โปรตีนรำข้าว

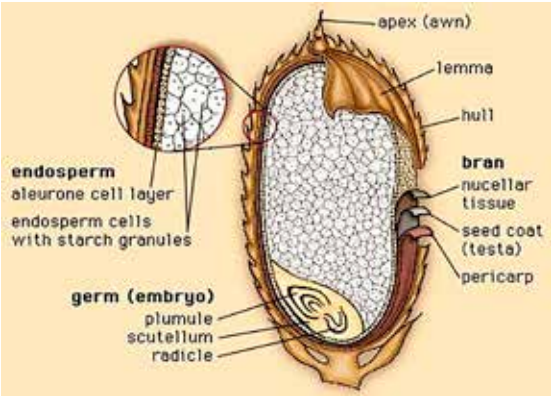
Rice bran protein

ดร.ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม (Dr. Ladda Sangduean Wattanasiritham)

ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร (Department of Food Chemistry and Physics)
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)

คำนำ

ประเทศไทยมีผลผลิตข้าวเปลือกประมาณ 30 - 38 ล้านตันต่อปี มีปริมาณรำข้าว ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการขัดสีข้าวกล้อง (brown rice) ไปเป็นข้าวขาว (white rice, milled rice) ประมาณ 1-2 ล้านตันต่อปี ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ประมาณ 15% ของรำข้าวทั้งหมดนำมาใช้สกัดเป็นน้ำมันเพื่อบริโภค ปกติไม่นิยมบริโภครำข้าว เนื่องจากมีไฟเบอร์สูงและมีส่วนของเปลือกข้าวติดมาด้วย (Luh *et al*., 1991) องค์ประกอบของรำข้าวประกอบด้วย เปลือกหุ้มผล (pericarp) เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ชั้นเยื่อโปร่งใส (nucellus tissue) ชั้นแอลิวโรนหรือเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone cell layer) คัพภะ (germ) และเนื้อเมล็ด (endosperm) ปนอยู่ด้วยเล็กน้อย (รูปที่ 1) รวมทั้งมีส่วนของแกลบหรือปลายข้าวปะปน ส่วนประกอบของรำข้าวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับทั้งปัจจัยจากเมล็ดข้าว เช่น ขนาด รูปร่าง ความหนาของชั้นต่าง ๆ ที่อยู่ด้านนอก ความแข็ง ความทนทานของเมล็ดข้าวต่อการแตกหักและการขัดสี รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิต เช่น วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ และสภาวะในการขัดสี รำข้าวเป็นแหล่งของสารอาหารต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น โปรตีน ไขมัน วิตามิน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุ (Juliano, 1985) องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 องค์ประกอบของเมล็ดข้าว
ที่มา: ดัดแปลงจาก Britannica and Edwards (1996)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว (ที่ความชื้น 14%)

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปรตีน (ร้อยละ)	12.0 - 15.6
ไขมัน (ร้อยละ)	15.0 - 19.7
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	7.0 - 11.4
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	34.1 - 52.3
เถ้า (ร้อยละ)	6.6 - 9.9
แคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	0.3 - 1.2
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	5.0 - 13.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	11.0 - 25.0
ไฟติน ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	9.0 - 22.0
ซิลิกา (มิลลิกรัม/กรัม)	6.0 - 11.0
สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	43.0 - 258.0
ไทอะมีน (ไมโครกรัม/กรัม)	12.0 - 24.0
ไรโบฟลาวิน (ไมโครกรัม/กรัม)	1.8 - 4.3
ไนอะซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	267.0 - 499.0

ที่มา: ดัดแปลงจาก Juliano (1985)

โปรตีนในรำข้าว

รำข้าวมีโปรตีนมากรองจากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน จากการศึกษาพบว่าโปรตีนจากรำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูงเมื่อเทียบกับโปรตีนจากธัญพืชอื่น เป็นโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ ต่อต้านการเกิดมะเร็ง (Helm and Burks, 1996; Shoji *et al.*, 2001) โปรตีนเป็นองค์ประกอบสำคัญในสิ่งมีชีวิตทำหน้าที่เฉพาะทางชีวภาพ โปรตีนในรำข้าวมี 2 ลักษณะ คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่ทางชีวภาพ ได้แก่ เอนไซม์ (enzyme) และโปรตีนที่ไม่ทำหน้าที่ทางชีวภาพ คือ โปรตีนสะสม (storage protein) เอนไซม์ในรำข้าวประกอบด้วย เอนไซม์ไลเปส อะไมเลส คะทาเลส แอสคอบิกแอซิดออกซิเดส ไซโตโครมออกซิเดส ไลพอกซีจิเนส โพลีฟีนอลออกซิเดสดีไฮโดรจิเนส และเอสเทอเรส (Ramezanzadeh *et al.*, 1999) ในบทความวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะโปรตีนสะสมซึ่งเป็นโปรตีนส่วนใหญ่ที่มีในรำข้าว คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของโปรตีนนี้มีบทบาทความสำคัญต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในการนำไปใช้ประโยชน์

โปรตีนสะสมจะถูกเก็บในรูปของไนโตรเจน คาร์บอน และซัลเฟอร์ สะสมภายในเซลล์ของเมล็ดเรียกว่า โปรตีนบอดี (protein bodies, PBs) (Shewry and Casey, 1999) PBs มีรูปร่าง 2 แบบ คือ รูปร่างทรงกลม (spherical) และรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) ซึ่งสะสมระหว่างการเจริญเป็นเมล็ด PBs ทรงกลมอยู่ในไซโตพลาสซึมและเกาะอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ขณะที่ PBs รูปทรงไม่แน่นอนจะอยู่ในแวคคิวโอ (vacuole) PBs เหล่านี้ พบในชั้นซับแอลิวโรน (subaleurone) รำข้าวที่ได้จากการขัดสีข้าวจะมีองค์ประกอบของชั้นซับแอลิวโรนแตกต่างกันขึ้นกับระยะเวลาการขัดสี รำข้าวเป็นแหล่งโปรตีนหลักในเมล็ดข้าว ถ้าใช้เวลาในการขัดข้าวนานบริเวณชั้นซับแอลิวโรน ซึ่งเป็นชั้นที่สะสมของโปรตีนจะถูกขัดออกมามากขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนใน

เมล็ดข้าว (endosperm) ลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาการขัดสีข้าว (Schramm *et al.*, 2007)

การจำแนกชนิดโปรตีนในรำข้าว

รำข้าวประกอบด้วยโปรตีน 4 ชนิด ได้แก่ อัลบูมิน (albumin) กลอบูลิน (globulin) กลูเตลิน (glutelin) และโพรลามิน (prolamin) โดยแบ่งตามคุณสมบัติการละลายของโปรตีน อัลบูมินละลายในน้ำ กลอบูลินละลายในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ กลูเตลินละลายในสารละลายด่าง และโพรลามินละลายในอัลกอฮอล์ สัดส่วนปริมาณโปรตีนแต่ละชนิดในรำข้าวแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ข้าว ดังตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีนแต่ละชนิดแตกต่างกันนอกจากขึ้นกับพันธุ์ข้าวแล้วยังขึ้นกับวิธีในการสกัดอีกด้วย

อัลบูมิน

อัลบูมินในเมล็ดข้าวมี 2-6% และรำข้าวมี 24 - 39% ของโปรตีนทั้งหมด มีลักษณะเหมือนอัลบูมินจากแหล่งอื่น ละลายในน้ำได้ เนื่องจากมีประจุรวมเพียงพอและขาดการเชื่อมกันของพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide cross-linking) ทำให้ไม่เกิดการรวมกลุ่ม (aggregation) แต่จะเกิดการรวมกลุ่มเมื่อได้รับความร้อน น้ำหนักโมเลกุลของอัลบูมินจากเมล็ดข้าวเท่ากับ 10-200 kDa ส่วนอัลบูมินจากรำข้าวมีน้ำหนักโมเลกุล 100 kDa หรือน้อยกว่า ในกลุ่มโปรตีนสะสมในข้าว อัลบูมินเป็นโปรตีนที่มีสมบัติทางชีวภาพสูงที่สุด โดยสามารถดูดซึมและใช้ประโยชน์ในร่างกายได้สูงที่สุด (Mawal *et al.*, 1987) และจากการวิจัยพบว่า อัลบูมิน จากรำข้าวมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าโปรตีนกลอบูลินและกลูเตลิน (Wattanasiritham *et al.*, 2016)

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีนรำข้าวแต่ละชนิด (%) ในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ

Cultivar	Albumin	Globulin	Prolamine	Glutelin
Spanish	26.5	13.6	1.8	24.0
Bengal	34.7	17.4	6.7	11.9
Cypress	33.0	13.7	7.8	9.7
Della	32.2	13.5	5.7	10.4
Mars	39.5	17.0	5.3	12.1
Maybelle	33.4	12.8	5.9	14.7
Toro-2	30.2	14.3	5.3	6.6
Hitimebore (Japanese rice bran)				
By different extraction methods:				
	24-39	27-30	1-3	33-42

ที่มา: Betschart *et al*. (1977), Hamada (1997), Adebiyi *et al*. (2009)

กลอบูลิน

รำข้าวมีกลอบูลิน 13-30% ของโปรตีนสะสมทั้งหมด เป็นโปรตีนที่มีซัลเฟอร์สูง ซีสตีนและเมทไทโอนีนสูงปานกลาง ไม่มีไลซีน ละลายได้ดีในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ประกอบด้วยสายโพลีเปปไทด์น้ำหนักโมเลกุล 25 และ 16 kDa กลอบูลินจากรำข้าวเมื่อย่อยด้วยเอนไซม์เปปซินจะได้เปปไทด์ 19 เปปไทด์มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ

และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 0.67-3.6 kDa เปปไทด์ที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมีไทโรซีนอยู่ตำแหน่งปลายด้าน N-terminal (Adebiyi *et al.,* 2009)

โพรลามิน

โพรลามินเป็นโปรตีนที่ละลายในเอทธานอลความเข้มข้น 60-70% ไม่ละลายในน้ำหรือละลายได้น้อยมาก แต่ละลายได้ในสารละลายกรดหรือด่าง รำข้าวมีโพรลามิน 1-8% ของโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่มีน้อยที่สุดในรำข้าว มีน้ำหนักโมเลกุล 12-17 kDa กรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูง ได้แก่ กลูตามิก กลูตามีน อะลานีน และอาร์จินีน มีไลซีนและฮิสติดีนอยู่ในปริมาณต่ำ

กลูเตลิน

กลูเตลินเป็นโปรตีนหลักในข้าว ละลายในสารละลายด่าง ในรำข้าวมี 10 – 42% ของโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่เกิดการรวมกลุ่มได้ง่ายเพราะมีพันธะไดซัลไฟด์ทำให้ไม่ละลายน้ำ กลูเตลินเป็น PBs ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน น้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 45-150 kDa ด้วยโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่เชื่อว่ากลูเตลินถูกย่อยได้ยาก สกัดแยกด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 M แต่อย่างไรก็ดีการใช้ด่างที่ความเข้มข้นสูงสามารถสกัดแยกและย่อยกลูเตลินได้ แต่ไม่แนะนำเพราะมีผลต่อคุณภาพโปรตีนที่ได้

การสกัดโปรตีนจากรำข้าว

โปรตีนในรำข้าวเป็นสารประกอบธรรมชาติเชิงซ้อน ประกอบด้วยโปรตีน 4 ชนิดดังกล่าวข้างต้น ซึ่งโปรตีนแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในสารละลายที่แตกต่างกัน การที่โปรตีนรำข้าวมีความสามารถในการละลายต่ำเนื่องจากเกิดการเกาะกลุ่ม (aggregation) และมีพันธะไดซัลไฟด์เชื่อมต่อระหว่างโมเลกุล นอกจากนี้ในรำข้าวประกอบด้วยกรดไฟติค (1.7%) ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันกลุ่มฟอสเฟตประจุลบ จะจับกับฟังก์ชันกลุ่มประจุบวกของโปรตีนที่ pH ต่ำกว่าค่า PI ของโปรตีน ซึ่งมีผลต่อการละลายและทำให้แยกโปรตีนได้ยาก ที่ pH สูงกว่า 10 กรดไฟติคไม่ละลาย ดังนั้น pH ของสารละลายมีความสำคัญต่อการสกัดแยกโปรตีนรำข้าว

โปรตีนรำข้าวสะสมอยู่ในเซลล์พืชที่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ในการสกัดโปรตีนจำเป็นต้องทำลายเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อปลดปล่อยโปรตีนให้อยู่ในสารละลาย เนื่องจากโปรตีนรำข้าวเกิดการเกาะกลุ่มและมีพันธะไดซัลไฟด์ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำค่อนข้างต่ำ สิ่งที่ท้าทายในการสกัดโปรตีนรำข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง (% yield) คือทำอย่างไรให้โปรตีนที่อยู่ในเซลล์ออกมาให้มากที่สุดและสามารถละลายอยู่ในสารละลาย เทคนิคการทำลายผนังเซลล์มีทั้งวิธีทางเคมีและกายภาพ เช่น การใช้สารเคมี การใช้เอนไซม์ การแช่แข็งแล้วละลาย (freezing and thawing) การบด (grinding) การปั่น (blending) การใช้คลื่นความถี่สูง (ultrasonic) และคลื่นไมโครเวฟ (microwave) วิธีสกัดโปรตีนจากรำข้าวที่ธรรมดาที่สุดคือการใช้สารละลายด่าง วิธีการสกัดโปรตีนให้ออกมาได้มากที่สุดจะใช้วิธีการร่วมกันทั้งทางเคมีและกายภาพ ตารางที่ 3 สรุปวิธีการสกัดโปรตีนจากรำข้าวและประสิทธิภาพของการสกัดในแต่ละวิธีตามที่ได้มีการศึกษาวิจัย

การสกัดโปรตีนรำข้าวด้วยเอนไซม์ปาเปน (papain) และวิสโคไซม์ (viscozyme) มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้ผลผลิตสูงที่สุด 82.6% แสดงว่าการใช้เอนไซม์กลุ่มโปรติเอสร่วมกับเอนไซม์กลุ่มคาร์โบไฮเดรส แต่อย่างไรก็ดี การใช้วิธีทางกายภาพ เช่น การปั่น การใช้ความดันสูง ร่วมกับเอนไซม์ การใช้คลื่นไมโครเวฟ หรือคอลลอยด์มิลลิง ร่วมกับการโฮโมจิไนซ์ สามารถสกัดโปรตีนรำข้าวได้ผลผลิต 66 -70% ดังนั้น การใช้วิธีการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์โดยวิธีทางกายภาพร่วมกับการใช้เอนไซม์กลุ่มโปรติเอส เอนไซม์กลุ่มคาร์โบไฮเดรส น่าจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เอนไซม์ให้เหมาะสม นอกจากนี้ควรต้องพิจารณาคุณสมบัติของโปรตีนที่สกัดได้ด้วยว่ามีคุณภาพเป็นอย่างไรและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

คุณสมบัติโปรตีนรำข้าว

โปรตีนรำข้าวเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดีย่อยง่าย ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ (hypoallergnic) และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Wang *et al.,* 1999; Helm and Burks, 1996) เมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชอื่น โปรตีนรำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูงสุดเพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีนและทรีโอนีนในปริมาณสูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วธัญพืชอื่นไม่มีกรดอะมิโนชนิดนี้ (Juliano, 1985; Mawal *et al.,* 1987) โปรตีนรำข้าวประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นอื่นด้วยเช่นกัน (ฮิสติดีน ซีสตีน วอลลีน เมทไธโอนีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไทโรซีน และฟีนิลอะลานีน) ตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 3 วิธีการสกัดโปรตีนจากรำข้าวและประสิทธิภาพในการสกัด

Methods / Raw materials	Conditions	Protein recovery /yield (%)	References
1.) Alkaline extraction			
Full fat rice bran	pH 9.0 at temperature of 24°C	14-20	Connor *et al.* (1976)
Defatted rice bran	pH 2.0-12.0, extraction time of 32 to 58 min	1.36-12.20	Jiamyangyuen *et al.* (2004)
Defatted rice bran	pH 8.0, extraction temperature of 63 °C for340 min	31.27	Silpradit *et al.* (2010)
Defatted rice bran	pH 9.0, stir at room temperature for 2 hrs	37.6-46.2	Yeom *et al.* (2010)
Rice bran	pH 9.5, shake (300 rpm) at 50°C for 2 hrs	32.9	Zhang *et al.* (2012)
Broken rice	0.1% NaOH solution, stir at room temperature for 1 hr, and then left overnight	77.30	Xia *et al.* (2012)
Rice bran	pH 11.0, solid-liquid ratio of 1:7.5 (w/v), stir for 1 hr	25	Cheetangdee (2014)
2.) Physical extraction			
Defatted rice bran	Blending + Alcalase (enzyme)	81	Hamada *et al.* (2000)
Defatted rice bran	Freezing 16 hrs + thawing	12-56	Tang *et al.* (2002)
	Blending + Amylase & Protease	66	
	High pressure + Amylase & Protease	67	
Rice bran	Colloid milling + homoginizing	37.8-67.5	Anderson and Guraya (2001)
Broken rice	Colloid milling	63.8	Xia *et al.* (2012)
3.) Enzyme-assisted extraction			
Defatted rice bran	Phytase & xylanase, stir at 55°C for 2 hrs	34.0-74.6	Wang *et al.* (1999)
Defatted rice bran	Amylase, ratio of rice bran to water of 1:17, extraction temperature of 50.90°C	58.4	Tang *et al.* (2003)
Defatted rice bran	0.1% (w/w)Papain&5% (v/w) viscozyme, at 37°C for 1 hr	54-82.6	Bandyopadhyay *et al.* (2012)
Rice bran	Cellulase & hemicellulase, pH 4.0, at 65°C	35-46	Shih *et al.* (1999)
Rice bran	0.5% w/w α-amylase& viscozyme, pH 4.1-6.25, stir for 60 min	30-35	Cheetangdee (2014)
4.) Novel technology techniques			
Defatted rice bran	Ultrasonic at100 W for 5 min, pH 11.0	~25.86/4.45	Chittapalo *et al.* (2009)
Defatted rice bran meal	Microwave at 800 W for 20-90 s, pH 8.0	67-70	Bandyopadhyay *et al.* (2012)
Defatted wheat germ	Ultrasonic at 363 W for 24 min	37-57%	Zhu *et al.* (2009)

ที่มา: Phongthai *et al.*, (2017)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนรำข้าว

g amino acid/g protein				
Amino Acid	**Houston *et al.* (1969)**	**Juliano (1985)**	**Wang *et al.* (1999)**	**Tang *et al.* (2003)**
Lysine	4.81	5.5	4.7	5.4
Histidine	2..71	3.0	2.9	3.3
Arginine	8.28	9.0	8.9	10.2
Aspartic acid	9.09	10.5	8.0	11.2
Threonine	3.78	4.4	3.7	3.7
Serine	4.68	5.3	4.1	4.5
Glutamic acid	13.58	15.3	12.5	18.1
Proline	4.23	not reported	not reported	not reported
Glycine	5.47	6.1	5.4	6.2
Alanine	6.15	6.8	6.1	7.3
Cystine	2.32	2.6	1.6	not reported
Valine	6.00	5.7	6.3	7.0
Methionine	2.32	2.0	2..2	not reported
Isoleucine	3.94	3.0	3.9	4.5
Leucine	6.91	8.0	7.4	8.0
Tyrosine	3.13	3.7	3.3	3.7
Phenylalanine	4.43	5.1	4.6	5.1
Tryptophan	not detected	0.7	1.2	not reported
Asparagine	not reported	not reported	not reported	not reported
Glutamine	not reported	not reported	not reported	not reported

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนรำข้าว

g amino acid/g protein			
Amino acid	**Rice bran proteinaa**	**Soybean proteinb**	**isolateb Caseinbb**
Lysine	5.1	6.1	8.5
Histidine	3.0	2.5	3.2
Isoleucine	3.8	4.7	5.4
Leucine	7.6	7.9	9.5
Threonine	4.1	3.7	4.2
Tryptophan	1.0	1.2	1.4
Valine	6.2	4.8	6.3

[a]Average values from Table 4.
[b]Data from the Standard Tables of Amino Acid Composition of Food in Japan
ที่มา: Morita and Kiriyama (1993)

คุณสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties) ของโปรตีน เช่น สมบัติการละลาย (solubility) การเกิดฟอง (foaming properties) และการเกิดอิมัลชัน (emulsifying properties) มีบทบาทสำคัญต่อการนำโปรตีนไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร โปรตีนรำข้าวละลายได้ดีมากกว่า 75% ที่ pH 9.0-10.5 และละลายได้น้อยมากที่ pH 4.5-5.5 (~13%) การย่อยโปรตีนรำข้าวด้วยเอนไซม์กลุ่มโปรติเอสทำให้โมเลกุลของโปรตีนเล็กลงซึ่งจะมีส่วนส่งเสริมคุณสมบัติการละลาย Hamada (2000) รายงานว่าการใช้เอนไซม์ฟลาโวไซม์ (flavozyme) และเอนไซม์อัลคาเลส (alcalase) ย่อยโปรตีนรำข้าว ทำให้ความสามารถในการละลายที่ pH 5.0 และ 9.0 เพิ่มขึ้น โปรตีนรำข้าวมีสมบัติทำให้เกิดฟอง (foaming capacity) เหมือนกับโปรตีนไข่ขาว (Wang *et al.,* 1999) และจากการศึกษาของ Chandi and Sogi (2007) พบว่าโปรตีนรำข้าวช่วยรักษาเสถียรภาพของการเกิดฟอง (foaming stability) ได้ดีในสารละลายน้ำตาล 15% ในระบบอิมัลชันโปรตีนรำข้าวนำมาใช้เป็น สารอิมัลชัน (emulsifying agent) ได้ดีเทียบเคียงได้กับโปรตีนนม (casein)

นอกจากคุณสมบัติเชิงหน้าที่ โปรตีนรำข้าวยังมีสมบัติโภชนเภสัช (nutraceutical properties) Kawamura and Muramoto (1993) พบว่าโปรตีนรำข้าวที่สกัดด้วยสารละลายด่างมีสมบัติต้านการเกิดมะเร็ง (anti-cancer activity) มีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เพื่อเพิ่มสมบัติโภชนเภสัชค่อนข้างมาก เช่น โปรตีนรำข้าวที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลสได้เพนตะเปปไทด์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านม ปอด ตับ และลำไส้ใหญ่ (Kannan *et al.,* 2010) การใช้เอนไซม์ในระบบย่อยอาหารย่อยโปรตีนรำข้าวได้เปปไทด์ที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (Chanput *et al.,* 2007; Wattanasiritham *et al.,* 2016) และโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลส หรือ โปรตาแมก (protamax) จะได้เปปไทด์ที่มีสมบัติยับยั้งแองจิโอคอนเวอร์สติงเอนไซม์ (angiotensin-I-converting enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ส่งผลให้ความดันในเลือดสูง (Uraipong and Zhao, 2015)

บทสรุป

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจแหล่งอาหารโปรตีนที่มาจากพืชมากขึ้น ความต้องการโปรตีนจากข้าวน่าจะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โปรตีนรำข้าวเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสมบัติทางโภชนเภสัช รำข้าวสามารถหาได้ง่ายและราคาถูก

คำสำคัญ:
โปรตีน รำข้าว คุณสมบัติเชิงหน้าที่
คุณสมบัติโภชนเภสัช

Keywords:
protein, rice bran, functional properties, nutraceutical properties

โปรตีนรำข้าวน่าจะมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารและยา อย่างไรก็ดี การศึกษาเบื้องต้นพบว่าการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสกัดค่อนข้างยากเนื่องจากธรรมชาติที่ซับซ้อน ไม่สามารถใช้สารละลายอย่างเดียวในการสกัด (ละลายน้ำ 37% ละลายในสารละลายเกลือ 32% ละลายในอัลกอฮอล์ 2% และละลายในสารละลายด่าง 27%) การใช้เอนไซม์ร่วมกับวิธีทางกายภาพช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด อย่างไรก็ดีเอนไซม์มีราคาค่อนข้างแพง การวิจัยในอนาคตจำเป็นต้องศึกษาวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ เพื่อให้สามารถนำโปรตีนรำข้าวมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในอาหารและยา

References

Adebiyi AP, Adebiyi AO, Hasegawa Y, Ogawa T and Muramoto K. 2009. Isolation and characterization of protein fractions from deoiled rice bran. European Food Research and Technology. 228(3): 391-401.

Britannica E and Edwards GM. 1996. Britannica book of the year: 1996. Encyclopaedia Britannica.

Betschart AA, Fong RY and Saunders RM. 1977. Rice by-products: Comparative extraction and precipitation of nitrogen from U.S. and spanist bran and germ. Journal of Food Science. 42: 1088-1093.

Chanput W, Theerakulkait C and Nakai S. 2009. Antioxidative properties of partially purified barley hordein, rice bran protein fractions and their hydrolysates. Journal of Cereal Science. 49: 422-428.

Chandi GK and Sogi DS. 2007. Functional properties of rice bran protein concentrates. Journal of Food Engineering. 79: 592–597.

Hamada JS. 1997. Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. Cereal Chemistry. 74: 662-668.

Helm RM and Burks AW. 1996. Hypoallergenicity of rice bran protein. Cereal Foods World. 41:839-843.

Juliano BO. 1972. Rice: Chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.

Juliano BO. 1985. Rice: Chemistry and technology. 2nd. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.

Hamada JS. 1999. Use of proteases to enhance solubilization of rice bran proteins. Journal of Food Biochemistry. 23(3): 307-321.

Hamada JS. 2000. Characterization and functional properties of rice bran proteins modified by commercial exoproteases and endoproteases. Journal of Food Science. 65(2): 305-310.

Kannan A, Hettiarachchy NS, Lay JO and Liyanage R. 2010. Human cancer cell proliferation inhibition by a pentapeptide isolated and characterized from rice bran. Peptides. 31(9): 1629-1634.

Kawamura Y and Muramoto M. 1993. Anti-tumorigenic and immunoactive protein and peptide factors in food stuff. 2. Antitumorigenic factors in rice bran. In: Food and Cancer Prevention Chemical and Biological Aspects, pp. 331–401. Waldron K.W., Johnson I.T., and Fenwick L.R., Eds., The Royal Society of Chemistry, Cambridge

Luh BS, Barber S and Benedito de BC. 1991. Rice volume ii: Utilization. 2nd. Van Nostrand Reinhold. New York.

Mawal YR, Mawal MR and Ranjekar PK. 1987. Biochemical and immunological characterization of rice albumin. Bioscience Reports. 7: 1–9.

Morita T and Kiriyama S. 1993. Mass production method for rice protein isolate and nutritional evaluation. Journal of Food Science. 58: 1393–1396.

Phongthai S, Homthawornchoo W. and Rawdkuen S. 2017. Preparation, properties and application of rice bran protein. International Food Research Journal 24(1): 25-34.

Ramezanzadeh FM, Rao RM, Windhauser M, Prinyawiwatkul W, Tulley R and Marshall WE. 1999. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran during storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 3050–3952.

Schramm R, Abadie A, Hua N, Xu Z and Lima M. 2007. Fractionation of the rice bran layer and quantification of vitamin E, oryzanol, protein, and rice bran saccharide. Journal of Biological Engineering. 1: 9.

Shewry PR and Casey R. 1999. Seed Proteins. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Shoji Y, Mita T, Isemaru M, Mega T, Hase S and Aoyagi Y. 2001. A fibronectin-binding protein from rice bran wit cell adhesion activity for animal tumor cells. Bioscience Biotechnology and Biochemistry. 65:1181-1186.

Uraipong C and Zhao J. 2015. Rice bran protein hydrolysates exhibit strong in vitro. Journal of the Science of Food and Agriculture. (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.7182

Wang M, Hettiarachchy NS, Qi, M, Burks W and Siebenmorgen T. 1999. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 411–416.

Wattanasiritham L, Theerakulkait C, Wickramasekara S, Maier CS and Stevens JF. 2016. Isolation and identification of antioxidant peptides from enzymatically hydrolyzed rice bran protein. Food Chemistry. 192:156-162.