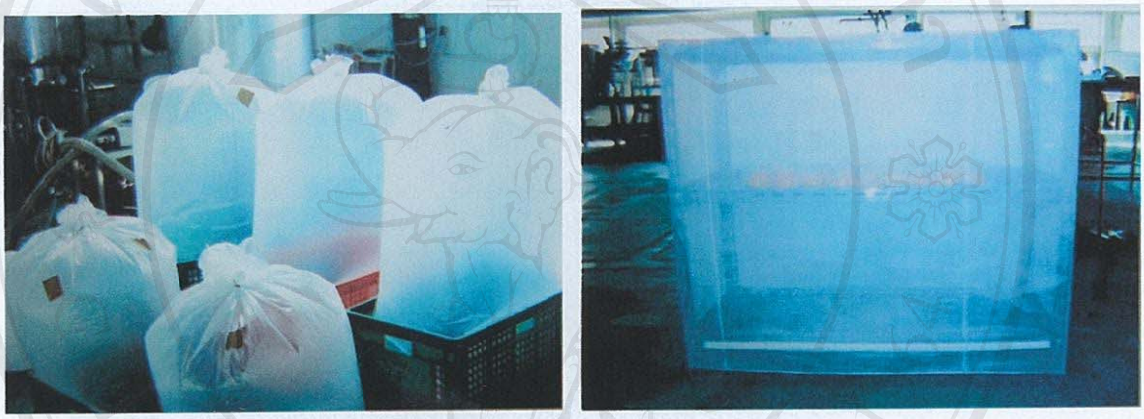
ภาคผนวก ก

รูปภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-1 พลับพันธุ์นูชินที่ระดับความสุกร้อยละ 70



ภาพ ก-2 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดความฝาดและการวางเรียงในตู้รอให้พลับมีความสุกร้อยละ 80

ภาพ ก-3 พลับพันธุ์นูชินที่ระดับความสุกร้อยละ 80

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

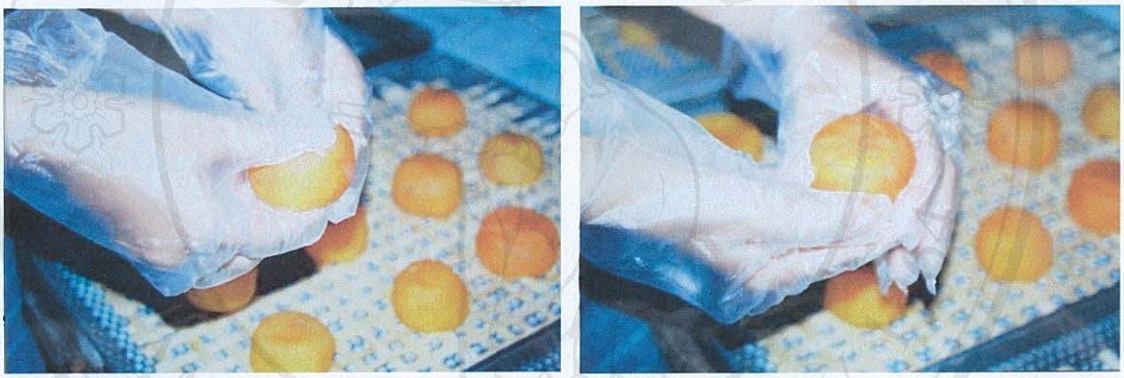
ภาพ ก-4 การตัดแต่งขั้วกลีบ และการปอกเปลือกพลับ

ภาพ ก-5 การแช่พลับในสารละลายต้านการเกิดสีน้ำตาล

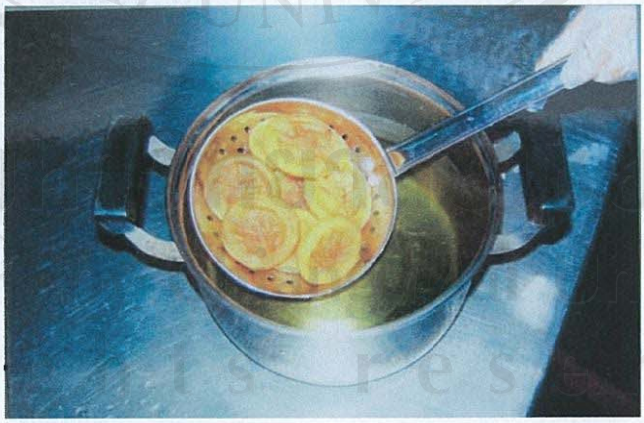
ภาพ ก-6 การจัดเรียงพลับบนตะแกรงรอให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปทำแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-7 การทำแห้งพลับในเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ



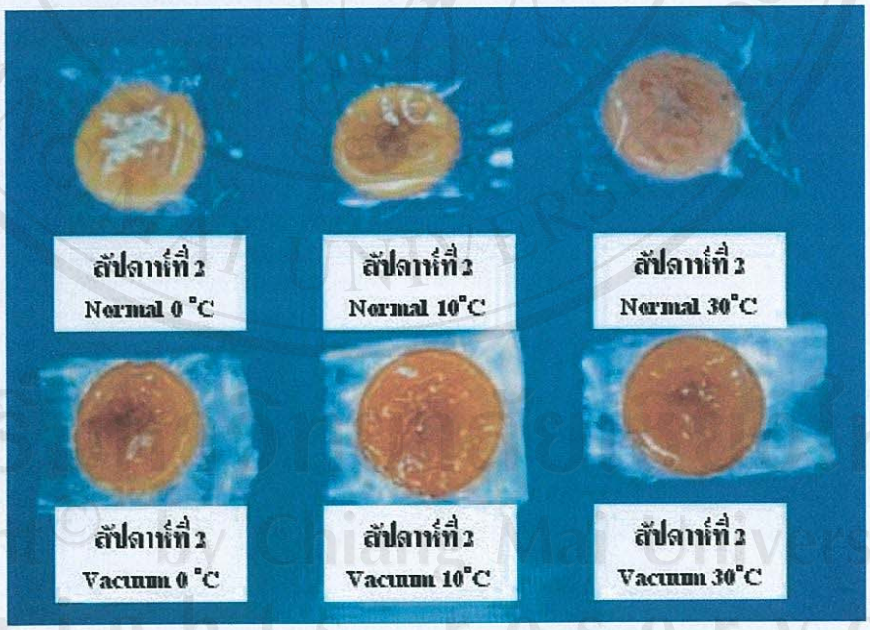
ภาพ ก-8 การบีบนวดพลับ



ภาพ ก-9 การแช่พลับกึ่งแห้งในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท

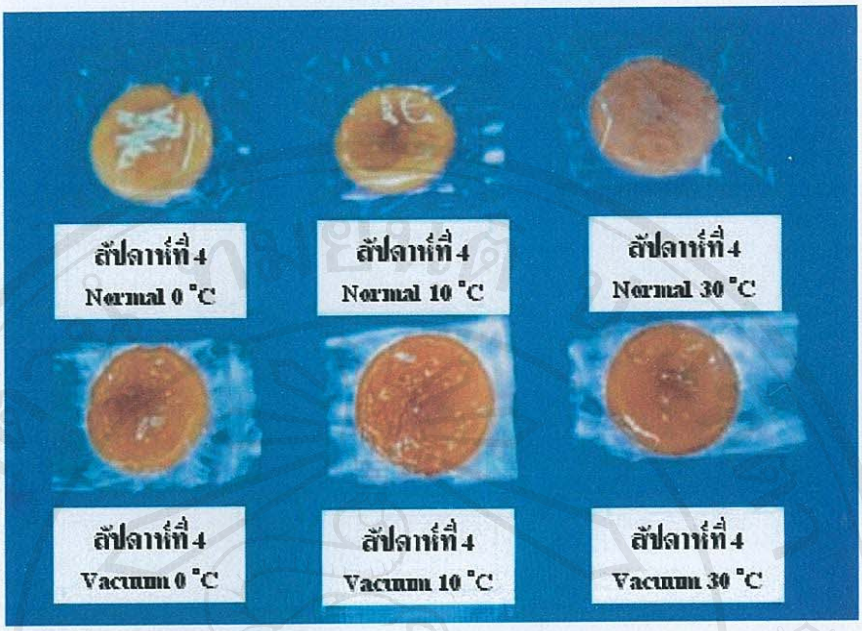
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-10 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งวันเริ่มต้นที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ (ซ้าย) และบรรจุในบรรยากาศปกติ (ขวา)



ภาพ ก-11 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 2 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส

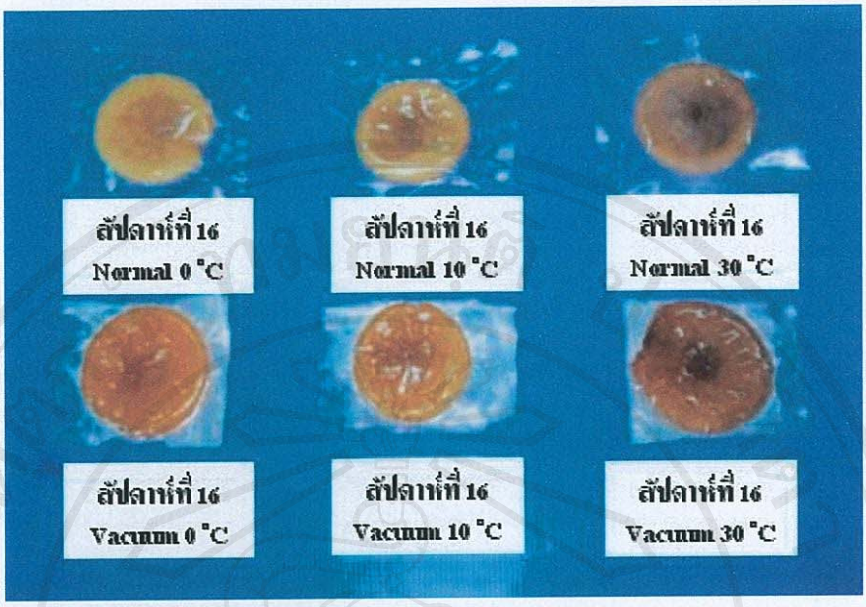
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



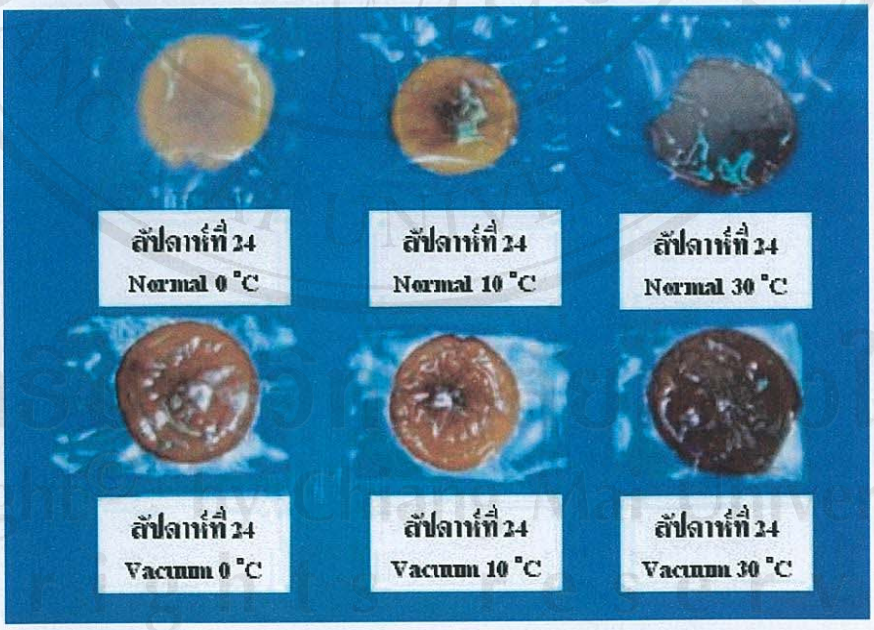
ภาพ ก-12 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 4 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส

ภาพ ก-13 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 8 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก-14 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 16 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส



ภาพ ก-15 ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 24 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์

ชื่อ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพัฒนา คือ พลับกึ่งแห้งสีเหลืองส้ม

กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด โดย

1. ระบุ "ลักษณะของผลิตภัณฑ์" ที่ท่านคิดว่าสำคัญลงในแต่ละหัวข้อ
2. กำหนดเครื่องหมาย I ลงบนสเกลในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับที่ดีที่สุดของลักษณะนั้น ๆ ของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)
3. กำหนดเครื่องหมาย X ลงบนสเกลในตำแหน่งที่คิดว่าเป็นระดับของลักษณะนั้น ๆ ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่เป็นอยู่

ลักษณะปรากฏ

..... |----------| .....

..... |----------| .....

กลิ่นและรสชาติ

..... |----------| .....

..... |----------| .....

ลักษณะเนื้อสัมผัส

..... |----------| .....

..... |----------| .....

การยอมรับโดยรวม

..... |----------| .....

ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบผลิตภัณฑ์
พลับกึ่งแห้งสีเหลืองส้ม

ชื่อ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กรุณากำหนดเครื่องหมาย X ในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของลักษณะนั้น ๆ ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เมื่อกำหนดให้เครื่องหมาย I เป็นระดับในอุดมคติของลักษณะนั้น ๆ

ลักษณะของผลิตภัณฑ์

สีปรากฏ
|----------I----------|
สีเหลือง สีน้ำตาลเข้ม

กลิ่นพลับ
|----------I----------|
น้อย มาก

รสหวาน
|----------I----------|
น้อย มาก

ความเหนียว
|----------I----------|
น้อย มาก

การยอมรับรวม
|----------|
น้อย มาก

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำอธิบายประกอบการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของ "พลับกึ่งแห้ง" ประกอบด้วยลักษณะที่ใช้ในการพิจารณา ได้แก่ สีปรากฏของพลับกึ่งแห้ง กลิ่นพลับ รสหวาน ความเหนียว และการยอมรับรวม คำอธิบายประกอบการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม เป็นดังนี้

สีปรากฏ : พิจารณาสีของพลับกึ่งแห้ง ควรมีสีเหลืองส้มตามธรรมชาติ ไม่ควรมีสีน้ำตาลหรือคราบไหม้จากกระบวนการอบแห้ง

กลิ่นพลับ : พิจารณากลิ่นหอมของพลับโดยธรรมชาติ ไม่ควรมีกลิ่นของสารต้านการเกิดสีน้ำตาล โพแทสเซียมซอร์เบท (ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต) หรือกลิ่นแปลกปลอมอื่นใด

รสหวาน : พิจารณาถึงรสหวานในเนื้อพลับกึ่งแห้ง ไม่ควรมีรสชาติผิดปกติอื่นใด

ความเหนียว : พิจารณาเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของพลับกึ่งแห้ง ควรมีความนุ่มเนียนและความฉ่ำน้ำพอสมควร ไม่ควรมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้าง นิ่ม หรือร่วนจนเกินไป

การยอมรับรวม : เป็นการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวม ซึ่งพิจารณาจากคุณลักษณะต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดสีระบบ Hunter Lab (Minolta Camera Co., Ltd., 1991)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Camera : Model CR-310 วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness), a * เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

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

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; L = 97.67, a* = -0.18, b* = 1.84) แล้วจึงทำการวัดสีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ พลับกึ่งแห้ง ทำการวัด 5 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงเฉือน หรือ Shear force) ด้วยเครื่อง Instron (Series 5565) (Instron Corperation, 1993)

เป็นการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดยใช้ค่าแรงเฉือน หรือ shear force (นิวตัน) ด้วยเครื่อง Instron Series 5565 ชนิดของใบมีดที่ใช้ คือ Warner Bratzler Meat Shear-Compression (2830-013) น้ำหนัก Load cell เท่ากับ 5 กิโลกรัม ความเร็วของ Crosshead เท่ากับ 200 มิลลิเมตรต่อนาที

นำพลับกึ่งแห้งแต่ละผลมาตัดส่วนเนื้อให้มีขนาด 1.75 x 1.75 เซนติเมตร ทำการวัดซ้ำ 10 ครั้ง แล้วนำหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC (2000)

ชั่งตัวอย่างพลับกึ่งแห้ง 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่นปริมาตร 90 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter ก่อนการวัดต้องปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่าง 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)

ชั่งตัวอย่างพลับกึ่งแห้ง 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 90 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นนาน 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำส่วนผสมที่วัดได้มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่อง Refractometer ค่าที่ได้คูณกลับตามอัตราส่วนที่เจือจาง 9 เท่า บันทึกค่าในหน่วยองศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

วิธีวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w)

ใส่ตัวอย่างที่บดแล้วในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ แล้วนำไปใส่ในเครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w-box, Novasina : AWC 200,Switzerland) บันทึกค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ที่คงที่ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียม (moisture can) ที่สะอาดผ่านการอบเป็นเวลา 30 นาที และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้ว
2. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 5 กรัม ลงในกระป๋องอลูมิเนียมแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่มีพัดลมภายใน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง
3. นำกระป๋องอลูมิเนียมออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นไม่น้อยกว่า 20 นาที
4. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ และคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ, เทียบ น้ำหนักเปียก) $= \frac{(A - B) \times 100}{A}$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่หลังการอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugars) ตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 2000)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลาย Fehling no.1

ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate pentahydrate : $CuSO_4.5H_2O$) จำนวน 34.639 กรัม ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Fehling no.2

ละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท (Sodium potassium tartrate หรือ rechelle salt : $KNaC_4O_6.4H_2O$) จำนวน 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Carrez I

ละลาย Zinc acetate dihydrate 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Carrez II

ละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ 10.6 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร

- สารละลายเมธิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1

ละลายเมธิลีนบลู 1 กรัมด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่น (D_1)

เตรียมตัวอย่างให้มีความเข้มข้นร้อยละ 0.8 โดยชั่งตัวอย่างพลับกึ่งแห้งประมาณ 2 กรัม แล้วนำมาปั่นกับน้ำกลั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน ถ่ายตัวอย่างที่ได้ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Clearing agent หรือสารละลาย Carrez I และ Carrez II อย่างละ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จากนั้นนำไปกรอง เก็บสารละลายใสที่กรองได้ไว้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน (D_1)

Preliminary titration

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร (ชนิดปลายงอ) ไล่ฟองอากาศให้หมด ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no.1 และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือแต่ตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

Accurate titration

ปิเปตสารละลาย Fehling's reagents ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no1. และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด เติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรที่น้อยกว่าที่ใช้ไตเตรทครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด แล้วไตเตรตต่อจนสีฟ้าหายไปหมด โดยต้องไตเตรตให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทในรูปกรดซอร์บิค ตามวิธีของ AOAC (2000)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดเมตาฟอสฟอริก

  ละลายกรดเมตาฟอสฟอริก 5 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตรด้วยเอธิลแอลกอฮอล์

- สารละลายผสม

  ผสมปิโตรเลียมอีเธอร์และไดเอธิลอีเทอร์ ในอัตราส่วน 1 : 1

- โซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ

การเตรียมกราฟมาตรฐานของโปแตสเซียมซอร์เบท

ชั่งโปแตสเซียมซอร์เบท 0.134 กรัม นำมาเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่ได้ดังกล่าว 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มิลลิลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดเมตาฟอสฟอริก ผสมให้เข้ากันแล้วดูดสารละลายในแต่ละขวดมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสม 100 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที ตั้งให้แยกชั้น เก็บของเหลวในชั้นของอีเธอร์ไว้ แล้วทำให้แห้งด้วยโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ 5 กรัม รินสารละลายส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 250 นาโนเมตร เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณกรดซอร์บิค (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของอีเธอร์) กับค่าการดูดกลืนแสง

การเตรียม Blank

เตรียมสารละลายกรดเมตาฟอสฟอริก 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายอื่น ๆ เหมือนการเตรียมสารละลายมาตรฐานของโปแตสเซียมซอร์เบท

วิธีวิเคราะห์ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทในรูปกรดซอร์บิค

ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้ง 10 กรัม (ควรทำ Blank ควบคู่ไปด้วย) ปั่นกับสารละลายกรดฟอสฟอริก 100 มิลลิลิตร นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ปิเปตของเหลวที่ได้จากการกรองปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในกรวยแยก จากนั้นเติมสารละลายผสม ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยก เขย่าสารละลายในกรวยแยก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นาน 1 นาที เก็บชั้นของอีเธอร์ (ชั้นบน) ไว้ เติมโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ จำนวน 5 กรัม ลงไปเพื่อดูดความชื้น รินสารละลายส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 250 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Haraeus : Model D-6450 hanau, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA-300MIV, Japan)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Bactor® Plate Count Agar, Difco Laboratory, USA)
- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Bactor® Peptone, Difco Laboratory, USA)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 – 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1. ตัดตัวอย่างพลับกึ่งแห้งให้มีขนาดเล็กด้วยมีดที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟ

2. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟแล้วตักตัวอย่างพลับกึ่งแห้ง 10 กรัม ใส่ลงในถุงสำหรับตีป่น (Stomacher bag) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 90 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องตีป่น (Stomacher) เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1:10 หรือ 10^{-1}

3. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างพลับกึ่งแห้งที่เจือจาง 1:10 หรือ (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1:100 หรือ 10^{-2}

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างพลับกึ่งแห้งที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ที่ยังคงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 45 – 55 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง จานละประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อลง

3. การบ่ม

บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 34 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในรูปจำนวนโคโลนีต่อกรัมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Haraeus : Model D-6450 hanau, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hariyama : Model HA-300MIV, Japan)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (Bactor® Dextrose Agar, Difco Laboratory, USA)
- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Bactor® Peptone, Difco Laboratory, USA)
- สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 – 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
4. ก่อนการใช้ ปรับความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 โดยการเติมสารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ลงไป (อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดทาร์ทาริก 1.9 มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1. ตัดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กด้วยมีดที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟแล้ว ตักตัวอย่างพลับกึ่งแห้ง 10 กรัม ใส่ลงในถุงสำหรับตีป่น (Stomacher bag) เติมสารละลายเปปโตน 90 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องตีป่น (Stomacher) เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1:10 หรือ 10^{-1}

3. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 หรือ 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1:100 หรือ 10^{-2}

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างพลับกึ่งแห้งที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Dextrose Count Agar (PDA) ที่ยังคงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 45 – 55 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง จานละประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อลง

3. การบ่ม

บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวนยีสต์และรา ในรูปจำนวนโคโลนีต่อกรัมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษา (Man and Jones, 1994)

การศึกษาอันดับและอัตราเร็วของปฏิกิริยา (Order and rate constant or reaction)

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยการศึกษาอัตราเร็วและอันดับของปฏิกิริยา สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลศาสตร์

$$-\frac{d C_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

เมื่อ C_A = ความเข้มข้นของสารที่สนใจที่เวลา t

t = เวลา

k = อัตราเร็วของปฏิกิริยา

n = อันดับของปฏิกิริยา

• ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (n=0)

มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t

$$C_{At} = -kt + C_{A0}$$

สร้างกราฟระหว่าง C_{At} กับเวลา t เพื่อหาค่า k

• ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (n=1)

มีการเปลี่ยนแปลงแบบ Logarithmic ของความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t

$$\text{Ln}\,(C_{At}/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง $\text{Ln}\,(C_{At}/C_{A0})$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

• ปฏิกิริยาอันดับสอง (n=2)

มีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t แบบ Hyperbolic หรือมีความสัมพันธ์ระหว่าง $1/C_{At}$ กับเวลาเป็นเส้นตรง

$$(1/C_{At}) - (1/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง $1/C_{At}$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ทราบว่าลักษณะคุณภาพที่สามารถบ่งชี้คุณภาพของพลับกึ่งแห้งได้ซึ่งจะนำมาใช้เป็นดัชนีการเสื่อมเสียบ่งบอกอายุการเก็บรักษา

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาทำได้โดย นำค่าคุณภาพที่เป็นดัชนีบ่งชี้การเสื่อมเสียมาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t เพื่อดูว่าการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กันด้วยปฏิกิริยาอันดับที่เท่าใด และทำการสร้างกราฟตามความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาอันดับนั้นๆ เพื่อคำนวณหาอัตราคงที่ (Rate constant; k values) จากการหาความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ และนำค่า k ที่ได้มาคำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หรือค่า t ในสมการ

ตัวอย่างเช่น โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารมีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง เมื่อสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา จะพบว่ามีความสัมพันธ์แบบ Logarithmic จากนั้นสร้างกราฟระหว่าง Ln (C_{At}/C_{A0}) กับเวลา t เพื่อคำนวณหาค่าอัตราเร็วของปฏิกิริยา หรือค่า k จากความชันของกราฟและสามารถหาอายุการเก็บรักษา (t) ได้จากสูตร

$$\text{Ln}\,(C_{At}/C_{A0}) = -kt$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวกฤติยา เขื่อนเพชร

วัน เดือน ปี เกิด 10 มีนาคม 2523

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทุนการศึกษา ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง
ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved