

ผลงานวิจัยฉบับเต็ม

ของ

นางสาววิไลศรี ลิ้มปพยอม

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7ว. ตำแหน่งเลขที่ 2980

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร
สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
และแปรรูปผลิตผลเกษตร

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8ว.

ตำแหน่งเลขที่ 2980

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
และแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลงานวิจัยฉบับเต็ม

ของ

นางสาววิไลศรี ลิ้มปพยอม

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7ว. ตำแหน่งเลขที่ 2980

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร
สำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว
และแปรรูปผลิตผลเกษตร



ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8ว.

ตำแหน่งเลขที่ 2980

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว

และแปรรูปผลิตผลเกษตร

การวิจัยและพัฒนาอาหารเสริมสุขภาพชนิดแคปซูล Gamma-Oryzanol จากรำข้าว
Research and Development on Encapsulated Gamma-Oryzanol from Rice Bran
วิไลศรี ลิ้มปวยอม สุนันทา วงศ์ปียชน กาญจนา เหล่าศรีเจริญสกุล

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณศ

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการสกัดน้ำมันรำข้าวและการแยกสกัดแกมมาโอไรซานอล (Gamma-Oryzanol) วิตามินอีจากน้ำมันรำข้าว เพื่อผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพชนิดแคปซูล โดยทำการศึกษาคุณภาพรำข้าวเพื่อสกัดน้ำมัน ให้ได้น้ำมันที่มีคุณภาพ โดยเก็บตัวอย่างรำข้าวที่สีจากข้าวเปลือกพันธุ์ต่างๆ จำนวน 12 พันธุ์ 15 ตัวอย่าง คือข้าวหอมดอกมะลิ 4 ตัวอย่าง ,ปทุมธานี 1, ปทุมธานี 60, สุพรรณบุรี 1, สุพรรณบุรี 60, สุพรรณบุรี 90, พิชญโลก, ข้าวพันธุ์ กข7 , กข23 , กข27, ข้าวสุรินทร์ และข้าวขาวดกแห่ง โดยทำการสกัดน้ำมันจากรำข้าว พบว่ามีปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 13.55-22.54 ค่ากรดไขมันอิสระในช่วงร้อยละ 5.14-10.72 ปริมาณ Gamma-Oryzanol โดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 1.34-2.08 วิตามินอีในรูปของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลโดยเฉลี่ยในช่วง 1069.47-1563.68 มก./กก. องค์ประกอบกรดไขมัน ประกอบด้วย lauric acid myristic acid palmitic acid stearic acid oleic acid linoleic acid และ linolenic acid ในช่วงร้อยละ 0.15-1.65, 0.53-2.53, 22.69-33.81 ,1.08-4.41 , 31.05-40.39 28.44-42.08 และ 0.90-1.84 ตามลำดับ ต่อมาทำการแยกสกัดแกมมาโอไรซานอลจากน้ำมันรำข้าวคั้นจากรำข้าวพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยเอทานอลในห้องปฏิบัติการ ด้วยกรรมวิธีต่างๆ คือการแยกสกัดแกมมาโอไรซานอลจาก Soapstock การตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำด้วยเอทานอลและการใช้เทคนิค Column Chromatography พบว่าได้ปริมาณแกมมาโอไรซานอลเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยร้อยละ 51.77 , 65.22 และ 51.26 ตามลำดับ การตกผลึกน้ำมันรำข้าวที่อุณหภูมิต่ำด้วยเอทานอลเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารเสริมชนิดแคปซูลจากน้ำมันรำข้าว เพราะมีต้นทุนต่ำให้ปริมาณแกมมาโอไรซานอลสูง

รหัสโครงการวิจัย 07-02-47-0106

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก การผลิตข้าวส่วนใหญ่จะอยู่ในทวีปเอเชีย ประเทศที่ผลิตข้าวมากที่สุดได้แก่ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ เวียดนามและไทยตามลำดับ โดยมีผลผลิตรวมกันประมาณร้อยละ 77 ของโลก ประเทศไทยมีพื้นที่การเกษตรโดยเฉพาะการปลูกข้าวคิดเป็นร้อยละ 60 หรือประมาณ 3.7 ล้านไร่เรือน โดยปลูกข้าวไว้บริโภคและเพื่อการค้า ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกข้าวและผลิตภัณฑ์เกือบแสนล้านบาท โดยส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลกมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 20 ปี ปัจจุบันมีส่วนแบ่งในตลาดกว่าร้อยละ 30 ข้าวจึงเป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

การใช้ประโยชน์จากข้าวโดยการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร และผลิตภัณฑ์จากข้าวชนิดต่างๆ เช่น แป้ง ขนมันจีน เส้นหมี่ และก๋วยเตี๋ยว ในประเทศไทยมีโรงสีกว่า 40000 โรงและมีผลพลอยได้จากโรงสีที่สำคัญคือ รำข้าวที่มีปริมาณสูง แต่ขาดการจัดการและปรับปรุง เพื่อนำไปเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น ในแต่ละปีมีปริมาณรำข้าวประมาณ 2 ล้านตันต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตน้ำมันรำข้าว ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ ปุ๋ยอินทรีย์และใช้เลี้ยงสัตว์

รำข้าวประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด ส่วนใหญ่คือกลูเตน และน้ำมัน กลูเตนมีประโยชน์ช่วยป้องกันโรคต่างๆ อย่างเช่น ในระบบการย่อยอาหารในลำไส้ใหญ่และโรคหัวใจ รวมทั้งน้ำมันรำข้าวมีคุณค่า จะช่วยลดปริมาณ Serum Cholesterol ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคหัวใจ รำข้าวเป็นส่วนที่อยู่ภายนอกเมล็ดข้าว ที่ถูกแยกออกมาระหว่างการสีข้าวให้ได้เมล็ดสีขาว รำข้าวจึงเป็นแหล่งที่อุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าประกอบด้วย pericarp, aleurone, germ และส่วนของendosperm ของเมล็ดข้าวที่ถูกสีออกมาระหว่างการสีข้าว เมื่อข้าวเปลือกถูกส่งมายังโรงเก็บ การสีข้าวในครั้งแรก รำข้าวที่ได้จะรวมกับเปลือกที่สีออกมา ทำให้สูญเสียรำข้าวไปบางส่วน รำละเอียดได้จากการสีข้าวครั้งที่ 2 ที่มีปริมาณน้ำมันสูง รำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากโปรตีนแล้ว รำข้าวยังเป็นแหล่งวิตามินบี วิตามินอี รำข้าวยังมีสารกันหืน (antioxidant) คือแกมมาโอไรซานอล (Gamma-Oryzanol) กล่าวกันว่ามีความสมบัติลดปริมาณโคเลสเตอรอล (cholesterol) ในมนุษย์

นัยนา บุญทวีวัฒน์และเรวดี จงสุวัฒน์ 2542 ได้แสดงองค์ประกอบทางเคมีในรำข้าวและกากรำ พบว่ารำข้าวมีไขมันร้อยละ 22.8 โปรตีนร้อยละ 14.3 เส้นใยอาหารและเถ้าร้อยละ 9.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 33.7 ส่วนกากรำที่สกัดน้ำมันแล้วมีไขมันร้อยละ 1.8 โปรตีนร้อยละ 18.3 เส้นใยอาหารร้อยละ 10.8 เถ้าร้อยละ 12.4 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 46.2 แสดงในตารางที่ 1

น้ำมันรำข้าวอุดมด้วยวิตามินอี โดยเฉพาะสารโทโคไตรอีนอล (Tocotrienol) และแกมมาโอไรซานอล (Gamma-Oryzanol) องค์ประกอบกรดไขมันที่พบมากได้แก่ Palmitic acid ,Stearic acid , Oleic acid และ Linoleic acid รำข้าวที่ยังไม่ได้สกัดน้ำมันจะมีความคงตัวและเสื่อมเสีย เนื่องจาก

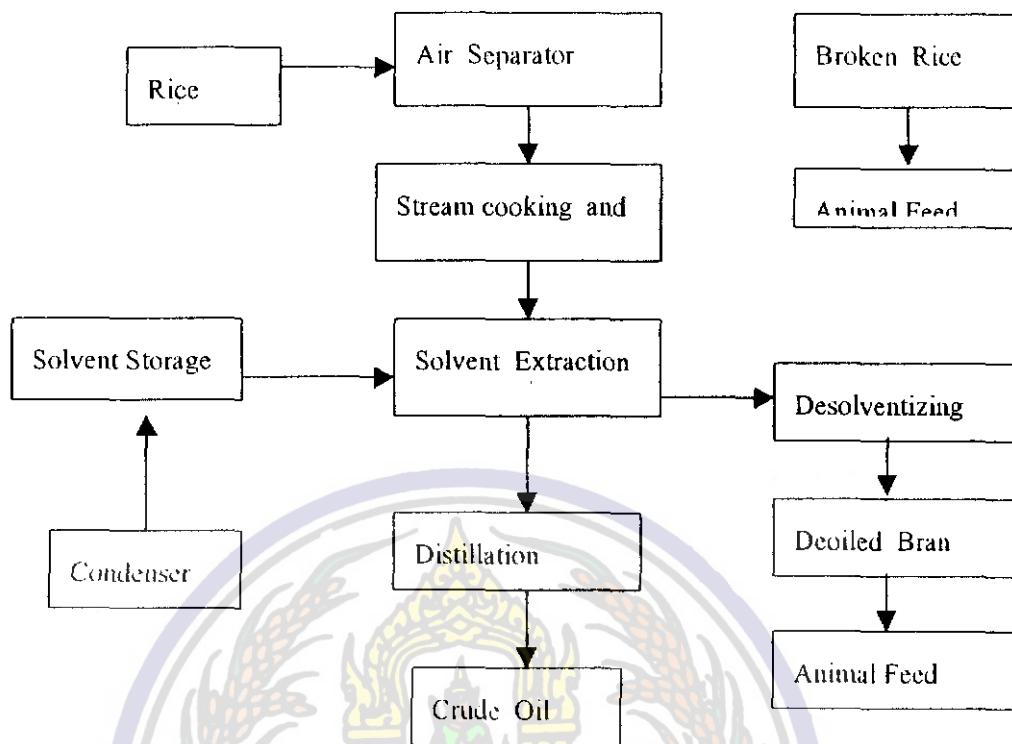
ตารางที่ 1. แสดงองค์ประกอบทางเคมีในรำข้าวและกากรำ (กรัมต่อ 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	รำข้าว	กากรำ
ความชื้น	10.8	10.5
โปรตีน	14.3	18.3
ไขมัน	22.8	1.8
เส้นใยอาหาร	9.2	10.8
เถ้า	9.2	12.4
คาร์โบไฮเดรต	33.7	46.2

ทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส โดยการเกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ทำให้มีกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเกิดได้เร็วมาก โดยเฉพาะในที่ร้อนและชื้น สำหรับรำข้าวที่ผ่านการนึ่งแล้ว จะมีความคงตัวมากกว่า ห้างนั้นหากจะนำรำข้าวไปสกัดน้ำมันเพื่อบริโภคทางการค้า จึงจำเป็นต้องสกัดน้ำมันทันทีหลังจากการสีข้าว เพื่อไม่ให้น้ำมันเสื่อมเสียง่าย และเป็นสาเหตุให้เพิ่มต้นทุนในการกลั่นใส

การสกัดน้ำมันรำข้าวนิยมสกัดด้วยตัวทำละลาย ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันต่ำ หรือสกัดจากกากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องบีบสกัดน้ำมัน ตัวทำละลายที่ใช้โดยทั่วไปจะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่เฮกเซน ปิโตรเลียมอีเธอร์ และตัวทำละลายที่ใช้กันมากที่สุดคือ เฮกเซน น้ำมันที่มีอยู่ในรำข้าวจะละลายออกมากับตัวทำละลาย เมื่อน้ำมันออกมาหมดแล้ว นำไปกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก สารละลายของน้ำมันในตัวทำละลาย โดยทั่วไปเรียกว่า Miscella น้ำมันที่ได้ออกมาเป็นน้ำมันที่ไม่บริสุทธิ์เรียกว่า Crude oil มักมีสารประกอบต่างๆปนอยู่มากมาย จึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2

กรรมวิธีการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช แบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธีคือกรรมวิธีทางเคมี (Chemical Refine) และทางฟิสิกส์หรือทางกายภาพ (Physical Refine) วิธีการทางเคมี มีด้วยกันหลายขั้นตอน ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมันในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง (Neutralization or Alkaline Refining) ซึ่งมีการเติมด่างเพื่อทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน ทำให้ได้สบู่ (Soap stock) ซึ่งเป็นผลพลอยได้และเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมันจำนวนมาก ต่อมาจึงมีการวิจัยพัฒนาวิธีการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์โดยตัดขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง ทั้งนี้สำหรับกรดไขมันที่ต้องการกำจัดออกจะใช้วิธี Steam distillation ในขั้นตอนการกำจัดกลิ่น (Deodorization) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเพื่อกำจัดกรดไขมันที่มีอยู่มาก วิธีการนี้เรียกว่า วิธีทางกายภาพ

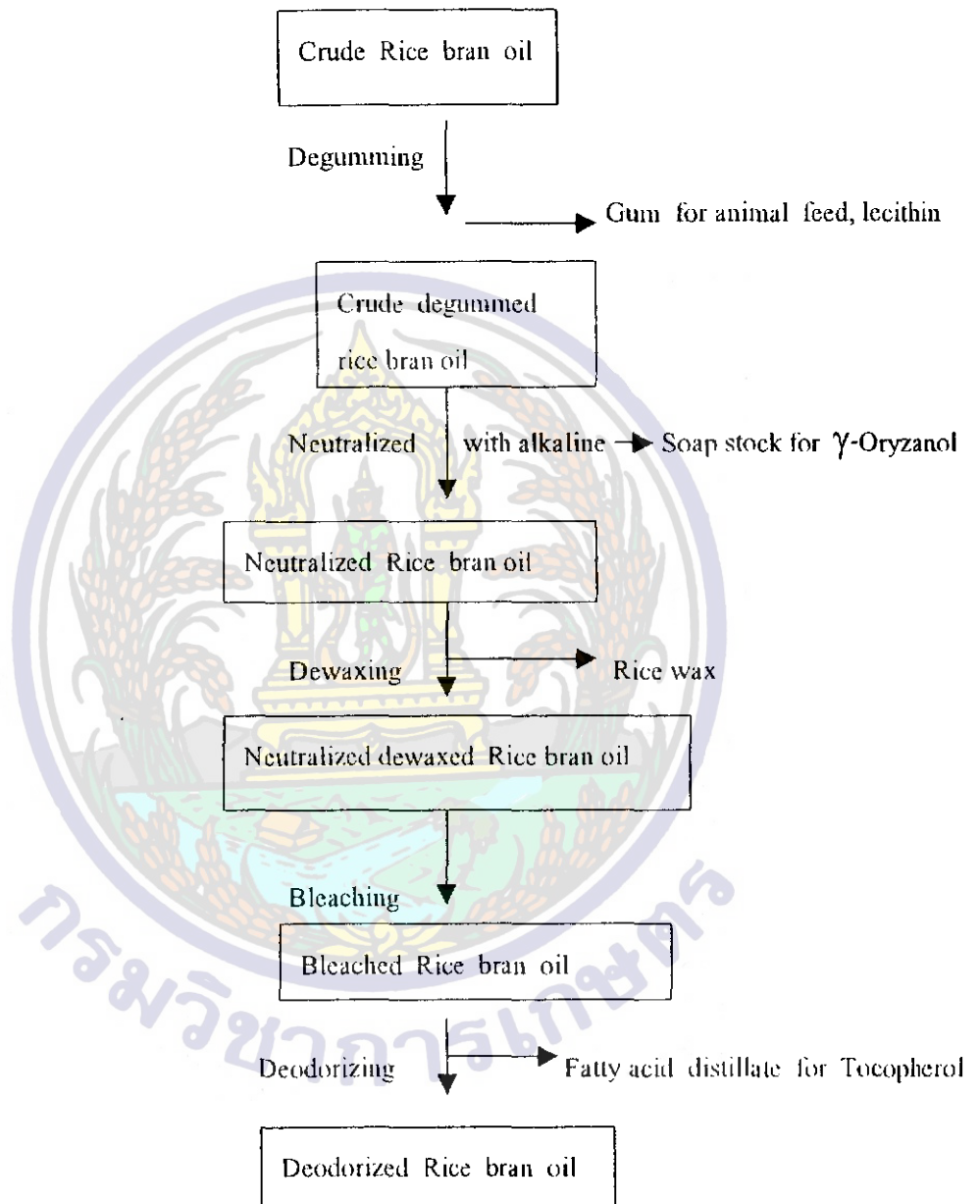


รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลาย
ที่มา Sek Boonbunloo 1998.

คุณสมบัติของโทโคไตรอีนอลในการเป็นสารกันหืน จะช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (Free radical) โดยมีการศึกษาพบว่า การที่เซลล์ในร่างกายมนุษย์เสื่อมลงลง เนื่องมาจากการมีออกซิเจนมากเกินไป อนุมูลอิสระซึ่งเกิดในกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตและแตกตัวได้ง่ายเมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต มลภาวะ ควันบุหรี่และจุลชีพต่างๆ ซึ่งสามารถทำให้เซลล์เมมเบรนแตกตัวได้ง่าย โทโคไตรอีนอลถูกสกัดและทำให้เข้มข้นจากน้ำมันรำข้าวและ rice bran oil distilled โดยเฉพาะแอมมาโทโคไตรอีนอล โทโคไตรอีนอลเป็น Dietary supplement สามารถพบในน้ำมันพืชชนิดต่างๆ เช่นน้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์ม บาร์เลย์ และน้ำมันจมูกข้าวสาลี ในทางการค้าจะสกัดโทโคไตรอีนอลจากน้ำมันปาล์มและน้ำมันรำข้าว

แอมมาโทริซานอลมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนธรรมชาติ (Natural Antioxidant) ถูกพบครั้งแรกในน้ำมันรำข้าวโดย Kaneko และ Tsushiya 1954 การสกัดและวิเคราะห์ในช่วงแรกๆ ใช้เทคนิคที่ง่ายโดยใช้ TLC และ Spectrophotometry ต่อมา Diack and Saska 1994 ได้พัฒนาวิธีสกัดและวิเคราะห์ที่ จึงพบว่าแอมมาโทริซานอลเป็นกลุ่มของสารประกอบหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 3 แอมมาโทริซานอลถูกใช้ในทางการแพทย์ Maud 2003 ได้ศึกษาผลของ Plant sterol (Phytosterol) ในน้ำมันรำข้าว ซึ่งสามารถลดความเข้มข้นของโคเลสเตอรอลในเลือดของมนุษย์ได้ โดยพบว่า การให้ Phytosterol จากน้ำมันรำข้าว

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำมันรำข้าวผ่านกรรมวิธี (Refining Process of Rice Bran Oil)
พินา Sek Boonbunloo 1998



2.1 กรัมน้ำมันจะลดระดับโคเลสเตอรอลได้ร้อยละ 5 และLDL โคเลสเตอรอลลดลงร้อยละ 9 โดยเฉพาะ beta-sitosterol ในน้ำมันรำข้าว

Xu และ Godber 2001 ได้ศึกษาประสิทธิภาพการเป็นสารกันหืนของแกมมาโอริซานอล จากน้ำมันรำข้าวโดยเปรียบเทียบกับแอลฟาโทโคฟีรอลและกรดเพอรูริกโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าแกมมาโอริซานอลจะลดอัตราการเกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่แอลฟาโทโคฟีรอลและกรดเพอรูริกจะลดอัตราการผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้มากกว่า ดังนั้นคาดว่ากลไกการเป็นสารกันหืนจะเหมือนกัน แต่กรดเพอรูริกจะมีประสิทธิภาพเป็นสารกันหืนมากกว่า เนื่องจากมีส่วนของไฮดรอกซิลที่ออกซิไดซ์ทำให้มีสูตรโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ เคลื่อนที่ได้ยาก แกมมาโอริซานอลมีจุดหลอมเหลว 137-138 องศาเซลเซียส และมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ที่ 315, 291, และ 231 นาโนเมตร มีคุณสมบัติเป็นสารกันหืน แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าโทโคฟีรอล

แกมมาโอริซานอลเป็นสารที่มีประโยชน์มากมาย จึงมีการศึกษาการนำสารชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในอาหารเครื่องสำอางและทางการแพทย์ Das P.K. 1998 ได้ศึกษาพบว่าแกมมาโอริซานอลจะไม่เป็นอันตรายต่ออื่น ไม่เป็นสารก่อมะเร็งหรือเนื้องอก โดยสามารถกล่าวสรุปได้ดังต่อไปนี้

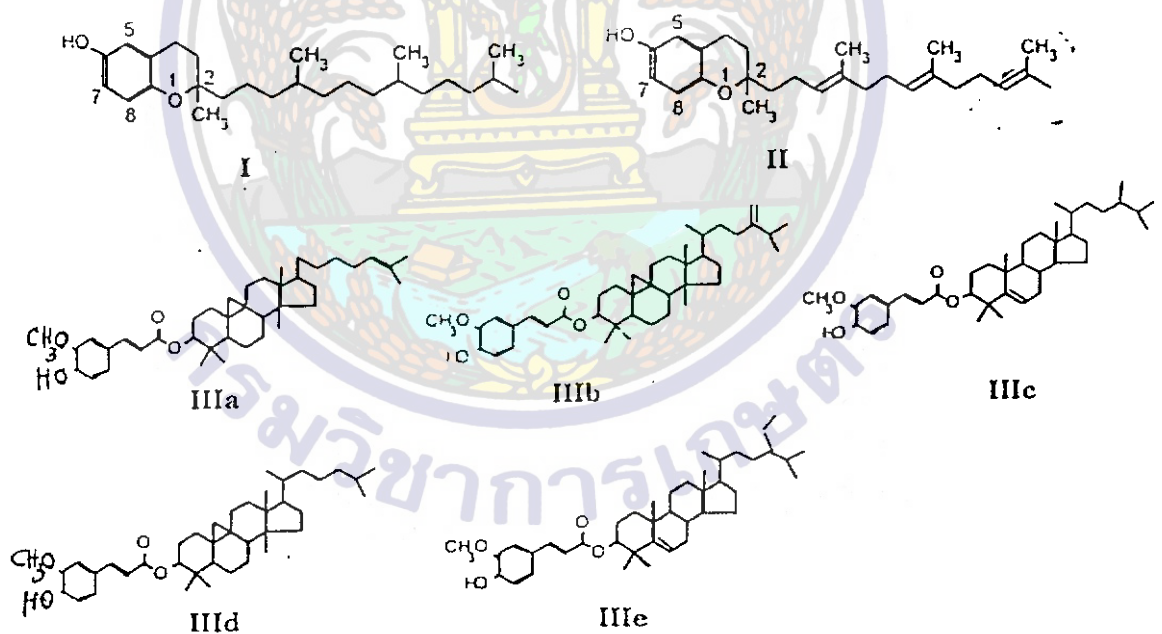
ด้านอาหาร

1. ใช้เป็นสารป้องกันการเปลี่ยนสี ในผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นอิมัลชัน โดยใช้ในรูปของ Gamma-Oryzanol Emulsion
2. ใช้เพื่อเก็บถนอมอาหาร (Preservative) ในอาหาร
3. ใช้เป็น สารกันหืนธรรมชาติในน้ำมันพืช (Natural Antioxidant)

ด้านเครื่องสำอาง

1. รักษาความคงทนของผลิตภัณฑ์
2. ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อใช้กันแดด
3. ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์สบู์ ครีมอาบน้ำเพื่อให้ความชุ่มชื้นต่อผิวหนัง
4. ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน ช่วยให้มีผิวดำเป็นธรรมชาติ เนื่องจาก Gamma-Oryzanol จะช่วยกระตุ้นการสร้าง Melanin

- I = Tocopherol
- II = Tocotrienol
- IIIa = Cycloartenyl ferulate
- IIIb = 2,4 methylene cycloartenyl ferulate
- IIIc = Campestryl ferulate
- IIId = Cycloartanyl ferulate
- IIIe = β -sitosteryl ferulate



รูปที่ 3 แสดงองค์ประกอบของแกนนำไอริซานอล
(Diack และ Saska , 1994)

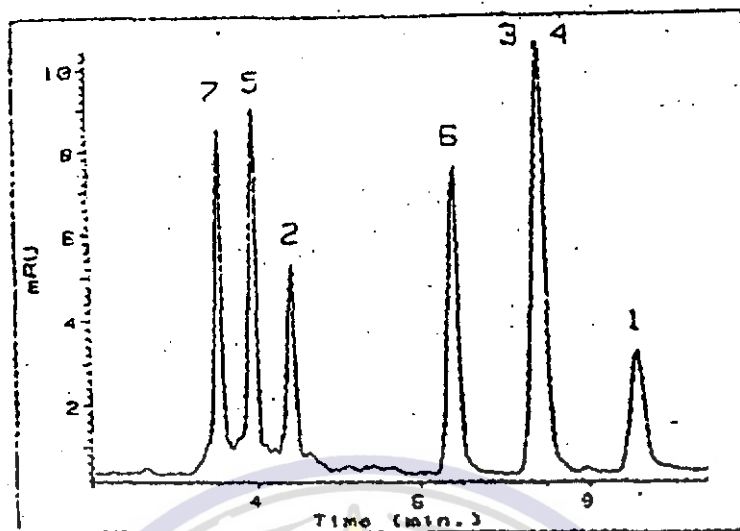
5. ใช้ในยาทาเล็บ เพื่อช่วยรักษาป้องกันเล็บไม่ให้เปลี่ยนสี
ด้านการแพทย์

1. ลดปริมาณโคเลสเตอรอลในพลาสมา ลดการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลในตับ รวมทั้งจะช่วยลดการดูดซึมโคเลสเตอรอล
2. ลดการรวมตัวของเกล็ดเลือด (Platelet aggregation)
3. เพิ่มปริมาณการหลังกรดน้ำดีในอุจจาระ
4. ช่วยรักษาระบบการทำงานของสมองที่ผิดปกติ และภาวะหลังหมดประจำเดือนที่แปรปรวน (Disorder of Menopause)

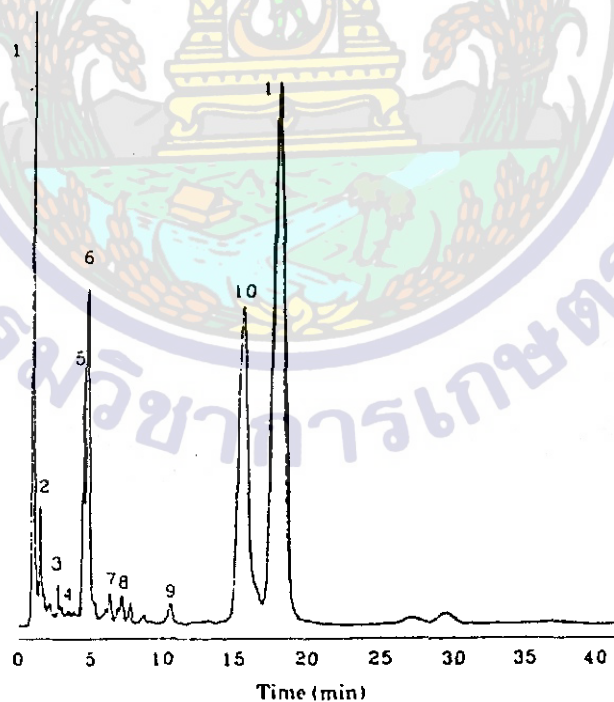
Sectharamaiah และ Prabhakar 1986 ได้ศึกษาการแยกสกัดแกมมาโอริซานอลจาก Soapstock โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย พบว่าสามารถแยกสกัดแกมมาโอริซานอลได้ดีด้วยไดเอทิลอีเธอร์ ที่ pH 9.5

Roger และ คณะ 1993 ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอริซานอล และวิตามินอี ที่ปนน้ำมันรำข้าว โดยใช้ Reverse phase HPLC column , 5 μ m ODS C18 Hypersil Silica , 2.1x200 mm. ตรวจวัดปริมาณแกมมาโอริซานอล ด้วย Photodiode array detector และใช้ Fluorescence detector สำหรับวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี พบว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านขบวนการทำให้บริสุทธิ์ จากแหล่งผลิตต่างๆ มีองค์ประกอบของวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลคล้ายคลึงกัน แต่มีปริมาณแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันแต่ละตัวอย่างผ่านกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละโรงงาน การหาปริมาณวิตามินอีโดยใช้เครื่อง HPLC ด้วยคอลัมน์ชนิด Reverse phase HPLC (RP HPLC) พบว่า โทโคไตรเอนอล จะถูกชะออกจากคอลัมน์ก่อนโทโคฟีรอล เนื่องจากโมเลกุลของโทโคฟีรอลไม่มีพันธะคู่เลย ดังนั้นโทโคฟีรอลจึงคงอยู่ในคอลัมน์นานกว่า ดังนั้น delta-tocotrienol , beta-tocotrienol , gamma-tocotrienol , alpha-tocotrienol , delta-tocopherol , beta-tocopherol , gamma-tocopherol และ alpha-tocopherol จะออกมาก่อนตามลำดับ โดย beta และ gamma-tocopherol จะถูกชะออกมาพร้อมกัน Mobile phase ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็น เมทานอล หรือสารผสมระหว่างเมทานอลกับน้ำ โครมาโตแกรมที่ได้แสดงในรูปที่ 4

Diack และ Saska 1994 ได้ศึกษาประสิทธิภาพการแยกสกัดวิตามินอีและแกมมาโอริซานอล ที่มีอยู่ในรำข้าว โดยใช้ Normal phase HPLC column Novapak , 4 μ m Silica 60 , 3.9x150 mm., UV Detector ที่ ความยาวคลื่น 295 นาโนเมตร โดยพบแกมมาโอริซานอล แยกเป็น 2 ตัวคือแกมมาโอริซานอล I และ II รวมทั้งได้ปริมาณวิตามินอี คือ โทโคฟีรอลและโทโคไตรเอนอล แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 แสดงโครมาโตแกรมของ Tocotrienol isomers และ Tocopherol isomers เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ชนิด Reverse phase , UV Detector. เมื่อ 1 คือ α -T, 2= α -T3 ; 3 = β -T; 4 = γ -T : 5 = γ -T3 : 6 = δ -T : 7 = δ -T3



รูปที่ 5 แสดงโครมาโตแกรมของ Tocopherol isomers , Tocotrienol isomers และ Gamma-Oryzanol เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ชนิด Normal phase

Das และคณะ 1998 ได้ศึกษาการแยกสกัดสารแกมมาโอริซานอลโดยการตกผลึกด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้เกิดการตกตะกอนของกรดไขมัน โดยการนำน้ำมันรำข้าวดิบที่มีค่ากรดสูงถึงร้อยละ 60

Das และคณะ 1998 ได้ศึกษาการแยกสกัดสารแกมมาโอริซานอลโดยการตกผลึกด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้เกิดการตกตะกอนของกรดไขมัน โดยการนำน้ำมันรำข้าวดิบที่มีค่ากรดสูงถึงร้อยละ 60 มากลั่นภายใต้สูญญากาศที่ 250-300 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระให้ลดลงไม่สูงกว่าร้อยละ 10 จากนั้นเติมสารละลายด่างเพื่อทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันกับกรดไขมันที่มีอยู่จนได้สบู่ ทำการตกผลึกด้วยแคลเซียม จะได้ผลึกของกรดไขมันและแกมมาโอริซานอล กรองแยกตะกอนออกและทำให้แห้ง สกัดแยกแกมมาโอริซานอลด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท เมื่อระเหยเอทิลอะซิเตทแล้ว จะได้สารที่มีแกมมาโอริซานอลอยู่ประมาณร้อยละ 19 ได้ % Recovery เป็น 100 ส่วนแกมมาโอริซานอล จะถูกนำไปทำให้บริสุทธิ์ ด้วยเทคนิค Column Chromatography และได้แกมมาโอริซานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 67 % Recovery เป็น 84

Xu และ Godber 2001 ได้้นำการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเฮกเซน ผสมกับเอทิลอะซิเตท และแยกแกมมาโอริซานอลออกจากน้ำมันรำข้าวดิบ โดยขั้นแรกจะใช้คอลัมน์ซิลิกาเพื่อกำจัดน้ำมันและไขมันอื่นๆ ได้แก่ แกมมาโอริซานอล ที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ ส่วนขั้นที่สอง จะใช้เทคนิค preparative scale normal phase HPLC ก็จะได้ออกแกมมาโอริซานอลที่มีความบริสุทธิ์สูง นำการตรวจสอบองค์ประกอบของแกมมาโอริซานอล พบว่ามี 10 อนุพันธ์ ได้แก่ delta-7-stigmasteryl ferulate, stigmasteryl ferulate, cycloartenyl ferulate, 24-methylene cycloartenyl ferulate, delta-7-campestenyl ferulate, campesteryl ferulate, delta-7-sitostenyl ferulate, sitostenyl ferulate โดยมีอนุพันธ์ 3 ชนิดเท่านั้นเป็นองค์ประกอบหลักของแกมมาโอริซานอล คือ cycloartenyl ferulate, 24-methylene cycloartenyl ferulate และ campesteryl ferulate

Giuseppe และคณะ 2003 ได้ทำการศึกษาการเพิ่มปริมาณของผลพลอยได้จากการสีข้าว ได้แก่ เปลือกข้าว รำข้าว ปลายข้าว เป็นต้น โดยใช้เทคนิคซูเปอร์คริติคอลลูอิคคาร์บอนไดออกไซด์สกัดสารที่สภาวะต่างๆ ดังนี้ ที่อุณหภูมิ 40, 60, และ 80 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 5000, 7500 และ 10000 psi ตามลำดับ พบว่าในรำข้าวมีปริมาณแกมมาโอริซานอลสูงสุด โดยสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 10000 psi

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณน้ำมัน องค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอีและแกมมาโอริซานอลในรำข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่มีใบเขตกลางและกลวง ใบดอกเฉียงเหนือ เพื่อเก็บข้อมูลสารอาหารสำคัญที่มีในรำข้าว รวมทั้งค่ากรดที่เป็นปัญหาสำคัญที่นำไปให้น้ำมันรำข้าวเสื่อมคุณภาพได้ง่าย หลังจากนั้นทำการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเอทานอล เพื่อนำมาศึกษาการแยกสกัดแกมมาโอริซานอล ในระดับห้องปฏิบัติการ 1 กรรณวิธีและการเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอล 2 กรรณวิธี เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เพื่อผลิตอาหารเสริมสุขภาพในเชิงพาณิชย์ โดยวิธีที่นำมาศึกษา คือ การตกผลึกด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิสูง การสกัดแกมมาโอริซานอลจากสารที่ไม่สะปอนนิฟาย (Soapsstock) (Seetharamaiah และ Prabhaker, 1986) และการแยกสกัดสารโดยใช้เทคนิค Column Chromatography (Saska และ Gordon 1998) เนื่องจาก

กรรมวิธีทั้งสามมีข้อดีแตกต่างกัน คือการตกผลึกด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ สามารถใช้รำข้าวเป็นตัวตั้งต้นและมีต้นทุนต่ำกว่า การสกัดแกมม่าโอริซานอลออกจากสารที่ไม่ละลายในน้ำ หรือส่วนที่เป็นสบู่ เป็นวิธีที่มีนักวิจัยศึกษากันมาก โดยการนำน้ำมันทำปฏิกิริยากับด่าง (Saponification) วิธีนี้จะช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกไฮโดรไลซ์ได้ เช่น ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิปิดและเอสเทอร์ของกรดไขมันต่างๆ โดยการทำปฏิกิริยากับด่างที่อุณหภูมิสูง 60-100 องศาเซลเซียส ได้เกลือของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ต่อมาสกัดด้วยตัวทำละลาย ก็จะได้แกมม่าโอริซานอล การใช้วิธีคอลัมน์โครเมโตกราฟี (Column Chromatography) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการจัดสรรรบกวน โดยสามารถใช้วิธีโครเมโตกราฟีเพียงชนิดเดียวเพื่อจัดสรรรบกวนได้โดยตรง หรือใช้ร่วมกับการทำปฏิกิริยากับด่าง โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้หลังจากการทำปฏิกิริยากับด่าง โดยใช้ สารหลายชนิด ในการบรรจุในคอลัมน์ เช่นใช้ silica gel 60 และ alumina

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็คือ เพื่อวิจัยเทคโนโลยีการผลิตและเพิ่มมูลค่าน้ำมันรำข้าวในรูปแบบอาหารเสริมสุขภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณวิตามินอี แกมม่าโอริซานอลในรำข้าวพันธุ์ต่างๆ รวมทั้งการนำรำข้าวมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า โดยศึกษาการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเอทานอล ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ราคาถูกและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สามารถผลิตได้จากพืช รวมทั้งได้ศึกษากิจกรรมการแยกสกัดสารแกมม่าโอริซานอลจากน้ำมันรำข้าว และการเพิ่มปริมาณโอริซานอลในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการขยายผล นำเทคโนโลยีที่ได้ศึกษาวิจัยไปใช้เพื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. การเตรียมวัตถุดิบ

- 1.1 เก็บตัวอย่างรำข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จำนวน 12 พันธุ์ โดยมีรำจากข้าวหอมมะลิ 105 จำนวน 4 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 15 ตัวอย่าง
- 1.2 เก็บตัวอย่างรำข้าวจากพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 จากโรงสีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 จังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ และบุรีรัมย์ จำนวน 4 ตัวอย่าง
- 1.3 เก็บตัวอย่างรำข้าวที่ได้จากการสีข้าว ในโรงสีต่างๆในเขต จ. อุบลราชธานี จำนวน 5 ตัวอย่าง
- 1.4 เก็บตัวอย่างน้ำมันรำข้าวดิบและน้ำมันรำข้าวผ่านกรรมวิธีจาก บริษัทข้าวอนามัย จำกัด

2. อุปกรณ์ในการหาค่าปริมาณวิตามินอี

- 2.1 Aluminium can
- 2.2 ชุดบดควบคุมอุณหภูมิ

- 2.3 โถแก้ว (dessicator)
- 2.4 เครื่องชั่งอย่างละเอียด

3. อุปกรณ์และสารเคมีในการหาปริมาณน้ำมัน

- 3.1 เครื่อง Soxtec Extractor
- 3.2 โถแก้ว (dessicator)
- 3.3 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)
- 3.4 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ

4. อุปกรณ์และสารเคมีในการหาค่ากรดไขมันอิสระ

- 4.1 Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
- 4.2 เอทานอล 95% (Ethanol 95%)
- 4.3 ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) 1% ในเอทานอล

5. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์หองค์ประกอบกรดไขมัน

- 5.1. Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. หรือ 125 มล.
- 5.2 อ่างน้ำให้ความร้อน 80-100 องศาเซลเซียส
- 5.3. Condenser ยาว 20 – 30 ซม.
- 5.4. Boron trifluoride (BF_3) ใน Methanol 12 – 25 %
- 5.5. Sodium hydroxide (NaOH) 0.5 N. (2 กรัม NaOH ละลายใน 100 มล. Methanol)
- 5.6. Heptane
- 5.7. Sodium sulphate anhydrous. (Na_2SO_4)

6. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอล

- 6.1 เครื่อง HPLC ประกอบด้วย high pressure pump , sample injection, detector และ chart recorder หรือ recording integrator. UV Detector ที่ความยาวคลื่น 292 นาโนเมตร
- 6.2 HPLC analytical column ขนาด 250 x 4 มม. ที่มี silica ขนาด 5 ไมครอน Lichrosorb SI 60 จาน Merck Germany
- 6.3 เครื่อง UV spectrometer
- 6.4 เครื่องระเหยสาร Rotary evaporator
- 6.5 สารมาตรฐานโทโคฟีรอลไอโซเมอร์ α -, β -, γ - และ δ - Tocopherol

- 6.6. เมทานอล (Methanol)
- 6.7. ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)
- 6.8. นอร์มอลเฮกเซน (n-Hexane)
- 6.9 ไอโซโพรพานอล (Isopropanol)
- 6.10. HPLC mobile phase isopropanol ใน n-Hexane 0.5:99 v/v

7. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ค่าสปอนนิฟิเคชัน

- 7.1 Erlenmeyer flask ขนาด 250 หรือ 300 มล. ที่มี stopper joint
- 7.2 Air condenser ที่ยาวประมาณ 65 ซม. และมี ground-joint
- 7.3 Water bath หรือ hot plate
- 7.4 Distilling Flask ขนาด 2 ลิตร
- 7.5 กรดไฮดรอกซิดิก (HCL) ความเข้มข้น 0.5 N ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอนแล้ว
- 7.6 แอลกอฮอล์ โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) โดยชั่ง 5-10 กรัม ลงใน Flask ขนาด 2 L. รวมกับ เอทานอล 1-1.5 ลิตร และ reflux ใน water bath ประมาณ 30 – 60 นาที กลั่นและเก็บส่วนของแอลกอฮอล์ไว้ ต่อมาใช้ละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ใน 1 ลิตรแอลกอฮอล์ และเก็บไว้ที่ 15 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ต่อไป
- 7.7 ฟีนอล์ฟทาลิน 1.0% ใน 95% เอทานอล

8. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการหาค่าสารที่ไม่สปอนนิฟาย

- 8.1 เอทานอล , 95 % (V/V)
- 8.2 ไดเอทิลอีเธอร์ (Diethyl ether), freshly distilled, free peroxides and residue
- 8.3 อะซีโตน (Acetone)
- 8.4 โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 0.5 N aqueous solution
- 8.5 โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1N (dissolve 60 g KOH ในน้ำ 50 มล. ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยเอทานอล)
- 8.6. โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH 0.1 N) ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอนแล้ว
- 8.7. Phenolphthaline 1% ในเอทานอล
- 8.8 ขวดกั่นกลมขนาด 250 มล.
- 8.9 กรวยแยกขนาด 500 มล.
- 8.10 Dessiccator
- 8. 11 Boiling - water bath

8.12.Oven, regulate at $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$

9. อุปกรณ์และสารเคมีในการสกัดน้ำมันในระดับห้องปฏิบัติการ

- 9.1. เตาให้ความร้อน (Heating mental)
- 9.2. ชุดเครื่องแก้วสำหรับสกัดน้ำมัน
- 9.3. เครื่องทำน้ำเย็นหมุนเวียน (Circulator)

10. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการแยกสกัดแกมมาโอริซานอล

- 10.1. เครื่อง Magnetic stirrer
- 10.2. ตู้แช่แข็ง
- 10.3. เครื่องระเหยสารแบบสูญญากาศ
- 10.4. คอลัมน์แก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 ซม. ยาว 27 ซม. ที่มีก๊อปปิด
- 10.5. Silica gel 60 ขนาด 0.063-0.200 มม. สำหรับ Column chromatography, Merck lot 1.07734.2500)
- 10.6. เครื่องแก้วและสารเคมี

11. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS 8.0 สำหรับ Windows และสถิติพื้นฐานสำหรับงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร 2543

วิธีการ

การตรวจคุณภาพรำข้าว

1. การตรวจคุณภาพรำข้าวจากข้าว 12 พันธุ์ 15 ตัวอย่าง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 15 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น น้ำมันและกรดไขมันอิสระ รวมทั้งปริมาณแกมมาโอริซานอล วิตามินอีและองค์ประกอบกรดไขมัน
2. การตรวจคุณภาพรำข้าวจากพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ ศรีสะเกษและบุรีรัมย์ จำนวน 4 ตัวอย่าง
3. การตรวจคุณภาพรำข้าวที่ได้จากการสีของโรงสีในจังหวัดอุทัยธานีจำนวน 5 ตัวอย่าง

การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันรำข้าวดิบและน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธีกลั่นใสจากโรงงานอุตสาหกรรม

1. ตรวจสอบปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าความเป็นกรด
2. ค่า Saponification value และ Unsaponification matter

3. องค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอีและแกมมาโอริซานอล

การแยกสกัดและเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอล

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการสกัดน้ำมันรำข้าวจากรำข้าวพันธุ์ข้าวหอมดอกกะหล่ำ 105 ด้วยเอทานอลในระดับห้องปฏิบัติการ และนำมาแยกสกัดแกมมาโอริซานอลด้วยกรรมวิธีต่างๆ 3 กรรมวิธีๆ พร้อมกัน โดยแบ่งการทดลองเป็น 6 หน่วยทดลอง 3 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

1. การแยกสกัดแกมมาโอริซานอลจากส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยากับด่าง (Saponification)
2. การเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอลโดยการตกผลึก (Fractionation) ด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ
3. การเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอลโดยใช้เทคนิค Column Chromatography

หลังจากนั้นทำการตรวจสอบปริมาณแกมมาโอริซานอลที่แยกสกัดได้ โดยใช้เครื่อง HPLC และ UV-Spectrometer

การตรวจสอบคุณภาพของรำข้าว

1.การหาปริมาณความชื้นของรำข้าว

อบ Aluminium can สำหรับหาความชื้นในตูบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำออกไปใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นหรือมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงนำมาชั่งเพื่อให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างรำข้าวหนัก 5.00 กรัมลงในภาชนะสำหรับหาความชื้น นำไปอบในตูบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำออกจากตูบ ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน และต่างกันไม่มากกว่า 0.001 กรัม คำนวณหาปริมาณความชื้นของตัวอย่าง โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การคำนวณ

$$\% \text{ ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (g)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (g)}} \times 100$$

2.การหาปริมาณไขมันทั้งหมดในรำข้าว

นำรำข้าวมาสกัดไขมันออกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvent) คือ ปีโตรเลียมอีเธอร์ โดยวิธี Soxhlet Extraction และเครื่องสกัดน้ำมันอย่างรวดเร็วคือ เครื่อง Soxtec Extraction ชั่งตัวอย่างรำข้าว 3.0 กรัมบนกระดาษกรองสำหรับสกัดน้ำมัน ห่อให้แน่นเพื่อไม่ให้ตัวอย่างปนกับน้ำมันที่สกัดได้ นำมาใส่ลงใน thimble และใส่ลงในเครื่องสกัดดังนี้คือ เติมปีโตรเลียมอีเธอร์ 50 มล.ลงในถ้วยอุณหภูมินิยมสำหรับรองรับน้ำมันของเครื่อง ต่อเข้ากับตัวควบแน่นที่บรรจุ thimble โยกลั่นโยกลง ถู้นมาที่ตำแหน่ง

boiling ทำการสกัดน้ำมันเป็นเวลา 30 นาที แล้วเปลี่ยนคั่นโยกมาที่ตำแหน่ง rinsing ทำการสกัดอีกประมาณ 30 นาที ต่อจากนั้นหยุดการสกัด นำตัวอย่างที่สกัดน้ำมันออกแล้วออกไป ทำการระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์พร้อมกับปิด condenser valve ระเหยจนไม่มีปิโตรเลียมอีเธอร์เหลืออยู่ นำถ้วยอลูมิเนียมที่มีน้ำมันที่สกัดได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน โดยต่างกันไม่มากกว่า 0.0001 กรัม และนำไปคำนวณดังนี้

$$\% \text{ น้ำมันโดยน้ำหนักแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำมันที่สกัดได้ (g)} \times (100 - \% \text{ ความชื้น})}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างร่ำขาว (g)}}$$

3. การหาค่าความเป็นกรดและปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) ของไขมันในร่ำขาว

(AOCS official Method Cd 3d – 63 Reapproved 1997)

ทำการแช่ตัวอย่างร่ำขาวเพื่อสกัดน้ำมันร่ำขาว โดยชั่งร่ำขาวประมาณ 100 กรัม สกัดน้ำมันโดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ ประมาณ 400 มล. วางทิ้งไว้ข้ามคืน ทำการกรองและนำสารละลายที่ได้ ไประเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator และนำน้ำมันที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ค่ากรดหรือค่าปริมาณกรดไขมันอิสระดังนี้คือ อุ่นน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์ โดยต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นของเหลว ในขณะที่ชั่ง ในกรณีที่เป็นของแข็งต้องให้ความร้อนกับตัวอย่าง โดยให้ความร้อนกับตัวอย่างที่อุณหภูมิ ไม่สูงกว่า 10 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิของจุดหลอมเหลว

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask ร่วมกับสารละลายแอลกอฮอล์ ที่ทำให้เป็นกลางแล้ว และเติม indicator 2 มล. ไตเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว ไตเตรทจนได้สีชมพูที่ไม่หายไปภายใน 30 วินาที

การคำนวณ

1. เปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระของไขมันและน้ำมันโดยทั่วไปคำนวณในรูปของ oleic acid

$$\text{Free fatty acids as oleic, \%} = \frac{\text{ml of alkali} \times N \times 28.2}{\text{wt of sample(g)}}$$

2. ปริมาณกรดไขมันอิสระจะแสดงอยู่ในรูปของค่ากรด เป็นเปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระ ค่ากรดแสดงในรูปของลักษณะมิลลิกรัมของ KOH ที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างน้ำมัน 1 กรัม เป็นกลาง การคำนวณเปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระ (as oleic) เป็นค่ากรดก็สามารถทำได้ โดยคูณปริมาณเปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระด้วย 1.99

4. การหาปริมาณโทโคฟีรอล, โทโคไตรอีนอลและแกมมาโอริซานอล

การหาปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล ในน้ำมันและไขมันพืช โดยวิธี Determination of Tocopherols and Tocotrienols in Vegetable Oils and Fats by HPLC AOCS Official Method Ce 8-89 Reapproved 1997 โดยใช้เครื่อง High performance liquid chromatography. วิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีสำหรับหาปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลในน้ำมันและไขมันพืช(หรือสารที่ไม่สaponify ที่ได้จากการทำงานที่มีโทโคฟีรอล) โดยละลายในสารอินทรีย์ และฉีดเข้าเครื่อง HPLC โดยตรงและทำให้มีการแยกโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลแต่ละตัว calibration factors หรือโทโคฟีรอลแต่ละตัวที่แยกจากเครื่องของสารละลายของสารมาตรฐานโทโคฟีรอล สำหรับโทโคไตรอีนอลสมมูลกับโทโคฟีรอลแต่ละตัวที่มีไอโซเมอร์เดียวกัน ดังนั้นปริมาณโทโคฟีรอลในสารมาตรฐานจึงใช้คำนวณปริมาณของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลในตัวอย่างได้ โดยแสดงผลเป็นไมโครกรัมต่อกรัม

การเตรียมสารมาตรฐานโทโคฟีรอล

- สารละลายมาตรฐาน แอลฟา - โทโคฟีรอล เตรียมโดย ชั่งอย่างละเอียด 10 มิลลิกรัมของสารมาตรฐานแอลฟาโทโคฟีรอลลงใน 100 ml Volumetric flask ทำให้มีปริมาตร 100 ml (ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมล.) ด้วย เฮกเซน ปิด 10 มล. ของสารมาตรฐานลงในขวดกันกลม เพื่อระเหยสารละลายภายใต้สภาวะที่มีไนโตรเจน หลังจากทีสารละลายระเหยไปหมดแล้ว ปิดเมทานอล 10 มล. ลงไป เขย่าเพื่อละลายโทโคฟีรอล นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 292 นาโนเมตร และคำนวณความเข้มข้น โดยหาความเข้มข้นด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ ด้วย ค่า 0.0076
- การเตรียมสารละลายมาตรฐาน β -, γ - และ δ - โทโคฟีรอลก็เช่นเดียวกัน โดยนำไปวัดที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ คือ 296, 298 และ 298 นาโนเมตร ตามลำดับ
- สารละลายผสมของโทโคฟีรอลทุกตัว โดยปิ๊ปจากสารละลายมาตรฐานทุกตัว ที่ความเข้มข้น 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อ มล. ของโทโคฟีรอลแต่ละตัว

การตรวจวัดปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล โดยเปิดเครื่อง HPLC และให้ mobile phase (propan - 2 - ol / hexane) ไหลผ่านคอลัมน์ที่อุณหภูมิ 1 มล.ต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อเครื่องมืออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแล้ว ฉีดสารละลายมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ลงในคอลัมน์ โดยให้เวลาให้แยกแอลฟาโทโคฟีรอล ไม่น้อยกว่า 5 นาที และฟลักเตอร์สำหรับแยกบีต้าและแกมมาโทโคฟีรอลไม่เกิน 1.0 และการแยกต้องอยู่ในระดับเส้น baseline การเตรียมตัวอย่าง ในกรณีตัวอย่างเป็นของเหลวต้องอุ่นตัวอย่างและคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนตัวอย่างที่เป็นไขมันแข็งก็เตรียมเช่นเดียวกัน ซึ่งตัวอย่างอย่างละ 2 กรัม ลงใน Volumetric flask 25 มล. ทำให้มีปริมาตร 25 มล. ด้วย เฮกเซน เขย่าให้เข้ากัน ต่อจากนั้นฉีดสารตัวอย่าง 20 ไมโครลิตรลงในคอลัมน์ บันทึกผลการทดลอง

การคำนวณ

ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอล (ไมโครกรัม ต่อ กรัม)

$$= \frac{C \times a \times D \times 25}{A \times m}$$

เมื่อ	C	=	ความเข้มข้นของแอลฟาโทโคฟีรอล (ไมโครกรัม ต่อ กรัม)
	A	=	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้ peak ของแอลฟาโทโคฟีรอล
	a	=	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้ peak ของตัวอย่าง
	m	=	น้ำหนักของตัวอย่าง
	D	=	dilution factor

ค่า D เป็นค่าที่ได้จากการเจือจางสารละลายที่ใช้ตรวจวัด ตัวอย่างเช่น การเจือจางสารละลายโดยปิเปตสารละลาย 1 มล. จากสารละลายตัวอย่าง 25 มล. ทำให้มีปริมาตร 10 มล. ด้วยเฮกเซน ในกรณีนี้ D จะมีค่าเท่ากับ 10

ปริมาณบีต้า-, แกมมา-, เดลต้า-โทโคฟีรอล คำนวณเช่นเดียวกัน โทโคไตรอีนอลในตัวอย่าง คำนวณจากค่า C และ A ของโทโคฟีรอลที่มีไอโซเมอร์เดียวกัน เช่น แอลฟาโทโคไตรอีนอล คำนวณจาก C และ A ของแอลฟาโทโคฟีรอล

ในการวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอริซานอล โครมาโตแกรมของแกมมาโอริซานอลจะปรากฏเป็นสองพีค คือแกมมาโอริซานอล I และ II ตรงตำแหน่งหลังจากพีคของโทโคฟีรอลไอโซเมอร์ การคำนวณปริมาณแกมมาโอริซานอลโดยใช้ Calibration curve เพื่อหาปริมาณแกมมาโอริซานอลในน้ำมันรำข้าว แสดงในภาคผนวก

5.การวิเคราะห์ค่าสaponification Value (Saponification Value) โดยวิธี AOCS Official Method Cd 3-25 Reapproved 1997 ค่าสaponification เป็นจำนวนปริมาณอัลคาไลน์ที่จำเป็นในการสaponification ตัวอย่างจำนวนหนึ่ง โดยแสดง ปริมาณจำนวนมิลลิกรัมของโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่จำเป็นในการสaponification ตัวอย่าง 1 กรัม การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ คืออุ่นตัวอย่างให้เป็นของเหลวจนเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียด 2 ± 0.1 กรัม รวมกับ 25 มล. ของโทลูอีน จนตัวอย่างละลายเข้าด้วยกัน รวมกับ 50 มล. ของแอลกอฮอล์โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เตรียม blank และตัวอย่าง พร้อมๆ กัน ด้วยวิธีการเดียวกัน ต่อมานำไปต้มเพื่อให้การสaponification อย่างสมบูรณ์ เป็นเวลา 1 ชม. วางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วล้าง condenser ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย ต่อมารวมกับ 1 มล. ฟีนอล์ฟทาลีน และไตเตรทด้วย 0.5 N. กรดไฮโดรคลอริก จนกระทั่งได้ สีชมพูที่ได้ไม่หายไป จดบันทึกปริมาณ 0.5 N. กรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

การคำนวณ

ค่าสaponนิฟิเคชัน

$$(B-S) \times (N)$$

x 56.1

W

เมื่อ

B = ml 0.5 N HCl ที่ใช้ไตเตรท Blank

S = ml 0.5 N HCl ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

N = Normality ของ HCl

W = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นกรัม

6.การหาปริมาณสารที่ไม่สaponนิฟาย (Unsaponification matter) โดยวิธี IUPAC 2.401 Determination of unsaponifiable matter Unsaponifiable matter คือ สารต่าง ๆ ที่มีอยู่ หลังจากการ saponification กับ alkaline hydroxide และสกัดโดยสารละลายโดยเฉพาะ ซึ่งจะไม่ระเหยหลังจากปฏิกิริยาที่ทดสอบ อย่างเช่น sterol, higher aliphatic alcohol, pigments, hydrocarbons ที่ไม่ระเหยที่อุณหภูมิ 103°C การตรวจสอบโดย ชั่งน้ำมัน 5 กรัม $\pm$ 0.01 กรัม รวมกับ 50 มล. KOH 1 N เขย่าให้เข้ากัน reflux และต้มประมาณ 1 ชม. หยดให้ความร้อน และรวมกับ 100 มล. น้ำกลั่น โดยเทผ่าน condenser และเขย่าให้เข้ากัน หลังจากทิ้งไว้ให้เย็น ทำการสกัดสารโดยใช้กรวยแยก ล้าง flask หลายครั้งด้วย diethyl ether ประมาณ 100 มล. แล้วเทลงในกรวยแยก เขย่านานประมาณ 1 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น แล้วเทส่วนที่เป็นสบูลงในกรวยแยก อีกอันหนึ่ง สกัดสารที่ได้มากกว่า 2 ครั้ง โดยใช้ครั้งละ 100 มล. diethyl ether โดยประมาณ เทส่วนที่สกัดได้ทั้ง 3 ครั้ง ลงในกรวยแยก ที่มีน้ำ 40 มล. เขย่าและแยกส่วนที่เป็นน้ำออก ล้างด้วย น้ำกลั่น 40 มล. 2-3 ครั้ง สลัดกับ 40 มล. aq KOH 0.5 N และล้างด้วยน้ำจนกระทั่ง ส่วนที่เป็นน้ำไม่ให้สีชมพู เมื่อทดสอบด้วย phenolphthaline เทส่วนที่เป็นแอลกอฮอล์ลงใน evaporating flask ที่รู้ น.น.แน่นอนแล้วระเหยสารละลาย จนหมด รวมกับ 5 มล. acetone และนำไประเหยออกจนหมด ทำให้แห้งในตู้อบ ที่ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที และทำให้เย็น ใน dessicator และชั่งอย่างละเอียด 0.0001 g. จนได้ น.น. คงที่ หลังจากได้ น.น.คงที่แล้ว เติม 4 มล. diethyl ether และ 20 มล. ethanol ที่ทำให้เป็นกลวงแล้ว โดยให้ phenolphthaline เป็น indicator ไตเตรทด้วย ethanolic KOH นำผลที่ได้ไปคำนวณ เพื่อให้ได้ น.น. ของ residue ที่ถูกต้อง

$$\text{Unsaponifiable matter (\% m/m)} = \frac{100 (m_1 - 0.28 VT)}{m}$$

m

m = g ของตัวอย่าง

m₁ = g ของ residue ที่สกัดได้

V = จำนวน มล. ที่ standardized KOH 0.1 N

T = N ของ 0.1 N. โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์

7.การหาองค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty acid composition) โดยวิธี AOCS Ce1-62 และ Ce 2-66 1993

ชั่งน้ำมัน 100-250 มล. รวมกับ 0.5 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอล 4 มล. ต่อเข้ากับ เครื่อง ความดันให้ความร้อนประมาณ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เติมโบรอนไครฟลูออไรด์ 5 มล. ผ่านเครื่องความดัน คัมคอปไปอีกประมาณ 10 นาที ปิด 3 มล. นอร์มอลเฮกเซน คัมคอปไปอีกประมาณ 1 นาที วางทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำเพื่อทำให้สารละลายเป็นกลาง ทิ้งให้แยกชั้น ปิดส่วนของนอร์มอลเฮกเซน ประมาณ 1 มล. ลงในขวดขนาดเล็ก ทำให้แห้งด้วยโซเดียมซัลเฟต ต่อจากนั้น นำเมทิล แอสเทอร์ ผิด เข้าเครื่อง Gas Chromatograph เพื่อหาองค์ประกอบของกรดไขมัน

การแยกสกัดแกมม่าโอริซานอล

โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ศึกษาการแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลจากน้ำมันรำข้าวที่สกัดด้วยเอทานอลในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการต่างๆ 3 กรรมวิธี โดยทำการสกัดน้ำมันรำข้าวจำนวน 6 ครั้ง ตรวจสอบปริมาณแกมม่าโอริซานอลแต่ละครั้ง ในแต่ละครั้งนำมาศึกษาการแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลทั้ง 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลจาก Soapstock ของน้ำมันรำข้าว

1. การเตรียม Soapstock จากน้ำมันรำข้าว

ชั่งน้ำมันรำข้าวดิบที่สกัดได้และตรวจวัดค่าความเป็นกรดแล้วหนัก 100 กรัม ทำปฏิกิริยากับด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5.0 N 50 มล. (เป็นปริมาณที่ได้จากการคำนวณค่ากรดที่ได้และปริมาณด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละครั้ง โดยถ้าค่ากรดที่วัดได้เท่ากับ 20 ปริมาณด่างที่ใช้ต่อ 1 กรัม น้ำมันเท่ากับ ความเข้มข้นของด่างหารด้วย 20) รวมกับการเติมด่างที่มากเกินไป 10 % วางทิ้งไว้ให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับด่างจนสมบูรณ์ เป็นเวลา 1 คืนหรือมากกว่านั้น เก็บส่วนที่เป็นสบู่ไว้

2. การแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลจาก Soapstock

นำ Soapstock ที่เตรียมไว้แล้ว 50 กรัม มาสกัดด้วยเมทานอล 100 มล. บนเตา Magnetic stirrer และทำให้เป็นกลางโดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{CO}_3$) หนัก 20 กรัม เข้าทำปฏิกิริยากับด่างที่มีมากเกินไป กรองสารละลายที่ได้ด้วย Buchner funnel และทำการสกัดสารที่ไม่สaponifiy ที่ติดอยู่กับ soapstock ด้วยเมทานอล 100 มล. อีก 2 ครั้ง เก็บส่วนที่แยกสกัดได้ ลงในพลาสติกที่รู้น้ำหนักแน่นนอนแล้วระเหยสารละลายด้วยเครื่องระเหยสารสูญญากาศ อบและชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ก็จะได้อะไซด์ที่ไม่สaponifiy ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแกมม่าโอริซานอล

การทำให้สารที่สกัดได้บริสุทธิ์โดยทำการตกผลึกใหม่โดยการใส่มะทานอล ต่อ อะไซด์น อัตรส่วน 1:1 ละลายแกมม่าโอริซานอลที่สกัดได้ในอัตราส่วน 1 กรัมต่อสารละลายผสม 20 มล. วางให้ตกผลึกในตู้

แช่แข็ง กรองและอบให้แห้ง ซึ่งให้น้ำหนักที่แน่นอน และทำการตรวจสอบแก๊สมาไอริซานอล โดยใช้เครื่อง HPLC

กรรมวิธีที่ 2 การตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้เอทานอล

ชั่งน้ำมันรำข้าวดิบที่สกัดได้ในห้องปฏิบัติการ 50 กรัมละลายในเอทานอล 150 มล.อุ่นให้สารละลายมีอุณหภูมิสูง 65 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียสในตู้แช่แข็งนาน 24 ชม. หลังจากนั้นน้ำมันแยกส่วนแล้ว เก็บส่วนของน้ำมันที่ละลายในสารละลาย ทำการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ เก็บส่วนของน้ำมันและสารละลายไว้ในฟลาสที่รู้น้ำหนักแน่นอนแล้ว ต่อมาระเหยสารละลายด้วยเครื่องระเหยสารแบบสูญญากาศ ซึ่งน้ำมันที่แยกสกัดได้ให้น้ำหนักที่แน่นอน ตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณแก๊สมาไอริซานอลและวิตามินอี

กรรมวิธีที่ 3 การแยกสกัดสารแก๊สมาไอริซานอลโดยใช้เทคนิค Column chromatography

นำน้ำมันรำข้าวดิบที่สกัดด้วยเอทานอลในห้องปฏิบัติการ โดยชั่งน้ำมันอย่างละเอียด 5 กรัมละลายใน 75 มล. เฮกเซน บรรจุลงในคอลัมน์ ที่บรรจุ Silica gel โดยใช้ สารละลายผสมเฮกเซน และเอทิลอะซิเตท อัตราส่วน 90 ต่อ 10 เป็นตัวพา (Eluting Solvent Mixture) ในการทดลองให้ตัวพามีอัตราการไหล 2-5 มล. ต่อ นาที เก็บส่วนที่แยกสกัดได้ ลงในฟลาสที่รู้น้ำหนักแน่นอนแล้ว นำมาระเหยเฮกเซนและเอทิลอะซิเตท ซึ่งให้น้ำหนักที่แน่นอน ตรวจสอบปริมาณแก๊สมาไอริซานอลและวิตามินอี เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2546 - กันยายน 2547

ห้องปฏิบัติการน้ำมันพืช พืชน้ำมันและสารธรรมชาติ

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพรำข้าวจากรำข้าวพันธุ์ต่างๆ และรำข้าวจากข้าวหอมดอกกะหล่ำ 105 ที่เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จำนวน 12 พันธุ์ 15 ตัวอย่าง คือรำข้าวจากข้าวหอมดอกกะหล่ำ 105 จำนวน 4 ตัวอย่าง โดยกำหนดเป็น No. 1, No 2, No 3, และ No. 4 รำข้าวจากพันธุ์ กข 7 กข 23 พิลุดูโลก 2 ปทุมธานี 1 ปทุมธานี 60 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 ขาวละเหย สุรินทร์ และ กข 27 ผดุงในตารางที่ 1 พบว่ามีความชื้นโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 8.97-11.12 , ปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ

13.55- 22.54 และปริมาณกรดไขมันอิสระโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 5.14-10.72 ในการทำการทดลองได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ได้ค่า % CV ของการวิเคราะห์ค่าความชื้น ปริมาณน้ำมันและปริมาณกรดไขมันอิสระ คือ 5.69 16.07 และ 14.90 ตามลำดับ ค่าความแปรปรวน ที่เกิดขึ้นเกิดจากชนิดของพันธุ์ข้าวและความคลาดเคลื่อนในการทดลอง โดยที่พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 และสุรินทร์ให้ปริมาณน้ำมันต่ำคือร้อยละ 13.55 และ 13.87 โดยน้ำหนักแห้ง และรำข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และ 90 ให้ปริมาณน้ำมันปานกลาง คือร้อยละ 15.93 และ 17.27 ตามลำดับ รำข้าวจากข้าวหอมดอกมะลิ 105 ให้ปริมาณน้ำมันสูงกว่าร้อยละ 20 ทั้ง 4 ตัวอย่าง ปริมาณกรดไขมันอิสระที่วัดได้อยู่ในช่วงเดียวกัน ค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันในรำข้าวและระยะเวลาในการเก็บรักษา

ในตารางที่ 2 แสดงคุณภาพรำข้าวของข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่เก็บจากโรงสีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย คือจังหวัดอุบลราชธานี บุรีรัมย์ และ จังหวัดสุรินทร์ พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดก็คือพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 จำนวน 4 ตัวอย่าง พบว่า มีความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.50-9.63 , ปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ยร้อยละ 20.12-22.14 และปริมาณกรดไขมันอิสระโดยเฉลี่ยร้อยละ 9.42-13.71 ค่า CV ในการวิเคราะห์ได้ 5.27 4.26 และ 17.55 ตามลำดับ ในตารางที่ 3 แสดงปริมาณความชื้น น้ำมัน กรดไขมันอิสระของรำข้าวชนิดต่างๆ ที่ได้จากการสีข้าว เพื่อเป็นข้อมูลในการเก็บรักษารำข้าวจะเห็นได้ว่ารำข้าวหนึ่งมีความชื้นและกรดไขมันอิสระต่ำ ปริมาณน้ำมันไม่แตกต่างกับรำข้าวต่างๆ จึงสามารถเก็บรักษารำข้าวที่ผ่านการนึ่งหรือการอบไล่ความชื้นให้มีความคงตัวสูงกว่ารำข้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการ

Barber และคณะ 1980 ได้ศึกษาพบว่ารำข้าวมีคุณสมบัติ hygroscopic ซึ่งสามารถดูดซับ (absorption) และคาย (desorption) ความชื้นได้ ดังนั้นค่าความชื้นของรำข้าวจึงขึ้นอยู่กับ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ของบรรยากาศ โดยในการทดลองวิเคราะห์คุณภาพรำข้าว จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพโดยทันที แต่รำข้าวที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดำเนินการหลังจากเก็บมา 4-5 วัน อย่างไรก็ตามผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในการทดลองหาปริมาณน้ำมันทั้งหมดในรำข้าว โดยการนำรำข้าวไปสกัดน้ำมันออกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) คือปิโตรเลียมอีเธอร์ ด้วยวิธี Soxhlet extraction พบว่า ปริมาณน้ำมันทั้งหมดในตัวอย่างรำข้าวมีปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.55-22.54 โดยน้ำหนักแห้ง และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรำข้าวที่น้ำหนักโดยเฉลี่ยร้อยละ 20.12-22.14 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณน้ำมันในรำข้าวที่วิเคราะห์ได้นี้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของพนาศ 2545 ได้ทำการสำรวจปริมาณน้ำมันในรำข้าวของข้าวไทยพันธุ์ต่างๆ พบว่าปริมาณน้ำมันในรำข้าวอยู่ในช่วงร้อยละ 12.61-22.73

ปริมาณองค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอี โทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลไอโซเมอร์และปริมาณแกมมาโอริซานอลในรำข้าวพันธุ์ต่างๆ จำนวน 12 สายพันธุ์ 15 ตัวอย่าง ที่เก็บในศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี แสดงในตารางที่ 4 พบว่า องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันรำข้าวจากข้าวพันธุ์ต่างๆ 12 สายพันธุ์ ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวดังนี้คือ lauric acid ในช่วงร้อยละ 0.15-1.65 , myristic acid 0.53-2.53

palmitic acid ในช่วง 22.69-33.81, และ stearic acid ในช่วง 1.08-4.41 โดยมีกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด ในช่วง 25.85-37.37 ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว ประกอบด้วย oleic acid ในช่วง 31.05-40.39, linoleic acid 28.44-42.08 linolenic acid 0.90-1.84 โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งสิ้น ในช่วง 62.63-74.15 ส่วนวิตามินอีในน้ำมันรำข้าว ที่พบประกอบด้วย alpha (α)-, gamma (γ)- Tocopherol alpha (α)-, gamma (γ) -tocotrienol ในช่วง 1069.47-1553.68 mg/kg และปริมาณสารสำคัญในน้ำมันรำข้าวคือแกมมาโอริซานอล มี 2 ตัวคือ แกมมาโอริซานอล I และ II มีในช่วงร้อยละ 1.34-2.08

องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันรำข้าวจากข้าวพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่เก็บในภาคตะวันออก เฉียงเหนือคือในเขตจังหวัดอุบลราชธานี 2 ตัวอย่าง บุรีรัมย์ และสุรินทร์แหล่งละ 1 ตัวอย่าง ประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัวดังนี้คือ lauric acid ในช่วงร้อยละ 0.25-0.32, myristic acid 0.24-0.80, palmitic acid 23.70-24.95, และ stearic acid ในช่วง 0.99-1.63 โดยมีกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด ในช่วงร้อยละ 25.94-26.56 ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว ประกอบด้วย oleic acid 38.31-40.27, linoleic acid 32.12-33.65 linolenic acid 1.00-1.35 โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งสิ้น ในช่วง 72.06-74.02 ส่วนวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวที่พบประกอบด้วย alpha (α)-, gamma (γ)- Tocopherol alpha (α)-, gamma (γ) -tocotrienol ในช่วง 1472.69-1620.91 มก./กก. และปริมาณสารสำคัญในน้ำมันรำข้าวคือแกมมาโอริซานอล มี 2 ตัวคือ แกมมาโอริซานอล I และ II มีในช่วงร้อยละ 2.54-2.74 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันจากรำข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสามจังหวัดไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรำข้าวจากข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ปริมาณวิตามินอีในรูปของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล รำข้าวจากข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1, ปทุมธานี 60 และ สุพรรณบุรี 60 มีปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลต่ำในช่วง 72.70-79.28 มก./กก. รำข้าวจากข้าวพันธุ์ กข 23, กข 27 มีปริมาณปานกลางในช่วง 178.85-184.35 มก./กก. และรำข้าวจากรำข้าวพันธุ์อื่นๆ มีปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลสูง 267.34-383.41 มก./กก. ปริมาณแอลฟาโทโคไตรอีนอล ในรำข้าวพันธุ์ กข 7, และสุพรรณบุรี 90 มีค่า 197.25 และ 210.54 มก./กก. ในขณะที่พันธุ์สุพรรณบุรี 1 กข 23, กข 27, พิชญโลก 2 และสุรินทร์ มีปริมาณในช่วง 273.07-307.80 มก./กก. และรำข้าวจากพันธุ์ปทุมธานี 60 ปทุมธานี 1 และขาวตาแห้ง มีปริมาณสูง 447.44-618.31 ปริมาณแกมมาโอริซานอลมีปริมาณใกล้เคียงกัน ในช่วง 82.12 และรำข้าวจากพันธุ์ กข.23 มีค่าสูงสุด 195.21 มก./กก. มีปริมาณแกมมาโทโคไตรอีนอล ในรำข้าวพันธุ์ต่างๆมีค่าสูงสุด ในจำนวนโอไซเมอร์ทั้งหมดคือในช่วง 381.27-678.74 มก./กก. โดยรำข้าวจากพันธุ์ กข. 7 มีค่าต่ำสุด 381.27 มก./กก. และรำข้าวจากพันธุ์พิชญโลก 2 มีค่าสูงสุด 678.74 มก./กก. โดยที่รำข้าวพันธุ์พิชญโลก 2 จะมีปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลสูงสุด 1553.68 มก./กก. ในขณะที่รำข้าวจากพันธุ์ กข. 23 มีปริมาณต่ำสุด 1069.47 มก./กก.

ปริมาณแกมมาโอริซานอลที่วิเคราะห์ได้ แยกออกเป็น 2 พีค คือ แกมมาโอริซานอล I และ II โดยลำข้าวทั้ง 12 สายพันธุ์ โดยลำข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีปริมาณแกมมาโอริซานอลร้อยละ 1.34 และลำข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีปริมาณแกมมาโอริซานอลสูงในช่วงร้อยละ 1.41-2.08

คุณภาพรำข้าวที่เก็บในโรงสีต่างๆ แสดงในตารางที่ 3 พบว่ามีค่าวิเคราะห์กรดไขมันอิสระสูงกว่ารำข้าวที่สีจากข้าวพันธุ์ต่างๆ เนื่องจากการเกิดกรดไขมันอิสระในรำข้าวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเก็บตัวอย่างรำข้าวที่สีใหม่ๆ จากแต่ละโรงสีควรแช่ในตู้แช่แข็งหรืออบไล่ความชื้นหรือนึ่งเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โรงสีข้าวขนาดใหญ่หรือเล็ก ซึ่งขายรำข้าวเพื่อสกัดน้ำมันโดยเฉพาะควรมีการนึ่งหรืออบไล่ความชื้นเพื่อเก็บรักษารำข้าวให้มีคุณภาพ ทั้งนี้แต่ละโรงสีจะต้องรักษาคุณภาพรำข้าวไม่ให้มีค่ากรดสูงกว่า 15 ซึ่งแต่ละโรงสกัดน้ำมันต้องการ

ปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลในน้ำมันรำข้าวพันธุ์ต่างๆ มีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ข้าว การวิเคราะห์หาปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลโดยใช้เครื่อง HPLC สามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง normal phase และ reverse phase column โดยเฉพาะ reverse phase column เป็นคอลัมน์ที่นิยมใช้กันในประเทศ การวิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างในปริมาณสูง เป็นการวิเคราะห์ที่รวดเร็วถูกต้อง ในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC เป็นการใช้เทคนิค Direct injection วิเคราะห์ปริมาณโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ (Triglyride) ที่มีในน้ำมันแต่ละชนิด ทำให้มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์ชนิดของแต่ละไอโซเมอร์ของแอลฟาโทโคฟีรอล ปริมาณไตรกลีเซอไรด์จะแสดงออกมาในช่วง 1-5 นาทีของการวิเคราะห์ การใช้ normal phase column จำเป็นสำหรับการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณโทโคฟีรอลสูงและซับซ้อน normal phase HPLC สามารถแยกเป็นไอโซเมอร์ต่างๆ โดยการดูดซับ silica ที่บรรจุใน column โดยที่คอลัมน์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงสามารถแยกโทโคฟีรอลได้ทั้ง 4 ไอโซเมอร์ รวมทั้ง α - โทโคฟีรอล และ α - โทโคไตรอีนอล ที่แสดงเป็น peak ที่อยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงในรูปที่ 8 ใน normal phase ปริมาณวิตามินอี ที่มีในน้ำมันโดยธรรมชาติจะแยกออกมาตามความสามารถในการดูดกลืนแสง ซึ่งขึ้นอยู่กับ จำนวน methyl groups บน Chromanol หรือ Benzene rings ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ polarity แตกต่างกัน รวมทั้งสายโมเลกุลที่ไม่อิ่มตัวของโทโคไตรอีนอล ก็ทำให้มี polarity ที่แตกต่างกัน ทำให้โทโคไตรอีนอลมีความเป็น polarity มากกว่าโทโคฟีรอล ดังนั้นจึงเป็นความยุ่งยากในการแยก α - และ α - โทโคไตรอีนอล β -โทโคฟีรอล และ γ -โทโคฟีรอลในคอลัมน์บางชนิด

ในการวิเคราะห์แกมมาโอริซานอลนั้น ได้ทำการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ชนิด normal phase, Silica ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย (Diack และ Saska 1994, Juliano 1985) เช่นเดียวกับการใช้คอลัมน์ชนิด Reverse phase ก็สามารถวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณแกมมาโอริซานอลได้ (Tan และ Brzuskiwica 1989) โดยได้แสดง Chromatogram ของน้ำมันรำข้าวชนิดต่างๆ แกมมาโอริซานอล

นอลที่ตรวจวิเคราะห์จะแยกออกเป็นแกมม่าโอริซานอล I และ II ซึ่งเป็นชื่อสากลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก

ในตารางที่ 6 แสดงคุณภาพของน้ำมันรำข้าวคืบและน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี จากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากในกรรมวิธีการกลั่นใส่น้ำมันพืช ประกอบด้วยหลายขั้นตอน แต่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียขององค์ประกอบกรดไขมันที่สำคัญ ขั้นตอนการกำจัดยางเหนียว (gum) ที่ทำให้น้ำมันรำข้าวคืบมีสีดำเป็นขั้นตอนที่กำจัดสารประกอบที่ละลายในน้ำได้ ในน้ำมันรำข้าวคืบมีปริมาณแกมม่าโอริซานอลสูง ซึ่งสารชนิดนี้จะสูญเสีย ในขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง (Neutralization) ทำให้มีของทิ้งในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันพืชที่เรียกว่า Soapstock โดยมีการศึกษาพบว่า ใน soapstock มีแกมม่าโอริซานอลสูง 6-7% มากกว่าในน้ำมันดิบตั้งต้นที่มีแกมม่าโอริซานอล 1-2% (Dianisi และคณะ 1995) จึงมีการสูญเสียปริมาณแกมม่าโอริซานอล ในน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธีอย่างมาก ดังแสดงในโครมาโตแกรมรูปที่ 11 และ 12

การศึกษากาเรแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลในระดับห้องปฏิบัติการ เป็นการศึกษาเพื่อผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพชนิดแคปซูลแกมม่าโอริซานอล จึงได้นำน้ำมันรำข้าวคืบที่สกัดจากรำข้าวหอมดอกมะลิ 105 ด้วยเอทานอล และมีปริมาณแกมม่าโอริซานอลในช่วง 1.48-2.52 % เป็นสารตั้งต้นในการศึกษา โดยกรรมวิธีที่นำมาศึกษา 3 กรรมวิธีคือ การแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลจาก Soapstock ของน้ำมันรำข้าว การตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำโดยใช้เอทานอล และการแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลโดยใช้เทคนิค Column Chromatography ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 7-12

ผลการแยกสกัดแกมม่าโอริซานอลจาก Soapstock ของน้ำมันรำข้าว แสดงในตารางที่ 7 และ 8 พบว่าเมื่อใช้น้ำมันรำข้าวประมาณ 100 กรัมทำปฏิกิริยากับด่างโดยสมบูรณ์ จะได้ Soapstock ประมาณ 132.57-136.94 กรัม หลังจากใช้สารละลายสกัดแกมม่าโอริซานอล ระเหยสารละลาย ตกผลึกใหม่และทำให้แห้ง จะได้แกมม่าโอริซานอล 2.15-3.77 % การทำปฏิกิริยากับด่าง (Saponification) ของน้ำมัน วิธีนี้จะช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกไฮโดรไลซ์ได้ เช่น ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิปิดและเอสเทอร์ของกรดไขมันต่างๆ โดยการทำปฏิกิริยากับด่างที่อุณหภูมิสูง (60-100°C) ได้เกลือของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ ต่อมาสกัดด้วยตัวทำละลายก็จะได้แกมม่าโอริซานอล (Nicolosi และคณะ 1994) รวมทั้งการสกัดสารด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) โดยนำสารที่ต้องการแยกสกัดมาละลายและเจือจางในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน เฮกเซน สำหรับการสกัดด้วยตัวทำละลายผสม 2 ชนิดขึ้นไป เช่นเอทานอล เมทานอลและไอโซโพรพานอล โดยอาศัยหลักการที่ตัวทำละลายแต่ละตัวสามารถละลายได้แตกต่างกัน ตัวทำละลายที่เหมาะสมจะสามารถละลายแกมม่าโอริซานอลให้แยกจากสารชนิดอื่นๆได้ ทั้งนี้เนื่องจากไตรกลีเซอไรด์จะสaponนิไฟด้วยด่างอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเกิดไฮโดรไลซ์ของแกมม่าโอริซานอล โปโลไพรอล โปโลไพรอนอลและแกมม่าโอริซานอล เป็นกลุ่มที่พบในส่วนใหญ่สaponนิไฟของน้ำมันรำข้าว (Roger และคณะ 1993) โซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ

85% ถูกใช้ในการสaponนิฟายและทำให้เป็นกลาง ดังที่เหลือกี้ไม่แข็งแรงพอที่จะไฮโดรไลซ์แกมมาโอริซานอล แกมมาโอริซานอลที่ได้ในคอนบรอกจะมีคุณภาพดี ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ด้วยเครื่อง HPLC

ในการทำการทดลองพบว่าการสกัดแกมมาโอริซานอลจาก Soapstock มีความยุ่งยากมาก เนื่องจาก Soap ที่ได้ จะต้องเป็น Soap ที่แข็ง หรือที่เรียกว่า Solid soap จึงจะสามารถแยกสกัดแกมมาโอริซานอลได้ดี ในกรณีที่เป็นของแข็งกึ่งเหลว (Semi solid soap) ในการแยกสกัดแกมมาโอริซานอล ก็จะได้น้ำมันเริ่มต้นออกมาด้วย ซึ่งมีปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลใกล้เคียงกับน้ำมันที่ใช้ วิธีการนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการสกัดแกมมาโอริซานอลจาก Soapstock ที่เป็นของแข็งในโรงงานสกัดและกลั่นใส่น้ำมันรำข้าว ซึ่งเมื่อผ่านกรรมวิธีที่ทำให้มีความบริสุทธิ์สูงก็จะสามารถใช้ในทางการแพทย์ได้ โดยสามารถเพิ่มมูลค่าได้อย่างมาก

การผลิตในอุตสาหกรรมของแกมมาโอริซานอล ซึ่งเป็นสารผสมของ ferulic acid ester ที่มีคุณสมบัติเป็น therapeutic อย่างน้อย 5 ตัว ทำการผลิตจากการสกัด soapstock ของ alkaline cake ที่ทำให้มีความเป็นกรดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริก ซึ่ง alkaline cake ที่มี แกมมาโอริซานอล 1-3% จะถูกสกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์ หรือนอร์มอลเฮกเซน แกมมาโอริซานอลจะถูกสกัดจากสารละลายอินทรีย์และทำให้มีความบริสุทธิ์ประมาณ 85-90% โดยได้ประมาณประมาณ 1.5% ของสารตั้งต้น (Saska และ Gordon 1998)

กรรมวิธีที่ 2 นำน้ำมันรำข้าวที่สกัดในห้องปฏิบัติการ สุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับที่ทำการทดสอบในกรรมวิธีที่ 1 ทำการเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอลด้วยการละลายในเอทานอล และดกผลึกที่อุณหภูมิต่ำแสดงในตารางที่ 9 พบว่ากรรมวิธีนี้สามารถเพิ่มปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลในส่วนที่ 1 ได้น้ำมันรำข้าวที่มีปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลสูงขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.55-4.18 โดยมีปริมาณแกมมาโอริซานอลเพิ่มขึ้น และน้ำมันในส่วนที่ 2 สามารถนำกลับมาใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆได้ เพราะยังคงมีปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลอยู่ แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลในตารางที่ 13.1 และ 13.2 กรรมวิธีนี้สามารถใช้ในการผลิตน้ำมันรำข้าวเพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพได้ แต่ต้องตรวจสอบค่ากรดและประสิทธิภาพของเครื่องระเหยสารเอทานอล เพื่อให้มีค่ากรดต่ำและมีปริมาณของสารเอทานอลตกค้างในน้ำมันรำข้าวน้อยที่สุด

การแยกสกัดโดยใช้กรรมวิธีที่ 3 เป็นการใช่วิธีโครมาโตกราฟี (Chromatography) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการจัดสารรวมกัน โดยสามารถใช้วิธีโครมาโตกราฟีเพียงชนิดเดียวเพื่อจัดสารรวมกันได้โดยตรง หรือใช้ร่วมกับการทำปฏิกิริยากับค่า โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้หลังจากการทำปฏิกิริยาแล้ว โดยสามารถใช้สารหลายชนิดในการบรรจุลงในคอลัมน์ เช่น silica gel 60 alumina จากการทดลองซึ่งแสดงผลในตารางที่ 10 พบว่า เทคนิคคอลัมน์โครมาโตกราฟีที่ใช้ silica สามารถทำให้น้ำมันรำข้าวมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น โดยสามารถแยกสกัดน้ำมันรำข้าวดิบ ให้ได้น้ำมันที่มีปริมาณแกมมาโอริซานอลสูงขึ้นในช่วง 2.36-3.58 ปัญหาที่เกิดขึ้น คือขั้นตอนในการทดลองและการใช้สารที่ไม่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

คือเฮกเซน และเอทิลอะซีเตท แต่ในการทำให้แอมมาโอริซานอลบริสุทธิ์ วิธีนี้สามารถใช้ได้ดี เพราะทำให้มีการสูญเสียแอมมาโอริซานอลน้อย ความยุ่งยากที่เกิดขึ้นคือการเตรียมคอลัมน์ในการเพิ่มปริมาณแอมมาโอริซานอล และการควบคุมให้มีอัตราการไหลของสารละลายคงที่ แอมมาโอริซานอลที่ได้ยังไม่บริสุทธิ์เพียงพอและได้ปริมาณต่ำเนื่องจากการสูญเสียในระหว่างการทดลอง โดยต้องระเหยสารละลายออก และทำให้มีสารละลายตกค้างน้อยที่สุด

ในตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมมาโอริซานอลที่แยกสกัดและทำให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยกรรมวิธีทั้งสาม และได้แสดงปริมาณเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นในวงเล็บ เมื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (Oneway- ANOVA) ทำการทดลองจำนวน 6 จำลอง 3 กรรมวิธี degree of freedom เท่ากับ 18 พบว่า กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมมาโอริซานอล 2.99% , 3.26 % และ 2.98% จากการใช้วิเคราะห์ความแปรปรวน จากตารางพบว่า ค่า F เท่ากับ 0.406 ค่า Sig of F เท่ากับ 0.673 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าแต่ละกรรมวิธีให้ค่าเฉลี่ยแอมมาโอริซานอลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมมาโอริซานอล ทั้ง 3 กรรมวิธี โดยจำแนกกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กรรมวิธีที่ 1 และ 3 , กรรมวิธีที่ 2 และ 3 และ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยปริมาณแอมมาโอริซานอลที่แยกสกัดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 แสดงในภาคผนวก

ปัญหาสำคัญในการนำรำข้าวมาสกัดน้ำมันก็คือ ค่ากรดไขมันอิสระที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของรำข้าว ดังนั้นจึงต้องทำการรักษาคุณภาพของรำข้าวให้มีคุณภาพดีสำหรับการสกัดน้ำมัน คือมีค่ากรดต่ำ และการระเหยสารเอทานอลเพื่อให้ตกค้างในน้ำมันน้อยที่สุด โดยวิธีนี้มีต้นทุนต่ำและสารเคมีที่ใช้ก็ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ส่วนกรรมวิธีการแยกสกัดแอมมาโอริซานอลเพื่อให้ได้แอมมาโอริซานอล โดยที่ในการแยกสกัดมีฟลักเตอร์หลายตัว ที่ทำให้มีความยุ่งยาก ก็คือในการทำให้เป็น Solidsoap การแยกสกัด การทำให้มีความบริสุทธิ์โดยการตกผลึกใหม่ ซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายระหว่างแอมมาโอริซานอลกับสารละลายที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อการตกผลึก และอัตราการตกผลึกของแอมมาโอริซานอลและสารละลาย และก็มีผลต่อคุณภาพของแอมมาโอริซานอล อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็เป็นที่ผลดีในการเพิ่มมูลค่า Soapstock ในโรงงานการกลั่นใส่น้ำมันรำข้าว โดยสามารถเก็บ Soapstock ไว้ในรูปของ Solidsoap ซึ่งเป็นการประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษา และช่วยรักษาสภาวะแวดล้อม

การแยกสกัดแอมมาโอริซานอลและการเพิ่มปริมาณแอมมาโอริซานอล ที่ได้ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตเชิงพาณิชย์ ได้ศึกษาแนวทางเพื่อสกัดน้ำมันรำข้าวและผลิตเป็นน้ำมันที่ใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ โดยพิจารณาขั้นตอนและความยุ่งยากที่ใช้ในการผลิตเพื่อให้ได้น้ำมันรำข้าวในรูปอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ การสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยสารละลายเอทานอล และทำการเพิ่มปริมาณสารสำคัญคือแอมมาโอริซานอลและปริมาณวิตามินอี โดยการตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ สามารถเพิ่มปริมาณแอมมาโอริซานอลได้ 65.22% มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก รวมทั้งได้ใช้

ประโยชน์จากรำข้าวเพิ่มขึ้น เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ จากผลงานวิจัย และข้อมูลงานวิจัยที่ได้ วิธีการนี้ควรได้รับการส่งเสริมให้มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

รำข้าวเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว สามารถเพิ่มมูลค่าได้หลายรูปแบบ เช่นน้ำมันรำข้าวเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีมูลค่าได้สูง โดยที่แกมมาโอไรซานอลและโทโคไตรอีนอลจะช่วยในการทำงานของ hypocholesterolemic และฟื้นฟูระบบ Plasma lipid และ lipoprotein (Roger และคณะ , 1993) น้ำมันรำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูง ประเทศไทยปลูกข้าวได้มาก ในแต่ละปีมีรำข้าวประมาณ 2 ล้านตันจึงควรส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าน้ำมันรำข้าวให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มพูนรายได้และรักษาภาวะแวดล้อมในการมีรำข้าวที่ต้องทิ้งจำนวนมาก รวมทั้งการศึกษาวิจัยและพัฒนาคุณค่าและการใช้ประโยชน์น้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้น

สรุปผลและคำแนะนำ

จากผลการวิจัยและพัฒนาอาหารเสริมสุขภาพชนิดแคปซูล Gamma-Oryzanol จากรำข้าว สามารถสรุปผลและให้คำแนะนำดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของรำข้าว พบว่ารำข้าวพันธุ์ต่างๆและพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ มีปริมาณความชื้นในช่วงร้อยละ 8.50-11.12 มีปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ 13.55-22.54 ค่ากรดไขมันอิสระในช่วงร้อยละ 5.14-10.72 รำข้าวมีเอนไซม์ไลเปสทำให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างรวดเร็วและมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันรำข้าว จึงมีความจำเป็นในการเก็บรักษารำข้าวให้มีคุณภาพเพื่อการสกัดน้ำมัน เช่นการนึ่ง อบรำข้าวจะช่วยเก็บรักษาคุณภาพรำข้าวได้ดี โดยช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ทำให้น้ำมันที่ได้มีค่ากรดไขมันสูง ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธี รวมทั้งจะช่วยลดปริมาณรำข้าวที่เสื่อมคุณภาพ ซึ่งทำให้เกิดมอด ฝุ่นละอองที่เป็นมลภาวะของสิ่งแวดล้อม รำข้าวที่มีคุณภาพและสะอาดสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆเพิ่มมากขึ้นเช่น คูกี้

2. รำข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีคุณสมบัติทางเคมีในการเป็นน้ำมันรำข้าวเพื่อสุขภาพดีกว่ารำข้าวพันธุ์อื่นๆ เพราะว่ามีปริมาณแกมมาโอไรซานอลสูงกว่ารำข้าวพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือมีค่าร้อยละ 2.54-2.74 ปริมาณวิตามินอีโดยเฉพาะโทโคไตรอีนอลมีในช่วง 1472.69-1620.91 มก.ต่อ กก. และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงร้อยละ 72.17-73.17

3. รำข้าวปทุมธานี 1 มีคุณสมบัติทางเคมีเช่นเดียวกับรำข้าวพันธุ์อื่นๆ โดยทั่วไป คือ ปริมาณแกมมาโอไรซานอลมีในช่วงร้อยละ 1.34 ปริมาณวิตามินอี 1252.32 มก. ต่อ กก. องค์ประกอบกรดไขมันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 73.41

4. รำข้าวเพียงโลก 2 และรำข้าวชาวนาแห่งที่มีคุณสมบัติเป็นข้าวซึ่งมีปริมาณแกมมาโอไรซา

นอลในช่วงร้อยละ 1.59-1.66 ปริมาณวิตามินอีสูง 1553.68-1485.20 มก.ต่อ กก. องค์ประกอบกรดไขมัน
ในกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำในช่วงร้อยละ 62.63-65.93

5. รำข้าวได้จากการขัดสีข้าว เป็นแหล่งไขมัน โปรตีน และเส้นใยสูง จึงใช้เป็นวัตถุดิบในการ
สกัดน้ำมัน รำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามินอี ในรูปโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลไอโซเมอร์สูง
และแกมมาโอริซานอล ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้จัดเป็นสารที่ต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือที่เรียก
ว่า สารกันหืนธรรมชาติ (Natural Antioxidant) จะช่วยในการเก็บรักษารำข้าวทำให้น้ำมันไม่หืนง่าย ใน
ทางการแพทย์ มีคุณสมบัติต่อต้านมะเร็ง ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและไขมันอุดตันในหลอดเลือด (Shama และคณะ 2001) น้ำมันรำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามินอี โทโคฟีรอลและโดยเฉพาะโทโค
ไตรอีนอลที่มีอยู่สูงกว่าน้ำมันปาล์มโอลีอิน และไม่มีในน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ แกมมาโอริซานอลเป็นสารที่
มีคุณค่าสูงและมีในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์ น้ำมันรำข้าวดิบที่
อุดมด้วยสารเหล่านี้จะถูกทำลายในขบวนการกลั่นใส ทำให้ปริมาณแกมมาโอริซานอลลดลง ดังนั้นจึง
น่าสนใจที่จะทำการศึกษาการสกัดน้ำมันรำข้าวโดยวิธีธรรมชาติหรือการลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อ
ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

6. การสกัดน้ำมันรำข้าวโดยใช้เอทานอล เพื่อผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ โดยนำมาใช้ในการ
แยกสกัดและเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอล ด้วยกรรมวิธีต่างๆ 3 กรรมวิธี คือการแยกสกัดจาก Soapstock
การตกผลึกด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ และการใช้เทคนิค Column chromatography พบว่า ได้ปริมาณแกม
มาโอริซานอลเพิ่มขึ้นร้อยละ 51.77 65.22 และ 51.26 ตามลำดับ โดยเทคนิคที่นำมาใช้ในการแยกสกัดแกม
มาโอริซานอลและการเพิ่มปริมาณแกมมาโอริซานอลในน้ำมันรำข้าวที่สกัดแยกได้ในห้องปฏิบัติการ
สามารถนำไปปรับปรุงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ เพื่อเพิ่มมูลค่าของน้ำมันรำข้าว
ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและทางการแพทย์ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ของน้ำมันรำข้าวอย่างหลากหลาย
และจะช่วยส่งเสริมให้มีการบริโภคและใช้น้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้น

7. การปรับปรุงการสกัดน้ำมันรำข้าวในทางการค้า โดยใช้สารที่ไม่ทำให้เกิดมลพิษ คือเอทานอล
ซึ่งเป็นสารเคมีที่สามารถผลิตได้จากพืช จะสามารถลดต้นทุนในการผลิต และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้
ามันรำข้าวต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม น้ำมันรำข้าวที่สกัดโดยเอทานอลสามารถนำไปแปรรูปในผลิต
ภัณฑ์ต่อเนื่องต่างๆทั้งด้านบริโภคและไม่บริโภคอย่างหลากหลาย เช่น น้ำมันสำหรับผลิตเครื่องสำอาง
Hydrogenated rice bran oil เนย ภากรีน

8. น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าทางอาหารสูงอุดมด้วยวิตามินอี และแกมมาโอริซานอล ซึ่งมี
คุณสมบัติที่หลากหลาย เช่นในด้านอาหารเพื่อสุขภาพ น้ำมันรำข้าวจะช่วยฟื้นฟูระบบ Plasma lipid และ
Lipoprotein Profile และ ช่วยลดระดับ Cholesterol ในเลือด ด้านเครื่องสำอาง น้ำมันรำข้าวจะช่วยให้การ
บำรุงผิว ลดรอยเหี่ยวย่นเพราะมีวิตามินอีสูง แกมมาโอริซานอลมีคุณสมบัติในการช่วยกระตุ้นการสร้าง
Melanin (Das P.K. 1999) ช่วยป้องกันเซลล์ผิวหนึ่งถูกทำลายเนื่องจากแสงแดด ดังนั้นการที่การผลิตน้ำมัน

รำข้าวเพื่อบริโภคหรือเพื่อเป็นน้ำมันสำหรับการผลิตเครื่องสำอาง เช่น สบู่ แชมพู ครีมบำรุงผิว เพิ่มมากขึ้น เพราะน้ำมันรำข้าวมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการข้างต้น

9. ควรส่งเสริมให้มีการสกัดน้ำมันรำข้าวเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้น ทั้งด้านบริโภค อุปโภคและด้านพลังงาน ประเทศไทยมีการปลูกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของการเกษตรของประเทศ และมีโรงสีข้าวทั่วประเทศกว่า 40000 โรง มีรำข้าวเป็นผลพลอยได้ที่สำคัญจากโรงสีทั่วประเทศ ประมาณ 2 ล้านตันต่อปี ซึ่งรำข้าวส่วนใหญ่จะถูกใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ งานวิจัยนี้จะช่วยให้มีการจัดการรำข้าวให้มีคุณภาพ เพื่อผลิตเป็นน้ำมันรำข้าวที่มีคุณภาพหรือน้ำมันรำข้าวเพื่ออุตสาหกรรมเครื่องสำอางและพลังงาน โดยสามารถเพิ่มคุณค่าและมูลค่าได้สูงกว่าในอดีตที่ผ่านมาอย่างมาก รวมทั้งปัจจุบันนี้มีการส่งเสริมให้มีอุตสาหกรรมขนาดเล็กเพิ่มมากขึ้น จึงนับว่ามีประโยชน์ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- นพมาศ มนัสวรากุล 2545, การสำรวจปริมาณแกมมาโอริซานอลและวิตามินอีในข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 82-106
- นัยนา บุญทวีวัฒน์และเรวดี จงสุวัฒน์ 2542, น้ำมันรำข้าว ทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียน, กรุงเทพฯ : 35-50.
- Barber, S and Benedito de Barber, C. 1980, Rice Bran : Chemistry and Technology in Rice : Production and Utilization, Luh, B.S. (Ed.) Connecticut, the AVI Publishish Company, pp 790-862
- Das P.K. *et.al.* 1998. Isolation of γ -oryzanol through calcium ion induced precipitation of anionic miscella aggregates. *Journal of Agri. Food Chem* 46, p 3073-3080.
- Das, P.K. *et.al.* 1999. Process for the isolation of oryzanols from crude dark acid oil (rice bran) US Patent No. 5,869,708
- Diack, M. and M. Saska, 1994. Separation of vitamin E and γ -oryzanol from rice bran oil by normal phase chromatography. *JAOCS* 71, no 11, p1211-1217.
- Dianisi F., Prodolliet J. and Tag R. 1995 Assessment of olive oil adulteration by reverse phase High performance liquid chromatography. *JAOCS* 72, no. 12, p1505-1510.
- Giuseppe, P., Enrico, M., Luigi, M. and Paolo, F., 2003. Improving the value of rice by products by SFE. *Journal of Supercritical Fluids*, Vol 26, pp 63-71.
- Hu, W., Well, J.H. Shin, T. and Godbur, J.S. 1996. Comparison of isopropanol and hexane for extraction of vitamin E and oryzanol from stabilized rice bran. *JAOCS* vol 73, No12, pp1653-1657.
- Juliano, B.O. ,1985. Rice Chemistry and Technology, 2nd ed. American Association of Cereal chemists, St. Paul, Minnesota . p 774.
- Kaneko, R. and Tsuchiya, T. 1954 "Compounds in rice bran oils and germ oils." *Journal of the Chemical Society of Japan*, Industry Chemical Section, vol 57, p526
- Kim J.S., Godber J.S. and King J.M. 2001. Inhibition of cholesterol autoxidation by the nonsaponifiable fraction in rice bran in aqueous model system. *JAOCS* 78, no.7, pp 685- 689.

- Maud, N.P. et.al. 2003 , “ Effect of plant sterol from rice bran oil “ *American Journal Clinical Nutrition* , p 1510-1515.
- Roger , E.J. et.al , 1993. Identification and Quantitation of γ -oryzanol compounds and simultane assesment of tocols in rice bran oil. *JAOCS* 70, no. 3, p301-307.
- Roger E.J. , Rice S.M. and Nicosi R.J. 1993. Identification and Quantitation of γ -oryzanol compounds and simultane assesment of tocols in rice bran oil. *JAOCS* 70, no.3, p 301- 307.
- Saska M. and Gordon J.R. 1998. Recovery of γ -oryzanol from rice bran oil with silica based continuous chromatography *JAOCS* 75, no.16 , p 1421-1427.
- Seetharamaiah.G.S. and Prabhaker J.V. 1986. Oryzanol content of indian rice bran oil. *Journal of Food Science and Technology* 23, p270-273.
- Seetharamaiah,G.S. and Prabhaker, J.V,1989. Studies on cholesteramic activities in rice bran oil” *Journal of Food science and Technology*, vol 23, p270-273.
- Sek Boonbunloo , 1998. Rice Bran Oil Industry in Thailand, Thailand-Japan Symposium , 23-24 November 1998, p 46-54.
- Sharma A. , S.K. Khare and M.N. Gepta . 2001. enzyme-Assisted aqueoos extraction of rice bran oil . *JAOCS* 78, no. 9, p 949-951.
- Tan B. and Brzuskiwica L. 1989. Separation of tocopherol and tocotrienol isomers using normal and reverse phase column. *Analytical Biochemistry* vol 180, p363.
- Xu , Z. and Godber , 1999 “Purification and identification of components of γ -oryzanol on rice bran oil “ *J.Agri.Food. Chem* 47, No 7 , p2724-2728
- Xu , Z. and Godber . 2001. Antioxidant activities of major components γ -oryzanol in rice bran oils. *JAOCS* 78, no 6,p 645-649.

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น น้ำมันและปริมาณกรดไขมันอิสระของรำข้าว
จำนวน 12 พันธุ์ 15 ตัวอย่างที่เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

พันธุ์	% ความชื้น	% น้ำมัน (โดยน้ำหนักแห้ง)	% กรดไขมันอิสระ
1. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 #1	9.73	21.72	7.82
2. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 #2	8.97	22.54	10.72
3. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 #3	11.12	20.11	8.46
4. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 #4	9.81	21.45	9.62
5. กข7	10.13	19.85	6.76
6. กข 23	9.75	19.05	5.62
7. พิชญโลก 2	10.38	13.55	7.92
8. ปทุมธานี 1	10.68	22.40	6.48
9. ปทุมธานี 60	9.85	18.29	5.14
10. สุพรรณบุรี 1	9.85	19.54	7.24
11. สุพรรณบุรี 60	10.64	15.93	6.85
12. สุพรรณบุรี 90	10.69	17.27	7.21
13. ขาวตาแห้ง	9.39	20.16	8.87
14. สุรินทร์	9.57	13.87	9.41
15. กข.27	9.52	20.34	7.53
CV (%)	5.69	16.07	14.90

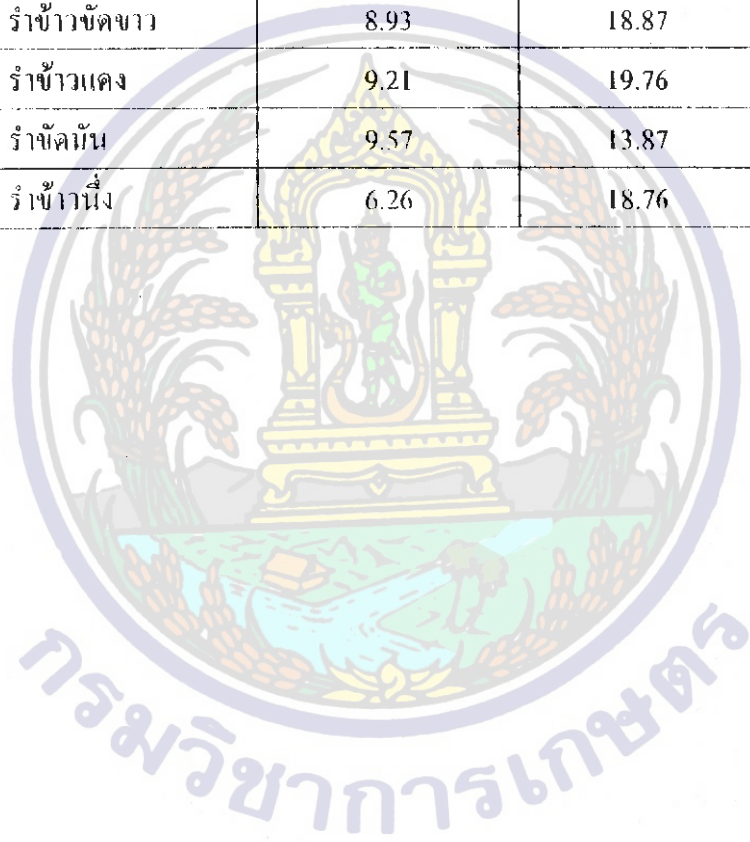
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น น้ำมัน และกรดไขมันอิสระของรำข้าวพันธุ์ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ในเขตภาคอีสาน

พันธุ์	% ความชื้น	% น้ำมัน (โดยน้ำหนักแห้ง)	% กรดไขมันอิสระ
1. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 อ. สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี	9.63	22.14	10.82
2. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 บริษัทกรุงเทพผลิตภัณฑ์ข้าว จ.บุรีรัมย์	9.35	20.12	13.71
3. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 อ. ตระการพืชผล จ. อุบลราชธานี	9.29	20.54	9.42
4. ข้าวหอมดอกมะลิ 105 อ. ศรีขรรุณี จ. สุรินทร์	8.50	20.57	13.28
CV (%)	5.27	4.26	17.55

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น น้ำมันและ กรดไขมันอิสระ ในรำข้าวที่
เก็บจากโรงสีในเขตปริมณฑล

ชนิดของรำข้าว	% ความชื้น	% น้ำมัน (โดยน้ำหนักแห้ง)	% กรดไขมันอิสระ
รำอ่อน	9.97	18.52	7.17
รำข้าวขัดขาว	8.93	18.87	9.31
รำข้าวแดง	9.21	19.76	6.78
รำขี้คั้น	9.57	13.87	8.31
รำข้าวหนึ่ง	6.26	18.76	5.74



ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอีและแกมมาโอริซานอล โดยเฉลี่ยของน้ำมันรำข้าวจากข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

องค์ประกอบกรดไขมัน %	รำข้าวพันธุ์ต่างๆ						
	KDML No. 1	KDML No. 2	KDML No. 3	KDML No. 4	กข. 7	กข. 23	กข. 27
C12:0 Lauric acid	0.45	0.90	0.15	0.50	1.19	0.88	0.58
C14:0 Myristic acid	0.92	1.05	0.63	0.87	0.99	2.21	2.53
C16:0 Palmitic acid	23.76	24.03	24.58	24.76	24.26	22.89	23.41
C18:0 Stearic acid	1.70	1.19	1.66	1.70	1.82	4.41	2.11
Total saturated fatty acid	26.83	27.16	27.06	27.83	28.48	30.40	28.63
C18:1 Oleic acid	38.64	40.04	40.14	38.97	32.18	32.55	32.42
C18:2 Linoleic acid	33.34	31.83	31.58	32.12	37.51	37.06	37.86
C18:3 Linolenic acid	1.19	0.97	1.21	1.08	1.84	-	1.10
Total unsaturated fatty acid	73.17	72.84	72.93	72.17	71.54	69.60	71.37
Alpha-tocopherol	73.29	42.98	275.94	195.77	267.34	184.35	175.85
Alpha-tocotrienol	316.29	556.25	206.12	280.43	197.25	291.57	299.83
Gamma-tocopherol	146.53	146.46	168.25	141.11	152.87	195.21	98.61
Gamma-tocotrienol	781.26	594.13	415.33	461.22	381.27	398.34	674.23
Total vitamin E (mg/kg)	1317.34	1239.84	1165.64	1078.55	1098.73	1069.47	1248.52
Gamma-oryzanol I	0.72	0.55	0.56	0.50	0.47	0.48	0.47
Gamma-oryzanol II	1.36	1.32	0.97	0.91	1.21	1.10	0.90
Total gamma-oryzanol (%)	2.08	1.88	1.53	1.41	1.68	1.58	1.37

ตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอีและแกมมาโอริซานอล โดยเฉลี่ยของน้ำมันรำข้าวจากข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

องค์ประกอบกรดไขมัน %	รำข้าวพันธุ์ต่างๆ									
	พืชยูโดก 2	ปทุมธานี 1	ปทุมธานี 60	สุพรรณบุรี 1	สุพรรณบุรี 60	สุพรรณบุรี 90	ขาวคาแห้ง	สุรินทร์		
C12:0 Lauric acid	0.42		1.65							
C14:0 Myristic acid	1.20		1.16	0.93	-	-	0.94	0.53		
C16:0 Palmitic acid	33.81	25.51	22.69	24.40	24.75	23.88	31.21	24.94		
C18:0 Stearic acid	1.93	1.08	2.04	1.43	1.93	1.97	1.91	2.71		
Total saturated fatty acid	37.37	26.58	27.54	26.77	26.68	25.85	34.06	28.20		
C18:1 Oleic acid	32.74	34.76	39.44	37.34	33.91	31.05	36.55	40.39		
C18:2 Linoleic acid	29.90	37.15	32.10	34.54	38.16	42.08	28.44	30.07		
C18:3 Linolenic acid	-	1.49	0.90	1.33	1.24	1.02	0.93	1.34		
Total unsaturated fatty acid	62.63	73.41	72.45	73.22	73.31	74.15	65.93	71.80		
Alpha-tocopherol	383.41	79.28	72.70	269.29	74.40	280.71	285.20	298.32		
Alpha-tocotrienol	307.72	575.79	447.44	273.07	395.31	210.54	618.31	307.80		
Gamma-tocopherol	183.78	136.85	83.34	115.47	129.24	102.65	103.00	82.12		
Gamma-tocotrienol	678.74	460.39	648.71	482.47	562.55	590.24	478.77	656.42		
Total vitamin E (mg/kg)	1553.68	1252.32	1252.20	1140.31	1161.52	1184.14	1485.20	1344.66		
Gamma-oryzanol I	0.55	0.52	0.64	0.58	0.63	0.56	0.42	0.45		
Gamma-oryzanol II	1.03	0.81	1.23	1.04	1.0	1.0	1.24	0.93		
Total gamma-oryzanol (%)	1.59	1.34	1.88	1.62	1.66	1.55	1.66	1.38		

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบกรดไขมัน วิตามินอีและแกมมาโอริซานอลโดยเฉลี่ยของน้ำมันรำข้าวพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 จากโรงสีในเขตภาคอีสาน

องค์ประกอบกรดไขมัน (%)	รำข้าวหอมดอกมะลิ 105 จากแหล่งต่างๆ			
	KDML / Ubol 1	KDML / Burerum 1	KDML / Ubol2	KDML / Surin
C12:0 Lauric acid			0.25	0.32
C14:0 Myristic acid	-	0.24	0.80	0.68
C16:0 Palmitic acid	24.95	24.67	23.70	24.35
C18:0 Stearic acid	0.99	1.42	1.63	1.21
Total saturated fatty acid	25.94	26.33	25.98	26.56
C18:1 Oleic acid	38.31	40.27	39.37	39.85
C18:2 Linoleic acid	32.63	32.12	33.65	32.24
C18:3 Linolenic acid	1.13	1.28	1.00	1.35
Total unsaturated fatty acid	72.06	73.67	74.02	73.44
Alpha-tocopherol	256.31	299.10	342.81	309.45
Alpha-tocotrienol	432.33	319.31	365.28	426.22
Gamma-tocopherol	132.62	99.04	124.71	116.89
Gamma-tocotrienol	651.43	840.93	639.99	768.34
Total Vitamin E (mg /Kg)	1472.69	1558.38	1472.80	1620.91
Gamma-oryzanol I	0.86	0.77	0.79	0.93
Gamma-oryzanol II	1.87	1.80	1.81	1.6
Total Gamma-oryzanol (%)	2.74	2.57	2.60	2.54

ตารางที่ 6 แสดงคุณภาพของน้ำมันรำข้าวดิบ และน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธีจาก
โรงงานสกัดน้ำมันบริษัทข้าวอนันต์จำกัด

คุณสมบัติทางเคมี	น้ำมันรำข้าวดิบ	น้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี
1. % กรดไขมันอิสระ	14.34	0.19
2. ค่ากรด (mgKOH)	28.68	0.38
3. Saponification value	180.03	179.92
4.Unsaponification matter (%w/w)	3.86	1.50
5.Fatty acid composition (%)		
C14:0 Myristic acid	0.43	0.73
C16:0 Palmitic acid	24.11	21.49
C18:0 Stearic acid	1.56	1.56
Total saturated fatty acid	26.37	23.79
C18:1 Oleic acid	39.15	41.87
C18:2 Linoleic acid	33.20	33.33
C18:3 Linolenic acid	0.93	1.01
Total unsaturated fatty acid	73.62	76.21
6. Vitamin E (mg/kg)		
alpha-tocopherol	202.08	257.63
alpha-tocotrienol	290.11	192.34
gamma-tocopherol	133.65	272.12
gamma-tocotrienol	438.44	343.74
Total	1064.29	1065.85
7. Gamma-oryzanol (%)	1.44	0.08

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณแกมมาโอริซานอลในตัวอย่งน้ำมันที่ใช้เป็นตัวตั้งต้น
ในการแยกสกัดแกมมาโอริซานอล ทั้งสามกรรมวิธี

การทดลอง (ซ้ำ)	ปริมาณแกมมาโอริซานอล โดยเฉลี่ย (%)
การทดลองครั้งที่ 1	1.81
การทดลองครั้งที่ 2	1.56
การทดลองครั้งที่ 3	2.31
การทดลองครั้งที่ 4	2.52
การทดลองครั้งที่ 5	1.48
การทดลองครั้งที่ 6	2.18

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณแกมมาโอริซานอลที่แยกสกัดได้โดยเฉลี่ยจาก Soapstock

การทดลอง	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	น้ำหนัก Soap (กรัม)	แกมมาโอริซานอล (%)
การทดลองครั้งที่ 1	99.76	132.57	2.67
การทดลองครั้งที่ 2	98.32	135.86	2.15
การทดลองครั้งที่ 3	97.48	134.95	3.53
การทดลองครั้งที่ 4	99.32	136.94	3.77
การทดลองครั้งที่ 5	96.45	133.05	2.42
การทดลองครั้งที่ 6	98.11	134.78	3.41

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณแก๊มน้ำมันโอริซานอลที่แยกสกัดได้โดยเฉลี่ย
จากการตกผลึกด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ

การทดลอง	น้ำหนัก น้ำมัน (กรัม)	น้ำหนัก น้ำมันที่ได้ (กรัม)	แก๊มน้ำมันโอริซานอล (%)
การทดลองครั้งที่ 1	49.60	27.54	2.89
การทดลองครั้งที่ 2	49.28	27.62	2.55
การทดลองครั้งที่ 3	49.17	26.15	3.56
การทดลองครั้งที่ 4	49.51	25.22	4.18
การทดลองครั้งที่ 5	49.38	24.79	2.82
การทดลองครั้งที่ 6	48.65	25.06	3.53

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณแก๊มน้ำมันโอริซานอลที่แยกสกัดได้โดยเฉลี่ย โดยใช้เทคนิค Column
Chromatography

การทดลอง	น้ำหนัก น้ำมัน (กรัม)	น้ำหนัก น้ำมันที่ได้ (กรัม)	แก๊มน้ำมันโอริซานอล (%)
การทดลองครั้งที่ 1	5.06	2.10	2.36
การทดลองครั้งที่ 2	4.87	2.00	2.51
การทดลองครั้งที่ 3	5.03	1.96	3.50
การทดลองครั้งที่ 4	5.25	1.98	3.58
การทดลองครั้งที่ 5	4.92	1.89	2.78
การทดลองครั้งที่ 6	4.90	1.81	3.15

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมมาโอริซานอล ที่แยกสกัดได้โดยเฉลี่ยจากกรรมวิธีต่างๆ

การทดลอง	ปริมาณตั้งต้น(%)	กรรมวิธีที่ 1(%)	กรรมวิธีที่ 2(%)	กรรมวิธีที่ 3(%)
การทดลองครั้งที่ 1	1.81	2.67	2.89	2.36
การทดลองครั้งที่ 2	1.56	2.15	2.55	2.51
การทดลองครั้งที่ 3	2.31	3.53	3.56	3.50
การทดลองครั้งที่ 4	2.52	3.77	4.18	3.58
การทดลองครั้งที่ 5	1.48	2.42	2.82	2.78
การทดลองครั้งที่ 6	2.18	3.41	3.53	3.15
ค่าเฉลี่ย	1.97	2.99	3.26	2.98

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแอมมาโอริซานอลที่เพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยจากกรรมวิธีต่างๆ ในวงเล็บ เป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น

การทดลอง	ปริมาณตั้งต้น	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3
การทดลองครั้งที่ 1	1.81 (100)	2.67 (47.51)	2.89 (56.66)	2.36 (30.38)
การทดลองครั้งที่ 2	1.56 (100)	2.15 (37.82)	2.55 (63.46)	2.51 (60.90)
การทดลองครั้งที่ 3	2.31 (100)	3.53 (52.81)	3.56 (54.11)	3.50 (51.51)
การทดลองครั้งที่ 4	2.52 (100)	3.77 (49.60)	4.18 (65.87)	3.58 (42.06)
การทดลองครั้งที่ 5	1.48 (100)	2.42 (63.51)	2.82 (90.54)	2.78 (87.83)
การทดลองครั้งที่ 6	2.18 (100)	3.41 (56.42)	3.53 (61.92)	3.15 (44.49)
ค่าเฉลี่ย	1.97 (100)	2.99 (51.77)	3.26 (65.22)	2.98 (51.26)

ตารางที่ 13.1 เกล่งปริมาณวิตามินอีและเบกมาปารีซานอกที่เพิ่มขึ้นด้วยกรรมวิธีการสกัดด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ

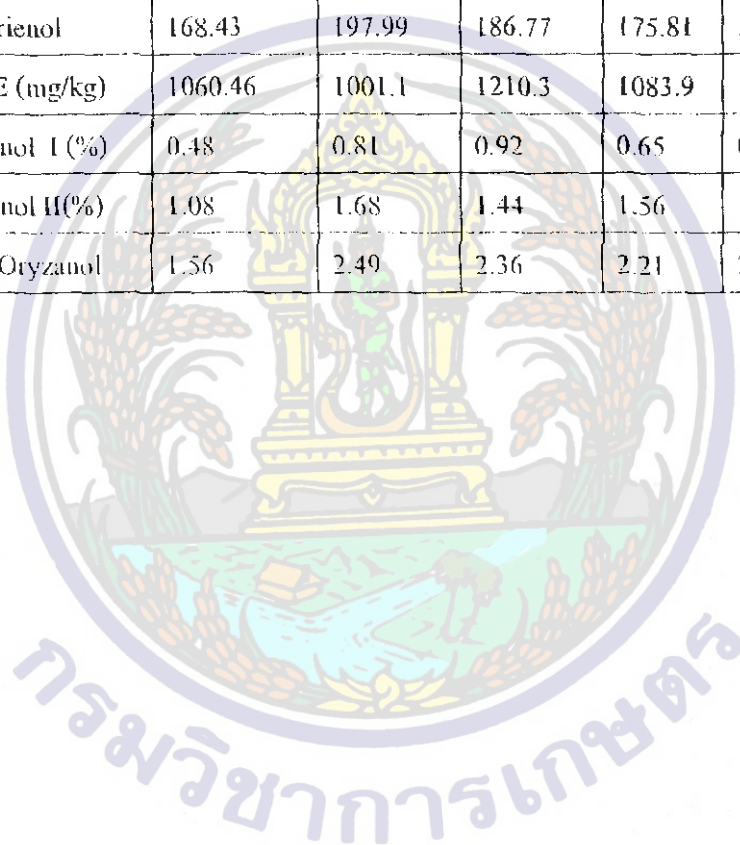
ปริมาณสารที่เก็บ	Crude RBO	Ex1 Ethanol	Ex1 Residue	Ex2 Ethanol	Ex2. Residue	Ex3. Ethanol	Ex3. Residue
Vitamin E (mg/kg)	1095.84	1651.52	834.15	1998.31	1103.92	1760.62	931.89
alpha-tocopherol	215.36	319.54	211.73	578.45	281.75	375.94	236.82
alpha-tocotrienol	307.96	428.93	236.91	628.59	387.53	518.12	267.58
gamma-tocopherol	114.31	137.14	97.86	147.42	110.67	153.98	103.74
gamma-tocotrienol	458.21	765.91	287.65	643.85	323.96	712.58	323.75
Gamma-Oryzanol I (%)	0.65	0.93	0.55	0.92	0.61	0.89	0.931.69
Gamma-Oryzanol II (%)	1.16	1.81	0.96	1.59	0.98	1.44	0.55
Total Gamma-Oryzanol (%)	1.81	2.75	1.52	2.52	1.59	2.34	0.91

ตารางที่ 13.2 แสดงปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอไรซานอลที่เพิ่มขึ้นด้วยกรรมวิธีการตกสกัดด้วยเอทานอลที่อุณหภูมิต่ำ

ปริมาณสารสำคัญ	Crude RBO	Ex4 Ethanol	Ex4 Residue	Ex5 Ethanol	Ex5 Residue	Ex6 Ethanol	Ex6 Residue
Vitamin E (mg/kg)	1095.84	1589.82	1046.49	1740.26	1004.57	1998.31	1232.07
alpha-tocopherol	215.36	365.97	196.52	440.13	185.06	578.45	363.10
alpha-tocotrienol	307.96	458.73	271.86	451.87	256.96	628.59	320.63
gamma-tocopherol	114.31	112.78	95.63	173.95	86.55	147.42	133.11
gamma-tocotrienol	458.21	652.34	482.48	674.31	475.98	643.85	415.23
Gamma-Oryzanol I (%)	0.65	0.86	0.58	0.96	0.45	0.92	0.46
Gamma-Oryzanol II (%)	1.16	1.87	0.96	1.65	0.88	1.59	0.96
Total Gamma-Oryzanol (%)	1.81	2.74	1.54	2.62	1.34	2.52	1.42

ตารางที่ 14 แสดงตัวอย่างปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอล ในส่วนที่แยกสกัดได้โดยใช้เทคนิค Column Chromatography

ค่าวิเคราะห์ต่างๆ	CRBO	Ex 1.	Ex 2.	Ex 3.	Ex 4.	Ex 5.
Alpha-Tocopherol	268.30	284.81	276.85	275.94	312.07	254.31
Alpha-Tocotrienol	532.97	407.69	631.50	506.82	487.54	517.02
Gamma-Tocopherol	90.76	110.60	115.19	125.33	110.87	98.14
Gamma-Tocotrienol	168.43	197.99	186.77	175.81	237.96	194.23
Total vitamin E (mg/kg)	1060.46	1001.1	1210.3	1083.9	1148.4	1063.7
Gamma-Oryzanol I (%)	0.48	0.81	0.92	0.65	0.98	0.85
Gamma-Oryzanol II (%)	1.08	1.68	1.44	1.56	1.59	1.33
Total Gamma-Oryzanol	1.56	2.49	2.36	2.21	2.57	2.18





ภาคผนวก

การวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอริซานอล โดยใช้เครื่อง HPLC คอลัมน์ชนิด Normal Phase , Silica Column ด้วย UV-Detector ที่ความยาวคลื่น 292 นาโนเมตร

วิธีวิเคราะห์

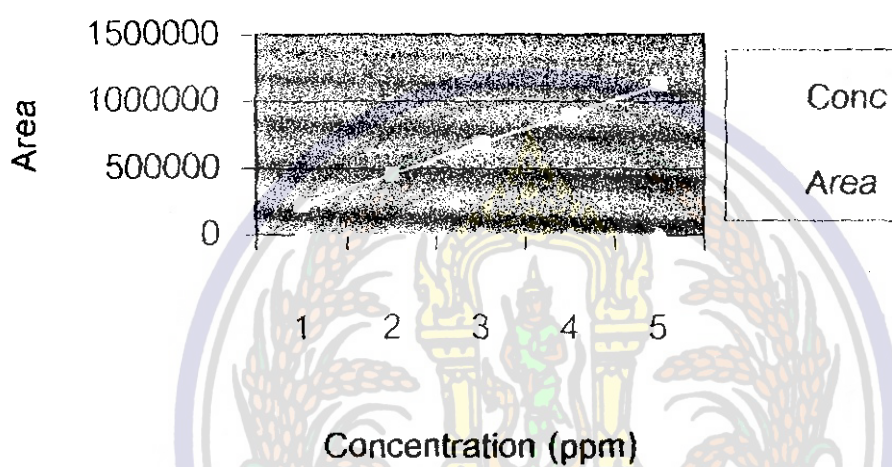
1. ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานแกมมาโอริซานอล ให้มีความเข้มข้น 50, 100, 150, 200, และ 250 ส่วนในล้านส่วน
2. ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ในสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์เดียวกัน เพื่อนำพื้นที่ที่ได้พีคมาทำกราฟมาตรฐาน

ผลการทดลอง

Calibration Curve of Standard Gamma-Oryzanol

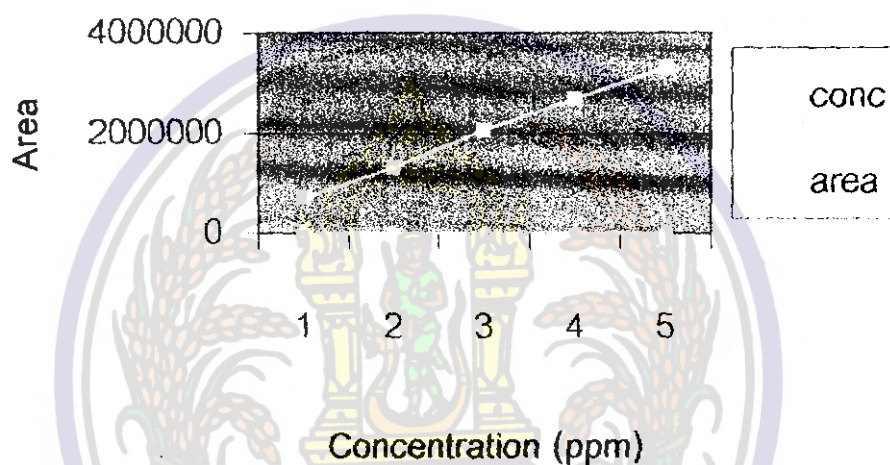
Concentration	Area of Gamma-Oryzanol I	Area of Gamma-Oryzanol II
50 ppm	222227	709584
100 ppm	453058	1317061
150 ppm	686638	2069568
200 ppm	892824	2682579
250 ppm	1128237	3297231

Calibration Curve of Standard Gamma-Oryzanol I



กรมวิชาการเกษตร

Calibration Curve of Standard Gamma-Oryzanol II



กรมวิชาการเกษตร

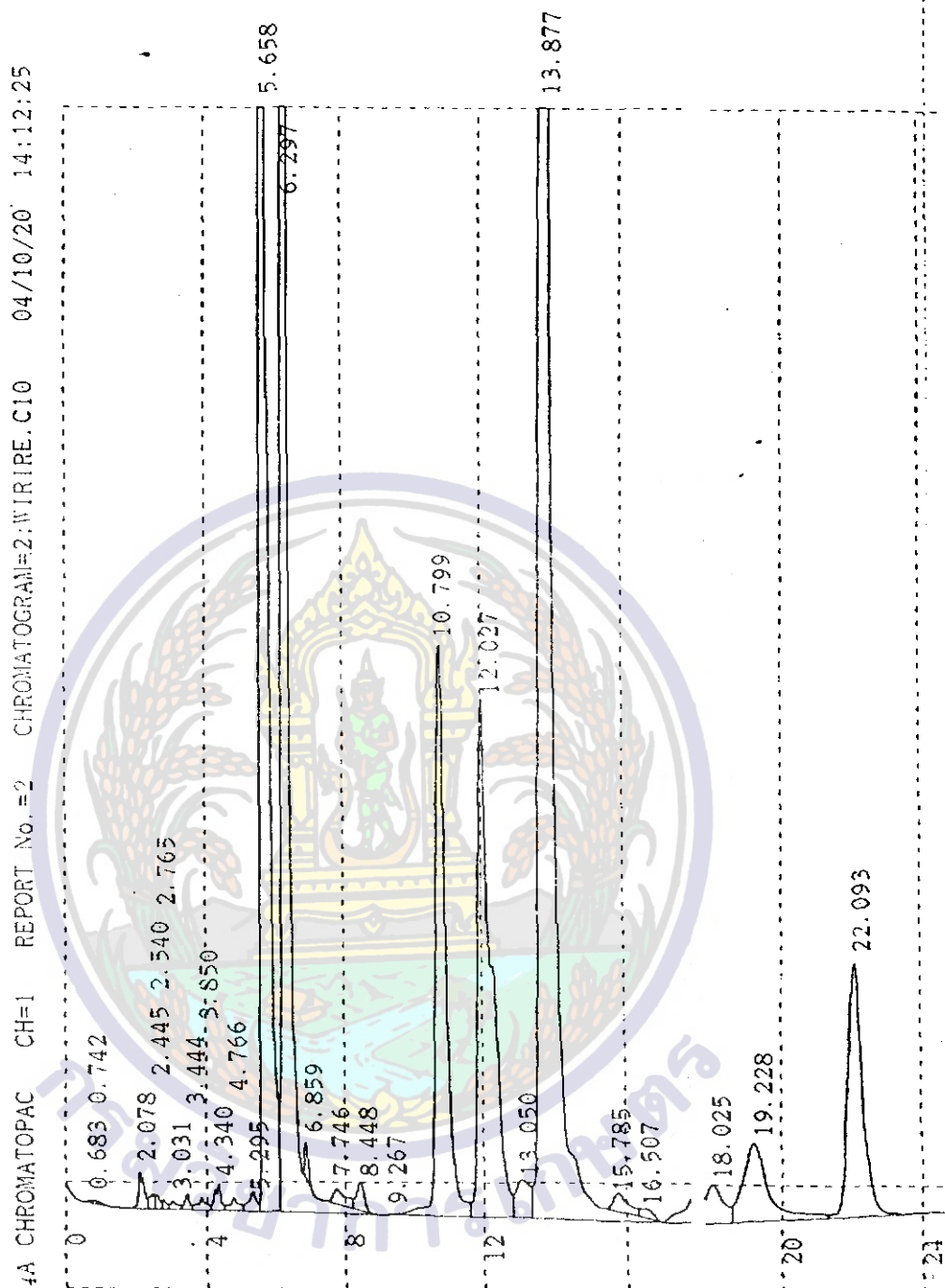
รูปที่ 6 แสดงลักษณะของ Solidsoap ที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการ



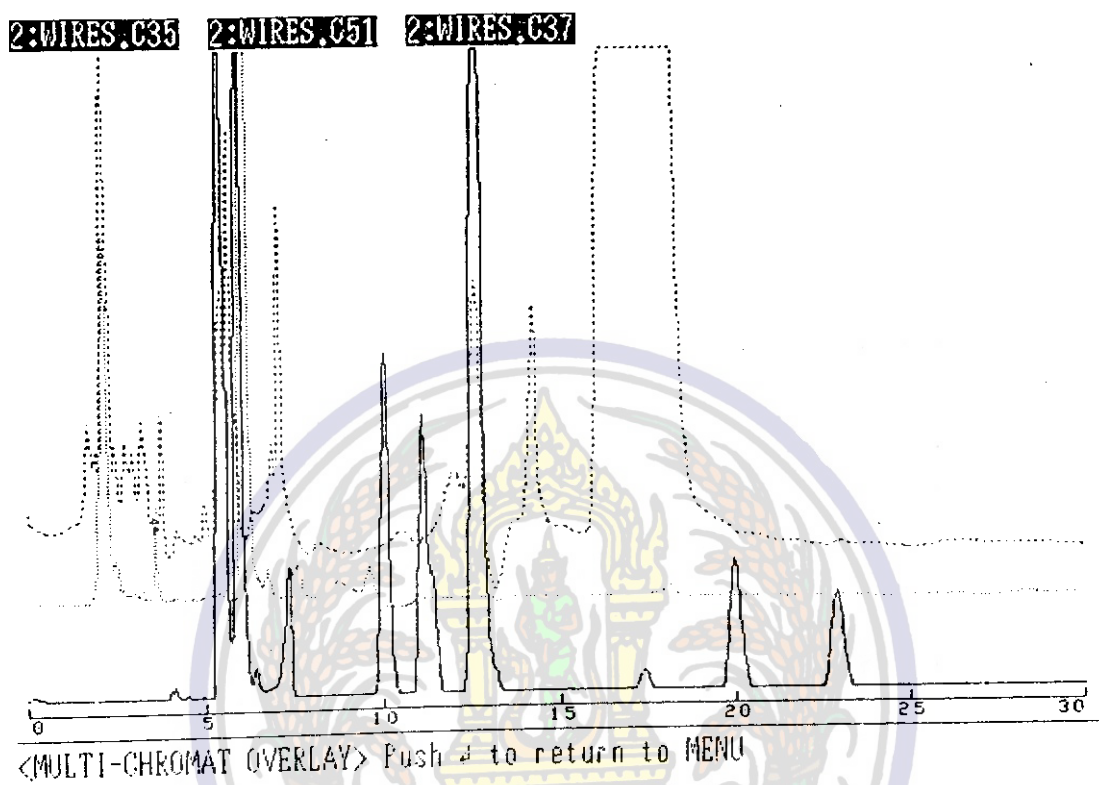


รูปที่ 7 แสดงลักษณะของแถมม่าโอริซานอลที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการ

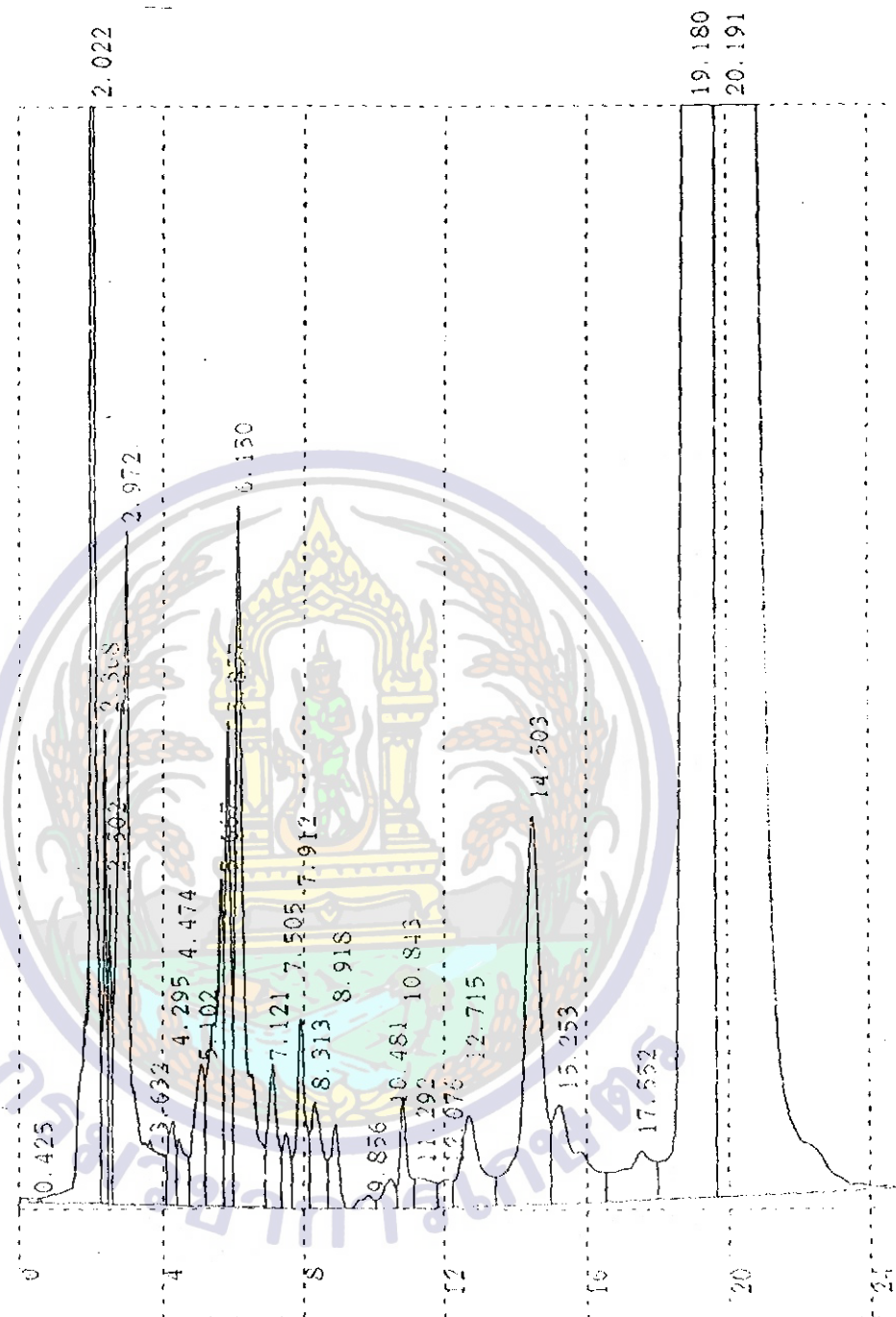
กรมวิชาการเกษตร



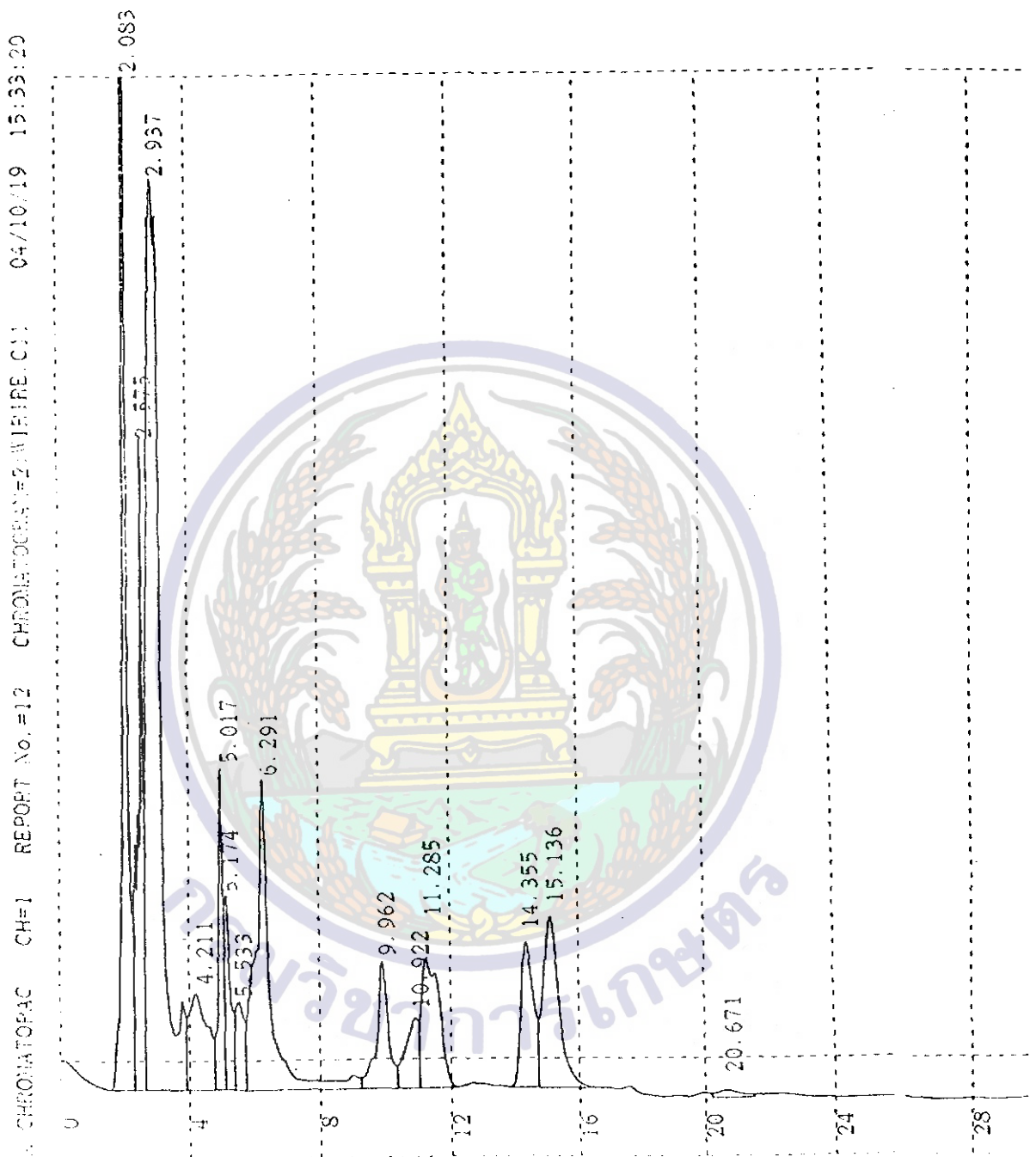
รูปที่ 8 แสดง Chromatogram ของสารมาตรฐานโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลไอโซเมอร์
ที่วิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ชนิด Normal Phase ,Silica 60 โดยใช้เครื่อง HPLC



รูปที่ 9 แสดง Chromatogram ของวิตามินอี และ แกมมาโอริซานอล
ของน้ำมันรำข้าวจากรำข้าวขาวหอมดอกมะลิ 105 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน
โทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล ไอโซเมอร์



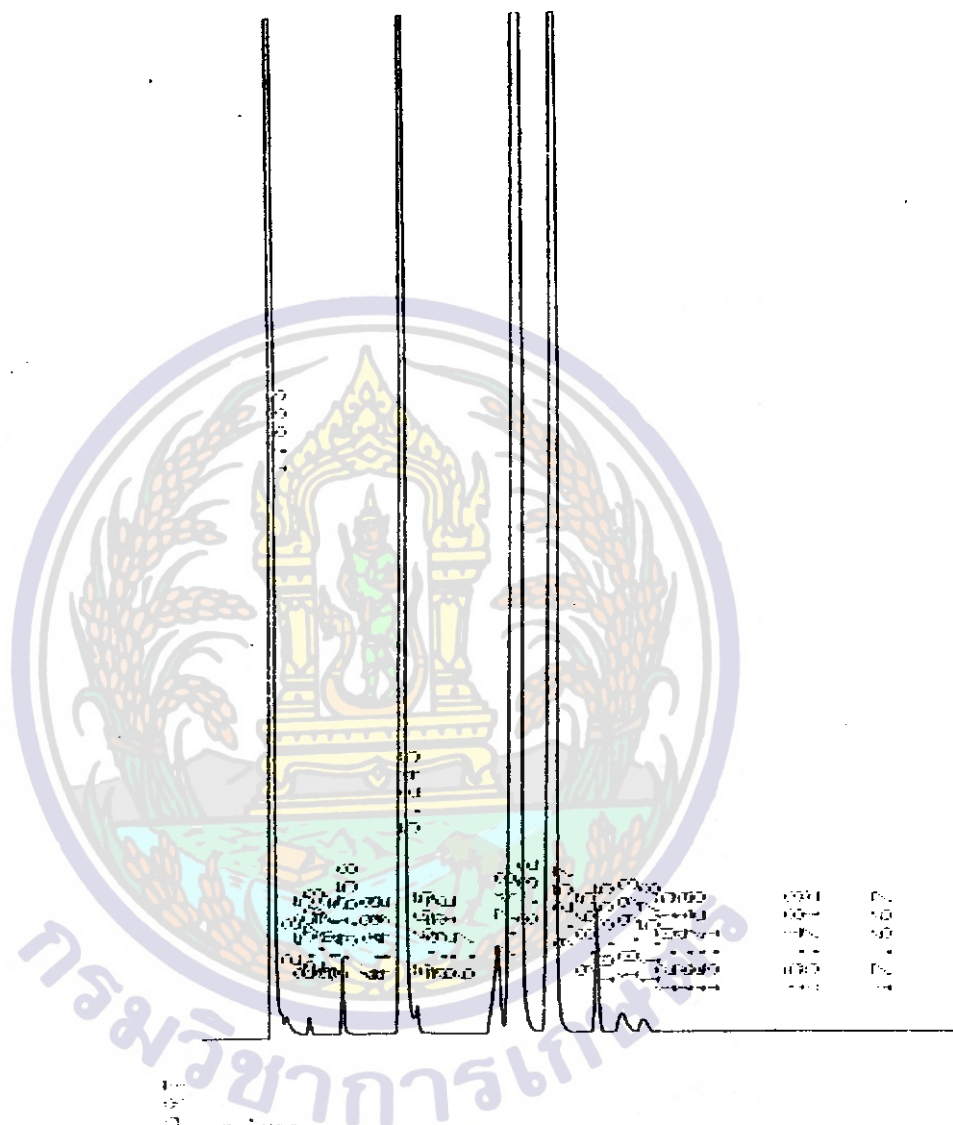
รูปที่ 10 แสดง Chromatogram ปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอล
ของน้ำมันรำข้าวคั่ว



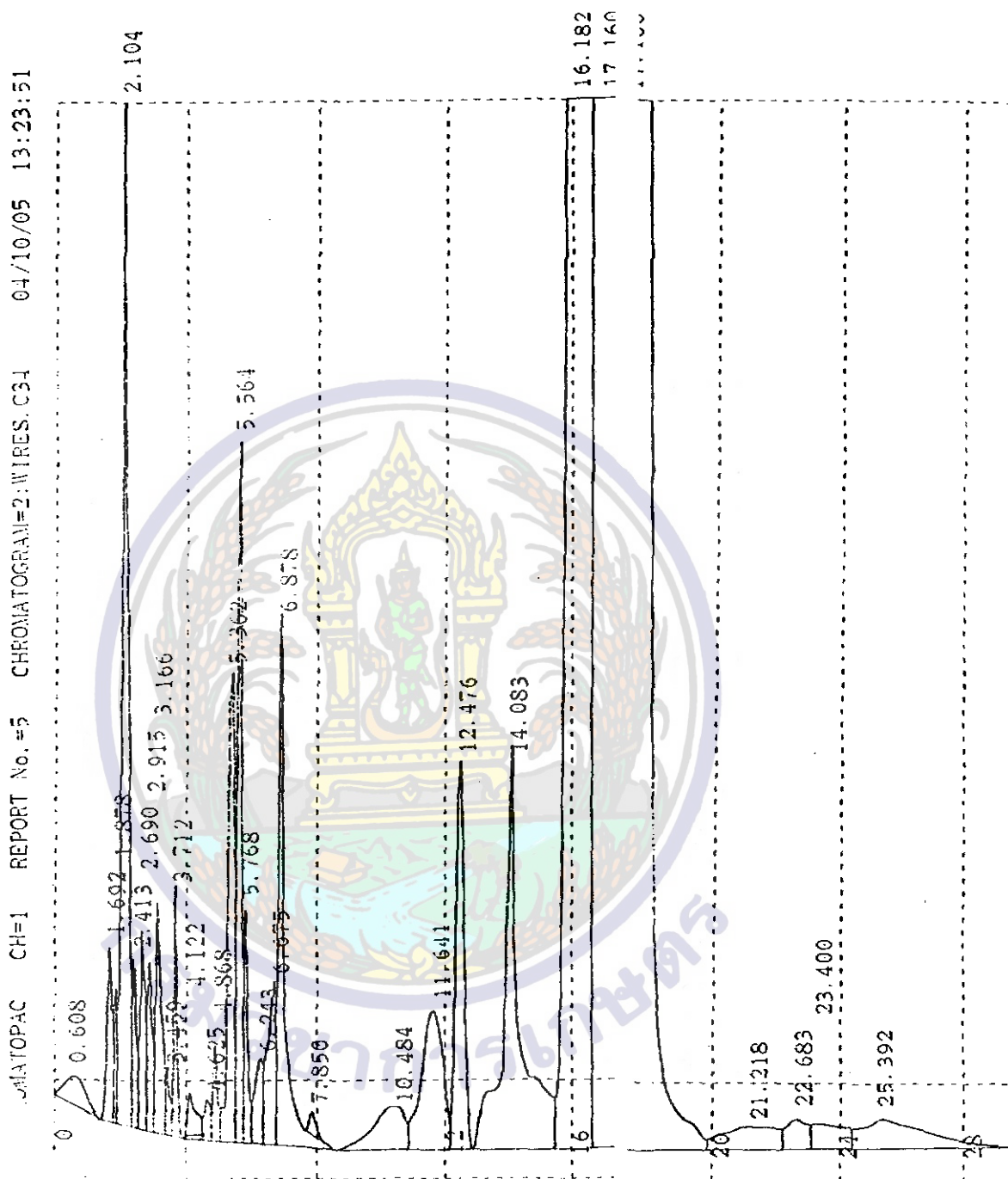
รูปที่ 11 แสดง Chromatogram ปริมาณวิตามินอีและแกมมาโอริซานอด
ในน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี



รูปที่ 12 แสดงโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานแกมมาไฮริซานอลที่ความเข้มข้น 100 ppm



รูปที่ 13 แสดง chromatogram ขององค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันรำข้าวที่สกัดจากรำข้าวหอมดอกมะลิ 105



รูปที่ 14 แสดง chromatogram ของวิตามินอีและแกมมาโอริซานอลในน้ำมันรำข้าวที่สกัดจากรำข้าวหอมดอกมะลิ 105

Means

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
YIELD2 * TREAT	18	94.7%	1	5.3%	19	100.0%
YIELD1 * TREAT	18	94.7%	1	5.3%	19	100.0%

Report

TREAT		YIELD2	YIELD1
1.00	Mean	2.9917	1.9767
	N	6	6
	Std. Deviation	.6647	.4233
2.00	Mean	3.2550	1.9767
	N	6	6
	Std. Deviation	.6072	.4233
3.00	Mean	2.9800	1.9767
	N	6	6
	Std. Deviation	.5108	.4233
Total	Mean	3.0756	1.9767
	N	18	18
	Std. Deviation	.5764	.3976

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
YIELD2	18	3.0756	.5764	.1359
YIELD1	18	1.9767	.3976	9.371E-02

One-Sample Test

	Test Value = 0.05					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
YIELD2	22.270	17	.000	3.0256	2.7389	3.3122
YIELD1	20.560	17	.000	1.9267	1.7290	2.1244

Oneway

Descriptives

						95% Confidence Interval for Mean	
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
YIELD2	1.00	6	2.9917	.6647	.2714	2.2941	3.6893
	2.00	6	3.2550	.6072	.2479	2.6177	3.8923
	3.00	6	2.9800	.5108	.2085	2.4439	3.5161
	Total	18	3.0756	.5764	.1359	2.7889	3.3622
YIELD1	1.00	6	1.9767	.4233	.1728	1.5325	2.4208
	2.00	6	1.9767	.4233	.1728	1.5325	2.4208
	3.00	6	1.9767	.4233	.1728	1.5325	2.4208
	Total	18	1.9767	.3976	9.371E-02	1.7790	2.1744

Descriptives

		Minimum	Maximum
YIELD2	1.00	2.15	3.77
	2.00	2.55	4.18
	3.00	2.36	3.58
	Total	2.15	4.18
YIELD1	1.00	1.48	2.52
	2.00	1.48	2.52
	3.00	1.48	2.52
	Total	1.48	2.52

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
YIELD2	Between Groups	.290	2	.145	.406	.673
	Within Groups	5.358	15	.357		
	Total	5.648	17			
YIELD1	Between Groups	.000	2	.000	.000	1.000
	Within Groups	2.687	15	.179		
	Total	2.687	17			

Statistic Table of Increasing Gamma-oryzanol from Rice Bran Oil

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยเพื่อใช้ประโยชน์ทางสுவคนธบำบัดและผลิตภัณฑ์อาหาร

วิไลศรี ลิ้มปพยอม

กาญจนา เหล่าศรีเจริญสกุล

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

บทคัดย่อ

พริกไทยเป็นสมุนไพรเครื่องเทศที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn. อยู่ในวงศ์ *Piperaceae* มีความสำคัญใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารและในทางการแพทย์ ปัจจุบันกระแสนิยมในการบำบัดรักษาด้วยกลิ่นมีเพิ่มขึ้น น้ำมันหอมระเหยพริกไทยมีคุณสมบัติช่วยผ่อนคลาย ลดความตึงเครียด ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าและแปรรูปพริกไทยให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง จึงได้ทำการศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทย (Essential oil) และน้ำมันในพริกไทย (Oleoresin) โดยเปรียบเทียบวิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Hydro distillation และ Steam distillation ในพริกไทย 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชารวัดและพันธุ์มาเลเซีย พบว่า พริกไทยพันธุ์ชารวัดมีน้ำมันหอมระเหยโดยเฉลี่ยในช่วง 0.86-1.53 % และ 0.65-1.25% ปริมาตรค่อน้ำหนัก ส่วนพันธุ์มาเลเซียมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยโดยเฉลี่ยในช่วง 0.96-1.48 % และ 0.49-1.01% ปริมาตรค่อน้ำหนัก โดยวิธี Hydro distillation และ Steam distillation ตามลำดับ การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทย พบว่ามีค่าการหักเหของแสงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 1.4755-1.4756 ค่า specific gravity ที่ 30 องศาเซลเซียส 0.870-0.871 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยที่ตรวจวัดด้วยเครื่อง GC-MS ประกอบด้วยสารสำคัญคือ α -pinene 3.97-8.11%, β -pinene 10.43-14.49%, trans-caryophyllene 14.17-26.55% และ δ -3-carene 17.89-24.00% และ limonene 18.94-21.05% ต่อมานำกากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยแล้วมาสกัดน้ำมันโดยใช้เอทานอล พบว่าได้น้ำมันพริกไทยจากพันธุ์ชารวัดโดยเฉลี่ยในช่วง 8.26-9.70% , 8.29-10.23% มีปริมาณสาร Piperine ในช่วง 14.97-15.75 % , 14.86-16.22% และ ในพันธุ์มาเลเซีย ได้น้ำมันพริกไทย โดยเฉลี่ยในช่วง 7.49-9.92 % และ 7.30-9.35% มีปริมาณสาร Piperine 14.65-15.65% และ 14.67-16.32% การแปรรูปพริกไทยเป็นน้ำมันหอมระเหยและน้ำมันพริกไทยเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์สுவคนธบำบัดและผลิตภัณฑ์อาหาร จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มและเป็นแนวทางในการขยายผลเชิงการค้าต่อไป

รหัสโครงการวิจัย 07-02-47-0812

คำนำ

พริกไทย (Pepper) เป็นเครื่องเทศที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย อุตสาหกรรมเครื่องเทศถือเป็นหนึ่ง อุตสาหกรรมอาหารที่น่าสนใจ เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มบริโภคเครื่องเทศมากขึ้น ในตลาด ยุโรปมีความต้องการเครื่องเทศประเภทพริกไทยมากที่สุด ในประเทศไทยอุตสาหกรรมเครื่องเทศมีการส่งออกไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตมีปริมาณไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับราคาและสภาพอากาศแต่ละช่วง ผู้ผลิต ส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตรายเล็กๆที่มีกำลังผลิตไม่มาก ไทยผลิตพริกไทยได้ประมาณ 4.5 % ของเครื่องเทศที่ ผลิตในประเทศ (จีรกา เหลืองอรุณเลิศ, 2547) จึงต้องนำเข้าพริกไทยในรูปของพริกไทยดำ เพื่อมาแปรรูป เป็นพริกไทยขาว และพริกไทยป่น พื้นที่เพาะปลูกที่สำคัญได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ชุมพรและระนอง ช่วง เวลาเก็บเกี่ยวคือเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม แนวโน้มผลผลิตในช่วง 5 ปีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูก

พริกไทยได้จากส่วนของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn มีแหล่งกำเนิดในประเทศ เอเชีย เช่น อินเดีย อินโดนีเซีย ซิลอน เวียดนาม เขมรและประเทศไทย พริกไทยเป็นไม้เถาที่เลื้อยขึ้น รูปร่าง กลม สีเขียวเมื่อยังอ่อน เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อแก่พอสุกจะเปลี่ยนเป็นสีแดง พริกไทยที่ไช้อยู่มี 2 ชนิดคือ พริกไทยดำและพริกไทยขาวหรือพริกไทยร้อน อาจอยู่ในรูปเมล็ดหรืออบลเป็นผงหยาบ และบดละเอียด หรือ สกัดเอากลิ่นและทำให้เข้มข้นขึ้น พริกไทยดำคือพริกไทยที่มีความแก่พอเหมาะ ทำให้แห้งโดยอาศัยความ ร้อนจากแสงแดด เมื่อแห้งดีแล้วเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ต่อมาได้มีการปรับปรุงการทำพริกไทยให้แห้งโดย วิธี Pre Dry โดยนำพริกไทยมาจุ่มในน้ำเดือด ประมาณ 10 นาทีจึงนำไปผึ่งแดด ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณ จุลินทรีย์และทำให้พริกไทยมีสีดำสม่ำเสมอ ในเวลาที่สั้นลง พริกไทยดำมีคุณภาพดีกว่าเดิม ส่วนพริกไทย ขาวทำจากพริกไทยดำโดยนำพริกไทยที่เก็บเกี่ยวมาหนึ่งด้วยไอน้ำหรือจุ่มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10-15 นาทีเพื่อ ให้เปลือกและเนื้อนิ่ม แล้วนำมาเข้าเครื่องเพื่อแยกเนื้อออก จึงนำไปทำแห้ง พบว่าได้พริกไทยขาวคุณภาพ ดีมีสีและกลิ่นดี ส่วนเปลือกที่แยกออกไปสามารถเพิ่มมูลค่าได้ด้วยการสกัดเป็นน้ำมันพริกไทย (Fix oil) หรือที่เรียกว่า Oleoresin พันธุ์พริกไทยที่นิยมปลูกในประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตจังหวัดจันทบุรี คือ พันธุ์ซาราวักหรือพันธุ์คุซซิงหรือพันธุ์มาเลเซีย เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นำมาจากรัฐซาราวักประเทศมาเลเซีย สามารถต้านทานโรคโรคน่า เจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ท้องถิ่น ให้ผลผลิตน้ำหนักสด เฉลี่ยไร่ละประมาณ 3600-4800 กิโลกรัมต่อปี (พรพนธ์ วิชาชู, 2543)

พริกไทยเป็นพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 1-3 (บัญญัติ สุขศรีงาม , 2527) น้ำมันหอม ระเหยนี้ไม่มีสีหรือมีสีค่อนข้างเหลืองหรือบางพันธุ์เป็นสีฟ้า สารที่พบในน้ำมันหอมระเหยได้แก่สารใน กลุ่มโมโนเทอร์ปีน (monoterpenes) ร้อยละ 70-80 (นิจศิริ เรืองรังษี, 2537)

การใช้ประโยชน์จากพริกไทยส่วนใหญ่มุ่งเน้นหนักในด้านการปรุงแต่งรสชาติอาหารต่างๆ โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ซุป และไส้กรอก การใช้ประโยชน์ในทางยา เช่น ใช้ขับลม แก้เสลด เสมหะ หอบ ไอ นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารแต่งกลิ่นในอาหาร เพราะสารที่สกัดได้ด้วยกลิ่นและรส จะมี

ความเข้มข้นสูงทั้งกลิ่นและรสชาติ (นนทวัฒน์ ปริดาภัทรพงษ์, 2537) นอกจากนี้การที่พริกไทยมีความเผ็ด จึงมีผู้นำคุณสมบัตินี้มาใช้เป็นสเปรย์ป้องกันตัวสำหรับสุภาพสตรีซึ่งเป็นที่นิยมอย่างมากในประเทศตะวันตก

น้ำมันหอมระเหย (Volatile or Essential oil)

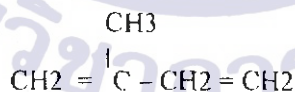
น้ำมันหอมระเหย คือผลิตภัณฑ์ที่สกัดจากส่วนต่างๆของพืช คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหย คือ ระเหยได้ที่อุณหภูมิปกติ เป็นของเหลวใส ไม่มีสีเมื่อเตรียมใหม่ๆ แต่เมื่อคั่งทิ้งไว้ ถูกแสงและออกาสนานๆ จะถูกออกซิไดซ์ ทำให้เกิดสีขึ้น น้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นเฉพาะตัว แสดงค่าที่เป็นลักษณะโดยเฉพาะคือ ค่าดัชนีหักเหของแสงที่เป็นค่าเฉพาะ (อ้อมบุญ ล้วนรัตน์, 2536), (ชวลิต สิทธิสมบัติ , 2541)

องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ประกอบด้วย สารไฮโดรคาร์บอนที่เรียกว่า เทอร์ปีน (terpene) ซึ่งถ้าจัดแบ่งตามคาร์บอนอะตอม (Robert และ Peter, 1993) สามารถจัดแบ่งได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของ Terpenes แบ่งตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน

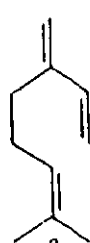
ชนิด	จำนวนของคาร์บอนอะตอม (Number of carbon atom)
Monoterpene	10
Sesquiterpene	15
Diterpene	20
Triterpene	30
Tetraterpene	40
Polyterpene	>40

ซึ่งโครงสร้างของ terpenes จะประกอบด้วย isoprene units ดังรูป 1.1



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้าง Isoprene unit

จากโครงสร้าง Isoprene unit ประกอบด้วยคาร์บอนจำนวน 5 อะตอม จึงทำให้ได้ terpene ที่ประกอบด้วยคาร์บอนจำนวน 10, 15, 20, 30, 40 หรือมากกว่า 40 อะตอม แต่ส่วนใหญ่ในน้ำมันหอมระเหยจะประกอบด้วย monoterpenes ซึ่ง monoterpenes ยังสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆได้อีก คือ acyclic, monocyclic, และ bicyclic monoterpenes หาก acyclic monoterpene เช่น myrcene หาก monocyclic monoterpene เช่น p-menthane และ limonene และหาก bicyclic monoterpene เช่น camphene, α pinene และ fenchene แสดงในรูปที่ 2



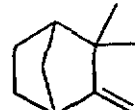
Myrcene



p-Menthane



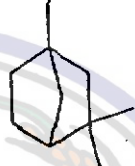
Limonene



Camphene



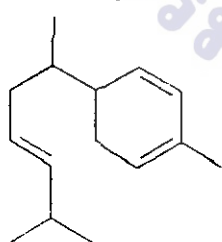
α -Pinene



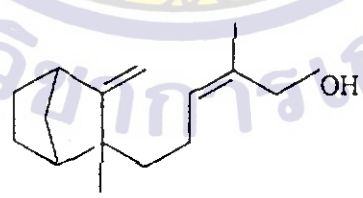
Fenchene

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างของ Monoterpene

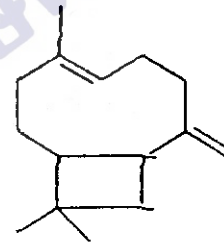
ส่วนพวกเลสควิเทอร์ปีน (sesquiterpene) และอนุพันธ์ มีจุดเดือดเหนือ 200 องศาเซลเซียส เช่น Zingiberene (ขิง) และ β -santalol (ไม้จันทน์) caryophyllene แสดงดังรูปที่ 3



Zingiberene



β -Santalol



Caryophyllene

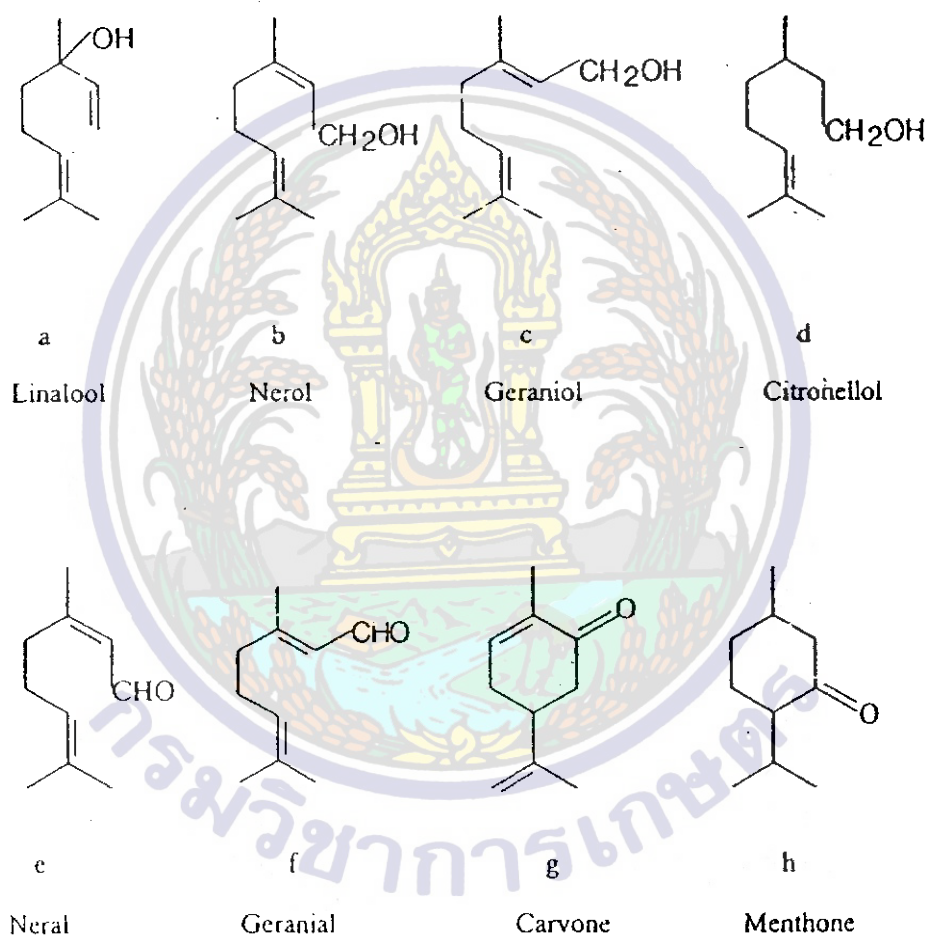
รูปที่ 3 โครงสร้างของ Sesquiterpene

องค์ประกอบที่เป็นเทอร์ปีนนี้ระเหยออกมาได้พร้อมกับไอน้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันหอมระเหย ส่วนสารที่แสดงกลิ่นเฉพาะที่ปรากฏของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด เป็นสารอนุพันธุ์ของเทอร์ปีน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ที่พันธะคู่ของพวกเทอร์ปีน (Pinder, 1960) ได้แก่

แอลกอฮอล์ (alcohol) ได้แก่ linalool nerol geraniol และ citronellol เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4

อัลดีไฮด์ (aldehyde) ได้แก่ neral และ geranial เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4

คีโตน (Ketone) ได้แก่ carvone และ menthone เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างอนุพันธุ์ของ terpene

การกลั่นน้ำมันหอมระเหย

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ ซึ่งสกัดได้จากธรรมชาติแท้ๆ ในการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช อาศัยหลักความสามารถในการกลายเปลี่ยนเป็นไอของสาร (Charles, 1955) ซึ่งได้แก่การกลั่นด้วยวิธีต่างๆ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยหลักความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลาย การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีด้วยกันหลายชนิด แต่ที่ใช้กันมากที่สุดคือการกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดด้วยไขมันเย็น การสกัดด้วยไขมันร้อนและการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ คือ

1. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) John และ Charles, 1961 กล่าวว่าหลักการของการกลั่นคือ น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนจะทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอ ปนมากับน้ำร้อน หรือไอน้ำ ไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้น้ำมันแพร่ระเหยออกมาได้ดีอย่าง ตัวอย่างบางชนิดอาจใช้ไอร้อนได้ แต่บางชนิดก็ใช้ไอน้ำเย็น น้ำมันจะถูกปล่อยออกมา วิธีการนี้สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็ว

2. การสกัดด้วยไขมันเย็น (ประทีทองศรี, 2543) ไขมันมีคุณสมบัติในการดูดกลืนได้สูงมาก จึงนำไขมันมาดูดกลืนหอมของดอกไม้ โดยนำดอกไม้ที่ล่องการสกัดกลั่นวางบนไขมันที่เตรียมไว้ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง นำดอกไม้ไปสกัดด้วยวิธีอื่นๆ และนำดอกไม้ใหม่มาวางอีก ทำเช่นนี้หลายครั้งจนได้กลิ่นหอมที่ต้องการ ด้วยวิธีนี้ไขมันที่ใช้ต้องสะอาดปราศจากกลิ่น มีความแข็งแรงเหมาะสม ถ้าแห้งไปจะดูดกลืนไม่ดี แต่ถ้าเนิ่นเกินไปจะเอาดอกไม้ออกยาก อุณหภูมิที่ทำให้อุณหภูมิห้อง สัดส่วนของไขมันคือไขมันสัตว์ที่สะอาดมาก 1 ส่วน น้ำมันหมู 2 ส่วน น้ำมันพืชไม่นิยมทำไขมันสัตว์ และเมื่อต้องการแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาก็สามารถสกัดได้ง่ายด้วยแอลกอฮอล์

3. การสกัดด้วยไขมันร้อน (Maceration) (ประทีทองศรี, 2543) สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้มากและมีกลิ่นหอมกว่าสกัดด้วยไขมันเย็น วิธีการเช่นเดียวกันแต่ต้องทำให้ไขมันร้อนขึ้น 80 องศาเซลเซียส แช่พืชที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วทำให้เย็นอุ่นให้ร้อนอีกครั้ง เพื่อหลอมและกรองดอกไม้ ถ้างาไขมันที่ติดมาด้วยน้ำอุ่น หรือวางบนผ้ากรองบีบหรือราดด้วยน้ำร้อน ชั้นของน้ำและไขมันจะแยกกันง่าย หรือสกัดด้วยสารแอลกอฮอล์ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพ

4. การสกัดด้วยเครื่องบีบอัด วิธีนี้เหมาะกับการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่มีปริมาณมาก เช่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู เป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

5. การสกัดล่อเนื่อง หรือการสกัดด้วยตัวทำละลาย (อริยาพร บุญสุข, 2540) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) การสกัดใช้หลักความสามารถในการละลายในตัวทำละลายของสารระเหย ถ้าต้องการสกัดสารระเหยทั้งหมดหรือสารระเหยประเภทใดประเภทหนึ่งจะต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการที่จะละลายของสารใดสารหนึ่งต้องสกัดสารละลายที่ไปละลายสารอื่นปนออกมา เครื่องมือที่ใช้สกัดสามารถสกัดได้หลายครั้งไป สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดแบบต่อเนื่องนี้ ใช้หลักการเดียวกันกับการสกัดน้ำมันโดยทั่วไป ซึ่งเทคนิคที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางคือ Soxhlet Extraction การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้สารละลายอินทรีย์ที่ระเหยได้ง่าย เช่น ปิโตรเลียมอีเทอร์ แอลกอฮอล์ต่างๆ ตัวทำละลาย

จะซึมเข้าไปในตัวอย่างพืช ละลายสารที่มีกลิ่นหอมและสีออกมา เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่บริสุทธิ์ ต้องเอาตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิห้องและเป็นสุญญากาศ การสกัดด้วยวิธีนี้มีข้อเสียคือมีค่าใช้จ่ายสูงและราคาแพง

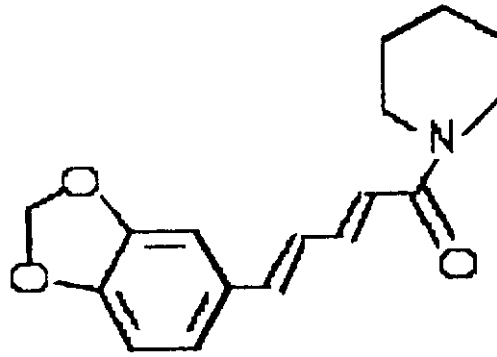
น้ำมันหอมระเหยจากพริกไทย

น้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยเป็นสารที่ให้กลิ่นหอมโดยเฉพาะของพริกไทย สารสำคัญที่มีในพริกไทย ทำให้พริกไทยมีกลิ่นหอม มีชั้นน้ำมัน Oleoresin สารที่ทำให้พริกไทยมีรสเผ็ดและขุ่น คือสารที่เรียกว่า Piperine ซึ่งจัดเป็นสาร alkaloids ที่ให้กลิ่นขุ่นและเผ็ดร้อน พบประมาณร้อยละ 4.5-8 % ของพริกไทย แสดงโครงสร้างโมเลกุลในรูปที่ 5 (Tipsrisukond และคณะ, 1998)

Oleoresin เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำมันพริกไทย (Fix Oil) จัดเป็นสารที่ระเหยไม่ได้ (Non Volatile Oil) มีคุณสมบัติเป็นสารกั้นหืนธรรมชาติ (Pro-Oxidant) สกัดได้จากเมล็ดพริกไทยโดยใช้สารละลายอินทรีย์ เช่น เอทานอล และ เมทานอล (Anonymous, 1995)

ตารางที่ 2. แสดงองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยในพริกไทย (C.K Cheng และ คณะ , 1997)

Compounds	ปริมาณ (%)
Sabinene	22.50
Alpha-pinene	17.50
Limonene	17.00
Delta-3-Carene	13.50
beta-Caryophyllene	5.00
alpha-Humulene	1.00
Carvone	0.10
EugenolLinalool	0.10
Myristicin	0.10
Nerolidol (unknown isomer)	0.10
Piperonal	0.10
Cis-Sabinene hydrate	0.10
Safrole	0.10
Terpinen-4-ol	0.10
Alpha-Terpineol	0.10
Total 17 Components	77.60



รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ Piperine

Oleoresin เป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้ด้วยสารทำละลาย มีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว มีความหนืดสูง ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย น้ำมัน (Fix oil) สารประกอบที่ให้สีและความเผ็ด รวมถึงสารกันหืนธรรมชาติ โดย Oleoresin นี้ถูกจัดอยู่ใน GRAS (General recognized as safe) ใช้ได้ในอาหารอย่างปลอดภัยและอนุญาโตตุลาการได้ว่าเป็นสารให้กลิ่นธรรมชาติ ปัจจุบันมีการผลิตและจำหน่ายอยู่หลายชนิดและสามารถพัฒนารูปแบบให้อยู่ในรูปที่อุตสาหกรรมต้องการ และเป็นที่นิยมใช้มากขึ้น Oleoresin สามารถสกัดได้จากพริกไทยโดยตรง ด้วยตัวทำละลายชนิดเดียว เช่น อะซิโตน เอทานอล หรือส่วนผสมระหว่างตัวทำละลายชนิดต่างๆ เมื่อระเหยตัวทำละลายที่ใช้นั้นออกแล้ว จะได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงทั้งกลิ่นและรสชาติทั้งหมดของวัตถุดิบที่มาสกัด จากคุณสมบัตินี้จึงได้นำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของพริกไทย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อย่างหลากหลาย เช่น ใช้ผสมในเครื่องดื่มนั่นคือ ใช้ผสมกับกลิ่นหอมอื่นๆในการทำหัวน้ำหอม ใช้ผสมในอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติและเก็บถนอมอาหาร เช่น ในเนื้อสัตว์ปรุงรสแซ่แข็ง การใช้ น้ำมันหอมระเหยในการแต่งกลิ่นอาหารนั้นได้เปรียบกว่าการใช้รูปแบบอื่น เนื่องจากไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสีของผลิตภัณฑ์

พริกไทยมีสรรพคุณในการเป็นเครื่องเทศ ช่วยขจัดอาหารและขจัดอาการเก็บถนอมอาหาร ในด้านสุขภาพ พริกไทยมีสรรพคุณในการรักษาโรคและบำรุงสุขภาพ การบริโภคพริกไทยป่น 1 ช้อนชา ผสมกับน้ำอุ่น 1 ถ้วยเป็นประจำจะสามารถลดความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคกระเพาะอาหาร ลดอาการปวดท้องและแผลในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงสมอง ทำให้ความจำดีขึ้น

การสกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทย วิธีที่นิยมโดยทั่วไป คือการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) และการกลั่นโดยต้มในน้ำหรือที่เรียกว่า Hydro distillation การสกัดโอเลโอเรซินนิยมสกัดด้วยตัวทำละลาย นำสารสกัดที่ได้มาระเหยตัวทำละลายออกไป ก็จะได้ น้ำมันพริกไทย สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยทั่วไป คือ Soxhlet Extraction และการแช่ไว้ข้ามคืน โดยใช้เอทานอลในการสกัดทั้งสองวิธี ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันพริกไทยจากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยแล้ว เพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นน้ำมันพริกไทยเพื่อใช้เป็นกลิ่นในอาหารและการเก็บถนอมอาหาร และใช้ผสมในน้ำหอม เครื่องดื่มต่างๆ

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของพริกไทยตามมาตรฐานสากล (ISO 959-1 : 1998)

Characteristics	Pepper	Ground Pepper
Moisture content %(m/m) max	13	13
Total ash, % (m/m) max	7.0	6.0
On dry basis		
Non-Volatile ether extract,	6.0	6.0
% (m/m) minimum on dry basis		
Volatile Oils, % (m/100g)	2.0	1.0
min on dry basis		
Piperine content, % (m/m)	4.0	4.0
Min on dry basis		
Acid-insoluble ash, % (m/m)	-	1.2
Max, on dry basis		
Crude fibre, insoluble index, % (m/m)	-	17.5
Max on dry basis		

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวิจัยการแปรรูปพริกไทย เพื่อเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ให้มีความหลากหลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่น่าสนใจ ทั้งในด้านน้ำมันหอมระเหยที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพื่อศึกษากรรมวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพ และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล เช่น น้ำหอม โอติโคลอยจูน และการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเป็นแนวทางในการแปรรูปและขยายผลสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เก็บตัวอย่างพริกไทยดำในเขตจังหวัดจันทบุรี 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์ขาวาวัดและพันธุ์มาเลเซีย
2. เครื่องแก้วสำหรับสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบ Steam distillation และ Hydro distillation
3. เครื่องแก้วสำหรับสกัดน้ำมันพริกไทย
4. เครื่อง Soxtec Extraction , Tecator

5. เครื่อง UV-Spectrophotometer , Shimadzu UV 240

6. เครื่องแก้วและสารเคมีอื่นๆ

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างพริกไทยโดยการตำด้วยครกหิน เนื่องจากเมล็ดพริกไทยประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตสูง ซึ่งถ้าบดตัวอย่างอย่างละเอียดเกินไปก็จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันน้อย
2. ศึกษาปริมาณน้ำมันพริกไทยโดยใช้เครื่อง Soxtec Extraction
3. ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Steam และ Hydro distillation
4. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย เช่น ค่าดัชนีหักเห (Refractive index) ค่าความหนาแน่น (Specific gravity)
5. ตรวจสอบองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่อง GC-MS
6. สกัดน้ำมันพริกไทย หรือโอริโอเรซินจากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยแล้ว
7. ตรวจสอบปริมาณ Piperine ในน้ำมันโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer
8. ทดสอบการเป็นสารกันเหี่ยวของน้ำมันพริกไทย
9. การใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยพริกไทยในรูปของไอดิโคโลญจน์

การสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทย

1. การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Steam distillation

ชั่งตัวอย่างพริกไทยที่ตำหยาบแล้วหนัก 200 กรัม ห่อในผ้าขาวบาง บรรจุลงในชุดเครื่องแก้วสำหรับสกัดน้ำมันหอมระเหย ดังรูปที่ 6 เติมน้ำกลั่น 2000 มล. ลงในขวดก้นกลม วางลงในเตาให้ความร้อน (Heating mantle) เมื่อประกอบชุดเครื่องแก้วสำหรับกลั่นเรียบร้อยแล้ว เปิดไฟให้ความร้อนจนน้ำเดือด อุณหภูมิ 80-100°C ทิ้งไว้ จนได้น้ำมันหอมระเหยออกมา ทำการกลั่นจนไม่มีน้ำมันหอมระเหยเหลืออยู่ โดยกลั่นนานประมาณ 5 ชั่วโมง เก็บน้ำมันหอมระเหยในขวดสีชา วัดและชั่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Hydro distillation

ชั่งตัวอย่างพริกไทยที่ตำหยาบแล้วหนัก 200 กรัม ลงในขวดก้นกลม เติมน้ำกลั่น 2000 มล. ลงในขวดที่บรรจุพริกไทย วางลงใน Heating Mantal ประกอบชุดสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยดังรูปที่ 7 เรียบร้อยแล้ว เปิดไฟให้ความร้อนจนน้ำเดือด อุณหภูมิ 80-100°C จนได้น้ำมันหอมระเหยออกมา ทำการกลั่นจนไม่มีน้ำมันหอมระเหยเหลืออยู่ นานประมาณ 5 ชั่วโมง เก็บน้ำมันหอมระเหยในขวดสีชา วัดและชั่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

3. การสกัดน้ำมันพริกไทย (Oleoresin Extraction)

3.1 การสกัดน้ำมันพริกไทยด้วยวิธี Soxhlet Extraction

ซึ่งกากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยออกแล้ว 200 กรัมห่อด้วยกระดาษกรองสำหรับสกัดน้ำมัน
บรรจุห่อพริกไทยลงในเครื่องสกัดน้ำมัน เติมน้ำ 2000 มล. ผ่านลงบนห่อตัวอย่าง ประกอบด้วย
เครื่องแก้วดังรูปที่ 8 ทำการสกัดน้ำมันพริกไทยนาน 5 ชั่วโมง นำสารสกัดที่ได้ มาระเหยเอทานอล เก็บ
สารโอลีโอเรซินที่สกัดได้ ซึ่งให้ได้น้ำหนักแน่นอน โดยการอบและเก็บไว้ใน dessicator ตรวจสอบ
ปริมาณ Piperine โดยใช้เครื่อง UV-Spectrophotometer

3.2 การสกัดน้ำมันพริกไทยโดยการแช่ในสารละลาย

ซึ่งกากพริกไทยให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำตาลละลายเอทานอลให้ท่วมกากพริกไทยในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท วางทิ้งไว้นาน 2-3 วัน สังเกตสีที่เข้มข้นของสารละลาย นำสารสกัดที่ได้มาระเหยสารเอทานอลโดยใช้เครื่องระเหยสารสูญญากาศ (Rotary evaporator) ซึ่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนของน้ำมันที่ได้ โดยการอบและเก็บไว้ใน dessiccator ตรวจสอบปริมาณ Piperine โดยใช้เครื่อง UV-Spectrophotometer

4. การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหอมระเหยพริกไทยทางด้านกายภาพ

4.1 การละลายของน้ำมันหอมระเหยในสารละลายเอทานอล (Evaluation of miscibility in ethanol) ISO 875 :1999 เป็นวิธีมาตรฐานโดยเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยในการประเมินความสามารถในการละลายในสารละลายผสมของเอทานอลกับน้ำ ที่รู้ปริมาณเอทานอลที่มีอยู่ วิธีการนี้คือ การค่อยๆเติมสารผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำ ลงในน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิ 20 °C ที่ความเข้มข้นของสารผสมที่เหมาะสม และทำให้สารละลายที่ได้ใสไม่ขุ่น

หลักของการละลายของน้ำมันหอมระเหยกรณีใด กรณีหนึ่ง

1.1 น้ำมันหอมระเหยที่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับปริมาตรหนึ่งของเอทานอลที่รู้ความเข้มข้นแล้ว ที่อุณหภูมิ 20 ° เมื่อสารผสมระหว่างปริมาตรหนึ่งของน้ำมันกับปริมาตรหนึ่งของเอทานอลที่ทำให้สารผสมนั้นใส โดยที่สามารถผสมกันจนใสได้ไม่เกิน 20 มล.

1.2 น้ำมันหอมระเหยที่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับเอทานอลที่อุณหภูมิ 20 °C และเริ่มชูนเมื่อใส่เอทานอลปริมาตรบาง (V₀) ปริมาตรที่ทำให้ส่วนผสมใสและเริ่มชูน หลังจากเพิ่มปริมาตรของเอทานอล (V₁) และสารผสมใส ค่อยเริ่มชูน หลังจากเพิ่มปริมาตร (V₁-V₀) ของเอทานอลที่ความเข้มข้นหนึ่ง โดยที่ใช้ปริมาตรสารไม่เกิน 20 มล.

1.3 น้ำมันหอมระเหยทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยปริมาณหนึ่งของสารผสมเอทานอล ที่อุณหภูมิ 20 C และเริ่มขุ่นเมื่อ ทำให้สารผสมเจือจาง

1.4 น้ำกินหอมระเหยที่ใส่ เมื่อรวมกับสารผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำเพื่อความเข้มข้นระดับต่างๆ

1.1) परिचय

1.2 สารผสมของเอทานอลกับน้ำ ที่มีความเข้มข้นระดับต่างๆของเอทานอล คือ 50% 55% 60% 65% 70% 75% 80% 85% 90% และ 95% ตามลำดับ

1.3 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว

การทดสอบ

ใช้ Buret เติมสารผสมระหว่างน้ำกับเอทานอลที่รู้ความเข้มข้นแล้ว ลงในน้ำมันหอมระเหย ที่อุณหภูมิ 20°C เขย่าให้เข้ากัน เมื่อสารผสมเริ่มใสให้จดบันทึกปริมาตรที่ใช้

การรายงานผลการทดสอบ

กรณีที่ 1

การละลายของน้ำมันหอมระเหยในสารผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำที่มีความเข้มข้นระดับหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 20°C คือ 1 ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยใน V ปริมาตรของเอทานอล

กรณีที่ 2

การละลายของน้ำมันหอมระเหยในสารผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำที่มีความเข้มข้นระดับหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 20°C คือ 1 ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยใน V_1 ปริมาตรของเอทานอล ที่มีความขุ่นในความเข้มข้นเดียวกัน

กรณีที่ 3

การละลายของน้ำมันหอมระเหยในสารผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำที่มีความเข้มข้นระดับหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 20°C คือ 1 ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยใน V_0 ปริมาตรของเอทานอลที่มีความขุ่นปรากฏระหว่าง V_1 และ V_2 ของเอทานอลที่มีความเข้มข้นเดียวกัน

เมื่อ V_0 = ปริมาตรของเอทานอลที่ต้องการทำให้ได้สารผสมใส

V_1 = ปริมาตรของเอทานอลที่ต้องการ ที่มีความขุ่นและต่อมาทำให้ได้สารผสมใส

V_2 = ปริมาตรของเอทานอลที่ต้องการ ที่ซึ่งความขุ่นหายไปทำให้ได้สารผสมใส

ตารางการเตรียมสารละลายผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำ

% Ethanol ml	Ml of water to 100ml of Ethanol (g)	Mass of Ethanol (g)	Mass of Water To be added	Value of relative density
50	95.76	45.9	54.1	0.9318
55	77.90	51.1	48.9	0.9216
60	62.92	56.4	43.6	0.9108
65	50.15	61.8	38.2	0.8993
70	39.12	67.5	32.5	0.8872
75	29.47	73.4	26.6	0.8744
80	20.94	79.5	20.5	0.8608
85	13.31	85.9	14.1	0.8464
90	6.40	92.7	7.3	0.8307
95	0.0	100.0	0.0	0.8129

2. การหาค่าความหนาแน่นของน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิ 20 °C และ 30 °C

(Determination of Relative Density) ISO 279 :1998E โดยใช้ Pykanometer ซึ่ง Pykanometer ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำกลั่นลงใน Pykanometer จนเต็ม วางลงใน Water bath ที่มีอุณหภูมิคงที่ นาน 30 นาที ปิดฝาให้สนิทไม่ให้มีฟองอากาศ เช็ดให้แห้ง ซึ่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ต่อมาทำการหาค่าความหนาแน่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีเดียวกัน

การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{Relative density at } 20^{\circ}\text{C} &= \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \\ \text{เมื่อ } m_0 &= \text{น้ำหนักของ Pykanometer} \\ m_1 &= \text{น้ำหนักของ Pykanometer และน้ำ} \\ m_2 &= \text{น้ำหนักของ Pykanometer และน้ำมันหอมระเหย} \end{aligned}$$

3. การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำมันหอมระเหย (Determination of refractive index) : ISO 280 : 1998 E

ค่าดัชนีหักเหของแสงเป็นอัตราส่วนของมุมที่แสงผ่านต่อมุมของแสงสะท้อน เมื่อแสงผ่านอากาศและน้ำมันหอมระเหยที่อุณหภูมิคงที่ โดยใช้เครื่อง Refractometer วัดที่อุณหภูมิ 20 และ 30 °C

$$\begin{aligned} \text{การคำนวณ} \quad \text{Refractive index at } 20^{\circ}\text{C} &= \text{ค่าที่วัดได้} + 0.0004 (t - 20) \\ \text{เมื่อ } t &= \text{อุณหภูมิขณะวัด} \end{aligned}$$

5. การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหอมระเหยพริกไทยทางด้านเคมี

5.1 การวิเคราะห์หาปริมาณ Piperine โดยวิธี Spectrometric method ISO 5564 -1982 E

ปริมาณ Piperine ที่มีในเมล็ดพริกไทยดำ พริกไทยขาวและผลัดกันซ์ หาโดยวิธีที่เป็นมาตรฐานสากลโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด โดยทำการสกัดสารประกอบนี้ด้วยเอทานอล และวัดที่ความยาวคลื่น 343 นาโนเมตร

ชั่งตัวอย่าง 0.5 ± 0.0001 กรัม ในขวดกลั่นสำหรับ reflux รวมกับ 50 มล. เอทานอล เขย่าให้เข้ากัน แล้วต่อกับเครื่องควบแน่น นาน 3 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ให้เย็น และกรองลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มล.ล้าง Flask และกระดาษกรองด้วย 10 มล.ของเอทานอล ทำให้มีปริมาตร 100 มล. ด้วยเอทานอล ปิเปต 5 มล. ของสารละลายลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มล. ทำให้มีปริมาตร 50 มล. ด้วยเอทานอล ปิเปต 5 มล. ของสารละลายในข้อ 3. ลงใน Volumetric flask ขนาด 25 มล. และทำให้มีปริมาตร 25 มล. วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 343 นาโนเมตร บันทึกผลการทดลองการคำนวณ

$$\text{ปริมาณ Piperine (\% โดยน้ำหนักแห้ง)} = \frac{A \times 50 \times 25 \times 100 \times 100}{A^{1\%}_{1\text{cm}} \times 5 \times 5 \times m \times 100-H}$$

เมื่อ m เป็นน้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง
 H เป็นค่าความชื้นของตัวอย่าง ที่แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 A เป็นค่า Absorbance ของตัวอย่างใน Volumetric flask 25 มล.
 $A^{1\%}_{1\text{cm}}$ เป็นค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 343 นาโนเมตร ของ 1 % ของสาร Piperine ใน cell ที่มีความยาว 1 ซม. มีค่าเท่ากับ 1238

6. การทดสอบการเป็นสารกันหืน

เติมน้ำมันพริกไทยลงในน้ำมันพืชที่ใช้ทดสอบคือ น้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีและน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี อัตรา 0.5 1.0 1.5 และ 2.0% เขย่าให้เข้ากัน นำมาทดสอบความคงทนต่อการหืน (Oxidative Stability) โดยใช้เครื่อง Rancimat 679 ที่อุณหภูมิ 110°C air flow rate 20 L/hr.

7. การใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยพริกไทยในรูปโอดิโคโลญจน์

ในปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์สุขภาพบำบัดหลายชนิด การนำน้ำมันหอมระเหยพริกไทยมาใช้ในผลิตภัณฑ์สุขภาพมีผลิตภัณฑ์ทดสอบก็คือ โอดิโคโลญจน์ โดยได้ผสมกลิ่นน้ำหอมขึ้นมาใช้ โดยที่กลิ่นพริกไทยเป็นหลัก ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มขึ้น และเป็นแนวทางในการขยายผล เพื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมต่อไป

สูตรโอดิโคโลญจน์พื้นฐาน (น้ำหนัก กลิ่นจ๋าเป, 2545)

MUSK	1	ชั่นซา
เอทานอล 70%	1 ½	ถ้วย
น้ำกลั่น	1-2	ชั่นโต๊ะ

วิธีผสม ผสมหัวน้ำหอมเข้าด้วยกัน ต่อมาผสมน้ำกลั่นและแอลกอฮอล์ นำน้ำมันหอมระเหยที่ผสมกันเรียบร้อยแล้ว ผสมกับแอลกอฮอล์เข้าให้เข้ากัน ใส่ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่เตรียมไว้ โดยทั่วไปโอดิโคโลญจน์ควรมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ในส่วนผสมไม่เกิน 2.5-5% นอกจากนั้นจะเป็นแอลกอฮอล์และส่วนผสมของของเหลวอื่นๆเช่น น้ำดอกไม้

สูตรน้ำหอมผสม (Essential oil blend)

สูตรที่ 1

น้ำมันหอมระเหยพริกไทย	1	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม	½	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยกลิ่นดอกไม้	½	ชั่นซา

สูตรที่ 2

น้ำมันหอมระเหยพริกไทย	1	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยขิง	½	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยกลิ่นส้ม	½	ชั่นซา

สูตรที่ 3

น้ำมันหอมระเหยพริกไทย	1	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยกลิ่นส้ม	1	ชั่นซา

สูตรที่ 4

น้ำมันหอมระเหยพริกไทย	1	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยกลิ่นมะลิ	1	ชั่นซา

สูตรที่ 5

น้ำมันหอมระเหยพริกไทย	1	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยขิง	½	ชั่นซา
น้ำมันหอมระเหยกลิ่นดอกไม้	½	ชั่นซา

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2546-กันยายน 2547

ห้องปฏิบัติการน้ำมันพืช พืชสมุนไพรและสารธรรมชาติ

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยและน้ำมันพริกไทย เพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ สบู่และผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทำการรุ่มตัวอย่างพริกไทยจำนวน 2 พันธุ์คือ พันธุ์ชารวัดและ พันธุ์มาเลเซีย ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยทุกเดือนเป็นระยะเวลา 9 เดือน เพื่อศึกษาคุณภาพ เมล็ดพริกไทย เปรียบเทียบวิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยและปริมาณ Piperine ในพริกไทยทั้งสองพันธุ์ ในตารางที่ 1 พบว่าพริกไทยพันธุ์ชารวัดมีความชื้นโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 7.31-12.34 ปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ย ในช่วงร้อยละ 1.91-2.93 และมีสาร Piperine ในเมล็ดพริกไทยแห้งเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 2.17-2.52 ส่วน พริกไทยพันธุ์มาเลเซีย แสดงในตารางที่ 2 มีความชื้นโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 9.85-12.26 ปริมาณน้ำมัน โดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 1.64-2.12 และปริมาณ Piperine ในเมล็ดพริกไทยแห้งโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 2.12-2.53 คุณสมบัติโดยทั่วไปของพริกไทยทั้งสองพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน

การสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยเปรียบเทียบกรรมวิธีการสกัดเพื่อศึกษารวมวิธีที่เหมาะสมในการ สกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทย 2 วิธี คือ Hydro distillation และ Steam distillation ทำการสกัดน้ำมัน หอมระเหยพริกไทย เป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่า พริกไทยพันธุ์ชารวัดมีน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยในช่วง ร้อยละ 0.86-1.53 โดยวิธี Hydro distillation และ 0.65-1.25 ปริมาตรต่อน้ำหนัก โดยวิธี Steam distillation ส่วนพันธุ์มาเลเซียมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 0.96-1.48 ปริมาตรต่อน้ำหนักโดยวิธี Hydro distillation และ 0.49-1.01 ปริมาตรต่อน้ำหนัก โดยวิธี Steam distillation ในตารางที่ 3 และ 4 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้งสองวิธี ที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส และกลั่นนาน 5 ชั่วโมง หรือจนไม่มีน้ำมันหอมระเหย

Hydro distillation เป็นการกลั่นแยกสารและการทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ สารที่นำ มากลั่นด้วยไอน้ำจะต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ (Charles,1955) เป็นการกลั่นที่ให้สารและน้ำมันหอม ระเหยออกมาด้วยกัน ประโยชน์ของการกลั่นด้วยไอน้ำคือแยกสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำออกจาก สารผสมที่กลายเป็นไอได้ยาก (John,1961) วิธีการนี้เหมาะกับพืชที่แห้งและไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ ประกอบเมื่อถูกต้ม เป็นการกลั่นโดยให้สารที่ต้องการแยกและน้ำอยู่ในภาชนะเดียวกัน คือการต้มพริกไทย ในน้ำโดยตรงจนเดือดกลายเป็นไอเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยแตกตัวและระเหยออกมา ไอน้ำจะพาสาร ระเหยที่ได้ เช่นน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้วกลั่นเป็นของเหลวที่เครื่องควบแน่น น้ำมันซึ่งมากกว่าน้ำจะแยก อยู่ด้านบน ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ ในขณะที่กลั่นส่วนของพืชที่ลอยตัวอยู่ในน้ำ จะไม่ติดกับผนังหรือส่วนของ เครื่องมือกลั่น ทำให้ไม่เกิดกลิ่นไหม้ปะปนกับน้ำมันหอมระเหย ส่วนวิธี Steam distillation (เกสร, 2536) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดเป็นการกลั่นโดยผ่านไอน้ำเข้าไปในสารที่ต้องการแยก ใช้ทำการสกัดสาร อินทรีย์ที่มีจุดเดือดสูงการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยที่สามารถสกัดได้ทั้งในรูปของสดและของแห้ง แต่ นิยมใช้กับพืชสดมากกว่า เพราะพืชยังมีความชื้น ซึ่งจะช่วยให้เนื้อเยื่อพืชแตกตัวได้ง่าย สำหรับการสกัด น้ำมันหอมระเหยในพริกไทยด้วยวิธีนี้ ต้องห่อพริกไทยที่ตำแล้วด้วยผ้าขาวบาง เพื่อป้องกันไม่ให้พริกไทย

ตกลงในหม้อต้มน้ำ บรรจุหอปรักไทยลงในชุดเครื่องแก้ว หม้อต้มน้ำด้านล่าง จะต้มน้ำให้เดือดตลอดเวลา เพื่อให้ไอน้ำไหลผ่านหมุนเวียน ความร้อนของไอน้ำ จะทำให้เปลือกหรือเนื้อเยื่อของปรักไทยเปิดและทำให้ สกัดน้ำมันหอมระเหยได้ง่าย น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะผ่านตัวควบแน่นทำให้น้ำมันหอมระเหยจับตัว กันเป็นหยดในน้ำ โดยที่น้ำและน้ำมันหอมระเหยไม่รวมตัวกัน ทำให้สามารถแยกน้ำมันหอมระเหยออกมา ได้ง่าย รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ด้วยวิธีนี้จะมีคุณภาพสูง ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อ เปรียบเทียบกรรมวิธีทั้งสอง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยของพืช สมุนไพรต่างๆ จะนิยมใช้วิธี Steam distillation เนื่องจากมีข้อดีคือ สามารถนำพืชที่สกัดน้ำมันหอมระเหย แล้ว ไปตากหรืออบให้แห้งได้เร็วกว่าและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้ทันที เช่นกากปรักไทยที่ ได้จากการสกัดด้วยวิธี Hydro distillation ส่วนข้อเสียของวิธี Steam distillation ก็คือ การที่ไอน้ำไหลผ่าน พืชไม่สม่ำเสมอ หรือไอน้ำรวมตัวกันมาก ทำให้อุณหภูมิของน้ำลดต่ำลงและไม่สามารถทำให้น้ำมันหอม ระเหยแตกตัวได้ อีกกรณีหนึ่งก็คือน้ำมันหอมระเหยที่แตกตัวออกมาและตกลงในหม้อต้มน้ำ ทำให้ได้ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยต่ำ ในขณะที่วิธี Hydro distillation ทำให้พืชแตกตัวได้มากและให้ปริมาณน้ำมัน หอมระเหยสูง แต่สำหรับการนำกากปรักไทยไปสกัดน้ำมันปรักไทย ทำให้มีความยุ่งยากในการทำให้กาก ปรักไทยแห้งและเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพหรือน้ำมันเหม็น ในตารางที่ 5 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ สกัดได้ในแต่ละชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจะแตกตัวแยกออกมาจากพืชในชั่วโมงที่ 1 เป็น จำนวนมากหลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลงจนไม่มีน้ำมันหอมระเหยเหลืออยู่ในพืชเลย

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย แสดงในตารางที่ 6 และ 7 ในตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยปรักไทย 2 พันธุ์ โดยพบว่าน้ำมันหอม ระเหยที่สกัดได้มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีฟ้า ให้ค่าดัชนีหักเหของแสงที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เท่า กับ 1.4755-1.4756 ค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเท่ากับ 0.870-0.871 ค่าการละลายใน สารละลายเอทานอล ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำมันหอมระเหยปรักไทยสามารถละลายใน 85 % ของสารละลายที่มีปริมาณเอทานอล 85 ส่วน และมีน้ำกลั่น 15 ส่วน ได้สารละลายใส และยังคงให้ สารละลายใสเมื่อใช้ เอทานอล 85 % เพิ่มขึ้น 10-15 เท่าของน้ำมันหอมระเหย ส่วนเอทานอลที่ความเข้มข้นอื่นๆ จะให้สารละลายขุ่นเอทานอล 90 % จะหนากว่าน้ำมันหอมระเหย จึงทำให้น้ำมันหอมระเหย ปรักไทยลอยอยู่ส่วนบนของสารผสม

องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยปรักไทยที่ตรวจวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง GC-MS แสดงในตารางที่ 7 และ 8 พบว่าประกอบด้วยสารสำคัญดังนี้คือ α -pinene, β -pinene, β -myrcene, α -phellandrene, δ -3-carene, m-cymene, limonene, α -terpinolene, δ -elemene, α -copaene, Trans-caryophyllene และ α -humulene แต่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยกรรมวิธี Hydro และ Steam Distillation ให้ค่าองค์ประกอบทาง เคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดเดียวกันต่างกันเล็กน้อย คือค่า α -pinene จากร้อยละ 8 ลดลง เหลือ ร้อยละ 6.20-3.97 เมื่อคำนวณผลทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าที่ได้ควรอยู่ในช่วง 4.72-8.43

δ -3-carene จากร้อยละ 24.00 ลดลงเหลือร้อยละ 17.89 แต่ค่า trans-caryophyllene มีค่าสูงร้อยละ 22.14-26.55 ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธี Hydro distillation ได้ค่าร้อยละ 14.17-17.48 ในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าที่ได้ควรอยู่ในช่วง 15.19-25.11 , ค่า β -pinene จะมีค่าสูงกว่า α -pinene ในทุกตัวอย่าง คือมีค่าในช่วงร้อยละ 10.43-14.49 , ค่า δ -3-carene เป็นองค์ประกอบในน้ำมันพริกไทยสูงที่สุด คือในช่วงร้อยละ 17.89-24.00 ผลวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในภาคผนวก

พริกไทยพันธุ์ชาวาวัดเป็นพริกไทยพันธุ์ที่มีกลิ่นฉุนและเผ็ดในระดับปานกลาง (website:pepper-piper-nig.html) โดยทั่วไปจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยประมาณ 2-3% Liangfeng และคณะ 1993 กล่าวว่า กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยพริกไทย ประมาณ 80% เกิดจาก monoterpenes hydrocarbons : sabinene , β -pinene , limonene , นอกจากนั้นยังมี terpinene , α -pinene , myrcene , δ -3-carene , and monoterpene derivatives. (borneol , carvone , carvacrol , 1,8-cineol , linalool) และยังมี Sesquiterpenes ประมาณ 20% ของน้ำมันหอมระเหย นอกจากนั้นยังพบ β -caryophyllene , humulene , β -bisabolone , caryophyllene oxide และ ketone. รวมทั้ง Phenylether (eugenol , myristicin , safrole) พบในปริมาณเล็กน้อย การสูญเสีย monoterpenes ในระหว่างการเก็บรักษาโดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาในรูปของเมล็ดพริกไทย จะทำให้กลิ่นลดน้อยลงด้วย จึงควรหลีกเลี่ยงการเก็บรักษามะล็ดพริกไทยเป็นระยะเวลานาน

ในตารางที่ 9 แสดงปริมาณน้ำมันพริกไทยที่สกัดจากกากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยออกแล้ว โดยการใช้เอทานอลสกัดทั้งสองวิธีคือ การใช้เครื่องสกัดโดยให้ความร้อนและการแช่สารละลายไว้ทั้งคืน พบว่าได้ปริมาณน้ำมันพริกไทยในช่วงร้อยละ 8.26-9.70 และโดยการแช่ได้ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ 8.29-10.03 มี % Piperine 14.97-15.75 และ 14.86-16.22 ในตารางที่ 10 แสดงปริมาณน้ำมันพริกไทยที่สกัดได้จากกากพริกไทยพันธุ์มาเลเซีย โดยการใช้เอทานอลได้ในช่วงร้อยละ 7.49-9.92 และได้น้ำมันพริกไทยโดยการแช่ในเอทานอลได้ร้อยละ 7.30-9.35 มี % Piperine 14.65-15.65 และ 14.67-16.32 ตามลำดับ

การสกัดน้ำมันพริกไทยโดยใช้สารละลายจัดเป็นการสกัดของแข็งด้วยของเหลว (Solid Liquid Extraction) การสกัดเกิดจากผลของการหมุนเวียนของตัวทำละลายในระบบการสกัด อาจทำการสกัดแบบขั้นตอนเดียวหรือการสกัดซ้ำแบบต่อเนื่อง ซึ่งตัวทำละลายจะสามารถสกัดสารที่ต้องการได้มากที่สุด สำหรับการสกัดเพื่อเก็บส่วนที่เป็นน้ำมันนั้น นิยมสกัดด้วยกรรมวิธีที่เรียกว่า Soxhlet Extraction ซึ่งเป็นการสกัดแบบต่อเนื่อง สำหรับการสกัดวิธีนี้ อาศัยการหมุนเวียนของตัวทำละลายที่ระเหยและควบแน่น ซึ่งมีความอุณหภูมิต่ำไม่เกิน 80 °C ซึ่งไม่มีผลต่อสารให้กลิ่นในพริกไทย ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดคือขนาดวัตถุดิบ ระยะเวลาการสกัดและชนิดของตัวทำละลาย ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดในการสกัดแบบขั้วเกลือขนาดวัตถุดิบ ระยะเวลาการสกัด ชนิดของตัวทำละลาย และอัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลาย ในการทดลองนี้ได้ใช้สารเคมีที่เป็นสารเคมีในอาหารคือ Food grade Ethanol

การวิเคราะห์ปริมาณ Piperine ในเมล็ดพริกไทยและในน้ำมันพริกไทย โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 343 นาโนเมตร มีความยุ่งยากในการเตรียมตัวอย่าง โดยต้องนำการ reflux เมล็ด

พริกไทยและน้ำมันพริกไทย เพื่อให้ Piperine แยกตัวออกจากเมล็ดพริกไทยนาน 3 ชั่วโมง และต้องทำการกรอง ทำการทดลองซ้ำเพื่อสกัด Piperine ออกมาให้หมด และต้องทำให้เจือจางในหลายความเข้มข้น เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องที่สุดความเข้มข้นของสารที่สกัดได้ จะให้สีฟ้าที่แตกต่างกันเล็กน้อย ค่าที่วัดได้จึงมีค่าใกล้เคียงกัน

ในการวิจัยนี้ได้ทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารกันหืนธรรมชาติของน้ำมันพริกไทย โดยการเติมน้ำมันพริกไทย 0, 0.5, 1.0, 1.5% ลงในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธี และตรวจสอบความคงตัวของน้ำมันพบว่า น้ำมันรำข้าวที่มีความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันนาน 11.36 ชั่วโมง และน้ำมันถั่วเหลืองที่มีความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันนาน 5.32 ชั่วโมง เมื่อเติมน้ำมันพริกไทยในน้ำมันทั้งสองชนิดมากกว่า 1 % จะช่วยยืดอายุน้ำมันรำข้าวได้ 3 ชั่วโมงคือมีความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันนานขึ้นเป็น 14.33 ชั่วโมง และยืดอายุน้ำมันถั่วเหลืองได้ 1.5 ชั่วโมง คือมีค่าความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันนานขึ้นเป็น 6.84 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 11 และ ในรูปที่ 6 ทั้งนี้ น้ำมันพริกไทยเป็นสารแต่งเติมในอาหารประเภท GRAS (General Recognized As Safe) (นิจศิริ เรืองรังสี, 2534) จึงสามารถใช้ได้ไม่จำกัด แต่น้ำมันพริกไทยจะให้กลิ่นคุณและสีเขียวเข้มมาก ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้บริโภค

คุณภาพของโอสดีโอเรซินจากพริกไทยคือให้สี กลิ่นรสในรูปเข้มข้น ความเข้มข้นและความข้นหนืดของโอสดีโอเรซินมีผลต่อการเจือจางหรือผสมในผลิตภัณฑ์น้ำมันปรุงรส ดังนั้นจึงต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเพื่อการนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวก โดยให้กลิ่นรสใกล้เคียงกับการผสมพริกไทยโดยตรงเมื่อผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร

ในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยพริกไทยโดยการทำน้ำหอมโอสดีโคโลญจน์โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยพริกไทยเป็นหลักและปรุงน้ำหอมจำนวน 5 สูตรและได้ให้ผู้ทดสอบจำนวน 130 คน ให้ข้อมูลความชอบ ชอบมากที่สุด ชอบ ไม่ชอบและ เฉยๆ นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบโอสดีโคโลญจน์สูตร 1 มากที่สุดคิดเป็น 54.26% สูตรที่ชอบคือสูตรที่ 2 คิดเป็น 27.10% และสูตรที่ไม่ชอบคือสูตรที่ 3 คิดเป็น 15.44% นอกจากนั้นรู้สึกเฉยๆ โดยผลแสดงในภาคผนวก

น้ำมันพริกไทยที่ได้มีกลิ่นคุณของพริกไทยเข้มข้น ผลิตภัณฑ์นี้สามารถเพิ่มมูลค่าพริกไทยได้มาก โดยเฉพาะการใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหารเพื่อให้กลิ่นหอมและเพื่อเก็บถนอมอาหาร เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนธรรมชาติ (Natural Antioxidant) ส่วนใหญ่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง (Adegoke และ Gopela, 1998) และสามารถแต่งเติมกลิ่นในน้ำหอมที่ทำให้น้ำหอมมีกลิ่นที่ได้รับความนิยมและทำให้สดชื่นคลายความตึงเครียด

การนำน้ำมันหอมระเหยพริกไทย น้ำมันพริกไทยใช้เป็นกลิ่นหอมในผลิตภัณฑ์สุราครบถ้วน โดยให้น้ำมันหอมระเหยพริกไทยผสมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ เพื่อเป็นน้ำหอมในผลิตภัณฑ์โอสดีโคโลญจน์ ดังรูปที่ 7 สามารถเพิ่มมูลค่าพริกไทยและเป็นการแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านเครื่องสำอาง

ปัจจุบันนี้ การให้บริการในด้านสุขภาพและความงามหรือที่เรียกว่าสปา ได้รับความนิยมอย่างมาก พริกไทยเป็นสมุนไพรตัวหนึ่งที่ให้กลิ่นหอม จึงน่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์อีกด้านหนึ่งนอกจากการ

บริโภค คือใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล ที่สามารถเพิ่มมูลค่าพริกไทยได้สูงขึ้น ในรูปน้ำหอมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่างๆ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยและการใช้ประโยชน์สารสกัดจากพริกไทยทั้งในด้านส่วนบุคคลและในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าและเป็นแนวทางในการขยายผลเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพิ่มขึ้น

แนวทางการพัฒนาและการใช้ประโยชน์สารสกัดจากพริกไทยให้มีรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ใช่อาหาร ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อเพิ่มมูลค่าโดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล และผลิตภัณฑ์อาหาร ต่อมานำพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยออกแล้ว นำมาสกัดน้ำมันพริกไทยหรือที่เรียกว่า โออีโอเรจิน เพื่อเป็นน้ำมันพริกไทยชนิดเข้มข้นที่มีกลิ่นและรสชาติเช่นเดียวกับพริกไทย เป็นการแปรรูปเพื่อตรงต่อความต้องการของผู้ประกอบการผลิตอาหาร ให้ได้รับความสะดวกในการนำไปใช้ เช่นเป็นส่วนผสมในน้ำสลัด น้ำจิ้มปรุงรสสำหรับน้ำกินสด (Seasoning Salad Dressing) หรือผสมในซอสรสชาติต่างๆ หรือในพิซซ่าซอส

พริกไทยเป็นสมุนไพรเครื่องเทศที่มีคุณค่า มีลักษณะเด่นโดยเฉพาะ ช่วยเพิ่มสี กลิ่น รส และความเผ็ดในผลิตภัณฑ์อาหาร ในการปรุงอาหารซึ่งเป็นที่นิยมกันทั่วโลก นอกจากนั้นในผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่ม ลูกอม เช่น เหล้าก็แต่งเติมกลิ่นด้วยพริกไทย รวมทั้งคุณสมบัติการเป็นสารกันบูดธรรมชาติ จึงนิยมใช้ในการเก็บถนอมอาหารช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น นอกจากนี้ในพริกไทยมีสารสำคัญที่ถูกใช้ในทางการแพทย์คือ Piperine จากการที่พริกไทยมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการจึงมีการแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าพริกไทยในหลายรูปแบบเช่น โออีโอเรจินเข้มข้น ที่มีความเข้มข้นมากทั้งทางด้านสีกลิ่นรส และสามารถนำไปใช้ได้ทันทีในหลายรูปแบบ ทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยและการใช้ประโยชน์สารสกัดจากพริกไทยทั้งในด้านส่วนบุคคลและในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อแปรรูปเมล็ดพริกไทยให้อยู่ในรูปสารสกัดเข้มข้นที่สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล เพื่อเพิ่มมูลค่าและเป็นแนวทางในการขยายผลเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพิ่มขึ้นในเชิงพาณิชย์

สรุปผลและคำแนะนำ

งานวิจัยการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยเพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารและในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยโดยสรุปผลและคำแนะนำได้ดังนี้

1. เทคนิคกรรมวิธีในการสกัดน้ำมันหอมระเหย พบว่า วิธีสกัดแบบ Hydro distillation ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยพริกไทยเฉลี่ยร้อยละ 0.86-1.53 และกรรมวิธีแบบ Steam distillation ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยพริกไทยเฉลี่ยร้อยละ 0.65-1.25 น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีลักษณะใสสีฟ้า องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ β -pinene, α -pinene, β -myrcene, α -phellandrene, δ -3-carene, m-cymene, limonene,

α -terpinolene, δ -elemene, α -copaene, α -humulene และ trans-caryophyllene

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นระยะเวลานาน 9 เดือนพบว่าปริมาณและคุณภาพน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีปริมาณและคุณภาพไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการแปรรูปพริกไทยให้อยู่ในรูปสารสกัดเข้มข้นเป็นการแปรรูปและเก็บรักษาคุณภาพพริกไทยที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง

3. พริกไทยเป็นสมุนไพรเครื่องเทศที่ใช้โดยตรงในการประกอบอาหาร มีลักษณะเด่นโดยเฉพาะช่วยเพิ่มสี กลิ่น รส และความเผ็ดในผลิตภัณฑ์อาหาร และในผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่ม ลูกอม เช่น เหล้าบรันดี พริกไทยมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนธรรมชาติ ช่วยในการเก็บถนอมอาหารช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ในพริกไทยมีสารสำคัญที่ถูกใช้ในทางการแพทย์คือ Piperine มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดกลืนสารอาหารพวกวิตามิน พริกไทยมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและทางการแพทย์ ดังนั้นการแปรรูปพริกไทยในรูปของน้ำมันหอมระเหยและน้ำมันพริกไทยหรือโอลีโอเรซินเข้มข้น ที่มีความเข้มข้นมากทั้งทางด้านกลิ่น สีและรส โดยสามารถนำไปใช้ได้ทันทีในหลายรูปแบบ ช่วยเพิ่มมูลค่าพริกไทยและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

4. การแปรรูปพริกไทยอย่างครบวงจร สามารถทำได้โดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์สุคนธบำบัด หลังจากนั้นทำให้กากพริกไทยที่สกัดน้ำมันหอมระเหยออกแล้วแห้ง ต่อมาทำการสกัดน้ำมันพริกไทยโดยใช้เอทานอลทั้งแบบที่ให้ความร้อนและแบบแช่ ต่อจากนั้นทำการระเหยเอทานอล เพื่อให้ได้สารสกัดที่บริสุทธิ์ สารสกัดโอลีโอเรซินเข้มข้นที่ได้สามารถนำไปใช้ในการแต่งเติมอาหารเพื่อปรุงรส และเก็บถนอมอาหารในอุตสาหกรรมอาหารสดหรืออาหารแช่แข็ง ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเทคนิคใหม่ในการใช้ประโยชน์และแปรรูปพริกไทยอย่างครบวงจรและเพิ่มมูลค่าอย่างมาก โดยสามารถเผยแพร่และแนะนำให้ผู้สนใจนำไปขยายผล เป็นแนวทางการพัฒนาและการใช้ประโยชน์สารสกัดจากพริกไทยให้มีรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ใช่อาหาร โอลีโอเรซิน เป็นน้ำมันพริกไทยชนิดเข้มข้นที่มีกลิ่นและรสชาติเช่นเดียวกับพริกไทย สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ประกอบการผลิตอาหาร ให้ได้รับความสะดวกในการนำไปใช้ เช่นเป็นส่วนผสมในน้ำสลัด น้ำมันปรุงรสสำหรับน้ำมันสลัด (Seasoning Salad Dressing) หรือผสมในซอสรสชาติต่างๆ หรือในพิซซ่าซอส

5. ถึงแม้ว่าประเทศไทยยังผลิตพริกไทยได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ ไทยต้องนำเข้าเมล็ดพริกไทยประมาณ 1000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 70 ล้านบาท แต่ถ้ามีการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปพริกไทยเพื่อให้มีการขยายธุรกิจในด้านนี้เพิ่มขึ้น โดยขยายพื้นที่ปลูกพริกไทยคุณภาพดีที่ต่างประเทศให้การยอมรับซึ่งไทยสามารถส่งออกได้ปีละ 19 ล้านบาท และแปรรูปพริกไทยราคาถูกจากประเทศเพื่อนบ้านที่สามารถผลิตได้มาก เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเหล่านั้น ให้เป็นรายได้ของประเทศ

6. การใช้ประโยชน์จากน้ำมันพริกไทยโอลีโอเรซินที่อยู่ในรูปของของเหลวที่มีความเข้มข้น มีความเข้มข้นของสีและกลิ่นรสสูง สามารถทนต่อการแปรรูปได้ โดยผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงรักษากลิ่น

รสทั้งหมดของเครื่องเทศ รูปแบบของโอสถิโอรจีนที่นิยมใช้ได้แก่รูปแบบของเหลว และผงแห้งที่สามารถละลายได้ แต่เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันสูง จึงไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนผสม จึงเหมาะสำหรับอาหารที่มีไขมันสูง

7.การแปรรูปพริกไทยให้อยู่ในรูปของโอสถิโอรจีนมีข้อดีคือ ปลอดภัยจากเชื้อโรคและไม่มีสิ่งเจือปน และเป็นผลิตภัณฑ์สากลที่มีมาตรฐานรองรับ มีคุณสมบัติเหมือนวัตถุคิบบตามธรรมชาติ สามารถเก็บได้นาน คุณสมบัติอีกประการหนึ่งก็คือเป็นสารกันหืนธรรมชาติ ใช้เก็บถนอมอาหารและยืดอายุผลิตภัณฑ์

8. ในด้านสุขภาพหรือการบำบัดด้วยกลิ่น (Aromatherapy) ในยุคที่สปาได้รับความนิยมอย่างมาก พริกไทยเป็นสมุนไพรที่ให้กลิ่นหอม จึงได้นำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์สวคนธบำบัด พริกไทยมีน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติคลายความเครียด ช่วยให้สดชื่น โอสถิโอรจีน มีกลิ่นเฉพาะตัว จึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในน้ำหอมยี่ห้อต่างๆ ผลิตภัณฑ์จากพริกไทยสามารถเพิ่มมูลค่าพริกไทยได้มาก โดยการแปรรูปและนำมาใช้ประโยชน์อย่างครบวงจรทั้งด้านบริโภคและ อุปโภค



เอกสารอ้างอิง

- เกษร วีระชาติ และสุภาพ บุญรัตเวช, 2536. ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จิรภา เหลืองอรุณเลิศ, 2547. อุตสาหกรรมเครื่องเทศในประเทศไทย . วารสาร National Food
Institute. หน้า 24-30.
- จริยาพร บุญสุข, 2540. ปัญหาพิเศษทางเคมี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่.
- พรรณนีย์ วิชชาชู เรื่องของพริกไทย ผลิบ ปีที่ 3 ฉบับที่ 7 ประจำเดือนสิงหาคม 2543
ISSN 1513-0010
- ชวลิต สิทธิสมบัติ , 2541. เครื่องเทศและน้ำมันหอมระเหย กาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิจสิริ เรืองรังษี , 2534. เครื่องเทศในสมุนไพร สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , กรุงเทพฯ. หน้า 90-101.
- นิจสิริ เรืองรังษี , 2534. เครื่องเทศ กรุงเทพมหานคร คณะเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นันทวัน กลิ่นจำปา, 2545. กำเนิดเครื่องหอม สำนักพิมพ์ซีเอ็ด (ISBN 974-534-705-1 . หน้า 85.
- ประเทืองศรี สินชัยศรี, 2543 เอกสารการฝึกอบรมเทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชและ
การใช้ประโยชน์. กรมวิชาการเกษตร.
- อ้อมบุญ ถ้วนรัตน์, 2536. การสกัดและการตรวจสอบสารสำคัญจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ภาค
วิชาเกษตรอินทรีย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Adegoke G.O. and Gopala Krishna A.G. (1998). Extraction and Identification of
Antioxidants from the spice *Aframomum danielli*. *J. IOCS* 75, p 1047-1052
- Anonymous (1995). "Spice oleoresins contribute consistent flavour" *Food Technology*.
p70-72
- Charles, A.M. , 1955 *Experimental Organic Chemistry* Prentice-Hall , Englewood.
- C.K. Cheng *et.al.* 1997. Component analysis of mixed spices. *American Chemical Society* ,
p167.
- John , R.J. and Charles, F.W. 1961 *Laboratory Experiment in Organic Chemistry*. Macmillan
London.
- Liangfeng, Z. *et.al.* 1993. *Aromatic plants and Essential Constituents*. 1st ed. Hong Kong .
Sun Light Printing & Book Co.Ltd.
- Pinda, A.R. , 1960. *The Chemistry of the terpene*. Barn & Noble, New York.

Robert , K.M. and Peter, G.W. , 1993. Volatile Oil Crops. Longman Scientific & Technical.

Tipsrisukond N. *et.al* (1998) "Antioxidant effect of essential oil and oleoresin of

black pepper. *J. Agric. Food. Chem* 46, p4329-4333.

Wrolstadt, R.E., Richard , H.M. , Jennings , W.G. (1971) " Volatile Constituents of Black

Pepper *J. Food. Scie* 36, p584

[www: pepper-piper-nig.html](http://www.pepper-piper-nig.html).



ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น , ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้โดยใช้เครื่อง Soxtec Extraction และปริมาณ Piperine ในเมล็ดพริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ โดยทำการวัดแต่ละเดือน นาน 9 เดือน

คุณภาพเมล็ดพริกไทย	% ความชื้น	% น้ำมัน (on dry basis)	% Piperine (on dry basis)
1. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 1	9.63bc	2.89b	2.51e
2. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 2	12.34d	2.32ab	2.18ab
3. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 3	11.22cd	2.27ab	2.52c
4. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 4	11.35cd	2.31ab	2.40de
5. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 5	8.67ab	2.28ab	2.21abc
6. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 6	8.81ab	2.93b	2.17a
7. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 7	7.36a	2.15ab	2.32cde
8. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 8	7.31a	2.08ab	2.23abc
9. พริกไทยดำพันธุ์ชาวไร่ เดือนที่ 9	8.48ab	1.91a	2.34cd

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนิ่ง แสดงความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น , ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้โดยใช้เครื่อง Soxtec Extraction และปริมาณ Piperine ในเมล็ดพริกไทยดำพันธุ์มาเลเชีย โดยทำการวัดแต่ละเดือน นาน 9 เดือน

คุณภาพเมล็ดพริกไทย	% ความชื้น	% น้ำมัน (on dry basis)	% Piperine (on dry basis)
1. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 1	12.26f	2.12e	2.38b
2. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 2	12.20ef	1.91d	2.12a
3. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 3	12.11ef	1.82cd	2.34b
4. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 4	11.24cd	1.76abc	2.36bc
5. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 5	11.14cd	1.66ab	2.52c
6. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 6	10.71bc	2.04e	2.30b
7. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 7	9.85a	1.77bc	2.53c
8. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 8	10.24ab	1.64a	2.39bc
9. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเชียเดือนที่ 9	11.53de	1.92d	2.30b

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยเฉลี่ย โดยวิธี Hydro distillation และ วิธี Steam distillation ของพริกไทยดำพันธุ์ชาราวัก

ลักษณะของตัวอย่าง	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%V/W)	
	Hydro distillation	Steam distillation
1. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 1	1.03ab	0.87a
2. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 2	0.86a	0.82a
3. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 3	0.93a	0.88a
4. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 4	1.21bc	0.82a
5. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 5	1.35cd	0.80a
6. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 6	1.28c	0.65a
7. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 7	1.28c	0.77a
8. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 8	1.53d	0.68a
9. พริกไทยดำพันธุ์ชาราวักสกัดเดือนที่ 9	1.37cd	1.25b

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยเฉลี่ย โดยวิธี Hydro distillation และ วิธี Steam distillation ของพริกไทยดำพันธุ์มาเลเซีย

ลักษณะของตัวอย่าง	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%V/W)	
	Hydro distillation	Steam distillation
1. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 1	0.96a	0.94c
2. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 2	1.16ab	1.01c
3. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 3	1.41bc	0.64ab
4. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 4	1.35bc	0.50a
5. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 5	1.39bc	0.64ab
6. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 6	1.41bc	0.64ab
7. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 7	1.45bc	0.49a
8. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 8	1.48c	0.64ab
9. พริกไทยดำพันธุ์มาเลเซียสกัดเดือนที่ 9	1.37bc	0.86bc

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนั่ง แสดงความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ในแต่ละชั่วโมงของการสกัด

แบบ Hydro distillation

น้ำหนักของพริกไทย (กรัม)	ปริมาณน้ำ ที่ใช้ (มล.)	ปริมาตรของ น้ำมันหอมระเหย(มล.)	% น้ำมันหอมระเหย ที่สกัดได้ (ปริมาตร/น้ำหนัก)
พริกไทย 300 กรัม	3000 มล.	ชั่วโมงที่ 1 =2.3 มล.	0.70%
		ชั่วโมงที่ 2 =1.0 มล.	0.30%
		ชั่วโมงที่ 3 =0.6 มล.	0.20%
		ชั่วโมงที่ 4 =0.4 มล.	0.10%
		ชั่วโมงที่ 5 = - มล.	-
พริกไทย 300 กรัม	3000 มล.	ชั่วโมงที่ 1 =1.7 มล.	0.50%
		ชั่วโมงที่ 2 =0.6 มล.	0.20%
		ชั่วโมงที่ 3 =0.5 มล.	0.19%
		ชั่วโมงที่ 4 =0.5 มล.	0.19%
		ชั่วโมงที่ 5 =0.5 มล.	0.19%

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยทั้งสองพันธุ์

ค่าวิเคราะห์	น้ำมันหอมระเหย	
	พริกไทยดำ พันธุ์ชารวัด	พริกไทยดำ พันธุ์มาเลเซีย
1. Refractive index at 30C	1.4756	1.4755
2. Specific gravity at 30 /30C	0.871	0.870
3. Miscibility in Ethanol	10-15 เท่า 85% Ethanol	10-15 เท่า 85% Ethanol

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยที่สกัดโดยวิธี Hydro distillation และ Steam distillation โดยส่งตรวจวิเคราะห์ที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (วว.)

องค์ประกอบ	Hydro distillation			Steam distillation		
	Sarawak1	Sarawak2	Malaysia	Sarawak1	Sarawak2	Malaysia
α -pinene	8.00	8.11	8.08	6.20	5.14	3.97
β -pinene	13.73	14.49	14.32	13.16	11.53	10.43
β -myrcene	2.94	3.07	2.99	2.72	2.35	2.06
α -phellandrene	5.87	5.92	5.81	4.57	4.20	3.81
δ -3-carene	24.00	20.44	20.63	18.29	18.44	17.89
m-cymene	2.62	Tr	1.11	1.35	1.94	2.11
limonene	20.48	20.84	20.22	21.05	20.03	18.94
α -terpinolene	1.21	1.22	1.20	1.45	1.08	1.46
δ -elemene	0.92	1.94	1.83	1.32	1.62	1.64
α -copaene	1.69	1.68	1.67	2.75	3.63	3.97
T r a n s - caryophyllene	14.17	16.84	17.48	22.14	23.74	26.55
α -humulene	0.90	1.20	1.13	1.42	1.58	1.83

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและปริมาณต่ำสุด สูงสุดขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยที่สกัดโดยวิธี Hydro distillation และ Steam distillation โดยใช้เครื่อง GC-MS (ผลวิเคราะห์จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย)

องค์ประกอบ	95% Confidence		
	Mean	Lower	Upper
α -pinene	6.58	4.72	8.43
β -pinene	12.94	11.23	14.65
β -myrcene	2.68	2.26	3.11
α -phellandrene	5.03	4.03	6.02
δ -3-carene	19.94	17.53	22.35
α -cymene	1.68	1.01	2.35
limonene	20.26	19.47	21.04
α -terpinolene	1.27	1.11	1.42
δ -elemene	1.54	1.15	1.93
α -copaene	2.56	1.46	3.66
Trans-caryophyllene	20.15	15.19	25.11
α -humulene	1.34	0.99	1.69

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณน้ำมันพริกไทยและปริมาณ Piperine ในน้ำมันพริกไทย
ที่สกัดได้ทั้งสองวิธี จากกากพริกไทยคำพันธุ์ชารวัด

การสกัดน้ำมัน ในแต่ละเดือน	การสกัดด้วย Soxtec extraction		การสกัดด้วยการนึ่ง	
	% น้ำมัน	%Piperine	% น้ำมัน	%Piperine
1. เดือนที่ 1	9.22def	14.97a	9.83cd	15.94d
2. เดือนที่ 2	9.59ef	15.43cde	9.18abcd	16.10ef
3. เดือนที่ 3	9.70f	15.69ef	8.55ab	16.22f
4. เดือนที่ 4	8.39ab	15.34bcd	9.64bcd	15.96de
5. เดือนที่ 5	9.01cde	15.22abc	8.72abc	15.71c
6. เดือนที่ 6	8.86bcd	15.12ab	8.60abc	14.90a
7. เดือนที่ 7	8.26a	15.24bc	8.39ab	14.90a
8. เดือนที่ 8	9.06cde	15.75f	8.29a	15.42b
9. เดือนที่ 9	8.58abc	15.58def	10.03d	14.86a

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอง แสดงความแตกต่างกันทาง
สถิติโดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณน้ำมันพริกไทยและปริมาณ Piperine ในน้ำมันพริกไทย
ที่สกัดได้ทั้งสองวิธี จากกากพริกไทยดำพันธุ์มาเลเซีย

การสกัดน้ำมัน ในแต่ละเดือน	การสกัดด้วย Soxtec extraction		การสกัดด้วยการแช่	
	% น้ำมัน	%Piperine	% น้ำมัน	%Piperine
1. เดือนที่ 1	8.11ab	15.54d	7.30a	16.20g
2. เดือนที่ 2	8.83b	15.65e	7.60a	15.62d
3. เดือนที่ 3	9.92c	15.45c	9.35d	16.32g
4. เดือนที่ 4	8.96b	15.54d	8.49cd	15.40c
5. เดือนที่ 5	8.18ab	15.44c	8.78cd	15.94f
6. เดือนที่ 6	8.66b	15.45c	8.47cd	15.80e
7. เดือนที่ 7	7.49a	15.41c	8.33bc	16.06f
8. เดือนที่ 8	8.78b	14.91b	9.05cd	14.67a
9. เดือนที่ 9	8.41ab	14.65a	8.90cd	15.26b

หมายเหตุ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนั้น แสดงความแตกต่างทาง
สถิติโดยวิธี Duncan's multiple

ตารางที่ 11 แสดงค่าความคงตัวของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมน้ำมันพริกไทย 0, 0.5, 1.0, 1.5% ทดสอบโดยใช้เครื่อง Rancimat 679 ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอากาศ 20 ลิตรต่อชั่วโมง

ปริมาณโอทีโอเรจินที่เติม(%)	น้ำมันรำข้าว ก่อนเติม (ชม.)	น้ำมันรำข้าว หลังเติม(ชม.)	น้ำมันถั่วเหลือง ก่อนเติม (ชม.)	น้ำมันถั่วเหลือง หลังเติม (ชม.)
0.0%	11.48	11.65	5.16	5.22
0.5%	11.25	11.58	5.27	5.13
1.0%	11.18	14.24	5.34	6.58
1.5%	11.54	14.42	5.52	7.11
ค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	11.36	14.33 (เพิ่มขึ้น 2.97)	5.32	6.84 (เพิ่มขึ้น 1.52)

กรมวิชาการเกษตร



รูปที่ 6 แสดงการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิค Steam distillation

กรมวิชาการเกษตร

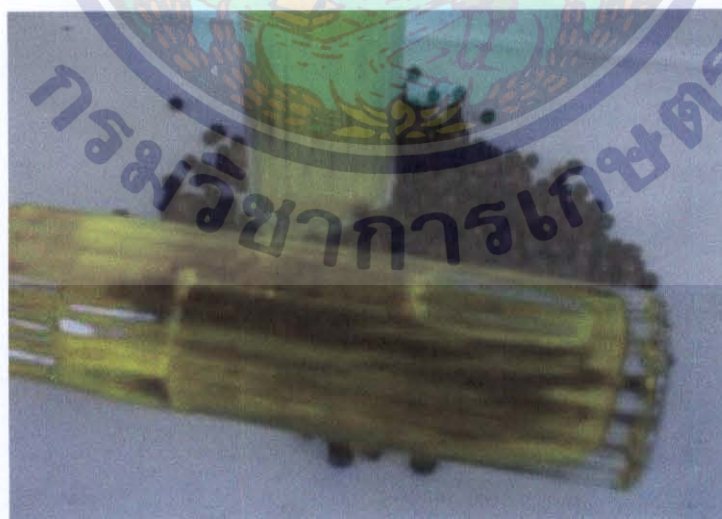
ภาคผนวก

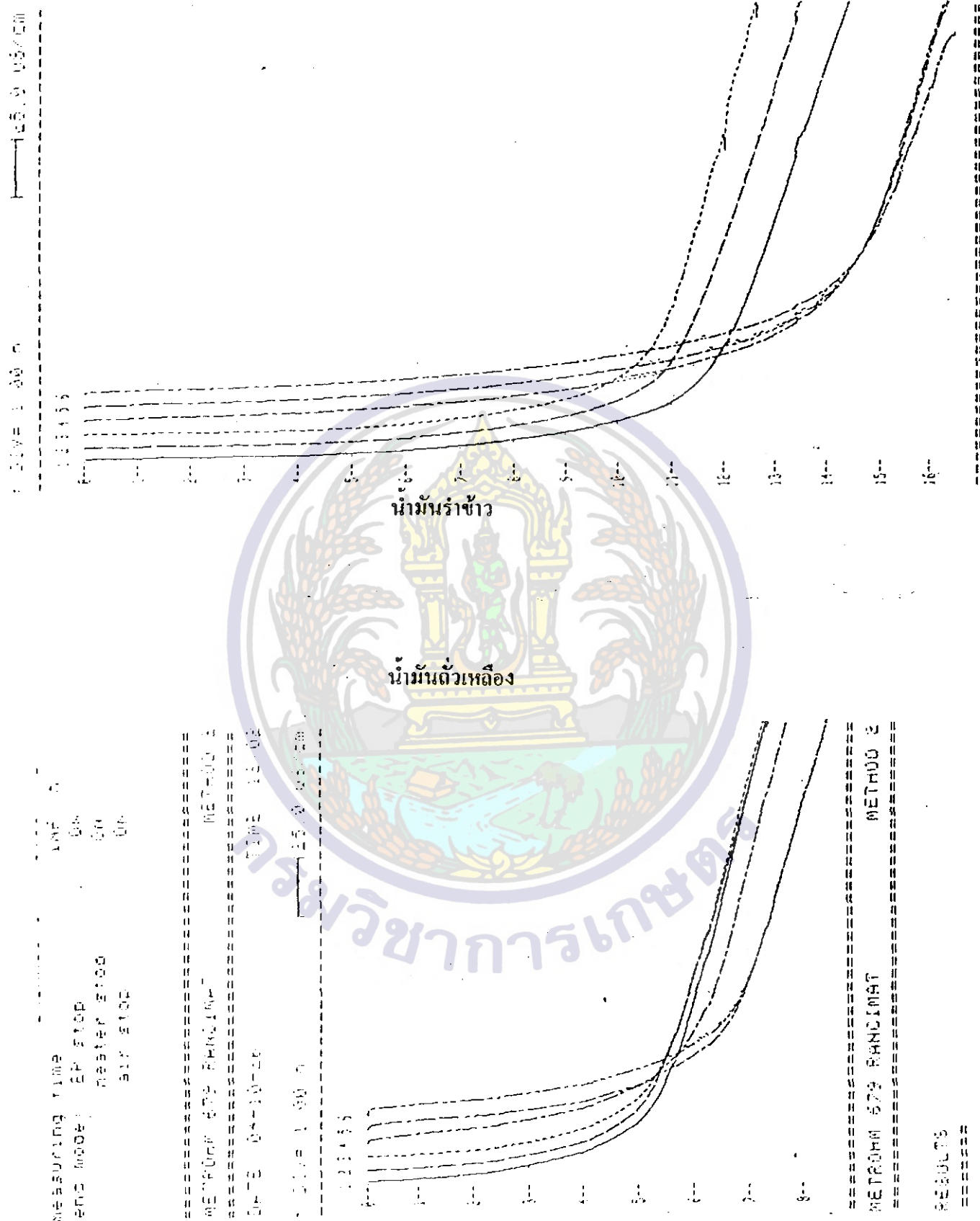




รูปที่ 7 แสดงการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เทคนิค Hydro distillation

รูปที่ 8 แสดงผลิตภัณฑ์สวคนรบำบัดน้ำหอมกลิ่นพริกไทย





รูปที่ 9 แสดงผลวิเคราะห์ค่าความคงตัวของน้ำบนวัชพืชมและน้ำบนถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น
เมื่อเติมโอกลีโอรซิน

การทดสอบกลิ่นโอดีโคโลญจน์จากน้ำมันหอมระเหยพริกไทย

งานวิจัยการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์สวคนธบำบัด ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยเพื่อใช้เป็นกลิ่นในน้ำหอมโอดีโคโลญจน์กลิ่นต่างๆ จำนวน 5 กลิ่น เพื่อประเมินความชอบในกลิ่นน้ำหอมทั้ง 5 สูตร จึงขอให้ช่วยทดสอบความชอบในน้ำหอมกลิ่นต่างๆ เพื่อประเมินว่ากลิ่นใดเป็นที่ชื่นชอบมากที่สุดและอื่นๆ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

โปรดทำเครื่องหมาย



1. รายละเอียดของผู้ให้การทดสอบ

- 1.1 เพศ..... ☐ หญิง ☐ ชาย
- 1.2 อายุ..... ☐ 15-20 ☐ 20-25
- ☐ 26-30 ☐ 30-35
- ☐ 36-40 ☐ 41-45
- ☐ 46-50 ☐ 50-60

2. โอดีโคโลญจน์

โอดีโคโลญจน์	4 ชอบมากที่สุด	3 ชอบมาก	2 เฉยๆ	1 ไม่ชอบมากที่สุด
สูตร 1				
สูตร 2				
สูตร 3				
สูตร 4				
สูตร 5				
สูตร 6				

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคุณภาพเมล็ดพริกไทยพันธุ์ชารวัด , การสกัดน้ำมันหอมระเหยทั้ง
สองกรรมวิธีและการสกัดน้ำมันพริกไทย
หน้า 99-103

กรมวิชาการเกษตร

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower Bound	Upper Bound
MOIS	1.00	3	9.6367	.1762	.1017	9.1991	10.0743
	2.00	3	12.3400	.9579	.5530	9.9605	14.7195
	3.00	3	11.2267	2.3221	1.3407	5.4583	16.9950
	4.00	3	11.3567	.2082	.1202	10.8396	11.8738
	5.00	3	8.6733	.4210	.2431	7.6275	9.7191
	6.00	3	8.8167	.5036	.2908	7.5656	10.0677
	7.00	3	7.3633	.7351	.4244	5.5371	9.1895
	8.00	3	7.3100	.8146	.4703	5.2864	9.3336
	9.00	3	8.4800	.5112	.2951	7.2102	9.7498
	Total	27	9.4670	1.9087	.3673	8.7120	10.2221
OIL	1.00	3	2.8900	.8326	.4807	.8216	4.9584
	2.00	3	2.3200	.1947	.1124	1.8364	2.8036
	3.00	3	2.2733	.2761	.1594	1.5875	2.9592
	4.00	3	2.3133	.2974	.1717	1.5746	3.0521
	5.00	3	2.2867	.1570	9.062E-02	1.8968	2.6766
	6.00	3	2.9300	1.0016	.5783	.4418	5.4182
	7.00	3	2.1567	.1150	6.642E-02	1.8709	2.4424
	8.00	3	2.0833	.2658	.1534	1.4231	2.7435
	9.00	3	1.9133	4.509E-02	2.603E-02	1.8013	2.0253
	Total	27	2.3519	.5128	9.869E-02	2.1490	2.5547
PIPERINE	1.00	3	2.5133	.1762	.1017	2.0757	2.9509
	2.00	3	2.1833	9.292E-02	5.364E-02	1.9525	2.4141
	3.00	3	2.5233	1.528E-02	8.819E-03	2.4854	2.5613
	4.00	3	2.4000	1.732E-02	1.000E-02	2.3570	2.4430
	5.00	3	2.2167	4.041E-02	2.333E-02	2.1163	2.3171
	6.00	3	2.1767	9.074E-02	5.239E-02	1.9513	2.4021
	7.00	3	2.3233	1.528E-02	8.819E-03	2.2854	2.3613
	8.00	3	2.2333	3.215E-02	1.856E-02	2.1535	2.3132
	9.00	3	2.3400	2.646E-02	1.528E-02	2.2743	2.4057
	Total	27	2.3233	.1431	2.754E-02	2.2667	2.3800

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MOIS	Between Groups	78.166	8	9.771	10.620	.000
	Within Groups	16.560	18	.920		
	Total	94.726	26			
OIL	Between Groups	2.818	8	.352	1.577	.200
	Within Groups	4.019	18	.223		
	Total	6.837	26			
PIPERINE	Between Groups	.429	8	5.357E-02	9.265	.000
	Within Groups	.104	18	5.781E-03		
	Total	.533	26			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

MOIS

Duncan^a

SARAWAK	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
8.00	3	7.3100			
7.00	3	7.3633			
9.00	3	8.4800	8.4800		
5.00	3	8.6733	8.6733		
6.00	3	8.8167	8.8167		
1.00	3		9.6367	9.6367	
3.00	3			11.2267	11.2267
4.00	3			11.3567	11.3567
2.00	3				12.3400
Sig.		.099	.191	.051	.195

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

OIL

Duncan^a

SARAWAK	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
9.00	3	1.9133	
8.00	3	2.0833	2.0833
7.00	3	2.1567	2.1567
3.00	3	2.2733	2.2733
5.00	3	2.2867	2.2867
4.00	3	2.3133	2.3133
2.00	3	2.3200	2.3200
1.00	3		2.8900
6.00	3		2.9300
Sig.		.364	.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

PIPERINE

Duncan^a

SARAWAK	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
6.00	3	2.1767				
2.00	3	2.1833	2.1833			
5.00	3	2.2167	2.2167	2.2167		
8.00	3	2.2333	2.2333	2.2333		
7.00	3		2.3233	2.3233	2.3233	
9.00	3			2.3400	2.3400	
4.00	3				2.4000	2.4000
1.00	3					2.5133
3.00	3					2.5233
Sig.		.414	.051	.083	.258	.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower Bound	Upper Bound
HYDRO	1.00	3	1.0333	.1258	7.265E-02	.7208	1.3459
	2.00	3	.8667	5.774E-02	3.333E-02	.7232	1.0101
	3.00	3	.9333	5.774E-02	3.333E-02	.7899	1.0768
	4.00	3	1.2167	.2754	.1590	.5326	1.9007
	5.00	3	1.3500	5.000E-02	2.887E-02	1.2258	1.4742
	6.00	3	1.2833	7.638E-02	4.410E-02	1.0936	1.4731
	7.00	3	1.2833	5.774E-02	3.333E-02	1.1399	1.4268
	8.00	3	1.5333	.1607	9.280E-02	1.1341	1.9326
	9.00	3	1.3767	6.807E-02	3.930E-02	1.2076	1.5458
	Total	27	1.2085	.2358	4.538E-02	1.1152	1.3018
STEAM	1.00	3	.8767	5.508E-02	3.180E-02	.7399	1.0135
	2.00	3	.8267	8.327E-02	4.807E-02	.6198	1.0335
	3.00	3	.8833	.1986	.1146	.3900	1.3766
	4.00	3	.8267	9.713E-02	5.608E-02	.5854	1.0679
	5.00	3	.8067	2.517E-02	1.453E-02	.7442	.8692
	6.00	3	.6533	5.132E-02	2.963E-02	.5259	.7808
	7.00	3	.7700	.1706	9.849E-02	.3462	1.1938
	8.00	3	.6867	.2040	.1178	.1798	1.1935
	9.00	3	1.2533	.1002	5.783E-02	1.0045	1.5022
	Total	27	.8426	.1963	3.778E-02	.7649	.9202

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
HYDRO	Between Groups	1.165	8	.146	9.331	.000
	Within Groups	.281	18	1.561E-02		
	Total	1.446	26			
STEAM	Between Groups	.716	8	8.952E-02	5.640	.001
	Within Groups	.286	18	1.587E-02		
	Total	1.002	26			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

HYDRO

Duncan^a

SARAWAK	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2.00	3	.8667			
3.00	3	.9333			
1.00	3	1.0333	1.0333		
4.00	3		1.2167	1.2167	
6.00	3			1.2833	
7.00	3			1.2833	
5.00	3			1.3500	1.3500
9.00	3			1.3767	1.3767
8.00	3				1.5333
Sig.		.138	.089	.174	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

STEAM

Duncan^a

SARAWAK	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
6.00	3	.6533	
8.00	3	.6867	
7.00	3	.7700	
5.00	3	.8067	
2.00	3	.8267	
4.00	3	.8267	
1.00	3	.8767	
3.00	3	.8833	
9.00	3		1.2533
Sig.		.065	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower Bound	Upper Bound
SOXTEC	1.00	3	9.2233	.1904	.1099	8.7505	9.6962
	2.00	3	9.5900	.2307	.1332	9.0170	10.1630
	3.00	3	9.7000	.1637	9.452E-02	9.2933	10.1067
	4.00	3	8.3933	.1662	9.597E-02	7.9804	8.8063
	5.00	3	9.0100	.2750	.1587	8.3270	9.6930
	6.00	3	8.8633	.2730	.1576	8.1851	9.5415
	7.00	3	8.2600	.3629	.2095	7.3585	9.1615
	8.00	3	9.0633	.3570	.2061	8.1766	9.9501
	9.00	3	8.5833	.6058	.3498	7.0784	10.0883
	Total	27	8.9652	.5480	.1055	8.7484	9.1820
SOLVENT	1.00	3	9.8300	.1253	7.234E-02	9.5187	10.1413
	2.00	3	9.1867	1.2199	.7043	6.1562	12.2171
	3.00	3	8.5533	.3525	.2035	7.6778	9.4289
	4.00	3	9.6433	.6123	.3535	8.1223	11.1644
	5.00	3	8.7200	1.0306	.5950	6.1599	11.2801
	6.00	3	8.6000	.5804	.3351	7.1581	10.0419
	7.00	3	8.3900	.4015	.2318	7.3926	9.3874
	8.00	3	8.2967	.2974	.1717	7.5579	9.0354
	9.00	3	10.0300	.5039	.2909	8.7783	11.2817
	Total	27	9.0278	.8390	.1615	8.6959	9.3597
PIPERSOX	1.00	3	14.9733	.3717	.2146	14.0501	15.8966
	2.00	3	15.4367	1.528E-02	8.819E-03	15.3987	15.4746
	3.00	3	15.6933	6.429E-02	3.712E-02	15.5336	15.8530
	4.00	3	15.3467	.1848	.1067	14.8877	15.8056
	5.00	3	15.2267	2.887E-02	1.667E-02	15.1550	15.2984
	6.00	3	15.1233	1.528E-02	8.819E-03	15.0854	15.1613
	7.00	3	15.2400	2.000E-02	1.155E-02	15.1903	15.2897
	8.00	3	15.7567	1.528E-02	8.819E-03	15.7187	15.7946
	9.00	3	15.5800	7.211E-02	4.163E-02	15.4009	15.7591
	Total	27	15.3752	.2803	5.394E-02	15.2643	15.4861
PISOLVEN	1.00	3	15.9400	2.000E-02	1.155E-02	15.8903	15.9897
	2.00	3	16.1000	2.000E-02	1.155E-02	16.0503	16.1497
	3.00	3	16.2267	1.155E-02	6.667E-03	16.1980	16.2554
	4.00	3	15.9600	2.000E-02	1.155E-02	15.9103	16.0097
	5.00	3	15.7167	8.145E-02	4.702E-02	15.5143	15.9190
	6.00	3	14.9000	2.000E-02	1.155E-02	14.8503	14.9497
	7.00	3	14.9000	2.000E-02	1.155E-02	14.8503	14.9497
	8.00	3	15.4267	.2485	.1434	14.8095	16.0439
	9.00	3	14.8667	1.155E-02	6.667E-03	14.8380	14.8954
	Total	27	15.5596	.5351	.1030	15.3479	15.7713

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SOXTEC	Between Groups	5.967	8	.746	7.296	.000
	Within Groups	1.840	18	.102		
	Total	7.808	26			
SOLVENT	Between Groups	10.489	8	1.311	3.021	.024
	Within Groups	7.811	18	.434		
	Total	18.300	26			
PIPERSOX	Between Groups	1.676	8	.209	10.271	.000
	Within Groups	.367	18	2.039E-02		
	Total	2.043	26			
PISOLVEN	Between Groups	7.304	8	.913	116.334	.000
	Within Groups	.141	18	7.848E-03		
	Total	7.445	26			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

SOXTEC

Duncan^a

DSARAWAK	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
7.00	3	8.2600					
4.00	3	8.3933	8.3933				
9.00	3	8.5833	8.5833	8.5833			
6.00	3		8.8633	8.8633	8.8633		
5.00	3			9.0100	9.0100	9.0100	
8.00	3			9.0633	9.0633	9.0633	
1.00	3				9.2233	9.2233	9.2233
2.00	3					9.5900	9.5900
3.00	3						9.7000
Sig.		.256	.104	.107	.221	.055	.100

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

SOLVENT

Duncan^a

DSARAWAK	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
8.00	3	8.2967			
7.00	3	8.3900	8.3900		
3.00	3	8.5533	8.5533		
6.00	3	8.6000	8.6000	8.6000	
5.00	3	8.7200	8.7200	8.7200	
2.00	3	9.1867	9.1867	9.1867	9.1867
4.00	3		9.6433	9.6433	9.6433
1.00	3			9.8300	9.8300
9.00	3				10.0300
Sig.		.158	.052	.053	.166

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

PIPERSOX

Duncan^a

DSARAWAK	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
1.00	3	14.9733					
6.00	3	15.1233	15.1233				
5.00	3	15.2267	15.2267	15.2267			
7.00	3		15.2400	15.2400			
4.00	3		15.3467	15.3467	15.3467		
2.00	3			15.4367	15.4367	15.4367	
9.00	3				15.5800	15.5800	15.5800
3.00	3					15.6933	15.6933
8.00	3						15.7567
Sig.		.053	.094	.114	.073	.050	.168

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

PISOLVEN

Duncan^a

DSARAWAK	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
9.00	3	14.8667					
6.00	3	14.9000					
7.00	3	14.9000					
8.00	3		15.4267				
5.00	3			15.7167			
1.00	3				15.9400		
4.00	3				15.9600	15.9600	
2.00	3					16.1000	16.1000
3.00	3						16.2267
Sig.		.669	1.000	1.000	.785	.069	.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



ว.จ.

คำขอบริการที่ ผผ.03/48

รหัส 03-10-47

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

สวป.กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบ/วิเคราะห์ : ตรวจหาองค์ประกอบทางเคมีของ น้ำมันหอมระเหยพริกไทย

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์ : แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS)

ภาวะการทดสอบ : คอลัมน์ , HP - 5 MS , 30 m x 0.25 mm , 0.25 μ m

อุณหภูมิ 50°C - 220 °C , 4°C/นาที

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์ : จากการตรวจวิเคราะห์

พบว่า น้ำมันหอมระเหยพริกไทย ทั้ง 6 ตัวอย่างมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน

พิก	Retention line	องค์ประกอบ	ร้อยละ (%)					
			พันธ์ุ Sarawak 19 ต.ค.47	พันธ์ุ Sarawak 19 ต.ค.47	พันธ์ุ Malaysia 11 ต.ค.47	S0781047	S201047	SN181047
1	8.3	α - pinene	8.00	8.11	8.08	6.20	5.14	3.97
2	10.1	β - pinene	13.73	14.49	14.32	13.15	11.53	10.43
3	10.8	β - myrcene	2.94	3.07	2.99	2.72	2.35	2.06
4	11.2	α -phellandrene	5.87	5.92	5.81	4.57	4.20	3.81
5	11.5	δ -3-carene	24.00	20.44	20.63	18.29	18.44	17.89
6	12.1	m-cymene	2.62	tr	1.11	1.35	1.94	2.11
7	12.3	limonene	20.48	20.84	20.22	21.05	20.03	18.94
8	14.6	α - terpinolene	1.21	1.22	1.20	1.45	1.08	1.46
9	23.6	δ -elemene	0.92	1.94	1.83	1.32	1.62	1.64
10	24.9	α -copaene	1.69	1.68	1.67	2.75	3.63	3.97
11	26.4	trans - caryophyllene	14.17	16.84	17.48	22.14	23.74	26.55
12	27.4	α -humulene	0.90	1.20	1.13	1.42	1.58	1.83

(1) หมายถึงร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยพริกไทย

หมายเหตุ ≤ 0.1

ผลการสอบเทียบนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการสอบเทียบเท่านั้น
ห้ามนำผลการสอบเทียบไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก ว.จ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

111 หมู่ 15, ต.คลองสาม, อ.คลองหลวง, จ.ปทุมธานี 12120

โทร : 0-2554 3000 โทรสาร : 0-2554 3004

E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์

อ. อ. อ. อ.

(น.ส. อ. อ. อ.)

นักวิชาการ 6

ศิริลักษณ์ ทิพย์มณี

(นางศิริลักษณ์ ทิพย์มณี)

นักวิชาการ 7

ฝ่ายเกษตรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

ผู้ตรวจสอบ/รับรอง

อ. อ. อ. อ.

(นายทวีศักดิ์ สุนทรธรรมาศ)

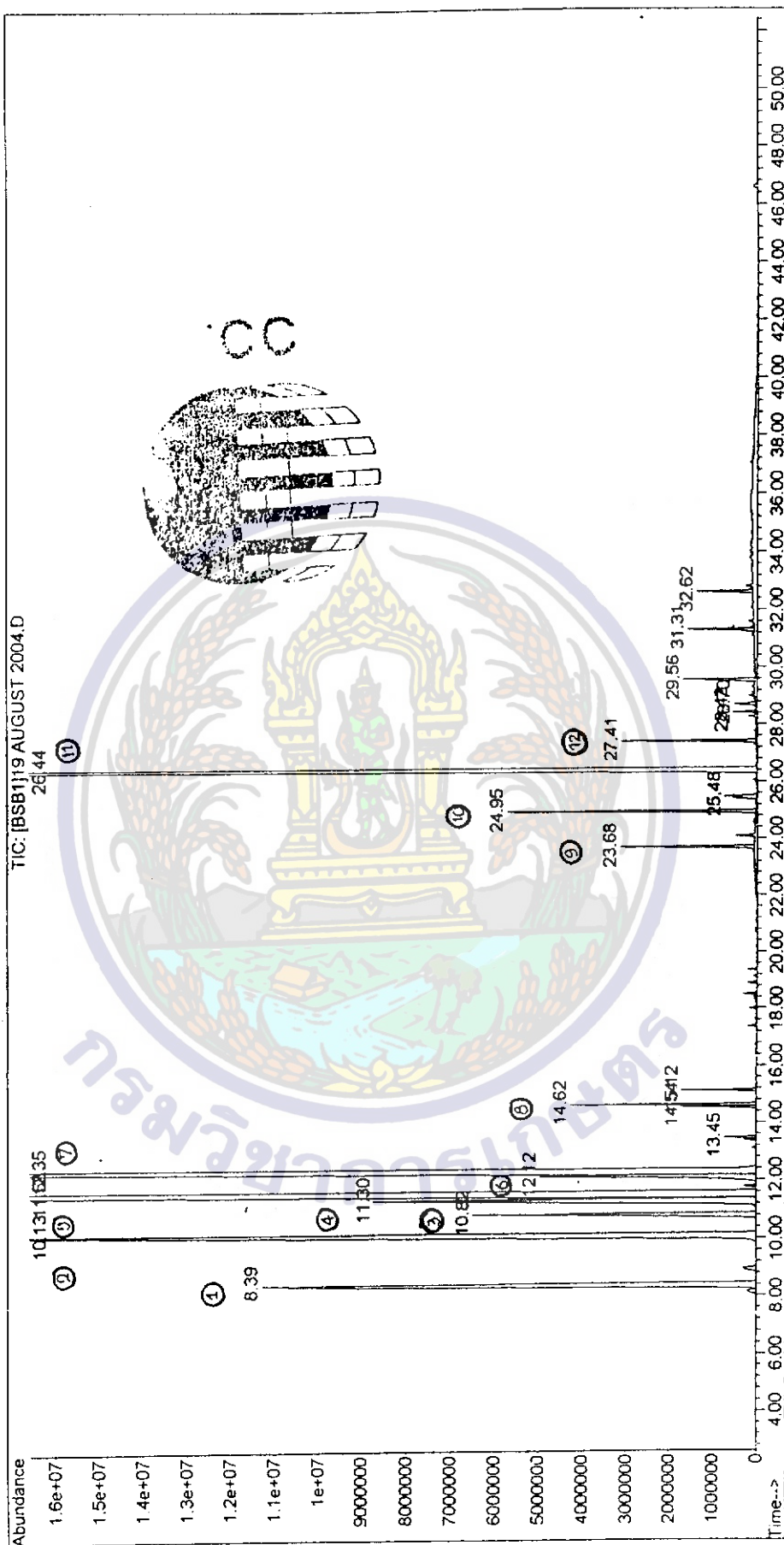
ผู้อำนวยการฝ่ายเกษตรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

วันที่ 1 พฤศจิกายน 2547



ผลการสอบเทียบรับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการสอบเทียบเท่านั้น
ห้ามนำผลการสอบเทียบไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วว.

File : D:\MSDCHEM\1\DATA\BSB\19 AUGUST 2004.D
 Operator : [BSB1]
 Acquired : 29 Oct 2004 14:50 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrument
 Sample Name: black pepper 19 August 47 นิ่ง saramak.
 Misc Info :
 Vial Number: 1



Ata Path : D:\MSDCHEM\1\DATA\
 Data File : 19 AUGUST 2004.D
 Acq On : 29 Oct 2004 14:50
 Operator :
 Sample : black pepper
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation
 Smoothing : OFF
 Sampling : 1
 Start Thrs: 0.2
 Stop Thrs : 0

Filtering: 5
 Min Area: 5 % of largest Peak
 Max Peaks: 100
 Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
 Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
 Title :

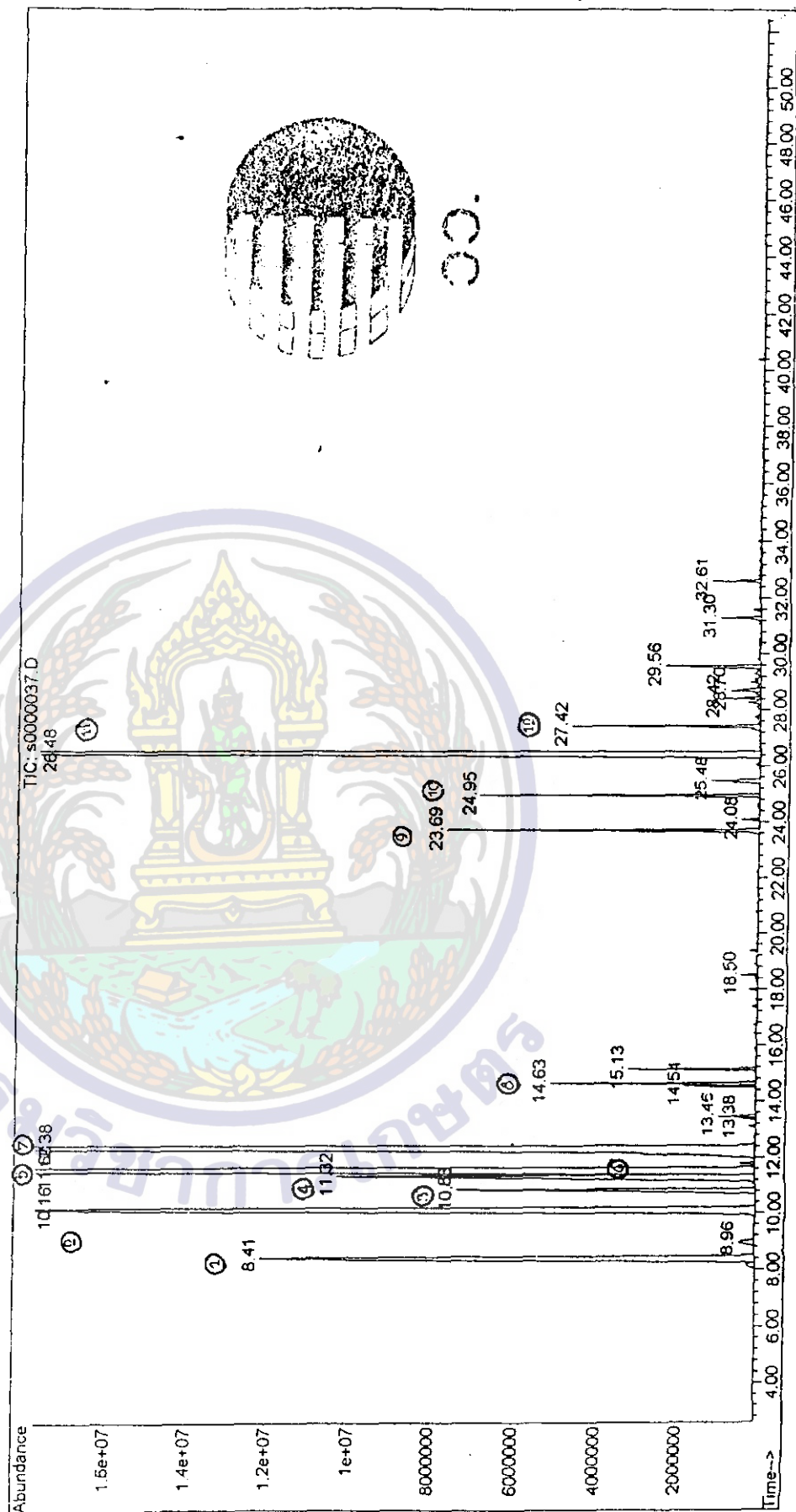
Signal : TIC

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.389	411	423	436	VB	11388354	854456985	33.32%	7.997%
2	10.135	520	550	561	BB	18321938	1467024092	57.21%	13.730%
3	10.823	585	600	607	BV	6587913	314047023	12.25%	2.939%
4	11.304	607	635	640	PV	8743682	627726096	24.48%	5.875%
5	11.579	640	655	662	VV	27540165	2564261430	100.00%	23.998%
6	12.116	678	694	697	BV	4973801	279752686	10.91%	2.618%
7	12.350	697	711	726	VB	25290313	2187833168	85.32%	20.475%
8	13.450	788	791	800	VB	738116	22151008	0.86%	0.207%
9	14.536	845	870	872	BV	1712102	53198462	2.07%	0.498%
10	14.619	872	876	883	VB	4187026	128722928	5.02%	1.205%
11	15.128	898	913	928	BB	1683899	47795669	1.86%	0.447%
12	23.682	1491	1535	1551	BB	3041132	97877435	3.82%	0.916%
13	24.947	1581	1627	1644	BB	5588457	180725116	7.05%	1.691%
14	25.484	1644	1666	1679	BB 2	713561	41703172	1.63%	0.390%
15	26.446	1718	1736	1755	BB 2	25162648	1514164582	59.05%	14.171%
16	27.409	1769	1806	1812	BV	3004296	96365694	3.76%	0.902%
17	28.427	1875	1880	1888	VV	580667	18775497	0.73%	0.176%
18	28.702	1888	1900	1908	VV 2	525132	23701870	0.92%	0.222%
19	29.554	1953	1962	1970	VB 2	1694682	65909622	2.57%	0.617%
20	31.301	2081	2089	2103	VV	1481850	52012899	2.03%	0.487%
21	32.621	2173	2185	2195	BV	1374741	46964973	1.83%	0.440%

Sum of corrected areas: 10685170407

SIRIPEN.M Sat Oct 30 18:10:04 2004

File :D:\MSDCHEM\1\sequence\s0000037.D
 Operator : ubon
 Acquired : 29 Oct 2004 20:43 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrument
 Sample Name: loctober47
 Misc Info : pepper
 Vial Number: 6



Area Percent Report

Data Path : D:\MSDChem\1\sequence\
 Data File : s0000037.D
 Acq On : 29 Oct 2004 20:43
 Operator : ubon
 Sample : loctober47
 Misc : pepper (malesia)
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation
 Smoothing : OFF
 Sampling : 1
 Start Thrs: 0.2
 Stop Thrs : 0

Filtering: 5
 Min Area: 5% of largest Peak
 Max Peaks: 100
 Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
 Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
 Title :

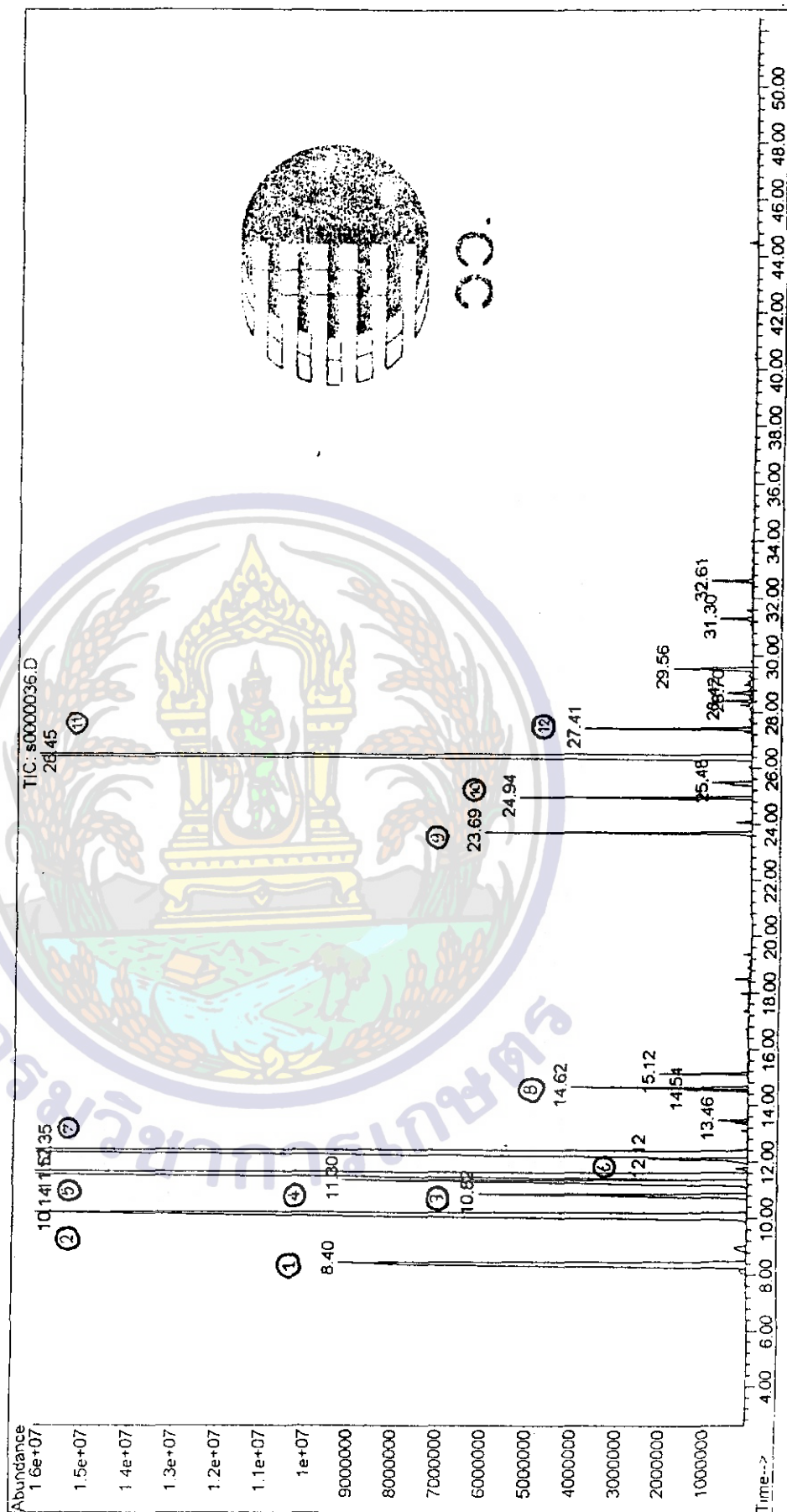
Signal : TIC

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.402	411	424	441	VB	12096628	1048309216	38.94%	8.113%
2	8.953	447	464	476	BB	427604	32450514	1.21%	0.251%
3	10.163	521	552	562	BB	20951624	1872302853	69.55%	14.489%
4	10.837	586	601	608	BV	7299693	396975390	14.75%	3.072%
5	11.318	608	636	641	VV	10275195	765283896	28.43%	5.922%
6	11.593	641	656	663	VV	27513467	2641453724	98.11%	20.442%
7	12.377	678	713	732	BV 2	27608536	2692216974	100.00%	20.835%
8	13.381	775	786	788	BV	430509	12935001	0.48%	0.100%
9	13.464	788	792	804	VB	981578	29187363	1.08%	0.226%
10	14.550	863	871	873	BV	1803595	55982066	2.08%	0.433%
11	14.633	873	877	890	VB	5026762	157278596	5.84%	1.217%
12	15.128	907	913	928	BB	3164464	88916143	3.30%	0.688%
13	18.497	1154	1158	1167	VV	466653	13929255	0.52%	0.108%
14	23.696	1522	1536	1545	BB	7693915	250249045	9.30%	1.937%
15	24.081	1553	1564	1573	BB	471583	14285148	0.53%	0.111%
16	24.947	1613	1627	1642	BB	6675714	217171956	8.07%	1.681%
17	25.484	1654	1666	1679	BB 2	1236669	64352432	2.39%	0.498%
18	26.474	1720	1738	1753	BB	29507765	2175903969	80.82%	16.839%
19	27.423	1790	1807	1812	BV	4708291	155010759	5.76%	1.200%
20	28.427	1875	1880	1888	VV	896137	27824624	1.03%	0.215%
21	28.702	1895	1900	1908	VV 3	724776	31259208	1.16%	0.242%
22	29.554	1953	1962	1972	VB 3	2402089	97436902	3.62%	0.754%
23	31.301	2080	2089	2103	VB	1048379	38813331	1.44%	0.300%
24	32.608	2172	2184	2195	PV	1211884	42273700	1.57%	0.327%

Sum of corrected areas: 12921802065

SIRIPEN.M Sat Oct 30 18:06:38 2004

File : D:\MSDCHEM\1\sequence\s0000036.D
 Operator : ubon
 Acquired : 29 Oct 2004 19:43 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrumen
 Sample Name: 11 October 47 มัฟฟี่ มาเลเซีย
 Misc Info : pepper (malesia)
 Vial Number: 5



Data Path : D:\MSDCHEM\1\sequence\
 Data File : s0000036.D
 Acq On : 29 Oct 2004 19:43
 Operator : ubon
 Sample : 11august 47
 Misc : pepper (malesia)
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation
 Smoothing : OFF
 Sampling : 1
 Start Thrs: 0.2
 Stop Thrs : 0

Filtering: 5
 Min Area: 5 % of largest Peak
 Max Peaks: 100
 Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
 Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
 Title :

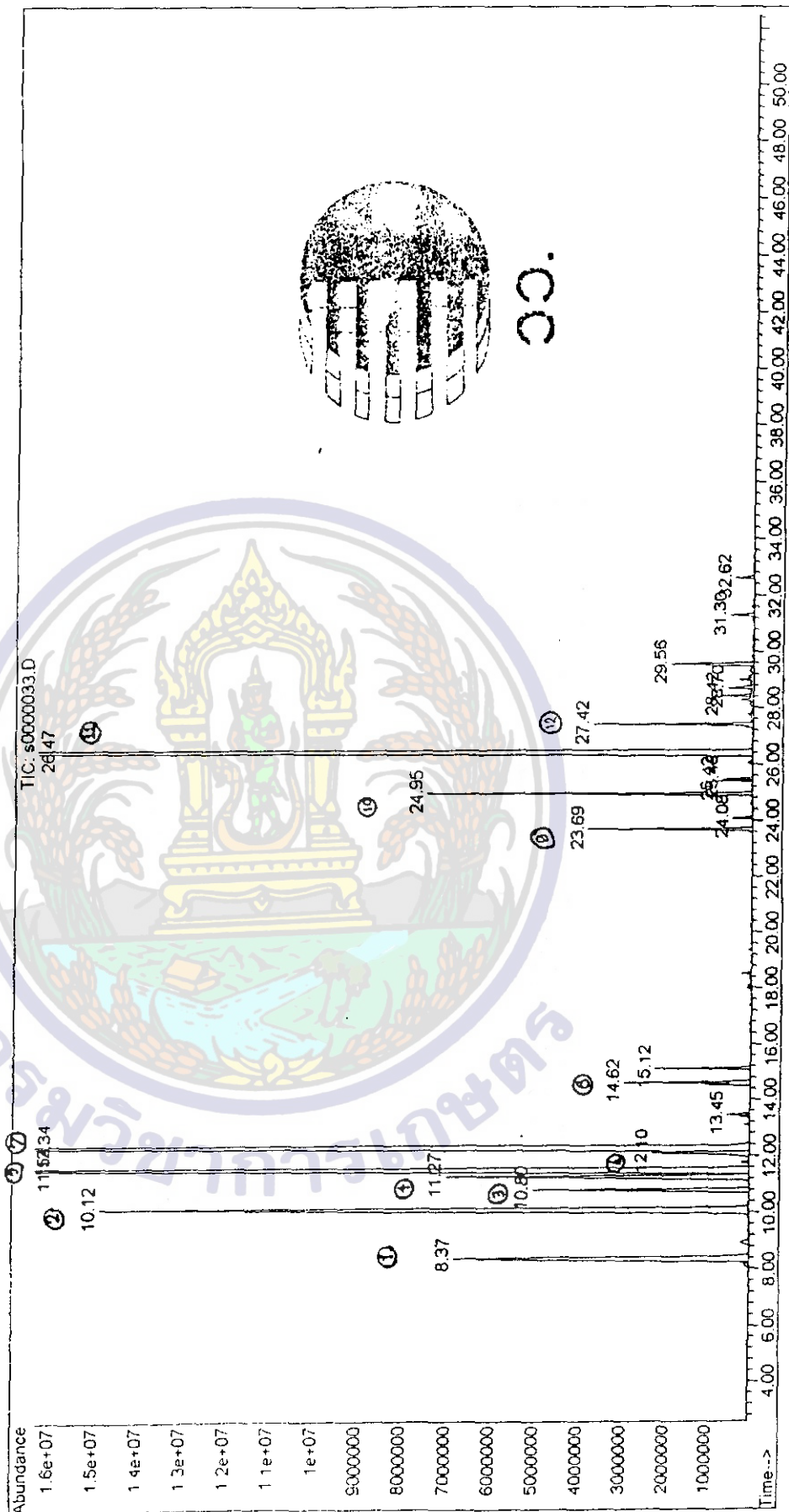
Signal : TIC

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.402	411	424	441	VB	9205559	798730951	39.15%	8.075%
2	10.149	520	551	560	BB	17305583	1416180536	69.41%	14.317%
3	10.823	586	600	608	BV	6098504	295709605	14.49%	2.989%
4	11.304	608	635	640	PV	9120309	574503216	28.16%	5.808%
5	11.566	640	654	661	VV	24425107	2040385081	100.00%	20.627%
6	12.116	677	694	696	BV	2321886	109330729	5.36%	1.105%
7	12.349	696	711	728	VB	24013007	2000034752	98.02%	20.219%
8	13.463	788	792	804	VB	740439	22120481	1.08%	0.224%
9	14.536	863	870	873	BV	1395137	41596168	2.04%	0.421%
10	14.619	873	876	890	VB	3847702	118484550	5.81%	1.198%
11	15.128	907	913	927	BB	2083687	59744227	2.93%	0.604%
12	23.682	1523	1535	1551	BB	5888536	180890831	8.87%	1.829%
13	24.947	1613	1627	1642	BB	5292394	165329321	8.10%	1.671%
14	25.483	1643	1666	1678	BB 2	945239	48219642	2.36%	0.487%
15	26.446	1720	1736	1757	BB	27493107	1728805819	84.73%	17.477%
16	27.409	1801	1806	1812	VV	3621858	111903181	5.48%	1.131%
17	28.413	1874	1879	1888	VV	654066	21045056	1.03%	0.213%
18	28.702	1895	1900	1908	VV 2	537345	23403805	1.15%	0.237%
19	29.554	1953	1962	1972	VV 3	1827379	75989288	3.72%	0.768%
20	31.301	2080	2089	2103	BV	751753	26696684	1.31%	0.270%
21	32.608	2172	2184	2195	BV	942956	32790685	1.61%	0.331%

Sum of corrected areas: 9891894610

RIPEN.M Sat Oct 30 18:06:09 2004

File : D:\MSDCHEM\1\sequence\s00000033.D
 Operator : ubon
 Acquired : 29 Oct 2004 16:42 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrument
 Sample Name: s0781047
 Misc Info : pepper
 Vial Number: 2

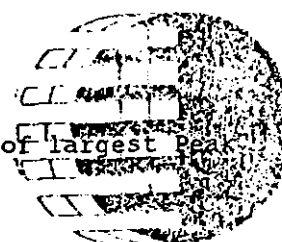


Area Percent Report

Data Path : D:\MSDCHEM\1\sequence\
Data File : s0000033.D
Acq On : 29 Oct 2004 16:42
Operator : ubon
Sample : s0781047
Misc : pepper
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
Integrator: ChemStation
Smoothing : OFF
Sampling : 1
Start Thrs: 0.2
Stop Thrs : 0

Filtering: 5
Min Area: 5 % of largest Peak
Max Peaks: 100
Peak Location: TOP



00.

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
Title :

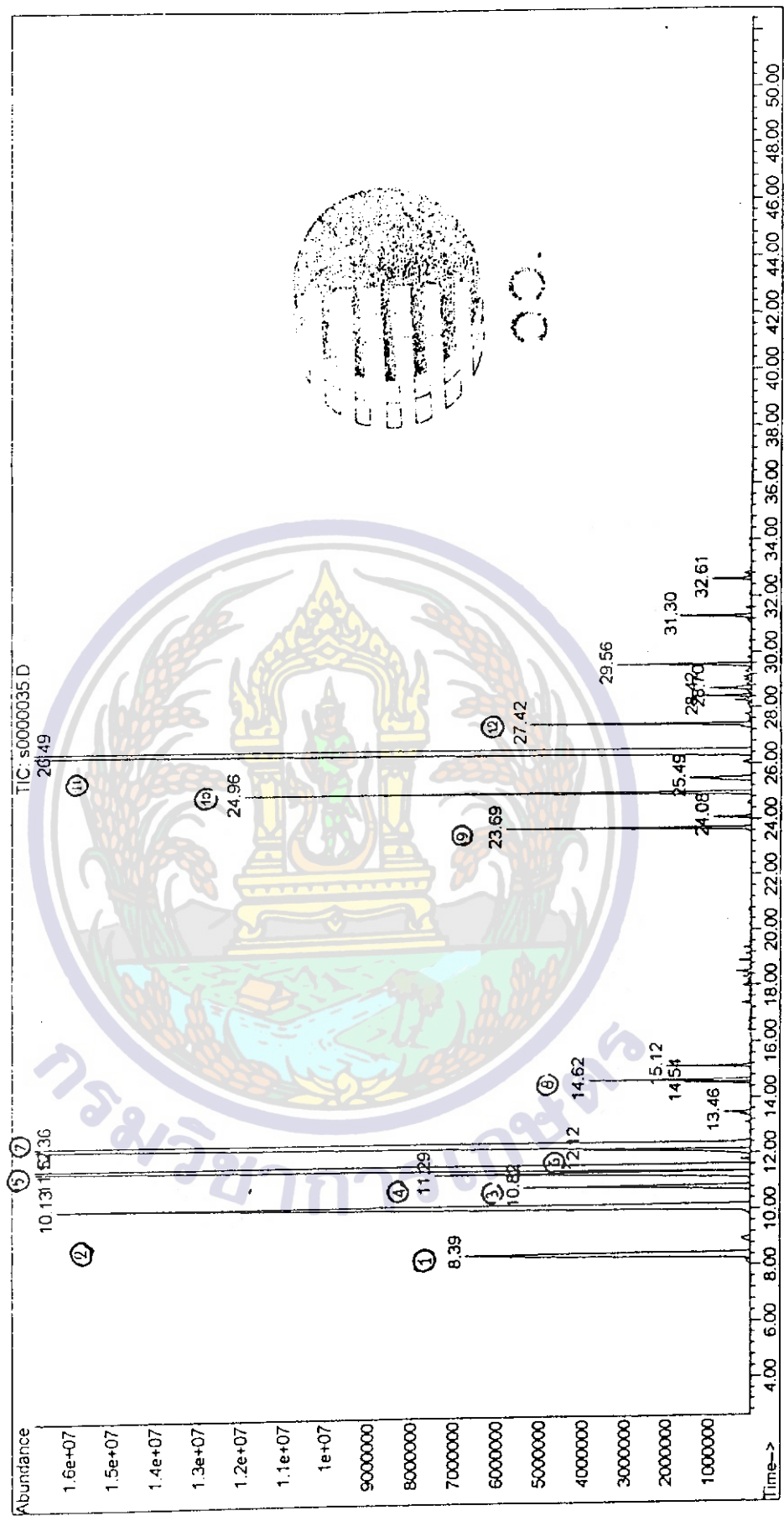
Signal : TIC

Peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.375	410	422	441	VB	6860213	527655080	28.02%	6.204%
2	10.122	518	549	560	BB	14950852	1119057376	59.43%	13.158%
3	10.809	585	599	607	BB	4996329	231629945	12.30%	2.724%
4	11.277	613	633	638	BV	7043903	388745771	20.65%	4.571%
5	11.538	638	652	660	VV	21332343	1555409906	82.61%	18.289%
6	12.102	677	693	696	BV	2307517	114797840	6.10%	1.350%
7	12.336	696	710	726	VV	23644146	1790031913	95.07%	21.048%
8	13.450	788	791	805	VB	515442	15285909	0.81%	0.180%
9	14.619	863	876	891	BB	2995327	122909012	6.53%	1.445%
0	15.128	907	913	928	BB	2223623	63434834	3.37%	0.746%
1	23.682	1523	1535	1552	BB	3742116	111995471	5.95%	1.317%
2	24.081	1558	1564	1573	BB	476850	14545829	0.77%	0.171%
3	24.947	1613	1627	1642	BB	7172139	234039118	12.43%	2.752%
4	25.415	1654	1661	1664	BV	793121	25610738	1.36%	0.301%
5	25.484	1664	1666	1679	VB	710871	22383000	1.19%	0.263%
6	26.460	1720	1737	1755	BB	28466584	1882929248	100.00%	22.140%
7	27.423	1790	1807	1818	BV	3678338	120806857	6.42%	1.420%
8	28.427	1875	1880	1888	BV	698962	20733938	1.10%	0.244%
9	28.702	1888	1900	1908	PV 2	568999	24178465	1.28%	0.284%
0	29.555	1953	1962	1976	VV 2	1933871	83452320	4.43%	0.981%
1	31.301	2080	2089	2102	BV	554284	20468908	1.09%	0.241%
2	32.621	2179	2185	2196	BV	439717	14552078	0.77%	0.171%

Sum of corrected areas: 8504653556

SIRIPEN.M Sat Oct 30 17:52:43 2004

File :D:\MSDCHEM\1\sequence\s0000035.D
 Operator : ubon
 Acquired : 29 Oct 2004 18:43 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrumen
 Sample Name: s201047
 Misc Info : pepper
 Vial Number: 4



Data Path : D:\MSDCHEM\1\sequence\
 Data File : s0000035.D
 Acq On : 29 Oct 2004 18:43
 Operator : ubon
 Sample : s201047
 Misc : pepper
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation
 Smoothing : OFF
 Sampling : 1
 Start Thrs: 0.2
 Stop Thrs : 0

Filtering: 51
 Min Area: 51% of largest Peak
 Max Peaks: 100
 Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
 Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
 Title :

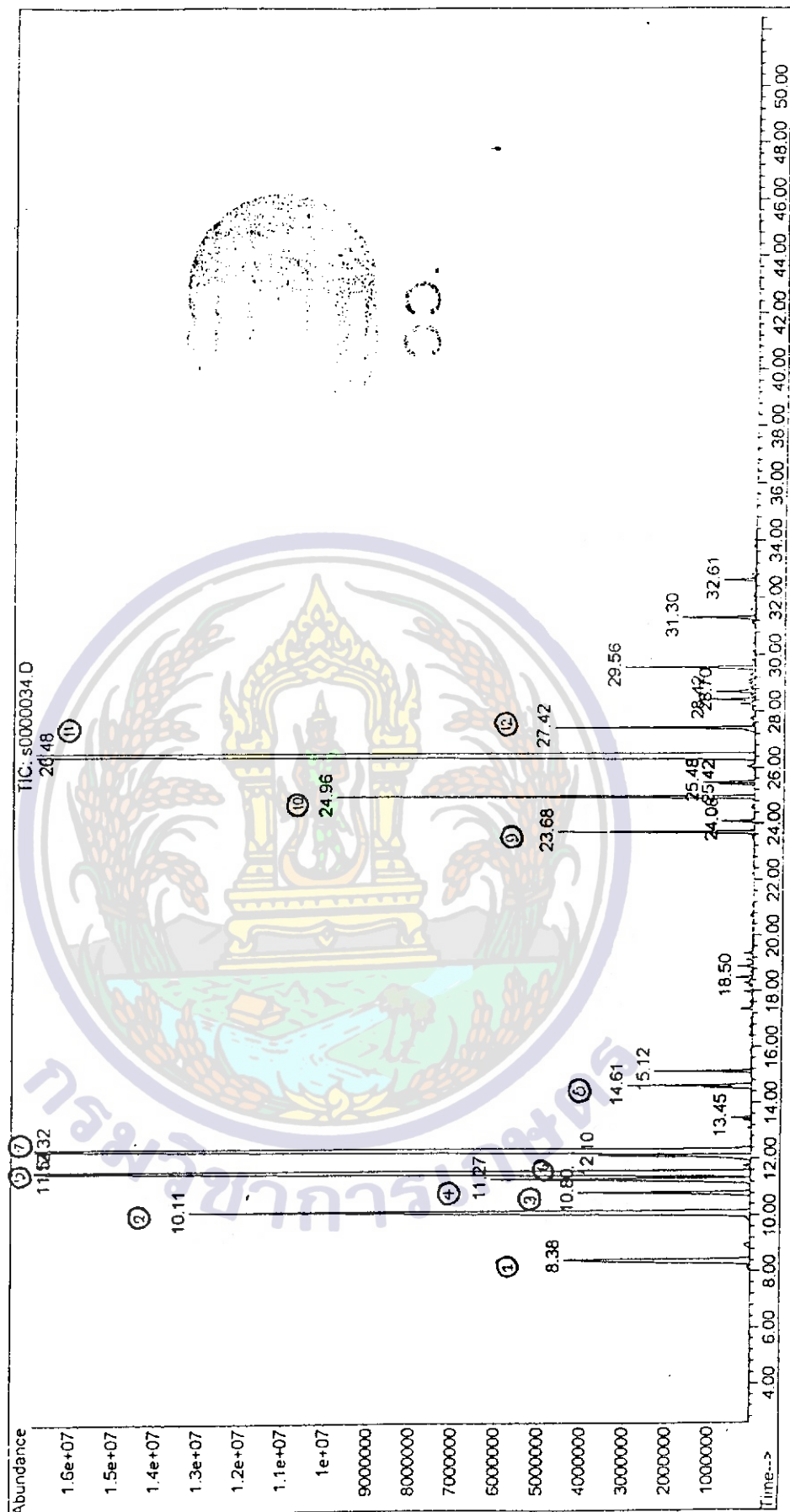
Signal : TIC

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.389	411	423	436	VB	6659457	547615992	21.67%	5.144%
2	10.135	520	550	560	BB	15955083	1227388320	48.56%	11.530%
3	10.823	585	600	608	BB	5299266	250094594	9.89%	2.349%
4	11.291	614	634	639	BV	7353465	446923718	17.68%	4.199%
5	11.566	639	654	661	VV	24653981	1962390734	77.64%	18.435%
6	12.116	677	694	697	BV	3918186	206316863	8.16%	1.938%
7	12.350	697	711	727	VB	24686025	2132163896	84.36%	20.030%
8	13.464	774	792	806	BB	631030	26453517	1.05%	0.249%
9	14.536	863	870	873	PV	1480965	44646173	1.77%	0.419%
10	14.619	873	876	891	VB	3680056	115246352	4.56%	1.083%
11	15.128	901	913	928	BB	1941518	55305028	2.19%	0.520%
12	23.682	1524	1535	1549	BB	5600962	172091627	6.81%	1.617%
13	24.081	1553	1564	1573	BB	903514	27499090	1.09%	0.258%
14	24.961	1613	1628	1642	BB	11203443	386781643	15.30%	3.634%
15	25.484	1654	1666	1678	BB 2	1396379	79671457	3.15%	0.748%
16	26.488	1721	1739	1754	BB	31161786	2527511178	100.00%	23.744%
17	27.423	1792	1807	1818	BV	4998404	167720191	6.64%	1.576%
18	28.427	1875	1880	1888	VV	1108869	35343003	1.40%	0.332%
19	28.702	1895	1900	1908	VV 2	953728	35979443	1.42%	0.338%
20	29.568	1953	1963	1972	VB 3	3168909	110536992	4.37%	1.038%
21	31.301	2081	2089	2103	VB	1609351	56910726	2.25%	0.535%
22	32.621	2156	2185	2195	BV	883680	30219548	1.20%	0.284%

Sum of corrected areas: 10644810085

SIRIPEN.M Sat Oct 30 18:00:45 2004

File :D:\MSDCHEM\1\sequence\s0000034.D
 Operator : ubon
 Acquired : 29 Oct 2004 17:42 using AcqMethod UBON
 Instrument : Instrumen
 Sample Name: sn181047
 Misc Info : perpper
 Vial Number: 3



Data File : s0000034.D
 Acq On : 29 Oct 2004 17:42
 Operator : ubon
 Sample : sn181047
 Misc : perpper
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autoint1.e
 Integrator: ChemStation
 Smoothing : OFF
 Sampling : 1
 Start Thrs: 0.2
 Stop Thrs : 0

Filtering: 5
 Min Area: 5 % of largest Peak
 Max Peaks: 100
 Peak Location: TOP

If leading or trailing edge < 100 prefer < Baseline drop else tangent >
 Peak separation: 5

Method : D:\MSDCHEM\1\METHODS\SIRIPEN.M
 Title :

Signal : TIC

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	8.375	410	422	436	VB	4388435	330048502	14.94%	3.965%
2	10.108	518	548	560	BB	12900945	868087264	39.28%	10.428%
3	10.796	586	598	607	BB	3914580	171066385	7.74%	2.055%
4	11.263	612	632	638	BV	5984264	317223766	14.36%	3.811%
5	11.538	638	652	660	VV	21254948	1489126633	67.39%	17.889%
6	12.102	677	693	696	BV	3601831	175506820	7.94%	2.108%
7	12.322	696	709	726	VB	22391915	1576689536	71.35%	18.941%
8	13.450	788	791	804	VB	487176	14246257	0.64%	0.171%
9	14.619	852	876	889	BB	2802628	121621338	5.50%	1.461%
10	15.114	900	912	928	BB	2242842	65286035	2.95%	0.784%
11	18.497	1154	1158	1167	VV	425691	12806042	0.58%	0.154%
12	23.682	1523	1535	1549	BB	4521814	136361396	6.17%	1.638%
13	24.081	1556	1564	1573	BB	765936	23299893	1.05%	0.280%
14	24.961	1612	1628	1642	BB	9834983	330038212	14.94%	3.965%
15	25.415	1643	1661	1663	BV	845164	27114419	1.23%	0.326%
16	25.484	1663	1666	1679	VB	1231909	42700754	1.93%	0.513%
17	26.474	1721	1738	1754	BB	29847885	2209773586	100.00%	26.546%
18	27.423	1788	1807	1818	BV	4639509	152088692	6.88%	1.827%
19	28.427	1875	1880	1888	VV	1081741	33830227	1.53%	0.406%
20	28.702	1895	1900	1908	VV 3	892767	34598888	1.57%	0.416%
21	29.568	1953	1963	1976	VB 3	3057964	107692401	4.87%	1.294%
22	31.301	2081	2089	2102	VB	1670198	58911750	2.67%	0.708%
23	32.608	2156	2184	2195	SV	743743	26183510	1.18%	0.315%

Sum of corrected areas: 8324302310

SIRIPEN.M Sat Oct 30 17:58:10 2004