

การเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อการสกัดวิตามินอีและ

แกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวพันธุ์ กข 6

Comparison of Solvent Extraction on Extractable Vitamin E and Gamma Oryzanol

from Rice Bran (RD 6)

ปรีดาวรรณ ขอช่วยกลาง (Predawan Kochayklang)* วรณช ศรีเจษฎารักษ์ (Voranuch Srijesdaruk)**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันรำข้าวถูกนำมาสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวโดยนิยมใช้เฮกเซน แต่เฮกเซนเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง ระเหยง่ายและไวไฟ จึงสนใจศึกษาชนิดของตัวทำละลายชนิดอื่นคือ ไอโซโพรพานอล เอทานอล เปรียบเทียบกับการใช้เฮกเซนที่สภาวะการสกัดเดียวกัน พบว่า รำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีการนึ่งและสกัดด้วยไอโซโพรพานอลจะให้ปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลได้สูงที่สุด จากการศึกษาผลของอัตราส่วนรำข้าวต่อไอโซโพรพานอล (1 ต่อ 30, 1 ต่อ 45 และ 1 ต่อ 60 กรัม/มิลลิลิตร) อุณหภูมิ (50, 60 และ 70 °C) และเวลา (1, 10 และ 20 ชั่วโมง) ในการสกัดต่อคุณภาพน้ำมัน พบว่าทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อค่าปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอล โดยพบว่า สภาวะที่มีสารดังกล่าวมากที่สุดคือ สภาวะการสกัดที่ใช้รำข้าวต่อไอโซโพรพานอล 1 ต่อ 30 กรัม/มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 70 °C และเวลา 20 ชั่วโมง

ABSTRACT

Presently, rice bran has been extracted to be rice bran oil by hexane. Hexane is highly toxic, easily evaporated and flammable. Therefore, this study was conducted to compare the extraction methods using hexane and another solvents including isopropanol and ethanol at the same extracted conditions, The result show that rice bran stabilized by steaming and then extracted by isopropanol provided the highest amount of extractable oil, vitamin E and gamma-oryzanol. The studied of effects of bran-isopropanol ratio (1:30, 1:45 and 1:60 g/ml) temperature (50, 60 and 70 °C) and time period (1, 10 and 20 h) on the oil quality, it was found that all three factors affected on oil yield, vitamin E and gamma-oryzanol and the best extraction conditions were result was bran- isopropanol ratio of 1:30 g/ml, 70 °C and 20 hours.

คำสำคัญ : รำข้าว วิตามินอี แกมมา-โอไรซานอล

Key Words: rice bran, vitamin E, gamma-oryzanol

*นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

รำข้าว คือ เชื้อหุ้มของผิวข้าวที่ถูกขัดออกระหว่างกระบวนการสีที่ยังคงประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพ เช่น เส้นใย แร่ธาตุ ไขมันและสารอาหารที่มีคุณค่า เช่น โทคอล (โทโคเฟอรอลและโทโคไทรอินอล) ไฟโตสเตอรอลและแกมมา-โอไรซานอล (ตารางที่ 1) ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณค่าต่อสุขภาพ ช่วยลดอนุมูลอิสระและคอเลสเตอรอลในร่างกาย ทำให้ช่วยลดการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆที่เกิดจากอนุมูลอิสระและการมีคอเลสเตอรอลสูงในร่างกาย เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ (Lerma-Garcia et al, 2009; Juliano et al, 2005) เป็นต้น

ตารางที่ 1 สารอาหารที่มีในรำข้าวที่ความชื้นร้อยละ 9.62 น้ำหนักแห้ง (Oliveira et al, 2012)

สารอาหารที่มีผลต่อสุขภาพ	ปริมาณ
Lipids content (ร้อยละ)	22.20±0.43
Crude protein (ร้อยละ)	15.36±0.06
γ-oryzanol (มิลลิกรัม/กิโลกรัม รำข้าวสด)	12,510±51
Tocols (มิลลิกรัม/กิโลกรัม รำข้าวสด)	334±14

ปัจจุบันมีการนำรำข้าวมาสกัดเป็นน้ำมันรำข้าว (rice bran oil) เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีและได้รับความสนใจ เพราะอุดมไปด้วยกรดไขมันที่สมดุลและสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อเทียบกับน้ำมันบริโภคอื่นๆ เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น แกมมา-โอไรซานอล (gamma oryzanol; γ-oryzanol) และกลุ่มของวิตามินอีได้แก่ โทโคฟีรอล (tocopherol) โทโคไทรอินอล (tocotrienol) และมีไฟโตสเตอรอล (phytosterol) โดยเฉพาะแกมมา-โอไรซานอลที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ (Van Hoed et al, 2006)

วิธีการสกัดน้ำมันรำข้าวมีหลายวิธี แต่วิธีที่ได้รับความนิยมคือ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เนื่องจากสกัด

น้ำมันได้ปริมาณสูงและขั้นตอนในการสกัดไม่ยุ่งยาก แต่อย่างไรก็ตาม เฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่มีพิษ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคหากตกค้างในผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันจึงมีหลายงานวิจัยที่ศึกษาหาตัวทำละลายชนิดอื่นมาใช้ในการสกัดวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลแทน เช่น ไอโซโพรพานอล เอทิลอะซิเตต เอทานอล เป็นต้น (Hu et al, 1996; Xu & Godber, 2000; Imsanguan et al, 2008) แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการสกัดจำเป็นต้องอาศัยสภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้การสกัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นจึงสนใจศึกษาชนิดตัวทำละลายอื่นมาใช้ในการสกัดน้ำมันแทนการใช้เฮกเซนเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระสูง (วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอล) และหาสภาวะการสกัดที่ดี

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาชนิดตัวทำละลายและปัจจัยการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันรำข้าว

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบและคงสภาพรำข้าว

นำรำข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ได้จากการขัดสีจากโรงสี กำจัดสิ่งปนเปื้อน ทำให้ง่ายต่อการจัดการ (steaming) ที่อุณหภูมิ 115 ± 2 °C นาน 15 นาที เพื่อควบคุมการทำงานของเอนไซม์ไลเปส (คัดแปลงจาก วรณัฐ และคณะ, 2544) และอบแห้ง (hot air drying) ที่อุณหภูมิคงที่ 50 °C เป็นเวลา 30 นาที เพื่อไล่ความชื้น บรรจุในถุงในสภาพสุญญากาศและเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ -20 °C จนกว่าจะนำมาทดลองต่อไป

2. การศึกษาคุณภาพของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพ

2.1 วิเคราะห์ความชื้นของรำข้าวหลังผ่านการคงสภาพตามวิธี AOAC (1995)

2.2 ศึกษากรดไขมันอิสระของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพ

วิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพ ด้วยวิธีมาตรฐาน American

Oil Chemists' Society (AOCS) Ca 5a-40 (1997) เปรียบเทียบกับรำข้าวที่ไม่ผ่านการทำให้คงสภาพที่ถูกเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (ตัวควบคุม) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3. ศึกษาชนิดของตัวทำละลายและปัจจัยการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อคุณภาพน้ำมันรำข้าว

3.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทำละลายต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในรำข้าว

เพื่อคัดเลือกชนิดของตัวทำละลายที่สามารถสกัดน้ำมันรำข้าวที่มีคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไอโซโพรพานอลและเอทานอล ทำการสกัดที่อุณหภูมิคงที่ 60 °ซ เป็นเวลา 1, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน (oil yield) วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอล (ดัดแปลงจาก Chen & Bergman, 2005) ออกแบบการทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์แบบ 3×5 factorial experiment in CRD ศึกษา 2 ปัจจัย คือผลของชนิดของตัวทำละลายมี 3 ระดับและผลของอุณหภูมิ 5 ระดับ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3.2 ศึกษาปัจจัยการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าว

เลือกตัวทำละลายที่สามารถให้ปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลสูงที่สุดจากข้อ 3.1 มาศึกษาปัจจัยการสกัดโดยปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัย คือ อัตราส่วนรำข้าวต่อตัวทำละลาย 1:30, 1:45 และ 1:60 กรัม/มิลลิลิตร อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 °ซ และเวลาที่ใช้ในการสกัด 1, 10 และ 20 ชั่วโมง วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอล ออกแบบการทดลอง $3 \times 3 \times 3$ factorial experiment in CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. คุณภาพของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพ

รำข้าวหลังผ่านการทำให้คงสภาพด้วยวิธีการนึ่ง (steaming) ที่อุณหภูมิ 115 ± 2 °ซ นาน 15 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ 50 °ซ 30 นาที มีความชื้นร้อยละ 11.75 และมีปริมาณกรดไขมันอิสระ (ร้อยละ 6.52) ลดลงเมื่อเทียบกับตัวควบคุม (ร้อยละ 38.37) เนื่องจากเอนไซม์ ไลเปสในรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพจะถูกยับยั้ง กิจกรรมการทำงาน ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจากเอนไซม์ไลเปสจึงลดลง ทำให้การเกิดกรดไขมันอิสระในรำข้าวลดลง (Amarasinghe & Gangodavilage, 2004; Amarasinghe et al, 2009; Thanonkaew et al, 2012)

2. ผลของชนิดของตัวทำละลายต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในรำข้าว

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไอโซโพรพานอลและเอทานอล ที่อุณหภูมิคงที่ 60 °ซ เป็นเวลา 1, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ชนิดของตัวทำละลายและเวลามีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล แกมมา-โทโคฟีรอลและเดลต้า-โทโคฟีรอล) และแกมมา-โอไรซานอลอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 โดยการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยไอโซโพรพานอลที่อุณหภูมิ 60 °ซ ที่เวลา 12 และ 24 ชั่วโมงสามารถสกัดน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลได้มากที่สุด เนื่องจากไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลายที่มีความเป็นมีขั้วมากกว่าเฮกเซน (Xu & Godber, 2000) ไอโซโพรพานอลจึงมีความสามารถในการสกัดสารด้านอนุมูลอิสระในรำข้าวสูงกว่าเฮกเซน และเนื่องจากเป็นตัวทำละลายที่ให้ปริมาณไขมันและสารด้านอนุมูลอิสระในรำข้าวใกล้เคียงกับวิธีการดั้งเดิม (Soxhlet extraction โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ Lilitchan et al, 2008) มากที่สุด ขณะที่เอทานอลมีความสามารถในการสกัดน้ำมันได้ปริมาณต่ำที่สุดและสกัดสารด้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่าตัวทำละลายชนิดอื่นๆ ดังนั้นจึงคัดเลือกไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำมันรำข้าวในสภาวะการสกัดอื่นต่อไป

3. ผลของปัจจัยการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในรำข้าว

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนรำข้าวต่อตัวทำละลาย อุณหภูมิและเวลา มีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในน้ำมันรำข้าวอย่าง มีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 3 เมื่อใช้ไอโซ-โพรพานอลร่วมกับอุณหภูมิ อุณหภูมิจะช่วยในการคลายโครงสร้างของเมทริกซ์ในตัวอย่างและเพิ่มความคล่องตัวในการซึมผ่านการสกัด ทำให้การสกัดมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Hu et al, 1996; Xu & Godber, 2000) โดยสภาวะการสกัดที่สามารถสกัดน้ำมันรำข้าว วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวได้มากที่สุดคือ การสกัดที่ใช้รำต่อไอโซโพรพานอล 1 ต่อ 30 กรัม /มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 70 °ซ และเวลา 20 ชั่วโมง โดยให้ปริมาณน้ำมัน 25.42 ± 0.80 กรัม/ 100 กรัมรำแห้ง วิตามินอี ได้แก่ เตลต้า-โทโคฟีรอล แกมมา-โทโคฟีรอลและแอลฟา-โทโคฟีรอล 81.51 ± 1.24 , $1,765.54 \pm 1.55$ และ $6,737 \pm 40.63$ ไมโครกรัม/100 กรัมรำแห้ง ตามลำดับ และแกมมา-โอไรซานอล 260.83 ± 7.25 มิลลิกรัม/100 กรัมรำแห้ง

ตารางที่ 2 ผลของชนิดของตัวทำละลายและเวลาการสกัดต่อปริมาณน้ำมันและวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลใน
รำข้าวที่อุณหภูมิ 60 °ซ

Solvent	Time (h)	Oil (g/100g)	δ -tocopherol (μ g/100g)	γ -tocopherol (μ g/100g)	α - tocopherol (μ g/100g)	Gamma oryzanol (mg/100g)
Hexane	1	15.85 $\pm$ 0.54 ^{de}	28.53 $\pm$ 0.25 ^c	835.87 $\pm$ 9.36 ^{ef}	4311.39 $\pm$ 36.45 ^{abc}	181.176 $\pm$ 1.31 ^d
	3	15.47 $\pm$ 0.54 ^{def}	28.97 $\pm$ 0.66 ^{de}	841.10 $\pm$ 9.52 ^{def}	4311.41 $\pm$ 37.22 ^{abc}	184.55 $\pm$ 2.30 ^{cd}
	6	15.10 $\pm$ 0.54 ^{efg}	26.77 $\pm$ 0.06 ^f	784.19 $\pm$ 8.16 ^g	3932.54 $\pm$ 58.96 ^{efg}	172.59 $\pm$ 1.56 ^c
	12	16.23 $\pm$ 0.00 ^d	28.59 $\pm$ 0.90 ^c	849.83 $\pm$ 17.86 ^{cdef}	4381.10 $\pm$ 51.48 ^{ab}	174.35 $\pm$ 1.68 ^c
	24	15.85 $\pm$ 0.00 ^{de}	26.35 $\pm$ 0.73 ^f	793.24 $\pm$ 19.71 ^g	3819.75 $\pm$ 81.62 ^{figh}	181.87 $\pm$ 4.2 ^d
Isopropanol	1	18.87 $\pm$ 0.53 ^c	30.82 $\pm$ 0.19 ^c	870.97 $\pm$ 20.93 ^{bcd}	3995.92 $\pm$ 167.52 ^{def}	203.64 $\pm$ 4.66 ^b
	3	19.44 $\pm$ 0.26 ^{bc}	33.53 $\pm$ 0.21 ^b	898.07 $\pm$ 6.22 ^{ab}	4056.49 $\pm$ 148.65 ^{de}	209.71 $\pm$ 1.34 ^{ab}
	6	19.25 $\pm$ 0.00 ^c	33.71 $\pm$ 0.97 ^b	893.98 $\pm$ 8.15 ^{ab}	4166.07 $\pm$ 49.12 ^{cd}	207.46 $\pm$ 2.24 ^{ab}
	12	21.89 $\pm$ 0.53 ^a	28.73 $\pm$ 0.90 ^{de}	881.72 $\pm$ 9.07 ^{abc}	4468.73 $\pm$ 46.17 ^a	185.19 $\pm$ 2.40 ^{cd}
	24	20.38 $\pm$ 0.00 ^b	35.02 $\pm$ 1.00 ^a	912.17 $\pm$ 20.97 ^a	4250.57 $\pm$ 102.16 ^{bc}	210.80 $\pm$ 4.92 ^a
Ethanol	1	14.91 $\pm$ 0.26 ^{efg}	27.03 $\pm$ 0.20 ^f	823.61 $\pm$ 3.75 ^f	3927.51 $\pm$ 6.35 ^{efg}	161.97 $\pm$ 1.32 ^f
	3	13.77 $\pm$ 0.27 ^h	29.58 $\pm$ 0.49 ^{cde}	850.95 $\pm$ 2.84 ^{cdef}	3727.25 $\pm$ 105.85 ^h	186.15 $\pm$ 2.26 ^{cd}
	6	14.72 $\pm$ 1.08 ^{figh}	29.63 $\pm$ 0.37 ^{cde}	840.14 $\pm$ 3.55 ^{def}	3771.24 $\pm$ 38.34 ^{gh}	185.46 $\pm$ 1.27 ^{cd}
	12	14.34 $\pm$ 0.00 ^{gh}	30.07 $\pm$ 0.06 ^{cd}	858.72 $\pm$ 13.02 ^{cde}	3785.53 $\pm$ 10.33 ^{gh}	189.80 $\pm$ 2.50 ^c
	24	15.29 $\pm$ 0.80 ^{ddefg}	28.91 $\pm$ 1.00 ^{de}	835.73 $\pm$ 26.22 ^{ef}	3795.03 $\pm$ 10.34 ^{gh}	181.02 $\pm$ 4.63 ^d

หมายเหตุ a, b,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยของ Oil δ -tocopherol γ -tocopherol α -tocopherol และ Gamma oryzanol ในสภาวะการสกัดต่างๆที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Tes

ตารางที่ 3 ผลของปัจจัยในการสกัดด้วยสารละลายไอโซโพรพานอลต่อปริมาณน้ำมันและวิตามินอีและแกมมา-โอโรซาน

นอล

Temperature (°C)	Ratio (g/ml)	Time (h)	Oil (g/100g)	δ-tocopherol (μg/100g)	γ-tocopherol (μg/100g)	α-tocopherol (μg/100g)	Gamma oryzanol (mg/100g)
50	1:30	1	24.29 ± 0.00 ^{cde}	51.32 ± 6.93 ^{defg}	1416.08 ± 25.98 ^{efgh}	5019.53 ±	218.38 ± 3.93 ^{cdef}
		10	23.73 ± 0.80 ^{defg}	63.04 ± 1.70 ^{bc}	1527.94 ± 14.39 ^{bcde}	125.77 ^{fghij}	226.62 ± 0.97 ^{bcde}
		20	20.06 ± 0.40 ^b	49.66 ± 5.84 ^{efg}	1437.14 ± 19.08 ^{defgh}	5709.14 ± 70.98 ^{bcd}	216.16 ± 2.83 ^{cdef}
	1:45	1	22.32 ± 0.40 ^{efg}	52.18 ± 3.50 ^{def}	1380.74 ± 100.85 ^{efgh}	4843.09 ±	211.21 ± 21.71 ^{def}
		10	23.16 ± 0.80 ^{defg}	51.54 ± 1.8 ^{defg}	1409.96 ± 7.26 ^{efgh}	326.09 ^{ghijk}	209.76 ± 4.01 ^{def}
		20	26.84 ± 1.20 ^{ab}	66.60 ± 0.39 ^b	1619.14 ± 9.80 ^b	4936.94 ± 31.20 ^{fghij}	238.80 ± 6.40 ^b
	1:60	1	24.29 ± 0.00 ^{cde}	52.51 ± 1.85 ^{def}	1448.27 ± 3.14 ^{defgh}	4995.367 ±	224.02 ± 1.15 ^{bcde}
		10	24.58 ± 1.20 ^{bcde}	59.31 ± 2.38 ^{bcde}	1467.94 ± 45.50 ^{cdefgh}	84.84 ^{fghij}	224.12 ± 6.24 ^{bcde}
		20	24.29 ± 0.00 ^{cde}	51.77 ± 3.76 ^{def}	1510.89 ±254.09 ^{bcdefg}	5248.34 ± 180.03 ^{defgh} 5380.34 ± 832.10 ^{bcde}	214.76 ± 24.68 ^{cdef}
60	1:30	1	24.58 ± 1.20 ^{bcde}	56.09 ± 1.20 ^{cde}	1449.41 ± 0.58 ^{defgh}	5065.49 ± 201.20 ^{fghi}	224.59 ± 0.94 ^{bcde}
		10	24.58 ± 1.20 ^{bcde}	51.44 ± 2.80 ^{defg}	1476.65 ±	5244.52 ±	228.90 ± 7.79 ^{bcd}
		20	23.73 ± 1.60 ^{defg}	59.47 ± 9.06 ^{bcde}	25.00 ^{bcdefgh} 1603.33 ± 6.39 ^{gh}	108.47 ^{defgh} 5853.83 ± 77.73 ^{bc}	234.13 ± 0.18 ^{bc}
	1:45	1	24.58 ± 0.40 ^{bcde}	57.31 ± 1.67 ^{bcde}	1473.25 ± 7.21 ^{bcdefgh}	5293.65 ± 37.09 ^{defgh}	226.44 ± 0.01 ^{bcde}
		10	24.01 ± 1.20 ^{cdef}	50.38 ± 1.93 ^{defg}	1466.39 ± 38.32 ^{cdefgh}	5104.96 ±	221.68 ± 7.50 ^{bcde}
		20	24.29 ± 0.80 ^{cde}	56.11 ± 1.06 ^{cde}	1575.35 ± 30.85 ^{bcd}	148.11 ^{efghi} 5728.99 ± 114.70 ^{bcd}	227.13 ± 0.78 ^{bcde}
	1:60	1	21.47 ± 0.80 ^{gh}	57.56 ± 1.80 ^{bcde}	1521.22 ± 5.41 ^{bcdef}	5425.10 ± 62.10 ^{bcde}	225.66 ± 1.50 ^{bcde}
		10	23.44 ± 0.40 ^{defg}	53.77 ± 2.38 ^{cdef}	1502.66 ± 87.28 ^{bcdefg}	5314.78 ± 217.36 ^{defg}	227.50 ± 10.41 ^{bcd}
		20	23.16 ± 0.00 ^{defg}	52.11 ± 4.20 ^{def}	1632.06 ± 80.70 ^{gh}	5005.97 ± 353.70 ^{fghij}	200.10 ± 14.38 ^f
	1:30	1	22.88 ± 0.40 ^{efg}	49.37 ± 0.42 ^{dfg}	1370.02 ± 18.91 ^{fgh}	4599.21 ± 32.23 ^{ijk}	213.93 ± 1.98 ^{cdef}
		10	24.58 ± 1.20 ^{bcde}	44.42 ± 5.44 ^{fg}	1432.16 ± 15.08 ^{defgh}	4714.35 ± 11.20 ^{ijk}	224.84 ± 0.79 ^{bcde}
		20	25.42 ± 0.80 ^{bcd}	81.59 ± 1.24 ^a	1765.54 ± 1.55 ^a	6373.77 ± 40.63 ^a	260.83 ± 7.25 ^a
		1	27.97 ± 1.20 ^a	59.84 ± 1.15 ^{bcd}	1514.70 ± 20.07 ^{bcdef}	5584.57 ± 92.66 ^{bcde}	216.17 ± 1.15 ^{cdef}

70	1:45	10	26.27 ± 1.20 ^{abc}	46.06 ± 0.46 ^{fg}	1433.56 ± 32.81 ^{defgh}	4695.00 ± 96.54 ^{ijk}	225.10 ± 6.10 ^{bcde}
		20	24.58 ± 0.40 ^{bcde}	44.41 ± 0.77 ^{fg}	1384.40 ± 66.38 ^{efgh}	4531.72 ± 197.48 ^{ijk}	208.76 ± 9.46 ^{def}
	1:60	1	21.75 ± 1.20 ^{fgh}	51.85 ± 0.98 ^{def}	1428.05 ± 3.73 ^{defgh}	4786.78 ± 21.82 ^{hijk}	218.98 ± 1.14 ^{bcdef}
		10	23.45 ± 1.20 ^{defg}	41.68 ± 0.41 ^g	1337.22 ± 11.49 ^h	4371.42 ± 86.95 ^k	207.05 ± 0.03 ^{ef}
		20	22.60 ± 0.80 ^{efg}	44.96 ± 13.29 ^{fg}	1375.87 ± 41.71 ^{efgh}	5013.22 ±	200.52 ± 3.46 ^f
						155.17 ^{fghij}	

หมายเหตุ a, b,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยของ Oil δ -tocopherol γ -tocopherol α -tocopherol และ Gamma oryzanol ในสภาวะการสกัดต่างๆ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

รำข้าวภข.6 ที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีการนึ่ง ที่อุณหภูมิ 115 $\pm$ 2 °ซ นาน 15 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ 50 °ซ เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดปริมาณกรดไขมันอิสระในรำข้าวและมีความชื้นคงเหลือร้อยละ 11.75 ทำให้เก็บรักษาคุณภาพของรำข้าวได้เพราะการลดปริมาณกรดไขมันอิสระ (Yokochi 1974; Burns & Cassedy, 1952; Panduranga Rao et al, 1967) และการควบคุมความชื้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาคุณภาพรำข้าว (Amarasinghe & Gangodavilage, 2004)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในรำข้าว พบว่า ชนิดของตัวทำละลายและเวลาที่มีผลต่อการสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลายในกลุ่มแอลกอฮอล์ ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าเฮกเซน ทำให้มีผลต่อการสกัดแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าว และเมื่อสกัดร่วมกับการใช้อุณหภูมิจึงทำให้สามารถสกัดสารแกมมา-โอไรซานอลได้ดีกว่าการใช้เฮกเซนภายใต้สภาวะการสกัดเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะการสกัดด้วยตัวทำละลายไอโซโพรพานอลที่เวลาแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) พบว่า เวลาการสกัดที่นานมากขึ้นมีผลต่อปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้ เนื่องจากช่วยเพิ่มระยะเวลาในการแทรกซึม

ผ่านของตัวทำละลายในโครงสร้างของเมทริกซ์ในตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระจึงถูกสกัดออกจากโครงสร้างได้มากขึ้น

การสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลายมีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัด เพื่อให้สามารถสกัดน้ำมันออกมาจากวัตถุดิบได้มากที่สุด โดยได้น้ำมันที่ไม่สลายตัวและมีสิ่งเจือปนตกค้างน้อยที่สุด ปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิและเวลาที่มีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันรำข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (Lawson, 1995) จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ปริมาณตัวทำละลายเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น ในสภาวะการสกัดบางสภาวะ ทั้งนี้เนื่องจากในสภาวะการสกัด อิทธิพลของปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้จากงานวิจัยนี้พบว่า อัตราส่วนรำข้าวต่อตัวทำละลาย อุณหภูมิและเวลาที่มีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลในน้ำมันรำข้าว โดยสภาวะการสกัดที่สามารถสกัดน้ำมันรำข้าว วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวได้มากที่สุดคือ การใช้รำข้าวต่อไอโซ-โพรพานอล 1 ต่อ 30 กรัม /มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 70 °ซ และเวลา 20 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณ บริษัท อาร์ซีเค อะกรี มาร์เก็ตติ้ง จำกัด ที่สนับสนุนรำข้าว และภาค

วิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

วรรณุช ศรีเจษฎารักษ์, เกษม นันทชัยและสรินทร์
สุวรรณรงค์. 2554. การศึกษาประสิทธิภาพ
การเป็นสารกันหืนของสารละลายโทโค
เฟอรอลสกัดจากรำข้าว (*Oryza sativa*).
วารสารวิจัยฯ. 6(2): 34-44.

AOAC. 1995. Approved Methods of the American
Association of Cereal Chemists. 9th ed. St.
Paul, Minnesota.

Amarasinghe, BMWPK., and Gangodavilage. 2004.
Rice bran oil extraction in sri lanka data for
process equipment design. Food and
Bioproducts Processing. 82(C1): 54-59.

Amarasinghe, BMWPK., Kumarasiri, MPM., and
Gangodavilage NC, 2009. Effect of method
of stabilization on aqueous extraction of rice
bran oil. Food and Bioproducts Processing.
87: 108-114.

American Oil Chemists'Society.1997. Official
Methods and Recommended Practices of the
AOCS. 5th edition. AOCS Press. Champaign.
IL. USA.

Burns, H., and Cassedy, MM. 1952. Method of
treating rice bran and rice polish. US patent
no.2610, 914.

Chen, MH., and Bergman CJ. 2005. A rapid
procedure for analysing rice bran tocopherol,
tocotrienol and γ -oryzanol contents. J. Food
Composition and Analysis. 18: 319-331.

Hu, W., Wells, JH., Shin T-S., and Godber, JS. 1996.
Comparison of isopropanol and hexane for
extraction of vitamin E and oryzanols from
stabilized rice bran. J. the American Oil
Chemists' Society. 73: 1653-1656.

Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, MC., and Piu, L.
2005. Antioxidant activity of gamma oryzanol
:mechanism of action and its effect on
oxidative stability of pharmaceutical oils. Int.
J. Phar. 299: 146-154.

Lawson, H. 1995. Food oils and Fats: Technology,
Utilization and nutrition. CHAPMAN., and
HALL.

Lerma, GMJ., Herrero, MJM., Simó, AEF.
Mendonça, CRB., and Ramis, RG. 2009.
Composition, industrial processing and
applications of rice bran γ -oryzanol. Food
Chemistry. 115: 389-404.

Lilitchan, S., Tangprawat, C., Aryusuk, K., Kirisnang
kura, S., Chokmoh, S., and Krisnangkura,
K.2008. Partial extraction method for the
rapid analysis of total lipids and γ -oryzanol
contents in rice bran. Food Chemistry. 106:
752-759.

Oliveira, R., Oliveira, V., Aracava, KK., and
Christianne, ECR. 2012. Effect of extraction
condition on the yield and composition
of rice bran oil extracted with Ethanol-A
response surface approach. Food and
Bioproducts Processing. 90: 22-31.

Panduranga, RB., Ansar, AS., and Thirumala ,RSD.
1967. Factors affecting the free fatty acid
changes in rice bran. Ind oil Soap J. 32(7):
203-210.

Thanonkaew, A., Wongyai, S., McClements, DJ., and Decker,
EA. 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 Science and
Technology. 1-6.

- Van, HV., Depaemelaere, G., Ayala, J., Santiwattana, P., Verhe, R., and De Greyt W. 2006. Influence of chemical refining on the major and minor components of rice brain oil. J Am Oil Chem Soc. 83(4): 315-21.
- Xu, Z., and Godber, JS. 2000. Comparison of supercritical fluid and solvent extraction methods in extracting γ -oryzanol from rice bran. J of the American Oil Chemists' Society. 77: 1127–1131.
- Yokochi, K. 1974. Rice processing for the production of rice bran oil, Status report, in rice by products conference, Valencia, Spain.