ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการผลิตเปลือกในเสาวรส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการผลิตเปลือกในเสาวรส

1. คัดเลือกผลเสาวรสพันธุ์สีเหลือง

2. ล้างทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง

3. ผ่าครึ่งผลตามแนวขวาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. แยกส่วนที่เป็นเปลือกและเนื้อรวมเมล็ด

5. นำไปต้มในน้ำเดือด นาน 5 นาที

6. ใช้ช้อนสแตนเลสแยกส่วนที่เป็นเปลือกชั้นนอกออก

7. เปลือกในเสาวรส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

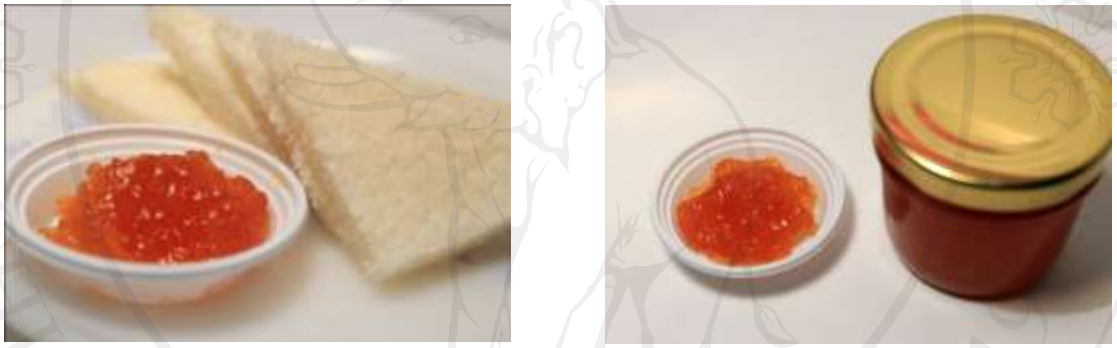
ภาพประกอบการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวกที่ ข-1 เปลือกในเสาวรสที่ผ่านการอบแห้งด้วยการอบแบบลมร้อน บดและผ่านตะแกรง ขนาด 60 mesh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(a)



(b)

(c)

ภาพผนวกที่ ข-2 แยมเสาวรส (a) ที่ใช้เพกทินเมทอกซีต่ำ (b) ที่ใช้เปลือกในเสาวรสสด และ (c) ที่ใช้เปลือกในเสาวรสอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบรายงานผล วิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่อย่างง่าย

ผลิตภัณฑ์ : แยมเสาวรส

ผู้ประเมิน : _____

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วประเมินความแตกต่างของตัวอย่างโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความ กรุณาดื่มน้ำหรือบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

	146		812
_____	ตัวอย่างเหมือนกัน	_____	ตัวอย่างต่างกัน
	231		492
_____	ตัวอย่างเหมือนกัน	_____	ตัวอย่างต่างกัน
	942		081
_____	ตัวอย่างเหมือนกัน	_____	ตัวอย่างต่างกัน
	331		021
_____	ตัวอย่างเหมือนกัน	_____	ตัวอย่างต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมเสาวรสลดพลังงาน
การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นักศึกษาปริญญาโท
สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างแยมเสาวรสทีละตัวอย่าง
โดยการทาลงบนแผ่นขนมปังและดื่มน้ำก่อนการทดสอบตัวอย่าง

จากนั้นให้<u>คะแนนความชอบ</u>แต่ละตัวอย่างในคุณลักษณะต่างๆที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

ข้อมูลความคิดเห็นต่อระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์โดยที่มีระดับต่างๆตามหมายเลขดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ)
6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก
9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	รหัส _____	รหัส _____
ความชอบโดยรวม		
สี		
การทา		
กลิ่นเสาวรส		
กลิ่นรสเสาวรส		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)

วัดค่าด้วยเครื่อง Aqualab LITE (DECAGON, U.S.A.) วิธีการคือ ใส่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลงในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w แล้วนำไปใส่เครื่อง Aqualab LITE บันทึกค่า a_w ที่ค่าคงที่ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวัดค่าพลังงานของอาหาร

วัดค่าพลังงานอาหารโดยใช้ Bomb calorimeter (PARR model 1356 Isoperibol calorimeter, USA.) Bomb calorimeter เป็นการศึกษาปฏิกิริยาการเผาไหม้ในภาชนะปิดสนิทที่มีปริมาตรคงที่ ความดันเกิดการเปลี่ยนแปลง และแตกต่างจากบรรยากาศภายนอก ดังนั้น การวัดพลังงานโดยใช้ bomb calorimeter เป็นการวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานในกระบวนการ ซึ่งจะลดลงไปอยู่ในสภาวะมาตรฐาน และ standard enthalpy

การวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)

ในการวัดค่า firmness จะเตรียมตัวอย่างในขวดแก้วมีปริมาณแยมเสาวรสลดพลังงาน 300 มิลลิลิตรเท่ากันทุกตัวอย่างก่อนทำการวัด ในการวัดค่า firmness ใช้เครื่อง TA-XT2 Texture Analyser (Stable Micro System Ltd., UK.) วัดแรงกด (compression) ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (DIA cylinder stainless) กดบริเวณตรงกลางตัวอย่าง โดยกดลงไปลึก 20 มิลลิเมตร (pre-test speed: 10 มิลลิเมตร/วินาที; test speed: 2 มิลลิเมตร/วินาที; post-test speed: 10 มิลลิเมตร/วินาที; trigger force: 5 กรัม) ค่า firmness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Lane and Eynon method

อาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของทองแดง (copper reduction) เนื่องจากในโมเลกุลของน้ำตาลประเภทโมโน และไดแซคคาไรด์ มีหมู่อัลดีไฮด์ หรือ หมู่คีโตน-อิสระ จึงสามารถทำการรีดิวซ์คิวบริกอิออน (CU^{2+}) ในรูปของ $CuSO^4$ ให้เป็นคิวปรัสอิออน (CU^{+}) ในรูปของ Cu_2O ซึ่งได้ตะกอนสีส้มแดง เรียกน้ำตาลประเภทนี้ว่า น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ส่วนน้ำตาลซูโครสจัดเป็น น้ำตาลนอน-รีดิวซ์ (non-Reducing sugar) ดังนั้นจะต้องทำการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอินเวอร์สก่อน จึงสามารถเกิดการรีดิวซ์ทองแดงได้

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้ สามารถทำได้โดยนำไปไตรเตรตกับสารละลายผสมของ Fehling's solution จำนวน 10 มิลลิลิตร หรือ 25 มิลลิลิตร (Lane and Eynon method)

สารเคมีที่ใช้

1. สารที่ช่วยทำให้ใส (Clearing agents) ประกอบด้วย
   - Carrez I ($ZnOAc.2H_2O$ 21.9 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่มี glacial acetic acid 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร)
   - Carrze II ($K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร)

2. สารละลาย Fehling's solution : ผสม Fehling's solution A และ B เตรียมทันทีก่อนใช้
   - Fehling's solution A ($CuSO_4.5H_2O$ 69.28 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร)
   - Fehling's solution B (NaOH 100 กรัม, $Na.K.H_4O_{6.4}H_2O$ (Rochelle salt) 346 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร)

3. Methylene Blue 1% (Methylene Blue 1 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างอาหาร

- ชั่งตัวอย่างอาหารมาจำนวนหนึ่ง (ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลในอาหาร) เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยเพื่อที่จะได้ปั่นตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน
- เติม Clearing agents (Carrez I, II) ลงไปอย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร (หรือ 250 มิลลิลิตร) ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 20-30 นาที กรณีที่ตัวอย่างเป็นของเหลวใส เช่น เครื่องดื่มบรรจุกระป๋อง / ขวด ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้
- กรองสารละลายที่ได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน (BI)

2. การไตเตรต

2.1 Preliminary titration

- นำสารละลายที่กรองได้ ใส่บิวเรตปลายงอ สำหรับหาน้ำตาลโดยวิธีนี้ต้องไล่ฟองอากาศโดยเฉพาะตรงส่วนปลายแท่งแก้วออกให้หมด
- ปิเปตสารละลายผสม Fehling's solution จำนวน 10 มิลลิลิตร (ใช้อย่าง 5 มิลลิลิตร) หรือ 25 มิลลิลิตร (ใช้อย่างละ 12.5 มิลลิลิตร) ใส่ในฟลาสก์ เติมลูกแก้วเล็กๆ (glass beads) ลงไป 8-10 เม็ด เพื่อกันการเดือดจนล้นออกมา
- นำไปต้มด้วยตะเกียงบุนเซน จนเดือด แล้วจึงนำไปไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง จนสีน้ำเงินจางลง ให้หยดเมธิลีนบลูลงไป 2-3 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมดเหลือแต่ตะกอนสีส้มแดงของ CuO_2 บันทึกปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ ทำ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ย

หมายเหตุ :

1. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลายผสม Fehling จะต้องอยู่ในช่วง 15-50 มิลลิลิตร เท่านั้น
2. ถ้าปริมาตรที่ใช้ไตเตรตน้อยกว่า 15 มิลลิลิตร แสดงว่าสารละลายตัวอย่างเข้มข้นเกินไป จะต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ถ้าปริมาตรที่ใช้ไตเตรตมากกว่า 15 มิลลิลิตร แสดงว่าสารละลายตัวอย่างเจือจางเกินไป จะต้องเตรียมตัวอย่างใหม่ให้เข้มข้นขึ้นกว่าเดิม

2.2 Accurate titration

- เมื่อได้ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง (15-25 มิลลิลิตร) ให้ทำซ้ำเหมือนกับ Preliminary โดยให้เติมสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจากบิวเรตลงไปในฟลาสก์ที่กำลังเดือดทันที (ให้น้อยกว่าปริมาตรที่จะใช้ไตเตรตในช่วง Preliminary ประมาณ 2-3 มิลลิลิตร)
- ต้มให้เดือด หยดเมธิลีนบลูลงไป 2-3 หยด ไตเตรตต่อให้เสร็จภายใน 3 นาทีตั้งแต่เริ่มเดือดจนสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นตะกอนสีส้มแดง (ขณะไตเตรตต้องให้สารละลายเดือดตลอดเวลา)
- ทำซ้ำ 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย นำปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ได้ ไปหาปริมาณน้ำตาลในรูปของ invert sugar (หน่วย มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) คำนวณหาปริมาณร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ ก่อนอินเวอร์ชัน (before invertion, D_1) กับน้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม) ที่ใช้วิเคราะห์
- การคำนวณ ให้เทียบค่าระหว่างปริมาตรของสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร) กับปริมาณน้ำตาลในรูปของ invert sugar (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (มิลลิกรัม) ใช้วิเคราะห์

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังการทำอินเวอร์ชัน (After invertion, D_2)

ถ้าตัวอย่างอาหารมีทั้งน้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลซูโครส จะต้องเอาสารละลายตัวอย่างอาหารนั้นไปไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายกรดก่อน เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสให้เป็นน้ำตาลอินเวอร์ส (กลูโคส และฟรุกโตส) และหาปริมาณน้ำตาลหลังอินเวอร์ชัน แต่ถ้าตัวอย่างอาหารมีแต่น้ำตาลรีดิวซ์อย่างเดียว หรือมีปริมาณซูโครสน้อยมากๆ เช่น น้ำผึ้งแท้ ก็ไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ และถ้าตัวอย่างอาหารมีเฉพาะน้ำตาลซูโครสอย่างเดียวก็หาปริมาณน้ำตาลหลังอินเวอร์ชันได้เลย ไม่ต้องหาน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการหาปริมาณน้ำตาลหลังการอินเวอร์ชัน

- นำสารละลายตัวอย่างที่เหลือจากการหาน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน (หรืออาจเตรียมใหม่ก็ได้) ทำการตกตะกอนให้ใสโดนใช้ clearing agent ก่อนปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
- นำสารละลายที่กรองได้ มาประมาณ 10-20 มิลลิลิตร เติม HCl 6.34 N จำนวน 10 มิลลิลิตรนำไปอุ่นใน water bath 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดร็ว ปรับให้เป็นกลางด้วย NaOH 5 N ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร (หรือ 250 มิลลิลิตร)
- นำไปไตเตรตกับสารละลาย Fehling (10 หรือ 25 มิลลิลิตร) จดปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ ทำ 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย
- นำค่าที่ได้ไปเทียบหาปริมาณน้ำตาล ในรูป invert sugar จากตาราง คำนวณหาปริมาณในรูปของน้ำตาลรีดิวซ์ภายหลังอินเวอร์ชัน (After invertion, D_2) ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในตัวอย่างอาหาร รวมกับน้ำตาลอินเวอร์ส

- นำค่าปริมาณน้ำตาลที่ได้ (ทั้งค่า D_1 และ D_2) มาคำนวณหาปริมาณน้ำตาล ดังนี้

น้ำตาลซูโครส (S, %) = $(D_2 - D_1) \times 0.95$

น้ำตาลทั้งหมด (%) = $D_1 + S$

เมื่อ D_1 = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำอินเวอร์ชัน (%)

D_2 = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำอินเวอร์ชัน (%)

S = ปริมาณน้ำตาลซูโครส (%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการประเมินความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่อย่างง่าย มีวิธีคัดเลือกและฝึกฝนดังนี้

1. การคัดเลือก
   - ผู้ทดสอบสามารถแยกแยะรสพื้นฐานทั้ง 4 รส ได้แก่ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม และรสผสมได้ถูกต้องทั้งหมด
   - ผู้ทดสอบสามารถจำแนกกลิ่น โดยตอบถูก 8 ใน 10
   - ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของแยมสับปะรดที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป 2 ยี่ห้อ โดยตอบถูก 3 ใน 4 ข้อ
   - ผู้ทดสอบสามารถเข้าร่วมการฝึกฝนทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ทำการทดสอบจริงอีก 1 ครั้ง

2. การฝึกฝน
   - การฝึกฝนครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แยมเสาวรสที่ใช้เปลือกในเสาวรสสด และที่ใช้เพกทินเมทอกซีต่ำทางการค้า
   - การฝึกฝนครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แยมเสาวรสที่ใช้เปลือกในเสาวรสอบแห้ง และที่ใช้เพกทินเมทอกซีต่ำทางการค้า
   - การฝึกฝนครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แยมเสาวรสที่ใช้เปลือกในเสาวรสสด และที่ใช้เปลือกในเสาวรสอบแห้ง
   - ในขั้นตอนการฝึกฝน หากพบว่าผู้ทดสอบชิมท่านใดตอบผิด หรือไม่สามารถบอกได้ว่าตัวอย่างนั้นเหมือนหรือต่าง ผู้ทดสอบจะบอกคำตอบและให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบใหม่ จนแยกความแตกต่างของตัวอย่างคู่นั้นได้

3. การทดสอบ
   - การทดสอบแบ่งเป็น 3 ตอน ในแต่ละตอน จะมี 4 คู่ โดยจะเสิร์ฟทีละคู่ และพัก 5 นาที ระหว่างตอน

4. การจัดและเสิร์ฟตัวอย่าง

   1. เขียนหมายเลขผู้ประเมินตามจำนวนผู้ประเมินที่กำหนดในใบรายงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สุ่มรหัสเลขสามหลักในแต่ละตัวอย่าง และสุ่มลำดับการนำเสนอ ทั้ง 4 แบบ คือ AA, AB, BA และ BB และเสิร์ฟตามลำดับ
3. ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีน้ำหนัก 15 กรัม เสิร์ฟตัวอย่างทีละคู่ ให้ตรงกับเลขที่ระบุในใบงาน จัดวางและเสิร์ฟตัวอย่างเป็นคู่เรียงลำดับจากซ้ายไปขวา เสิร์ฟพร้อมขนมปังสีขาว และน้ำดื่ม

หน้าที่ของผู้ประเมิน

1. ผู้ประเมินต้องทราบว่าให้ใช้ความรู้สึกในการแยกแยะความแตกต่างหรือเหมือนกันในการตัดสินใจ
2. ผู้ประเมินชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วบอกว่าตัวอย่างเหมือนหรือต่างกัน โดยผู้ประเมินต้องเดา หากไม่สามารถแยกแยะได้
3. การรวบรวมและวิเคราะห์ผลการประเมิน
4. การวิเคราะห์ผล ทำได้โดยวิเคราะห์ไคว์สแควร์ (χ^2) ใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

$$= \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} + \frac{(O_3 - E_3)^2}{E_3} + \frac{(O_4 - E_4)^2}{E_4}$$

โดย N = จำนวนทั้งหมดของผู้ประเมิน

O_1 =จำนวนคำตอบที่ตอบว่าเหมือนในคู่ที่เหมือน *(AA* และ*BB)*

O_2 =จำนวนคำตอบที่ตอบว่าต่างในคู่ที่เหมือน *(AA* และ*BB)*

O_3 =จำนวนคำตอบที่ตอบว่าเหมือนในคู่ที่ต่าง *(AB* และ*BA)*

O_4 =จำนวนคำตอบที่ตอบว่าต่างในคู่ที่ต่าง *(AB* และ*BA)*

$E1 = E2$ = คำตอบที่คาดว่าตอบเหมือนในคู่ที่เหมือน = $\frac{(o_1 + o_2)(o_1 + o_3)}{N}$

$E3 = E4$ = คำตอบที่คาดว่าตอบต่างในคู่ที่ต่าง = $\frac{(o_3 + o_4)(o_2 + o_4)}{N}$

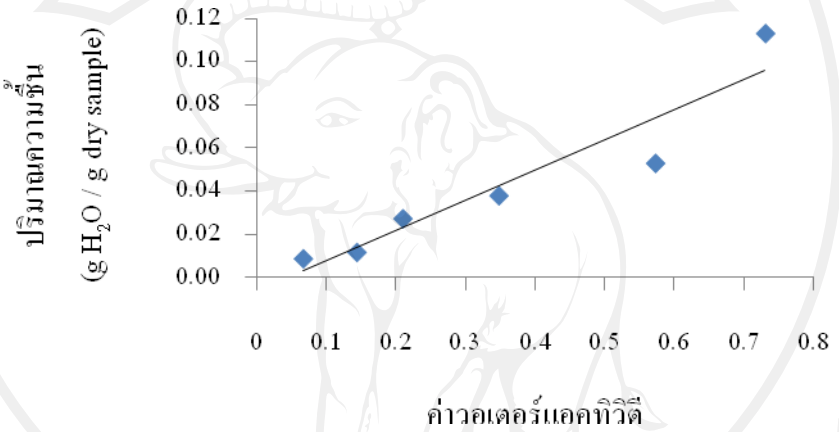
หาก χ^2 ที่คำนวณได้มากกว่า χ^2 ที่ได้จากตาราง *(*ภาคผนวก) ให้ปฏิเสธสมมติฐานหลักซึ่งแสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างการคำนวณอายุการเก็บรักษาเปลือกในเสาวรสอบแห้งอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70

เมื่อนำปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของเปลือกในเสาวรสอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มาพลอตกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังภาพ 4.7 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี เป็นสมการเส้นตรง y = 0.1399x - 0.0063 ค่า R^2 = 0.8917 ทดสอบสมการเส้นตรงที่ได้โดยการวิเคราะห์ linear regression

y (ปริมาณความชื้น) = 0.1399x - 0.0063 (4.1)



ภาพ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของเปลือกในเสาวรสอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

สมการที่ใช้ในการทำนายอายุการเก็บรักษาโดยใช้ sorption isotherm (2) เพื่อใช้ทำนายเปลือกในเสาวรสอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี 0.4605 (จาก (0.348 + 0.573) / 2)

$$\theta_s = \frac{\ln\left[\frac{m_e - m_i}{m_e - m_c}\right]}{\frac{P}{x}\frac{A}{w_s}\frac{p_0}{b}} \qquad (4.2)$$

ค่า m_e, p_0, P/x สามารถคำนวณได้จากสมการ (4.1), (4.3) และ (4.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\ln p_o = \frac{-5321.66}{T} + 21.03 \qquad (4.3)$$

โดย T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (องศาเคลวิน, K)

$$\left(P/_x\right) = \left(\frac{WVTR}{P_o}\right) \qquad (4.4)$$

โดย WVTR = อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ

A/W_s = อัตราส่วนพื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์ต่อน้ำหนักอาหารแห้ง

ปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 0.04 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณความชื้นวิกฤตของเปลือกในเสาวรสอบแห้ง

$$m_c = 0.1399(0.4605) - 0.0063 = 0.0581$$

ขั้นที่ 3 หาความชื้นสมดุลจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70

$$m_e = 0.1399(0.7) - 0.0063 = 0.0916$$

ขั้นที่ 4 หาค่า p_o ที่สภาวะใช้ในการวัดค่า WVTR ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80

$$\ln p_0 = (-5321.66 / 38+273) + 21.03$$

$$p_0 = 50.35$$

p_0 ที่ a_w 0.8 = 23.86*0.8

= 40.28 mm.Hg

ขั้นที่ 5 หาค่า P/x

$$\left(P/_x\right) = \left(\frac{WVTR}{P_o}\right)$$

= 0.310 / 40.28 = 0.0077

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นที่ 6 หาค่า p_o ที่ใช้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70

$$\ln p_0 = (- 5321.66 / 30+273) + 21.03$$

$$p_0 = 32.03$$

$$p_0 \text{ ที่ } a_w\ 0.7 = 32.03*0.7$$

$$= 22.42 \text{ mm.Hg}$$

อัตราส่วนพื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์ต่อน้ำหนักอาหารแห้ง = (0.106x0.15x2) / 48 = 6.625×10^{-4}

$$\theta_s = \frac{\ln \frac{(0.0916-0.04)}{(0.0916-0.0581)}}{7.7\times10^{-3}\times6.625\times10^{-4}\times \frac{22.42}{0.1399}}$$

$$= 528.12 \text{ วัน}$$

$$= 17.6 \text{ เดือน}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวกมลพรรณ อาสาสรรพกิจ

วัน เดือน ปี เกิด 1 กุมภาพันธ์ 2531

ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา (2548)
โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

ระดับปริญญาตรี (2552)
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่

Kamonphan Asasuppakit, Yuthana Phimolsiripol and Sujinda Sriwattana. 2012. Shelf Life Simulation through Sorption Isotherm of Dried Passion Fruit Rind. International Conference on Food and Applied Bioscience: 20th Anniversary of Faculty of Agro - Industry, Chiang Mai University. 6th-7th February 2012. Kantary Hill, Thailand. (Oral Presentation)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved