

การผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์¹

Production of Pure Rice Bran Wax

สายสนม ประดิษฐ์ดวง เนื่อทอง วานานุวัธ และ มณี แสงเงิน²

Saisanom Praditdoug, Nuatong Vananuvat and Manee Saeng nger

ABSTRACT

Rice bran wax is a source of natural waxes and is considered as a waste from rice bran oil industries. Recovering of rice bran waxes by fractionally crystallization with solvents will be useful in making wax emulsion, this will add up value to rice industries. Preparation of the pure rice bran wax was carried out by using two different solvent methods. Yields as well as physical and chemical properties of the waxes were determined. The results showed that the use of benzene as the solvent gave 7 - 8% wax compared to 17 - 18% yield when purifying first with hexane and subsequently crystallized with isopropanol at 5°C. Both samples of waxes produced were quite hard and dry but the color varied from brown to tan. Their physical and chemical properties were similar and met the wax specification of the U.S.F.D.A. approval for food uses. Their properties were also very much similar to those of carnauba wax which is widely used in the industries.

บทคัดย่อ

ไขรำข้าวเป็นแหล่งไขมันธรรมชาติที่จำเป็นต้องกำจัดออกจากกระบวนการผลิตน้ำมันรำและเป็นของเหลือทิ้งที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ การนำไขรำข้าวมาใช้ประโยชน์จึงนับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรมข้าวได้อีกทางหนึ่ง การผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์จะทำได้โดยการแยกส่วนผลึกไขด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ การศึกษาการผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์นี้ทำการผลิตไขรำข้าวสองวิธีคือการใช้เบนซีนและการใช้เฮกเซน

ร่วมกับไอโซโพรพานอล แล้วหาปริมาณและศึกษาสมบัติของไขรำข้าวที่ผลิตได้จากผลการศึกษา พบว่าปริมาณไขรำข้าวที่ได้จากเบนซีนมีอยู่ร้อยละ 7 - 8 มีลักษณะเป็นไขแข็งสีน้ำตาลเข้ม ส่วนไขที่ผลิตด้วยเฮกเซนร่วมกับไอโซโพรพานอลจะได้ร้อยละ 17 - 18 มีลักษณะเป็นไขแข็งสีนวล ส่วนสมบัติทางกายภาพและเคมีของไขที่ผลิตได้จากทั้งสองวิธีจะใกล้เคียงกันและมีคุณภาพอยู่ในขอบข่ายของสมบัติไขที่อนุญาตให้ใช้กับอาหารได้ อีกทั้งยังมีสมบัติใกล้เคียงกับไขคาร์นูบาซึ่งเป็นไขที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

¹ งานวิจัยในโครงการการนำไขรำข้าวมาใช้ประโยชน์

Research work of the project on the Utilization of rice bran wax.

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agro - Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

คำนำ

ไขรำข้าว (rice bran wax) เป็นแหล่งไขมันธรรมชาติที่พบอยู่ในรำข้าวที่จำเป็นต้องขจัดสีออกในกระบวนการสีข้าว เมื่อนำรำข้าวมาผลิตเป็นน้ำมันบริโภคโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนไขดังกล่าวจะถูกสกัดปนมากับน้ำมันรำข้าวดิบ (crude rice bran oil) จำเป็นต้องกำจัดออกไปในกระบวนการรีไฟน์เนื่องจากจะทำให้ไขมันข้นเมื่อกระทบอากาศเย็น โดยถูกกำจัดออกในขั้นตอนการขจัดไข (dewaxing หรือ winterization) ซึ่งใช้วิธีลดอุณหภูมิและทำให้ไขรำข้าวตกผลึกแยกออกมาพร้อม ๆ กับพวกไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูง สารที่ได้เรียกรวม ๆ ว่าไข ปริมาณไขที่พบจะมีร้อยละ 4 (Ramakrishna *et al.*, 1987) ถึง 4.8 (Sah *et al.*, 1983) ไขที่กำจัดออกนั้นจัดเป็นส่วนเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำมันรำข้าว ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ถึง 6 โรง และมีรายงานว่าในปี พ.ศ. 2527 ได้ใช้รำข้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันรำรวมทั้งสิ้น 114,000 ตัน (เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร เล่มที่ 41, 2528) ซึ่งในรำข้าวจะสกัดน้ำมันออกมาได้ร้อยละ 15 - 20 จากจำนวนรำข้าวดังกล่าวจะได้น้ำมันรำดิบถึง 17,100 - 22,800 ตัน ซึ่งจะมีปริมาณไขรำข้าวอยู่ถึงประมาณ 680 ตัน ที่ทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ประกอบกับไขธรรมชาติสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายทั้งในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อใช้เคลือบ หรือผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ยา และอื่น ๆ อีกมาก จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงพยายามที่จะนำส่วนเหลือทิ้งดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว ซึ่งเป็นพืชคู่บ้านคู่เมือง คุ้นเคยจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

การผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์

วัตถุดิบที่จะเป็นส่วนที่ได้จากการขจัดไขจากน้ำมันรำดิบ ซึ่งจะตกผลึกอยู่กันดังที่ยังมีน้ำมันและ

สารอื่น ๆ ปะปนอยู่ (tank settlings) ส่วนวิธีการจะแตกต่างกันไป Kisuta (1953) รายงานไว้ว่าได้นำวัตถุดิบจำนวน 219 ลิตรมาล้างด้วยเฮกเซน 60 ลิตร 6 ครั้ง ได้ไขรำข้าวบริสุทธิ์จำนวน 7.1 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีรายงานการผลิตไขรำข้าวด้วยวิธีต่าง ๆ ในเชิงเปรียบเทียบ (Cousins *et al.*, 1953) วิธีแรกนำวัตถุดิบมาเติมเอซีโตน แล้วแยกส่วนที่ไม่ละลายออกมาทำการไฮโดรไลส์ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 177°C. นาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาแยกไขรำข้าวให้บริสุทธิ์โดยการแยกส่วน (fractionation) ด้วยไอโซโพรพานอล (isopropanol) วิธีที่สองทำเช่นเดียวกันแต่แยกส่วนที่ไม่ละลายในเอซีโตนมาสะพอนิฟิเคชัน (saponification) แล้วจึงแยกส่วนด้วยไอโซโพรพานอล วิธีที่สามนำวัตถุดิบมาทำการไฮเดรชัน (hydration) เพื่อกำจัดฟอสฟาไทด์ออกเสียก่อนแล้วล้างด้วยเอซีโตนแล้วจึงแยกส่วนด้วยไอโซโพรพานอล วิธีที่สี่นำวัตถุดิบที่ผ่านการขจัดฟอสฟาไทด์มาล้างด้วยอีเทอร์แล้วจึงแยกส่วนด้วยไอโซโพรพานอล วิธีสุดท้ายผลิตโดยการแยกส่วนด้วยไอโซโพรพานอลอย่างเดียว จากทั้งห้าวิธีการนี้ปริมาณไขรำข้าวบริสุทธิ์ที่ได้จะมีปริมาณใกล้เคียงกันคือร้อยละ 13.7 - 8.3 ส่วนสมบัติทางกายภาพและเคมีของไขมีค่าใกล้เคียงกัน

Yoon and Rhee (1982) ได้รายงานการแยกไขรำข้าวเพื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบ โดยนำวัตถุดิบมาจัดส่วนที่ปะปนมาด้วย methyl ethyl ketone แล้วนำส่วนที่ไม่ละลายไปทำแห้งภายใต้สุญญากาศ แล้วจึงแยกส่วนด้วยไอโซโพรพานอลจะได้ไขสองส่วนคือไขแข็งและไขนุ่มซึ่งจะมีองค์ประกอบต่างกัน และมีจุดหลอมเหลวต่างกันด้วย

สมบัติและองค์ประกอบของไขรำข้าว

ไขรำข้าวจะมีลักษณะเป็นของแข็งแข็งเป็นผลึกเล็กน้อย มีสีนวลจนถึงน้ำตาลเข้มคล้ายกับไขคาร์นุบา (carnuba wax) เป็นไขที่มีจุดหลอมเหลวสูงอยู่ใน

ช่วง $75.3 - 79.9^{\circ}\text{C}$. มีค่าไอโอดีน $11.1 - 17.6$ ปริมาณกรดไขมันอิสระร้อยละ $2.1 - 7.3$ ค่าสะพอนิฟาย $56.9 - 104.4$ ปริมาณสารที่สะพอนิฟายไม่ได้จะมีร้อยละ $55.1 - 67.0$ (Cousins *et al.*, 1953) ส่วนสมบัติของไขรำข้าวที่ FDA ยอมรับและอนุญาตให้ใช้เป็นส่วนผสมของสารที่ใช้กับอาหารได้นั้นจะต้องมีสมบัติดังนี้คือ จุดหลอมเหลว $76-78^{\circ}\text{C}$. ปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 10 ค่าไอโอดีนไม่เกิน 10 ค่าสะพอนิฟาย $75 - 120$ และปริมาณส่วนที่ไม่สามารถสะพอนิฟายได้ร้อยละ $39 - 57$ (Bennett, 1975) และอนุญาตให้ใช้ได้สูงสุดไม่เกิน 50 ppm ในส่วนที่ใช้เคลือบลูกกวาดลูกอมและเคลือบผิวผักและผลไม้ให้ใช้เป็น plasticizer ในผลิตภัณฑ์หมากฝรั่งได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 (Lasztity, 1971)

ไขรำข้าวส่วนใหญ่เป็นเอสเทอร์ของแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลสูง คือ myricyl alcohol กับกรดไขมัน tetracosanoic acid และยังมีเอสเทอร์ของไขมันทั้งที่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัวอื่น ๆ ปริมาณเล็กน้อย (Bennett, 1975) นอกจาก myricyl alcohol แล้วการศึกษาองค์ประกอบของไขรำข้าวโดยใช้วิธี Gas chromatography ยังพบว่าไขรำข้าวประกอบด้วย lignoceryl alcohol, และ ceryl alcohol ส่วนกรดไขมันเป็นพวก behenic, lignoceric และ cerotic นอกจากนี้ยังพบสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนอะตอม 29 และ 31 ปะปนอยู่ด้วย ส่วนของไขมันที่แยกได้พบว่ามีกรดลอริก (lauric acid) เป็นส่วนประกอบด้วย (Yoon and Rhee, 1982)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ คือส่วนเหลือทิ้งจากการขจัดไขของกระบวนการรีไฟน์น้ำมันรำเพื่อบริโภค ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งเหลว เข้มสีน้ำตาล มีกลิ่นรำข้าว

2. ตัวทำละลาย ได้แก่ เบนซีน เฮกเซน และไอโซโพรพานอล
3. เครื่องเหวี่ยงแยกตะกอน (Basket centrifuge)
4. เครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ (Rotary vacuum evaporator)
5. เครื่องแก้ว และสารเคมีต่าง ๆ เพื่อใช้ศึกษาสมบัติไขรำข้าวที่ผลิตได้

วิธีการ

1. การแยกสารช่วยกรองออกจากวัตถุดิบ นำตัวอย่างวัตถุดิบมาหลอมละลายและกวนเบา ๆ ตลอดเวลา แล้วจึงกรองขณะร้อนผ่าน sintered glass funnel หาปริมาณของสารช่วยกรอง
2. ผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์โดยใช้เบนซีนผสมวัตถุดิบกับเบนซีนในอัตราส่วน 1 : 3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) กวนให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 20 ชั่วโมง เพื่อให้ส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ละลายรวมตัวกัน รินส่วนใสออกแล้วจึงนำไปเหวี่ยงแยกไขออก ทำซ้ำสองครั้ง เบนซีนที่เหวี่ยงแยกได้นำไปกลั่นกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหาปริมาณของไขบริสุทธิ์และนำไปศึกษาสมบัติต่าง ๆ ต่อไป
3. การผลิตไขรำข้าวบริสุทธิ์โดยใช้เฮกเซนร่วมกับไอโซโพรพานอล นำวัตถุดิบมาหลอมละลายในเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 2 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 80°C . แล้วนำไปทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 5°C . เป็นเวลา 2 ชั่วโมงให้ส่วนไขตกผลึกแล้วจึงนำไปเหวี่ยงแยกผลึกไขออก ล้างไขด้วยเฮกเซนเย็น (5°C .) ในอัตราส่วนเท่าเดิม เหวี่ยงแยกผลึกไขแล้วจึงนำไปละลายในไอโซโพรพานอลในอัตราส่วน 1 : 2 เช่นเดียวกันทำการกลั่นกลับที่อุณหภูมิ $80 - 90^{\circ}\text{C}$. พร้อมกับกวนตลอดเวลา

นาน 15 นาที ทั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ไขตก ผลึกจึงเหวี่ยงแยกผลึกไข ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งผลึกไขให้แห้ง หาปริมาณไขบริสุทธิ์ที่ผลิตได้ ทั้งเฮกเซนและไอโซโพรพานอลที่นำไปกลั่นกลับมาใช้ได้อีก

4. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของไขรำข้าวที่ผลิตได้

4.1 วัตถุประสงค์หลอมเหลว (m.p.) โดยเครื่องหาจุดหลอมเหลวของ Gallenkamp

4.2 วิเคราะห์ค่าไอโอดีน (IV) โดยวิธีของ Cousins *et al.* (1953)

4.3 ไทเทรตหาค่าความเป็นกรด (AV) โดยวิธีของ Cousins *et al.* (1953)

4.4 หาค่าเอสเทอร์โดยวิธีของ Cousins *et al.* (1953)

4.5 หาค่าสะพอนิฟิเคชัน (SN) โดยวิธีของ Cousins *et al.* (1953)

4.6 หาปริมาณสารที่ไม่ถูกสะพอนิฟาย

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการแยกสารช่วยกรองพบว่าวัตถุดิบที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันมีสารช่วยกรองที่ใช้ในการแยกไขปะปนมาร้อยละ 11 เนื่องจากการแยกไขที่ทำในโรงงานผลิตน้ำมันรำข้าวผ่านกรรมวิธีอาจใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกันออกไป ถ้าไม่ใช้สารช่วยกรองก็จะลดขั้นตอนนี้ได้

2. ลักษณะและปริมาณไขรำข้าวบริสุทธิ์ที่ผลิตได้โดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกันดังแสดงใน Table 1 and Figure 1. จะเห็นว่าปริมาณผลผลิตของไขบริสุทธิ์จากวิธีที่สองได้มากกว่าวิธีแรกหนึ่งเท่า เพราะในการใช้เบนซีนเพื่อกำจัดน้ำมันและสารอื่นที่ละลายได้ในเบนซีนออกไปนั้นจะมีผลึกไขบางส่วนละลายออกไปด้วยเนื่องจากทำที่อุณหภูมิห้องซึ่งค่อนข้างสูง (ประมาณ 30°C.) ประกอบกับการตกผลึกของไขในเบนซีนนั้นได้ผลึกที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดมากและเบาทำให้สูญเสียไปในขั้นของการแยกตัวทำละลายและ

Table 1 Yield and Characteristics of pure rice bran wax from two solvent methods.

Purification method	Yield of pure wax (%)	Characteristic of wax before and after melting
Benzene	7 - 8	Greyish powder, dark brown liquid when melted and after cooling it became hard dark brown wax, glossy and odorless.
Hexane and Isopropanol	16 - 17	Whitish powder, yellowish liquid when melted and after cooling it became hard soft brown wax, glossy and odorless.

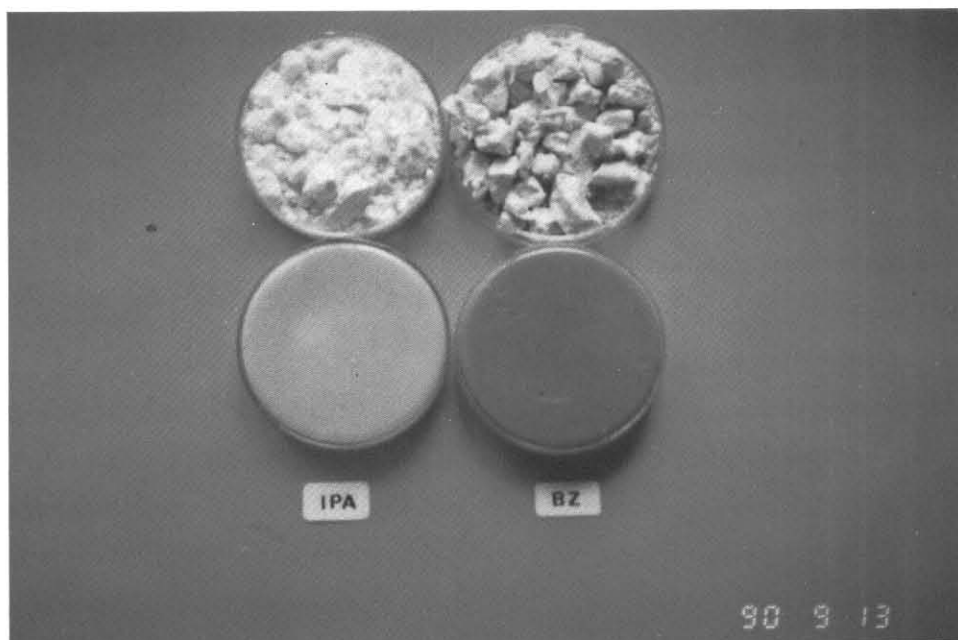


Figure 1. Rice bran wax color from two solvent methods.

การกรอง และการที่มีผลึกขนาดเล็กนี้ทำให้เสียเวลา
มาก แต่การผลิตไขบริสุทธิ์โดยใช้เฮกเซนร่วมกับ
ไอโซโพรพานอลนั้นทำให้อุณหภูมิต่ำทำให้ได้ผลึกขนาด
ใหญ่กว่าจึงไม่เกิดปัญหาลอยปนออกไปกับเฮกเซนและ
ในขั้นการแยกผลึกไขออกจากไอโซโพรพานอลก็สา-

มารถทำได้ง่ายโดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอม
เหลวของไขรำข้าวก็จะแยกได้ ในด้านสมบัติของสี
ไขรำข้าวที่ผลิตโดยวิธีที่สองก็ดีกว่าด้วย

3. คุณสมบัติของไขรำข้าวที่ผลิตได้ ดังแสดง
ใน Table 2

Table 2 Some Properties of pure rice bran wax from two solvent methods.

Properties	Purification method	
	Benzene	Hexane and Isopropanol
Melting point (°C)	76 - 84	76 - 84
Iodine value	9	5
Acid value	0.5	0.4
Ester number	84.5	72.5
Saponification number	85	73
Unsaponifiable matter	58.9	54.9

จะเห็นว่าสมบัติของไขรำข้าวที่ผลิตจากสองวิธี มีจุดหลอมเหลวเท่ากันและมีค่าความเป็นกรดต่ำมาก ส่วนสมบัติทางเคมีอื่น ๆ นั้นพบว่าไขที่ผลิตด้วยเฮกเซน ร่วมกับไอโซโพรพานอลนั้นจะมีค่าต่ำกว่า การมีค่าไอโอดีนต่ำกว่าจะช่วยให้มีความคงตัวในการเก็บรักษา และจากค่าสเปกโทรนิฟิเคชันแสดงว่าเอสเทอร์ของไขที่ผลิตโดยวิธีนี้มีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าวิธีที่ใช้เบนซีน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับคุณภาพของไขที่ F.D.A. (Bennett, 1975) อนุญาตให้ใช้ได้ ในอาหารแล้วไขรำข้าวที่ได้นี้อยู่ในขอบข่ายที่สามารถนำไปใช้ได้

เอกสารอ้างอิง

- เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร 2528. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เลขที่ 41, มิถุนายน 2528.
- Bennett, H. 1975. Industrial waxes. vol I & II Chemical Publishing Company, Inc. New - York.
- Cousins, E.R., S.P. Fore, H.J. Janssen and R.O. Feuge. 1953. Rice bran oil. VIII. Tank settlings from crude rice bran oil as a source of wax. The JAOCS. 30 (1) : 1 - 14.
- Kitsuta, K. 1953. Preparation of pure rice wax and dewaxed rice oil from rice polishing, crude rice oil or rice wax. in Chem. Abs. vol. 47 p. 3013.
- Lasztity, R. 1971. Rice bran wax recovery and Utilization. Paper ID/W.G. 89/10, Interregional seminar on the industrial processing of rice, Madras, India, 1971. U.N. Ind. Dev. Drg. Vienna. 31 p.
- Ramakrishna, P., K.U.L. Venkatesh, T.C. Poornima and B. Manchar. 1987. Effect of wax content on flow properties of rice bran oil. The JAOCS. 64 (6) : 859 - 861.
- Sah, A., B.K.D. Agrawal and L.S. Shukla. 1983. A New Approach in Dewaxing and Refining Rice Bran Oil. The JAOCS. 60 (2) : 298 - 302.
- Yoon, S.H. and J.S. Rhee. 1982. Composition of waxes from crude rice bran oil. The JAOCS. 59 (12) : 561 - 563.