การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันรำข้าวบีบเย็นจากรำข้าวหอมปทุม

Evaluation of the Physical and Chemical Characteristics of Hom-Pathum Rice Bran Oil

ลักษณา เจริญใจ[1*] ปฐมาภรณ์ ปฐมภาค[1] สุกัญญา เศรษฐรักษา[1] ลุกมาน สือรี[1] ศิริพร กิตติวิสุทธิ์[1]
อภิรักษ์ สกุลปักษ์[1] ทศธน จรูญรัตน์[1] และ กฤษณา ไกรสินธุ์[2]

Laksana Charoenchai[1*], Pathamaporn Pathompak[1], Sukanya Settharaksa[1], Lukman Sueree[1], Siriporn Kittiwisut[1], Apirak Sakulpuk[1], Tossaton Jaroonrattana[1] and Krisana Kraisintu[2]

[1]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
[2]คณะการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
**Corresponding author, Email: laksana.c@rsu.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เตรียมน้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นจากรำข้าวหอมปทุมโดยใช้เครื่องจักรที่เหมือนกับการผลิตในชุมชนและประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมัน ผลการวิจัยพบว่า รำข้าวหอมปทุมจากโรงสีที่จังหวัดนครปฐมและจังหวัดชัยนาท จำนวน 6 ตัวอย่างได้น้ำมันรำข้าวร้อยละ 3.00-15.74 โดยน้ำหนัก น้ำมันรำข้าวที่ได้มีสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลอมเหลือง ค่าของสี (Lovibond) อยู่ในช่วง 88.3-116.4 มีค่าดัชนีหักเหอยู่ในช่วง 1.4660-1.4665 ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 0.907-0.920 มีค่าของกรดอยู่ในช่วง 12.76-19.19 mgKOH/g oil ค่าเปอร์ออกไซด์อยู่ในช่วง 1.14-9.07 mEq/kgoil ค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 43.15-87.25 g/g oil ค่าสปอนนิฟิเคชั่นอยู่ในช่วง 168.70-182.89 mgKOH/g oil ค่าสารที่สปอนนิฟายไม่ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 3.18-5.22 โดยน้ำหนัก ค่าปริมาณสบู่อยู่ในช่วงร้อยละ 0.020-0.062 โดยน้ำหนัก และปริมาณแกมมาโอริซานอลอยู่ในช่วงร้อยละ 1.67-2.41 โดยน้ำหนัก ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันในการวิจัยนี้ส่วนใหญ่เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานของ Codex ยกเว้นค่าของกรด ค่าไอโอดีน และค่าปริมาณสบู่ที่แตกต่างไปจากเกณฑ์ แต่น้ำมันรำข้าวบีบเย็นจากรำข้าวหอมปทุมมีปริมาณแกมมาโอริซานอลสูงกว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวพันธุ์อื่นที่มีผู้ศึกษาวิจัยไว้

คำสำคัญ: *น้ำมันรำข้าวบีบเย็น รำข้าวหอมปทุม คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี*

Abstract

This research focuses on the mechanical preparation of cold pressed rice bran oil from Hom-Pathum rice bran using the same screw press machine that is used in the community. The physical and chemical characteristics of cold pressed rice bran oil (RBO) are evaluated. The results show that Hom-Pathum rice brans obtained from

Nokornpathom and Chainat mills provided percentage yields of RBO in the range 3.00-15.74 %w/w. The color of the RBO samples was dark greenish-brown to yellowish brown. The Lovibond color values were in the range of 88.3-116.4. The refractive index was 1.4660-1.4665 and the specific gravity was 0.907-0.920. The acid values were in the range of 12.76-19.19 mgKOH/g oil. The peroxide values were in the range of 1.14-9.07 mEq/kgoil while the iodine values ranged from 43.15 to 87.25 g/g oil. The saponification values ranged from 168.70 to 182.89 mgKOH/g oil. The unsaponification matters were in the range of 3.18-5.22 %w/w and the residual soap values were in the range of 0.020-0.062 %w/w. In addition, the γ–oryzanol contents were 1.67-2.41 %w/w. The physical and chemical parameters studied in this research are in accordance with Codex standard criteria except for acid value, iodine value and residual soap. However, the γ–oryzanol contents found in Hom-Pathum cold pressed RBO were in higher levels than in other RBO as previously reported by some research groups.

Keywords: *cold pressed rice bran oil, Hom-Pathum rice bran, physical and chemical characteristics*

1. บทนำ

น้ำมันรำข้าวเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว โดยนำรำข้าวที่แยกส่วนแกลบและปลายข้าวออกมาสกัดโดยใช้เครื่องจักร (Sayasoonthorn, 2012) หรือ ใช้ตัวทำละลาย (Ghosh, 2007, Nimmanpipak, 2004) หรือ การสกัดแบบ CO_2 supercritical (Balanchandran, 2008; Chen, 2008) วิธีการสกัดน้ำมันแบบบีบเย็นมีข้อดี คือ ไม่มีตัวทำละลายตกค้าง ได้ผลผลิตที่คงคุณค่าที่มีประโยชน์ของน้ำมัน และได้ปริมาณน้ำมัน ร้อยละ 0.25-4.15 โดยน้ำหนักขึ้นกับความเร็วรอบของเครื่องบีบน้ำมัน (Sayasoonthorn, 2012) นอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้ในชุมชนโดยใช้เครื่องมือที่ไม่ยุ่งยาก

น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยสารแกมมาโอริซานอล กรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว สเตอรอล วิตามินอี (Goffman, 2003; Patel, 2004; Tahira, 2007) ซึ่งจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการในการนำมาประกอบอาหาร เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เนื่องจากสารที่พบในน้ำมันรำข้าวโดยเฉพาะแกมมาโอริซานอล มีรายงานการศึกษาวิจัยว่ามีผลต่อระดับคลอเลสเตอรอล และไขมันชนิด LDL ในหนูทดลอง (Kahlon, 1996; Sugano, 1997; Ausman 2005) รวมถึงมีการนำมาเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Lerma-Garcia, 2009)

ส่วนประกอบในน้ำมันรำข้าวมีความแตกต่างกันเนื่องจากชนิดของรำข้าว (Lerma-Garcia, 2009; Kaewkool, 2011A) และวิธีการสกัดน้ำมัน การสกัดน้ำมันแบบบีบเย็นในประเทศไทยนิยมผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP (One Tumbon One product) ซึ่งน้ำมันรำข้าวที่ได้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน น้ำมันรำข้าวนี้จัดเป็นน้ำมันรำตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันรำสำหรับบริโภค (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2516) ซึ่งให้นิยามของน้ำมันรำว่า หมายถึง น้ำมันที่ได้จากรำข้าว โดยการบีบด้วยเครื่องจักร หรือสกัดด้วยตัวทำละลาย และน้ำมันรำสำหรับบริโภค หมายถึง น้ำมันรำที่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ จนมีลักษณะตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ ดังนั้น ในประเทศไทยมีเกณฑ์คุณภาพน้ำมันรำสำหรับบริโภคตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม และเกณฑ์คุณภาพของน้ำมันและไขมันตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข แต่ยังไม่มีเกณฑ์คุณภาพสำหรับน้ำมันที่ได้จากรำข้าวโดยการบีบด้วยเครื่องจักร

Codex Alimentarius เป็นหน่วยงานกำกับมาตรฐานอาหารในการค้าอาหารระหว่างประเทศขององค์การอนามัยโลก ได้กำหนดคุณลักษณะของน้ำมันชนิดบีบเย็นไว้ว่าเป็นการใช้เครื่องจักร หรือแรงบีบอัดโดยไม่ใช้ความร้อน และการทำให้บริสุทธิ์โดยการล้างด้วยน้ำ ตั้งให้ตกตะกอน กรอง หรือใช้วิธีปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซ็นติฟิวส์เท่านั้น ซึ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำมันรำสำหรับบริโภคตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ได้อ้างอิงตามมาตรฐาน Codex เช่นกัน

น้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นในการวิจัยนี้เตรียมโดยใช้เครื่องจักรแบบเดียวกับการผลิตที่ใช้จริงในชุมชนเพียงแต่ขนาดของเครื่องมือเล็กกว่า การศึกษาวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นของรำข้าวหอมปทุมที่ได้จากแหล่งต่างๆ กับเกณฑ์มาตรฐานน้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นของ Codex

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันรำข้าวหอมปทุมชนิดบีบเย็น

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างรำข้าวพันธุ์ข้าวหอมปทุม ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงตุลาคม 2556 โดยเป็นรำข้าวจากข้าวที่ปลูกในพื้นที่ภาคกลาง ซึ่งได้จากโรงสีที่กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โรงสียิ่งเจริญธัญญกิจ และโรงสีสุวรรณธัญญเจริญ จังหวัดชัยนาท รวม 6 ตัวอย่าง นำมาแร่งเอาแกลบและปลายข้าวออกด้วยแร่งเบอร์ 20 ก่อนนำไปบีบน้ำมัน

3.2 สารเคมี

สารมาตรฐาน potassium dichromate และ tromethamine (Sigma, USA) oryzanol (Waku, Japan 97% purity), Wijs solution (Carlo Erba, USA) ตัวทำละลายและสารเคมีอื่น ได้แก่ acetone, benzyl alcohol, chloroform, diethyl ether, ethanol, glacial acetic acid, cyclohexane, hexane, sulfuric acid, potassium iodide, potassium hydroxide, sodium thiosulfate, sodium hydroxide, diatomaceous earth (Celite) ซื้อจาก Carlo Erba, Fischer Scientific, Merck, Fluka หรือ Ajax Chemicals

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องบีบน้ำมันรำแบบ screw press กำลัง 2 แรงม้า มอเตอร์เฟสเดียว, pycnometer, pH meter (mettler toledo), moisture balance (radwag Mac50/NH), graigarmeter (MC-7825G), refractometer NAR-4T, spectrocolorimeter PFXi 880 (Lovibond), HPLC Agilent 1260, กระดาษกรอง Whatman No. 1 และ No. 5

3.4 การสกัดน้ำมันรำด้วยวิธีบีบเย็น

วัดความชื้นในรำข้าวด้วยอุปกรณ์ graigarmeter และนำรำมาบีบด้วยเครื่องบีบน้ำมันรำ กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองต่อด้วยกระดาษกรองขนาด 10 และ 2.5 ไมครอนตามลำดับ เก็บน้ำมันรำในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว คำนวณค่าร้อยละของน้ำมันที่บีบได้โดยปริมาตรต่อน้ำหนักรำข้าว

3.5 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันรำข้าว

การวัดสีของน้ำมันใช้เครื่อง spectrocolorimeter (Lovibond) โดยใช้เซลล์แก้ว ขนาด 2.54 ซม. กรองน้ำมันปริมาณ 50 มล. ผ่าน diatomaceous earth 500 มก. ก่อนที่จะวัดสี แล้วคำนวณค่าของสีจาก Y+5R โดย Y คือ ผลรวมของค่าสีเหลืองที่อ่านได้ และ R คือ ผลรวมของค่าสีแดงที่อ่านได้

การวัดค่าดัชนีหักเห (Abbe refractive index, RI) ใช้เครื่อง refractometer วัดที่อุณหภูมิ 40±2 °ซ ตามวิธีของ AOAC 928.01 (Cunnniff, 1995)

การวัดค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity, SG) ใช้อุปกรณ์ pycnometer ขนาดความจุ 50 มล. แล้วหาค่าร้อยละของน้ำหนักน้ำมันต่อน้ำหนักของน้ำในปริมาตรที่เท่ากันที่อุณหภูมิ 30 °ซ ตามวิธี AOAC 985.19 (Cunnniff, 1995)

การวัดความชื้นและสารระเหยได้ในน้ำมันรำ ใช้น้ำมัน 5 กรัม วัดด้วยเครื่อง moisture balance ที่อุณหภูมิ 105 °ซ จำนวน 2 ซ้ำ

3.6 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันรำข้าว

ค่าของกรด (Acid Value, AV) ใช้วิธีไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 M KOH-Ethanol *VS* โดยมี phenolphthalein TS เป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธีที่ระบุใน Japanese Pharmacopoeia

ค่าไอโอดีน (Iodine Value, IV) ใช้วิธีวิจส์ (Wijs method) ตามที่ระบุใน AOAC 993.20 (Cunnniff, 1995) โดยให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับสารละลายวิจส์แล้วไตเตรทปริมาณไอโอดีนกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 M sodium thiosulfate *VS* มีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) ใช้วิธีการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.01 M sodium thiosulfate *VS* โดยมีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธีที่ระบุใน AOAC 965.33 (Cunnniff, 1995)

ค่าสปอนนิฟิเคชั่น (Saponification Value, SV) ให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.5 M KOH-Ethanol *VS* ในปริมาณที่มากเกินพอ และต้มบนหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นไตเตรทด่างที่เหลือจากปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.5 M HCl *VS* โดยมี phenolphthalein TS เป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธีที่ระบุใน AOAC 920.160 (Cunnniff, 1995)

ค่าสารที่สปอนนิฟายไม่ได้ (Unsaponification Matter, UM) เป็นการหาปริมาณสารที่ละลายในน้ำมัน และคงเหลือภายหลังการสปอนนิฟายกับสารละลาย KOH-Ethanol TS ในปริมาณที่มากเกินพอ และต้มบนหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นใช้ไดเอทิลอีเธอร์สกัดแยกสาร ล้างด้วยน้ำอุ่นจนไม่เป็นด่าง ระเหยส่วนอีเธอร์ให้แห้ง แล้วไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 M KOH-Ethanol *VS* โดยมี phenolphthalein TS เป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธีที่ระบุใน Japanese Pharmacopoeia

ค่าปริมาณสบู่ (Residual Soap, RS) เป็นการหาปริมาณเกลือของกรดไขมันในรูปโซเดียมโอลิเอต ใช้หลักการไตเตรทแบบ potentiometric titration โดยไตเตรทกับสารละลาย 0.1 N hydrochloric acid *VS* และวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าแล้วนำมาสร้างกราฟระหว่างค่าความต่างศักย์กับปริมาตรของสารละลายกรด เพื่อหาปริมาตรที่จุดยุติ

3.7 การวิเคราะห์ปริมาณรวมของแกมมาโอริซานอล

วิเคราะห์ด้วย HPLC โดยเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าวความเข้มข้น 1 mg/mL (n=3) ละลายใน isopropanol กรองด้วยหัวกรองขนาด 0.45 µm ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ปริมาณ 10 มคล. นำค่าพื้นที่ใต้พีกมาคำนวณปริมาณรวมของแกมมาโอริซานอลในตัวอย่างน้ำมันจากกราฟมาตรฐานซึ่งใช้โอริซานอลความเข้มข้น 15.125-500 µg/mL ในการสร้างกราฟมาตรฐาน

สภาวะของ HPLC ในการวิเคราะห์ ใช้คอลัมน์ Poroshell 120 EC-C18 ขนาด 3.0×150 mm, 2.7µm อุณหภูมิ 25 °ซ เฟสเคลื่อนที่คือ acetonitrile : methanol ในอัตราส่วน 60:40 อัตราการไหล 0.8 มล. ต่อนาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 325 นาโนเมตร ประมวลผลด้วยโปรแกรม OpenLab CDS Inst

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์โดยเตรียมสารมาตรฐาน γ-oryzanol จำนวน 6 ความเข้มข้นในช่วง 15.125-500 µg/mL (n=2) หาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) และค่า r^2 การตรวจสอบความถูกต้อง โดยเตรียมสารมาตรฐาน γ-oryzanol จำนวน 3 ความเข้มข้น คือ 57.5, 115 และ 230 µg/mL เติมลงในสารละลายน้ำมันรำข้าวใน isopropanol ความเข้มข้น 2 mg/mL (n=2) คำนวณค่า %recovery การศึกษาความเที่ยงภายในวันเดียวกัน (intraday precision) และต่างวันในการวิเคราะห์ (interday precision) โดยวิเคราะห์ปริมาณγ-oryzanol ในตัวอย่างน้ำมันรำข้าว (n=6) คำนวณค่า %RSD การตรวจสอบความจำเพาะของวิธีวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบ UV absorption spectrum ของพีกสาร γ-oryzanol ในน้ำมันรำข้าวที่บันทึกไว้ ด้วย photo diode array detector ที่ตำแหน่งต่างกันบนพีก 3 ตำแหน่ง และเปรียบเทียบรูปแบบของการดูดกลืนแสงกับสารมาตรฐาน γ-oryzanol ตรวจสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (limit of detection, LOD) และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (limit of quantitation, LOQ) โดยพิจารณาจากค่า signal-to-noise ratio (S/N) โดยค่า S/N เท่ากับ 3 คือค่าความเข้มข้น LOD และS/N เท่ากับ 10 คือค่าความเข้มข้น LOQ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติจากโปรแกรม MS Excel 2010 และ SPSS 22.0

4. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตัวอย่างรำข้าวจากพันธุ์ข้าวหอมปทุมจำนวน 6 ตัวอย่าง เนื่องจากระยะเวลาที่ศึกษาวิจัย 1 ปี อาจไม่ตรงกับช่วงฤดูเก็บเกี่ยวจึงได้ตัวอย่างน้อย คุณสมบัติทางกายภาพน้ำมันรำข้าวหอมปทุมชนิดบีบเย็นที่เตรียมได้ในการวิจัยนี้ แสดงในตารางที่ 1 ร้อยละของน้ำมันที่ได้อยู่ในช่วง 3.00-5.95 โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในช่วงของผลผลิตที่ได้จากเครื่องมือนี้ (Sayasoonthorn, 2012) ยกเว้นตัวอย่าง RBO 013 ที่ได้น้ำมันค่อนข้างสูง เนื่องจากรำข้าวที่ได้มีแกลบและปลายข้าวค่อนข้างมาก เมื่อแร่งแล้วนำมาบีบน้ำมันได้น้ำมันปริมาณใกล้เคียงกับตัวอย่างอื่นซึ่งใช้รำข้าวปริมาณมากกว่า

น้ำมันที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ยกเว้นตัวอย่าง RBO 015 ที่มีน้ำตาลอมเหลือง ค่าของสีที่วัดได้อยู่ในช่วง 88.3-116.4 โดยตัวอย่างน้ำมันทั้งหมด มีค่าผลรวมของค่าสีเหลืองที่อ่านได้ในช่วง 70.0-72.8 และค่าผลรวมของค่าสีแดงที่อ่านได้ในช่วง 3.7-8.9 น้ำมันรำข้าวที่ได้จากรำข้าวหอมปทุมมีสีค่อนข้างเข้มแตกต่างจากน้ำมันรำข้าวที่ได้จากข้าวหอมมะลิ น้ำมันรำข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ และน้ำมันรำข้าวสำหรับบริโภคที่ขายในท้องตลาด ค่าสีแดงของน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์มีค่าอยู่ในช่วง 1-3 หรือ 10-12 เมื่อวัดด้วยเซลล์ขนาด 1 นิ้ว (Hoed, 2010)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันรำข้าวหอมปทุม

คุณสมบัติ	RBO 8	RBO 10	RBO 11	RBO 13	RBO 14	RBO 15
ความชื้นของรำข้าว (%w/w)	8.31±0.11	7.29±0.39	13.03±0.25	12.30±0.28	12.10±0.25	13.70±0.12
ร้อยละของน้ำมัน (%v/w)	3.00	4.00	5.12	15.74	4.36	5.95
ลักษณะของน้ำมัน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ไม่มีกลิ่นหืน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ไม่มีกลิ่นหืน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ไม่มีกลิ่นหืน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ไม่มีกลิ่นหืน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเขียว ไม่มีกลิ่นหืน	ของเหลวใสสีน้ำตาลอมเหลือง ไม่มีกลิ่นหืน
สี	88.3	104.9	89	116.4	91	89.5
RI [1]	1.4660	1.4665	1.4665	1.4660	1.4665	1.4665
SG [2]	0.907	0.911	0.920	0.914	0.912	0.917
ความชื้นและสารระเหยได้ในน้ำมัน (%w/w) [3]	0.39±0.00	0.24±0.00	0.24±0.00	0.13±0.06	0.15±0.01	0.14±0.00

ค่ามาตรฐาน [1] 1.460-1.473 [2] 0.910-0.929 [3] NMT 0.2

น้ำมันทุกตัวอย่างมีค่าดัชนีหักเหอยู่ในเกณฑ์ของ Codex โดยอยู่ในช่วง 1.460-1.473 และมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในเกณฑ์เช่นกัน ยกเว้นตัวอย่าง RBO 008 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่พบความชื้นในน้ำมันสูงที่สุด อาจเนื่องจากเป็นตัวอย่างแรกที่เตรียมโดยใช้เครื่องบีบในการวิจัยนี้ กระบวนการบรรจุและเก็บอาจไม่ได้ป้องกันความชื้นได้ดี แต่ตัวอย่างอื่นที่เตรียมในภายหลังสามารถควบคุมความชื้นให้ลดลงและอยู่ในเกณฑ์ได้

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันรำข้าวแสดงในตารางที่ 2 ค่าของกรดของตัวอย่างน้ำมันอยู่ในช่วง 12.76-19.19 mgKOH/g oil ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของ Codex เนื่องจากรำข้าวที่นำมาบีบน้ำมันไม่ได้ผ่านกระบวนการหยุดการทำงานของเอนไซม์ไลเปส จึงมีผลทำให้ค่าของกรดสูง มีรายงานการวิจัยถึงผลของการใช้ตู้อบลมร้อนให้ความร้อนแก่รำข้าวก่อนนำมาบีบน้ำมันเป็นวิธีที่ได้น้ำมันในปริมาณมากและมีคุณภาพสูง โดยมีค่าของกรดอยู่ในช่วง 6.30-6.38 mgKOH/g oil (Thanonkaew, 2012) ค่าของกรดบ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำมัน ค่าสูงแสดงว่าน้ำมันมีโอกาสเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย ค่าเปอร์ออกไซด์ของทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 15 mEq/kg oil ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงซึ่งจะมีโอกาสเกิดปฏิกิริยา autooxidation ได้เองเมื่อสัมผัสออกซิเจน ทำให้คุณภาพของน้ำมันลดลงและเหม็นหืนได้ ค่าไอโอดีนเป็นอีกค่าหนึ่งที่แสดงถึงการมีไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จากผลการวิจัยค่าไอโอดีนไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด อาจเนื่องจากเป็นคุณสมบัติของน้ำมัน หรือ เนื่องจากสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ ค่าสปอนนิฟิเคชั่นของตัวอย่างน้ำมันอยู่ในช่วงที่เกณฑ์กำหนดเพียงสองตัวอย่าง ค่านี้บ่งบอกถึงการมีกรดไขมันชนิดสายสั้น (short chain fatty acids) หรือสายยาวในตัวอย่างน้ำมัน (long chain fatty acids) ค่าสูงแสดงถึงการมีกรดไขมันชนิดสายสั้นค่อนข้างมากเนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิลิกต่อหน่วยคาร์บอนสูงกว่ากรดไขมันชนิดสายยาว หมู่คาร์บอกซิลิก

จะทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ค่าสารที่สปอนนิฟายไม่ได้ของน้ำมันรำข้าวหอมปทุมทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 6.5 โดยน้ำหนัก ส่วนค่าปริมาณสบู่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์อาจเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมัน

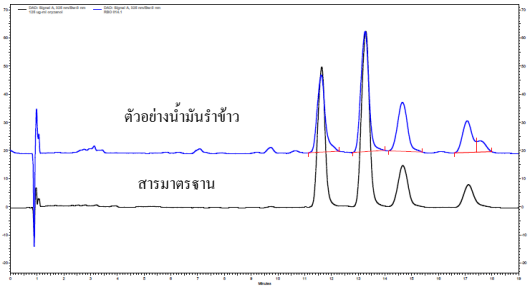
ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันรำข้าวหอมปทุม

คุณสมบัติ	เกณฑ์[1]	RBO 8	RBO 10	RBO 11	RBO 13	RBO 14	RBO 15
AV (mgKOH/g oil)	NMT 4.0	15.05±0.18	15.18±0.00	13.73±0.00	12.76±0.12	19.19±0.00	17.68±0.36
PV (mEq/kg oil)	NMT 15	5.48±0.29	3.50±1.16	1.14±1.02	1.73±0.54	9.07±0.49	6.62±0.67
IV (g/100 g oil)	90-115	43.15±0.89	87.25±0.98	72.76±1.78	70.65±1.20	71.33±0.54	70.81±1.28
SV (mg KOH/g oil)	180-199	172.69±0.00	181.59±2.94	182.89±1.10	168.70±9.39	178.00±0.00	175.18±7.06
UM (%w/w)	≤ 6.5	5.22±1.64	4.52±0.47	4.22±0.01	3.93±0.05	4.72±1.19	3.18±0.33
RS (%w/w)	NMT 0.005	0.030±0.00	0.030±0.01	0.020±0.00	0.029±0.00	0.062±0.005	0.052±0.004
γ-oryzanol (%w/w)	0.9-2.1	1.67±0.08	2.41±0.00	2.31±0.05	1.90±0.03	1.91±0.01	1.95±0.01

ปริมาณแกมมาโอริซานอลที่วิเคราะห์เป็นปริมาณรวมของสาร cycloartenylferulate, 24-methyl-cycloartenylferulate, campesterylferulate และβ-sitosterylferulate ตามลำดับ (รูปที่ 1) ในตัวอย่างน้ำมันรำข้าวหอมปทุมพบปริมาณแกมมาโอริซานอลรวมอยู่ในช่วงร้อยละ 1.67-2.41 โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ Codex และปริมาณที่พบมีค่ามากกว่าที่พบในน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (ร้อยละ 0.99-1.30 โดยน้ำหนัก) ที่มีรายงานในการวิจัยอื่น (Chotimakorn, 2008; Kaewkool, 2011B) แม้ว่าวิธีวิเคราะห์ที่ Codex กำหนดหาปริมาณแกมมาโอริซานอลโดยใช้การวัดค่าดูดกลืนแสง แต่ในการวิจัยนี้วิเคราะห์โดยวิธี HPLC ซึ่งได้ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า วิธีวิเคราะห์ปริมาณ γ-oryzanol มีความถูกต้อง (accuracy) คิดเป็น %recovery เท่ากับ 100.10 – 101.97 ที่ความเข้มข้น 57.5-230 µg/mL ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ 90.00-105.00% มีความเที่ยง (precision) สำหรับ intraday คิดเป็น %RSD เท่ากับ 0.02-1.12% และ interday คิดเป็น %RSD เท่ากับ 0.52-4.00% ซึ่งไม่เกิน 5.00% ค่า LOD ของสารทั้งสี่ เท่ากับ 0.156-0.781 µg/mL และค่า LOQ ของสารทั้งสี่เท่ากับ 0.312-1.562 µg/mL ตามลำดับ วิธีวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอริซานอลด้วย HPLC จึงมีความเหมาะสมและเชื่อถือได้

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ γ-oryzanol

Peak no.	%Recovery	%RSD		LOQ (µg/mL)	LOD (µg/mL)
		Intraday	Interday		
1	101.15	0.06	0.52	0.312	0.156
2	101.97	0.42	0.60	0.312	0.156
3	101.35	1.12	4.00	0.312	0.156
4	100.10	0.02	0.58	1.562	0.781



รูปที่ 1 HPLC chromatogram ของ γ-oryzanol ในตัวอย่างน้ำมันรำข้าวหอมปทุมและในสารมาตรฐาน

จากผลการวิจัยนี้ยังไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในรำข้าว และร้อยละของน้ำมันที่บีบได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสี และปริมาณแกมมาโอริซานอล เนื่องจากจำนวนตัวอย่างน้อย สำหรับการทดสอบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ตัวอย่างน้ำมันทั้งหมดในการวิจัยตรวจไม่พบเชื้อโคลิฟอร์ม ไม่พบเชื้อแบคทีเรีย และไม่พบเชื้อรา และยีสต์เกินเกณฑ์ที่กำหนด

5. สรุปผล

การตรวจสอบน้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นจากรำข้าวหอมปทุมที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำหลังจากที่บีบและกรองน้ำมันแล้วไม่นาน พบว่า น้ำมันมีคุณภาพที่ดี และส่วนใหญ่เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ Codex กำหนด ยกเว้นค่าของกรดที่มีค่าค่อนข้างสูง และเป็นพารามิเตอร์สำคัญเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำมันในระยะยาว ค่าของไอโอดีน และปริมาณสบู่ที่มีค่าแตกต่างจากเกณฑ์ แต่พบปริมาณแกมมาโอริซานอลสูง ผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่แสดงถึงคุณภาพของน้ำมันรำข้าวหอมปทุมชนิดบีบเย็น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการควบคุมมาตรฐานน้ำมันรำข้าวชนิดบีบเย็นที่ผลิตในประเทศไทยต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต (โครงการวิจัยเลขที่ 38/55) คุณพรเทพ ธนรังสฤษฎ์ สำหรับคำแนะนำในการใช้เครื่องบีบน้ำมันรำข้าว คุณเสริมเกียรติ จันทร์ตรี คุณธวัชชัย โตสิตระกูล และคุณปริญญา เลิศสุวรรณสิทธิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์รำข้าว

7. เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2516. มาตรฐานอุตสาหกรรม น้ำมันรำสำหรับบริโภค. 1-55.

Ausman, L.M., Rong, N., & Nicolosi, R.J. (2005). Hypocholesterolemic effect of physically refined rice bran oil: studies of cholesterol metabolism and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *J Nutr Bioch. 16*, 521-529.

Balachandran, C., Mayamol, P.N., Thomas, S, Sukumar, D., Sundaresan, A., & Arumughan, C. (2008). An ecofriendly approach to process rice bran for high quality rice bran oil using supercritical carbon dioxide for nutraceutical applications. *Biores Tech. 99*, 2905-2912.

Chen, C-R., Wang, C-H., Wang, L-Y., Hong, Z-H., Chen, S-H., Ho, W-J., & Chang, C-M. J. (2008). Supercritical carbon dioxide extraction and deacidification of rice bran oil. *J. Supflu. 45*, 322-331.

Chotimakorn, C., Benjakul, S., & Silalai, N. (2008). Antioxidant components and properties of five long-grained rice bran extracts from commercial available cultivars in Thailand. *Food Chem. 111*, 636-641.

Codex Alimentarius International Food Standards (Online). Available from: http://www.codex alimentarius.org/codex-home/en (Dec19, 2013).

Cunnniff, P., Editor (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International 16th ed. vol.II, Ch. 41.

Ghosh, M. (2007). Review on recent trends in rice bran oil processing. *J Am Oil Chem Soc*. 84, 315-324.

Goffman, F., Pinson, S., & Bergman, C. (2003). Genetic diversity for lipid content and fatty acid profile in rice Bran. *J Am Oil Chem Soc*. *80*, 485-490.

Hoed, V.V., Ayala, J.V., Czarnowska, M., Greyt, W.D., & Verhe, R. (2010). Optimization of physical refining to produce rice bran oil with light color and high oryzanol content. *J Am Oil Chem Soc*. *87*, 1227-1234.

Kaewkool, P. (2011A). Characterization of cold pressed organic rice bran oil. *As J Food Ag-Ind*. *4*, 16-21.

Kaewkool, P. (2011B). Characterization and shelf life of cold pressed organic jasmine rice bran oil. *KKU Sci J*. *39*, 96-104.

Kahlon, T.S., Chow, F.I., Chiu, I.M.M., Hudson, C.A., & Sayre, R.N. (1996). Cholesterol-lowering by rice bran and rice bran oil unsaponifiable matter in hamsters. *Cereal Chem*. *73*, 69–71.

Lerma-Garcia, M.J., Herrero-Martinez, J.M., Simo-Alfonso, E.F., Mendonca,C.R.B., & Ramis-Ramos, G. (2009). Composition, industrial processing and applications of rice bran γ-oryzanol. *Food Chem*. *115*, 389-404.

Nimmanpipak, N. (2004). Preparation and evaluation of crude extract containing γ-oryzanol from rice bran oil. A thesis for the degree of Master of Science in Pharmacy (Pharmaceutics). Mahidol University.

Patel, M. & Naik, S.N. (2004). Gamma-oryzanol from rice bran oil. *J Sci Ind Res*. *63*, 569-578.

Sayasoonthorn, S., Kaewrueng, S., & Pathara sathapornkul, P. (2012). Rice bran oil extraction by screw press method: Optimum operating setting, oil extraction level and press cake appearance. *Rice Science*. *19(1)*: 75-78.

Sugano, M. & Tsuji, E. (1997). Rice bran oil and cholesterol metabolism. *J Nutr*. *127*, 521S–523S.

Tahira, R., Ata-ur-Rehman., & Muhammad AB. (2007). Characterization of rice bran oil. *J Agric Res*. *45*, 225-230.

Thanonkaew, A., Wongyai, S., McClements, D.J, & Decker, E.A. (2012). Effect of stabilization of rice bran by domestic heating on mechanical extraction yield, quality, and antioxidant properties of cold-pressed rice bran oil (*Oryza sativa* L.). *Food Sci and Tech*. *48*, 231-236.