ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวโพดบดหยาบ **ปลายข้าวหอมมะลิบด**

ภาพที่ ก.1 ลักษณะของข้าวโพดบดหยาบและปลายข้าวหอมมะลิบดที่ใช้ในการวิจัย

บัวบกทั้งต้นสดบด **น้ำคั้นบัวบกสด**

บัวบกทั้งต้นสด **ใบบัวบกแห้งบด** **บัวบกทั้งต้นแห้งบด**

ภาพที่ ก.2 ลักษณะของบัวบกรูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องบดเนื้อ

เครื่องอัดไฮโดรลิก

ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า

เครื่องอบอินฟาเรดสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.3 เครื่องมือชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการแปรรูปบัวบก

ภาพที่ ก.4 เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบสกรูเดี่ยว

ภาพที่ ก.5 ลักษณะขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกร้อยละ 4 ในรูปแบบต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.6 ลักษณะขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกทั้งต้นสดบดในปริมาณแตกต่างกัน

ภาพที่ ก.7 ลักษณะของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า 2 ชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.1 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบก

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส: ให้ผู้ทดสอบ ชิมตัวอย่างขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบก และทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาเป็นระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

ให้ผู้ทดสอบกรอกระดับคะแนน 1-9 ตามระดับความชอบลงในตาราง

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. สี 2. กลิ่น 3. รสชาติ 4. ความกรอบ 5. ความเรียบเนียน 3. ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขอบคุณในความร่วมมือ

ภาคผนวก ข.2 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบก

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส: ให้ผู้ทดสอบ ชิมตัวอย่างขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบก และทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาเป็นระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความชอบ
9	ชอบมากที่สุด
8	ชอบมาก
7	ชอบปานกลาง
6	ชอบเล็กน้อย
5	เฉยๆ
4	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	ไม่ชอบปานกลาง
2	ไม่ชอบมาก
1	ไม่ชอบมากที่สุด

ให้ผู้ทดสอบกรอกระดับคะแนน 1-9 ตามระดับความชอบลงในตาราง

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์				
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. ความกรอบ 2. ความเรียบเนียน 3. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณในความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.3 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกปรุงรส

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส: กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียมไว้ แล้วให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยตัวอย่างท่านชอบมากที่สุดให้ระดับความชอบลำดับแรก และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดให้ระดับความชอบลำดับสุดท้าย

โปรดทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับรหัสที่เสนอให้ต่อไปนี้

รหัส ....

ระดับความชอบ	**รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์**
ลำดับที่ 1	.....
ลำดับที่ 2	.....
ลำดับที่ 3	.....
ลำดับที่ 4	.....
ลำดับที่ 5	.....

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ขอบคุณในความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.4 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวพองกรอบ

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส: ให้ผู้ทดสอบ ชิมตัวอย่างขนมขบเคี้ยวพองกรอบ และทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาเป็นระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

ให้ผู้ทดสอบกรอกระดับคะแนน 1-9 ตามระดับความชอบลงในตาราง

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. ลักษณะปรากฏ 2. กลิ่น 3. รสชาติ 4. ความกรอบ 5. ความเรียบเนียน 3. ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขอบคุณในความร่วมมือ

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ค. 1.1 การวัดค่าสีระบบ CIE L*C*h

ทำการวัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter) รายงานผลค่าสีเป็นระบบ CIE L*C*h โดยที่

L* คือ ค่าความสว่างของสี (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)

C* คือ ค่าความเข้มของสี (Chroma) มีค่ามากกว่า 0 โดยค่ายิ่งมาก แสดงว่ามีความเข้มของสีมาก

h คือ ค่าเฉดสี (Hue) โดยมีค่า 0 องศา เท่ากับ +a* (สีแดง)
90 องศา เท่ากับ +b* (สีเหลือง)
180 องศา เท่ากับ -a* (สีเขียว)
270 องศา เท่ากับ -b* (สีน้ำเงิน)

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่าแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐานที่ D_{65} (Standard Illuminant D_{65}) เป็น Natural daylight มีอุณหภูมิเท่ากับ 6500 เคลวิน ทำการวัดสีตัวอย่าง โดยใส่ตัวอย่างลงในภาชนะได้ให้มีความสูง 1 เซนติเมตร ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉาก และอ่านค่า ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. 1.2 การหาขนาดอนุภาค (Particle size)

ใช้วิธีร่อนผ่านชั้นตะแกรงที่วางซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดใหญ่ (ขนาดหยาบ) อยู่ชั้นบน และขนาดช่องเปิดเล็ก (ขนาดละเอียด) อยู่ชั้นล่าง ตามลำดับ ใช้เวลาในการร่อน 20 นาที น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ 100 กรัม และบันทึกขนาดอนุภาคจากน้ำหนักตัวอย่างที่ค้างอยู่บนตะแกรง ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. 1.3 การหาอัตราส่วนการพองตัว (Expansion ratio)

คำนวณจากอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดของผลิตภัณฑ์ที่ได้เทียบกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเปิดหน้าแปลนที่ใช้ ทำการวัด 3 ซ้ำ (แต่ละซ้ำได้จากค่าเฉลี่ยของการวัดตัวอย่าง 20 ชิ้น) แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. 1.4 การหาความหนาแน่น (Bulk density)

ทำได้โดยการนำขนมขบเคี้ยวพองกรอบเทลงในภาชนะที่รู้ปริมาตรแน่นอน ในระหว่างที่เทขนมขบเคี้ยวพองกรอบลงไปในภาชนะนั้น ต้องเคาะภาชนะเป็นระยะเพื่อให้ขนมขบเคี้ยวพองกรอบเรียงตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเทขนมขบเคี้ยวพองกรอบจนเต็มภาชนะแล้วใช้ไม้บรรทัดสแตนเลสปาดขนมขบเคี้ยวพองกรอบส่วนเกินออกให้เรียบเสมอขอบบนของภาชนะแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการบันทึกน้ำหนัก และปริมาตรของขนมขบเคี้ยวพองกรอบ ทำการวัด 3 ซ้ำ (แต่ละซ้ำได้จากค่าเฉลี่ยของการวัดตัวอย่าง 20 ครั้ง) แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าความหนาแน่นคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} + \text{น้ำหนักภาชนะ}) - (\text{น้ำหนักภาชนะ})}{\text{ปริมาตรภาชนะ}}$$

ค. 1.5 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (วัดค่าแรงกดแตก: Compression force)

ทำการวัดค่าแรงกดแตกโดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัววัดในลักษณะกดเป็น P50 (50 mm. Dia. Cylinder Aluminum) ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้อผลิตภัณฑ์ 5.0 มิลลิเมตรต่อวินาที บันทึกค่าแรงกดสูงสุดที่ทำให้ขนมขบเคี้ยวพองกรอบแตก ค่าแรงกดแตกจะสัมพันธ์กับค่าความแข็ง (hardness) ของขนมขบเคี้ยวพองกรอบที่วัด ทำการวัด 3 ซ้ำ (แต่ละซ้ำได้จากค่าเฉลี่ยของการวัดตัวอย่าง 20 ชิ้น) แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ค. 2.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)

ทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ก่อนทำการวัดให้เปิดเครื่องไว้เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการตรวจสอบความแม่นยำ (accuracy) ของเครื่องด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 6.0 โมลาร์ ให้มีค่าเท่ากับ 0.756 จึงใส่ตัวอย่างขนมขบเคี้ยวพองกรอบที่บดละเอียดลงในตลับสำหรับวัดตัวอย่างประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ จากนั้นนำไปวางในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระ จดบันทึกค่าปริมาณน้ำอิสระที่วัดได้ ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำอิสระที่ได้

ค. 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content) (AOAC, 2005)

การหาปริมาณความชื้นโดยใช้ตู้อบลมร้อน โดยทำการบันทึกน้ำหนัก moisture can ที่สะอาด และผ่านการอบเป็นเวลา 30 นาที และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงใน moisture can แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วนำ moisture can ออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักของ moisture can และของแข็งที่เหลืออยู่ คำนวณหาปริมาณความชื้นได้จากสมการ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ค. 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบ (Crude fiber) (AOAC, 2005)

การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบโดยวิธีการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดและด่างภายใต้สภาวะที่กำหนด นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบ และเผาเพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา ซึ่งก็คือปริมาณเยื่อใยหยาบ

วิธีการเตรียมสารเคมี

1) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; H_2SO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.255±0.005 โมลาร์) เตรียมโดยตวงกรดซัลฟิวริกเข้มข้นมา 14.17 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร
2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.313±0.005 โมลาร์) เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์มา 12.375 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1) ชั่งตัวอย่างที่มีไขมันไม่เกินร้อยละ 1 หรือตัวอย่างที่สกัดไขมันออกเรียบร้อยแล้ว 1 กรัม (W1) ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
2) ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวง ใส่บีกเกอร์ที่มีตัวอย่างอยู่ นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุน้ำกลั่น เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที
3) กรองทันทีด้วยกรวยบุชเนอร์ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 541 (W2) (ที่ผ่านการอบให้แห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน) โดยใช้แรงสุญญากาศผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดูด
4) ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์
5) ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด ทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส สีน้ำเงินเป็นแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6) ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้าจนร้อน นำไปใส่ขวดน้ำแล้วฉีดล้างกากบนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร จนหมด

7) นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบีกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

8) กรองผ่านกรวยบุชเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรอง 541 ฉีดน้ำกลั่นให้แนบสนิทกับกรวยบุชเนอร์ แล้วฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนลงในกรวยบุชเนอร์

9) ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดด่างทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแดงเป็นสีน้ำเงิน

10) นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้อง (W3) นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W4)

11) เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกระดาษกรองที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผา อุณหภูมิ 550±25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W5)

12) คำนวณหาปริมาณเยื่อใยหยาบได้จากสมการ

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

เมื่อ W1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W2 คือ น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)

W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (กรัม)

W4 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง กระดาษกรอง และกากหลังการอบแห้ง (กรัม)

W5 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง และกากหลังจากการเผา (กรัม)

ค. 2.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic compound) (Chang *et al*., 2006)

วิธีการเตรียมสารเคมี

1) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate; Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7 เตรียมโดยชั่งโซเดียมคาร์บอเนตมา 7 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค (gallic acid) ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 30 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้ครบ 50 มิลลิลิตร

วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค 0 0.5 1 2 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 6 มิลลิลิตร ก็จะได้ความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิกเป็น 0 50 100 200 300 400 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ
2) ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้นมา 125 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 6 นาที
3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 ลงไป 1.25 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture
4) ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์
5) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นไปเขียนกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ ค. 1)

วิธีการสกัด

1) ชั่งตัวอย่างมา 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
2) นำไปวางในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ สกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที
3) ปล่อยให้สารสกัดตัวอย่างที่ได้เย็น แล้วกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำส่วนใสไปวิเคราะห์ต่อไป

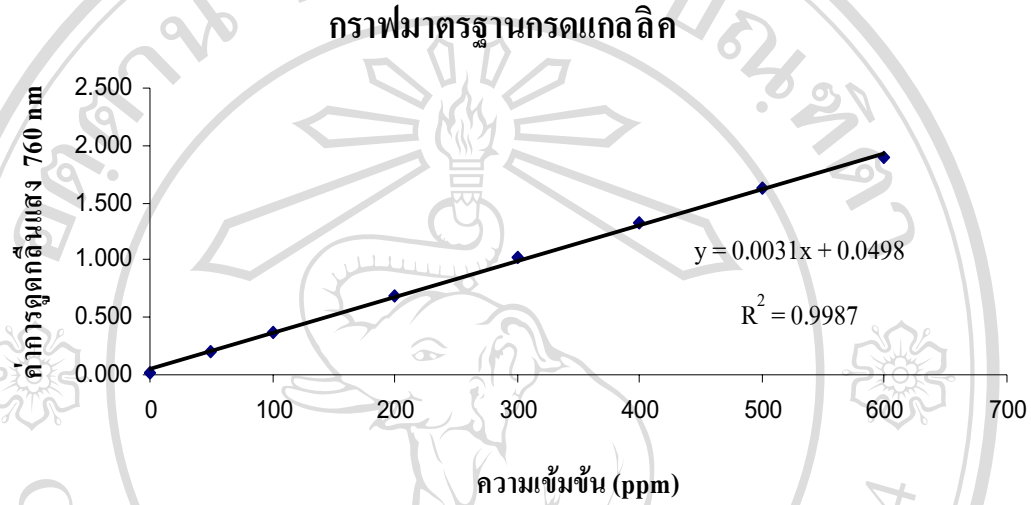
วิธีการวิเคราะห์

1) ปิเปตส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 125 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 6 นาที
2) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 ลงไป 1.25 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์

4) หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค



ภาพที่ ค.1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิคสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

ค. 2.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการจับเฟอรัสไอออน (Ferrous ion chelating ability) (Chang *et al*., 2006)

การหาค่าความสามารถในการจับเฟอรัสไอออน ซึ่งสามารถเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้โดยอาศัยหลักการที่ว่า สารที่มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันจะจับกับเฟอรัสไอออนทำให้สีม่วงของสารประกอบเชิงซ้อนเฟอรัสไอออนกับเฟอโรซีน (ferrozine) จางลง

วิธีการเตรียมสารเคมี

1) สารละลายเฟอร์รัสคลอไรด์ (ferrous chloride; $FeCl_2$) ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยชั่งเฟอร์รัสคลอไรด์มา 0.0195 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 50 มิลลิลิตร

2) สารละลายเฟอร์โรซีน (ferrozine; 3-(2-pyridyl)-5, 6-bis (4-phenyl-sulfonic acid)-1, 2, 4-triazine) ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยชั่งเฟอร์โรซีนมา 0.1194 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 50 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการสกัด

1) ชั่งตัวอย่างมา 100 มิลลิกรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
2) วางในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ สกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
3) ปล่อยให้สารสกัดตัวอย่างที่ได้เย็น แล้วกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำส่วนใสไปวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการวิเคราะห์

1) ปิเปตส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายเฟอรัสคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ 0.1 มิลลิลิตร และเฟอร์โรซีนความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ 0.2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture
2) ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 562 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์
3) สำหรับหลอดควบคุมใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนสารสกัดตัวอย่าง
4) คำนวณหาความสามารถในการจับ ferrous ion จากสมการ

$$\text{ความสามารถในการจับ ferrous ion (ร้อยละ)} = [1-(A_{sample}/A_{control})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดตัวอย่าง

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

ค. 2.6 การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH scavenging power) (Chang *et al*., 2006)

การหาค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระกระทำโดยอาศัยหลักการที่ว่า สารที่มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันจะทำปฏิกิริยากับ 1,1-diphenyl-2-pricrylhydrazyl (DPPH) ทำให้สีม่วงของ DPPH จางลง

วิธีการเตรียมสารเคมี

- สารละลาย DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryhydrazyl) ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยชั่ง DPPH มา 0.0168 กรัม ละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 95 แล้วถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ให้ครบ 50 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการสกัด

1) ชั่งตัวอย่างมา 100 มิลลิกรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
2) นำไปวางในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ สกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
3) ปล่อยให้สารสกัดตัวอย่างที่ได้เย็น แล้วกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำส่วนใสไปวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการวิเคราะห์

1) ปิเปตส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture
2) ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์
3) สำหรับหลอดควบคุมใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนสารสกัดตัวอย่าง
4) คำนวณหาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ จากสมการ

$$\text{ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)} = [1-(A_{sample}/A_{control})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดตัวอย่าง

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

ค. 2.7 การวิเคราะห์ปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ (ดัดแปลงจาก Inamdar *et al*., 1996)

วิธีการวิเคราะห์

1) ชั่งตัวอย่าง 1.0 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายน้ำกับอะซีโตไนไตรล์ (อัตราส่วน 70 ต่อ 30) ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture เป็นเวลา 1 นาที และเขย่าด้วยเครื่อง Shaker เป็นเวลา 30 นาที
2) นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
3) กรองแยกด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน เอาสารละลายส่วนใสไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาวะเครื่อง HPLC

- ปริมาตรในการฉีด (injection volume) 20 ไมโครลิตร
- อัตราการไหล (flow rate) 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที
- ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (mobile phase) คือ สารละลายน้ำกับอะซีโตไนไตรล์ (อัตราส่วน 70 ต่อ 30)
- อุณหภูมิที่วิเคราะห์ 25 องศาเซลเซียส
- เครื่องตรวจวัด (detector) แบบใช้คลื่นแสง Ultra-Violet (UV) ชนิด Diode Array Detector (DAD) ขนาด 360 nm
- คอลัมน์ชนิด SB-C18 เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค (particle size) 5 ไมโครเมตร

ค. 2.8 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (BAM, 2001)

วิธีการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

1) ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1% peptone water จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีปั่น stomacher นาน 1-2 นาที
2) ทำเจือจางตัวอย่างจากข้อ 1) โดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย 0.1% peptone water 9 มิลลิลิตร และทำการเจือจางต่อจนได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม
3) ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ
4) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ แล้วเอียงจานไปมาให้กระจายทั่วจานเพาะเชื้อ
5) ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อในถุงพลาสติก นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48$\pm$3 ชั่วโมง
6) นับจำนวนโคโลนีแสดงในหน่วยโคโลนีต่อกรัมอาหาร

วิธีการวิเคราะห์เชื้อยีสต์ และรา

วิเคราะห์เช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่เปลี่ยนจากอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH ด้วย 10 % สารละลายกรดทาร์ทาริก แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 3-5 วัน จากนั้นนำไปนับจำนวนโคโลนีแสดงในหน่วยโคโลนีต่อกรัมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์เชื้อโคลิฟอร์ม

เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แล้วนำไปวิเคราะห์ดังนี้

1) ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Lauryl Sulfate Tryptose Broth หลอดละ 1 มิลลิลิตร
2) นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง จากนั้นสังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ หากไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง นำไปตรวจผล แล้วบันทึกจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซในแต่ละความเจือจาง เทียบกับตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN ของโคลิฟอร์มต่อกรัมตัวอย่างอาหาร
3) หากหลอดใดเกิดก๊าซให้ใช้ห่วงถ่ายเชื้อลงในอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง บันทึกจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซในแต่ละความเจือจาง เทียบกับตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN ของโคลิฟอร์ม ต่อกรัมตัวอย่างอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
วิธีการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.1 การคำนวณปรับความชื้นของส่วนผสม

เมื่อผสมวัตถุดิบในแต่ละสูตรจนเข้ากันดีแล้ว ให้วัดความชื้นของส่วนผสมโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด (Infrared moisture determination balance) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นที่ได้ไปคำนวณเพื่อปรับให้ส่วนผสมมีปริมาณความชื้นตามที่ต้องการ จากสมการต่อไปนี้

$$W = \frac{F(M2-M1)}{100 - M2}$$

เมื่อ W = ปริมาณน้ำที่ต้องเติม (กรัม)

F = ปริมาณส่วนผสม (กรัม)

M1 = ปริมาณความชื้นของส่วนผสมเริ่มต้น (ร้อยละ)

M2 = ปริมาณความชื้นของส่วนผสมที่ต้องการ (ร้อยละ)

ง.2 ต้นทุนการผลิต

การคำนวณต้นทุนการผลิตนี้ ได้คำนวณจากราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รวมกับค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า และค่าน้ำ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30 ของราคาวัตถุดิบที่ใช้ (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งต้นทุนการผลิตนี้ไม่รวมค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือ

ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตข้าวโพดบดหยาบ

เมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม ราคา 10 บาท ผลิตเป็นข้าวโพดบดหยาบได้ 800 กรัม ดังนั้นข้าวโพดบดหยาบ 1 กิโลกรัม ราคา 11.76 บาท

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 3.53 บาท ดังนั้นต้นทุนการผลิตข้าวโพดบดหยาบ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 15.29 บาท

ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตปลายข้าวหอมมะลิบด

ปลายข้าวหอมมะลิ 1 กิโลกรัม ราคา 26 บาท ผลิตเป็นปลายข้าวหอมมะลิบดได้ 950 กรัม ดังนั้นปลายข้าวหอมมะลิบด 1 กิโลกรัม ราคา 27.37 บาท

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 8.21 บาท ดังนั้นต้นทุนการผลิตข้าวโพดบดหยาบ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 35.58 บาท

ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตบัวบกทั้งต้นสดบด

บัวบกทั้งต้นสด 1 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผลิตเป็นบัวบกทั้งต้นสดบดได้ 900 กรัม ดังนั้นบัวบกทั้งต้นสดบด 1 กิโลกรัม ราคา 55.56 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตใบบัวบกแห้งบด

บัวบกทั้งต้นสด 1 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ตัดเอาเฉพาะส่วนใบบัวบกสดได้ 400 กรัม ดังนั้นใบบัวบกสด 1 กิโลกรัม ราคา 125 บาท ผลิตเป็นใบบัวบกแห้งบดได้ 89.23 กรัม ดังนั้นใบบัวบกแห้งบด 1 กิโลกรัม ราคา 1400.87 บาท

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 16.67 บาท ดังนั้นต้นทุนการผลิตบัวบกทั้งต้นสดบด 1 กิโลกรัม เท่ากับ 72.23 บาท

ตาราง ง ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกทั้งต้นสดบด

วัตถุดิบ	**ปริมาณที่ใช้ (กรัม)**	**ราคาวัตถุดิบ (บาทต่อกิโลกรัม)**	**จำนวนเงิน (บาท)**
ข้าวโพดบดหยาบ	480	15.29	7.34
ปลายข้าวหอมมะลิบด	480	35.58	17.08
บัวบกทั้งต้นสดบด	40	72.23	2.89
น้ำตาลทราย	30	23	0.69
น้ำมันพืช	20	43	0.86
แคลเซียมคาร์บอเนต	10	50	0.5
ต้นทุนส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม สำหรับผลิตภัณฑ์ 940 กรัม			29.36
วัตถุดิบที่ใช้ปรุงรส	**ปริมาณที่ใช้ (กรัม)**	**ราคาวัตถุดิบ (บาทต่อกิโลกรัม)**	**จำนวนเงิน (บาท)**
ผงปรุงรสโนริสาหร่าย	141	200	28.2
ใบบัวบกแห้งบด	94	1400.87	131.68
น้ำมันพืช	76	43	3.27
ต้นทุนส่วนผสมการปรุงรส 217 กรัม สำหรับผลิตภัณฑ์ 940 กรัม			163.15

จากการทดลองพบว่า ส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัมเมื่อผ่านเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ได้ผลผลิตร้อยละ 94 ดังนั้นส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ 940 กรัม และจากการคำนวณต้นทุนการผลิตพบว่า ต้นทุนส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม สำหรับผลิตภัณฑ์ 940 กรัม คิดเป็นเงิน 29.36 บาท (ตาราง ง) สำหรับต้นทุนส่วนผสมการปรุงรส 217 กรัม สำหรับผลิตภัณฑ์ 940 กรัม คิดเป็นเงิน 163.15 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกทั้งต้นสดบดปรุงรส 940 กรัม เท่ากับ 192.51 บาท ถ้ากำหนดให้ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 57.75 บาท ดังนั้นต้นทุนรวมในการผลิตเท่ากับ 250.26 บาท ผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 266.23 บาท หรือ 267 บาทต่อกิโลกรัม โดยเมื่อบรรจุปริมาณ 20 กรัมต่อถุง จะมีต้นทุนการผลิตไม่รวมบรรจุภัณฑ์ราคาถุงละ 5 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ตารางการวิเคราะห์สถิติ

เกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลรวมการจัดลำดับความชอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ ตารางการวิเคราะห์สถิติเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลรวมการจัดลำดับความชอบ

ค่าวิกฤตของความแตกต่างระหว่างผลรวมการจัดลำดับความชอบ (Critical value of difference between rank sum) ที่ต้องการสำหรับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ค่าความแตกต่างระหว่างผลรวมการจัดลำดับความชอบจะต้องสูงกว่าค่าวิกฤติในตาราง)

จำนวนของการลำดับ	จำนวนสิ่งทดลอง หรือจำนวนตัวอย่างที่ถูกลำดับ								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.5	47.0	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.5	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.9	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	30.5	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	31.1	38.4	45.9	53.6	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.7	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	32.5	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.8	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	33.4	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	34.0	42.0	50.2	58.5	66.9	75.4
32	11.2	18.7	26.5	34.5	42.6	51.0	59.4	68.0	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	60.3	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	61.2	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	62.1	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.0	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	63.9	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	64.7	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ ตารางการวิเคราะห์สถิติเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลรวมการจัดลำดับความชอบ (ต่อ)

จำนวนของการลำดับ	จำนวนสิ่งทดลอง หรือจำนวนตัวอย่างที่ถูกลำดับ								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68.0	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.6	40.9	50.6	60.4	70.4	80.7	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	31.2	41.8	51.7	61.8	72.0	82.4	92.9
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.5	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	65.1	75.4	87.8	100.5	105.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105.0	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.5	51.4	66.8	82.6	98.7	115.0	131.0	148.4

ที่มา: ปราณี (2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนัทธียา ภวภูตานนท์

วัน เดือน ปี เกิด 18 สิงหาคม 2527

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2549

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนวิทยานุกูลนารี จังหวัดเพชรบูรณ์
ปีการศึกษา 2546

ทุนวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประจำปีงบประมาณ 2552

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved