

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะรุม

มะรุม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* Lam. ชื่อสามัญ Horse radish tree, Drumstick จัดเป็นต้นไม้ที่อยู่ในวงศ์ Moringaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางที่มีต้นกำเนิดบริเวณเชิงเขาหิมาลัย เป็นไม้ที่นิยมนำมาปลูกไว้ในบริเวณบ้านของคนไทยมาแต่โบราณ สามารถกินได้ทั้งส่วนยอด ราก และฝักเขียว แต่ส่วนใหญ่นิยมกินฝักมากกว่าส่วนอื่นๆ ต้นมะรุมพบได้ทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่นภาคอีสานเรียก ผักอีฮุมหรือผักอีฮิม ภาคเหนือเรียกมะค้อมก้อน ชาวกระเหรี่ยงแถบกาญจนบุรีเรียกกาแง้งแดง และแม่ฮ่องสอนเรียก ผักเนื้อไก่ เป็นต้น แพทย์แผนโบราณของไทยใช้แทบจะทุกส่วนของต้นมะรุมเป็นยา (ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์, 2554)

สายพันธุ์ของมะรุมในโลกนี้มีทั้งสิ้น 13-14 สายพันธุ์ และ 10 ใน 13 สายพันธุ์จะขึ้นเฉพาะในถิ่นที่แล้งจัด เช่นทะเลทราย แต่มีเพียง 2 สายพันธุ์ที่สามารถปลูกได้ในประเทศไทย คือ โอลิเฟอรร่า (*Moringa oleifera*) และคอนคาแนนซิส (*Moringa concanensis*) มะรุมเป็นพืชไม้เนื้ออ่อน และต้นสูงใหญ่ ถึงแม้จะเป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุยืน แต่มะรุมก็เป็นพืชที่เปราะบาง หักง่าย มีประสิทธิภาพในการแตกใบได้เร็ว ถ้าได้น้ำที่พอควร มะรุมทุกชนิดมีคุณค่าเท่าเทียมกัน แต่สาเหตุที่โอลิเฟอรร่าเป็นสายพันธุ์ที่มีการนำมาทดลองมากที่สุด เพราะเป็นสายพันธุ์ที่ขึ้นได้ดีทุกสภาพอากาศ ยกเว้น อากาศที่หนาวจัดจนเป็นน้ำแข็ง ทรงต้นสูงชะลูดไม่กินพื้นที่ในการปลูก ใบหนาแน่น ดอกดก สามารถให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ มีความต้านทานต่อโรคภัยได้ดี ในประเทศไทยได้มีการร่วมวิจัยจากคณะชีววิทยาที่เชี่ยวชาญในพันธุ์ไม้ และนักวิชาการจากออสเตรเลีย ได้ลงความเห็นว่าสายพันธุ์ในประเทศไทยนั้นร้อยละ 80 เป็นสายพันธุ์โอลิเฟอรร่า แม้บางครั้งจะเห็นว่าลักษณะของฝัก และรูปใบอาจมีการแตกต่างกันออกไปก็เนื่องมาจากสภาพความสมบูรณ์ของดิน สภาพอากาศ และการทำนุบำรุงรักษา แต่คุณสมบัติจะไม่แตกต่างกันมากนัก (อภิชาติ ศรีสอาด, 2553)

2.2 ส่วนประกอบของมะรุม

2.2.1 ใบ มีลักษณะสลับแบบขนนก ใต้ใบสีเขียวอ่อน ใบอ่อนมีขนสีเทาขนาดใบยาว 1-3 เซนติเมตร

2.2.2 ดอก ช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ออกตามซอกใบ กลีบดอก 5 กลีบ สีขาวหรือขาวอมเหลือง แต้มสีแดงที่ใกล้ฐานดอกนอก ยาว 1.4-1.9 เซนติเมตร กว้าง 0.4 เซนติเมตร ปลายกลีบดอกกว้างกว่าโคน 4 กลีบ ตั้งตรง เกสรตัวผู้แยกจากกันสมบูรณ์ 5 อัน ไม่สมบูรณ์ 5 อันเรียงสลับกันมีขนสีขาว ที่โคน อับเกสรสีเหลืองเกสรตัวเมีย 1 อัน (อภิชาติ ศรีสอาด, 2553)

2.2.3 ฝัก มีความยาว 20-50 เซนติเมตร ลักษณะเหมือนไม้ติกลง เป็นที่มาของต้นชื่อไม้ติกลง ในภาษาอังกฤษ (Drumstick Tree) เปลือกฝักอ่อนสีเขียวมีส่วนคอดและส่วนมนเป็นระยะตามความยาวของฝัก เปลือกฝักแก่มีสีน้ำตาล ดังภาพที่ 2.1 เมล็ดมีเยื่อหุ้มลักษณะกลมมีสีน้ำตาล เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ในฝักจะมีประมาณ 20 เมล็ด ฝักอยู่ในแกนของฝัก การเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อฝักเป็นสีน้ำตาลอ่อนและแห้ง เมล็ดแก่สามารถบีบน้ำมันออกมาได้ (สุรชาติพ ภมรประวัติ, 2550) การเก็บฝักแก่เต็มที่ ควรตากแห้งด้วยแสงแดด ประมาณ 3-5 วัน เพื่อให้ความชื้นเหลือ 5-8% ในประเทศไทยสามารถ

เก็บเกี่ยวฝักแห้งได้ 2 ฤดูกาล ในช่วงเดือน ปลายเดือนมกราคม – มีนาคม และในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม (Schmidt and Mwaura, 2010)

2.2.4 เมล็ด (ภาพที่ 2.2) เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม เกือบกลม เส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด 1-1.4 เซนติเมตร มีเยื่อบางๆ เป็นปีก 3 ปีก ยาว 0.5-2.5 เซนติเมตร ใน 1 กิโลกรัมจะมีประมาณ 3,700 -6,000 เมล็ด ในเมล็ดจะประกอบไปด้วยสารอาหารมากมายสามารถนำเมล็ดมาสกัดน้ำมัน



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของฝักมะรุมแห้ง
ที่มา: ประทุมพร ชาตไทย, 2555 (ถ่ายภาพ)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของเมล็ดมะรุมแห้งและเมล็ดมะรุมแห้งที่แกะเปลือกหุ้มเมล็ดออก
ที่มา: ประทุมพร ชาตไทย, 2555 (ถ่ายภาพ)

2.3 การสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุม

อภิชาติ ศรีสอาด (2553) รายงานว่าการสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุมสามารถสกัดได้หลายวิธี ได้แก่

2.3.1 การสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุม โดยการเคี้ยว (rendering)

สกัดโดยการนำเมล็ดมะรุมแก่มาบดให้ละเอียด แล้วนำไปใส่กระทะ เติมน้ำสองเท่าของเนื้อเมล็ดมะรุมที่บดแล้วนำไปตั้งไฟให้เดือดแล้วหรีไฟลง หลังจากนั้นก็เคี้ยวกับไฟพออ่อนๆ เคี้ยวจนน้ำมันแยกตัวออกมา ลอยตัวเหนือน้ำหรือเคี้ยวจนน้ำระเหยออกหมด ก็จะได้น้ำมันออกมา แล้วกรองแยกเอาน้ำมันมะรุมมาบรรจุขวด

2.3.2 การสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุม โดยการกลั่น (condensing)

สกัดโดยการนำเมล็ดมะรุมในฝักแก่ มาบดละเอียดแล้วผสมน้ำ ต้มให้เดือด 5-10 นาที แล้วยกลงจากเตา นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วใส่ขวดหรือภาชนะที่มีทรงสูง ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อปล่อยให้ น้ำมันแยกตัวเป็นชั้น จากนั้นจึงตักน้ำมันมากรองใส่ขวดเก็บไว้ ส่วนกากมะรุมที่เหลือนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ได้

2.3.3 การสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุม โดยการสกัดเย็นด้วยเครื่องสกรูเพรส (screw press)

สกัดโดยการนำเมล็ดมะรุมแก่ใส่ลงในเครื่องสกรูเพรสน้ำมันมะรุมที่บีบออกมาโดยแรงบีบอัดไประหว่างสกรูในแนวนอน จนได้น้ำมัน มีความร้อนเกิดขึ้นจากแรงเสียดสีระหว่างการบิด ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ประมาณ 30-40% มากกว่าการสกัดด้วยไฮโดรลิก เมื่อได้น้ำมัน ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนและนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง วิธีการสกัดนี้จะได้ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดมะรุมแห้งปริมาณ 8-12 กิโลกรัม จะสกัดได้น้ำมันมะรุม 1 ลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องด้วย

2.4 น้ำมันเมล็ดมะรุม

น้ำมันเมล็ดมะรุม รู้จักกันในชื่อ Ben oil มีสมบัติไม่เป็นไข มีสรรพคุณในการดับกลิ่น ใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องจักร ใช้ทำน้ำหอมและผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ในประเทศตะวันตกนิยมนำมะรุมผงมาใช้จัดสิ่งปนเปื้อนโดยเฉพาะในน้ำดื่ม สามารถนำมาใช้เป็นสารกันเสียในอุตสาหกรรมอาหาร และยังใช้เป็นน้ำมันสลัดได้อย่างดีอีกด้วย น้ำมันเมล็ดมะรุมไม่มีกลิ่น สามารถใช้แทนน้ำมันพืชได้เพราะมีส่วนประกอบของกรดโอเลอิก (กรดไขมันไม่อิ่มตัวโมเลกุลเดี่ยว) เหมาะที่จะใช้เจียวและทอด น้ำมันมะรุมที่ได้จะมีสีเหลือง มีรสหวาน ไม่มีกลิ่น น้ำมันเมล็ดมะรุมเป็นน้ำมันตามธรรมชาติชนิดคงรูปซึ่งอุดมไปด้วยกรดที่มีประโยชน์ ประกอบด้วยสารแอนต็อกซิแดนท์ในปริมาณสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณสูงด้วย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวถึงร้อยละ 70 จึงมีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันมะกอก จึงเป็นน้ำมันคุณภาพดีสำหรับใช้ประกอบอาหาร ช่วยลดคลอเรสเตอรอลในเส้นเลือด ป้องกันโรคหัวใจ นอกจากนั้นยังมีกรดต่างๆ ที่มีประโยชน์ในปริมาณมาก คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีและองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดมะรุม ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (อภิชาติ ศรีสอาด, 2553)

รายงานผลการตรวจวิเคราะห์น้ำมันเมล็ดมะรุมของจังหวัดลพบุรี ที่บีบด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรูแบบที่เรียกว่า บีบเย็น (cold press) พบว่ามีค่าเปอร์ออกไซด์ 2.44 มิลลิโมล/กก. และค่าของกรด (acid value) เท่ากับ 7.10 มก.ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม นอกจากนี้ยังศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในน้ำมันเมล็ดมะรุมที่ได้จากการสกัด ดังแสดงในตารางที่ 2.2 (วนิดา จันทรเทพเทวัญ, 2553) มีงานวิจัยในสัตว์ทดลอง ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลว่า สารสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะรุม ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้กับตา โดยพบว่าใช้ได้กับ pyoderma ในหนูเมาส์ ที่มีสาเหตุมาจาก *Staphylococcus aureus* (วิมล ศรีสุข, 2552)

2.4.1 สรรพคุณของน้ำมันเมล็ดมะรุม

อภิชาติ ศรีสอาด (2553) รายงานว่ามีการนำเมล็ดมะรุมมาใช้ในผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความสวยงามตั้งแต่ 1,400 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งนำมาใช้ลดริ้วรอยโดยการใช้อย่างสน น้ำมันมะรุมสด และหญ้าไซปรัส นำส่วนผสมทั้งหมดหมักรวมกัน และนำมาใช้ทุกวันเป็นประจำ น้ำมันเมล็ดมะรุมเหมาะต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ใช้ในการบำรุงผิว บำรุงผม มีสารฆ่าเชื้อและสมานแผล มีสรรพคุณในการแก้ผื่นคัน นอกจากนั้นยังมีวิตามิน เอ และซี ที่มีประโยชน์ในด้านเสริมสวย ในขณะที่เดียวกันก็สามารถนำไปปรุงอาหารเช่นเดียวกับน้ำมันมะกอกและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน น้ำมันเมล็ดมะรุมมีสรรพคุณดังนี้

1. ช่วยบำรุงรักษาผิวที่แห้งให้ชุ่มชื้น อ่อนนุ่ม และช่วยชะลอความแก่ก่อนวัยของผิว
2. ช่วยบรรเทาการเกิดสิวบนใบหน้า
3. ช่วยลดรอยจุดต่างด่างดำของผิวอันเป็นผลจากการโดนแดด หรือการเสื่อมตามวัย
4. ช่วยรักษาโรคเชื้อราตามผิวหนังเช่นโรคน้ำกัดเท้า เชื้อราตามซอกเล็บ และผิวแห้ง

เพราะเชื้อรา

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีและองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดมะรุม

คุณสมบัติ	ค่าที่ได้
Saponification value	182.9
Iodine value	66.4
Density at 20 °C (g/ml)	0.89737
Refractive Index at 20 °C	1.4670
Solidification point (pour point °C) (Method D-97)	6
Free Fatty acid (%)	Up to 2.98
Fatty acid composition (%)	
Lauric	Trace
Myristic	0.08
Pentadecanoic	Trace
Palmitic	5.45
Palmitoleic	1.48
Margaric	0.08
Margaroleic	0.05
Stearic	5.42
Oleic	72.9
Linoleic	0.76
Linolenic	0.14
Arachidic	3.39
Gadoleic	2.2
Eicosadieroic	-
Behenic	6.88
Erucic	0.14
Lignoceric	0.92

ที่มา: ดัดแปลงจากอภิชาติ ศรีสอาด, 2553

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดมะรุมและน้ำมันมะกอกบีบเย็น เป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด

กรดไขมัน	น้ำมันมะรุมบีบเย็นจากลพบุรี	น้ำมันมะกอกบีบเย็น
Myristic acid (C14:0)	0.1	<0.1
Palmitic acid (C16:0)	5.9	7.5-20.0
Palmitoleic (C14:1)	1.2	0.3-3.5
Stearic acid (C18:0)	3.9	0.5-5.0
Oleic acid (C18:1)	75.2	55.0-83.0
Linoleic (C18:2)	1.7	3.5-21.0
Linolenic (18:3)	0.2	<1.5
Stearidonic acid (C18:4)	2.7	-
Arachidic acid (C20:0)	1.7	<0.8
EPA (C20:5)	6.3	-
DHA (C22:6)	0.9	-
Nervonic acid	0.1	-

ที่มา: วนิดา จันทรเทพเทวัญ, 2553

5. ช่วยรักษาแผลสด เนื่องจากเมล็ดมะรุมนั้นประกอบไปด้วยสารฆ่าเชื้อโรคและช่วยลดการอักเสบของบาดแผลจากมีดบาด แผลฟกช้ำ แผลไฟไหม้ แผลงัดต่อย ผดผื่นและรอยถลอกอย่างรวดเร็ว

6. ลดอาการคันคันตามผิวหนัง และอาการแพ้ผ้าอ้อมของเด็กอ่อน

7.ลดอาการปวดบวมของโรคไขข้ออักเสบ

8.ช่วยรักษาแผลในปาก หรือแผลของปากนกกระจอก

9.ใช้ปรุงอาหารเช่นเดียวกับน้ำมันมะกอก แต่ดีกว่าเพราะไม่มีกลิ่นเหม็นหืนภายหลัง

10.ใช้นวดกระชับกล้ามเนื้อและบรรเทาอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี

11.ใช้นวดศีรษะ รักษาโรคเชื้อราบนหนังศีรษะ บรรเทาอาการผมร่วงง่าย และอาการคันศีรษะ

12.ช่วยถอนพิษแมลงสัตว์กัดต่อย อาการปวดและอาการบวมจะลดลงอย่างรวดเร็ว

13.บรรเทาอาการปวดเมื่อยตามข้อเข่าและขา เนื่องจากการยืนนานๆ อาการปวดตามไหล่และปวดศีรษะบรรเทาอาการโรคกระดูกไขข้ออักเสบได้ดี

14.นำมาใช้เป็นยารักษาแผลเรื้อรังแผลกดทับในผู้ป่วยโรคอัมพฤกษ์ อัมพาต อย่างได้ผล โดยใช้น้ำมันมะรุมผสมกับโลชั่นหรือครีมทาผิว แผลจะหายเร็ว

15.ใช้เป็นน้ำหล่อลื่นต่างๆ ประจำบ้าน ทำให้สิ่งของไม่เป็นสนิม

2.5 สมบัติของน้ำมัน

2.5.1 ค่าซาฟอนนิฟิเคชัน (Saponification number)

ค่าซาฟอนนิฟิเคชัน (saponification number, S.N. หรือ saponification value, S.V.) คือ จำนวนมิลลิกรัมของด่าง เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ใน ไขมัน หรือน้ำมัน (เรียกว่า ปฏิกิริยา saponification) อย่างสมบูรณ์ จำนวน 1 กรัม ได้เป็นสบู่ซึ่งเป็นเกลือของกรดไขมัน (fatty acid) สามโมเลกุล และกลีเซอรอล หรือปริมาณกรัมของด่าง (NaOH หรือ KOH) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับไขมันชนิดต่างๆ 1 กรัม ค่าซาฟอนนิฟิเคชัน (saponification number) ใช้เป็นตัวบ่งชี้ขนาดของโมเลกุล หรือน้ำหนักของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลในไขมันหรือน้ำมัน ไขมันหรือน้ำมันที่มีค่าซาฟอนนิฟิเคชันสูง แสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้ด่างเป็นจำนวนมากในการไฮโดรไลซิส ทำนองเดียวกันถ้าค่าซาฟอนนิฟิเคชันต่ำ แสดงว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนน้อย ทำให้ใช้ด่างน้อยในการทำปฏิกิริยา

2.5.2 ค่าไอโอดีน (Iodine number)

ค่าไอโอดีน (iodine number, I.N. หรือ iodine value, I.V.) เป็นการวิเคราะห์เพื่อชี้แจงจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ผสมรวมกันอยู่ในไขมันหรือน้ำมันตัวอย่าง ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันใดๆ คือจำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซึม (absorb) โดยไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลจะทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนที่มากเกินไป ไอโอดีนจะถูกดูดซึมเข้าไปที่ตำแหน่งพันธะคู่ ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในที่มืดไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มาก ไอโอดีนจะถูกดูดซึมมากหลังจากนั้นหาปริมาณของไอโอดีนที่เหลือ เพื่อคำนวณหาปริมาณไอโอดีนที่ถูกดูดซึมไป ดังนั้นค่าไอโอดีนจึงเป็นตัวชี้บ่งระดับความไม่อิ่มตัว (degree of unsaturation) ของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่รวมกันเป็นไขมันและน้ำมัน ถ้าค่าไอโอดีนสูง แสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมากและจะเกิดการหืนชนิด oxidative rancidity ได้ง่ายด้วย นอกจากนี้ไขมันที่มีค่าไอโอดีนสูง ซึ่งแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่เป็นปริมาณมากนั้น ยังเป็นดัชนีบ่งคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันชนิดนั้นด้วย น้ำมันที่มีค่าไอโอดีนสูง จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมาก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย

2.5.3 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของไขมันและน้ำมัน เป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบการขนถ่ายไขมันและน้ำมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลงเมื่อจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของไขมันและน้ำมันเพิ่มขึ้น

2.5.4 สี (Color)

สีเป็นตัวชี้บ่งคุณภาพน้ำมันของน้ำมันได้ น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารสีที่มีปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมันและวิธีการกำจัดสี โดยการฟอกสีน้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม

2.5.5 ค่าความเป็นกรด (Acid value)

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้น ค่าที่ได้เรียกว่า Acid value (A.V.) ค่า A.V. ของกรดไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน จำนวน 1 กรัมเป็นกลางพอดี ดังนั้นจึงใช้ค่า A.V. ชี้บ่งภาวะหรือระดับการหืนของไขมันและน้ำมัน ถ้าค่า A.V. สูงแสดงว่าไตรเอซิลกลีเซอรอลถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่าเกิดการหืนเนื่องจาก hydrolytic rancidity มาก วิธีชะลอการเกิดไฮโดรไลซิสของไขมันและน้ำมันทำได้โดยเก็บรักษาไขมันและน้ำมันไว้ในที่อุณหภูมิต่ำหรือในตู้เย็น ทำให้ปราศจากน้ำและจุลินทรีย์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lalas and Tsaknis (2002) ศึกษาคุณลักษณะของน้ำมันเมล็ดมะรุมโดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ การบีบเย็น (cold press) การสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และสกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์ม : เมทานอล (1:1) เปรียบเทียบกับน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ที่จำหน่ายเชิงการค้า โดยศึกษาน้ำมันเมล็ดมะรุม สายพันธุ์มะรุม Periyakulam 1 (PKM 1) ผลผลิตของน้ำมันสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้ การบีบเย็น (cold press) ร้อยละ 25.1 สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนร้อยละ 38.3 และสกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์ม : เมทานอล (1:1) ร้อยละ 41.4 ค่าความหนาแน่น 0.899, 0.909, 0.911 และ 0.915 ตามลำดับ (วัดที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส) ค่าดัชนีหักเห 1.460, 1.457, 1.459 และ 1.4620 n_D^{40} องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าสี 1.90/30.00, 0.80/35.00, 2.00/35.00 และ 0/47.00 แดง/เหลือง ตามลำดับ จุดเกิดควัน 203, 200, 206 และ 190 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความหนืด 80.00, 45.05, 56.10 และ 74.01 มิลลิพาสคาลวินาที ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด 1.94, 1.12, 1.39 และ 0.98 ร้อยละของกรดโอเลอิกตามลำดับ ค่าสะพอนนิฟิเคชัน 199.32, 188.36, 186.32 และ 188.00 มก. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมของน้ำมัน ตามลำดับ ค่าไอโอดีน 65.73, 65.58, 65.46 และ 80.01 กรัมของไอโอดีน/100 กรัมของน้ำมัน ตามลำดับ ปริมาณของกรดไขมันของน้ำมันมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรดโอเลอิก C18:1 ร้อยละ 71.60, 71.21, 71.22 และ 74.53 กรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่น ปาล์มมิติก (palmitic C16:0) ร้อยละ 6.34, 6.46, 6.36 และ 11.2 ตามลำดับ และ บีเฮนิก (behenic C22:0) ร้อยละ 6.21, 6.41, 6.28 และ < 0.01 ตามลำดับ พบปริมาณสเตอรอลในรูปแบบฟอร์ม β - sitosterol สูงถึงร้อยละ 45.58, 43.65, 44.05 และ 64.30 ตามลำดับ stigmasterol ร้อยละ 23.10, 23.06, 22.50 และ 0.60 ตามลำดับ และ campesterol ร้อยละ 15.81, 15.29, 14.60 และ 3.20 ตามลำดับ ปริมาณ tocopherols ในรูปแบบฟอร์ม α - tocopherols 5.06, 15.38, 2.42 และ 88.50 ตามลำดับ γ - tocopherols 25.40, 4.47, 5.52 และ 9.90 และ δ - tocopherols 3.55, 15.51, 12.65 และ 1.60 มก./กก. ของน้ำมันตามลำดับ น้ำมันเมล็ดมะรุมมีความคงตัวสูงต่อการหืนหรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ซึ่งการสกัดโดยการบีบเย็น (cold press) การสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน การสกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทานอล (1:1) และน้ำมันมะกอกทางการค้า ก่อนการกำจัดกัมมีค่าเท่ากับ 28.2, 31.7, 32.5, และ 7.88 ชั่วโมงตามลำดับ หลังจากการกำจัดกัม ยกเว้นน้ำมันมะกอก มีค่าเท่ากับ 16.20, 8.70 และ 14.30 ชั่วโมงตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า

น้ำมันเมล็ดมะรุมมีความคงตัวสูงต่อการเกิดออกซิเดชัน (oxidative rancidity) การสกัดด้วยวิธีคลอโรฟอร์ม : เมทานอล (1:1) มีความคงตัวสูงต่อการเกิดออกซิเดชัน (oxidative rancidity)

Abdulkarim และคณะ (2005) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำมันเมล็ดมะรุมที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายและวิธี aqueous enzymatic ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดคือ petroleum ether เอนไซม์ที่ใช้ในการสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุมมี 4 ชนิดในเชิงพาณิชย์ ดังนี้ Termamyl 120L, Type L (α -Amylase), Neutrase 0.8L (Neutral Protease), Cellucast 1.5L FG (Cellulase) และ Pectinex Ultra SP-L (Pectinase) จาก Novozyme ประเทศเดนมาร์ก พบว่า Neutrase ให้ค่าปริมาณน้ำมันสูงที่สุด องค์ประกอบกรดไขมันที่สกัดโดยตัวทำละลาย และเอนไซม์ พบกรดโอเลอิกร้อยละ 67.9 และ 70.0, กรดปาล์มมิดิกร้อยละ 7.8 และ 6.8, กรดสเตียริกร้อยละ 7.6 และ 6.5, กรดปีอินิกร้อยละ 6.2 และ 5.8 ตามลำดับ น้ำมันที่สกัดได้เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง มีสีเหลืองอ่อน 0.7R+5.9Y และ 0.7R+3.0Y สำหรับน้ำมันที่สกัดโดยตัวทำละลายและเอนไซม์ตามลำดับ มีกลิ่นคล้ายน้ำมันถั่วลิสง จุดหลอมเหลวประมาณ 19.0 องศาเซลเซียส และ 18.9 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดไขมันหลักในไตรเอซิลกลีเซอรอล วิธีการสกัดมีผลเล็กน้อยต่อปริมาณกรดไขมันในน้ำมัน น้ำมันที่สกัดทั้ง 2 วิธี พบว่าให้อัตราร้อยละขององค์ประกอบของกรดไขมันต่างกัน คุณสมบัติด้านคุณภาพ เช่น ร้อยละของกรดโอเลอิก ร้อยละของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด ค่าไอโอดีน กรดไขมันอิสระ และค่าสารที่ซาฟอนิไฟต์ไม่ได้ (unsaponifiable matter) และสี ของการสกัดน้ำมันด้วยเอนไซม์ดีกว่าการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

Anwar และคณะ (2006) ศึกษาประสิทธิภาพของการเสถียรภาพออกซิเดชันของน้ำมันพืชบางชนิดโดยการผสมกับน้ำมันเมล็ดมะรุม สกัดน้ำมันเมล็ดมะรุมด้วยวิธี soxhlet extractor โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน นำมาผสมที่อัตราส่วนร้อยละ 20, 40, 60 และ 80 ของน้ำมันเมล็ดมะรุม (MOO) เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันทานตะวัน (SFO) และน้ำมันถั่วเหลือง (SBO) วัดความคงตัวของน้ำมันด้วยเครื่อง rancimat กำหนดอัตราการไหลของอากาศ 20 ลิตรต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส น้ำมันเมล็ดมะรุมมีความคงตัวนาน 8.75 น้ำมันทานตะวัน 2.99 และน้ำมันถั่วเหลือง 3.30 ชั่วโมง เมื่อผสมอัตราส่วนระหว่าง MOO: SFO (20:80) มีความคงตัว 3.75, MOO: SFO (40:60) มีความคงตัว 5.72 MOO: SFO (60:40) มีความคงตัว 6.76 และ MOO: SFO (80:20) มีความคงตัว 7.29 ชั่วโมง และผสมอัตราส่วนระหว่าง MOO: SBO (20:80) มีความคงตัว 3.79, MOO: SFO (40:60) มีความคงตัว 5.79, MOO: SFO (60:40) มีความคงตัว 6.96, และ MOO: SFO (80:20) มีความคงตัว 7.51 ชั่วโมง ซึ่งการศึกษานี้พบว่าน้ำมันเมล็ดมะรุมมีความคงตัวสูงต่อการเกิดออกซิเดชัน

Manzoor และคณะ (2007) ศึกษาปริมาณเมล็ดมะรุมสายพันธุ์ *Concanensis* ที่สกัดจากเฮกเซน ปริมาณของน้ำมันเมล็ดมะรุมที่สกัดได้ร้อยละ 37.56-40.06 (เฉลี่ยร้อยละ 38.82) ปริมาณโปรตีน ไฟเบอร์ ความชื้น และปริมาณเถ้าที่พบร้อยละ 30.07, 6.00, 5.88 และ 9.00 ตามลำดับ น้ำมันที่สกัดได้มีค่าไอโอดีน 67.00 กรัมของไอโอดีน/100 กรัมของน้ำมัน, ดัชนีการหักเห 1.4648 (วัดที่ 40 องศาเซลเซียส) ค่าความหนาแน่น 0.8660 มก./มล. (วัดที่ 24 องศาเซลเซียส) ค่าสปอนนิฟิเคชัน 179.00 มก. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมของน้ำมัน ค่าซาฟอนิไฟต์ไม่ได้ (unsaponifiable matter) ร้อยละ 0.78 ค่าสี (1 in. cell) 1.90R+19.00Y และค่าความเป็นกรดร้อยละ 0.34 (ร้อยละกรดโอเลอิก), tocopherols (α , γ และ δ) ในน้ำมันคิดเป็น 72.11, 9.26 และ 33.87 มก./กก. ตามลำดับ ค่า specific extinctions ที่ 232 และ 270 นาโนเมตร วัดได้ 3.17 และ 0.65 ตามลำดับ ค่าเปอร์ออกไซด์และ p-anisidine ของน้ำมัน 1.75 และ 1.84 มิลลิอิกวาเลนซ์/กก. ตามลำดับ ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (rancimat) ที่อัตราการไหลของอากาศ (20 ลิตร/ชม.) อุณหภูมิ (120 องศาเซลเซียส) ผลของน้ำมันดิบที่ 10.8 ชั่วโมงและ

ลดลงถึง 8.90 ชั่วโมง หลังจากการกำจัดยางเหนียว (degumming) พบว่าน้ำมันเมล็ดมะรุมมีระดับกรดโอเลอิกสูงถึงร้อยละ 68.00 ตามด้วยกรดปาล์มมิก, สเตียริก, ปีนิค และอะราซิดิกร้อยละ 11.04, 3.58, 3.44 และ 0.79 ตามลำดับ

Abdulkarim และคณะ (2007) ศึกษาความคงตัวระหว่างการทอดแบบน้ำมันท่วมของน้ำมันเมล็ดมะรุมเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชอื่น คือ น้ำมันคาโนล่า (CLO) น้ำมันถั่วเหลือง (SBO) และน้ำมันปาล์ม (PO) การสกัดน้ำมันเมล็ดมะรุมใช้ตัวทำละลายและทำให้บริสุทธิ์รวมถึงการกำจัดยางเหนียว การฟอกสีน้ำมันดิบและการกำจัดกลิ่น เพื่อลดกรดไขมันและกำจัดสารที่ระเหยได้ กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันที่ใช้ในการทอดของน้ำมัน PO, CLO และ SBO พบกรดปาล์มมิกร้อยละ 37, 8.9, 11.3 กรดโอเลอิกร้อยละ 45.6, 57.4, 24.8 และกรดลิโนเลอิกร้อยละ 10.8, 22.8, 53.5 ตามลำดับ น้ำมันมะรุม (MoO) มีปริมาณของกรดโอเลอิกสูงถึง ร้อยละ 74.5 ของน้ำมันทั้งหมด มีกรดปาล์มมิกร้อยละ 6.1 และกรดลิโนเลอิกร้อยละ 0.7 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวทั้งหมดในน้ำมันมะรุมมีมากถึงร้อยละ 78.1 เมื่อเทียบกับน้ำมันอื่นคือ PO (ร้อยละ 46.3), CLO (ร้อยละ 58.6) และ SBO (ร้อยละ 25.1) ปริมาณที่สูงของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวในน้ำมันเป็นที่ต้องการเนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (ชนิดโอเลอิก) จะเกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ

Mani และคณะ (2007) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดด้วยตัวทำละลายของน้ำมันเมล็ดมะรุมโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง ศึกษาผลของชนิดตัวทำละลาย ขนาดอนุภาค อุณหภูมิการสกัดและเวลาของตัวทำละลายต่อผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตสูงสุดแต่ละตัวทำละลายที่ใช้มีดังนี้ เฮกเซน ร้อยละ 33.1 ปีโตรเลียมอีเทอร์ร้อยละ 31.8 ผลผลิตสูงสุดของน้ำมันเมล็ดมะรุมที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซน ขนาดอนุภาคมีความสำคัญสูงสุดต่อผลผลิตน้ำมันที่สกัดได้ตามด้วยอุณหภูมิการสกัดและเวลาของตัวทำละลายทั้งหมด มีการใช้เทคนิควิธีการเพิ่มพื้นที่ผิวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันได้ค่าที่เหมาะสมของขนาดอนุภาค 0.62 มม. อุณหภูมิการสกัด 56.58 องศาเซลเซียส และระยะเวลาของตัวทำละลาย 7 ชั่วโมง ผลผลิตของน้ำมันที่ได้สูงสุดคือร้อยละ 33.5 โดยใช้เฮกเซนเป็นสารสกัด

Rashid และคณะ (2008) ศึกษาแหล่งของไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะรุม พบข้อมูลเบื้องต้นดังนี้ ค่า kinematic viscosity ของน้ำมันมีค่า 29.63 ตารางมิลลิเมตร/วินาที น้ำมันเมล็ดมะรุมมีค่า cloud point และ pour point ที่ 18 องศาเซลเซียส และ 17 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณกรดไขมันพบสูงสุดคือกรดโอเลอิกร้อยละ 72.2

Rahman และคณะ (2009) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำมันเมล็ดมะรุม สายพันธุ์พื้นเมืองของบังกลาเทศ สกัดน้ำมันโดยใช้เฮกซ์เฮกเซน (H) ปีโตรเลียมอีเทอร์ชนิดเบา (LPE) (จุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส) และคลอโรฟอร์ม/เมทานอล (50:50) (CM) ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากพันธุ์พื้นเมืองของบังกลาเทศทั้ง 3 วิธีปริมาณร้อยละ 37.5, 35.6 และ 40.2 ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำมันเมล็ดมะรุมสายพันธุ์พื้นเมืองของบังกลาเทศยังมีปริมาณของกรดโอเลอิกสูง (C18:1) ถึงร้อยละ 74.41

Silva และคณะ (2010) ศึกษาลักษณะน้ำมันเมล็ดมะรุมและการผลิตไบโอดีเซล ทำการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนจากเมล็ดมะรุมแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง วัดค่าความเป็นกรดร้อยละ 4.0 (ร้อยละกรดโอเลอิก) ค่าความหนาแน่น มีค่าเท่ากับ 912 กก./ลบ.ม. (วัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ซึ่งการศึกษานี้พบปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยส่วนใหญ่เป็นกรดโอเลอิกร้อยละ 78