ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

วัตถุดิบและลักษณะของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมผลิตภัณฑ์

1. นำพริกหวานแดงจากโครงการหลวงมาล้างทำความสะอาด

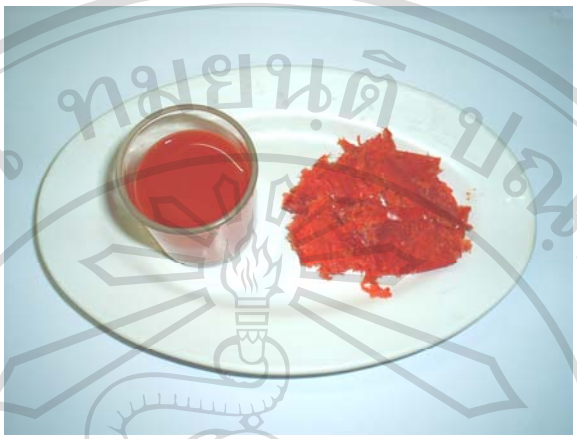
รูปภาคผนวก ก1 ลักษณะพริกหวานสดก่อนสกัดน้ำแยกกาก

2. จากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยแยกเมล็ดออกด้วย

รูปภาคผนวก ก2 การหั่นพริกแยกเนื้อพริกกับเมล็ดก่อนการสกัดน้ำแยกกาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. นำพริกหวานแดงที่หั่นเป็นชิ้นไปสกัดน้ำแยกกาก ด้วยเครื่องสกัดน้ำแยกกาก



รูปภาคผนวก ก3 ส่วนน้ำสกัดจากพริกหวานที่ผ่านการกรองด้วยผ้าข้าวบางแล้วและส่วนกาก

4. นำน้ำที่สกัดได้จากพริกหวานคั้นสดไปแช่ในข้าวที่ผ่านการนึ่งให้สุกที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันจะได้ข้าวที่มีลักษณะดังรูปที่ 4

A B C

รูปภาคผนวก ก4 แสดงลักษณะข้าวพริกหวานโดย

A คือ ข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วน 1:0.25

B คือ ข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วน 1:0.50

C คือ ข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วน 1:0.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำแห้ง

1. นำข้าวเหนียวพริกหวานที่ได้มาเกลี่ยบนถาดให้ข้าวเหนียวกระจายตัวบาง ๆ ให้เสมอกัน

รูปภาคผนวก ก5 ลักษณะการเกลี่ยข้าวบนถาดก่อนนำไปอบ

2. ข้าวที่ผ่านการทำแห้ง

รูปภาคผนวก ก6 ข้าวที่ผ่านการทำแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศึกษาการคืนรูป 2 วิธี ได้แก่

1. การคืนรูปโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ

รูปภาคผนวก ก7 ข้าวที่ผ่านการคืนรูปโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ

2. การคืนรูปด้วยไมโครเวฟ

รูปภาคผนวก ก8 ข้าวที่ผ่านการคืนรูปด้วยไมโครเวฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดสีระบบ Hunter ตามวิธีของ Minolta Co., Ltd.

เป็นการวัดค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ โดยค่า L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness / greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness / blueness)

L คือ ค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100	
a* คือ ค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ a มีค่าบวก	เป็นสีแดง
	เมื่อ a มีค่าลบ	เป็นสีเขียว
b* คือ ค่าสีเหลืองและน้ำเงิน	เมื่อ b มีค่าบวก	เป็นสีเหลือง
	เมื่อ b มีค่าลบ	เป็นสีน้ำเงิน

2. การวัดปริมาณน้ำอิสระ

ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Aqualab ; Model series 3, USA เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีความสำคัญต่อการเน่าเสียของอาหารและการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ถ้ามีปริมาณน้ำอิสระในปริมาณที่สามารถทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้

3. การวัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. กระป๋องอบความชื้น (Moisture can)
2. โถดูดความชื้น (Desicater)

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical Balance)
2. ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1)

2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว (W2)

3. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

4. นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งติดกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100$$

W 1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น (กรัม)

W2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีเคลดาห์ล: Kjeldahl Method (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ขวดเคลดาห์ล (Kjeldahl Method) ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. บิวเรตชนิด A (Class A) ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle) ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือ

1. ชุดกลั่นโปรตีน (Distillation Apparatus)
2. ชุดย่อยโปรตีน (Digestion unit)
3. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical Balance)
4. ตู้ดูดควัน (Hood)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Sulfuric Acid; H2SO4) ความเข้มข้น 98 % (w/v)
2. คะตะลิตส์ผสมอัตราส่วนระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate; $CuSO_2.5H_2O$) ปราศจากไนโตรเจน 3.5 % โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate; Na_2SO_4) ปราศจากไนโตรเจน 96 % ซิลิเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide; SeO_2) ปราศจากไนโตรเจน 0.5 %
3. เม็ดเดือด (Glass beat)
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 40 (w/v)
5. กรัดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.1 N มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน หากครบกำหนดเวลาแล้วให้นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนใหม่ (restandardize) หรือนำไปใช้งานอื่นที่ไม่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน
6. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) ประกอบด้วยเมทิลเรด (Methyl red) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v) ในแอลกอฮอล์ ผสมกับโบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v) ในแอลกอฮอล์ อัตราส่วน 1:1
7. กรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 (w/v)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม (w) ถ่ายตัวอย่างลงในหลอดย่อยโปรตีน ทำ blank ควบคู่ไปด้วย
2. เติมคะตะลิสต์ผสมจำนวน 8 กรัม
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยเอียงหลอดย่อยโปรตีนและค่อย ๆ รินกรดลงข้าง ๆ หลอด เพื่อล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ข้างหลอด และค่อย ๆ เขย่าตัวอย่างเบา ๆ
4. นำไปย่อยที่ชุดย่อยโปรตีนใช้เวลาย่อยประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายใสจึงปิดชุดย่อย รอจนกระทั่งสารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. นำสารละลายที่ได้ต่อกับเครื่องกลั่นโปรตีน โดยนำขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริก 4 % จำนวน 50 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 6 – 10 หยด

6. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % ให้มากเกินพอ 60 มิลลิลิตร ถ้าปริมาณด่างมากเกินพอสารละลายจะมีสีดำถ้ายังไม่เกิดสีดำให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มอีก 5 – 10 มิลลิลิตร

7. เปิดเครื่องเริ่มทำการกลั่น โดยให้ทำ blank ก่อนตัวอย่าง

8. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกจนได้จุดยุติ คือ สังเกตสีชมพูปรากฏขึ้นและสารละลายสีเทาอมม่วง

วิธีคำนวณ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก = $\frac{(Va - Vb) \times N.H_2SO_4 \times 1.4007}{W}$

Va คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

Vb คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไตเตรต Blank มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

$N.H_2SO_4$ คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกมีหน่วยเป็นโมล

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

ปริมาณโปรตีน ร้อยละของน้ำหนัก = ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละของน้ำหนัก × แฟกเตอร์

แฟกเตอร์ที่ใช้คือแฟกเตอร์ข้าวเจ้ามีค่าเท่ากับ 5.95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยวิธีซอล์กเลต: Soxhlet (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. เดซิเคเตอร์ (Desiccater)
5. ขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว

เครื่องมือ

1. ปิโตเลี่ยม อีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 30 – 40 องศาเซลเซียส ปราศจากเปอร์ออกไซด์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบความชื้นแล้วด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 1 กรัม (W1)

2. ถ่ายตัวอย่างลงในกระดาษกรองที่ผ่านการสกัดไขมันแล้วห่อให้เรียบร้อยนำไปใส่ในทิมเบอร์

3. นำทิมเบอร์ใส่ในชุดกลั่นซอล์กเลต

4. เติมปิโตเลี่ยมอีเทอร์ประมาณ 160 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว (W2)

5. เปิดเครื่องทำน้ำหล่อเย็นก่อนทำการสกัดประมาณ 30 นาที ตั้งอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เปิดเตาหลุมให้ความร้อนตั้งระดับความร้อนที่ระดับ 4 – 5 ทำการสกัดไขมัน ตามเวลาที่เหมาะสมกับปริมาณไขมันในตัวอย่าง

6. เมื่อครบกำหนดเวลาให้ปิดเตาหลุมให้ความร้อน และระเหยปิโตเลี่ยมอีเทอร์ออกจากตัวอย่างในตู้ดูดควัน

7. นำขวดก้นกลมอบต่อในตู้ลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 102 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ชั่งน้ำหนัก (W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W3 - W2) \times 100}{W1}$$

W1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

W2 คือ น้ำหนักขวดก้นกลม มีหน่วยเป็นกรัม

W3 คือ น้ำหนักขวดก้นกลมที่มีไขมัน มีหน่วยเป็นกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีวิเคราะห์

นำผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณกาก ปริมาณเถ้า ในตัวอย่างมาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีคำนวณ

% คาร์โบไฮเดรต = 100 – (% ความชื้น + % ไขมัน + % โปรตีน + % กาก + % เถ้า)

5. การวิเคราะห์หาปริมาณกากโดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ทรงสูงชนิดไม่มีปาก ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. บิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง (Cylender) ขนาด 250 มิลลิลิตร
4. ขวดก้นกลมก้นแบนบรรจุน้ำ
5. แท่งแก้วคนสาร (Spatula)
6. กรวยบุชเนอร์ (Buchner funner)
7. ขวดสำหรับกรองดูด (Suction flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร พร้อมอุปกรณ์
8. ขวดน้ำ (wash bottle) ขนาด 5000 มิลลิลิตร
9. กระดาษกรอง what man เบอร์ 541
10. ถ้วยกระเบื้อง
11. กระดาษลิตมัส
12. เดซิเคเตอร์ (Desiccater)

เครื่องมือ

1. เตาไฟฟ้า (Hot plate)
2. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)
3. เตาเผาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Muffle furnance)
4. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance)
5. อ่างน้ำควบคุมความร้อน (Water bath)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; H_2SO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.255 ± 0.005 M)

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.313 ± 0.005 M)

3. เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักที่มีไขมันไม่เกิน 1% หรือตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 1 กรัม (W1) ใส่บิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

2. ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 % จำนวน 200 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวงใส่บิกเกอร์ที่มีตัวอย่างอยู่ นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยปิดปากบิกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุน้ำกลั่นเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลายเมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

3. กรองทันทีด้วยกรวยบุชเนอร์ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 541 (W2) (ที่ผ่านการอบให้แห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน) โดยใช้แรงสุญญากาศผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดูด

4. ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบิกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์

5. ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด ทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นแดง

6. ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่บิกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้าจนร้อนนำไปใส่ขวดน้ำแล้วฉีดล้างกากบนกระดาษกรองลงในบิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร จนหมด

7. นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบิกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลายเมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

8. กรองทันทีผ่านกรวยบุชเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรอง 541 ฉีดน้ำกลั่นให้แนบสนิทกับกรวยบุชเนอร์แล้วฉีดล้างสิ่งเหลือบนบิกเกอร์ด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้งลงในกรวยบุชเนอร์

9. ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดค่างทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแดงเป็นน้ำเงิน

10. นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้อง (W3) นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 102 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

11. เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกระดาษกรองที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผาอุณหภูมิ 550 ± 25 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W5)

วิธีคำนวณ

ใช้ตัวอย่างที่กำจัดความชื้นและไขมันออกแล้ว

$$\text{ปริมาณกาก ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W4 - W3 - W2) - (W5 - W3) \times 100}{W1}$$

W1 คือ น้ำหนักตัวอย่างมีหน่วยเป็นกรัม

W2 คือ น้ำหนักกระดาษกรองมีหน่วยเป็นกรัม

W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องมีหน่วยเป็นกรัม

W4 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + กระดาษกรอง + กากหลังการอบแห้งหน่วยเป็นกรัม

W5 คือ น้ำหนักถ้ายกระเบื้อง + กากหลังการเผา มีหน่วยเป็นกรัม

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
2. ตะเกียงบุนเซน
3. เดซิเคเตอร์ (Dessiccator)

เครื่องมือ

1. เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
2. เตาเผาไฟฟ้า
3. ตู้ดูดควัน
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส (เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W1) และใส่ตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องเคลือบชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม (W2)

2. นำไปเผาด้วยตะเกียงบุนเซนโดยเพิ่มความร้อนขึ้นที่ละน้อยจนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาจนหมดควัน

3. นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาวให้นำเถ้าออกมาจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วหยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม ระวังอย่างให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำและทำซ้ำตามข้อ 2 จนเถ้าขาวและได้น้ำหนักคงที่) (น้ำหนักคงที่ หมายถึง ผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W3 - W1) \times 100}{(W2 - W1)}$$

W1 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีหน่วยเป็นกรัม

W2 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผามีหน่วยเป็นกรัม

W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผามีหน่วยเป็นกรัม

การวิเคราะห์หาสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

1. Free radical scavenging measurement (N.Deepa *et al*. 2006)

การวัดความสามารถในการยับยั้งสาร DPPH เป็นการวัดความสามารถของสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่จะสามารถยับยั้งสาร DPPH ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance)
2. เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV. Spectrophotometer)

4. ไมโครปิเปต
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

สารเคมี

1. เมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์
2. DPPH (2,2 – Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl hydrate)

วิธีวิเคราะห์

1. บดตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในเมทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร ทำการสกัดสาร 1 ชั่วโมง
2. นำสารที่สกัดได้มาปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลางด้วยความเร็ว 5000 g เป็นเวลา 15 นาที
3. นำส่วนใสออก จากนั้นล้างตะกอนที่เหลือด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร
4. ทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง
5. นำสารสกัดที่ได้ไประเหยที่อ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส ให้เหลือปริมาตร 20 มิลลิลิตร
6. นำสารสกัดที่ผ่านการระเหยแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมา 100 ไมโครลิตร
7. เติมสารละลาย DPPH ที่ละลายในเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 3.9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
8. นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

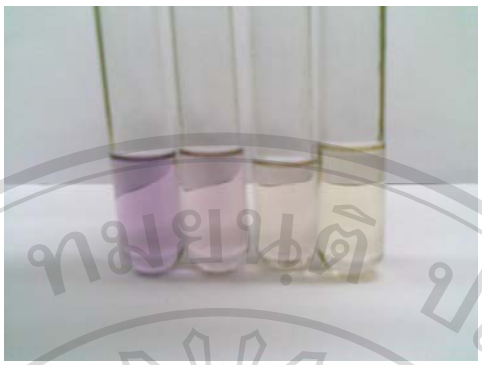
รูปภาคผนวก ข1 สารสกัดที่ได้จากน้ำสกัดจากพริกหวานคั้นสด

รูปภาคผนวก ข2 ลักษณะของสารสกัดที่ได้จากน้ำสกัดจากพริกหวานคั้นสด
และผ่านการปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแล้วซึ่งจะแสดงลักษณะของตะกอนสีส้มชัดเจน

รูปภาคผนวก ข3 ลักษณะของสารสกัดที่ได้ก่อนนำไประเหยให้เหลือ 20 มิลลิลิตร

รูปภาคผนวก ข4 สารละลาย DPPH ในเมทานอล 50 % ที่อัตราส่วน
0.025 กรัม ต่อ เมทานอล 50 % 1000 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



A B C D

รูปภาคผนวก ข5 ลักษณะของสีของตัวอย่างเมื่อเติมสารละลาย DPPH แล้ว โดย

A คือ หลอดของตัวควบคุม

B คือ หลอดของสารสกัดจากข้าวพริกหวานอัตราส่วน 1:0.25

C คือ หลอดของสารสกัดจากข้าวพริกหวานอัตราส่วน 1:0.50

D คือ หลอดของสารสกัดจากข้าวพริกหวานอัตราส่วน 1:0.75

วิธีคำนวณ

$$\text{Antioxidant activity} = \frac{\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{control}}} \times 100$$

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด: Total Phenolic content (Shui Guanghou *et al.*, 2005)

ใช้ในการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้สาร Folin – Ciocalteu ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงต่อสารฟีนอลิกตัวใดตัวหนึ่ง แต่สามารถฟีนอลิกทุกกลุ่มที่สามารถพบได้ในสารสกัด ซึ่งในการสกัดบางครั้งอาจพบโปรตีนรวมอยู่ด้วยย เนื่องจากฟีนอลิกมีคุณสมบัติที่สามารถรวมตัวกับโปรตีนได้ ดังนั้นจึงต้องทำการสกัดสารจากตัวอย่างด้วยความระมัดระวัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance)
2. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV. Spectrophotometer)
3. ไมโครปิเปต

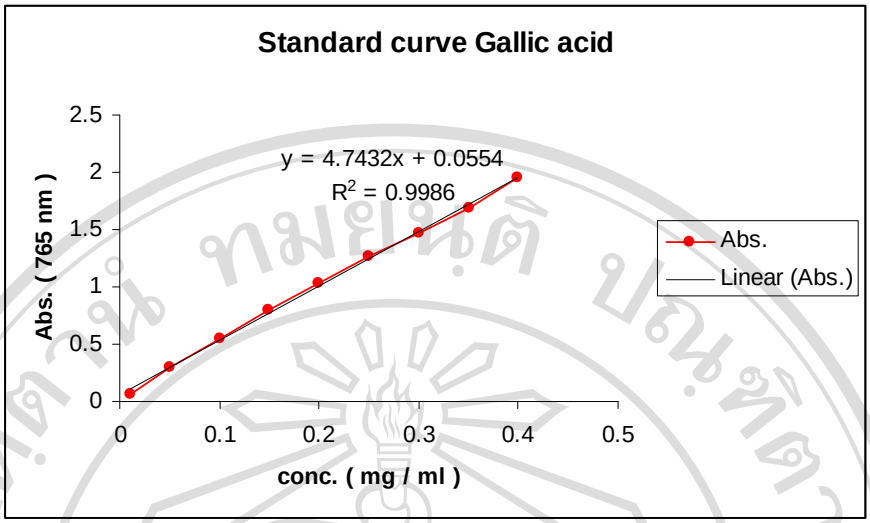
สารเคมี

1. Gallic acid
2. Folin – Ciocalteau reagents (1:10)
3. Sodium carbonate (7.5 %)

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. เตรียม stock solution ของสารละลาย gallic acid ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร
2. ปรับความเข้มข้นของสารละลาย gallic acid จาก stock solution ให้มีระดับความเข้มข้นเป็น 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร
3. นำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 400 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin – Ciocalteau reagents ที่ผ่านการเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 ในปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
4. เติมแต่ละความเข้มข้นด้วยสารละลาย Sodium carbonate 7.5 % ในปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร
5. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง
6. นำแต่ละความเข้มข้นมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร
7. นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย gallic acid ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นทำให้ได้สมการเส้นตรงและนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปภาคผนวก ข6 แสดง Standard curve gallic acid

A B C

รูปภาคผนวก ข7 สารเคมีที่ใช้ในการทำกราฟมาตรฐาน

A คือ Stock solution gallic acid

B คือ Sodium carbonate 7.5 %

C คือ Folin – Ciocalteau reagents (1:10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

A B C D E F

รูปภาคผนวก ข8 ลักษณะสีของกราฟมาตรฐานโดย

A คือ หลอดควบคุม

B คือ มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

C คือ มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

D คือ มีความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

E คือ มีความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

F คือ มีความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อ 1 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายตัวอย่างโดยนำตัวอย่าง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

2. นำสารละลายตัวอย่างมา 100 ไมโครลิตร

3. เติม Folin – Ciocalteau reagents ที่ผ่านการเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 โดยเติมลงไป 1.8 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

4. เติมสารละลาย Sodium carbonate 7.5 % 1.2 มิลลิลิตร

5. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

6. นำแต่ละตัวอย่างมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร

7. เทียบกับกราฟมาตรฐาน รายงานค่าต่อหน่วย GAE / 1000 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปภาคผนวก ข9 นำตัวอย่าง 1 กรัม สกัดในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

A B C D E

รูปภาคผนวก ข10 การวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยเป็นขั้นตอนในการเติมตัวอย่างลงไป 400 ไมโครลิตรและ เติม Folin – Ciocalteau ลงไป 1.8 ml ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที โดย

A คือ หลอดควบคุม

B คือ ตัวอย่างน้ำคั้นสดจากพริกหวาน

C คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.25

D คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.50

E คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

A B C D E

รูปภาคผนวก ข11 การวัดปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด โดยเป็นขั้นตอนหลังจากที่เติม Folin – Ciocalteau จากนั้นทำการเติม Sodium carbonate 1.2 ml แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

A คือ หลอดควบคุม

B คือ ตัวอย่างน้ำคั้นสดจากพริกหวาน

C คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.25

D คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.50

E คือ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวานที่ 1:0.75

วิธีคำนวณ (Adesegun *et al*., 2007)

สมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐาน $y = 4.7432x + 0.0554$

เมื่อ y คือ ค่าการดูดกลื่นแสงที่วัดได้

4.7432 คือ ค่าความชันของเส้นกราฟ

x คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณ

0.0554 คือ ค่าคงที่ของสมการ (จุดตัดแกน y)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

GAE (Gallic Acid Equivalent)

$$T = \frac{C.V}{M}$$

T คือ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัม

X ,C คือ ค่าความเข้มข้นที่คำนวณได้จากกราฟมาตรฐาน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

V คือ ปริมาณสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

M คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีหน่วยเป็น กรัม

คำนวณค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง เช่นเดียวกันในทุกตัวอย่าง ทำให้ได้ค่า x นำไปแทนในสมการข้างต้นเพื่อคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง ซึ่งต้องนำมาคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

Scoring test

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ ตัวอย่างที่ท่านกำลังจะทดสอบในครั้งนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวสุกเร็วกลิ่นรสพริกหวาน โปรดอาศัยความสามารถด้านประสาทสัมผัสของท่านในการอธิบายความแตกต่างของคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์โดยให้คะแนนของแต่ละลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ลักษณะ	รายละเอียด		ตัวอย่าง			
			1	2	3	4
ลักษณะปรากฏ						
การเกาะตัว	ร่วนมากไม่เกาะตัว	(1 – 3)				
ของเนื้อสัมผัส	เกาะตัวเล็กน้อย	(4 – 6)				
	เกาะตัวพอเหมาะ	(7 – 9)				
สี	ลักษณะสี					
	สีส้มอ่อนถึงส้ม	(1 – 3)				
	สีส้มเข้มถึงส้มอมแดง	(4 – 6)				
	สีแดง	(7 – 9)				
	ความสม่ำเสมอของสี					
	สีไม่สม่ำเสมอ	(1 – 3)				
	สีสม่ำเสมอปานกลาง	(4 – 6)				
	สีสม่ำเสมอมาก	(7 – 9)				
กลิ่น	กลิ่นพริกรุนแรง	(1 – 3)				
	กลิ่นพริกปานกลาง	(4 – 6)				
	กลิ่นพริกอ่อน ๆ	(7 – 9)				
เนื้อสัมผัส	เนื้อแข็งเกินไป	(1 – 3)				
	เนื้อเหนียวนุ่มเล็กน้อย	(4 – 6)				
	เนื้อเหนียวนุ่มพอเหมาะ	(7 – 9)				
ความชอบรวม	ไม่ชอบมากที่สุด,ไม่ชอบมาก,ไม่ชอบปานกลาง	(1 – 3)				
	ไม่ชอบเล็กน้อย,เฉย ๆ ,ชอบเล็กน้อย	(4 – 6)				
	ชอบปานกลาง,ชอบมาก,ชอบมากที่สุด	(7 – 9)				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ตารางผลการทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ง1 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าปริมาณความชื้นของข้าวพันธุ์ กข 6 และ กข 10 ที่แช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวาน คือ 1:0.25, 1:0.50, 1:0.75 ที่เวลา 1, 2 หรือ 3 ชั่วโมง โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

SOV	Df	MS	
		กข 6	กข 10
อัตราส่วน	2	718.982*	744.587*
เวลา	2	6.442*	6.606 *
Rep.	2	5.565*	0.922
อัตราส่วน * เวลา	4	0.415	4.790*
Error	72	1.671	1.438

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก ง2 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าสีของข้าวพันธุ์ กข 6 ที่แช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวาน คือ 1:0.25, 1:0.50, 1:0.75 ที่เวลา 1, 2 หรือ 3 ชั่วโมง โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

SOV	df	MS		
		ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง – เขียว (a*)	ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b*)
อัตราส่วน	2	191.450*	39.303*	54.105*
เวลา	2	4.575	35.969*	20.257*
Rep.	2	24.725*	50.010*	120.647*
อัตราส่วน * เวลา	4	7.963	15.842	8.115
Error	72	5.773	7.150	5.562

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ง3 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าสีของข้าวพันธุ์ กข 10 ที่แช่ในน้ำสกัดจากพริกหวานที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำสกัดจากพริกหวาน คือ 1:0.25, 1:0.50, 1:0.75 ที่เวลา 1, 2 หรือ 3 ชั่วโมง โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

SOV	df	MS		
		ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง – เขียว (a*)	ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b*)
อัตราส่วน	2	130.957*	275.341*	89.262*
เวลา	2	1.988*	2.677*	7.428*
Rep.	2	0.425	1.766	10.290*
อัตราส่วน * เวลา	4	1.675*	1.511*	7.203*
Error	72	0.449	0.659	1.998

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก ง4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนในการแช่ เวลาที่ใช้ในการแช่ข้าวต่อปริมาณความสามารถในการยับยั้งสาร DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

SOV	df	MS	
		เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสาร DPPH	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
อัตราส่วน	2	16293.511*	4524.516*
เวลา	2	4.768	503.251*
Rep.	2	364.280*	114.961*
อัตราส่วน * เวลา	4	3.417	26.738*
Error	72	16.953	7.139

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ง5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนในการแช่ เวลาที่ใช้ในการแช่ข้าวต่อปริมาณความสารมารถในการยับยั้งสาร DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 10 โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง

SOV	df	MS	
		เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสาร DPPH	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
อัตราส่วน	2	7766.670*	5553.527*
เวลา	2	2.562	574.694*
Rep.	2	3424.338*	189.303*
อัตราส่วน * เวลา	4	4.233	39.205*
Error	72	109.112	13.199

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาว สุปรียา ชาญชัยสมจิตร

วัน เดือน ปีเกิด 10 มิถุนายน 2524

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อ.เมือง จ. พระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2546 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved