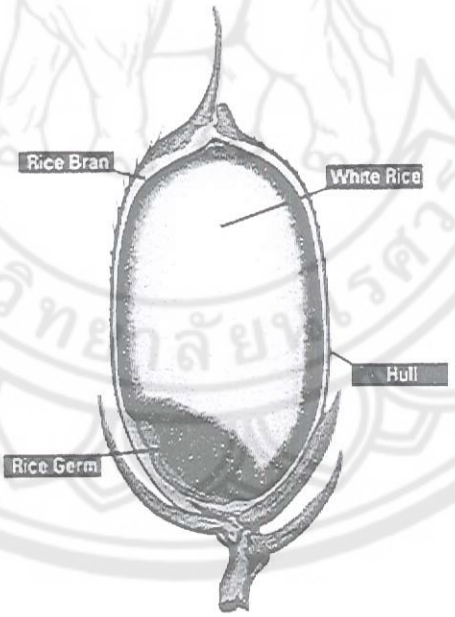
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าว

ข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* Linn. อยู่ในวงศ์ Gramineae ข้าวเป็นพืชจำพวกหญ้ามีใบยาวและบาง เส้นใบเป็นแบบขนาน ต้นเป็นลำข้อ และมีดอก ในฤดูเก็บเกี่ยวที่ปลายยอดของแต่ละข้อจะมีก้านอ่อนเล็กๆ มากกว่า 5 ก้าน แต่ละก้านจะมีเมล็ดข้าวติดอยู่เป็นแถวมีเปลือก สีน้ำตาลหุ้มเมล็ดข้างใน ถ้าเขย่าเบาๆ จะทำให้เมล็ดหลุดจากช่อ เมล็ดข้างในจะหลุดออกจากเปลือกได้โดยการตำหรือสี เมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้วทำให้สุกโดยการต้มหรือนึ่งเพื่อรับประทานเป็นอาหาร (พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน, 2525) เมล็ดข้าวประกอบด้วยเปลือกข้าว เมล็ดข้าวขาว และ รำข้าว ดังภาพ 1



ภาพ 1 องค์ประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา: Roy and Lundy, 2005

1. **เปลือกข้าว** (rice husk) หรือเรียกว่า แกลบ มีส่วนประกอบดังนี้

1.1 เปลือกใหญ่ (lemma) เป็นเปลือกหุ้มเนื้อผลด้านท้อง (dorsal side) มีขนาดใหญ่ อาจมีหางหรือไม่มีก็ได้ เปลือกใหญ่จะห่อหุ้มเปลือกเล็กไว้ทั้งสองด้านในลักษณะขบกันอยู่ข้างบนอย่างสนิทประมาณ 2/3 ของเปลือกทั้งหมดตามแนวยาวของเมล็ด

1.2 เปลือกเล็ก เป็นเปลือกหุ้มเนื้อผลด้านหลัง (ventral side) มีขนาดเล็กกว่าเปลือกใหญ่ประมาณ 1/3 ของเปลือกทั้งหมด จะขบอยู่ใต้เปลือกใหญ่ตามแนวยาว ทำให้เปลือกทั้งสองติดกันสนิท

1.3 ขน จะขึ้นบนเปลือกใหญ่และเปลือกเล็กเป็นส่วนใหญ่ อาจมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่มีขน แต่เป็นส่วนน้อย

1.4 หาง เป็นส่วนปลายของเปลือกใหญ่ที่ยาวออกมาเกินตำแหน่งของยอดดอก (apiculus) ในบางพันธุ์อาจสั้น หรือยาว หรือไม่มีก็ได้

1.5 ขั้วเมล็ด เป็นก้านสั้นอยู่ระหว่างกลีบรองเมล็ดกับเปลือกใหญ่และยังติดอยู่กับเมล็ดข้าวเปลือก

1.6 กลีบรองเมล็ด เป็นกลีบสองกลีบที่อยู่ตรงข้ามกันใต้สุดของเมล็ด (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547)

2. **เมล็ดข้าวขาว** (rice grain)

เมล็ดข้าวขาว หรือเนื้อข้าว (endosperm) มีมากที่สุดในเมล็ดข้าว แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนชั้นซับแอลิวโรน (subaleurone layer) เป็นเซลล์สองชั้น อยู่ถัดจากชั้นแอลิวโรนและส่วนที่เป็นสตาร์ชในเนื้อของเมล็ด (starchy endosperm) โดยในชั้นซับแอลิวโรนจะมีกลุ่มโปรตีนอยู่ภายในสามลักษณะคือ ลักษณะกลมใหญ่ขนาด 1-2 ไมครอน กลมเล็กขนาด 0.5-0.75 ไมครอน และเป็นผลึกติดกันขนาด 2-3.5 ไมครอน แต่ในส่วนเนื้อของเมล็ดจะมีกลุ่มโปรตีนลักษณะกลมใหญ่เท่านั้นแทรกอยู่ในระหว่างเม็ดสตาร์ช (starch granules) มีขนาด 3-9 ไมครอน ที่มีอยู่มาอัดแน่นรวมเป็นกลุ่มเม็ดสตาร์ช (compound granules) อยู่ภายในเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma cells) (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547)

3. **รำข้าว** (rice bran)

รำข้าว หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส และชั้นซับแอลิวโรน และมักจะรวมส่วนของคัพภะเข้าไว้ด้วย มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจากในกระบวนการขัดสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร โดยส่วนใหญ่ต้องการข้าวสารที่ขาวจึงขัดผิวข้าวกล้องจนถึงชั้นซับแอลิวโรนทำให้คัพภะหลุดจากเนื้อเมล็ดรวมอยู่ด้วย ดังนั้นปริมาณและชนิดของโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว โดยเริ่มนับจากการกะเทาะเปลือกข้าว

ออกไปแล้ว จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและสภาพแวดล้อม รวมไปถึงกรรมวิธีในการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้องการขัดขาว และการขัดมันเพื่อให้ข้าวสารขาวและมันวาว ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวขึ้นอยู่กับส่วนของรำที่ได้จากกระบวนการสีข้าว (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547) สามารถแบ่งรำข้าวออกเป็น 2 ส่วน คือ

รำละเอียด ได้จากการขัดขาวและขัดมัน มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีปลายข้าวละเอียดปนอยู่บ้างเล็กน้อย

รำหยาบ ได้จากขั้นตอนการสีข้าวเปลือก มีแกลบปนอยู่มากสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน ไม่สามารถใช้สกัดน้ำมันได้

โดยรำละเอียดประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 11-15 ไขมันร้อยละ 15-20 เยื่อใยร้อยละ 7-11 เถ้าร้อยละ 7-10 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 34-62 (Juliano and Hicks, 1996) สำหรับรำหยาบจะมีโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แร่ธาตุบางชนิด และวิตามินบางชนิด มากกว่ารำละเอียดยกเว้นคาร์โบไฮเดรต (Luh, 1991)

รำข้าวนอกจากจะประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ แล้ว ยังประกอบด้วยเอนไซม์ และจุลินทรีย์ โดยเฉพาะกระบวนการแปรรูปที่ไม่มีการควบคุมที่เหมาะสม และการนำมารวมกับส่วนอื่นๆ ยิ่งทำให้รำมีสิ่งเจือปนมาก ซึ่งเอนไซม์ และ จุลินทรีย์ เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียของรำข้าว โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปส โดยทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำมันในรำข้าวทำให้เกิดกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) (Luh, 1991) ทำให้เกิดการเหม็นหืน และปริมาณน้ำมันที่สกัดออกมาได้จะลดลงไปเรื่อยๆ โดยรำข้าวที่ได้จากการสีใหม่ๆ จะมีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 3 แต่เมื่อทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงกรดไขมันอิสระจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ต่อชั่วโมง และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยภายใน 1 เดือนจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงถึง ร้อยละ 60 (วราพร พงศ์ธรกุลพานิช, 2543) นั่นหมายถึงในรำข้าวมีปริมาณน้ำมันลดลง ในขณะที่การเหม็นหืนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นรำที่เก็บไว้นานๆ จึงไม่เหมาะสมในการนำมาสกัดน้ำมันรำข้าว แต่ถ้าเป็นรำข้าวนึ่งหรือรำข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้คุณภาพคงที่แล้วจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน โดยมีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระน้อยมาก

3.1 การทำให้รำข้าวมีคุณภาพคงที่ (stabilization)

หลังจากการสีข้าวแล้วรำข้าวที่เก็บไว้จะมีคุณภาพเสื่อมลงอย่างรวดเร็วและมีผลต่อปริมาณน้ำมันในรำข้าวด้วย โดยปริมาณจะลดลงเรื่อยๆ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากเอนไซม์ในรำข้าว โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปส เนื่องจากไลเปสมีผลกระทบต่อคุณภาพของรำข้าว ซึ่งเอนไซม์ไลเปสสามารถไฮโดรไลซ์น้ำมันเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันอิสระ โดยจุดประสงค์หลักของการ

ทำให้รำข้าวมีคุณภาพคงที่คือ เพื่อยับยั้งการเพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระในรำข้าว ซึ่งทำได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ หรือโดยการทำลายสภาพธรรมชาติ (denaturation) ของเอนไซม์ (มลฤดี เชาวรัตน์, 2540) การทำให้รำข้าวมีคุณภาพคงที่แบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ

3.1.1 วิธีทางเคมี (chemical stabilization)

เป็นการใช้สารเคมีในการทำลายธรรมชาติของเอนไซม์ ได้แก่ การใช้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$) ซึ่งผลของการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไฮโดรคลอริก (HCl) ในการคงสภาพของรำข้าว พบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่วิธีทางเคมีมีข้อเสียหลายข้อ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ในรำข้าวหลายตัว เช่น ทำลายไทอะมีน (thiamine) ถ้าอยู่ในรูปซัลไฟต์จะทำปฏิกิริยากับซีสเตอีน (cysteine) ได้ไธออล (thiols) และ ซัลโฟเนต (sulfonate) ทำให้ค่า iodine value ลดลง นอกจากนี้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังทำให้เกิดการผุกร่อนของเครื่องมือ และเป็นมลภาวะทางอากาศด้วย

3.1.2 วิธีทางกายภาพ (physical stabilization) วิธีทางกายภาพมี 4 วิธี ได้แก่

1) Cold storage เป็นการเก็บรักษารำข้าวที่ช่วงอุณหภูมิต่ำๆ ใกล้กับ 0 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถลดการเพิ่มของกรดไขมันอิสระได้ แต่การใช้วิธีการเก็บรักษาด้วยความเย็นนี้เมื่อนำข้าวออกสู่อุณหภูมิภายนอกเอนไซม์ไลเปสจะเริ่มทำงานทันที นอกจากนี้ถ้าจะนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมจะต้องมีระบบการถ่ายเทความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง จึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน และไม่คุ้มต่อการลงทุน

2) Storage in an inert atmosphere เป็นวิธีการใช้แก๊สเฉื่อยในการเก็บรักษารำข้าว เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ในการเก็บรักษารำข้าวที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้มีเป้าหมายเพื่อการป้องกันกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ไม่สามารถยับยั้งการเพิ่มของกรดไขมันอิสระได้ เนื่องจากไม่สามารถทำลายเอนไซม์ไลเปสได้

3) Irradiation เป็นการใช้รังสีในการเก็บรักษาข้าว เช่น รังสีแกมมา (gamma ray) ซึ่งการทำให้รำข้าวคงสภาพด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง

4) Heat stabilization เป็นวิธีการทำให้รำข้าวมีคุณภาพคงที่โดยใช้ความร้อน สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

การใช้ความร้อนแห้ง (dry heat) เช่นการอบรำข้าวที่อุณหภูมิสูงประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3-4 ชั่วโมง การให้ความร้อนด้วยวิธีนี้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปสได้บางส่วน แต่ที่สำคัญคือสามารถลดความชื้นในรำข้าวซึ่งเป็น

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มของกรดไขมันอิสระ ดังนั้นจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อสามารถควบคุมระดับความชื้นในรำข้าวหลังอบให้อยู่ระหว่างร้อยละ 3-6 โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงมีข้อควรระวังคือ รำข้าวหลังอบและน้ำมันที่สกัดได้จะมีสีเข้มและมีกลิ่นไหม้ นอกจากนี้ยังอาจเกิดการออกซิเดชันของน้ำมัน

การใช้ความร้อนชื้น เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด โดยเฉพาะการให้ความร้อนแก่รำข้าวใน moving bed ซึ่งในกระบวนการมีการเติมน้ำหรือไอน้ำระหว่างการให้ ความร้อน ยกตัวอย่างเช่น screw conveyors, fluidized bed และ extrusion cookers

จันทร์สม แก้วอุดร และ เนื้อทอง วนานุวัธ (2547) ศึกษาการทำให้รำข้าวมีความคงตัวด้วยไมโครเวฟโดยใช้รำข้าวขาวดอกมะลิ105 มาหาระดับการปรับความชื้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบด้วยไมโครเวฟ (850 วัตต์) แล้วบรรจุในถุงกระสอบถุงโพลีเอทิลีนและถุงอะลูมิเนียมฟอล์ยลามีเนตที่ปิดแบบสุญญากาศ เก็บรักษารำข้าวไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 สัปดาห์ ทดสอบการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าเปอร์ออกไซด์ การสูญเสียของโทโคเฟอรอลและโอรีซานอล พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือเมื่ออบรำข้าว 150 กรัม ปรับให้มีความชื้นร้อยละ 21 แล้วอบนาน 5 นาที รำข้าวหลังอบมีความชื้นร้อยละ 4.8 มีเปอร์เซ็นต์การไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ไลเพสเท่ากับ 1.5 รำข้าวที่ผ่านการอบและบรรจุในถุงกระสอบเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่ 15 องศาเซลเซียส มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นสูงที่สุด โดยเพิ่มจากร้อยละ 3.2 เป็นร้อยละ 17.4 และ 12.1 ส่วนรำข้าวที่บรรจุแบบสุญญากาศนั้นมีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นน้อยมาก สำหรับค่าเปอร์ออกไซด์ในรำข้าวที่บรรจุแบบสุญญากาศแล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องและที่ 15 องศาเซลเซียส นั้นเพิ่มขึ้นไม่เกิน 9.0 meq/kg เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารต้านออกซิเดชันในรำข้าวพบการสูญเสียของโทโคเฟอรอล มากกว่าโอรีซานอล ในภาชนะบรรจุทุกชนิดรำข้าวที่บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบการสูญเสียของโทโคเฟอรอลและโอรีซานอลร้อยละ 18.0 และ 16.7 ตามลำดับ โดยน้ำหนักแห้ง

3.2 สารอาหารที่มีผลต่อสุขภาพ (nutraceuticals) ที่พบในรำข้าว

นอกจากรำข้าวจะเป็นสารชีวโมเลกุลที่สำคัญแล้วยังพบว่ามีสารอาหารที่เป็นประโยชน์อีกมากมาย เช่น เยื่อใย แร่ธาตุชนิดต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม วิตามิน ได้แก่ ไนอาซิน วิตามินอี นอกจากนี้ยังมีไขมันที่มีคุณค่าและสารที่ละลายได้ในไขมัน (Perretti, et al., 2003) ในรำข้าวมีสารแกมมาโอรีซานอล (γ-oryzanols) สูง อีกทั้งยังมีสารในกลุ่มไฟโตสเตอรอล (phytosterol) กลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenol) และวิตามินอีทั้งชนิดโทโคเฟอรอล (tocopherol) และโทโคไทรอีนอล (tocotrienol) ดังตาราง 1 โดยสารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการต้าน

ออกซิเดชัน (Qureshi, Samai and Khan, 2002) ซึ่งสารต้านออกซิเดชันที่มีในรำข้าวทุกชนิดช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกาย จึงลดภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress) ที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือด โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น นอกจากนี้ในรำข้าวยังมีสารสควาลีน (squalene) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผิวหนังเมื่อรวมกับสารอาหารที่มีผลต่อสุขภาพในรำข้าว จึงช่วยบำรุงผิวหนังได้ (อรุณศรี ปรีเปรม ผดุงขวัญ จิตโรภาส และ บังอร ศรีพานิชกุลชัย, 2548)

ตาราง 1 สารอาหารที่มีผลต่อสุขภาพที่พบในรำข้าว

สารอาหารที่มีผลต่อสุขภาพ	ปริมาณ (ppm)
Phytosterol	2,230-4,400
γ-oryzanols	2,200-3,000
Tocopherol และ Tocotrienol	210-440
polyphenol	305-309
Squalene	4,000

ที่มา: Qureshi, Samai and Khan, 2002

Qureshi, et al. (2001) ศึกษาผลของสารสกัดที่ได้จากรำข้าวต่อระดับคอเลสเตอรอลในคน เปรียบเทียบกับยาลดคอเลสเตอรอลชื่อ lovastatin ในอาสาสมัคร 28 คนที่มีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูงเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าการใช้สารสกัดจากรำข้าวมีประสิทธิภาพดีในการลดระดับคอเลสเตอรอลและเปลี่ยนระดับไขมันอื่นๆ ในกระแสเลือดให้อยู่ในสัดส่วนที่ดี

Gerhardt and Gallo (1998) ทำการศึกษาในอาสาสมัครโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ระหว่างกลุ่มที่รับประทานรำข้าวเจ้ากับกลุ่มที่รับประทานรำข้าวโอ๊ตเปรียบเทียบกัน เมื่อครบ 6 สัปดาห์ พบว่ารำข้าวเจ้าและรำข้าวโอ๊ตช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและเพิ่มไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein) ทำให้ลดความเสี่ยงต่ออาการของโรคได้ จึงแนะนำให้ผู้ที่เสี่ยงต่อภาวะไขมันในเลือดสูงบริโภครำข้าวร่วมกับอาหาร

น้ำมันรำข้าว (rice bran oil)

น้ำมันรำข้าว คือ น้ำมันพืชที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวดิบ ซึ่งสกัดจากรำข้าว มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอี ในกลุ่มโทโคเฟอรอลประมาณร้อยละ 19-40 และกลุ่มโทโคไตรอีนอล ร้อยละ 51-81 และโอรีซานอลร้อยละ 90-98 ซึ่งสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 6 เท่า มีกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 18 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid : MUFA) ร้อยละ 45 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid : PUFA) ร้อยละ 37 น้ำมันรำข้าวเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดี (High Density Lipoprotein Cholesterol : HDL-C) และลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี (Low Density Lipoprotein Cholesterol: LDL-C) (Lichtenstein, et al., 1994)

1. **สารต้านออกซิเดชันที่พบในน้ำมันรำข้าว**

น้ำมันรำข้าวมีสารต้านออกซิเดชันธรรมชาติ (natural antioxidants) หลายชนิดในปริมาณมาก ซึ่งช่วยเสริมฤทธิ์กันในการต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันได้เป็นอย่างดี ดังนั้นน้ำมันรำข้าวจึงไม่จำเป็นต้องใส่สารกันหืนสังเคราะห์เหมือนน้ำมันพืชบางชนิด สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในน้ำมันรำข้าวประกอบด้วย ฟอสโฟไลฟิด (phospholipids), เซราไมด์ (ceramide), โทคอล (tocols), กรดไขมันไลโนเลอิค (linoleic acid) และกรดไลโนเลนิค (linoleic acid), วิตามิน B – complex, ไฟโตสเตอรอล (phytosterol) และ แกมมาโอรีซานอล (Raghuram and Rukmini, 1995; Sugano and Tsuji, 1996; Sugano, Koba and Tsuji, 1999)

1.1 ฟอสโฟไลปิด (phospholipids) เช่น เลซิติน (lecithin) เซฟฟาลิน (cephalin) และไลโซเลซิติน (lysolecithin) ซึ่งมีความสำคัญในการนำไปสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของเซลล์ประสาท นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันเซลล์ประสาทจากสารที่เป็นพิษและอนุมูลอิสระต่างๆ ช่วยลดความเครียด และช่วยเสริมสร้างในด้านความจำ

1.2 เซราไมด์ (ceramide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของชั้นใต้ผิวหนังช่วยทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น การเสริมสร้างเซราไมด์ให้เพียงพอ ทั้งโดยการรับประทานหรือการให้ทางผิวหนังในรูปการทาครีมหรือโลชั่นจะช่วยรักษาผิวพรรณให้สดใสเปล่งปลั่ง ปราศจากริ้วรอยเหี่ยวย่นก่อนเวลาอันควร นอกจากนี้เซราไมด์ยังมีคุณสมบัติเป็นไวท์เทนเนอร์ (whitener) ซึ่งสามารถยับยั้ง การสังเคราะห์เมลานิน อันเป็นสาเหตุให้เกิดฝ้า กระ จุดด่างดำบนผิวพรรณได้ดี และยังเป็นมอยส์เจอไรเซอร์ (moisturizer) ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว

1.3 โทคอล (tocols) วิตามินอีธรรมชาติ ในรูปของโทโคเฟอรอลและโทโคไทรอีนอล มีประโยชน์ต่อร่างกายในการสร้าง และซ่อมแซมเซลล์ต่างๆ ของร่างกายและยังช่วยทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่อโรคต่างๆ ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นเหตุสำคัญของการเกิดโรคมะเร็ง

1.4 กรดไขมันไลโนเลอิค (linoleic acid) หรือโอเมก้า 6 และกรดไขมันไลโนเลนิค (linolenic acid) หรือ โอเมก้า 3 ที่เป็นกรดไขมันจำเป็น โดยมีอยู่ประมาณร้อยละ 33

1.5 วิตามิน B - complex ช่วยให้การทำงานของระบบประสาทดีขึ้น

1.6 ไฟโตสเตอรอล (phytosterol) มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีที่ใกล้เคียงกับคอเลสเตอรอล ซึ่งพบในมนุษย์และสัตว์ โดยไฟโตสเตอรอลสามารถลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอลได้

1.7 แกมมาโอรีซานอล (γ-oryzanols) มีฤทธิ์ในการลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ทำให้ลดการตีบตันของหลอดเลือด เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต และยังมีฤทธิ์ในการลดความเครียด และรักษาอาการผิดปกติของสตรีวัยทอง นอกจากนี้ยังเป็นสารอนุมูลอิสระและยังป้องกันแสงยูวีได้เมื่อใช้รับประทานหรือใช้ทา ทำให้ผิวหนังชุ่มชื้นและต้านการอักเสบ โดยสารชนิดนี้มีความปลอดภัยสูงมาก

2. กรรมวิธีการผลิตน้ำมันรำข้าว

การสกัดน้ำมันรำข้าว คือการสกัดเอาส่วนที่เป็นไขมันออกจากรำสดที่เรียกว่าน้ำมันดิบ (crude oil) ในน้ำมันดิบมีส่วนที่เป็นน้ำมันสามารถรับประทานได้ (edible oil) กับส่วนของน้ำมันที่ไม่สามารถนำมารับประทานได้ และ ขี้ผึ้ง ดังนั้นกระบวนการในการผลิตน้ำมันรำข้าวจึงอาจแยกออกเป็นสองขั้นตอน คือ การสกัดเอาน้ำมันดิบออกมาจากรำและการนำน้ำมันดิบไปทำให้บริสุทธิ์เป็นน้ำมันที่ใช้ในการบริโภค โดยกระบวนการสกัดน้ำมันรำข้าวแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.1 การสกัดโดยวิธีบีบเย็น (cold press, mechanical pressing)

เป็นการสกัดน้ำมันด้วยวิธีธรรมชาติ โดยไม่ผ่านกรรมวิธีที่สกัดด้วยสารเคมี เป็นการนำเครื่องจักรมาใช้ในการบีบอัด คือการสกัดด้วยเครื่องไฮโดรลิก และเครื่องสกรูเพรส ในกระบวนการนี้เรียกว่า น้ำมันไม่ผ่านกรรมวิธี หรือน้ำมันบีบเย็น น้ำมันที่ได้เป็นน้ำมันพืชบริสุทธิ์ สารอาหารต่างๆ ไม่ถูกทำลายจึงมีสารอาหารครบถ้วน

2.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

2.2.1 กระบวนการสกัดน้ำมันออกจากรำข้าว

นำรำข้าวที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานที่กำหนดมาสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยตัวทำละลายที่นิยมใช้คือ เฮกเซน (hexane) และ อะซีโตน (acetone) จากนั้นนำน้ำมันที่มีตัวทำละลายไปผ่านความร้อนภายใต้สุญญากาศเพื่อกำจัดตัวทำละลายออกให้หมด แล้วนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ต่อไป

2.2.2 กระบวนการกลั่นให้เป็นน้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์

เป็นการนำน้ำมันรำข้าวดิบซึ่งมีความเป็นกรดและมีสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ไม่เหมาะต่อการบริโภคมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อทำให้น้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) การลดกรดโดยใช้ด่าง (deacidification)

เป็นการเติมด่างที่ได้จากการผสมน้ำกับโซดาไฟลงไปในน้ำมัน แล้วคนน้ำมัน และด่างอย่างรวดเร็ว โดยโซดาไฟจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระเกิดเป็นสบู่นอนอยู่ก้นถัง ซึ่งสบู่มีสิ่งเจือปนอื่นๆ ด้วย เช่น ยาง และ สารที่มีสี ดังนั้นการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ด้วยวิธีนี้จะช่วยให้น้ำมันใสและมีสีจางลงกว่าเดิม ส่วนสบู่ที่ได้จากกระบวนการนี้สามารถนำไปใช้สำหรับทำสบู่หรือเพื่ออุตสาหกรรมอื่นๆ อีกได้

2) การฟอกสี (bleaching)

หลังจากการลดกรดโดยใช้ด่างแล้วน้ำมันรำที่ได้ยังมีสีอยู่ ซึ่งจำเป็นต้องนำไปฟอกสีต่อ โดยใช้ดินฟอกสีหรือผงถ่านฟอกสี (activated carbon) เติมลงไปในน้ำมันในปริมาณที่พอเหมาะ ดินหรือผงถ่านจะดูดสีที่อยู่ในน้ำมันออก หลังจากทำการฟอกสีเสร็จเรียบร้อยแล้วกรองดินฟอกสีหรือผงถ่านออก

3) การกำจัดกลิ่น (deodorization)

การกำจัดกลิ่นเป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับแยกสารที่มีกลิ่นและรสออกจากน้ำมัน ทำโดยพ่นไอน้ำผ่านน้ำมันภายใต้สภาวะสุญญากาศ ไอน้ำจะทำหน้าที่แยกสารที่ระเหยและทำให้กลิ่นหรือรสออกไป

4) การแยกไขมันและขี้ผึ้งออกจากน้ำมัน (dewaxing)

น้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทั้งสามแล้วจะมีลักษณะเหลวและใส ถ้าหากอากาศเย็นลงน้ำมันรำข้าวนี้จะเริ่มเกิดการขุ่น ทั้งนี้เกิดจากการตกตะกอนของไขมันและขี้ผึ้ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยกไขมันและขี้ผึ้งออก โดยทิ้งน้ำมันไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด ทำให้ไขมันและขี้ผึ้งจับตัวเป็นตะกอน สามารถกรองแยกออกไปได้

2.3 การสกัดโดยใช้ของไหลวิกฤติยิ่งยวดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลาย (supercritical carbondioxide extraction, SCE)

เป็นเทคโนโลยีการสกัดโดยใช้ของไหลวิกฤติยิ่งยวดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤติยิ่งยวดเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีข้อดีคือ เป็นก๊าซเฉื่อย ไม่ไวไฟ

มีราคาถูก ง่ายต่อการจัดหา เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีกลิ่น รส และความเป็นพิษ นอกจากนั้นยังไม่มีตัวทำละลายเหลือตกค้างอยู่ในส่วนที่สกัดได้ เพราะจะกลายเป็นสถานะก๊าซที่สภาวะบรรยากาศภายหลังการสกัด ยิ่งไปกว่านั้นคาร์บอนไดออกไซด์มีอุณหภูมิ ณ จุดวิกฤติของสารค่อนข้างต่ำคือ ประมาณ 31 องศาเซลเซียส จึงไม่มีปัญหาของการสลายตัวของสารที่สกัดได้อันเนื่องจากความร้อน (สมใจ ขรชีพพันธุ์งาม และ อาทิตย์ รังษีสันติวานนท์, 2546)

เทคนิคซูเปอร์คริติคัลฟลูอิดมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ดังนี้

1. สามารถควบคุมสมบัติในการเป็นตัวทำละลายได้ โดยปรับความดันและอุณหภูมิ
2. สามารถกำจัดออกได้ง่ายโดยอาศัยสมบัติในการระเหย
3. เป็นตัวทำละลายที่ไม่เป็นพิษ
4. สามารถนำมาสกัดสารประกอบที่มีจุดเดือดสูงภายใต้อุณหภูมิต่ำ
5. สามารถนำมาสกัดสารที่ไม่ทนความร้อนภายใต้อุณหภูมิต่ำ

วราพร พงศ์ธรกุลพานิช (2543) ศึกษาการสูญเสียโทโคเฟอรอลและโอรีซานอลในแต่ละขั้นตอนของการผลิตน้ำมันรำข้าวในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนั้นยังเปรียบเทียบการวิเคราะห์ระหว่างเทคนิค reversed phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) กับ เทคนิค gas chromatography (GC) จากผลการทดลองพบว่า RP-HPLC มีประสิทธิภาพมากกว่า สะดวกและถูกต้องกว่า GC นอกจากนั้น RP-HPLC ยังสามารถวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอลได้พร้อมกับโทโคเฟอรอล ผลการวิเคราะห์น้ำมันรำข้าวพบว่ามีไอโซเมอร์สองชนิดคือ อัลฟาโทโคเฟอรอลและแกมมาโทโคเฟอรอล และพบว่าในแต่ละกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าว ปริมาณของโทโคเฟอรอลและโอรีซานอลลดลงตามลำดับ โดยโทโคเฟอรอลลดลงมากที่สุดในขั้นตอนการกำจัดกลิ่น ในขณะที่โอรีซานอลลดลงมากที่สุดในขั้นตอนการกำจัดกัมและทำให้เป็นกลาง

3. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันรำสำหรับบริโภค** (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ การชักตัวอย่าง วิธีตรวจวิเคราะห์ การบรรจุ ภาชนะบรรจุและฉลาก และการทำเครื่องหมาย ของน้ำมันรำสำหรับบริโภค

ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ น้ำมันรำ หมายถึง น้ำมัน ที่ได้จากรำข้าวโดยการบีบด้วยเครื่องจักร หรือสกัดด้วยตัวทำละลาย น้ำมันรำสำหรับบริโภค หมายถึง น้ำมันรำที่ได้ผ่านกรรมวิธี จนมีคุณลักษณะตามที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน ดังนี้

3.1 **น้ำมันรำสำหรับบริโภคต้องปราศจากตะกอนขุ่น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส** ไม่มีกลิ่นรสหืน และไม่เติมสิ่งปรุงแต่งหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นใด

3.2 น้ำมันสำหรับบริโภคต้องมีคุณลักษณะดังตาราง 2

3.3 หากมีความจำเป็นจะต้องเติมสารเจือปน (food additives) เพื่อรักษาคุณภาพของน้ำมัน ต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสียก่อน ทั้งนี้ต้องไม่ขัดกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องกำหนดอาหารที่ควบคุม กำหนดคุณภาพมาตรฐาน วิธีการผลิต และเงื่อนไขวิธีการแสดงฉลากของน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหาร

3.4 สุขลักษณะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดสุขลักษณะของอาหาร (มอก. 34-2516)

3.5 ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องสะอาด ไม่เคยใช้มาก่อน มีจุกหรือฝาปิดสนิท และต้องไม่รั่วซึม ผิวภายในของภาชนะต้องปราศจากสีหรือสารอื่นใดที่ละลายได้ในน้ำมัน

3.6 ฉลาก (label) หมายความรวมถึง ตรา เครื่องหมาย รูป รอยประดิษฐ์ หรือข้อความใดๆ คำอธิบายประกอบรูปซึ่งได้แสดงไว้ที่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุหรือหีบห่อ การแสดงฉลาก หมายความว่า การปิดหรือติดฉลากกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุหรือหีบห่อเพื่อให้ปรากฏแก่ผู้ใช้ ในฉลากที่ภาชนะบรรจุต้องมีข้อความภาษาไทย มีขนาดตัวอักษรเห็นชัดแจ้งเข้าใจง่าย และอย่างน้อยต้องมีข้อความต่อไปนี้

3.6.1 ชื่อ "น้ำมันรำ"

3.6.2 ข้อความที่แสดงว่าเป็นน้ำมันรำสำหรับบริโภค

3.6.3 ชื่อและตำบลที่ตั้งของโรงงานผู้ผลิต

3.6.4 น้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรของน้ำมันที่บรรจุเป็นหน่วยเมตริก

3.6.5 รหัสหรือวันเดือนปีที่ผลิต

3.6.6 **ถ้าเติมสารเจือปนให้ระบุชนิดและปริมาณที่ใช้**

ถ้ามีข้อความเป็นภาษาต่างประเทศรวมอยู่ด้วย ความหมายจะต้องไม่ขัดกับข้อความภาษาไทย ข้อความในฉลากต้องไม่เป็นเท็จ และต้องไม่มีข้อความโอ้อวดอันอาจจะทำให้ประชาชนหลงเข้าใจผิดในคุณภาพ

3.7 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ เมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.8 การชักตัวอย่าง ให้กระทำจากแหล่งผลิต และ/หรือแหล่งบรรจุ และ/หรือแหล่งจำหน่าย การชักตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายให้ชักตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะที่ผนึกเรียบร้อยในสภาพปกติ หากมิได้มีข้อตกลงหรือกำหนดขึ้นไว้เป็นอย่างอื่นให้พิจารณาชักตัวอย่างจากกองหน่วยน้ำมันรำสำหรับบริโภคที่ประสงค์จะทราบคุณลักษณะที่ต้องการ ตามวิธีดังต่อไปนี้

3.8.1 ถ้ากองหน่วยน้ำมันบริโภคมีขนาดภาชนะบรรจุ ชื่อ ตราหรือเครื่องหมายการค้าและอื่นๆ เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ให้ชักตัวอย่างแบบสุ่มทั้งในแต่ละหน่วยจากผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เปิดตามจำนวนในตาราง 3 นำไปตรวจสอบน้ำหนักสุทธิ หรือปริมาตรที่บรรจุน้ำหนักสุทธิเฉลี่ยแล้ว หรือน้ำหนักสุทธิของแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ สำหรับการตรวจวิเคราะห์ให้แบ่งตวงน้ำมันจากทุกตัวอย่างที่จัดเป็นกองหน่วยเดียวกันมาอย่างละเท่าๆ กัน ผสมกันอย่างรวดเร็วในภาชนะที่แห้งและสะอาด ให้ได้ปริมาณไม่น้อยกว่า 2 ลิตร

3.8.2 ถ้าภาชนะบรรจุน้ำมันเป็นถังขนาดใหญ่ตั้งแต่ 200 ลิตรขึ้นไป ให้ถือว่าถังหนึ่งๆ เป็นหนึ่งกองหน่วยน้ำมันรำ ให้ชักตัวอย่างจากถังอย่างน้อย 3 ระดับ และแบ่งน้ำมันที่ได้มาอย่างน้อย 2 ลิตร

3.8.3 แบ่งน้ำมันตัวอย่างที่ได้จากข้อ 3.8.1 หรือ 3.8.2 แต่ละตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน บรรจุขวดแก้วที่แห้งและสะอาดให้เต็ม ปิดจุกผนึกให้แน่น ปิดฉลากแสดงรายละเอียด ชื่อ ตรา เครื่องหมายการค้า สถานที่ชักตัวอย่าง ร้านชักตัวอย่าง ชื่อผู้ชักตัวอย่าง วันเดือน ปี ที่ชักตัวอย่างและอื่นๆ ตามแต่จะเห็นสมควร

3.8.4 นำน้ำมันที่แบ่งไว้ตาม 3.8.3 มาตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 1 ขวด ที่เหลือ 3 ขวด เก็บไว้เป็นหลักฐานตามแต่จะเห็นสมควร

ตาราง 2 คุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันรำสำหรับบริโภค

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีตรวจวิเคราะห์
1	น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ (water and volatile matter) ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.2	ก. 1
2	สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน (insoluble impurities) ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.05	ก. 2
3	ปริมาณสบู่ (soap content) ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 0.005	ก. 3
4	สี (colour) ใช้โลวิบอนสเกล 1 นิ้วคิดเป็น Y+5R	ไม่เกิน 20	ก. 4
5	ดัชนีหักเห (refractive index)	1.460-1.470	ก. 5
6	ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)	0.910-0.920	ก. 6
7	ค่าสปอนนิฟิเคชั่น (saponification value) มิลลิกรัมโพแทสซียมไฮดรอกไซด์ต่อ 1 กรัมน้ำมัน	180-195	ก. 7
8	สารที่สปอนนิฟายไม่ได้ (unsoponifiable matter) ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 3.0	ก. 8
9	ค่าของกรด (acid value) มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อ 1 กรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 0.6	ก. 9
10	ค่าไอโอดีน แบบวิจส์ (iodine value Wijs)	92-115	ก. 10
11	ไทเทอร์ (titre) องศาเซลเซียส	26-32	ก. 11
12	ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 10	ก. 12
13	เหล็ก มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 2.5	ก. 13
14	สารหนู มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 0.1	ก. 14
15	ทองแดง มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 0.1	ก. 15
16	ตะกั่ว มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน	ไม่เกิน 0.1	ก. 16

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516

ตาราง 3 จำนวนหน่วยน้ำมันรำที่จะชักตัวอย่าง

จำนวนหน่วยในกอง	จำนวนหน่วยที่จะชักตัวอย่าง
4 ถึง 100	4
101 ถึง 150	5
151 ถึง 300	7
301 ถึง 500	10
501 ถึง 1,000	15
1,001 ถึง 3,000	20
3,001 ถึง 10,000	25
10,001 ขึ้นไป	30

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516

แกมมาโอรีซานอล (γ-oryzanols)

โอรีซานอลมีชื่อเรียกเฉพาะว่า แกมมาโอรีซานอล ถูกค้นพบครั้งแรกในน้ำมันรำข้าว เมื่อปี ค.ศ.1954 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นชื่อ Kaneko, R. และ Tsuchiya, T. ในขณะนั้นผู้ค้นพบเข้าใจว่าเป็นสารที่มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว (Kaneko and Tsuchiya, 1954) แต่ในเวลาต่อมามีงานวิจัยต่างๆ ได้ศึกษาในรายละเอียด พบว่าโอรีซานอลเป็นกลุ่มของสารที่มีโครงสร้างทางเคมีเป็นสารประกอบเอสเทอร์ระหว่างกรดเฟอรูลิก (ferulic acid) และสเตอรอล (sterols) หรือ ไตรเทอร์พีน แอลกอฮอล์ (triterpene alcohols) ซึ่งโอรีซานอลที่พบในน้ำมันรำข้าวมีปริมาณมากกว่าวิตามินอีถึง 20 เท่า โดยปริมาณโอรีซานอลมีประมาณร้อยละ 2 ในขณะที่วิตามินอีมีประมาณร้อยละ 0.1 แต่ทั้งนี้ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวยังมีความแปรปรวนอยู่มาก เช่น การตรวจสอบปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศญี่ปุ่นมีประมาณร้อยละ 1.5-2.9 ที่อินเดียพบประมาณร้อยละ 1.5-1.9 ในขณะที่น้ำมันรำข้าวที่มีจำหน่ายในสหรัฐอเมริกามีปริมาณโอรีซานอลเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น (มลฤดี เชาวรัตน์, 2540)

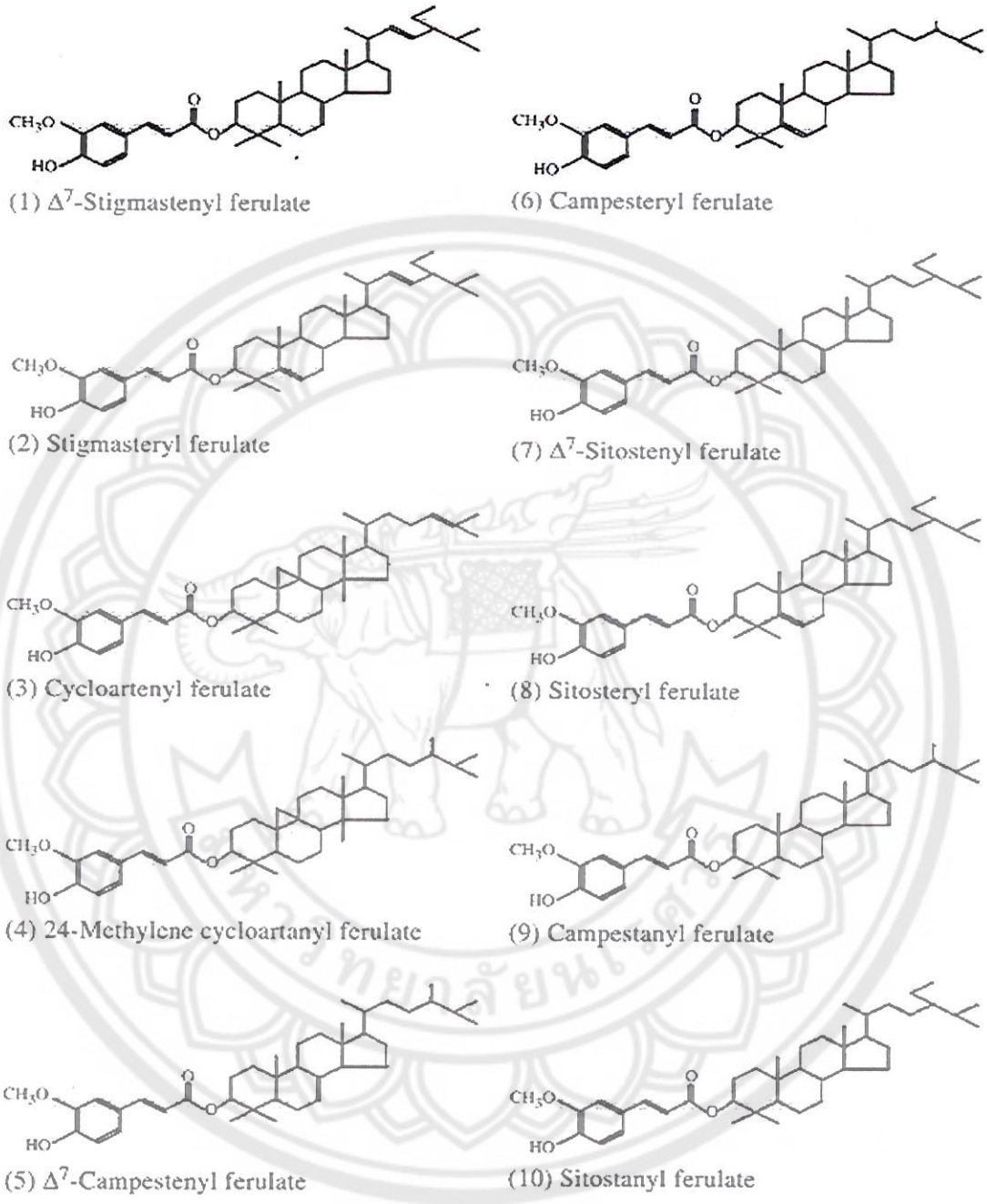
แกมมาโอรีซานอลเป็นสารที่พบได้ในรำข้าวทุกชนิด มีข้อมูลทางชีวเคมีของสารนี้ดังแสดงในตาราง 4 แกมมาโอรีซานอลเป็นสารผสมที่ทราบสูตรโครงสร้างทางเคมีแล้ว 10 ชนิด ดังแสดงใน

ภาพ 2 ได้แก่ Delta-7-stigmastenyl ferulate, stigmasteryl ferulate, cycloartanyl ferulate, 24-methylene cycloartanyl ferulate, Delta-7-campestenyl ferulate, campesteryl ferulate, Delta-7-sitostenyl ferulate, sitosteryl ferulate, campestanyl ferulate และ sitostenyl ferulate (Imsanguan, et al., 2008) ในจำนวนนี้มี 3 ชนิดที่มีความสำคัญในแง่ของการออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ได้แก่ cycloartenyl ferulate, 24-methylene cycloartanyl ferulate และ campestanyl ferulate (Xu, Hua and Godber, 2001) ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้มีประมาณร้อยละ 80 ของสารแกมมาโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (Xu and Godber, 1999) โดยเอสเทอร์ของโอรีซานอลประกอบด้วยสองส่วนสำคัญคือ ส่วนแรกเป็นส่วนมีขั้วของกรดเฟอรูลิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่ไม่เปลี่ยนแปลง อีกส่วนเป็นสารที่มี functional group เป็นแอลกอฮอล์ ได้แก่ สเตอรอล หรือไตรเทอร์พีนแอลกอฮอล์ (Rogers, et al., 1993) ซึ่งโครงสร้างมีลักษณะคล้ายคอเลสเตอรอล

ตาราง 4 ลักษณะและคุณสมบัติของสารแกมมาโอรีซานอล

สูตรโมเลกุล	$C_{40}H_{58}O_4$
มวลโมเลกุล	602.9
สี	ขาวหรือขาวเหลือง
ลักษณะ	โปร่งใส
กลิ่น	ไม่มี
การละลาย	ละลายได้ในน้ำมัน ละลายได้บ้างในตัวทำละลายอินทรีย์ ไม่ละลายน้ำ
จุดหลอมเหลว	137.5-138.5 °C
ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด	315, 291 และ 231 nm.

ที่มา: อรุณศรี ปรีเปรม ผดุงขวัญ จิตโรภาส และ บังอร ศรีพานิชกุลชัย, 2548; Kaneko and Tsuchiya, 1954



ภาพ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารแกมมาโอรีซานอล

ที่มา: Xu and Godber, 1999

1. ประโยชน์ของแกมมาโอรีซานอล

ในปัจจุบันแกมมาโอรีซานอลเป็นที่สนใจเป็นอย่างมาก มีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เครื่องสำอาง และ ทางการแพทย์ (Iqbal, Bhanger and Anwar, 2005) เช่น เชื่อว่ามีสรรพคุณที่สามารถปกป้องผิวหนังจากแสงแดด ช่วยป้องกันการเกิดริ้วรอยเหี่ยวย่นของผิวหนัง (Graf, 1992) นอกจากนี้ยังป้องกันโรคเรื้อรังที่เกิดจากการมีระดับคอเลสเตอรอลสูง (Seetharamaiah and Chandrasekhara, 1989) นอกจากนั้นผลการตรวจสอบความปลอดภัยมีการระบุอย่างชัดเจนว่าโอรีซานอลไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของยีน ไม่เป็นสารก่อมะเร็งและเนื้องอก ประโยชน์ของโอรีซานอลอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1.1 ด้านอาหาร (Das, et al., 1999)

1.1.1 เป็นสารป้องกันการเปลี่ยนสีในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะเป็นอีมัลชั่น

1.1.2 เป็นสารกันเสีย (preservative) ในอาหาร

1.1.3 เป็นสารต้านออกซิเดชันในน้ำมันพืชจึงไม่เกิดการหืน

1.2 ด้านเครื่องสำอาง (Das, et al., 1999)

1.2.1 รักษาความคงทนของสีผลิตภัณฑ์

1.2.2 ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาบน้ำเพื่อใช้รักษาโรคผิวหนังอักเสบ (atopic dermatitis) และอาการผิวหนังแห้งในผู้สูงอายุ (senile xeroderma)

1.2.3 รักษาความเหี่ยวย่นของผิวหนังในผู้หญิงสูงอายุ

1.2.4 ใช้เป็นยาทาเล็บเพื่อป้องกันเล็บเปลี่ยนสี

1.2.5 ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ทาเส้นผม เพื่อใช้เปลี่ยนสภาพสีผมจากผมสีเทาให้เป็นผมสีดำ ทั้งนี้เพราะโอรีซานอลช่วยกระตุ้นการสร้างเมลานิน

1.2.6 ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นใต้วงแขนเพื่อควบคุมกลิ่นที่เกิดจากเหงื่อ

1.3 ผลทางด้านสรีรวิทยาและเภสัชวิทยา (Seetharamaiah, Krishnakantha and Chandrasekhara, 1990; Kaneko and Tsuchiya, 1954)

1.3.1 ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมา (plasma cholesterol) ลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ และลดการดูดซึมคอเลสเตอรอล

1.3.2 ลดการรวมตัวของเกล็ดเลือด (platelet aggregation)

1.3.3 เพิ่มปริมาณการหลั่งกรดน้ำดีในอุจจาระ

1.3.4 ช่วยรักษาระบบการทำงานของสมองที่ผิดปกติ (nerve imbalance) และภาวะหลังหมดประจำเดือนที่แปรปรวน (disorder of menopause)

นพมาศ มนัสวรากุล คณิต กฤษณังกูร และ นฤมล จียโชค (2546) ได้ทำการตรวจสอบหาปริมาณสารแกมมาโอรีซานอลและวิตามินอีในข้าวไทยพันธุ์ต่างๆ จำนวน 18 พันธุ์ โดยวิเคราะห์หาปริมาณแกมมาโอรีซานอล ปริมาณวิตามินอี ปริมาณไขมันทั้งหมด และ องค์ประกอบของกรดไขมันในข้าวเจ้า 14 พันธุ์ ข้าวเหนียวดำ 2 พันธุ์ และ ข้าวเหนียวขาว 2 พันธุ์ จากผลการทดลอง พบว่า ข้าวเหนียวดำมีปริมาณแกมมาโอรีซานอลสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเหนียวขาวและข้าวเจ้าแต่มีปริมาณวิตามินอีที่ต่ำ และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า ข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาวมีปริมาณไขมันที่สูงกว่าข้าวเจ้า ดังตาราง 5 โดยพันธุ์ตะเภาแก้ว161 ที่อยู่ในกลุ่มข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวน้ำลึกมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูงที่สุด และมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำที่สุด

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ ธวัชชัย แถวถาทำ และ ดำเนิน กาละดี (2547) ศึกษาปริมาณแกมมาโอรีซานอลในผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ พบว่ารำข้าวเหนียวดำพันธุ์กำนาน มีค่าแกมมาโอรีซานอลสูงที่สุดคือ ร้อยละ 2.854 แต่ถ้าเปรียบเทียบจากความเข้มข้นของแกมมาโอรีซานอลในไขมันโดยรวม พบว่ารำข้าวเหนียวดำพันธุ์กำดอยสะเก็ดมีแกมมาโอรีซานอลในไขมันโดยรวมสูงที่สุดคือร้อยละ 20.160 ส่วนผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาตรวจสอบมีค่าของแกมมาโอรีซานอลต่ำมากเมื่อเทียบกับรำของข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยพบว่าดอกคำฝอยไม่มีแกมมาโอรีซานอลเป็นองค์ประกอบอยู่เลย นอกจากนั้น ข้าวโพด งา เมล็ดลินสีด กากเรปสีด กากฝ้าย ถั่วเหลือง และรำข้าวสาลี มีค่าแกมมาโอรีซานอลอยู่ในระดับต่ำคือ ร้อยละ 0.241, 0.007, 0.014, 0.003, 0.003, 0.001 และ 0.143 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวเหนียวดำด้วยกันแล้ว พบว่าพันธุ์กำนาน และพันธุ์กำดอยสะเก็ดมีแกมมาโอรีซานอลใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 2.854 และ 2.693 ตามลำดับ นอกจากนั้นข้าวเหนียวดำพันธุ์กำอมก๋อยมีค่าแกมมาโอรีซานอลต่ำที่สุดในบรรดาข้าวเหนียวดำคือ ร้อยละ 1.882 แต่อย่างไรก็ตามข้าวเหนียวดำทุกพันธุ์มีค่าแกมมาโอรีซานอลสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์

ตาราง 5 ปริมาณไขมันทั้งหมด แกมมาโอรีซานอล และ วิตามินอี ในข้าวพันธุ์ต่างๆ

Varieties	Type of rice as ecosystem	Fat content %	γ-Oryzanol content (μg/g crude oil)	Vitamin E content (μg/g crude oil)
Non-glutinous rice				
- Goo Muang Lauang	Upland rice	17.15 ± 0.13	1,258.33 ± 1.88	194.11
- Pathumthani1	Lowland rice	22.73 ± 0.14	1,530.95 ± 1.19	263.77
- Khao Dawk Mali105	Lowland rice	21.77 ± 0.36	1,442.99 ± 3.44	559.70
- RD15	Lowland rice	12.61 ± 0.08	1,746.71 ± 4.47	157.43
- Hawm Pitsanuloke1	Lowland rice	19.38 ± 0.24	1,423.51 ± 3.68	536.67
- RD13	Lowland rice	19.04 ± 0.38	1,812.17 ± 1.54	323.38
- Hawm Klong Luang1	Lowland rice	22.26 ± 0.18	1,327.41 ± 3.30	310.39
- Lep Nok Pattani	Lowland rice	21.65 ± 0.12	1,394.87 ± 3.78	348.32
- Nahng Phaya132	Lowland rice	22.69 ± 0.14	1,410.65 ± 1.98	452.32
- Chainat1	Lowland rice	14.83 ± 0.15	1,456.49 ± 3.44	234.00
- Tapoa Kaow161	Floating rice	20.56 ± 0.36	1,046.90 ± 2.76	284.67
- Prajinburi1	Deep water rice	21.50 ± 0.21	1,209.22 ± 3.53	167.44
- RD19	Deep water rice	20.29 ± 0.15	1,124.19 ± 1.78	237.83
- Plai Ngam Prajinburi	Floating rice	15.32 ± 0.17	1,371.02 ± 2.11	362.56
Black-glutinous rice				
- S1	Upland rice	25.65 ± 0.19	1,965.97 ± 1.66	52.86
- Kham Doi Saket	Upland rice	24.41 ± 0.24	1,890.70 ± 2.08	48.52
White-glutinous rice				
- RD6	Lowland rice	25.55 ± 0.16	1,360.09 ± 4.45	244.62
- Nahng Chalawng	Floating rice	23.14 ± 0.37	1,063.15 ± 2.73	276.24

ที่มา: นพมาศ มนัสวรากุล คณิต กฤษณังกูร และ นฤมล จียโชค, 2546