ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการวิจัย

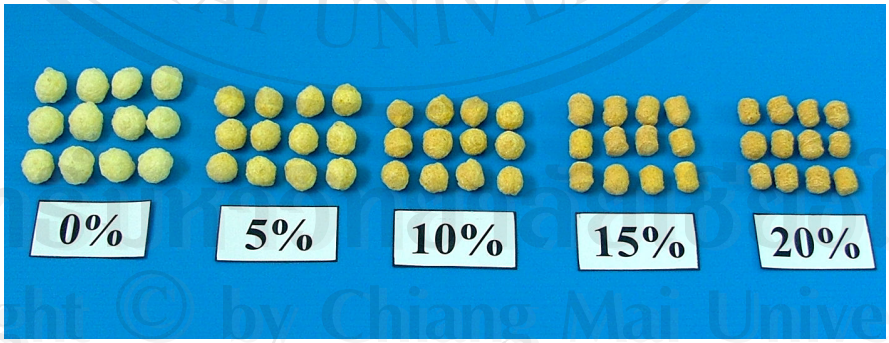
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก.1 ลักษณะของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง

ภาพ ก.2 เครื่องบดแบบค้อน (Hammer mill) และเครื่องร่อนแยกขนาด (Test sieve shaker)

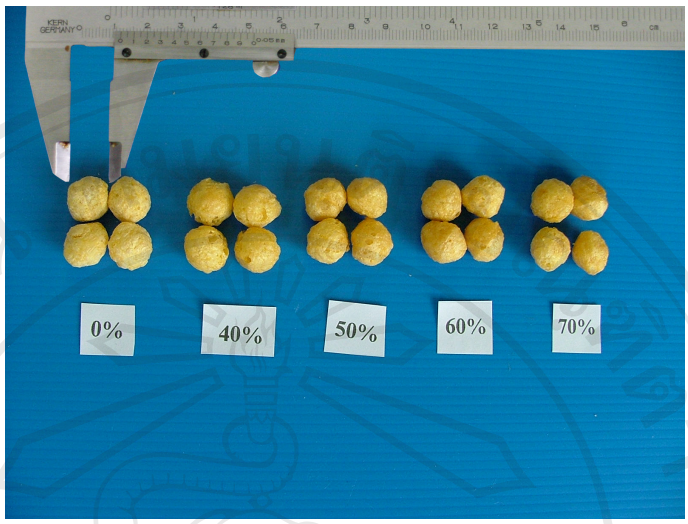
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก.3 เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบสกรูเดี่ยวที่ใช้ในการวิจัย



ภาพ ก.4 ลักษณะของอาหารเช้าธัญชาติที่เสริมฟักทองผงในระดับแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก.5 ลักษณะของอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผงที่เคลือบคาราเมลระดับแตกต่างกัน

ภาพ ก.6 ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผงที่ผลิตได้และผลิตภัณฑ์ทางการค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.1 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

กรุณาชิมตัวอย่างอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง (Breakfast Cereal Fortified with Pumpkin powder) และให้คะแนนความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านลงในตารางที่กำหนดให้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางการให้คะแนน

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. สี					
2. กลิ่น					
3. รสชาติ					
4. ความกรอบ					
5. ความเนียนเนื้อ					
6. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.2 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

กรุณาชิมตัวอย่างอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง (Breakfast Cereal Fortified with Pumpkin powder) และให้คะแนนความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านลงในตารางที่กำหนดให้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางการให้คะแนน

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. ความกรอบ					
2. ความเนียนเนื้อ					
3. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.3 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

กรุณาชิมตัวอย่างอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง และ**ให้ความชอบทางด้านรสหวาน** โดยตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดให้ระดับความชอบลำดับแรก และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดให้ระดับความชอบเป็นลำดับสุดท้าย

โปรดทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอต่อไปนี้

รหัส ....

ระดับความชอบ	**ตัวอย่างรหัส**
ลำดับที่ 1	…….
ลำดับที่ 2	…….
ลำดับที่ 3	…….
ลำดับที่ 4	…….
ลำดับที่ 5	…….

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.4 แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารเช้าธัญชาติ

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

กรุณาชิมตัวอย่างอาหารเช้าธัญชาติ และให้คะแนนความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านลงในตารางที่กำหนดให้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางการให้คะแนน

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. สี			
2. กลิ่น			
3. รสชาติ			
4. ความกรอบ			
5. ความเนียนเนื้อ			
6. ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ค. 1.1 การวัดสีระบบ Hunter Lab

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำโดยวัดด้วยเครื่องวัดสี Color Quest II Colorimeter วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a* เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

เมื่อ	L* คือค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100	
	a* คือค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก	เป็นสีแดง
		เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ	เป็นสีเขียว
		เมื่อ a* มีค่าเป็นศูนย์	เป็นสีเทา
	b* คือค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน	เมื่อ b* มีค่าเป็นบวก	เป็นสีเหลือง
		เมื่อ b* มีค่าเป็นลบ	เป็นสีน้ำเงิน
		เมื่อ b* มีค่าเป็นศูนย์	เป็นสีเทา

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐานและแผ่นสีเทามาตรฐาน แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารเช้าธัญชาติ โดยนำตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดใส่ลงในเซลวัดสี ทำการวัด 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. 1.2 การวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (วัดค่าแรงกดแตก : compression force)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเช้าธัญชาติ เป็นการวัดค่าแรงกดแตก (compression force) ทำได้โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัววัดในลักษณะกดเป็น P50 (50 mm. Dia. Cylinder Aluminum) เพื่อวัดแรงที่กดลงบนอาหารเช้าธัญชาติแล้วทำให้อาหารเช้าธัญชาตินี้แตก ค่าแรงกดแตกจะสัมพันธ์กับค่าความแข็ง (hardness) ของอาหารเช้าธัญชาติที่วัด

สภาวะที่กำหนดในการวัด มีดังนี้

ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัสอาหารเช้าธัญชาติมีอัตราความเร็ว (pre-test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที

ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้ออาหารเช้าธัญชาติ (test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที

ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ออกจากอาหารเช้าธัญชาติ (post-test speed) 10.0 มิลลิเมตร/วินาที

ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ลงในเนื้ออาหารเช้าธัญชาติ 50% stain

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการวัด 20 ครั้ง (ในการวัดแต่ละครั้งใช้อาหารเช้าธัญชาติ จำนวน 3 ชิ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรูปร่างและขนาดไม่เท่ากัน ผลการทดลองจะต่างกันมากเมื่อทดสอบทีละ 1 ชิ้น ดังนั้นจึงกำหนดจำนวนชิ้นในการทดสอบแต่ละครั้งเพื่อลดความแตกต่างจากการตรวจทีละชิ้น) (ประชา และจุฬา ลักษณ์, 2542) หาค่าเฉลี่ย พิจารณาค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดที่กดลงบนอาหารเช้าธัญชาติแล้วทำให้แตกของแต่ละตัวอย่าง (average maximum peak force) หน่วยเป็นกิโลกรัม

ค. 1.3 การหาความหนาแน่น (bulk density)

การหาความหนาแน่นของอาหารเช้าธัญชาติ ทำได้โดยการนำอาหารเช้าธัญชาติเทลงในภาชนะที่รู้ปริมาตรแน่นอน ในระหว่างที่เทอาหารเช้าธัญชาติลงไปในภาชนะนั้น ต้องเคาะภาชนะเป็นระยะเพื่อให้อาหารเช้าธัญชาติเรียงตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วกัน เมื่อเทอาหารเช้าธัญชาติจนเต็มภาชนะแล้วใช้ไม้บรรทัดสแตนเลสปาดอาหารเช้าธัญชาติส่วนเกินออกให้เรียบเสมอขอบบนของภาชนะแล้วทำไปชั่งน้ำหนัก ทำการบันทึกปริมาตร และน้ำหนักของอาหารเช้าธัญชาติ ค่าความหนาแน่นคำนวณได้ดังนี้ และการหาค่าทำ 3 ซ้ำ

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

ค. 1.4 การหาอัตราส่วนการพองตัว (expansion ratio)

การหาอัตราส่วนการพองตัว ทำได้โดยการคำนวณจากเส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดของอาหารเช้าธัญชาติหารด้วยเส้นผ่าศูนย์กลางรูเปิดของหน้าแปลน แต่ละค่าได้จากค่าเฉลี่ยของการวัดตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง (ชิ้น)

ค. 1.5 การวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (วัดค่าแรงต้านการเจาะทะลุ : penetration force)

เป็นการวัดค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่อชิ้นของอาหารเช้าธัญชาติ ทำได้โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัววัดในลักษณะกดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

สภาวะที่กำหนดในการวัด มีดังนี้

ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัสอาหารเช้าธัญชาติมีอัตราความเร็ว (pre-test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที

ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้ออาหารเช้าธัญชาติ (test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ออกจากอาหารเช้าธัญชาติ (post-test speed) 10.0 มิลลิเมตร/วินาที

ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ลงในเนื้ออาหารเช้าธัญชาติ 50% stain

ในการวัดแต่ละตัวอย่างทำ 20 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิวตัน

ค. 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ค. 2.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การหาปริมาณความชื้นโดยใช้เตาอบลมร้อน โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน moisture can ที่ผ่านการอบแห้ง จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปอบในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ค. 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2000)

การหาปริมาณโปรตีนโดยชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ลงในหลอดเคลดาห์ล เติมคะตะลิตส์ 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำเข้าชุดย่อยโปรตีนจนกระทั่งสารละลายใสและปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปต่อกับชุดกลั่นโปรตีน โดยนำขวดแก้วรูปชมพู่ที่มีกรดบอริก 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 3-5 หยด ทำการกลั่นตัวอย่าง นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสังเกตเห็นสีชมพูปรากฏขึ้น และคำนวณหาปริมาณโปรตีนดังนี้

$$\text{โปรตีน(ร้อยละ)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.1 \times 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet เป็นการสกัดไขมันในตัวอย่างที่สกัดได้โดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ตามระยะเวลาที่กำหนด ภายหลังการสกัด จะระเหยตัวทำละลายอินทรีย์และทำการชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้

ค. 2.4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเส้นใยโดยวิธีการย่อยด้วยสารละลายกรดและด่าง นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผา เพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา ซึ่งก็คือ ปริมาณเส้นใย หรือสิ่งที่หายไปหลังจากการเผาส่วนอบแห้งที่เหลือจากการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดและด่าง

ค. 2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัมใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการอบแห้ง จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง นำไปเผาในตะเกียงให้หมดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นลงในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก และอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณเถ้า หน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ค. 2.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ (AOAC, 2000)

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต หาได้จาก 100 ลบด้วยผลรวมระหว่างปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย และปริมาณเถ้า

ค. 2.7 การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสตามวิธี Iodine blue value (Knutson, 1986)

การหาปริมาณอะไมโลส (amylose content) โดยวิธี Iodine blue value ต้องหากราฟมาตรฐานก่อน เพื่อนำค่าความชันของกราฟมาตรฐานมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างแป้งต่อไป ทำได้ดังนี้

การหากราฟมาตรฐาน (standard curve)

การเตรียม blank ทำได้โดยใส่เอทานอล 1 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตรลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายมา 5 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรอีกใบหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เติมกรดอะซิตริก 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปปรับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรให้เป็นศูนย์

สารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลส

สารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลส ทำได้โดยชั่งโพเตโตอะไมโลสจำนวน 0.0400 กรัม ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 1 มิลลิลิตรและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตรลงไป นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลสตามตาราง ค.1 และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำสารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และเขียนกราฟมาตรฐานโดยให้แกนแนวนอนเป็นค่าการดูดกลืนแสง ส่วนแกนแนวตั้งเป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลส (มิลลิกรัม/ลิตร)

ตาราง ค.1 การเจือจางสารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลส

ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	**8**	**16**	**20**	**32**
สารละลายมาตรฐานโพเตโตอะไมโลส (มิลลิลิตร)	1	2	3	4
กรดอะซิตริก (มิลลิลิตร)	0.2	0.4	0.6	0.8
สารละลายไอโอดีน (มิลลิลิตร)	2	2	2	2

ที่มา : Knutson (1986)

การหาปริมาณอะไมโลสของตัวอย่าง

การหาปริมาณอะไมโลสของตัวอย่างแป้ง ทำได้โดยชั่งตัวอย่างแป้งจำนวน 0.1000 กรัม น้ำหนักแห้ง และเติมเอทานอล 1 มิลลิลิตรและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตร ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมา 5 มิลลิลิตรใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรอีกใบหนึ่ง เติมกรดอะซิตริ 1 มิลลิลิตรและสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และคำนวณหาปริมาตรอะไมโลสได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร}}{\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค. 2.8 การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง (AOAC, 2000)

วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนสีฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างอะไมโลสและไอโอดีน โดนไอโอดีนในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์จะให้ peak ของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร เมื่อไอโอดีนจับกับอะไมโลสในแป้งจะให้สารเชิงซ้อนสีฟ้าเกิดขึ้น ที่มี peak ของการดูดกลืนแสงเปลี่ยนไปที่ความยาวคลื่น 600 ถึง 620 นาโนเมตร วัดสารสีฟ้าที่เกิดขึ้นแล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของแป้ง

การหากราฟมาตรฐาน (standard curve)

ชั่งแป้ง (soluble starch) 50 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด 1 นาที ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ปิเปตสารละลายมาจำนวน 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 และ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง และปรับปริมาตรแต่ละหลอดให้ได้ 1 มิลลิลิตรโดยเติมน้ำกลั่น เติมกรดแอซิติกเข้มข้น 2 นอร์มอล จำนวน 1.25 มิลลิลิตร โพแทสเซียมไอโอไดด์เข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 0.25 มิลลิลิตร และโพแทสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 1/600 โมลาร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตรลงในแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตร โดยเทียบกับสารสะลาย blank ซึ่งเตรียมโดยใช้น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรแทนสารละลายตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาเขียนความสัมพันธ์กราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (570 นาโนเมตร) และความเข้มข้นของแป้ง (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในรูปสมการเส้นตรง โดยให้แกนตั้งเป็นค่าการดูดกลืนแสง แกนนอนเป็นค่าความเข้มข้นของน้ำแป้ง

การหาปริมาณแป้งของตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการเตรียมกราฟมาตรฐาน ปิเปตตัวอย่างมาปริมาตร v มิลลิลิตร (ส่วนมากใช้ 0.2 มิลลิลิตร) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกับการเตรียมกราฟมาตรฐาน อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ได้โดยหักลบจากค่า blank

ค. 2.9 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ

วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่อง AQUA LAB โดยใส่ตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดลงในตลับสำหรับวัดตัวอย่างประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ จากนั้นนำไปวางในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระ จดบันทึกค่าปริมาณน้ำอิสระที่วัดได้ วัดค่า 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำอิสระที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

วิธีการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. 1 การปรับความชื้นของส่วนผสม

เมื่อผสมวัตถุดิบในแต่ละสูตรจนเข้ากันดีแล้ว ให้วัดความชื้นของส่วนผสมโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด (Infrared moisture determination balance) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นที่ได้ไปคำนวณเพื่อปรับให้ส่วนผสมมีปริมาณความชื้นตามที่ต้องการ จากสมการต่อไปนี้

$$W = \frac{F\,(MC_p - MC_f)}{100 - MC_p}$$

เมื่อ W = ปริมาณน้ำที่ต้องเติม (กรัม)

F = ปริมาณส่วนผสม (กรัม)

MC_p = ปริมาณความชื้นของส่วนผสมที่ต้องการ (ร้อยละ)

MC_f = ปริมาณความชื้นของส่วนผสมเริ่มต้น (ร้อยละ)

ง.2 การคำนวณหาสภาวะในการผลิตสำหรับแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial Experiment in Central Composite Design

ในการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial Experiment ของสภาวะการผลิตของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ในการผลิตอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง ศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย คือความชื้นส่วนผสม ความเร็วรอบสกรู และอุณหภูมิสุดท้าย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือระดับต่ำและระดับสูง ดังนี้ ความชื้นส่วนผสม ระดับต่ำคือ ร้อยละ 12 ระดับสูงคือร้อยละ 16 ความเร็วรอบสกรู ระดับต่ำคือ 150 รอบต่อนาที ระดับสูงคือ 250 รอบต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้าย ระดับต่ำคือ 150 องศาเซลเซียส ระดับสูงคือ 180 องศาเซลเซียส สำหรับ Central Composite Design จะเป็นการศึกษาปัจจัยให้มีความละเอียดขึ้นเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดให้ระดับต่ำในแผนการทดลอง 2^3 Factorial experiment เป็นปีกซ้าย (ณ. จุด $-\alpha$) และระดับสูง เป็นปีกขวา (ณ. จุด $+\alpha$) ซึ่งจะได้แผนการทดลองที่กำหนดสำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสำหรับการทดลองนี้ (ตาราง ง.1) จากนั้นทำการคำนวณหาระดับต่ำ (ณ. จุด -1) ระดับกลาง (ณ. จุด 0) และระดับสูง (ณ. จุด +1) เพื่อหาสภาวะในการทดลองจริงของแต่ละสภาวะ (ตาราง ง.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.1 แผนการทดลองที่กำหนดสำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสำหรับแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial Experiment in Central Composite Design

สิ่งทดลอง	Treatment combination	ปัจจัย A	ปัจจัย B	ปัจจัย C
1	(1)	-1	-1	-1
2	a	+1	-1	-1
3	b	-1	+1	-1
4	ab	+1	+1	-1
5	c	-1	-1	+1
6	ac	+1	-1	+1
7	bc	-1	+1	+1
8	abc	+1	+1	+1
9	$-\alpha$a	-1.682	0	0
10	$+\alpha$a	+1.682	0	0
11	$-\alpha$b	0	-1.682	0
12	$+\alpha$b	0	+1.682	0
13	$-\alpha$c	0	0	-1.682
14	$+\alpha$c	0	0	+1.682
15	Cp1	0	0	0
16	Cp2	0	0	0
17	Cp3	0	0	0

โดยกำหนดให้

ปัจจัย A คือความชื้นของส่วนผสม (feed moisture)

ปัจจัย B คือความเร็วรอบของสกรู (screw speed)

ปัจจัย C คืออุณหภูมิสุดท้ายของเครื่อง (temperature in the last section)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการคำนวณในขั้นตอนการวางแผนการทดลองเพื่อหาระดับของปัจจัย

จากสูตร $\frac{(\text{delta star})}{(\alpha)} = \frac{(\text{delta factorial})}{1}$

เมื่อ delta star = ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด $-\alpha$ หรือ $+\alpha$

delta factorial = ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด -1 หรือ +1

สำหรับจุด α สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\alpha = \pm 2^{n/4}$$

เมื่อ n คือ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป

ในการทดลองนี้มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ความชื้นส่วนผสม ความเร็วรอบสกรู และอุณหภูมิสุดท้าย ดังนั้น

$$\alpha = \pm 2^{3/4}$$

$$\alpha = \pm 1.682$$

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดปัจจัย A ได้แก่ ความชื้นส่วนผสม ค่าต่ำสุดและสูงสุด คือร้อยละ 12 และ 16 เพราะฉะนั้นจะได้ว่า

ปีกซ้าย กำหนดที่ระดับร้อยละ 12

ปีกขวา กำหนดที่ระดับร้อยละ 16

จุดกึ่งกลาง = (12 + 16) / 2 = 14

delta star = (16 – 14) = 2 หรือ (16 – 14) = 2

α = 1.682

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แทนค่าลงในสูตร

จากสูตร (delta star) / (α) = (delta factorial) / 1

จะได้ว่า (2) / (1.682) = (delta factorial) / 1

ดังนั้น delta factorial = 1.2

เพราะฉะนั้น ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด -1 หรือ +1 ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 1.2 ดังนั้น

ระดับความชื้นของส่วนผสมที่จุด -1 (ระดับต่ำ) มีค่าเท่ากับ 14.0 – 1.2 = 12.8

ระดับความชื้นของส่วนผสมที่จุด +1 (ระดับสูง) มีค่าเท่ากับ 14.0 + 1.2 = 15.2

สำหรับค่าระดับต่างๆ ที่คำนวณได้ของความชื้นส่วนผสม ความเร็วรอบสกรู และอุณหภูมิสุดท้าย แสดงดังภาพ ง.2 และตาราง ง.2

ภาพ ง.2 การหาค่าที่ระดับต่างๆ ของปัจจัยในการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment in central composite design

	delta star			delta star	
		delta factorial	delta factorial		
จุดตามแผนการทดลอง	-1.682	-1	0	+1	+1.682
feed moisture (%)	12.0	12.8	14.0	15.2	16.0
screw speed (rpm)	150	170	200	230	250
temperature (C)	150	156	165	174	180

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.2 สภาวะในการผลิตที่ได้จากการคำนวณค่าที่ระดับต่างๆ ของปัจจัย

สภาวะ	ความชื้นส่วนผสม		ความเร็วรอบสกรู		อุณหภูมิสุดท้าย	
	รหัส	ค่าจริง (ร้อยละ)	รหัส	ค่าจริง (รอบ/นาที)	รหัส	ค่าจริง (องศาเซลเซียส)
1	-1	12.8	-1	170	-1	156
2	+1	15.2	-1	170	-1	156
3	-1	12.8	+1	230	-1	156
4	+1	15.2	+1	230	-1	156
5	-1	12.8	-1	170	+1	174
6	+1	15.2	-1	170	+1	174
7	-1	12.8	+1	230	+1	174
8	+1	15.2	+1	230	+1	174
9	-1.682	12	0	200	0	165
10	+1.682	16	0	200	0	165
11	0	14	-1.682	150	0	165
12	0	14	+1.682	250	0	165
13	0	14	0	200	-1.682	150
14	0	14	0	200	+1.682	180
15	0	14	0	200	0	165
16	0	14	0	200	0	165
17	0	14	0	200	0	165

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.3 สมการถดถอยเข้ารหัส (coded equation) ของสภาวะการผลิตต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

สมการถดถอยเข้ารหัส (coded equation)	R^2
คุณภาพทางกายภาพ	
ความหนาแน่น = 0.14+0.022(M)-0.017(S)-0.009745(T)+0.014(SxT)	0.92
อัตราส่วนการพองตัว = 2.27-0.18(M)	0.75
แรงกดแตก = 9.42-0.13(M)+0.96(T)-0.60(M^2)	0.58
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	
ความกรอบ = 6.83-0.54(M)+0.41(S)	0.71
ความเนียนเนื้อ = 6.68-0.65(M)+0.28(S)+0.15(T)-0.45(SxT)-0.18(M^2)	0.89
ความชอบโดยรวม = 6.52-0.59(M)+0.39(S)+0.17(T)-0.43(SxT)	0.82

หมายเหตุ: M หมายถึง ความชื้นส่วนผสม (ร้อยละ)

S หมายถึง ความเร็วรอบสกรู (รอบต่อนาที)

T หมายถึง อุณหภูมิสุดท้าย (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.3 ต้นทุนการผลิต

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

ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตฟักทองผง

ฟักทอง 1 กิโลกรัม ราคา 10 บาท ผลิตเป็นฟักทองผงได้ 143.2 กรัม
ดังนั้น ฟักทองผง 1 กิโลกรัม มีราคา เท่ากับ 70 บาท
ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต คิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 20 บาท
ดังนั้น ต้นทุนการผลิตฟักทองผง 1 กิโลกรัม เท่ากับ 70+20 = 90 บาท

จากการคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบ พบว่า ต้นทุนส่วนผสมวัตถุดิบ คิดเป็นเงิน 22.78 บาท แต่จากการทดลอง พบว่า ส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม เมื่อผ่านเอ็กซ์ทรูเดอร์ได้ผลผลิต 95% ดังนั้น ส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ 950 กรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 22.78 บาท (ตาราง ง.4) จากการคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ทำคาราเมล พบว่า ต้องใช้คาราเมลในการเคลือบร้อยละ 50 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ 950 กรัม ต้องใช้ปริมาณคาราเมล 305 กรัม (ไม่รวมน้ำหนักน้ำที่ใช้ผสม เนื่องจากมีการอบจนแห้งหลังการเคลือบ) ซึ่งมีราคาเท่ากับ 7.61 บาท (ตาราง ง.4)

ดังนั้น ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง 1,255 กรัม เท่ากับ 22.78+7.61 = 30.39 บาท ถ้ากำหนดให้ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต คิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 9.12 บาท ดังนั้น ต้นทุนรวมในการผลิต เท่ากับ 30.39+9.12 = 39.51 บาท ผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 31.48 บาท หรือ 32 บาท/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.4 ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง	**ปริมาณที่ใช้ (กรัม)**	**ราคาวัตถุดิบ/ กก. (บาท)**	**จำนวนเงิน (บาท)**
ข้าวโพดเกล็ด	420	22	9.24
ปลายข้าวหอมมะลิ	420	7	2.94
ฟักทองผง	100	90	9.00
น้ำตาล	30	17	0.51
น้ำมันพืช	20	32	0.64
แคลเซียมคาร์บอเนต	10	45	0.45
ต้นทุนส่วนผสมวัตถุดิบ 1 กก.			22.78
วัตถุดิบที่ใช้ผลิตคาราเมล	**ปริมาณที่ใช้ (กรัม)**	**ราคาวัตถุดิบ/ กก. (บาท)**	**จำนวนเงิน (บาท)**
เนย	45.12	70	3.19
น้ำตาล	258.50	17	4.40
เกลือ	1.88	10	0.02
ต้นทุนส่วนผสมคาราเมล			7.61

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ตาราง Rank Totals

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ.1 Rank totals

Rank totals required for significance at the 5% level ($P \leq 0.05$). The four figure blocks represent: lowest insignificant rank sum, any treatment–highest insignificant rank sum, any treatment. Lowest insignificant rank sum, predetermined treatment–highest insignificant rank sum, predetermined treatment.

No. of reps.	Number of								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	—— ——	—— ——	—— ——	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18
3	—— ——	—— 4-8	—— 4-11	4-14 5-13	4-17 6-15	4-20 6-18	4-23 7-20	5-25 8-22	5-28 8-25
4	—— ——	5-11 5-11	6-15 6-14	6-18 7-17	6-22 8-20	7-25 8-23	7-29 10-26	8-32 11-29	8-36 13-31
5	—— 6-9	6-14 7-13	7-18 8-17	8-22 10-20	9-26 11-24	9-31 13-27	10-35 14-31	11-39 15-35	12-43 17-36
6	7-11 7-11	8-16 9-15	9-21 11-19	10-26 12-24	11-31 14-28	12-36 16-32	13-41 18-36	14-46 20-40	15-51 21-45
7	8-13 8-13	10-18 10-18	11-24 13-22	12-30 15-27	14-35 17-32	15-41 19-37	17-46 22-41	18-52 24-48	19-58 26-51
8	9-15 10-14	11-21 12-20	13-27 15-25	15-33 17-31	17-39 20-36	18-46 23-41	20-52 25-47	22-58 28-52	24-64 31-57
9	11-16 11-16	13-23 14-22	15-30 17-28	17-37 20-34	19-44 23-40	22-50 26-46	24-57 29-52	26-64 32-60	28-71 35-64
10	12-18 12-18	15-25 16-24	17-33 19-31	20-40 23-37	22-48 26-44	25-55 30-50	27-63 33-57	30-70 37-63	32-78 40-70
11	13-20 14-19	16-28 18-26	19-36 21-34	22-44 25-41	25-52 29-48	28-60 33-55	31-68 37-62	34-76 41-69	36-85 45-76
12	15-21 15-21	18-30 19-29	21-39 24-36	25-47 28-44	28-55 32-52	31-65 37-59	34-74 41-67	38-82 45-75	41-91 50-82
13	16-23 17-22	20-32 21-31	24-41 26-39	27-51 31-47	31-60 35-56	35-69 40-64	38-79 45-72	42-88 50-80	45-98 54-89
14	17-25 18-24	22-34 23-33	26-44 28-42	30-54 33-51	34-64 38-60	38-74 44-68	42-84 49-77	46-94 54-86	50-104 59-95
15	19-26 19-26	23-37 25-35	28-47 30-45	32-58 36-54	37-68 42-63	41-79 47-73	46-89 53-82	50-100 59-91	54-111 64-101
16	20-28 21-27	25-39 27-37	30-50 33-47	35-61 39-57	40-72 45-67	45-83 51-77	49-95 57-87	54-106 63-97	59-117 69-107
17	22-29 22-29	27-41 28-40	32-53 35-50	38-64 41-61	43-76 48-71	48-88 54-82	53-100 61-92	58-112 67-103	63-124 74-113
18	23-31 24-30	28-43 30-42	34-56 37-53	40-68 44-64	46-80 51-75	51-93 58-86	57-105 65-97	62-118 72-108	68-130 79-119
19	24-33 25-32	30-46 32-44	37-58 39-56	43-71 47-67	49-84 54-79	55-97 62-90	61-110 69-102	67-123 76-114	73-136 84-125

ที่มา : ไพโรจน์ (2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ.1 Rank totals (ต่อ)

treatments, or samples ranked									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5-19	5-21	5-23	5-25	6-26	6-28	6-30	7-31	7-33	3-39 7-35
5-31 9-27	5-34 10-29	5-37 10-32	5-40 11-34	6-42 12-36	6-45 12-39	6-48 13-41	6-51 14-43	6-54 14-46	7-56 15-48
8-40 14-34	9-43 15-37	9-47 16-40	10-50 17-43	10-54 18-46	10-58 19-49	11-61 20-52	11-65 21-55	12-68 22-58	12-72 23-61
12-48 18-42	13-52 20-45	14-56 21-49	14-61 23-52	15-65 24-56	16-69 25-60	16-74 27-63	17-78 28-67	18-82 30-70	18-87 31-74
17-55 23-49	18-60 25-53	19-65 27-57	19-71 29-61	20-76 31-65	21-81 32-70	22-86 34-74	23-91 36-78	24-96 38-82	25-101 40-86
21-63 28-56	22-69 30-61	23-75 33-65	25-80 35-70	26-86 37-75	27-92 39-80	29-97 42-84	30-103 44-89	31-109 46-94	32-115 48-99
25-71 33-63	27-77 36-68	29-83 39-73	30-90 41-79	32-96 44-84	33-103 47-89	35-109 49-95	37-115 52-100	38-122 54-106	40-128 57-111
30-78 38-70	32-85 41-76	34-92 45-81	36-99 48-87	38-106 51-93	40-113 54-99	42-120 57-105	44-127 60-111	45-135 63-117	47-142 66-123
34-86 44-78	37-93 47-83	39-101 51-89	41-109 54-96	44-116 57-103	46-124 61-109	48-132 64-118	51-139 68-122	53-147 71-129	55-155 75-135
39-93 49-83	42-101 53-90	45-109 57-97	47-118 60-105	50-126 64-112	53-134 68-119	55-143 72-126	58-151 76-133	60-160 80-140	63-168 84-147
44-100 54-90	47-109 58-98	50-118 63-105	53-127 67-113	56-136 71-121	59-145 76-128	62-154 80-136	65-163 84-144	68-172 89-151	71-181 93-159
49-107 59-97	52-117 64-105	56-128 69-113	59-136 74-121	62-146 78-130	66-155 83-138	69-165 88-146	73-174 93-154	76-184 97-163	79-194 102-171
54-114 65-103	57-125 70-112	61-135 75-121	65-145 80-130	69-155 85-139	73-165 91-147	76-176 96-156	80-186 101-165	84-196 106-174	88-206 111-183
58-122 70-110	63-132 75-120	67-143 81-129	71-154 87-138	75-165 92-148	79-176 98-157	84-186 104-166	88-197 109-176	92-208 115-185	96-219 121-194
63-129 75-117	68-140 81-127	73-151 87-137	77-163 93-147	82-174 100-156	86-186 106-166	91-197 112-176	95-209 118-186	100-220 124-196	104-232 130-206
68-136 81-123	73-148 87-134	78-160 94-144	83-172 100-155	88-184 107-165	93-196 113-176	98-208 120-186	103-220 126-197	108-232 133-207	113-244 139-216
73-143 86-130	79-155 93-141	84-168 100-152	90-180 107-163	95-193 114-174	100-205 121-185	106-218 128-196	111-231 135-207	116-244 142-218	121-257 149-229
78-150 91-137	84-163 99-148	90-176 106-160	96-189 114-171	102-202 121-183	107-218 128-195	113-229 136-206	119-242 143-218	124-256 151-229	130-269 158-241

ที่มา : ไพโรจน์ (2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสุลาลักษณ์ ขาวผ่อง

วัน เดือน ปีเกิด 17 เมษายน 2523

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมการศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2540

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2544

ทุนการศึกษา ทุนสนับสนุนการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

ประสบการณ์ หัวหน้าฝ่ายผลิต บริษัท คิบุน (ประเทศไทย) จำกัด
จังหวัดสมุทรสาคร
ปี พ.ศ. 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved