ว่าเบนซีนและเรียกเชื้อเพลิงที่ได้จากกลุ่มอื่นว่า มันเบนซีน (Benzene) ซึ่งทำให้เกิดการไขว่เขว ดังนั้นมาตรฐาน ASTM จึงได้กำหนดว่า เชื้อเพลิงจะได้มาจากกลุ่มใดก็ตาม ให้เรียกชื่ออย่างเดียวกัน คือ น้ำมันแก๊สโซลีน (Gasoline)

2.1.3 กระบวนการกลั่น



รูป 2.2 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

การกลั่นน้ำมันเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรม คือ การแยกน้ำมันดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันให้ได้ตามต้องการ

การกลั่นน้ำมัน คือ การแยกน้ำมันดิบออกเป็นส่วนต่างๆ ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันตามลำดับ ตั้งแต่ ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย เป็นต้น กระบวนการกลั่นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ น้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการที่สำคัญประกอบด้วย

2.1.3.1 การแยก (Separation) การแยกน้ำมันโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน (Fractional distillation) โดยนำน้ำมันที่แยกน้ำและเกลือแร่ โดยหมักความร้อนที่อุณหภูมิ 368-385°C แล้วผ่านเข้าไปในหอกลั่นน้ำที่ร้อน จะกลายเป็นไอลอยขึ้นไปแยก และกลายเป็นของเหลวตกลงบนถาดรองรับที่มอยู่ภายในหอกลั่นในแต่ละช่วงของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ของเหลวในถาดจะไหลออกมาตามท่อเพื่อนำไปเก็บแยกตามประเภท และนำไปใช้ต่อไป

2.1.3.2 การเปลี่ยนโครงสร้าง (Conversion) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เป็นกรรมวิธีทางเคมี เนื่องจากผลิตภัณฑ์กลั่นตรงจากการกลั่นลำดับส่วนอาจได้ปริมาณหรือคุณภาพไม่พอดีกับความต้องการ จึงต้องหาทางเปลี่ยนโครงสร้าง โมเลกุลของน้ำมัน กรรมวิธีมีหลายแบบ เช่น

- ก. การทำให้โมเลกุลของน้ำมันหนักแตกตัวเป็นน้ำมันเบา ด้วยความร้อน (Thermal cracking) หรือทำให้แตกตัวด้วยสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic cracking)
- ข. การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของน้ำมันเบาให้ได้โมเลกุลที่หนักกว่า (Polymerization)
- ค. การจัดรูปโมเลกุลเสียใหม่ให้มีค่าออกเทนสูง โดยวิธีไอโซเมอไรเซชัน (Isomerization) และวิธีปฏิรูปด้วยสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic reforming)

2.1.3.3 การปรับปรุงคุณภาพ (Treating) ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากกรรมวิธีการกลั่นลำดับส่วน และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี ส่วนใหญ่ยังไม่มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และความ ต้องการของตลาด เนื่องจากมีสิ่งไม่พึงประสงค์เจือปนอยู่ ซึ่งเจือปนอยู่ในน้ำมันดิบ

- ก. การฟอกด้วย Hydrogen โดยที่ไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยากับกำมะถัน กลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) สารเร่งปฏิกิริยาเข้าช่วยเป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แล้วจัดออกจากน้ำมันอีกทีหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่าการจัดกำมะถันออกจากน้ำมันโดยตรง
- ข. การฟอกด้วย (NaOH) กำมะถันในน้ำมันจะถูกแยกออกมาให้อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมซัลไฟด์ นอกจากนั้นกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันช่วยให้ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้มีสี และกลิ่นถูกต้อง

ตามมาตรฐานอีกด้วย

2.1.3.4 การผสม (Blending) การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการต่างๆ มาปรุงแต่งหรือเติมสารที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามมาตรฐานที่กำหนด เช่น ผสมน้ำมันเบนซินเพิ่มค่าออกเทน หรือน้ำมันเตาที่ชั้นเหนียวกับน้ำมันเตาที่เบากว่า เพื่อให้ได้ความหนืดที่ต้องการ

2.1.3 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น หรือจาระบี ยางมะตอยหรือขี้ผึ้ง และผลิตภัณฑ์พิเศษ เช่น ตัวทำละลายและสารเคมีต่างๆ ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุด ประมาณร้อยละ 85 ของน้ำมันดิบที่ได้ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาเผาไหม้ให้เกิดพลังงานกลขับเคลื่อนเครื่องยนต์และพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกิจการต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมมีหลายรูปแบบ คือ

- ก. แก๊สหุงต้ม (Gases) ใช้ในบ้านเรือน จุดเดือดประมาณ 40°C
- ข. แนฟทา (Naphtha) นำไปแปรรูปน้ำมันเบนซิน จุดเดือดประมาณ 40-100°C
- ค. น้ำมันเบนซิน (Gasoline) ใช้ในรถยนต์ จุดเดือดประมาณ 40-205°C
- ง. น้ำมันก๊าด (Kerosene) ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แสงสว่าง, ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องบิน จุดเดือดประมาณ 175-325°C
- จ. น้ำมันดีเซล (Diesel fuels) ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล จุดเดือดประมาณ 250-350°C
- ฉ. น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating oil) ใช้ในการหล่อลื่นรถยนต์และเครื่องจักรต่างๆ จุดเดือดประมาณ 300-370°C
- ช. น้ำมันเตา (Fuels oil) ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม รถไฟและเรือ จุดเดือดประมาณ 370-600°C
- ซ. กาก (Residuals) จุดเดือดประมาณ 600°C แบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น
 - ถ่านโค้ก (Coke) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมถลุงเหล็ก
 - ยางมะตอย (Asphalt or Bitumen) และน้ำมันดิบ (Tar) ใช้ราดถนน และเป็รสารกันน้ำ
 - ขี้ผึ้ง (Wax) ใช้ทำเทียนไข วัสดุกันซึม วัสดุขัดมัน (Petroleum world, 2552)

2.2 ความรู้ทั่วไปของน้ำมันเบนซิน (Gasoline)

น้ำมันเบนซินหรือก๊าสโซลีน (Gasoline) เป็นเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ง่าย ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่น โดยกลั่น หรือ ตัดเอาส่วนที่เบาพอเหมาะจากส่วนต่างๆ ในกรรมวิธีการกลั่น แล้วเอามาผสมกัน และปรุงแต่งด้วยสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น แนฟธา (Naphtha), ไอโซเมอเรท(Isomerate), ฟอร์มเมท (Reformate) และสารเติมแต่ง (Additives) เช่น MTBE (Methyl tertiary butyl ether), เอทานอล (Ethanol) เป็นต้น เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินชนิดสันดาปภายใน โดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด (Spark ignition internal combustion engine) ความสามารถในการระเหยน้ำมันต้องพอเหมาะกับการเผาไหม้ในกระบอกสูบและต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ต่อเนื่อง

2.2.1. คุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน

2.2.1.1 ค่าออกเทน (Octane number) คือ ตัวเลขแสดงคุณสมบัติต้านทานการน็อกหรือการเคาะ (Anti-knock quality) ในสภาพการเผาไหม้ปกติ เมื่อส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน การเผาไหม้เริ่มต้นขึ้นและดำเนินติดต่อกันไปจนสุดห้องเผาไหม้ เครื่องยนต์แต่ละ

ชนิดมีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน รัฐบาลจึงแบ่งน้ำมันเบนซินออกเป็น 2 ชนิด ตามค่าออกเทนัมเบอร์ ดังนี้

ก. น้ำมันเบนซินพิเศษ (Premium motor gasoline) มีค่าออกเทนัมเบอร์ 95 ลิเลื่องอ่อน เหมาะสมกับเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่า 8:1 ขึ้นไปซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป รถบรรทุกเล็ก (เครื่องยนต์เบนซิน)

ข. น้ำมันเบนซินธรรมดา (Regular motor gasoline) มีเลขจำนวนออกเทน 91สีแดง ใช้กับน้ำมันเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดต่ำกว่า 8:1 ซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซค์ เครื่องยนต์ขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นไฟ, รถตัดหญ้า หรือ ปั้มน้ำขนาดเล็ก

การวัดค่าออกเทนต้องทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานสูงเดี่ยวซึ่งสามารถตั้งอัตราส่วนกำลังอัดได้เรียกว่า เครื่องยนต์ CFR (Cooperative fuels research) แล้วเปรียบเทียบความรุนแรงของการน็อกกับเชื้อเพลิงมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบ การวัดค่าออกเทนมี 2 วิธี Research octane number (RON) ASTM D 2699 และ Motor octane number (MON) ASTM D 2700 ทั้ง 2 วิธีกระทำกันในห้องทดลอง วิธีวัดค่า RON นั้นทดสอบที่ความเร็วต่ำ (600รอบ/นาที) และอุณหภูมิเชื้อผสมต่ำ 125°F ในสภาพการทำงานเบาของเครื่องยนต์ ส่วนวิธีวัดค่า MON จะทดสอบที่ความเร็วสูง (900 รอบ/นาที) และอุณหภูมิเชื้อผสมสูง 300°F ที่สภาพการทำงานหนักมาก ดังนั้นค่า RON จึงสูงกว่าค่า MON ค่าออกเทนทั้งสองได้ถูกกำหนดไว้ในข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์ด้วย รวมทั้งได้กำหนดค่าออกเทนของผู้ผลิต ณ จุดส่งมอบ และของผู้จำหน่ายด้วยเหตุผลที่ว่าเมื่อเก็บน้ำมันเบนซินไว้นานๆ ส่วนเบาๆ จะระเหยออกไปเรื่อยๆ เป็นผลให้ค่าออกเทนลดลงได้

2.2.2 การกลั่น (Distillation) หรืออัตราการระเหย (Volatility)

อัตราการระเหยของน้ำมัน ASTM D 86 หาได้จากการนำน้ำมันเบนซินมากลั่นจะมีช่วงการกลั่นหรือช่วงจุดเดือด (Distillation or Boiling range) ประมาณ 20-200°C ที่ความดันบรรยากาศมีความสำคัญต่อการใช้งานดังนี้

ก. จุดเดือดเริ่มต้น (Initial boiling point , IBP) และจุดเดือด 10% (10% evaporated) เป็นส่วนเบาเรียกว่า “Front end” ที่ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายในอากาศเย็นๆ

ข. จุดเดือด 50% เป็นส่วนกลางเรียกว่า “Mid fill หรือ Mid range” เป็นส่วนที่ระเหยได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้น (Warm up) ได้เร็ว มีการกระจายตัวของน้ำมันไปยังสูบต่างๆ ได้สม่ำเสมอขึ้นช่วยให้เร่ง

ค. จุดเดือด 90% เป็นส่วนหนักเรียกว่า “Back end” เป็นส่วนที่ให้พลังงานกับเครื่องยนต์และการประหยัดเชื้อเพลิง ถ้าส่วนนี้มีอุณหภูมิสูงมากเกินไปน้ำมันจะระเหยไม่หมดและไหลผ่านแหวนลูกสูบลงไปทำให้น้ำมันเครื่องเจือจางลง (Crankcase dilution) และเสื่อมคุณภาพเร็วซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้ถ้าใช้น้ำมันเบนซินถูกปลอมปนด้วยน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล

- ง. จุดเดือดสุดท้าย (Final boiling point, FBP) ส่วนนี้แสดงว่ามีส่วนหนักมากอยู่เล็กน้อยแค่ไหน ถ้าจุดเดือดสุดท้ายและจุดเดือด 90 % แตกต่างกันเกิน 30°C อาจเกิดปัญหาด้านความสะอาดในห้องเผาไหม้และร่องแหวนลูกสูบได้

2.2.2.1 ความดันไอ (Vapor pressure)

ความดันไอต้องไม่เกินมาตรฐานเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาไอน้ำมัน (Vapor lock) ที่ทางดูดน้ำมัน การขาดตอนของน้ำมันป้อนคาบูเรเตอร์ เครื่องยนต์จะกระตุกหรือดับและยังเป็นการป้องกันน้ำมันระเหยหายออกไปจากถังและคาบูเรเตอร์มากเกินไป ซึ่งการสูญเสียนี้จะทำให้คุณภาพด้านทานการน็อคลดลงด้วย เพราะส่วนที่ระเหยไปนี้เป็นส่วนเบา (Front end) ซึ่งมีค่าออกเทนสูง น้ำมันเบนซินจัดเป็นน้ำมันประเภทนำกล้วอันตรายต้องเก็บในถังใต้ดิน การวัดความดันไอของน้ำมันระเหยง่ายจะใช้วิธี Reid ก็คือ ASTM D 323 หรือ D 4953

2.2.3 สารประกอบของน้ำมันเบนซิน

2.2.3.1 ธาตุกำมะถัน ซึ่งจะมีผลต่อการกัดกร่อนและการสึกหรอในเครื่องยนต์ กลิ่นของน้ำมันตลอดจนการก่อมลพิษทางอากาศได้ ทดสอบด้วยวิธี ASTM D 4294

2.2.3.2 ธาตุตะกั่ว แม้ว่าจะไม่มีการเติมสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินแต่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันดิบในปริมาณที่น้อยมาก จึงต้องมีการกำหนดปริมาณมาตรฐานควบคุมไว้

2.2.3.3 ธาตุฟอสฟอรัส มักจะมาจากการเติมสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันเบนซินเป็นตัวทำให้เครื่องกรองไอเสีย (Catalytic converter) ชำรุดเสียหายได้

2.2.3.4 ยางเหนียว (Gum) สารประกอบของน้ำมันที่มี Olefins, Thiophenol หรือสารประกอบของไนโตรเจนที่มาจากกระบวนการแตกตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจนเกิดเป็นยางเหนียวขึ้น ซึ่งแรกๆ ก็ละลายอยู่ในน้ำมันแต่แล้วก็ตกตะกอนออกมาเกิดการสะสมในปลอกนำก้านวาล์วหรือคาบูเรเตอร์ การทดสอบปริมาณยางเหนียวใช้วิธี ASTM D 381 และการวัดความอยู่ตัวของน้ำมันในการเกิดยางเหนียวโดยวิธี ASTM D 189

2.2.3.5 เบนซิน เป็นสารที่ระเหยออกมาพร้อมไอของน้ำมันเบนซิน ถ้าสูดหายใจเข้าไปมากจะทำลายระบบทางเดินหายใจและสมองได้

2.2.3.6 สารอะโรเมติก เป็นสารที่ทำให้ น้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนสูง แต่เป็นสารที่ผู้ผลิตจะต้องควบคุมไม่ให้เกินเกณฑ์กำหนด เพราะเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

2.2.3.7 สารออกซิเจนเนท ที่เติมในน้ำมันเบนซินได้แก่ MTBE (Methyl tertiary buthyl ether) เป็นสารที่ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดี ลดการเกิดก๊าซพิษ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ขณะเดียวกันการที่ MTBE มีค่าออกเทนสูงเกินกว่า 100 จึงช่วยเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินสำเร็จรูปด้วย แต่เนื่องจากมันเป็นสารที่สามารถดูดซับความชื้น/น้ำได้เป็นอย่างดี จึงถูกควบคุมปริมาณการใช้ในระดับที่เหมาะสม

2.2.3.8 สารเติมแต่ง คุณสมบัติทำความสะอาดหัวฉีด (Port fuel injection, PFI) และควบคุมการสะสมคาร์บอนบนวาล์วไอดี (Intake valve deposit control, IVDC) เพื่อลดสถานะแวดล้อมเป็นพิษ (Air pollution)

2.2.4 อันตรายต่อสุขภาพ

- ก. ผลจากการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะสั้น การสัมผัสทางการหายใจที่ความเข้มข้นสูง ไอระเหยจะระคายเคืองเยื่อเมือก อาจทำให้ปวดศีรษะและเวียน อาจสลับหรือมีอาการทางระบบประสาทส่วนกลางอื่นๆ ร่วมด้วย ไอระเหยอาจทำให้ขาดออกซิเจนได้ หากมีความเข้มข้นสูงพอ การสัมผัสทางผิวหนังมีความเป็นพิษต่ำแต่ทำให้ระคายเคือง และผิวหนังสูญเสียไขมันซึ่งอาจทำให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบได้ การสัมผัสทางดวงตาทำให้ระคายเคืองได้ แต่ไม่ทำลายเนื้อเยื่อดวงตาการกลืนกินมีความเป็นพิษต่ำ
- ข. ผลจากการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะกลางและระยะยาว มีส่วนผสมของ Benzene ซึ่งจากการศึกษาทางระบาดวิทยาในมนุษย์พบว่า การสัมผัสซ้ำๆ หรือนานๆ จะทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบผลิตเม็ดเลือดและระบบเลือดอย่างรุนแรง อาจเกิดมะเร็งเม็ดเลือดได้ (Leukemia) จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าการสัมผัส Benzene ซ้ำๆ หรือนานๆ จะเป็นอันตรายต่อทารกหรือตัวอ่อนในครรภ์ได้ แต่ยังไม่ได้มีการทดสอบในมนุษย์ สารเคมีนี้มีส่วนผสมของ n-hexane ซึ่งการสัมผัสซ้ำๆ หรือนานๆ จะทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทส่วนปลาย เช่น นิ้วเท้า แขน
- ค. ค่ามาตรฐานความปลอดภัย Gasoline : TLV = 300 ppm TWA

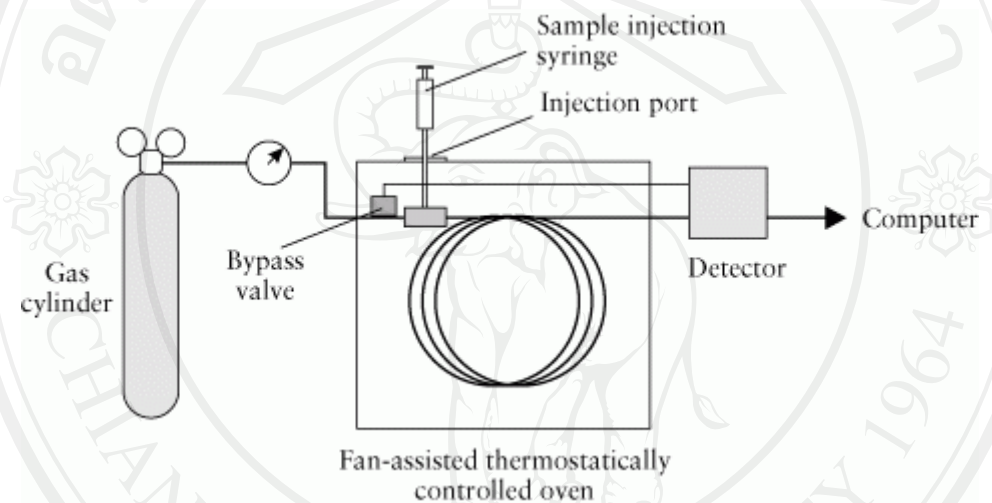
2.3 หลักการและทฤษฎีของเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี (General principles of Gas chromatography-Mass spectrometry)

แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี หรือที่นิยมเรียกว่า เครื่องจีซี-เอ็มเอส ใช้เทคนิคผสมระหว่างแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography) ซึ่งตามปกติใช้ในการแยกสารผสมที่ค่อนข้างจะระเหยได้ง่าย (volatile substances) กับแมสสเปกโตรเมตรี (Mass spectrometry) ที่สามารถบอกเอกลักษณ์ของสารที่วิเคราะห์ได้

2.3.1 หลักการเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี

ในเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี สารที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกทำให้กลายเป็นไอเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ผ่านเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีเข้าสู่แมสสเปกโตรมิเตอร์ โดยการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องทั้งสอง จะต้องมียระบบเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟซ (Interface) ที่เหมาะสมโดยมีอุณหภูมิสูงเพื่อให้สารคงอยู่ในสถานะไอ และมีการปรับลดความดันระดับบรรยากาศจากปลายคอลัมน์ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีลงให้เป็นสูญญากาศระดับ 10^{-5} - 10^{-7} ทอร์ (Torr) ก่อนจะเข้าสู่ระบบแมสสเปกโตรมิเตอร์ หลังจากนั้น

โมเลกุลของสารจะถูกไอออไนส์ในแหล่งกำเนิดไอออน (Ion source) กลายเป็นอนุภาคที่มีประจุแล้วถูกผลักหรือดึงดูดด้วยเลนส์ที่มีประจุเข้าไปสู่ส่วนแยกมวล (Mass analyzer) ซึ่งจะแยกไอออนโดยอัตราส่วนมวลต่อประจุ (m/z) โดยอิทธิพลของสนามแม่เหล็ก หรือสนามไฟฟ้า ภายหลังจากการแยก ไอออนเฉพาะที่กำหนดหรือเลือกไว้เข้าสู่หน่วยตรวจวัด (Detector) ซึ่งปกติเป็น ไดโนดต่อเนื่องของอิเล็กตรอนมัลติพลีเออร์ (Electron multiplier) จะทำหน้าที่นับไอออนและให้สเปกตรัมออกมา โดยแมสสเปกตรัมที่ได้จะเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไอออนกับค่ามวลของประจุที่จำเพาะ จะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสารแต่ละสารประกอบ แมสสเปกตรัมจึงเป็นผลที่สามารถนำไปใช้ในการหามวลโมเลกุลและโครงสร้างทางเคมีของแต่ละสารที่ผ่านการวิเคราะห์โดยเทคนิคจีซี-เอ็มเอสได้ ในการทำงานของแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งควบคุมการทำงานของระบบ รายงานสถานะของเครื่องมือแต่ละส่วน และประมวลผลการวิเคราะห์ ดังภาพ



รูป 2.3 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรมิเตอร์

2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรมิเตอร์ จะจำแนกส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

2.3.2.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

- ก. แก๊สพา (Carrier gas) เป็นแก๊สที่เป็นตัวพาสารตัวอย่างจากส่วนที่ฉีดสารตัวอย่าง (Injection port) เข้าสู่คอลัมน์และออกสู่ดีเทคเตอร์ คุณสมบัติที่ดีของแก๊สพา คือ
 - ต้องทำปฏิกิริยาในคอลัมน์และสารตัวอย่าง
 - เหมาะสมกับดีเทคเตอร์ที่ใช้
 - มีค่าการกระจายต่ำ (low gaseous diffusion)
 - ราคาถูก และมีความบริสุทธิ์สูง

แก๊สพานิยมใช้ คือ แก๊สไนโตรเจน ไฮโดรเจน ฮีเลียม และอาร์กอนหรือแก๊สผสมระหว่างฮีเลียม และไนโตรเจน ความดันแก๊สที่ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ ควรควบคุมให้คงที่ เพื่อให้ flow rate ที่ผ่านเข้าคอลัมน์คงที่ มักใช้แก๊สฮีเลียมในการใช้งานจีซี-เอ็มเอส เนื่องจากการรบกวน

ของฮีเลียมในเอ็มเอสมีน้อยกว่า แต่เนื่องจากฮีเลียมมีราคาค่อนข้างสูงจึงนิยมใช้แก๊สไฮโดรเจนแทน
ระยะหลังส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์ (Injection port)

ข. เป็นส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างโดยใช้ไซริงค์ (Syringe) เพื่อเข้าสู่คอลัมน์ โดยผ่านยางกันรั่ว (Septum) ที่
ทำด้วยยางซิลิโคน ซึ่งทนความร้อนสูง ช่องว่างระหว่างยางกันรั่วกับปลายคอลัมน์ควรมีค่าน้อย
ที่สุด ในทางปฏิบัติควรให้ปลายคอลัมน์อยู่ติดกับยางกันรั่วพอดี เพื่อให้สารที่ฉีดเข้าไปในคอลัมน์
ทันที ส่วนที่ฉีดสารนี้ต้องให้ความร้อนพอที่จะระเหยสารตัวอย่างที่ฉีดเข้าไปในกรณีที่สารนั้นเป็น
ของเหลว

ค. คอลัมน์ที่ใช้ในการแยกสาร โดยพื้นฐานแล้วมีอยู่สองชนิด คือ แพ็คคอลัมน์ (Packed column) และ
คาพิลลารีคอลัมน์ (Capillary column) ปกติแล้วแพ็คคอลัมน์ประกอบด้วย ท่อที่ขดเป็นวงของท่อ
ทองแดงหรือเหล็กกล้าปลอดสนิม มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 5 มิลลิเมตร และความยาว
ประมาณ 1.5-2 เมตร ในแก๊สลิควิดโครมาโทกราฟี สารของแข็งรองรับเป็นดินไดอะตอม
(Diatomaceous earth) และในแก๊สโซลิดโครมาโทกราฟี สารของแข็งรองรับที่ทำหน้าที่เป็นเฟส
คงที่ด้วย อาจจะเป็นซิลิกาเจล (Silica gel) โมเลกุลาร์ซีฟ (Molecular sieve) หรือถ่านกัมมันต์
(Activated charcoal) เฟสคงที่ที่เป็นของเหลวในแก๊สลิควิด อาจเป็นน้ำมันซิลิโคนหรือกรีส
(Silicone or grease), พอลิไกลคอล (Polyglycol) หรืออนุพันธ์ของฟทาเลต (Phthalate derivatives)
ของเหลวที่ทำหน้าที่เหมือนกับตัวทำละลายเหล่านี้มักใช้ในปริมาณ 2-30% โดยน้ำหนัก และมักจะ
ได้รับการปรับสภาพก่อนการใช้ สำหรับคาพิลลารีคอลัมน์แบบโกลาย (Golay-type) มักจะเป็น
คอลัมน์แก้วหรือซิลิกา (Fused silica) และโลหะ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 0.25
มิลลิเมตร และความยาว 20-30 เมตร การเคลือบฉาบเฟสของเหลวหนา 1 ไมครอน กระทำโดยการ
ผ่านสารละลายเจือจางของของเหลวในไอของตัวทำละลายที่มีความดันไอสูง เช่น คลอโรฟอร์ม ไป
ในคาพิลลารีคอลัมน์

2.4.3.2 ส่วนที่เชื่อมกันระหว่างเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีกับแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Interface) โดย
ปกติจะมีอยู่สองวิธี สำหรับการนำตัวอย่างจากแก๊สโครมาโทกราฟีไปยังแมสสเปกโตรมิเตอร์ คือ ฟิคแทร
พพิง (Peak trapping) สำหรับการวิเคราะห์แบบแบทช์ (Batch type analysis) และวิธีการนำเข้าไปสู่
แหล่งกำเนิดไอออน (Ion source) ของแมสสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งการเชื่อมระหว่างเครื่องมือทั้งสองต้องคำนึง
ในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงความดันจากแก๊สโครมาโทกราฟีเข้าสู่แมสสเปกโตรมิเตอร์ เพราะ
แมสสเปกโตรมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่อาศัยสุญญากาศ

2.4.3.3 แมสสเปกโตรมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีหลักที่ว่า เมื่อโมเลกุลถูกไอออไนซ์ในสุญญากาศ กลุ่มของ
ไอออนที่มีลักษณะเฉพาะตัวของมวลต่างๆก็เกิดขึ้น แมสสเปกตรัมเกิดได้โดยการแยกไอออน
เหล่านี้และบันทึกค่าความอุดมของไอออนเทียบกับมวลของไอออน (Plot of ion abundance versus
ionic mass) เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ประกอบด้วย

ก. แหล่งกำเนิดไอออน (Ion source) แหล่งกำเนิดไอออนเป็นแหล่งที่ทำให้โมเลกุลของสารตัวอย่าง เกิดเป็นไอออนและเกิดการแตกตัว วิธีการที่ทำให้สารเกิดไอออนในเซชันได้มีดังนี้

- ใช้อิเล็กตรอนอิมแพคต์ (Electron-impact)

เป็นวิธีการที่ทำให้โมเลกุลของสารตัวอย่างเกิดเป็นไอออนบวก ด้วยการชนกับอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูง ลักษณะของแหล่งที่ทำให้เกิดการชนของอิเล็กตรอน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นปืนอิเล็กตรอน (Electron gun) โดยผลิตลำแสงอิเล็กตรอนจากธาตุ Rhenium หรือ Tungsten ซึ่งทำให้เป็น Filament บางๆ และร้อนแดง ซึ่งสามารถลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ได้ดังนี้ กระแสของโมเลกุล (Molecular stream) ที่เป็นกลาง จะถูกดึงออกมาจากระบบใส่ตัวอย่าง เข้าสู่ระบบที่ทำให้เกิดเป็นไอออนแล้วทำให้เกิดเป็นไอออนด้วยการชน ลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูง ได้เป็นไอออนบวกแล้วจะถูกผลักออกสู่ปืน ไอออนและโมเลกุลที่เป็นกลางที่เหลืออยู่ ก็จะถูกดูดออกไปตลอดเวลา ดังนั้น เมื่อแหล่งผลิตไอออนทำงานอย่างสม่ำเสมอและมีการป้อนโมเลกุลที่เป็นกลางเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ ก็จะได้ไอออนบวกอย่างสม่ำเสมอเช่นเดียวกันด้วย

- การทำให้เกิดไอออนด้วยวิธีทางเคมี (CI)

เนื่องจากความสามารถในการวัดมวลโมเลกุลที่ถูกต้องแน่นอนหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความเสถียรของโมเลกุลาร์ไอออน ในหลายกรณีทำให้เกิดโมเลกุลาร์ไอออนด้วยการชนกับลำแสงอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงทำให้ได้แมสสเปกตรัมที่ซับซ้อนยุ่งยากต่อการวิเคราะห์ วิธีการหนึ่งที่ใช้ทำให้เกิดไอออนด้วยวิธีทางเคมีนั้นทำได้โดยการผสมตัวอย่าง (ความดัน 10^{-4} ทอร์) เข้ากับแก๊สที่จะทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 ทอร์) แล้วผ่านส่วนผสมเข้าไปในส่วนที่ทำให้เกิดไอออนด้วย การให้ชนกับลำอิเล็กตรอนเช่นเดียวกับแก๊สที่จะทำปฏิกิริยาด้วย ที่นิยมใช้กันคือ มีเทน ไอโซบิวเทน และแอมโมเนีย ในกรณีของมีเทน เมื่อถูกชนด้วยอิเล็กตรอน มีเทนจะเกิดเป็นไอออน แล้วไอออนเหล่านี้จะผ่านเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์มวลตามปกติ

- ใช้ Field ionization และ Field desorption

เทคนิคของ Field ionization นั้น สารตัวอย่างที่อยู่ในสถานะแก๊สเมื่อผ่านเข้าไปใกล้แอโนดที่เป็นโลหะที่มีลักษณะคมบางและมีสนามไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1,010 โวลต์ต่อเมตร อิเล็กตรอนก็จะถูกดึงออกจากโมเลกุลของสารเข้าไปยังออร์บิทัลที่ว่างของโลหะ เป็นผลให้กลายเป็นไอออน แล้วถูกผลักออกไปยังแคโทดที่มีช่องเปิด ก่อนที่จะผ่านเข้าไปยังส่วนที่วิเคราะห์ไอออน

- ใช้วิธีการชนด้วยอนุภาค (Particle bombardment methods) ได้แก่ PD, SIMS และ FA จัด

ว่าเป็น Desorption methods ที่สำคัญ

- ใช้สปาร์กที่ทำให้เกิดไอออน (Spark source)

ไอออนเกิดขึ้นได้โดยการให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 30 กิโลวัตต์ แก่ขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งด้านหลังปืนไอออน ขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งอาจเป็นตัวอย่างหรือใส่สารตัวอย่างไว้ก็ได้ ศักย์ไฟฟ้าสูงของสปาร์กทำให้เกิดความร้อนของแอโนด ซึ่งมากพอที่จะทำให้อะตอมเกิดเป็นไอ แล้วไอออนก็จะผ่านเข้าเครื่องวิเคราะห์มวล

ข. ส่วนแยกไอออน (Ion analysis) การแยกไอออนทำได้โดยอาศัยความแตกต่างของมวลต่อประจุ จากการใช้สนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งสองอย่างรวมกันได้ ดังนั้น

ความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ที่แตกต่างกันจึงอยู่ที่ลักษณะการทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนในการแยกไอออนนั้น

- ค. ส่วนวิเคราะห์มวล (Mass analyzer) ส่วนวิเคราะห์มวลในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์นั้นจะติดตั้งอยู่ระหว่าง แหล่งผลิตไอออนกับเครื่องดีเทคเตอร์ เครื่องวิเคราะห์มวลที่สำคัญมีอยู่หลายแบบซึ่งได้แก่
- Magnetic analyzer
 - Electrostatic analyzer
 - Time-of-flight analyzer
 - Quadruple analyzer
- ง. ระบบสุญญากาศ เป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมความดันของแมสสเปกโตรมิเตอร์ให้เกิดเป็นสภาวะสุญญากาศ

2.3.2.4 ส่วนของ Library search program

เป็นส่วนที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบจากคลังข้อมูลที่มีอยู่ในรูปของโปรแกรมหรือข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งต่างๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์สารประกอบ และ โครงสร้างของสารที่ต้องการทราบได้

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไม้ไผ่ (Bamboo)

ไม้ไผ่ เป็นพืชชนิดหนึ่งที่รู้จักกันดี มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นพันๆ ปี โดยเฉพาะกลุ่มประเทศเอเชีย – แปซิฟิก มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของคนในทุก ๆ ด้าน ตั้งแต่ที่อยู่อาศัย อาหาร เครื่องกีฬา เครื่องดนตรี เครื่องมือเกษตร รวมถึงวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม และการสันถนาการหรือการใช้ประโยชน์เพื่อพักผ่อนหย่อนใจ

ในประเทศจีนโบราณมีการศึกษาและบันทึกลักษณะของไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ มานานกว่า 1,000 ปี (ค.ศ.317 – 412) แต่อย่างไรก็ตามการจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ไผ่ที่ค้นพบใหม่ได้ถึง 266 สายพันธุ์ และสามารถจำแนกพันธุ์ไม้ไผ่ในประเทศจีนนั้นเพิ่งจะเริ่มค้นในปี ค.ศ. 1978 องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้รายงานว่ามี การค้นพบชนิดพันธุ์ไม้ไผ่ในโลกจำนวนมากกว่า 1,250 ชนิด (Species) ซึ่งส่วนมากกระจายพันธุ์โดยทั่วไปในเขตเอเชีย-แปซิฟิก และรายงานในปี ค.ศ. 1985 ขององค์กร IDRC (International development research center) แห่งรัฐบาลแคนาดา สามารถจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ไผ่ในประเทศต่าง ๆ พอสรุปชนิดของไม้ไผ่ (Species) ได้ดังนี้

- ก. ประเทศจีน มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 300 ชนิด

- ข. ประเทศอินเดีย มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 130 ชนิด
- ค. ประเทศไทย มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 60 ชนิด
- ง. ประเทศฟิลิปปินส์ มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 55 ชนิด
- จ. ประเทศไต้หวัน มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 40 ชนิด
- ฉ. ประเทศอินโดนีเซีย มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 31 ชนิด
- ช. ประเทศบังกลาเทศ มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 32 ชนิด
- ซ. ประเทศภูฏาน มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 30 ชนิด
- ฅ. ประเทศปาปัวนิวกินี มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 26 ชนิด
- ญ. ประเทศมาเลเซีย มีชนิดไม้ไผ่ จำนวน 12 ชนิด

ที่มา : Recent research on bamboo in china (1985) และ Bamboo 2000 (2000)

2.4.1 ความสำคัญและลักษณะเด่น

ไม้ไผ่ จัดเป็นพืชพืชนกประสงค์ชนิดหนึ่ง ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิต และความเป็นอยู่ของคนไทย มาแต่โบราณ ส่วนของไม้ไผ่ที่ใช้ประโยชน์แก่มนุษย์ คือ หน่อ และลำต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวชนบทที่รู้จักนำเอาลำไม้มานำใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย หรือใช้เป็นวัสดุค้ำสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ตลอดจนรู้จักการนำหน่อมาบริโภคในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ไม้ไผ่ยังเป็นวัสดุที่สำคัญชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ ไม้ไผ่เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บางชนิดมีการพุ่งตัวได้สูงถึง 90-120 ซม. ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

2.4.1.1 ลักษณะทั่วไป

ไม้ไผ่เป็นพืชยืนต้น มีลำต้นกลมและกลวงตรงกลาง มีข้อกระจายอยู่ทั่วไปเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ลำต้น เส้นใยของลำไม้จะประสานกันแน่น มีความเหนียว และมีแรงหยุ่นตัว ทำให้สามารถโค้งงอ เปลือกหรือผิวของลำไม้ไผ่จะแข็งและเรียบเป็นมัน โดยปราศจากการแตกแต่ง ไม้ไผ่แต่ละชนิดมีลักษณะภายนอกแตกต่างกันไป บางชนิดมีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน แต่บางชนิดลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดอุปสรรคในการจำแนกพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่า ไม้ไผ่สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และผันแปรพันธุ์ได้ง่าย ไม้ไผ่ชนิดเดียวกันขึ้นอยู่กับที่มีสภาพทางภูมิศาสตร์ และปริมาณน้ำฝนแตกต่างกัน จะมีลักษณะแตกต่างกันไป การจำแนกพันธุ์ไม้ไผ่จึงต้องอาศัยลักษณะหลายประการ ประกอบกัน เช่น เหง้า (Rhizome) ใบ (Leaf) กาบหุ้มลำ (Culms sheath) การแตกกิ่ง (Branching) ตาข้าง (Bud) หน่อ (Shoot) ช่อดอก (Inflorescence) ดอก (Flower) และเมล็ด (Fruit) เป็นต้น

2.4.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

ไม้ไผ่เป็นพันธุ์ไม้ที่เบิกนำที่สามารถบุกกรุกครอบครองพื้นที่ว่างเปล่าได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะพื้นที่ว่างที่เกิดจากการเผาถาง หรือเกิดไฟไหม้อยู่เป็นประจำ ทำให้เกิดป่าไม้ขึ้นอย่างถาวร ซึ่งมักเกิดเป็นป่าไม้ชนิดเดียวกัน บริเวณกว้าง โดยมมีไม้พื้นล่างที่ขึ้นปะปนเพียงเล็กน้อย เช่น ป่าไผ่รวก ในท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี ในสภาพป่าธรรมชาติ จะพบไม้ไผ่ขึ้นเป็นไม้ชั้นล่าง ในป่าชนิดต่าง ๆ เช่น ป่าดิบชื้น ป่าเบญจ

พรรณขึ้น ป่าเบญจพรรณแล้ง ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา การขึ้นอยู่ของไม้ไผ่แต่ละชนิดพันธุ์ในท้องที่ต่าง ๆ กันนั้น เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศหรือลักษณะดิน เป็นต้น

2.4.3 ชนิดพันธุ์ การกระจายพันธุ์ และการใช้ประโยชน์

ไม้ไผ่ที่พบในประเทศไทย สามารถพบกระจายพันธุ์อยู่ในทั่วไปทุกภาค โดยเฉพาะป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ และขึ้นเป็นป่าไผ่ล้วน ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะประจำสกุล การกระจายพันธุ์ ลักษณะทั่วไป และการใช้ประโยชน์ ในที่นี้จะกล่าวถึงไม้ไผ่ที่เป็นวัตถุดิบในการทำถ่านไม้ไผ่ (Bamboo charcoal)

2.4.3.1 ไผ่ตง

วงศ์ : Gramineae

สกุล : Dendrocalamus

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Dendrocalamus asper backer

ชื่อสามัญ : Sweet bamboo

ชื่อพื้นเมือง : ไผ่ตง (ไทย) Bukawe (ฟิลิปปินส์) Rebong (สิงคโปร์) Monh tong (เวียดนาม)



รูป 2.4

ลักษณะของ ไผ่ตง (Dendrocalamus asper backer)

2.4.3.1.1 คุณสมบัติ ขนาดเส้นใย ยาว 3.78 นาโนเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 19 ไมโครเมตร และหนา 6 ไมโครเมตร

2.4.3.1.2 สารเคมีประกอบ โดยประมาณ ประกอบด้วย โอลิโกเซลลูโลส (Holocellulose) ร้อยละ 53 เพนโตซาน (Pentosans) ร้อยละ 19 ลิกนิน (Lignin) ร้อยละ 25 และเถ้า (Ash) ร้อยละ 3

2.4.3.1.3 ลำต้น สูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 8-20 เซนติเมตร ความหนา 11-36 เซนติเมตร ลำต้นอ่อนจะมีขนสีน้ำตาลละเอียดคลุมหน่อเรียบ แต่ลำต้นมีสีเขียวปล้องยาว 40-50 เซนติเมตร ขั้วหนูน มีรากฝอย เนื้อหนา กิ่งเล็ก มีกาบหุ้มลำ

2.4.3.1.4 ใบ ลักษณะปลายเรียวแหลม มักจะงอกลับ ขอบหยัก ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตร

2.4.3.1.5 ดอก จะออกเป็นช่อ เมื่อออกดอกแล้ว ต้นก็จะตาย ซึ่งเรียกว่า ไผ่ตายขุย

2.4.3.2 การใช้ประโยชน์

ถ่านไม้ใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ ตะเกียบ และไม้จิ้มฟัน บางครั้งใช้เพื่อการก่อสร้าง รวมถึงการบริโภค

2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถ่านไม้ไผ่ (Bamboo charcoal)

ถ่านไม้ไผ่ (Bamboo Charcoal) ภาษาญี่ปุ่นเรียก ทาเคซุมิ (Takezumi) หรือ ทิคัตัน (Tikutan) ทำมาจากไม้ไผ่ (Bamboo) เป็นถ่านที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยอุณหภูมิภายในเตามากกว่า 1,000°C มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ ธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมมากมาย ถ่านไม้ไผ่ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยอุณหภูมิภายในเตามากกว่า 1,000°C แตกต่างไปจากถ่านทั่วไป หรือแม้แต่ถ่านขาว (White Charcoal) หรือบิโนโจตัน (Binchotan)

2.5.1 มีรูพรุนมากกว่า หากนำมาแผ่กระจายออกเป็นพื้นที่จะได้พื้นที่มากถึง 300 ถึง 700 ตร.ม./กรัม (ถ่านไม้ทั่วไป จะได้พื้นที่ประมาณ 50 ตร.ม./กรัม)

2.5.2 มีค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistance) ต่ำ (ไม่เกิน 100 โอห์ม)

2.5.3 มีแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย

รวมถึงประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่นได้ทำการวิจัยถ่านไม้ไผ่ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยอุณหภูมิภายในเตามากกว่า 1,000°C พบว่ามีคุณสมบัติพิเศษ สามารถให้กำเนิดและปลดปล่อยประจุลบ (Negative ions) และอินฟราเรดยาว (Far infrared ray) จากคุณสมบัติดังกล่าว ถ่านไม้ไผ่จึงถูกนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในหลากหลายรูปแบบ



รูป 2.5 ถ่านไม้ไผ่

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงในคดีลอบวางเพลิง มีความสำคัญในการสืบสวนสอบสวนอย่างมากเพื่อหาข้อเท็จจริงและเป็นประโยชน์ต่อคดี ซึ่งเอกสารและงานวิจัยที่มีการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบประสิทธิภาพของถ่านไม้ไผ่ในการใช้เป็นตัวดูดซับคราบน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถสรุปได้เป็นประเด็นดังนี้

F. Luis et al. (1995) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการเอาน้ำมันเชื้อเพลิงเศษซากที่ได้จากเพลิงไหม้กลับคืนมาระหว่างการนำวัตถุพยานไปกลั่นไอน้ำโดยผสมกับ n-hexane และการใช้ Activated charcoal ในการดูดซับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยอบที่ 70°C เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาสกัดด้วย Carbon disulfide ซึ่งทั้งสอง

วิธีสกัดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS ผลปรากฏว่า การใช้ Activated charcoal ในการดูดซับน้ำมันเชื้อเพลิง จะได้ผลวิเคราะห์ที่รวดเร็วกว่า ส่วนการกลั่นด้วยไอน้ำจะมีประสิทธิภาพมากกว่า

S. Birrer et al. (2001) ได้แนะนำว่า Carbon disulfide ใช้เป็นตัวทำละลายได้อย่างกว้างขวางเพราะสามารถสกัดสารระเหยอินทรีย์ที่อยู่ใน Charcoal strip และเป็นที่ยอมรับในการดูดซับด้วย อย่างไรก็ตาม Carbon disulfide เมื่อมีการสูดดมจะเป็นอันตราย สามารถติดไฟได้ง่าย และได้รับการบันทึกว่าเป็นสารที่ใช้ในห้องปฏิบัติการซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ มีการศึกษาที่พยายามมองหาทางเลือกอื่น ๆ ในการใช้สารเคมีประเภท Alkanes และ Aromatics ซึ่งมีประสิทธิภาพในการละลายที่ดีกว่า Diethyl ether แต่มีประสิทธิภาพด้อยกว่า Carbon disulfide

D. Massey (2001) ได้แนะนำการใช้สารเคมีอื่นมาแทน Carbon disulfide โดยใช้สารละลาย 10% Isopropanol ใน Dichloromethane เป็นตัวทำละลาย Ignitable liquid Residues (ILR) จาก Activated charcoal แต่ Carbon disulfide คงเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดที่ใช้กับสารประเภท Alkanes และ Aromatics

J. Lentini (2003) สรุปรายงานจาก ASTM E 1412-00 กล่าวถึงการตรวจพิสูจน์คราบน้ำมันเชื้อเพลิงจากเศษซากที่เหลือจากที่เกิดเหตุ โดยเทคนิค Passive headspace โดยใช้ Activated charcoal สามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง GC GC/MS และ GC/IR และยังแนะนำให้ใช้ถุงชาในการบรรจุ Activated charcoal

D. Melinda et al. (2007) ได้ทำการทดลองใช้ถุงมือที่ทำจาก PVC, PE และ Latex ในการเก็บคราบน้ำมันเบนซินบนถุงมือ พบว่าถุงมือ PVC สามารถเก็บคราบน้ำมันเชื้อเพลิงได้ดีที่สุด และยังได้ศึกษาความคงทนของคราบน้ำมันเชื้อเพลิงบนมือด้วย ซึ่งจะสามารถพบคราบน้ำมันเชื้อเพลิงได้ดีที่สุดในช่วงเวลาน้อยกว่า 30 นาที หลังจากนั้นคราบน้ำมันเชื้อเพลิงในถุงมือค่อยๆ ลดปริมาณลง โดยใช้ DFLEX ในการดูดซับไอระเหยและวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/FID

สุวรรณ ลากสุวรรณนท์ (2005) ได้ทำการวิจัยการสกัดและแยกหาคราบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดบนมือของผู้ต้องสงสัย เช่น น้ำมันเบนซิน แก๊สโซลีน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าดและทินเนอร์ โดยสกัดด้วยไดคลอโรมีเทนทำการแยกและวิเคราะห์ว่าเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงหรือไม่ ชนิดใดด้วยเครื่อง Gas chromatograph/Mass spectrometer (GC/MS) นอกจากนี้ทำการหาช่วงเวลาที่ยังคงสามารถจำแนกน้ำมันแต่ละชนิด จากการทดลองพบว่า น้ำมันเบนซิน แก๊สโซลีน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าดและทินเนอร์ ไม่สามารถจำแนกได้หลังจากที่ผู้ต้องสงสัยสัมผัสกับน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงแล้วเป็นระยะเวลา 2, 210 และ 480 นาที ตามลำดับ

จันทนา ธีรธรรมย์ (2008) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับระหว่าง Charcoal strip (DFLEX) กับ Activated carbon โดยนำตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิด มาดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินในภาชนะปิด แล้วทำการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน เพื่อนำไปตรวจพิสูจน์ด้วยเทคนิค GC/FID จากการทดลองพบว่า Activated carbon สามารถดูดซับน้ำมันเบนซินได้ เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับพบว่า % Recovery เมื่อใช้ Activated carbon ได้เท่ากับ 67.76% และเมื่อใช้ Charcoal strip ได้เท่ากับ 69.74% ซึ่งจะ

เห็นว่ามีความใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถนำ Activated carbon มาใช้เป็นตัวดูดซับน้ำมันเชื้อเพลิงแทนได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการตรวจพิสูจน์น้ำมันเชื้อเพลิง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved