



ภาคผนวก ก

รูปเครื่องมือ ลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปภาคผนวก ก-1 เครื่องอบแห้งไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน



รูปภาคผนวก ก-2 เนื้อลำไยอบแห้งพันธุ์ดอกก่อนการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน



รูปภาคผนวก ก-3 การอบแห้งเนื้อลำไยด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน



รูปภาคผนวก ก-4 เนื้อลำไยที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟเพียงอย่างเดียวที่พลังงานสูงสุด 5 นาที ก่อนที่จะนำไปอบแห้งร่วมกับลมร้อน (Pretreatment)



รูปภาคผนวก ก-5 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที



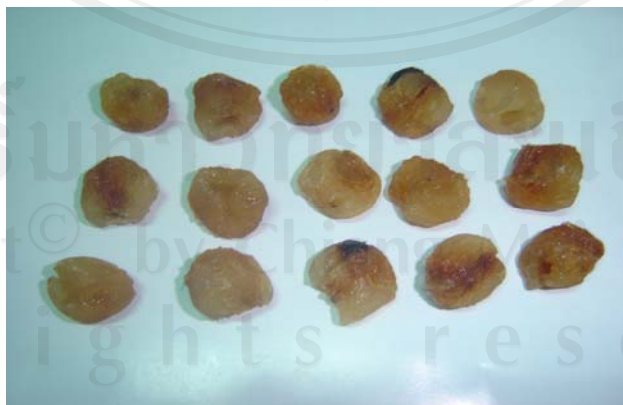
รูปภาคผนวก ก-6 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที



รูปภาคผนวก ก-7 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที



รูปภาคผนวก ก-8 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที



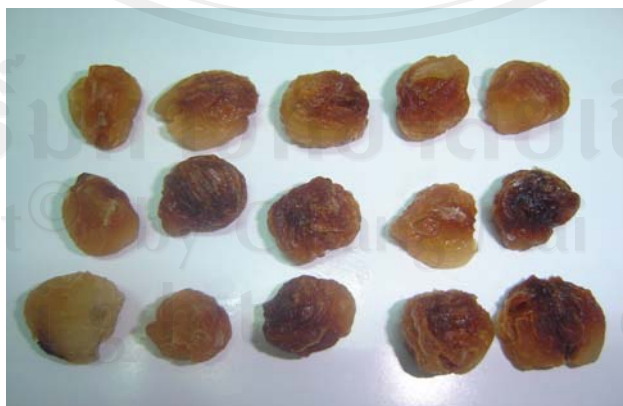
รูปภาคผนวก ก-9 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที



รูปภาคผนวก ก-10 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที



รูปภาคผนวก ก-11 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที



รูปภาคผนวก ก-12 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที



ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพ เคมี
และแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. วิธีการวัดคุณภาพทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่สภาวะต่างๆ (AOAC, 2000)

2.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) กระจกอะลูมิเนียมอบความชื้น
- 2) ที่ลัดบกระจก
- 3) ซ้อนตักสาร
- 4) โถดูดความชื้น ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล
- 5) เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์
- 6) ตู้อบสุญญากาศแบบไฟฟ้า
- 7) ตู้อบความร้อนแบบไฟฟ้า

2.1.2 วิธีวิเคราะห์

1) ออบกระจกอบความชื้นพร้อมฝาในตู้อบความร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในกระจกอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก (W_2)

2) ชั่งตัวอย่างที่ป่นละเอียดประมาณ 3 กรัม (ซึ่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอน) เกลี่ยใส่ในงานโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักมาก่อนแล้ว (W_1)

3) นำไปอบในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้อากาศความดัน ≤ 100 มิลลิเมตรปรอท (13.3 กิโลพาสคาล) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4) นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก ออบซ้ำจนน้ำหนักคงที่โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.02 กรัม คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

5) วิธีการคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นน้ำหนักแห้ง} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100}{W_3 - W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของงานโลหะ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของงานโลหะ+น้ำหนักเนื้อลำไยก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของงานโลหะ+น้ำหนักเนื้อลำไยหลังอบ (กรัม)

2.2 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w)

การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเนื้อลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อนที่สภาวะต่างๆ ด้วยเครื่อง Water Activity Meter (Aqua Lab)

2.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี
- 2) ที่คีบตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี
- 3) ซ้อนตักสาร
- 4) เครื่อง Water activity

2.2.2 วิธีการวัด

ใส่ตัวอย่างที่สับละเอียดแล้ว ในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี ปริมาณของตัวอย่างไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของตลับ นำไปใส่ในเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water Activity Meter) โดยวางตลับลงใน chamber ของเครื่องวัด ตั้งทิ้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุล ที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ หมุนปุ่มจากตำแหน่งเปิด (open) ไปที่ตำแหน่งอ่านค่า (read) เครื่องเริ่มทำการวัด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีเสียงสัญญาณเตือน บันทึกค่า ทำการวัด 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนวัดทุกครั้ง ต้องมีการปรับค่ามาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐาน ลิเทียมคลอไรด์ หรือ โซเดียมคลอไรด์

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่สภาวะต่างๆ โดยใช้วิธีของ James (1995)

2.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) เครื่อง Spectrophotometer (Perkin Elmer)
- 2) เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

2.3.2) สารเคมี

- 1) น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 15 กรัม/ลิตร
- 2) กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์
- 3) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 %
- 4) DNS reagent เตรียมโดยละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid 1 กรัม ในสารละลาย 20 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลาร์ จากนั้นละลายโพแทสเซียมทาร์เตรต 30 กรัม

ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาผสมกัน คนจนละลายหมดแล้วปรับปริมาตร เป็น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ขวดสีชา

2.3.3) การสร้างกราฟมาตรฐานน้ำตาล

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยปิเปตมาจากสารละลายกลูโคสมาตรฐานเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร จากนั้นปิเปต สารละลายกลูโคสมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น ใส่ในหลอดทดลองความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร นำไปต้มใน Water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที นำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้ เครื่อง Spectrophotometer จากนั้นนำข้อมูลระหว่างค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกับ ค่า Absorbance ที่ ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน

2.3.4) วิธีวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ใน flask เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้ม ใน Water bath 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- 2) กรองด้วยกระดาษกรอง ล้างส่วนที่เหลือบนกระดาษกรองแล้วปรับปริมาตรให้ ได้ 100 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร
- 3) ดูดสารละลาย 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร แล้วดูมา 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
- 4) นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็น ทันที จากนั้น ปรับปริมาตรให้ได้ 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นา โนเมตร
- 5) นำค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรไปหาความเข้มข้นในหน่วย มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรจากกราฟมาตรฐาน

2.3.5) วิธีวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 1.0-1.2 กรัม เติมกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีแล้วจุ่มลงในน้ำเย็น ทันที
- 2) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 % จำนวน 12 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ดูมา 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร

3) จากนั้นคัดสารละลายมา 1 มิลลิลิตร เติม DNS Reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที

4) ปรับปริมาตรให้เป็น 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

5) นำค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรไปหาความเข้มข้นในหน่วย มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรจากกราฟมาตรฐาน

2.4 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแกลลิกและกรดเอลลาจิก

การวิเคราะห์ปริมาณกรดแกลลิกและกรดเอลลาจิกของเนื้อลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่สภาวะต่างๆ โดยใช้วิธีของ Rangkadilok *et al.* (2005)

2.4.1 สารเคมี

- 1) กรด แกลลิก (Gallic acid, $C_7H_6O_5$, assay $\geq 98.0\%$ (HPLC), MW 170.12, Sigma-Aldrich, Spain)
- 2) กรดเอลลาจิก (Ellagic acid, $C_{14}H_6O_8$, assay $\geq 96.0\%$ (HPLC), MW 302.19, Sigma-Aldrich, Spain)
- 3) Formic acid Formic acid (J.T. Baker, USA)
- 4) DI Water

2.4.2 เครื่องมือ

เครื่อง HPLC Shimudzu LC Solution

- thermostatically controlled column oven (CTO-10A)
- binary pump (LC-10AD)
- diode-array detector (SPD-M10A)
- column Inertsil ODS-3V, 5 μ m 4.6 x 250 mm reversed phase
- guard column Inertsil ODS-3V, 5 μ m 4.0 x 10 mm reversed phase

2.4.3 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานและการสร้างกราฟมาตรฐาน

- 1) ชั่งสารมาตรฐาน กรดแกลลิก และ กรดเอลลาจิก อย่างละ 0.010 กรัมละลายใน สารละลาย เมทานอล จะได้ สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ปิเปตสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยเมธานอลให้ครบ 25 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน โดยแกน X เป็นความเข้มข้นมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร แกน Y เป็นพื้นที่ใต้กราฟ

2.4.4 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1) ใช้ตัวอย่างลำไย (ที่ทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dry) จำนวน 1 กรัมใส่ลงในหลอดทดลองพลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตรเติมสารละลาย 70 % เมธานอล 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน 20 วินาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน

2) นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000 g ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที นำส่วนที่ใสไว้ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

3) ทำการสกัดซ้ำโดยใช้สารละลาย 70 % เมธานอล 5 มิลลิลิตร นำส่วนที่ใสไปรวมกันแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตรโดยใช้สารละลาย 70 % เมธานอล

4) กรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

2.4.5 วิธีการวิเคราะห์

วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้สภาวะ ดังนี้

1) Mobile phase

- Solvent A 0.4% Formic acid
- Solvent B Methanol

2) Gradient system

- 0 min 100% Solvent A, 0% Solvent B
- 4 min 95% Solvent A, 5% Solvent B
- 10 min 70% Solvent A, 30% Solvent B
- 16 min 66% Solvent A, 34% Solvent B
- 22 min 45% Solvent A, 55% Solvent B
- 28 min 45% Solvent A, 55% Solvent B
- 34 min 100% Solvent A, 0% Solvent B

3) flow rate 1.0 ml/min

- 4) temperature of column 25 °C
- 5) UV detection 270 nm
- 6) injection volume 20 µL

2.5 วิธีการวิเคราะห์ ปริมาณ 5-ไฮดรอกซีเมทิล-2-เฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ (HMF)

การวิเคราะห์ปริมาณ 5-ไฮดรอกซีเมทิล-2-เฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ (HMF) โดยใช้เครื่อง HPLC (Shimadzu) ตามวิธีของ Alcazar *et al.* (2006)

2.5.1 สารเคมี

- 1) 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone, (HMF) (C₆H₈O₃, Assay ≥99.0%(GC), MW 128.13, Fluka, France)
- 2) Acetonitril (Merck, Germany)
- 3) สารละลายกรด เตรียมได้โดย การผสมกรดอะซิติก (Acetic acid, Merck, Germany) 2 มิลลิลิตรและกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, BDH, England) 0.2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI

2.5.2 เครื่องมือ

เครื่อง HPLC Shimadzu LC Solution

- thermostatically controlled column oven (CTO-10A)
- binary pump (LC-10AD)
- diode-array detector (SPD-M10A)
- column Mightysil RP-18 GP 250-4.6 (5 µm) Cica-reagent reversed phase

2.5.3 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานและการสร้างกราฟมาตรฐาน

- 1) ชั่งสารมาตรฐาน HMF 0.010 กรัมละลายในสารละลายอะซิโตนในไตร์ 100 มิลลิลิตรจะได้ สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 2) ปิเปตสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 และ 2.50 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วย สารละลายอะซิโตนในไตร์ให้ครบ 25 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 3) นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน โดยแกน X เป็นความเข้มข้นมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร แกน Y เป็นพื้นที่ใต้กราฟ

2.5.4 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1) สับตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนให้ละเอียดขึ้นมา จำนวน 5 กรัมใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำ DI เขย่าให้เข้ากัน 20 วินาที

2) กรองทันทีด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

2.5.5 วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

ใช้สภาวะ ดังนี้

- 1) Mobile phase
 - Acetonitril 18 %
 - สารละลายกรด 82%
- 2) flow rate 1.0 ml/min
- 3) temperature of column 35 °C
- 4) UV detection 280 nm
- 5) injection volume 20 µL

3. แบบทดสอบประสาทสัมผัส สำหรับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งสีทอง

ชื่อ..... วันที่.....

ท่านจะได้รับผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งจำนวน 2 ตัวอย่าง โปรดทำการประเมินตัวอย่าง โดยให้คะแนนที่ท่านคิดว่าเหมาะสมต่อการอธิบายลักษณะนั้นๆของตัวอย่าง ดังนี้

- | | | |
|--------------------|--------------|------------------|
| 1. ไม่ชอบมากที่สุด | 2. ไม่ชอบมาก | 3. ไม่ชอบปานกลาง |
| 4. ไม่ชอบเล็กน้อย | 5. เฉยๆ | 6. ชอบเล็กน้อย |
| 7. ชอบปานกลาง | 8. ชอบมาก | 9. ชอบมากที่สุด |

ลักษณะตัวอย่าง	หมายเลขตัวอย่าง			
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....



ภาคผนวก ค
ข้อมูลจากการทดลองเพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ความชื้นของเนื้อลำไยที่อบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

ตารางภาคผนวก ก-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอแก้วกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เวลา (นาที)	ความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)							
	100 W, 40 °C, 5 m/s	100 W, 40 °C, 10 m/s	100 W, 60 °C, 5 m/s	100 W, 60 °C, 10 m/s	300 W, 40 °C, 5 m/s	300 W, 40 °C, 10 m/s	300 W, 60 °C, 5 m/s	300 W, 60 °C, 10 m/s
0	436.24±3.41	400.87±2.96	398.26±18.50	420.84±7.36	408.82±8.24	403.63±0.91	387.43±5.80	405.20±7.36
20	381.96±6.88	273.36±5.26	268.71±19.38	334.38±3.00	189.17±9.66	286.24±12.30	149.60±9.63	178.41±10.79
40	276.83±18.99	201.12±12.64	130.29±9.90	212.59±20.09	131.23±16.60	110.77±10.63	57.56±7.13	62.34±1.01
60	189.00±9.78	110.34±5.05	89.84±12.15	87.66±8.37	59.65±10.26	44.69±5.42	39.46±3.95	49.28±5.54
80	111.72±3.64	69.70±7.62	63.38±2.74	55.76±7.90	43.60±6.85	32.87±7.54	26.86±2.73	19.63±1.88
100	57.90±1.69	58.56±8.04	40.86±3.98	41.51±2.76	23.29±5.02	22.73±1.12	17.15±0.52	17.76±0.25
120	51.57±1.85	49.67±2.03	37.67±4.82	35.04±0.29	19.81±1.12	17.16±0.07	12.30±0.15	14.69±1.73
140	47.07±0.10	44.04±1.33	32.27±4.82	33.00±2.19	17.39±0.20	16.10±0.66	7.14±2.28	14.00±1.89
160	43.18±2.91	39.61±5.72	28.28±7.05	30.23±0.91	15.26±1.12	14.27±1.02	5.75±1.76	12.52±2.50
180	41.32±5.27	35.76±8.10	24.18±1.52	27.30±3.68	12.85±2.54	12.08±0.85	3.81±0.58	11.20±1.04
200	25.68±1.81	25.05±3.07	17.58±0.34	17.96±0.94	11.17±2.00	8.96±0.66	3.20±0.06	10.19±1.81
220	23.69±1.96	21.38±2.56	16.61±0.16	16.83±1.99	8.80±0.91	7.73±2.16	2.74±0.25	9.28±0.63
240	20.98±0.63	20.28±2.15	14.95±0.60	14.81±1.95	7.31±0.70	5.68±0.63	2.12±0.67	7.99±0.45

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวก ก-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอแก้วกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (ต่อ)

เวลา (นาที)	ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)							
	100 W, 40 °C, 5 m/s	100 W, 40 °C, 10 m/s	100 W, 60 °C, 5 m/s	100 W, 60 °C, 10 m/s	300 W, 40 °C, 5 m/s	300 W, 40 °C, 10 m/s	300 W, 60 °C, 5 m/s	300 W, 60 °C, 10 m/s
260	17.86±0.98	17.02±0.38	11.93±1.02	13.68±0.65	4.85±2.95	4.11±0.16	1.23±0.03	6.81±0.26
280	15.45±2.16	13.09±1.25	9.03±2.08	12.36±0.96	1.65±1.25	3.43±0.04	0.84±0.02	6.39±0.29
300	11.16±0.75	9.78±0.60	5.33±0.56	10.95±0.04	0.52±0.25	2.07±0.85	0.69±0.13	6.12±0.33

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. อัตราการอบแห้งของเนื้อลำไยที่อบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

ตารางภาคผนวก ก-2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอแก้วกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เวลา (นาที)	อัตราการอบแห้ง (g of water/min)							
	100 W, 40 °C, 5 m/s	100 W, 40 °C, 10 m/s	100 W, 60 °C, 5 m/s	100 W, 60 °C, 10 m/s	300 W, 40 °C, 5 m/s	300 W, 40 °C, 10 m/s	300 W, 60 °C, 5 m/s	300 W, 60 °C, 10 m/s
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2.71±0.51	6.38±0.11	6.48±1.89	4.32±0.22	10.98±0.07	5.47±0.57	11.89±0.77	11.34±0.17
40	5.26±1.29	3.61±0.90	6.92±0.47	6.19±1.15	2.90±0.35	8.77±1.15	4.60±0.84	5.80±0.59
60	4.39±1.44	4.54±0.38	2.02±1.10	6.25±0.59	3.58±0.32	3.30±0.26	0.90±0.55	0.65±0.33

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวก ค-2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งของเนื้อลำไยสดพันธุ์คอกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (ต่อ)

เวลา (นาที)	อัตราการอบแห้ง (g of water/min)							
	100 W, 40 °C, 5 m/s	100 W, 40 °C, 10 m/s	100 W, 60 °C, 5 m/s	100 W, 60 °C, 10 m/s	300 W, 40 °C, 5 m/s	300 W, 40 °C, 10 m/s	300 W, 60 °C, 5 m/s	300 W, 60 °C, 10 m/s
80	3.86±0.31	2.03±0.63	1.32±0.74	1.60±0.02	0.80±0.17	0.59±0.11	0.63±0.06	1.48±0.37
100	2.69±0.27	0.56±0.02	1.13±0.34	0.71±0.26	1.20±0.09	0.51±0.43	0.49±0.11	0.09±0.11
120	0.32±0.01	0.44±0.30	0.16±0.04	0.32±0.15	0.17±0.19	0.28±0.05	0.24±0.03	0.15±0.10
140	0.22±0.10	0.28±0.17	0.27±0.25	0.10±0.09	0.12±0.07	0.05±0.03	0.26±0.12	0.03±0.01
160	0.19±0.14	0.22±0.22	0.20±0.14	0.14±0.15	0.11±0.07	0.09±0.02	0.07±0.03	0.07±0.03
180	0.09±0.14	0.19±0.12	0.21±0.28	0.15±0.14	0.12±0.07	0.11±0.01	0.10±0.06	0.07±0.01
200	0.78±0.35	0.54±0.56	0.33±0.09	0.47±0.14	0.08±0.03	0.16±0.08	0.03±0.03	0.05±0.04
220	0.10±0.01	0.18±0.03	0.05±0.01	0.06±0.55	0.12±0.08	0.06±0.07	0.02±0.02	0.05±0.06
240	0.14±0.07	0.05±0.02	0.08±0.02	0.10±0.44	0.07±0.08	0.10±0.08	0.03±0.02	0.06±0.05
260	0.16±0.02	0.16±0.13	0.15±0.02	0.06±0.02	0.12±0.11	0.08±0.04	0.04±0.03	0.06±0.04
280	0.12±0.06	0.20±0.08	0.15±0.15	0.07±0.02	0.16±0.08	0.03±0.01	0.02±0.00	0.02±0.03
300	0.21±0.07	0.17±0.09	0.18±0.13	0.07±0.05	0.06±0.05	0.07±0.04	0.01±0.01	0.01±0.00

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความเหนียว และค่าสี L a* b*

ตารางภาคผนวก ก-3 ผลการวิเคราะห์ ความเหนียว และค่าสี L a* b*

สภาวะ	ครั้งที่	ความเหนียว (นิวตัน)	ค่าสี		
			L	a*	b*
100 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.13	42.87	+4.53	+15.01
	2	1.21	43.10	+4.24	+14.68
	3	1.08	41.88	+4.76	+14.32
100 W, 40 °C, 10 m/s	1	0.65	47.85	+3.87	+14.77
	2	0.60	46.92	+3.33	+14.85
	3	0.68	48.03	+3.68	+15.02
100 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.55	46.64	+5.08	+15.61
	2	1.62	47.32	+5.06	+15.23
	3	1.53	45.99	+5.22	+15.07
100 W, 60 °C, 10 m/s	1	0.99	45.63	+6.02	+14.77
	2	0.86	44.32	+6.32	+14.62
	3	0.97	47.04	+5.87	+14.25
300 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.71	41.68	+8.76	+9.85
	2	1.65	40.55	+8.59	+9.68
	3	1.74	42.01	+8.88	+9.99
300 W, 40 °C, 10 m/s	1	1.86	41.00	+8.72	+11.47
	2	1.90	42.01	+8.56	+10.98
	3	1.74	40.97	+8.54	+12.23
300 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.92	39.65	+8.18	+12.87
	2	1.99	39.75	+8.25	+12.54
	3	1.85	37.22	+8.09	+12.02
300 W, 60 °C, 10 m/s	1	2.73	38.72	+9.61	+10.56
	2	2.75	37.77	+9.42	+10.75
	3	2.24	36.45	+9.65	+9.93

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.2.1 ความชื้น a_w น้ำตาลรีดิวิซ์ และน้ำตาลทั้งหมด

ตารางภาคผนวก ก-4 ผลการวิเคราะห์ ความชื้น a_w น้ำตาลรีดิวิซ์ และน้ำตาลทั้งหมด

สภาวะ	ครั้งที่	ความชื้น (ร้อยละโดย น้ำหนักแห้ง)	a_w	น้ำตาลรีดิวิซ์ (ร้อยละโดย น้ำหนักเปียก)	น้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนักเปียก)
100 W, 40 °C, 5 m/s	1	17.86	0.52	13.94	47.56
	2	17.32	0.57	14.65	46.57
	3	17.98	0.56	13.88	48.63
100 W, 40 °C, 10 m/s	1	17.02	0.53	13.58	45.33
	2	16.92	0.56	14.02	45.62
	3	17.54	0.54	14.72	44.21
100 W, 60 °C, 5 m/s	1	17.52	0.56	18.24	44.30
	2	17.00	0.55	16.44	42.86
	3	17.73	0.52	17.22	44.08
100 W, 60 °C, 10 m/s	1	17.98	0.58	15.41	42.55
	2	17.76	0.54	16.32	43.00
	3	17.99	0.55	15.27	44.21
300 W, 40 °C, 5 m/s	1	17.17	0.53	12.83	39.00
	2	17.23	0.52	12.44	38.22
	3	17.00	0.54	12.17	38.55
300 W, 40 °C, 10 m/s	1	17.05	0.53	11.21	32.36
	2	17.43	0.52	12.03	34.23
	3	17.12	0.55	12.11	31.25
300 W, 60 °C, 5 m/s	1	16.95	0.52	11.22	27.22
	2	17.42	0.53	10.98	28.99
	3	16.76	0.55	10.42	24.55
300 W, 60 °C, 10 m/s	1	17.25	0.57	10.27	24.56
	2	17.96	0.56	10.44	24.32
	3	17.83	0.56	10.09	21.22

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ HMF

ตารางภาคผนวก ค-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ สารประกอบ 5-ไฮดรอกซีเมทิล-2-เฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ (HMF)

สภาวะ	ครั้งที่	น้ำหนัก ตัวอย่าง	ปริมาตร สุดท้าย	ค่าที่อ่านได้จาก การวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ได้จากการ คำนวณ (ไมโครกรัมต่อ กรัม)
100 W, 40 °C, 5 m/s	1	5.01	50	0	0
	2	5.10	50	0	0
	3	5.05	50	0	0
100 W, 40 °C, 10 m/s	1	5.03	50	0	0
	2	5.08	50	0	0
	3	5.04	50	0	0
100 W, 60 °C, 5 m/s	1	5.08	50	0	0
	2	5.16	50	0	0
	3	5.10	50	0	0
100 W, 60 °C, 10 m/s	1	5.00	50	0	0
	2	5.08	50	0	0
	3	5.12	50	0	0
300 W, 40 °C, 5 m/s	1	4.99	50	0.064	0.641
	2	5.05	50	0.098	0.970
	3	5.09	50	0.076	0.746
300 W, 40 °C, 10 m/s	1	5.10	50	0.132	1.294
	2	5.07	50	0.149	1.469
	3	5.06	50	0.152	1.502
300 W, 60 °C, 5 m/s	1	5.06	50	0.467	4.615
	2	5.09	50	0.399	3.919
	3	5.03	50	0.436	4.334
300 W, 60 °C, 10 m/s	1	5.04	50	1.835	18.204
	2	5.08	50	1.516	14.921
	3	5.10	50	1.597	15.657

2.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Gallic acid

ตารางภาคผนวก ค-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Gallic acid

สถานะ	ครั้งที่	น้ำหนัก ตัวอย่าง	ปริมาตรสุดท้าย	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ (ไมโครกรัมต่อกรัม)	ปริมาณที่เหลืออยู่เมื่อเทียบ กับลำไยสด (ร้อยละ)
เนื้อลำไยสด	1	1.00	25	1.561	39.025	-
	2	1.00	25	1.595	39.875	-
	3	1.00	25	1.583	39.575	-
100 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.00	25	0.636	15.90	40.26
	2	1.00	25	0.626	15.65	39.63
	3	1.00	25	0.644	16.10	40.77
100 W, 40 °C, 10 m/s	1	1.00	25	0.515	12.88	32.62
	2	1.00	25	0.528	13.20	33.43
	3	1.00	25	0.524	13.10	33.17
100 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.00	25	0.554	13.85	35.07
	2	1.00	25	0.547	13.68	34.64
	3	1.00	25	0.558	13.95	35.33
100 W, 60 °C, 10 m/s	1	1.00	25	0.595	14.88	37.68
	2	1.00	25	0.594	14.85	37.60
	3	1.00	25	0.559	13.98	35.40

ตารางภาคผนวก ก-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Gallic acid (ต่อ)

สภาวะ	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	ปริมาตรสุดท้าย	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ (ไมโครกรัมต่อกรัม)	ปริมาณที่เหลืออยู่เมื่อเทียบกับค่าไลสด (ร้อยละ)
300 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.00	25	0.452	11.30	28.61
	2	1.00	25	0.457	11.43	28.94
	3	1.00	25	0.457	11.43	28.94
300 W, 40 °C, 10 m/s	1	1.00	25	0.304	7.60	19.25
	2	1.00	25	0.295	7.38	18.69
	3	1.00	25	0.299	7.48	18.94
300 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.00	25	0.341	8.53	21.60
	2	1.00	25	0.343	8.58	21.73
	3	1.00	25	0.340	8.50	21.52
300 W, 60 °C, 10 m/s	1	1.00	25	0.395	9.88	25.02
	2	1.00	25	0.392	9.80	24.82
	3	1.00	25	0.393	9.83	24.89

2.2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Ellagic acid

ตารางภาคผนวก ค-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Ellagic acid

สภาวะ	ครั้งที่	น้ำหนัก ตัวอย่าง	ปริมาตรสุดท้าย	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ (ไมโครกรัมต่อกรัม)	ปริมาณที่เหลืออยู่เมื่อเทียบกับ ก้านลำไยสด (ร้อยละ)
เนื้อลำไยสด	1	1.00	25	10.292	257.30	-
	2	1.00	25	10.530	263.25	-
	3	1.00	25	10.072	251.80	-
100 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.00	25	3.952	98.80	38.38
	2	1.00	25	4.136	103.40	40.16
	3	1.00	25	4.249	106.23	41.26
100 W, 40 °C, 10 m/s	1	1.00	25	3.284	82.10	31.89
	2	1.00	25	3.273	81.83	31.78
	3	1.00	25	3.174	79.35	30.82
100 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.00	25	3.664	91.60	35.58
	2	1.00	25	3.501	87.53	34.00
	3	1.00	25	3.763	94.08	36.54

ตารางภาคผนวก ก-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Ellagic acid (ต่อ)

สภาวะ	ครั้งที่	น้ำหนัก ตัวอย่าง	ปริมาตรสุดท้าย	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าที่ได้จากการคำนวณ (ไมโครกรัมต่อกรัม)	ปริมาณที่เหลืออยู่เมื่อเทียบ กับลำไยสด (ร้อยละ)
100 W, 60 °C, 10 m/s	1	1.00	25	3.383	84.58	32.85
	2	1.00	25	2.929	73.23	28.44
	3	1.00	25	3.240	81.00	31.46
300 W, 40 °C, 5 m/s	1	1.00	25	2.798	69.95	27.17
	2	1.00	25	2.774	69.35	26.94
	3	1.00	25	2.787	69.68	27.07
300 W, 40 °C, 10 m/s	1	1.00	25	3.315	82.88	32.19
	2	1.00	25	3.490	87.25	33.89
	3	1.00	25	3.401	85.03	33.03
300 W, 60 °C, 5 m/s	1	1.00	25	1.800	45.00	17.48
	2	1.00	25	1.929	48.23	18.73
	3	1.00	25	1.785	44.63	17.34
300 W, 60 °C, 10 m/s	1	1.00	25	2.306	57.65	22.39
	2	1.00	25	2.220	55.50	21.56
	3	1.00	25	2.151	53.78	20.89

2.2.5 การคำนวณ

ปริมาณ HMF กรดแกลลิกและกรดเอลลาจิก (ไมโครกรัมต่อกรัม)

$$= \frac{[\text{ค่าที่อ่านได้จากกราฟวิเคราะห์ด้วย HPLC (มิลลิกรัมต่อลิตร)} \times \text{ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)}]}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.1 ตาราง ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

ตารางภาคผนวก ค-8 ผลวิเคราะห์ ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

ปัจจัย	ค่า p จากการวิเคราะห์ Anova			
	ความเหนียว	ค่าสี		
		L	a*	b*
ปัจจัยเดี่ยว				
กำลังงานไมโครเวฟ	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
อุณหภูมิความร้อน	0.000**	0.018*	0.000**	0.009**
ความเร็วความร้อน	0.098	0.106	0.000**	0.156
ปัจจัยร่วม				
กำลังงานไมโครเวฟ x อุณหภูมิความร้อน	0.000**	0.000**	0.000**	0.006**
กำลังงานไมโครเวฟ x ความเร็วความร้อน	0.000**	0.004**	0.001**	0.007**
อุณหภูมิความร้อน x ความเร็วความร้อน	0.059	0.061	0.102	0.084
กำลังงานไมโครเวฟ x อุณหภูมิความร้อน x ความเร็วความร้อน	0.004**	0.007**	0.304	0.000**

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

ตาราง ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมี

ตารางภาคผนวก ค-9 ผลวิเคราะห์ ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมี

ปัจจัย	ความชื้น	a_w	น้ำตาล รีดิวิซ	น้ำตาล ทั้งหมด	HMF	ร้อยละของกรดที่เหลืออยู่ กรดแกแลลิก	กรดเอลาจีค
ปัจจัยเดี่ยว							
กำลังงานไมโครเวฟ	0.031	0.286	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
อุณหภูมิความร้อน	0.104	0.162	0.088	0.000**	0.000**	0.009**	0.000**
ความเร็วความร้อน	0.208	0.143	0.053	0.062	0.000**	0.000**	0.121
ปัจจัยร่วม							
กำลังงานไมโครเวฟ x อุณหภูมิความร้อน	0.908	0.415	0.000**	0.000**	0.000**	0.897	0.000**
กำลังงานไมโครเวฟ x ความเร็วความร้อน	0.132	0.377	0.006**	0.008**	0.000**	0.016**	0.000**
อุณหภูมิความร้อน x ความเร็วความร้อน	0.004**	0.094	0.100	0.054	0.000**	0.058	0.372
กำลังงานไมโครเวฟ x อุณหภูมิความร้อน x ความเร็วความร้อน	0.334	0.784	0.006**	0.008**	0.000**	0.000**	0.005**

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายแดนชัย เครื่องเงิน
วัน เดือน ปี เกิด	7 กุมภาพันธ์ 2515
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษานุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาเคมีปฏิบัติ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษาปริญญาสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษานุปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved