ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการทำข้าวเกรียบปลา

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปภาพประกอบการทำข้าวเกรียบปลา

ภาพ ก.1 การผสมส่วนผสมในเครื่องผสมอาหาร (Kitchen aid) โดยใช้หัวผสมรูปใบไม้ ความเร็ว 63 รอบ/นาที เป็นเวลาทั้งหมด 10 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ ก.2 นำก้อนแป้งที่ผสมดีแล้ว ไปนึ่งในรังถึงจนสุกที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 60 นาที

ภาพ ก.3 นำก้อนแป้งที่นึ่งสุกแล้วไปแช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 – 10°ซ เป็นเวลา 2 – 3 วัน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ Maejo University

ภาพ ก.4 นำก้อนแป้งที่แช่งดีแล้วแกะถุงพลาสติกออก แล้วนำไปหั่นเป็นแว่นบาง ๆ ด้วยเครื่องสไลด์ข้าวเกรียบให้มีความหนาประมาณ 1 – 2 มม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ ก.5 นำก้อนแป้งที่สไลด์แล้วไปอบในเครื่องอบแห้งแบบตู้ที่อุณหภูมิ 50 – 60°ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

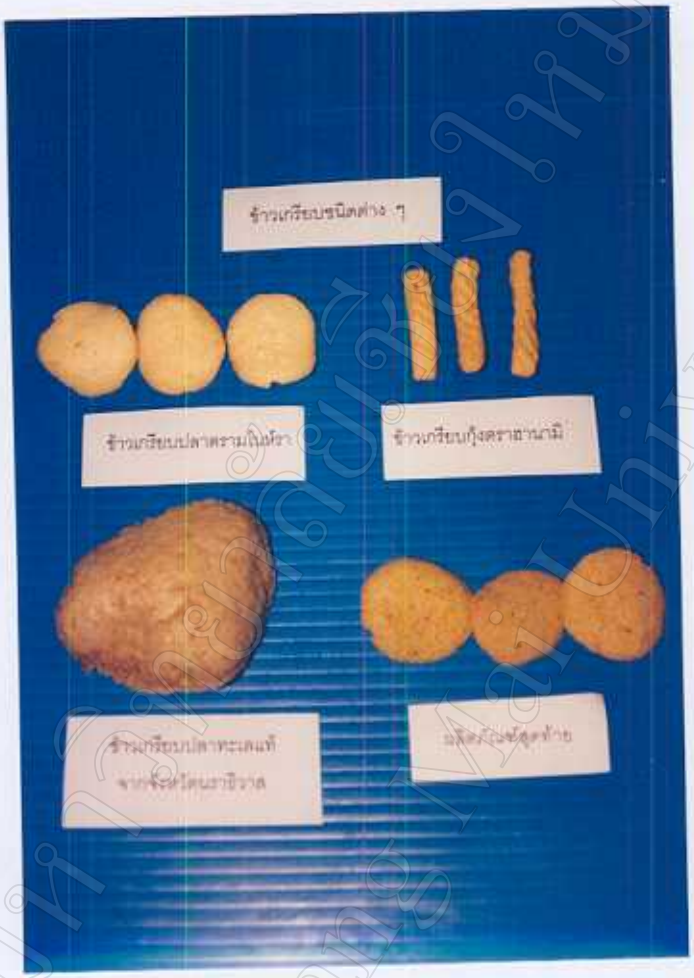
ภาพ ก.6 การทอดข้าวเกรียบดิบในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 175 -180°ซ เป็นเวลา 10 – 20 วินาที จนข้าวเกรียบสุก เหลือง พองดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ ก.7 ข้าวเกรียบปลาหลังอบแห้งก่อนทอด

ภาพ ก.8 ข้าวเกรียบปลาหลังทอด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ ก.9 ข้าวเกรียบปลา (ผลิตภัณฑ์สุดท้าย) หลังทอดเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบในท้องตลาด

ขวาบน คือข้าวเกรียบปลาตรามโนห์รา ซ้ายบน คือ ข้าวเกรียบกุ้งตราฮานามิ

ขวาล่าง คือข้าวเกรียบปลาทะเลแท้จากจังหวัดนราธิวาส ซ้ายล่างคือผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ ก.10 ชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุข้าวเกรียบปลา (ผลิตภัณฑ์สุดท้าย) หลังทอด ซ้าย คือ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 5 X 8 นิ้ว ขวา คือ ถุงโพลิโพรพิลีน ขนาด 5 X 8 นิ้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์
(Ideal Ratio Profile Test)

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเกรียบปลา

ลักษณะผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา จะมีการใส่เนื้อปลาดุกลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน และมีการใส่ข้าวกล้อง แครอท ฟักทองลงไปในส่วนผสมเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร

กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านให้มากที่สุดโดย

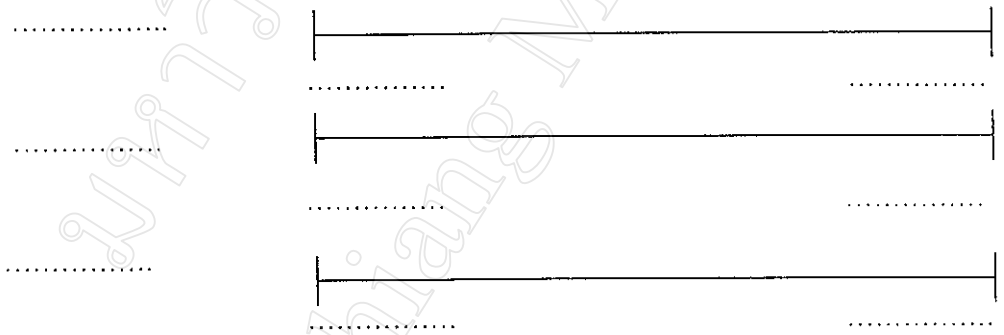
1. ระบุหัวข้อ "ลักษณะของผลิตภัณฑ์ " ที่ท่านเห็นว่าสำคัญลงในแต่ละหัวข้อ

2. กำหนดเครื่องหมาย X ลงบนสเกลในตำแหน่งที่เห็นว่าเป็นลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ควรจะเป็น

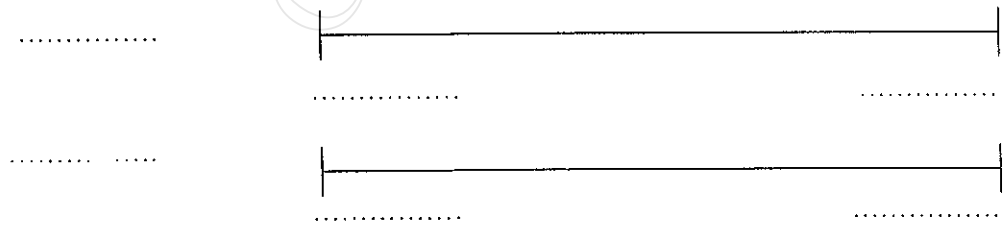
3. กำหนดเครื่องหมาย I ลงบนสเกลในตำแหน่งที่เห็นว่าเป็นลักษณะที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

คำอธิบายลักษณะผลิตภัณฑ์

1. ลักษณะปรากฏภายนอก ลักษณะปรากฏโดยรวม

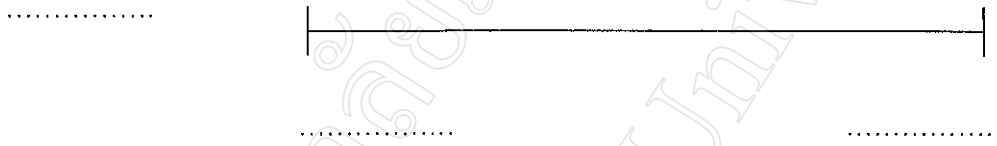


2. ลักษณะเนื้อสัมผัส



3. กลิ่นและรสชาติ

4. การยอมรับรวม



คำแนะนำ.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์

(Ideal Ratio Profile Test)

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเกรียบปลา

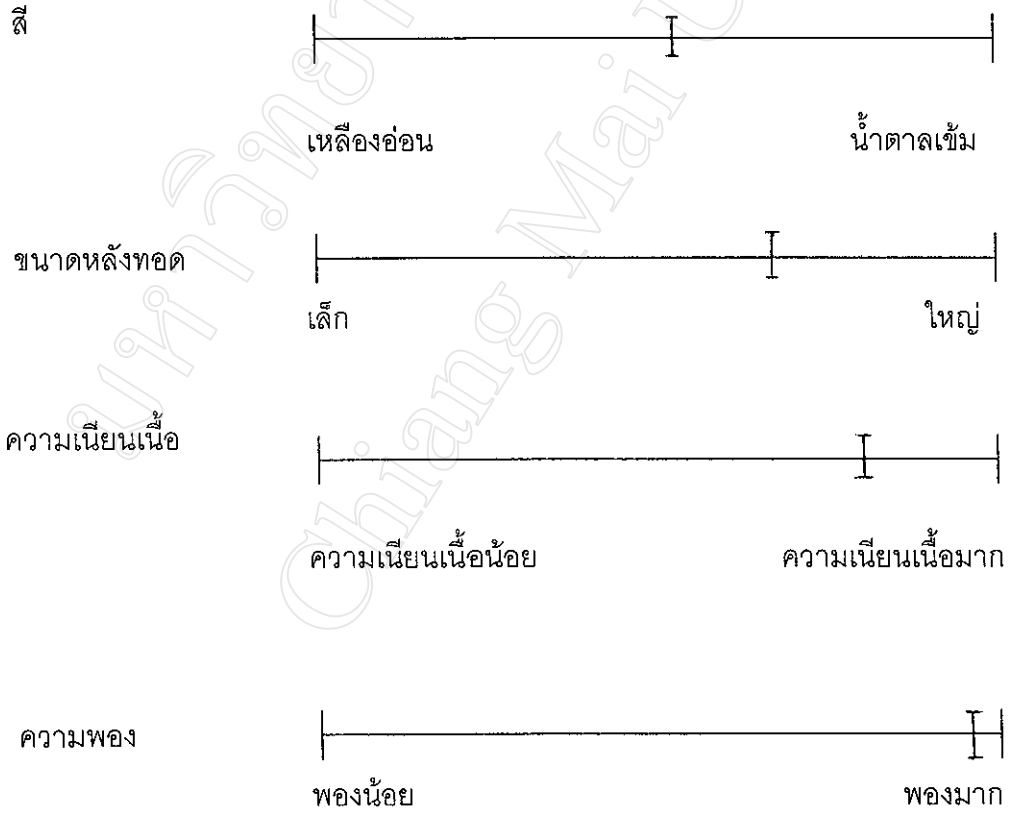
ลักษณะผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา จะมีการใส่เนื้อปลาดุกลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน และมีการใส่ข้าวกล้อง แครอท ฟักทองลงไปในส่วนผสมเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร

กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านให้มากที่สุดโดย

กรุณากำหนดเครื่องหมาย X บนตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของลักษณะนั้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเมื่อกำหนดให้เครื่องหมาย I เป็นระดับในอุดมคติของลักษณะนั้นที่ท่านต้องการ

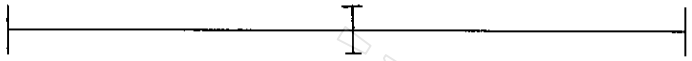
คำอธิบายลักษณะผลิตภัณฑ์

1. ลักษณะปรากฏภายนอก ลักษณะปรากฏโดยรวม



2. ลักษณะเนื้อสัมผัส

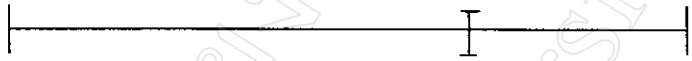
ความกรอบ



กรอบน้อย กรอบมาก

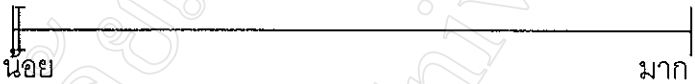
3. กลิ่นและรสชาติ

กลิ่นเครื่องเทศ



น้อย มาก

กลิ่นหืน

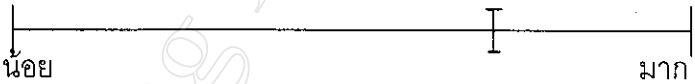


น้อย มาก

รสเค็ม

น้อย มาก

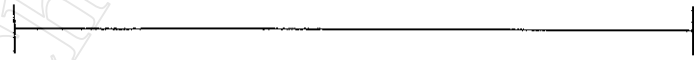
รสหวาน



น้อย มาก

4. การยอมรับรวม

การยอมรับรวม



น้อย มาก

คำแนะนำ.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

คำอธิบายประกอบการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว สามารถแบ่งได้เป็น 4 ด้าน คือ ลักษณะปรากฏภายนอก ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และการยอมรับรวม โดยคุณลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาประกอบด้วย สีของผลิตภัณฑ์ ขนาดหลังทอด ความเนียนเนื้อ ความพอง ความกรอบ กลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นหืน รสเค็ม รสหวาน และการยอมรับรวม โดยกลิ่นหืนจะพิจารณาเฉพาะการทดลองการศึกษาอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา

คำอธิบายลักษณะของข้าวเกรียบปลา มีดังนี้

สีของผลิตภัณฑ์

พิจารณาจากสีของข้าวเกรียบปลาโดยรวม ซึ่งจะมีสีเหลืองออกน้ำตาล อันเนื่องมาจากสีของฟักทอง แครอท ข้าวกล้องซึ่งใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์

ขนาดหลังทอด

พิจารณาจากขนาดของข้าวเกรียบหลังทอด ซึ่งเมื่อนำข้าวเกรียบปลาแต่ละสูตรการทดลองมาทอด พบว่าจะมีการขยายตัวได้ไม่เท่ากัน ขนาดหลังทอดก็จะไม่เท่ากัน ขึ้นกับปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิด

ความเนียนเนื้อ

พิจารณาจากความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม ซึ่งเกิดจากการผสมส่วนผสมรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันดีหรือไม่

ความพอง

พิจารณาจากความพองของข้าวเกรียบหลังทอด ซึ่งเมื่อนำข้าวเกรียบปลาแต่ละสูตรการทดลองมาทอด พบว่าจะมีการขยายตัวได้ไม่เท่ากัน ความพองก็จะไม่เท่ากัน ขึ้นกับปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิด

ความกรอบ

พิจารณาจากความกรอบของข้าวเกรียบปลาหลังทอด ผลิตภัณฑ์ควรจะมีความกรอบสูง

กลิ่นเครื่องเทศ

พิจารณาจากกลิ่นเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กลิ่นกระเทียมและพริกไทย ผลิตภัณฑ์ไม่ควรมีกลิ่นคาวปลาหรือกลิ่นแปลกปลอมอย่างอื่น

กลิ่นหืน

พิจารณาจากกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากน้ำมันที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ หรือไขมันจากเนื้อปลาที่ใช้เป็นส่วนผสม

รสเค็ม

พิจารณาจากรสเค็มของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากเกลือที่เติมลงไปในส่วนผสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

รสหวาน

พิจารณาจากรสหวานของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากน้ำตาลที่เติมลงไปในส่วนผสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

การยอมรับรวม

เป็นการประเมินความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจากคุณลักษณะทั้ง 9 ลักษณะที่กล่าวมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (Ratio Profile Test)

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา นอกจากจุดประสงค์หลักคือเพื่อต้องการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้เพิ่มขึ้นสำหรับผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาแล้ว คุณภาพและคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ยังเป็นสิ่งที่สำคัญต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ จะต้องตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ผลิตภัณฑ์ใหม่จำเป็นต้องหาวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สามารถจะตัดสินหรือแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนาอย่างไรบ้าง จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับ และต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด ทำให้เราทราบถึงทิศทางในการพัฒนาที่เหมาะสมว่าเราจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางใด การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Ideal Ratio Profile เป็นการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อพิจารณาลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วนระหว่างจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดว่าดีเลิศในแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบนั้น (Ideal : I) กับจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีอยู่ในแต่ละคุณลักษณะนั้น (Sample : X)

ในขั้นแรกผู้ทดสอบชิมจะมีความอิสระในการบอก Ideal (Floating Ideals) โดยให้ผู้ทดสอบชิมบอกตำแหน่งของ Ideal ในคุณลักษณะนั้น ๆ และตำแหน่งของตัวอย่างที่ทดสอบบนสเกลเดียวกัน และ Ideal ของผู้ทดสอบชิมแต่ละท่านจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อ Fixed Ideal ในการพัฒนาครั้งต่อไป สามารถทำให้ทราบถึงทิศทางการพัฒนาในระดับหนึ่งว่าจุดที่ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่คิดว่าดีที่สุดของแต่ละคุณลักษณะอยู่ที่ระดับใด

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเค้าโครงสัดส่วน (Ratio Profile Test) ทำโดยการวัดความยาวจากปลายสุดของเส้นถึงจุดตำแหน่งของตัวอย่าง (sample) แล้วนำมาหารด้วยค่าความยาวจากปลายสุดถึงจุดตำแหน่งที่เหมาะสม (Ideal) นำค่าสัดส่วนที่ได้ของผู้ชิมแต่ละคนในลักษณะเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่ได้นำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่าง ๆ ให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคต่อไป ตลอดจนสามารถบอกความต้องการของผู้บริโภคในเชิงปริมาณได้

ค่าเฉลี่ยที่บ่งบอกถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าควรจะมีทิศทางการปรับปรุงอย่างไร

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1	แสดงว่า	ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสำหรับลักษณะที่ศึกษานั้น (เป็นลักษณะที่ดีที่สุดที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้แล้ว)
ค่าเฉลี่ยมากกว่า 1	แสดงว่า	จำเป็นต้องลดความเข้มหรือความแรงนั้น (เป็นลักษณะที่มากเกินที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้)
ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1	แสดงว่า	จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มหรือความแรงนั้น (เป็นลักษณะที่ต่ำกว่าที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้)

ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แสดงถึงความเห็นของผู้บริโภค

SD เท่ากับ 0	แสดงว่าผู้ทดสอบมีความเห็นพ้องกัน
SD น้อยกว่า 0.5	แสดงว่าผู้ทดสอบมีความเห็นต่างกันบ้างแต่ไม่มากนัก
SD มากกว่า 0.5	แสดงว่าผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันมาก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การตรวจวัดค่าสีระบบ Hunter

เป็นการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta camera ; Model CR 300 วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter values, color – L, a, b) โดยค่าสี L เป็นค่าของความสว่าง (Lightness) a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a มีค่าเป็นบวก เป็นสีแดง

มีค่าเป็นลบ เป็นสีเขียว

b มีค่าเป็นบวก เป็นสีเหลือง

มีค่าเป็นลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ทุกครั้งโดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; illuminant D65 10^0 ; Y = 94.10, X = 0.3157 และ Y = 0.3324) กับแผ่น Aperture ขนาด 50 mm แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา โดยนำข้าวเกรียบปลามาทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปใส่ในเซลสำหรับวัดสีให้ใส่ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของเซล โดยทำการวัด 2 ซ้ำในแต่ละซ้ำวัดค่า 5 ครั้ง

2. การตรวจวัดค่าแรงกด (Compression force)

Compression force หรือ การตรวจวัดค่าแรงบด แรงกด คือวัดค่าของแรงต้านการบดหรือบีบ ซึ่งทำให้ปริมาตรผลิตผลลดลง แต่รูปทรงเหมือนเดิมไม่แตกออกจากกัน ซึ่งอาจจะใช้นิ้วบีบหรือใช้แรงกดบนสิ่งที่ต้องการ

เซ็ตอุปกรณ์ของเครื่อง Instron Series สำหรับวัดค่าแรงกด ทดสอบการอัด 40% ตั้งอัตราเร็วในการกด 50 mm / s ระยะทางในการกดลงเฉือนเท่ากับ 1.5 cm วัดออกมาเป็นค่าของ Compression pead load ในหน่วยของนิวตัน นำตัวอย่างข้าวเกรียบปลามาทำการวัด 2 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำวัด 10 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3. **การวัดความเร็วรอบ**

โดยใช้เครื่อง Tachometer รุ่น CT7 นำแผ่นโลหะสีเงินสำหรับวัดความเร็วรอบไปติดที่หัวผสมของเครื่องผสมอาหารที่ต้องการวัดความเร็วรอบ จากนั้นปล่อยให้เครื่องผสมอาหารทำงานตามปกติ เปิดเครื่อง Tachometer ให้ลำแสงตรงกับแผ่นโลหะสีเงิน เครื่อง Tachometer จะทำการวัดออกมาให้ว่าเครื่องผสมอาหารนั้นมีความเร็วรอบกี่รอบต่อนาที

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. **การวิเคราะห์หาความชื้น** (AOAC, 1998)

ชั่งข้าวเกรียบปลาให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 – 5 กรัมใส่ลงในจานโลหะสำหรับหาความชื้นที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100^{0}ซ นานประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งหาน้ำหนัก นำไปอบซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ ซึ่งค่าที่ได้ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.05 กรัม ชั่งหาน้ำหนักของของแข็งที่เหลืออยู่ คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นหรือสารที่ระเหยทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}}$$

2. **การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน โดยวิธี** Semi – micro Kjeldahl distillation (AOAC, 1998)

เป็นวิธีการกลั่นหาปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียที่มีขนาดเล็ก (Semi – micro scale) อาหารตัวอย่างที่จะนำมากลั่นต้องนำไปย่อยกับกรดกำมะถันเข้มข้นใน Kjeldahl digestion apparatus เสียก่อนโดยจะทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ข้าวเกรียบปลานำมาบดเป็นผงละเอียด ชั่งน้ำหนัก 1 – 2 กรัมใส่ใน Kjeldahl digestion flask ใส่คะตาลิสผสม 8 กรัมและกรดกำมะถันเข้มข้นจำนวน 20 มิลลิลิตร (หากใช้มากกว่านี้ตอนกลั่นอาจจำเป็นต้องใช้ด่างมากด้วยเพื่อให้ส่วนผสมของสิ่งที่ย่อยได้ (digest solution) อยู่ในสภาพที่มีด่างเกินพอ (excess sodium hydroxide) นำส่วนผสมทั้งหมดไปย่อยบนเตาย่อยจนใสประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วให้ความร้อนต่ออีกหนึ่งชั่วโมงจึงหยุดการย่อย

นำของเหลวที่ย่อยได้ไปปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำของเหลวที่ปรับปริมาตรแล้ว 10 มล. ใส่ในส่วนที่ใช้สำหรับกลั่น (steamed out apparatus) แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% ลงไป 15 ml ปิดด้วยจุกแก้วกลั่นไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย โดยใช้ steam distillation ใส่ลงไปในฟลาสค์ขนาด 150 ml ที่มีสารละลายกรดบอริคความเข้มข้น 2% จำนวน 10 ml และอินดิเคเตอร์ (screened methyl red) 2 – 3 หยด กลั่นประมาณ 10 – 15 นาทีแล้วล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำของเหลวที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล บันทึกปริมาณกรดที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในอาหารตัวอย่าง โดย

1 มิลลิลิตรสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับไนโตรเจน 0.0014 กรัม

Conversion factor ที่ใช้กับอาหารแต่ละชนิดมีดังนี้

ข้าวสาลี ทั้งเมล็ด	5.83	ถั่วเหลือง	5.71
แป้ง	5.70	นัท ถั่วลิสง บราซิลนัท	5.41
มักโรนี	5.70	อัลมอนต์	5.18
รำ	6.31	นัทชนิดอื่น ๆ	5.30
ข้าวเจ้า	5.95	น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม	6.38
ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอต ข้าวไรย์	5.83	เจลาติน	5.55
ข้าวโพด	6.25	อาหารชนิดอื่น ๆ	6.25

3. **การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน** (AOAC, 1998)

นำข้าวเกรียบปลาไปทำการอบแห้งหาความชื้นตามวิธีการหาความชื้น จากนั้นนำข้าวเกรียบปลาที่วางให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนักประมาณ 1 – 2 กรัมใส่ใน thimble ที่อบแห้งแล้วจากนั้นนำไปสกัดหาปริมาณไขมันโดยใช้เครื่อง Soxtec Avanti 2050 (Auto Extraction System) สารที่ใช้สกัดหาปริมาณไขมันคือปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ (มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 40 – 60^{0}ซ) ปริมาตร 50 มล. ใช้เวลาในการสกัด 85 นาที เมื่อครบตามกำหนดเวลานำส่วนของไขมันที่อยู่ในถ้วยสกัดที่อบแห้งและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 100^{0}ซ เวลา 30 – 60 นาที ทิ้งให้เย็นและชั่งน้ำหนัก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

ตัวอย่างการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันของข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักเปียกก่อนอบที่ 100^0ซ = 3.4190 กรัม

ข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักหลังอบแห้งที่ 100^0ซ = 3.3300 กรัม

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(3.4190 - 3.3300) \times 100}{3.4190}$$

เพราะฉะนั้นปริมาณความชื้น = 2.60%

นำข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังอบแห้ง (dry basis) ที่ 100^0ซ จำนวน 1.0626 กรัม นำไปหาปริมาณไขมันด้วยเครื่อง Soxtec Avanti 2050 ได้ปริมาณไขมันเท่ากับ 0.2143 กรัม

ข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักแห้ง 1.0626 กรัมมีไขมัน = 0.2143 กรัม

ข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักแห้ง 3.3300 กรัมมีไขมัน $= \frac{0.2143 \times 3.3300}{1.0626}$

= 0.6716 กรัม

เพราะฉะนั้นข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักแห้ง 3.3300 กรัมมีไขมัน = 0.6716 กรัม

ข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักแห้ง 3.3300 กรัมมาจากน้ำหนักเปียก 3.4190 กรัม

ดังนั้นข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักเปียก 3.4190 กรัมจะมีไขมัน = 0.6716 กรัม

ถ้าข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้ำหนักเปียก 100 กรัม จะมีไขมัน $= \frac{0.6716 \times 100}{3.4190}$

= 19.64%

เพราะฉะนั้นปริมาณไขมันของข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้าย (wet basis) = 19.64%

4. **การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร** (AOAC, 1998)

นำข้าวเกรียบปลาไปทำการสกัดเอาไขมันออกด้วยปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ โดยใช้เครื่องสกัดไขมัน นำกากที่แห้งแล้วประมาณ 1 – 2 กรัมใส่ในฟลาสค์ขนาด 1 ลิตร เติมสารละลายกรดกำมะถันความเข้มข้น 0.1275 โมล่าร์ลงไป 200 มิลลิลิตร การเติมสารละลายกำมะถันให้เติมลงไปประมาณ 30 – 40 มิลลิลิตรก่อน เพื่อช่วยให้กากที่แห้งกระจายตัวได้ดี แล้วจึงเติมให้ครบ 200 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดภายใน 1 นาที ให้เติมลูกแก้วเล็ก ๆ (glass bead) ป้องกันการเกิดฟอง ปล่อยทิ้งไว้ให้เดือดนาน 30 นาที การต้มต้องทำด้วยความระมัดระวังใช้เตาที่ควบคุมอุณหภูมิได้ ขณะต้มควรปิดปากฟลาสค์ด้วยกระจกนาฬิกา และพยายามรักษาปริมาตรของสารละลายไว้ให้คงที่ ถ้าปริมาตรลดลงให้เติมน้ำร้อนลงไปให้ปริมาตรเท่าเดิม ขณะต้มควรเขย่าฟลาสค์เป็นครั้งคราว เพื่อให้ตัวอย่างผสมกันทั่วถึง ตัดกระดาษกรองให้พอดีกับกรวยโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 54 ค่อย ๆ เทน้ำเดือดใส่ลงในกรวยปล่อยทิ้งไว้ให้กรวยร้อนแล้วจึงเปิด suction นำฟลาสค์ที่ใส่สารละลายกรดที่ต้มเดือดครบ 30 นาทีแล้ว ปล่อยตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เทใส่ลงในกรวย กรองกากทั้งหมดด้วย suction ให้เสร็จภายใน 10 นาที ล้างกากด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้งเทกากลงในฟลาสค์ใบเดิม เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.313 โมล่าร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดภายใน 1 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เดือดนาน 30 นาที แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองโดยใช้ suction เช่นเดียวกับขั้นตอนแรก ล้างด้วยน้ำร้อน เทกากลงในฟลาสค์ใบเดิม ล้างกากด้วยสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 1% แล้วล้างด้วยน้ำร้อนอีก หลังจากนั้นนำกากไปล้างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 95% อีก 2 ครั้ง และตามด้วยไดเอธิลอีเทอร์อีก 3 ครั้ง นำกากที่เหลือทั้งหมดใส่ลงบนกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้าที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100°ซ จนได้น้ำหนักคงที่ ชั่งหาน้ำหนักของกากแห้งที่เหลือ นำกากไปเผาต่อในเตาเผาให้เป็นเถ้าที่อุณหภูมิ 500 - 550°ซ นาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใน desiccator ชั่งหาน้ำหนักเถ้าที่ได้

ปริมาณเส้นใยในอาหารตัวอย่าง = น้ำหนักแห้งของกาก – น้ำหนักเถ้า

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยในอาหารตัวอย่าง

5. **การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า** (AOAC, 1998)

ชั่งข้าวเกรียบปลามา 2 – 5 กรัม ใส่ในจานสำหรับหาเถ้าที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว เผาไหม้ตัวอย่างอาหารดังกล่าวโดยใช้ตะเกียงบุนเซนจนไม่มีควันดำเสียก่อน แล้วนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500 – 550°ซ นาน 3 ชั่วโมงจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ปล่อยให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งหาน้ำหนักเถ้า คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

6. **การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรท** (AOAC, 1998)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรท (wet basis) = 100 – เปอร์เซ็นต์ความชื้น – เปอร์เซ็นต์เถ้า – เปอร์เซ็นต์ไขมัน - เปอร์เซ็นต์โปรตีน

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรทของข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ปริมาณคาร์โบไฮเดรท = 100 – 2.60 - 2.87 - 19.64 - 7.65

= 67.24 %

เพราะฉะนั้นปริมาณคาร์โบไฮเดรทของข้าวเกรียบปลาผลิตภัณฑ์สุดท้าย = 67.24 %

7. **การวิเคราะห์หาค่า** a_w (AOAC, 1998)

ใช้เครื่อง a_w testo 650 และหัววัดความชื้นชนิดความเที่ยงตรงสูง (highly accurate) เครื่องวัดจะสร้างจากอ่างที่ปิดสนิทสำหรับใส่ตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยใส่ข้าวเกรียบปลาที่บดละเอียดประมาณหนึ่งในสามของอ่าง และใช้เวลาประมาณ 30 นาที เพื่อให้ค่า a_w คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดตัวอย่างอาหารที่นำมาวัด อุณหภูมิที่ใช้ในการวัดคือ 25°ซ

8. **การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด** (AOAC, 1998)

นำข้าวเกรียบปลามา 10 กรัมเติมน้ำกลั่นลงไป 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ผสมให้เข้ากันดี จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนของเหลว นำของเหลวส่วนที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2 – 3 หยด แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ คนขณะทำการไตเตรทจนได้จุดยุติ เป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารละลายด่างที่ได้ ทำการทดลอง 2 ซ้ำคำนวณหาค่าเฉลี่ยของด่างที่ใช้และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริค

การคำนวณ

$$\%\text{citric acid} = \frac{\text{ml. ของ 0.1 M NaOH x 0.1 x 0.007 x 100}}{\text{g. sample}}$$

โดย 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดซิตริค 0.007 กรัม

เมื่อ ml. คือ จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 โมล่าร์ที่ใช้ในการไตเตรท

9. **การวิเคราะห์หาปริมาณ** Thiobarbituric acid number (Pearson, 1976)

นำข้าวเกรียบปลา 10 กรัมปั่นผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรในเครื่องปั่นผสม แล้วเทใส่ในหลอดกลั่นขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างเครื่องปั่นผสมด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำน้ำกลั่นที่ล้างเครื่องปั่นผสมเทรวมลงในหลอดกลั่นเดิม เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 โมล่าร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้พีเอช 1.5 แล้วเติมลูกแก้วป้องกันการเดือด ต่อเครื่องกลั่นเข้าด้วยกัน นำไปต้มโดยใช้เตาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ กลั่นจนเก็บของเหลวที่กลั่นได้ 50 มิลลิลิตร (ภายในเวลา 10 นาทีหลังเดือด) ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติมสารละลาย thiobarbituric acid reagent ลงไป 5 มิลลิลิตรปิดฝา เขย่าแล้วนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลานาน 35 นาทีเท่านั้น ทำ blank พร้อมไปด้วย โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรและสารละลาย thiobarbituric acid reagent ลงไป 5 มิลลิลิตร ทำให้เย็นภายใน 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย UV/VIS Spectrophotometer ที่ 538 นาโนเมตร

$$\text{TBA value} = \frac{(\text{ค่า Mean of all absorbance}) \times 7.8 \times 10}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \quad ; \text{สำหรับ 5 ml distillate used}$$

$$\text{TBA value} = \frac{(\text{ค่า Mean of all absorbance}) \times 7.8 \times 50}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \quad ; \text{สำหรับ 1 ml distillate used}$$

<u>หมายเหตุ</u> thiobarbituric acid reagent เตรียมโดยชั่ง TBA มา 0.2883 กรัม ใส่ลงไปใน glacial acetic acid 100 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ถ้าไม่ละลายอุ่นในน้ำร้อน จากนั้นเก็บในขวดสีชา ปิดทับด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ เก็บอุณหภูมิต่ำ

10. การวิเคราะห์หาเมธิลเอสเทอร์กรดไขมัน (Methyl ester of fatty acids)

การหาร้อยละองค์ประกอบของกรดไขมัน (AOAC, 1995)

วิธีการ : การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Identification) : Precition of retention time method

อุปกรณ์ :

1.เครื่องแกสโครมาโตกราฟ (Gas chromatograph) Hewlett Packard 6890

2.คอลัมน์ (Column) Hp – INNOWAX (Crosslinked Polyethylene Glycol) 30 m, ∅ 25 nm

สารเคมี

1.แกสตัวพา (Carrier gas) : ฮีเลียม

2.แกสอื่น : ไฮโดรเจนและอากาศ

3.สารมาตรฐานเมธิลเอสเทอร์กรดไขมัน 6 ชนิด

3.1ปาล์มิติก เมธิลเอสเทอร์

3.2ปาล์มิโตเลอิก เมธิลเอสเทอร์

3.3สเตียริค เมธิลเอสเทอร์

3.4โอเลอิค เมธิลเอสเทอร์

3.5ลิโนเลอิค เมธิลเอสเทอร์

3.6ลิโนเลนิค เมธิลเอสเทอร์

4.โบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอลความเข้มข้น 14% (14%BF_3 in methanol)

5.โซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล (0.5N Methanolic sodium hydroxide)

6.โซเดียมซัลเฟต

สภาวะของเครื่องแกสโครมาโตกราฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

Split ratio = 50 : 1

Oven temperature = 170°ซ

Detector (FID) temperature = 230°ซ

Programme rate = 3 องศาเซลเซียสต่อนาที

Injection volumn = 1 μl

การเตรียมโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน

ชั่งสารมาตรฐานเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันแต่ละตัว เจือจางและฉีดวิเคราะห์ที่ปริมาณ 1 μl เพื่อหาค่า Retention time ของสารมาตรฐานแต่ละตัว

การเตรียมตัวอย่าง

1.ชั่งตัวอย่างประมาณ 350 มิลลิกรัมใส่ขวดก้นกลม

2.เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลและเม็ดแก้ว

3.รีฟลักซ์ 10 นาที แล้วเติม โบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอลความเข้มข้น 14% จำนวน 7 มิลลิลิตรผ่านทางปลายคอนเดนเซอร์แล้วกลั่นต่ออีก 2 นาที

4.เติมเฮปเทน 5 มิลลิลิตร ผ่านทางปลายคอนเดนเซอร์แล้วกลั่นต่ออีก 1 นาที

5.ทิ้งให้เย็นหลังกลั่น เติมสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์จนชั้นแอลกอฮอล์ลอยถึงคอขวด

6.ดูดชั้นแอลกอฮอล์มา 1มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมซัลเฟตเพื่อดูดซับน้ำ

7.ใช้เข็มฉีดเข้า GC. เพื่อวิเคราะห์ที่ 1 μl

8.คำนวณและรายงานผลในรูปร้อยละองค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid profile) จากพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมที่มีค่า Retention time ตรงกับของสารมาตรฐานแต่ละตัวตามสูตร

$$\text{ร้อยละองค์ประกอบของกรดไขมัน} = \frac{\text{พื้นที่ใต้สัญญาณโครมาโตแกรมของกรดไขมันแต่ละชนิด} \times 100}{\text{พื้นที่ใต้สัญญาณโครมาโตแกรมของกรดไขมันทั้งหมด}}$$

การหาปริมาณของกรดไขมัน (AOAC, 1995)

วิธีการ : คำนวณจากพื้นที่ใต้สัญญาณโครมาโตแกรมของกรดไขมันแต่ละชนิดโดยคิดเป็นพื้นที่ต่อตัวอย่างน้ำมัน 1 มิลลิกรัม

อุปกรณ์ :

1.เครื่องแกสโครมาโตกราฟ (Gas chromatograph) Hewlett Packard 5890 II

2.คอลัมน์ (Column) Carbowax 20M, 50m, ∅ 0.32 mm

3.เข็มฉีด (Syring) ขนาด 2 μl

สารเคมี

1.แกสตัวพา (Carrier gas) : ไนโตรเจน

2.แกสอื่น : ไฮโดรเจนและอากาศ

3.สารมาตรฐานเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน

4.โบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอลความเข้มข้น 14% (14%BF_3 in methanol)

5.โซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลความเข้มข้น 0.5นอร์มัล (0.5N Methanolic sodium hydroxide)

6.โซเดียมซัลเฟต

สภาวะวิเคราะห์

1.โปรแกรมอุณหภูมิ (Temperature program)

Innitial temp.	= 120°ซ
Split up temp.	= 10°ซ/min
Final temp/time	= 220°ซ/ 30 min
Injection temp	= 250°ซ
Oven temp	= 250°ซ
Detector temp	= 250°ซ

2.โปรแกรมความดัน (Inlet pressure program)

Gas flow rate	= 1.3 ml / min
Velocity	= 24.3 cm / sec
Pressure	= 12.3 psi.

การเตรียมสารมาตรฐาน

เตรียมโครมาโตแกรมสารมาตรฐานโดยเจือจางสารมาตรฐานเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันแต่ละตัวและฉีดวิเคราะห์ที่ปริมาณ 0.8 µl เพื่อหาค่า Retention time ของสารมาตรฐานแต่ละตัว (ในกรณีที่ต้องการหาปริมาณสารในรูปร้อยละโดยน้ำหนักของกรดไขมันในตัวอย่าง ให้เจือจางสารมาตรฐานแต่ละตัวที่ 3 ระดับความเข้มข้นโดยประมาณให้ครอบคลุมปริมาณกรดไขมันที่มีในตัวอย่างเพื่อทำกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันกับพื้นที่โครมาโตแกรมที่อ่านได้)

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.ชั่งตัวอย่างประมาณ 350 มิลลิกรัมใส่ขวดก้นกลม

2.เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลและเม็ดแก้ว

3.รีฟลักซ์ 10 นาที แล้วเติม โบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอลความเข้มข้น 14% จำนวน 7 มิลลิลิตรผ่านทางปลายคอนเดนเซอร์แล้วกลั่นต่ออีก 2 นาที

4.เติมเฮปเทน 5 มิลลิลิตร ผ่านทางปลายคอนเดนเซอร์แล้วกลั่นต่ออีก 1 นาที

5.ทิ้งให้เย็นหลังกลั่น เติมสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์จนชั้นแอลกอฮอล์ลอยถึงคอขวด

6.ดูดชั้นเฮปเทนมา 1 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมซัลเฟตเพื่อดูดซับน้ำ

7.ใช้เข็มฉีดเข้า GC เพื่อวิเคราะห์ที่ 0.8 μl

8.หาปริมาณเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันในตัวอย่าง โดยคำนวณจากพื้นที่ใต้สัญญาณโครมาโตแกรมของกรดไขมันแต่ละชนิด โดยคิดเป็นพื้นที่ที่อ่านได้ต่อตัวอย่างน้ำมัน 0.8 μl (ในกรณีที่ต้องการแสดงปริมาณของกรดไขมันในรูปร้อยละโดยน้ำหนักน้ำมัน อาจทำได้โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้สัญญาณโครมาโตแกรมของกรดไขมันแต่ละชนิดกับกราฟมาตรฐานของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ และนำค่าปริมาณเมธิลเอสเทอร์ที่ได้จากกราฟมาตรฐานมาแปลงเป็นค่าปริมาณกรดไขมันโดยใช้ Conversion factor ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนของน้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันต่อน้ำหนักโมเลกุลในรูปเมธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันแต่ละชนิด)

ปาล์มมิติค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9481
ปาล์มิโตเลนิค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9478
สเตียริค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9530
โอเลอิค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9527
ลิโนเลอิค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9524
ลิโนเลนิค เมธิลเอสเทอร์	Conversion factor	0.9520

11. การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีชนิดอัลฟาโทโคฟีรอล (α- Tocopherol) (Albala-Hurtado et al., 1997)

สารเคมี

1. α - tocopherol ความเข้มข้น 10 – 100 μg / ml ละลายในเมธานอล
2. น้ำ ใช้น้ำ ultra pure water
3. acetonenitrile
4. n - hexxane
5. methanol ใช้ HPLC grade
6. absolute alcohol
7. potassium hydroxy เข้มข้น 60%
8. ฟีนอล์ฟทาลีน
9. ascorbic acid
10. BHT (Sigma)
11. anhydrous sodium sulfate (analytical grade)

การเตรียมสารมาตรฐาน

ชั่ง α - Tocopherol มา 10 – 100 μg / ml ละลายในเมธานอล

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.ชั่งข้าวเกรียบปลามา 25 กรัม บันทึกน้ำหนักละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ใน amber erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.เติมกรดแอสคอร์บิค 0.5 กรัม เติมเอธานอล 50 มิลลิลิตร และ potassium hydroxy เข้มข้น 60% จำนวน 10 มิลลิลิตรภายใต้บรรยากาศที่มีไนโตรเจน

3.ทำการ saponification ข้ามคืน คนตลอดที่อุณหภูมิห้อง

4.ถ่ายส่วนผสมที่ได้จากการ saponified แล้วเทลงในกรวยแยกสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง amber erlenmeyer flask ที่ใช้ในการ saponification ด้วยน้ำ 30 มิลลิลิตร จากนั้นเทน้ำรวมกับกรวยแยกสีชาเดิม แล้วนำมาสกัด 5 ครั้ง แต่ละครั้งเขย่า 2 นาที ซึ่งการสกัด 3 ครั้งแรกสกัดด้วย n – hexane 50 มิลลิลิตร ส่วนอีก 2 ครั้งสกัดด้วย n – hexane 25 มิลลิลิตร

5.นำส่วนที่เป็นสารผสมของ hexane ทั้งหมด ล้างด้วยน้ำจำนวน 50 มิลลิลิตร ที่หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2 - 3 หยด โดยล้างทีละนิดจนกระทั่งน้ำที่ใช้ล้างสารผสม hexane เปลี่ยนเป็นไม่มีสี (colourless)

6.เติม BHT ลงไป 1 กรัม นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 ที่มี anhydrous sodium sulfate อยู่บนกระดาษกรองจำนวน 20 กรัม กรองใส่ใน amber volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลตร

7.นำส่วนที่กรองได้จากข้อ 6 ไประเหยใน rotatory evaporation ที่อุณหภูมิ 40°ซ

8.นำส่วนที่ระเหยได้จากข้อ 7 ละลายด้วยเมธานอล 10 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่านเครื่องกรองที่มีขนาด pore diameter 0.45 μm

9.นำไปฉีดเข้า HPLC

10.วิตามิน E มี retention time 20 นาที ซึ่ง retention time นี้ใช้ได้เฉพาะ α - Tocopherol ส่วน δ - Tocopherol และ γ Tocopherol จะมี retention time ที่เวลาอื่น

11.สำหรับการหาวิตามิน E จะเปรียบเทียบกับ retention time ของสารมาตรฐาน

12.Detection limit ของ α - Tocopherol เท่ากับ 0.3 μg / ml

13.ระดับของสารมาตรบานที่ใช้ต้องอยู่ในระดับปริมาณของ α - Tocopherol ที่มีอยู่ในตัวอย่างที่ต้องการหา

14.สำหรับ blank จะทำ 2 แบบคือแบบที่ 1 ใช้น้ำ ultra pure water นำไปทำการ saponification สกัดด้วย n – hexane ระเหยแล้วฉีดเข้า HPLC เช่นเดียวกับสารตัวอย่าง และแบบที่ 2 ใช้น้ำในระดับต่ำที่สุดที่จะตรวจพบได้

Condition HPLC

-Column คือ ODS 2 C_{18} ขนาด 25 x 0.46 cm, particle diameter 5 μm

-Detector คือ UV – VIS 292 nm

-Mobile phase คือ water : acetonitrite : methanol = (4 : 1 : 95 v/v/v)

12. การวิเคราะห์หาบิวทีเลทเตด ไฮดรอกซีโทลูอีน (AOAC, 1995)

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. ชั่งตัวอย่างข้าวเกรียบปลา 22 กรัม
2. สกัดน้ำมันออกโดยใช้ hexane 20 มิลลิลิตร ใส่ในตัวอย่าง ทำ 2 ครั้ง นำส่วนใสมา Evaporator
3. ใส่ Mobile phase 10 มิลลิลิตร ผสมประมาณ 10 นาที
4. นำไป centrifuge
5. นำส่วนใสมากรองด้วย Millipore acetate
6. ฉีดเข้าเครื่อง HPLC

<u>Condition HPLC</u>

-Column คือ ODS

-Detector คือ UV 280 nm

-Mobile phase คือ 5% acetic acid ในน้ำ : 5% acetic acid ใน acetonite 20 : 80

-Flow rate เท่ากับ 1 ml / min

13. การหาปริมาณ β - carotein (Pupin et al., 1999)

<u>การเตรียมสารละลายมาตรฐาน</u>

1. การเตรียม stock standard โดยชั่ง β - carotein 5 มิลลิกรัมละลายใน chloroform ที่มี BHT 0.1% ใส่ใน amber flask ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร

2. การเตรียม standard โดยนำ stock standard มา 2.5 มิลลิลิตรละลายใน acetonitrile 100 มิลลิลิตร (ต้องเตรียมใหม่ทุกวัน)

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม สกัดด้วย ethyl acetate ที่มี BHT 0.004% จำนวน 50 มิลลิลิตร

2. ถ่ายส่วนที่เป็นชั้นของ organic phase ใส่ใน amber round-bottom flask ที่มี anhydrous sodium sulphate 50 กรัม

3. นำส่วนที่เป็นชั้น aqueous เติม methanol ที่มี BHT 0.004% จำนวน 50 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1 โมล่าร์จำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี

4. สกัดด้วย ethyl acetate ที่มี BHT 0.004% ทั้งหมด 2 ครั้ง โดยครั้งแรกสกัดด้วย ethyl acetate จำนวน 75 มิลลิลิตร ครั้งที่ 2 สกัดด้วย ethyl acetate จำนวน 25 มิลลิลิตร

5. ส่วนที่สกัดได้จากข้อ 4. ใส่ sodium sulphate ลงไปแล้วนำไปสกัดด้วย ethyl acetate ที่มี BHT 0.004% จำนวน 50 มิลลิลิตร ซึ่ง sodium sulphate จะถูกกำจัดออกไปในขั้นตอนนี้

6. นำไประเหยใน rotary evaporator ที่ 40 °C

7. นำส่วนที่ระเหยได้ใส่ใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติม mobile phase ลงไป 1.5 มิลลิลิตร

8. ฉีดเข้า HPLC

Condition HPLC

-Column คือ C_{18} Vydac ขนาด 25 cm. X 4.6 mm, pore diameter 5 μm

-Detector คือ UV – VIS 450 nm

-Mobile phase คือ acetonitrile : methanol : 1,2 dichloroethane (60 : 35 : 5, v/v/v) ที่มี BHT 0.1%, TEA 0.1%, ammonium acetate ใน methanol 0.05 M

-Flow rate เท่ากับ 1 ml / min

-0.6 μg ของ β - carotein และ 1.2 μg ของ α - carotein = 1 IU (International Unit)

3. **การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา**

1. **การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด** (APHA, 1992 อ้างใน เรณู, 2543)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 1

อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ชั่งข้าวเกรียบปลาโดยวิธีปราศจากเชื้อมา 10 กรัมใส่ในฟลาสค์ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10^{-1}

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1 : 10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ 10^{-2} ทำเช่นนี้จนได้ความเข้มข้นถึง 1 : 100000 หรือ 10^{-5}

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่าง ๆ (10^{-1} ถึง 10^{-5}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอาหารโดยใส่ลงในจานจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 – 5 นาที

5. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

6. หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จาน รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

2. **การตรวจหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา** (APHA, 1992 อ้างใน เรณู, 2543)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 1

อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารข้าวเกรียบปลาเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ให้เจือจางถึงระดับ 1 : 100000 หรือ 10^{-5}

2. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่าง ๆ (10^{-1} ถึง 10^{-5}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอาหารโดยใส่ลงในจานจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 – 5 นาที

4. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 25°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

5. หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จาน รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

3. การหา Coliform และ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN (APHA, 1992 อ้างใน เรณู, 2543)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

อาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท (BGLBB)

อาหารเลี้ยงเชื้ออีโอซินเมทิลีนบลูเอการ์ (EMB agar)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารข้าวเกรียบปลาเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ให้เจือจางถึงระดับ 1 : 1000 หรือ 10^{-3}

1. การตรวจแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม (Presumptive coliforms)

1. ดูดตัวอย่างข้าวเกรียบปลาที่เจือจางแล้วจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท (Brilliant Green Lactose Bile Broth) จำนวน 10 มล. จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 หลอด ดังนี้

*ชุดที่ 1 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} จำนวน 1 มล. ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอทหลอดละ 10 มล.

*ชุดที่ 2 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-2} จำนวน 1 มล. ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอทหลอดละ 10 มล.

*ชุดที่ 3 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-3} จำนวน 1 มล. ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอทหลอดละ 10 มล.

2. บ่มหลอดทั้งหมดที่ 37° ซ. นาน 48 ชม. ให้นับจำนวนหลอดที่เกิดผลบวก (หลอดที่เกิดแก๊ส) จากหลอดที่ใส่ตัวอย่างน้ำเจือจางมากที่สุดไปถึงหลอดที่มีความเข้มข้นมากกว่าอีก 2 ระดับ

2. การยืนยันโคลิฟอร์ม (confirm coliform)

1.โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวกลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออีโอซินเมทิลีนบลูเอการ์ (EMB agar)

2. บ่มที่ 37° ซ. ในตู้ incubator นาน 18 - 24 ชม.

3.ตรวจหาโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์ม โดยจะมีสีดำ หรือสีดำตรงกลางล้อมรอบด้วยบริเวณโปร่งใสไม่มีสี โคลิฟอร์มบางโคโลนีมีลักษณะนูนเปียกเยิ้ม

4.บันทึกจำนวนหลอดของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชุดที่มีเชื้อโคลิฟอร์มที่ได้รับการยืนยันแล้ว

3. การตรวจหาแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น *E. coli*

1.ใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายตรงเขี่ยเชื้อจากหลอดทดสอบที่ผลคาดว่ามีแบคทีเรียโคลิฟอร์มใส่ลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท (BGLBB) จำนวน 10 มล. หลอดอาหารเลี้ยงเชื้อนี้ต้องอุ่นไว้ที่ 44.5° ซ ก่อนนำไปใช้

2.ให้เขี่ยเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นเชื้อมาตรฐานลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท (BGLBB) อีก 2 หลอด สำหรับเป็นหลอดเปรียบเทียบ

3.บ่มหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4.หลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้น แสดงว่าในอาหารมีแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น *E. coli* ให้เคาะหลอดทั้งหมดเบา ๆ ก่อนตรวจ

4. การยืนยัน *E. coli*

1. เขี่ยเชื้อจากหลอดที่มีแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น *E. coli* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออีโอซีนเมทีลีนบลู เอการ์

2. บ่มที่ 37° ซ นาน 18 - 24 ชม.

3. เขี่ยเชื้อโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะเป็น *E. coli* คือมีลักษณะสีน้ำเงินอมดำตรงกลาง และมีสีเลื่อมมันอมเขียวสะท้อนแสง บางครั้งสีเลื่อมมันอาจไม่ปรากฏ จากอาหารเลี้ยงเชื้อจานละโคโลนีลงในน้ำทริปโตน และบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5° ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. ถ่ายเชื้อ *E. coli* มาตรฐานในหลอดน้ำทริปโตน เพื่อเป็นตัวอย่างควบคุม

5. ทดสอบสารอินโดล หลอดที่มีสารอินโดลเกิดขึ้นแสดงว่าเป็น *E. coli*

6. บันทึกจำนวนหลอดที่มี *E. coli*

4. การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* ใช้วิธี surface Plating Procedure (APHA, 1992 อ้างใน เรณู, 2543)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Baird Parker Agar (BPA)

2. Maximum Recovery Diluent

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion Broth

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1.ชั่งข้าวเกรียบปลาจำนวน 10 กรัม ใส่ใน Maximum Recovery Diluent จำนวน 90 มล. นำเข้าเครื่อง stomacher นาน 1 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารเจือจางที่ระดับ 1:10 (10^{-1})

2.ปิเปตตัวอย่างอาหารที่เจือจางระดับต่าง ๆ จำนวน 0.1 มล. ลงบนผิวหน้าที่แห้งของอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird Parker Agar (BPA) จำนวน 2 จานต่อระดับความเข้มข้น ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ย (spread) ผิวหน้าของอาหารให้ทั่ว ตั้งจานอาหารเพาะเชื้อทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้สารละลายอาหารซึมเข้าไปในวุ้นของอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA แล้วจึงคว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม.

3.ดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจางระดับ 1:10 จำนวน 1 มล. แล้วถ่ายสารละลายอาหารนี้จำนวน 0.3 มล. ลงในอาหาร BPA จานที่ 1 และจานที่ 2 และถ่ายสารละลายที่เหลืออีก 0.4 มล. ลงในจานที่ 3 ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ย (spread) ผิวหน้าของอาหารให้ทั่ว ตั้งจานอาหารเพาะเชื้อทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้สารละลายอาหารซึมเข้าไปในวุ้นของอหารเลี้ยงเชื้อ BPA แล้วจึงคว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม.

4.ให้ตรวจนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีลักษณะเพาะของเชื้อ (มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-1.5 มม. มีลักษณะเรียบ สีดำ โค้งนูนเป็นมัน มีวงแหวนขาวขุ่นล้อมรอบและมีบริเวณใส (clear zone) ล้อมรอบอีกชั้นหนึ่ง จำนวนมากที่สุดคือ 150 โคโลนี และ /หรือจานที่ไม่มีโคโลนีลักษณะเฉพาะด้วย

การยืนยันผล

1.ให้เลือกโคโลนีทั้งที่มีลักษณะเฉพาะของเชื้อ (typical colony) และไม่ใช่ลักษณะเฉพาะของเชื้อ (atypical colony) จำนวน 5 โคโลนี เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion Broth (BHI) บ่มที่ 37°ซ. นาน 24 ชม.

2.ทดสอบ Coagulase Test : ปิเปตเชื้อในอาหาร BHI จำนวน 0.1 มล. ลงในหลอดที่มีพลาสม่า จำนวน 0.3 มล. บ่มที่ 37°ซ. นาน 4-6 ชม.

3.ตรวจสอบการแข็งตัวของพลาสม่าต้องเกิดขึ้นมากกว่า 3 ส่วนของของเหลวทั้งหมดในหลอดจึงสรุปได้ว่าเป็น Coagulase Positive

4.รายงานการตรวจพบเชื้อ S. aureus / อาหาร 1 กรัม

5. **การตรวจหาเชื้อ** *Salmonella* (APHA, 1992 อ้างใน เรณู, 2543)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate Brilliant Green Broth
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite Cystine Broth
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Agar
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Bismuth Sulphite Agar
5. อาหารเลี้ยงเชื้อ Salmonella – shigella agar
6. อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey Agar
7. อาหารเลี้ยงเชื้อ XLD agar
8. อาหารเลี้ยงเชื้อ SIM – Medium
9. อาหารเลี้ยงเชื้อ TSIA
10. อาหารเลี้ยงเชื้อ Urea Agar

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งข้าวเกรียบปลาจำนวน 25 กรัม ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็น Selective Enrichment Media (Tetrathionate Brilliant Green Broth หรือ Selenite Cystine Broth) จำนวน 225 มล. นำเข้า stomacher นาน 30 วินาที บ่มที่ 37°ซ. นาน 24 ชม.

2. ถ่ายเชื้อจากข้อ 1 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อดังต่อไปนี้ โดยวิธี streak plate technique

- Brilliant Green Agar จำนวน 2 จาน บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. โคโลนีของเชื้อ *Salmonella* เป็นสีชมพู-แดง

- Bismuth Sulphite Agar จำนวน 2 จาน บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. โคโลนีของเชื้อ *Salmonella* เป็นสีเทา – ดำ

- Salmonella – shigella agar จำนวน 2 จาน บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. เชื้อ *Salmonella* โคโลนีไม่มีสีและตรงกลางเป็นสีดำเนื่องจากเชื้อสามารถสร้าง H_2S ได้

- MacConkey Agar จำนวน 2 จาน บ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 24-48 ชม. โคโลนีของเชื้อ Salmonella ไม่มีสี

- XLD agar จำนวน 2 จาน บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. โคโลนีของเชื้อ *Salmonella* เป็นสีชมพูแดง ตรงกลางเป็นสีดำ เนื่องจากเชื้อสามารถสร้าง H_2S ได้

3. ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของเชื้อ *Salmonella* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อไปนี้ เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

- SIM - Medium โดยการ stab จำนวน 2 หลอด เหลืออีกหนึ่งหลอดไว้เป็นหลอดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. สังเกตการสร้าง H_2S การเคลื่อนที่ และการสร้าง indole

- TSIA โดยการ stab และ smear จำนวน 2 หลอด เหลืออีกหนึ่งหลอดไว้เป็นหลอดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. เชื้อ *Salmonella* จะให้ปฏิกิริยาเป็น alkaline slant (สีแดง), acid deep (อาหารเป็นสีเหลือง) มีการสร้าง H_2S (อาหารเป็นสีดำ) และเกิดแก๊สด้วย

- Urea Agar โดยวิธี smear จำนวน 2 หลอด เหลืออีกหนึ่งหลอดไว้เป็นหลอดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24-48 ชม. เชื้อ *Salmonella* ไม่สามารถใช้ urea ได้ สีของอาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนแปลง

ภาคผนวก ง

ข้อมูลและตัวอย่างการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จากตอนที่ 4.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลามีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณลักษณะที่สำคัญของข้าวเกรียบปลา โดยนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยของข้าวเกรียบปลาตรามโนห์ราไปวิเคราะห์หาค่า t – test ในตอนที่ 4.5 (ตาราง 4.13) ก็ใช้วิธีการคำนวณหาค่า t – test เช่นเดียวกันกับตาราง ง.1 สำหรับการวิเคราะห์ t – test ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบข้าวเกรียบปลาอ้างอิงกับข้าวเกรียบปลาในอุดมคติ

ตาราง ง.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์สำหรับลักษณะที่สำคัญของข้าวเกรียบปลาตรามโนห์รา และการเปรียบเทียบความมีนัยสำคัญโดยใช้ t - test

คุณลักษณะที่สำคัญ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Ratio)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t_{table}	t_{cal}
สี	0.90	0.10	$t_{0.05,9} = 2.262$	3.16**
ขนาดหลังทอด	0.76	0.19	$t_{0.05,5} = 2.571$	3.09**
ความเนียนเนื้อ	0.94	0.05	$t_{0.05,4} = 2.776$	2.69^{ns}
ความพอง	0.95	0.09	$t_{0.05,7} = 2.365$	1.57^{ns}
ความกรอบ	0.94	0.08	$t_{0.05,6} = 2.447$	1.99^{ns}
กลิ่นเครื่องเทศ	0.73	0.17	$t_{0.05,9} = 2.262$	5.02**
รสเค็ม	0.85	0.03	$t_{0.05,4} = 2.776$	11.19**
รสหวาน	0.71	0.14	$t_{0.05,4} = 2.776$	4.63**
การยอมรับรวม	0.93	0.05	$t_{0.05,9} = 2.262$	4.43**

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า t - test ของค่าสี

t_{table} มาจาก $t_{\alpha, N-1}$ เมื่อ $\alpha = 0.05$

N = จำนวนผู้ทดสอบชิมในแต่ละคุณลักษณะ

ในตัวอย่างนี้ N ของค่าสี = 10 คน

N – 1 = degree of freedom (df)

N – 1 ของค่าสี = 9 คน

t_{table} ของค่าสีได้มาจาก $t_{0.05,9}$ = 2.262

t_{cal} คำนวณจาก t_{cal} = (ค่าสัดส่วนในอุดมคติ – ค่าสัดส่วนเฉลี่ย) / SE

เมื่อ $SE = SD / \sqrt{N}$

$SE = 0.10 / \sqrt{10}$

$= 0.0316$

$t_{cal} = (1 - 0.90) / 0.0316$

เพราะฉะนั้น t_{cal} ของค่าสี = 3.16**

แสดงว่าคุณลักษณะในด้านสีของตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ (ข้าวเกรียบปลาตรามโนห์รา) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะฉะนั้นควรจะปรับปรุงหรือพัฒนาคุณลักษณะในด้านสีของผลิตภัณฑ์ต่อไปอีก โดยปรับปรุงให้มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าสัดส่วนเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า t - test ของขนาดหลังทอด

N ของขนาดหลังทอด = 6 คน

N – 1 ของขนาดหลังทอด = 5

t_{table} ของขนาดหลังทอดคือ $t_{0.05.5}$ = 2.571

$SE = 0.19 / \sqrt{6}$

$= 0.0776$

$t_{cal} = (1 - 0.76) / 0.0776$

เพราะฉะนั้น t_{ca} ของขนาดหลังทอด = 3.09**

แสดงว่าคุณลักษณะในด้านขนาดหลังทอดของตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ (ข้าวเกรียบปลาตรามโนห์รา) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะฉะนั้นควรจะปรับปรุงหรือพัฒนาคุณลักษณะในด้านขนาดหลังทอดของผลิตภัณฑ์ต่อไปอีก โดยปรับปรุงให้มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าสัดส่วนเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า t - test ของความเนียนเนื้อ

N ของความเนียนเนื้อ = 5 คน

N – 1 ของความเนียนเนื้อ = 4

t_{table} ของความเนียนเนื้อคือ $t_{0.05,4}$ = 2.776

$$SE = 0.05 / \sqrt{5}$$

$$= 0.0223$$

$$t_{cal} = (1 - 0.94) / 0.0223$$

t_{cal} ของความเนียนเนื้อ = 2.69^{ns}

แสดงว่าคุณลักษณะในด้านความเนียนเนื้อของตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ (ข้าวเกรียบปลาตรามโนห์รา) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะฉะนั้นไม่จำเป็นต้องปรับปรุงหรือพัฒนาคุณลักษณะในด้านความเนียนเนื้อของผลิตภัณฑ์ต่อไป

จากตอนที่ 4.3 การคัดเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพข้าวเกรียบปลา

การวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman Design มีวัตถุประสงค์เพื่อกลั่นกรองหรือคัดเลือกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญหรือมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่กำลังทดลอง วิธีนี้สามารถกลั่นกรองปัจจัยจำนวนมาก ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในการทดลองนี้มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 8 ปัจจัยจึงเลือกแผนการทดลองแบบ N = 12 treatment ซึ่งจะทำให้สามารถกลั่นกรองปัจจัยได้ 8 ปัจจัย ส่วนที่เหลืออีก 3 ปัจจัยเป็น dummy variable ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้ จะเห็นว่าเมื่อมี dummy variable เกิดขึ้นระดับหรือปริมาณของปัจจัย dummy variable ในการทดลองของแต่ละสิ่งทดลองจะเป็น 0% เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องทำการทดลองใด ๆ ตาราง ง.2 แสดงการกำหนดระดับปัจจัยและปริมาณที่ใช้ในการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N = 12 treatment)

ตาราง ง.2 การกำหนดระดับปัจจัยและปริมาณที่ใช้ในการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N = 12 treatment)

สูตรที่	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	80%(1)	10%(1)	5%(-1)	25%(1)	10%(1)	10%(1)	1%(-1)	3%(-1)	-1	1	-1
2	80%(1)	5%(-1)	10%(1)	25%(1)	10%(1)	4%(-1)	1%(-1)	3%(-1)	1	-1	1
3	70%(-1)	10%(1)	10%(1)	25%(1)	3%(-1)	4%(-1)	1%(-1)	10%(1)	-1	1	1
4	80%(1)	10%(1)	10%(1)	10%(-1)	3%(-1)	4%(-1)	4%(1)	3%(-1)	1	1	-1
5	80%(1)	10%(1)	5%(-1)	10%(-1)	3%(-1)	10%(1)	1%(-1)	10%(1)	1	-1	1
6	80%(1)	5%(-1)	5%(-1)	10%(-1)	10%(1)	4%(-1)	4%(1)	10%(1)	-1	1	1
7	70%(-1)	5%(-1)	5%(-1)	25%(1)	3%(-1)	10%(1)	4%(1)	3%(-1)	1	1	1
8	70%(-1)	5%(-1)	10%(1)	10%(-1)	10%(1)	10%(1)	1%(-1)	10%(1)	1	1	-1
9	70%(-1)	10%(1)	5%(-1)	25%(1)	10%(1)	4%(-1)	4%(1)	10%(1)	1	-1	-1
10	80%(1)	5%(-1)	10%(1)	25%(1)	3%(-1)	10%(1)	4%(1)	10%(1)	-1	-1	-1
11	70%(-1)	10%(1)	10%(1)	10%(-1)	10%(1)	10%(1)	4%(1)	3%(-1)	-1	-1	1
12	70%(-1)	5%(-1)	5%(-1)	10%(-1)	3%(-1)	4%(-1)	1%(-1)	3%(-1)	-1	-1	-1

หมายเหตุ -1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำ +1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับสูง

กำหนดให้

A แทนปริมาณของแป้งผสมเนื้อปลา	ระดับต่ำคือ 70%	ระดับสูงคือ 80%
(แป้งผสมเนื้อปลา หมายถึงอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวกล้อง : เนื้อปลา เท่ากับ 60 : 15 : 25)		
B แทนปริมาณของแครอท	ระดับต่ำคือ 5%	ระดับสูงคือ 10%
C แทนปริมาณฟักทอง	ระดับต่ำคือ 5%	ระดับสูงคือ 10%
D แทนปริมาณน้ำ	ระดับต่ำคือ 10%	ระดับสูงคือ 25%
E แทนปริมาณพริกไทย	ระดับต่ำคือ 3%	ระดับสูงคือ 10%
F แทนปริมาณน้ำตาล	ระดับต่ำคือ 4%	ระดับสูงคือ 10%
G แทนปริมาณเกลือ	ระดับต่ำคือ 1%	ระดับสูงคือ 4%
H แทนปริมาณกระเทียม	ระดับต่ำคือ 3%	ระดับสูงคือ 10%
I - K เป็นปัจจัยแทน dummy variable		

ตาราง ง.3 ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่ได้จากการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N = 12 treatment)

สูตรที่	สี	ขนาดหลังทอด	ความเนียนเนื้อ	ความพอง	ความกรอบ	กลิ่นเครื่องเทศ	รสเค็ม	รสหวาน	การยอมรับรวม
1	1.56±0.39	1.00±0.11	0.76±0.16	0.60±0.15	1.17±0.24	0.87±0.13	0.69±0.22	0.93±0.11	0.61±0.08
2	1.56±0.17	0.68±0.18	0.82±0.18	0.51±0.11	1.06±0.31	0.88±0.13	0.78±0.14	0.84±0.09	0.60±0.11
3	1.37±0.16	1.11±0.10	0.88±0.15	0.73±0.20	0.89±0.22	0.78±0.19	0.68±0.13	0.84±0.13	0.60±0.13
4	1.09±0.12	1.01±0.05	0.91±0.14	0.50±0.12	1.02±0.24	0.84±0.19	1.44±0.17	0.88±0.07	0.60±0.15
5	1.15±0.20	0.75±0.18	0.85±0.11	0.57±0.13	1.23±0.25	0.92±0.14	0.82±0.18	0.85±0.11	0.67±0.12
6	1.51±0.23	0.41±0.15	0.71±0.15	0.32±0.07	1.61±0.11	1.06±0.12	1.54±0.34	0.85±0.07	0.35±0.12
7	1.50±0.15	0.96±0.11	0.90±0.13	0.84±0.14	1.08±0.12	0.86±0.10	1.26±0.16	0.90±0.08	0.83±0.07
8	1.50±0.21	0.65±0.12	0.73±0.14	0.33±0.11	1.39±0.26	0.97±0.12	1.47±0.32	0.91±0.11	0.46±0.16
9	1.08±0.18	0.98±0.14	0.80±0.15	0.76±0.15	0.92±0.21	0.89±0.13	1.47±0.38	0.83±0.10	0.62±0.15
10	1.03±0.16	0.91±0.15	0.84±0.19	0.76±0.12	1.13±0.16	0.98±0.08	1.24±0.20	0.95±0.13	0.66±0.13
11	1.09±0.12	0.76±0.18	0.84±0.16	0.75±0.06	1.31±0.18	0.96±0.08	1.30±0.21	0.99±0.12	0.61±0.12
12	1.52±0.23	0.61±0.12	0.80±0.10	0.31±0.09	1.51±0.13	0.89±0.08	0.74±0.15	0.80±0.10	0.48±0.05

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ง.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพที่ได้ผลจากการใช้อุปกรณ์วัดและเคมีของข้าวเกรียบปลาที่ได้จากการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N = 12 treatment)

สูตรที่	ค่าสี L	ค่าสี a	ค่าสี b	แรงกด (นิวตัน)	เส้นใยอาหาร (%)	โปรตีน (%)
1	39.46 ± 0.06	6.56 ±0.16	9.10 ± 0.03	2.15 ± 0.05	0.98 ±0.01	6.70 ±0.06
2	40.56 ± 0.09	7.33 ± 0.21	9.46 ± 0.32	2.52 ± 0.01	0.97 ±0.01	6.84 ± 0.17
3	42.49 ± 0.29	7.53 ± 0.23	10.65 ± 0.32	2.07 ±0.01	0.96 ± 0.06	6.24± 0.01
4	43.49 ± 0.09	8.04 ±0.15	11.07 ± 0.15	2.27 ± 0.02	1.28 ± 0.01	6.61 ±0.04
5	44.63 ± 0.11	8.62 ± 0.36	12.23 ±0.18	2.67 ± 0.12	1.07 ± 0.01	6.66 ± 0.01
6	42.76 ± 0.13	6.34 ±0.24	10.44 ± 0.17	1.22 ± 0.04	1.07 ± 0.01	6.68 ±0.03
7	44.38 ± 0.10	7.75 ± 0.28	11.23 ± 0.10	3.68 ± 0.07	1.02 ± 0.03	6.27 ±0.04
8	42.19 ± 0.03	7.37 ± 0.15	10.60 ± 0.35	3.63 ± 0.08	1.07 ±0.01	6.13 ± 0.01
9	46.62 ± 0.12	6.43 ±0.17	12.73 ± 0.40	4.50 ± 0.13	1.00 ±0.01	6.03 ± 0.15
10	43.64 ± 0.11	7.54 ± 0.24	11.63 ±0.33	0.02 ± 0.01	1.06 ± 0.04	6.72 ±0.06
11	50.21 ± 0.37	7.80 ±0.42	13.77 ± 0.01	3.88 ± 0.07	1.00 ± 0.01	6.13 ± 0.11
12	42.53 ± 0.23	6.23 ± 0.27	9.82 ± 0.14	4.50 ± 0.07	1.01 ± 0.02	6.05 ±0.04

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี L, a, b ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำและค่าแรงกดได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 10 ซ้ำ

-ค่าเฉลี่ยของปริมาณเส้นใยอาหารและปริมาณโปรตีนได้จากการวัด 2 ซ้ำ

ตาราง ง.5 ตัวอย่างการคำนวณการแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสของการใช้ปัจจัยแป้งผสมเนื้อปลา (A) และ dummy$_i$ ที่ระดับต่ำและระดับสูง (จากตาราง ง.3)

สูตรที่	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัส	ระดับปัจจัยแป้งผสมเนื้อปลา (A)	การแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสลงในระดับปัจจัย A	ระดับปัจจัย dummy$_i$	การแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสลงในระดับปัจจัย dummy$_i$
1	1.56	80%(1)	1.56	-1	1.56
2	1.56	80%(1)	1.56	1	1.56
3	1.37	70%(-1)	1.37	-1	1.37
4	1.09	80%(1)	1.09	1	1.09
5	1.15	80%(1)	1.15	1	1.15
6	1.51	80%(1)	1.51	-1	1.51
7	1.50	70%(-1)	1.50	1	1.50
8	1.50	70%(-1)	1.50	1	1.50
9	1.08	70%(-1)	1.08	1	1.08
10	1.03	80%(1)	1.03	-1	1.03
11	1.09	70%(-1)	1.09	-1	1.09
12	1.52	70%(-1)	1.52	-1	1.52

หมายเหตุ -1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำ

+1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับสูง

-A แทนปริมาณของแป้งผสมเนื้อปลา ระดับต่ำคือ 70% ระดับสูงคือ 80%

-แป้งผสมเนื้อปลา หมายถึงอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวกล้อง : เนื้อปลาเท่ากับ 60 : 15 : 25

ตาราง ง.6 ตัวอย่างการคำนวณการแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสของการใช้ปัจจัย dummy$_J$ และ dummy$_K$ ที่ระดับต่ำและระดับสูง (จากตาราง ง.3)

สูตรที่	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัส	ระดับปัจจัย dummy$_J$	การแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสลงในระดับปัจจัย A	ระดับปัจจัย dummy$_K$	การแทนค่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีทางประสาทสัมผัสลงในระดับปัจจัย dummy$_K$
1	1.56	1	1.56	-1	1.56
2	1.56	-1	1.56	1	1.56
3	1.37	1	1.37	1	1.37
4	1.09	1	1.09	-1	1.09
5	1.15	-1	1.15	1	1.15
6	1.51	1	1.51	1	1.51
7	1.50	1	1.50	1	1.50
8	1.50	1	1.50	-1	1.50
9	1.08	-1	1.08	-1	1.08
10	1.03	-1	1.03	-1	1.03
11	1.09	-1	1.09	1	1.09
12	1.52	-1	1.52	-1	1.52

<u>หมายเหตุ</u> -1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำ

+1 แทน การใช้ปัจจัยที่ระดับสูง

-A แทนปริมาณของแป้งผสมเนื้อปลา ระดับต่ำคือ 70% ระดับสูงคือ 80%

-แป้งผสมเนื้อปลา หมายถึงอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวกล้อง : เนื้อปลาเท่ากับ 60 : 15 : 25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลของค่าสีที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (จากตาราง ง.5 และตาราง ง.6)

t_{cal} = (Effect ของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง) / SE.effect

SE.effect = $\sqrt{\text{V. effect}}$

เมื่อ SE.effect = standard error of an effect = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ effect

V. effect = $\sum_{i=1}^{n} (\text{effect dummy}_i)^2 / n$

V. effect = variance of an effect = ความแปรปรวนของ effect

$\sum_{i=1}^{n} (\text{dummy}_i)^2$ = ผลรวมของ Effect dummy ยกกำลังสอง

n = จำนวน effect dummy ในที่นี้เท่ากับ 3

$$\text{Effect A ต่อค่าสี} = \frac{\text{Response ที่ระดับสูง}}{\text{จำนวน treatment}} - \frac{\text{Response ระดับต่ำ}}{\text{จำนวน treatment}}$$

เมื่อ Response ที่ระดับสูง = ผลรวมของข้อมูลได้จากการทดลองใช้ปัจจัยที่ระดับสูง

เมื่อ Response ที่ระดับต่ำ = ผลรวมของข้อมูลได้จากการทดลองใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำ

$$\text{Effect A ต่อค่าสี} = \frac{1.56+1.56+1.09+1.15+1.51+1.03}{6} - \frac{1.37+1.5+1.5+1.08+1.09+1.52}{6}$$

$$= 1.32 - 1.34 = -0.02$$

$$\text{Effect dummy ต่อค่าสี} = \frac{\text{Response ที่ระดับสูง}}{\text{จำนวน treatment}} - \frac{\text{Response ระดับต่ำ}}{\text{จำนวน treatment}}$$

$$\text{Effect dummy}_i = \frac{1.56+1.09+1.15+1.5+1.5+1.08}{6} - \frac{1.56+1.37+1.51+1.03+1.09+1.52}{6}$$

$$= 1.313 - 1.3467 = -0.034$$

$$\text{Effect dummy}_J = \frac{1.56+1.37+1.09+1.51+1.5+1.5}{6} - \frac{1.56+1.15+1.08+1.03+1.09+1.52}{6}$$

$$= 1.422 - 1.238 = 0.184$$

$$\text{Effect dummy}_K = \frac{1.56+1.37+1.15+1.51+1.5+1.09}{6} - \frac{1.56+1.09+1.5+1.08+1.03+1.52}{6}$$

$$= 1.363 - 1.297 = 0.066$$

$$\text{V. effect} = \left[(-0.034)^2 + (0.184)^2 + (0.066)^2\right] / 3$$

$$= 0.013$$

$$\text{SE. effect} = \sqrt{\text{V. effect}}$$

$$= \sqrt{0.013}$$

$$= 0.114$$

t_{cal} = (Effect ของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง) / SE.effect

t_{cal} = - 0.02 / 0.114

$= -0.17^{ns}$

t_{table} มาจาก $t_{\alpha, df}$ เมื่อ α = 0.05, 0.1

เมื่อ df = จำนวน effect dummy ในที่นี้เท่ากับ 3

t_{table} ของ effect A ต่อค่าสีทางประสาทสัมผัสมีค่าเท่ากับ $t_{0.05,3} = 3.182$, $t_{0.1,3} = 2.353$

เพราะฉะนั้นปัจจัยแป้งผสมเนื้อปลาไม่มีผลกระทบหรือไม่มีความสำคัญต่อคุณลักษณะในด้านสีทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลา จึงไม่จำเป็นต้องนำไปทำการทดลองต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลของค่าสี L ที่ได้จากการใช้อุปกรณ์วัด (จากตาราง ง.4)

$$\text{Effect A ต่อค่าสี L} = \frac{39.46+40.56+43.49+44.63+42.76+43.64}{6} - \frac{42.49+44.38+42.19+46.62+50.21+42.53}{6}$$

$$= 42.42 - 44.74 = -2.32$$

$$\text{Effect dummy}_I = \frac{40.56+43.49+44.63+44.38+42.19+46.62}{6} - \frac{39.46+42.49+42.76+43.64+50.21+42.53}{6}$$

$$= 43.65 - 43.55 = 0.1$$

$$\text{Effect dummy}_J = \frac{39.46+42.49+43.49+42.76+44.38+42.19}{6} - \frac{40.56+44.63+46.62+43.64+50.21+42.53}{6}$$

$$= 42.46 - 44.70 = -2.24$$

$$\text{Effect dummy}_K = \frac{40.56+42.49+44.63+42.76+44.38-50.21}{6} - \frac{39.46+43.49+42.19+46.62-43.64+42.53}{6}$$

$$= 44.17 - 42.99 = 1.18$$

$$\text{V. effect} = \left[(0.1)^2 + (-2.24)^2 + (1.18)^2\right] / 3$$

$$= 2.14$$

$$\text{SE. effect} = \sqrt{2.14}$$

$$= 1.46$$

$$t_{cal} = -2.32 / 1.46$$

$$= -1.58^{ns}$$

t_{table} ของ effect A ต่อค่าสี L มีค่าเท่ากับ $t_{0.05,3} = 3.182$, $t_{0.1,3} = 2.353$

เพราะฉะนั้นปัจจัยแป้งผสมเนื้อปลาไม่มีผลกระทบหรือไม่มีความสำคัญต่อค่าสี L ของข้าวเกรียบปลา จึงไม่จำเป็นต้องนำไปทำการทดลองต่อไป

จากตอนที่ 4.4 การพัฒนาหาสูตรที่เหมาะสมของข้าวเกรียบปลา วางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment in central composite design with 5 center points

การวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment in central composite design ใช้สำหรับการทดลองที่ไม่สามารถทำการทดลอง 2 ซ้ำหรือ 3 ซ้ำได้ เนื่องจากมีปัจจัยที่ต้องการศึกษามากเกินไป

การวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment หมายความว่าจะทำการศึกษา 3 ปัจจัยคือ เกลือ น้ำ และแครอท แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือระดับสูงและระดับต่ำ เกลือที่ระดับสูง คือ 4% ระดับต่ำ 2% น้ำระดับสูง คือ 25% ระดับต่ำ 15% และแครอทระดับสูง คือ 10% ระดับต่ำ 8% ส่วน central composite design with 5 center points หมายความว่าในแต่ละปัจจัยจะทำการศึกษาให้มีความละเอียดขึ้นเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดให้ระดับต่ำในแผนการทดลอง 2^3 Factorial experiment เป็นปีกซ้าย (ณ. จุด $-\alpha$) ระดับสูงในแผนการทดลอง 2^3 Factorial experiment เป็นปีกขวา (ณ. จุด $+\alpha$) แล้วทำการคำนวณหาระดับต่ำ (ณ. จุด -1) ระดับกลาง (ณ. จุด 0) และระดับสูง (ณ. จุด +1) ดังภาพ ง.1

ภาพ ง.1 การหาค่าที่ระดับต่าง ๆ ของปัจจัยในการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment with central composite design with 5 center points

จุดตามแผนการทดลอง	$-1.682(-\alpha)$	-1	0	+1	$+1.682(+\alpha)$
เกลือ	2.0	2.4	3.0	3.6	4.0
แครอท	8.0	8.4	9.0	9.6	10.0
น้ำ	15.0	17.0	20.0	23.0	25.0

ก. วิธีการคำนวณในขั้นตอนการวางแผนการทดลองเพื่อหาปริมาณการใช้ปัจจัยที่ระดับต่าง ๆ (ดังภาพ ง.1)

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

เมื่อ delta star = ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด -α หรือ + α

delta factorial = ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด –1 หรือ +1

สำหรับจุด α สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

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

โดยที่ n คือ จำนวนตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาตั้งแต่ 2 ขึ้นไป

ในการทดลองนี้มีปัจจัยหรือตัวแปรที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย คือ เกลือ น้ำ และแครอทเพราะฉะนั้น

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

$$\alpha = \pm 1.682$$

ตัวอย่างการคำนวณกำหนดปัจจัย A คือปริมาณเกลือ คือ 2 – 4%

เพราะฉะนั้นจะได้ว่า

ปีกซ้าย กำหนด 2.0%

ปีกขวา กำหนด 4.0%

จุดกึ่งกลาง = (4 + 2) / (2) = 3%

delta star = (4 - 3) = 1 หรือ (3 - 2) = 1

α = 1.682

แทนค่าลงในสูตร

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

delta factorial = 0.6%

เพราะฉะนั้นระยะทางจากจุดกึ่งกลางถึงจุด –1 หรือ +1 ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.6%

ดังนั้น

ปริมาณการใช้เกลือจริงที่จุด –1 (ระดับต่ำ) มีค่าเท่ากับ 3 - 0.6 = 2.4%

ปริมาณการใช้เกลือจริงที่จุด +1 (ระดับสูง) มีค่าเท่ากับ 3 + 0.6 = 3.6%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ข. แสดงการคำนวณการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองในข้อ ก. ข้างบนนี้

การวิเคราะห์ Multiple linear regression (โดยใช้ SX version 4.0)

เพื่อหาตัวแปรของปัจจัยที่มีนัยสำคัญในสมการที่ดีที่สุด (Best equation) คือมีค่า $R^2 > 0.90$ ขึ้นไปของคุณลักษณะต่าง ๆ จากนั้นนำสมการไปหาระดับของปัจจัยที่ทำให้ได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้กับค่าสัดส่วนเฉลี่ยในอุดมคติมากที่สุด

สำหรับการทดลองนี้จะหาสมการ Quadratic (กำลังสอง) ทำการป้อนข้อมูล โดยสร้างตัวแปรให้ครบจำนวนและป้อนในแนวคอลัมน์ ระดับของตัวแปรต่าง ๆ จะใช้รหัส (Coded) แทนและการสร้างตัวแปรสำหรับสมการยกกำลังสองซึ่งใช้ S2 แทน S^2, W2 แทน W^2, C2 แทน C^2, CW แทน CxW, CS แทน CxS, SW แทน SxW และ CWS แทน CxWxS

	S	W	C	Expan	CS	CW	SW	S2	W2	C2	CWS
1	-1	-1	-1	0.82	1	1	1	1	1	1	-1
2	1	-1	-1	0.98	-1	1	-1	1	1	1	1
3	-1	1	-1	0.94	1	-1	-1	1	1	1	1
4	1	1	-1	0.99	-1	-1	1	1	1	1	-1
5	-1	-1	1	0.84	-1	-1	1	1	1	1	1
6	1	-1	1	0.95	1	-1	-1	1	1	1	-1
7	-1	1	1	0.97	-1	1	-1	1	1	1	-1
8	1	1	1	0.96	1	1	1	1	1	1	1
9	-1.682	0	0	0.86	-0	0	-0	2.8291	0	0	-0
10	1.682	0	0	0.99	0	0	0	2.8291	0	0	0
11	0	-1.682	0	0.87	0	-0	-0	0	2.8291	0	-0
12	0	1.682	0	0.99	0	0	0	0	2.8291	0	0
13	0	0	-1.682	0.93	-0	-0	0	0	0	2.8291	-0
14	0	0	1.682	0.93	0	0	0	0	0	2.8291	0
15	0	0	0	0.91	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ -S แทน เกลือ -W แทน น้ำ

-C แทน แครอท -Expan แทน ความพอง

ในการวิเคราะห์ผลเลือกเมนู Linear Models\ Linear regression เลือกตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

UNWEIGHTED LEAST SQUARES LINEAR REGRESSION OF EXPANSION PREDICTOR

VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
CONSTANT	0.92317	0.00411	244.36	0.0000	
C	-0.00073	0.00193	-0.38	0.7178	1.0
C2	0.00294	0.00213	1.38	0.2165	1.2
CW	0.00125	0.00252	0.50	0.6381	1.0
CWS	-0.00125	0.00252	-0.50	0.6381	1.0
S	0.03871	0.00193	20.03	0.0000	1.0
S2	0.00117	0.00213	0.55	0.6022	1.2
SW	-0.02875	0.00252	-11.39	0.0000	1.0
W	0.03455	0.00193	17.88	0.0000	1.0
W2	0.00294	0.00213	1.38	0.2165	1.2

R – SQUARED	0.9933	MEAN SQUARE (MSE)	0.00005099
ADJUSTED R – SQUARED	0.9820	STANDARD DEVIATION	0.00714

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REGRESSION	10	0.04507	0.00451	84.40	0.0000
RESIDUAL	6	0.0003059	0.00005099		
TOTAL	16	0.04538			

CASES INCLUDED 17 MISSING CASES 0

จากผลการวิเคราะห์พบว่า (สังเกตจากตาราง ANOVA) พบว่าค่า P ของตัวแปร C, C2, CW, CWS, S2 และ W2 ไม่มีนัยสำคัญ คือมีค่า $P > 0.05$ จึงให้นำตัวแปรดังกล่าวออกจากตัวแปรอิสระและทำการวิเคราะห์เหมือนเดิม โดยเลือกเมนู Linear Models \ Strepwise regression ซึ่งจะตัดค่าของตัวแปร C, C2, CW, CWS, S2 และ W2 ที่ไม่มีนัยสำคัญออกไป จะได้ค่า R^2 จากเฉพาะตัวแปร CS, S, SW และ W ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

UNWEIGHTED LEAST SQUARES LINEAR REGRESSION OF EXPANSION

PREDICTOR

VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
CONSTANT	0.92882	0.00155	600.08	0.0000	
CS	-0.01375	0.00226	-6.09	0.0001	1.0
S	0.03871	0.00173	22.41	0.0000	1.0
SW	-0.02875	0.00226	-12.74	0.0000	1.0
W	0.03455	0.00173	20.01	0.0000	1.0

R – SQUARED	0.9892	MEAN SQUARE (MSE)	0.00004073
ADJUSTED R – SQUARED	0.9856	STANDARD DEVIATION	0.00638
CASES INCLUDED	17	MISSING CASES	0

ดังนั้นสมการถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์คือ

ความพอง = 0.92882 - 0.01375CS + 0.003871S – 0.02875SW + 0.03455W

สมการที่ได้ข้างบนนี้เป็นสมการที่ยังไม่ได้ทำการถอดรหัส ต้องนำไปทำการถอดรหัสก่อนจะนำไปแทนค่าระดับของตัวแปร การถอดรหัสสมการสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mathcad 7 Professional หรือคำนวณด้วยตัวเองดังนี้

$$\text{ปัจจัยที่ไม่ได้ถอดรหัส} = \frac{\text{ค่าจริง} - ((\text{ค่าที่ระดับสูง} + \text{ค่าที่ระดับต่ำ})/2)}{((\text{ค่าที่ระดับสูง} - \text{ค่าที่ระดับต่ำ})/2)}$$

ระดับของเกลือที่ระดับสูง $(+\alpha)$ = 4% **ระดับต่ำ** $(-\alpha)$ = 2%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น + ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (4+2)/2 = 3%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น - ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (4-2)/2 = 1%

ระดับของน้ำที่ระดับสูง (+α) = 25% ระดับต่ำ (-α) = 15%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น + ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (25+15)/2 = 20%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น - ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (25-15)/2 = 5%

ระดับของแครอทที่ระดับสูง (+α) = 10% ระดับต่ำ (-α) = 8%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น + ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (10+8)/2 = 9%

(ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น - ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2 = (10-8)/2 = 1%

แทนค่าตามสูตรการถอดรหัสในโปรแกรม Mathcad 7 Professional โดยเลือกเมนู Symbolics\ Evaluate \ Symbolically ได้ดังนี้

$$0.92882-(0.01375)\left(\frac{c-9}{1}\right)\left(\frac{s-3}{1}\right)+(0.03871)\left(\frac{s-3}{1}\right)-(0.02875)\left(\frac{s-3}{1}\right)\left(\frac{w-20}{5}\right)+(0.03455)\left(\frac{w-20}{5}\right)$$

ตัวแปรเดิมในสมการต้องคงรูปไว้ในรูปตัวแปรก่อน แล้วแก้สมการให้อยู่ในรูปที่ง่าย โดยเลือกเมนู Symbolics\ Evaluate \ Complex จะได้สมการที่ถอดรหัสแล้วดังนี้

ความพอง = -0.04176 – 0.01375cs + 0.04125c + 0.27746s – 0.00575sw + 0.02416w

จากนั้นแทนค่าระดับการใช้จริง (ค่าจริง) ของตัวแปรทั้งสามเข้าไป โดยแต่ละตัวแปรใช้ 3 ระดับ คือ –1.682 (-α), center (0) และ +1.682 (+α) เพื่อหาค่าสัดส่วนเฉลี่ยของความพอง

f(c,s,w):= -0.04176 – 0.01375cs + 0.04125c + 0.27746s – 0.00575sw + 0.02416w

f(8,2,15) = 0.813	f(9,2,15) = 0.827	f(10,2,15) = 0.841
f(8,2,20) = 0.876	f(9,2,20) = 0.890	f(10,2,20) = 0.904
f(8,2,25) = 0.940	f(9,2,25) = 0.953	f(10,2,25) = 0.967
f(8,3,15) = 0.894	f(9,3,15) = 0.894	f(10,3,15) = 0.894
f(8,3,20) = 0.929	f(9,3,20) = 0.929	f(10,3,20) = 0.929
f(8,3,25) = 0.963	f(9,3,25) = 0.963	f(10,3,25) = 0.963
f(8,4,15) = 0.975	f(9,4,15) = 0.962	f(10,4,15) = 0.948
f(8,4,20) = 0.981	f(9,4,20) = 0.968	f(10,4,20) = 0.954
f(8,4,25) = 0.987	f(9,4,25) = 0.973	f(10,4,25) = 0.960
		f(10,2,20.33) = 0.908

จากการแทนค่าแสดงให้เห็นว่าใช้ปริมาณเกลือและน้ำที่ระดับสูง แครอทที่ระดับต่ำ จะให้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของความพองมีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด แต่ในการทดลองนี้จะเลือกใช้ปริมาณเกลือ น้ำ และแครอทที่เหมาะสมต่อความชอบในด้านความพอง คือ เกลือ 2% น้ำ 20.33% และแครอท 10% ซึ่งมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยของความพองเท่ากับ 0.908 เนื่องจากการใช้เกลือที่ระดับสูงทำให้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของรสเค็มมีค่ามากกว่าค่าสัดส่วนในอุดมคติมาก ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับ

จากนั้นนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยของความพองที่ได้จากการแทนค่าจริงในสมการถอดรหัสไปหาพื้นผิวการตอบสนองของความพอง เพื่อดูแนวโน้มของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อใช้ปริมาณของปัจจัยที่ระดับอื่น ๆ ภายในช่วงที่ใช้ในการทดลอง เมื่อใช้แครอทและน้ำในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยกำหนดเกลือไว้ที่ระดับ 2% เนื่องจากโปรแกรมการหาพื้นผิวการตอบสนองนี้ทำได้แค่ 2 ตัวแปร ทำได้โดยใช้เทคนิค Response surface methodology ใช้โปรแกรม SigmaPlot 2000 ทำการป้อนข้อมูลโดยให้คอลัมน์ 1 เป็นปริมาณแครอท คอลัมน์ 2 เป็นปริมาณน้ำ คอลัมน์ 3 เป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ยของความพอง ได้ดังนี้

คอลัมน์ 1	คอลัมน์ 2	คอลัมน์ 3
8	15	0.813
8	20	0.876
8	25	0.940
9	15	0.827
9	20	0.890
9	25	0.953
10	15	0.841
10	20	0.904
10	25	0.967

ในการทำกราฟเลือกเมนู Graph\ Create graph\ Contour plot\ XYZ triplet จะได้กราฟ Contour plot

ในการทำกราฟเลือกเมนู Graph\ Create graph\ 3D Mesh plot\ XYZ triplet จะได้กราฟ 3D Mesh plot

จากตอนที่ 4.6 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา

ตาราง ง.7 ค่าสีทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.07	1.00	1.00	0.99	0.88	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	1.03	1.00	0.97	0.93	0.91	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.04	1.01	1.01	1.00	0.96	0.94	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.09	1.08	1.01	0.95	0.95	0.91	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.08	1.01	1.00	0.99	0.95	0.93	0.89
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.06	1.05	1.01	0.97	0.93	0.92	0.83
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.07	1.05	1.05	1.03	0.96	0.93	0.82

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.8 ค่าสีทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.07	1.00	1.00	0.95	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	0.97	0.94	0.91	0.90	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.04	1.03	0.97	0.96	0.96	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.09	1.02	0.97	0.97	0.96	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.08	1.01	0.98	0.98	0.95	0.94	0.85
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.06	1.02	1.00	0.99	0.98	0.94	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.07	1.06	1.02	1.00	1.00	0.96	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.9 ค่าสีทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.07	1.03	0.93	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	1.00	1.00	0.94	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.04	1.01	1.00	0.95	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.09	1.04	1.00	0.96	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.08	1.06	1.01	1.00	0.95	0.89	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.06	1.05	1.03	1.02	0.88	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.07	1.06	1.06	0.94	0.86	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.10 ค่าความกรอบของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.08	0.92	0.85	0.75	0.52	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	0.97	0.87	0.79	0.65	0.55	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.05	0.97	0.86	0.77	0.64	0.54	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.05	0.98	0.90	0.80	0.72	0.56	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.06	0.98	0.96	0.89	0.82	0.79	0.66
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.04	0.98	0.93	0.85	0.73	0.64	0.57
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.03	0.97	0.92	0.83	0.71	0.63	0.56

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.11 ค่าความกรอบของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.08	0.89	0.75	0.59	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	0.98	0.82	0.69	0.55	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.05	0.96	0.81	0.67	0.54	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.05	0.98	0.83	0.70	0.55	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.06	0.98	0.93	0.86	0.74	0.65	0.59
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.04	0.98	0.89	0.79	0.66	0.56	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.03	0.97	0.87	0.77	0.65	0.55	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.12 ค่าความกรอบของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	1.08	0.91	0.83	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.03	0.94	0.85	0.74	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.05	0.95	0.84	0.73	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	1.05	0.93	0.88	0.75	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	1.06	0.97	0.95	0.87	0.79	0.74	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	1.04	0.98	0.92	0.84	0.71	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	1.03	0.96	0.90	0.82	0.71	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.13 ค่ากลิ่นหืนของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.53	0.75	0.98	1.05	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.30	0.63	0.82	0.93	1.24	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.31	0.67	0.85	0.94	1.25	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.32	0.64	0.83	0.90	1.18	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0	0.26	0.68	0.73	0.77	0.82	0.87
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.29	0.70	0.77	0.82	0.89	0.98
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.29	0.69	0.78	0.83	0.89	0.99

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.14 ค่ากลิ่นหืนของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.78	0.98	1.15	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.65	0.85	0.97	1.17	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.67	0.86	0.98	1.18	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.60	0.85	0.96	1.25	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0	0.50	0.67	0.75	0.82	0.90	0.98
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.55	0.70	0.82	0.96	1.21	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.54	0.71	0.82	0.97	1.28	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.15 ค่ากลิ่นหืนของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.82	1.15	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.79	0.98	1.20	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.78	0.98	1.21	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0	0.69	0.94	1.07	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0	0.62	0.80	0.89	0.90	1.08	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0	0.65	0.83	0.93	1.23	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0	0.65	0.85	0.91	1.21	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.16 ค่าการยอมรับรวมของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.81	0.80	0.75	0.67	0.57	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.84	0.83	0.74	0.71	0.60	0.50	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.82	0.82	0.76	0.70	0.63	0.52	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.83	0.84	0.75	0.72	0.62	0.56	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.81	0.83	0.82	0.81	0.76	0.73	0.69
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.83	0.84	0.82	0.79	0.73	0.70	0.64
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.84	0.86	0.80	0.79	0.72	0.70	0.63

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.17 ค่าการยอมรับรวมของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.81	0.80	0.66	0.58	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.84	0.82	0.69	0.67	0.57	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.82	0.83	0.71	0.67	0.57	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.83	0.84	0.70	0.67	0.45	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.81	0.80	0.76	0.74	0.73	0.67	0.58
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.83	0.85	0.73	0.70	0.64	0.54	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.84	0.86	0.74	0.71	0.63	0.53	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.18 ค่าการยอมรับรวมของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.81	0.65	0.49	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.84	0.80	0.72	0.52	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.82	0.81	0.72	0.51	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.83	0.77	0.67	0.55	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.81	0.81	0.76	0.72	0.68	0.55	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.83	0.82	0.75	0.61	0.49	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.84	0.77	0.68	0.59	0.48	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลทั้งหมดแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

* ไม่ได้ทำการทดลองเพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.19 ค่าสี L ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	47.99	47.18	46.62	45.84	45.43	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.48	47.35	47.29	46.72	46.03	43.02	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.25	47.05	46.82	45.67	44.33	42.89	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	47.62	46.48	46.17	46.14	45.90	43.54	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	47.86	47.56	47.35	46.58	46.49	45.55	43.44
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.36	46.73	45.52	45.19	44.90	44.05	42.35
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.22	46.43	45.79	45.69	45.47	43.99	42.29

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี L ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.20 ค่าสี L ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	47.99	47.72	45.95	44.47	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.48	47.20	46.33	46.25	43.70	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.25	46.91	46.29	45.15	43.68	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	47.62	47.19	46.57	45.41	44.52	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	47.86	47.86	46.61	46.48	46.42	44.32	42.21
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.36	46.85	45.57	45.49	44.61	43.88	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.22	46.29	45.70	45.02	44.42	43.59	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี L ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.21 ค่าสี L ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	47.99	47.58	45.65	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.48	46.67	46.09	45.63	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.25	46.94	46.65	46.55	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	47.62	46.93	46.44	44.64	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	47.86	47.74	47.66	46.33	46.03	44.98	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	47.36	46.33	45.35	44.94	44.52	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	47.22	45.26	45.12	44.64	44.61	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี L ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.22 ค่าสี a ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	6.77	6.59	6.53	5.92	5.71	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.69	6.25	6.16	6.04	5.77	5.32	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.78	6.64	6.55	6.46	5.83	5.35	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	6.84	6.60	6.43	6.24	6.07	5.60	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	6.68	6.49	6.48	6.23	6.10	5.89	5.50
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.75	6.57	6.31	6.16	5.94	5.79	4.71
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.66	6.52	6.32	6.30	6.10	5.81	4.69

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี a ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.23 ค่าสี a ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	6.77	6.60	6.56	6.20	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.69	6.42	6.33	6.15	5.57	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.78	6.62	6.54	6.20	5.72	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	6.84	6.50	6.37	6.35	5.68	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	6.68	6.41	6.31	5.96	5.54	5.40	5.03
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.75	6.61	6.45	6.33	5.77	5.25	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.66	6.36	6.34	6.27	5.89	5.20	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี a ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.24 ค่าสี a ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	6.77	6.24	6.22	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.69	6.23	5.87	5.80	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.78	6.65	6.57	6.35	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	6.84	6.56	6.43	6.08	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	6.68	6.59	6.35	5.88	5.67	5.58	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	6.75	6.47	6.23	6.17	5.44	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	6.66	6.37	6.21	6.15	5.98	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี a ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.25 ค่าสี b ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	13.28	13.13	12.90	12.49	12.44	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.58	12.95	12.86	12.75	12.18	10.95	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.78	13.60	13.07	12.68	12.10	10.73	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	13.44	13.32	12.90	12.80	12.43	11.45	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	13.68	13.34	13.20	13.13	12.84	12.05	11.45
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.77	13.67	13.31	13.30	13.05	11.75	10.70
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.54	13.23	13.16	12.75	12.75	11.68	10.65

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี b ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.26 ค่าสี b ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	13.28	12.98	12.88	12.33	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.58	13.14	13.08	12.73	12.50	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.78	13.23	13.64	12.62	12.35	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	13.44	13.30	12.45	12.32	12.19	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	13.68	13.53	13.32	12.90	12.51	11.85	10.90
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.77	13.29	13.15	12.73	12.66	10.40	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.54	13.35	13.20	12.80	12.50	10.32	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี b ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.27 ค่าสี b ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	13.28	13.25	12.86	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.58	13.26	12.68	12.65	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.78	13.17	13.06	12.97	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	13.44	13.12	12.76	12.34	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	13.68	13.34	13.22	12.84	12.53	11.90	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	13.77	13.46	13.24	12.46	12.31	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	13.54	13.06	12.43	11.89	11.81	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าสี b ได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 5 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.28 ค่าแรงกดของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ (นิวตัน)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.07	3.38	3.05	2.78	2.07	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.46	3.21	2.74	2.52	2.08	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.09	3.41	3.20	2.74	2.50	2.06	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.06	3.42	3.19	2.78	2.58	2.09	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.08	3.48	3.35	3.25	2.90	2.75	2.54
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.43	3.24	2.88	2.66	2.43	2.03
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.07	3.48	3.20	2.84	2.64	2.42	2.01

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าแรงกดได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 10 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.29 ค่าแรงกดของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง (นิวตัน)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.07	3.15	2.86	2.07	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.27	3.05	2.70	2.11	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.09	3.26	3.04	2.68	2.09	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.06	3.30	3.06	2.71	2.10	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.08	3.40	3.28	2.96	2.78	2.52	2.30
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.35	3.23	2.82	2.45	2.10	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.07	3.32	3.20	2.81	2.42	2.08	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าแรงกดได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 10 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.30 ค่าแรงกดของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ (นิวตัน)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.07	3.39	3.05	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.41	3.16	2.83	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.09	3.42	3.18	2.80	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.06	3.44	3.20	2.85	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.08	3.45	3.30	3.22	2.87	2.68	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.06	3.45	3.24	2.90	2.60	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.07	3.47	3.22	2.91	2.58	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่าแรงกดได้จากการวัด 2 ซ้ำแต่ละซ้ำวัด 10 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.31 ค่า a_w ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.394	0.493	0.567	0.567	0.579	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.381	0.481	0.587	0.579	0.584	0.566	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.469	0.592	0.568	0.579	0.567	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.367	0.453	0.589	0.587	0.537	0.558	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.384	0.478	0.556	0.534	0.545	0.531	0.537
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.395	0.460	0.574	0.519	0.543	0.524	0.536
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.454	0.546	0.511	0.547	0.518	0.539

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของ a_w ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.32 ค่า a_w ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.394	0.486	0.588	0.596	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.381	0.476	0.578	0.584	0.596	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.482	0.586	0.592	0.598	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.367	0.474	0.575	0.584	0.592	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.384	0.459	0.559	0.568	0.576	0.586	0.591
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.395	0.467	0.565	0.572	0.583	0.591	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.470	0.570	0.576	0.584	0.592	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของ a_w ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.33 ค่า a_w ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	0.394	0.469	0.570	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.381	0.464	0.563	0.575	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.466	0.569	0.579	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	0.367	0.465	0.566	0.577	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	0.384	0.438	0.537	0.551	0.560	0.577	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	0.395	0.444	0.549	0.560	0.570	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	0.387	0.447	0.551	0.563	0.573	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของ a_w ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.34 ค่า TBA ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ (มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.46	7.46	11.32	16.29	20.95	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.34	6.09	10.40	13.29	18.18	20.38	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.37	6.36	10.95	14.00	18.51	20.22	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.37	6.48	11.00	14.41	18.85	21.08	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.25	5.04	7.75	10.01	13.80	15.05	17.44
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.27	6.05	9.40	13.11	15.39	18.41	20.58
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.35	6.07	9.45	13.50	15.42	18.50	21.19

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่า TBA ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ง.35 ค่า TBA ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง (มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.46	9.59	15.37	21.80	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.34	8.58	13.65	17.35	22.48	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.37	8.45	13.80	18.02	23.02	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.37	8.30	13.95	18.55	23.33	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.25	5.78	8.43	11.45	15.44	18.17	20.52
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.27	7.05	11.85	15.00	19.34	21.34	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.35	7.10	11.77	14.99	19.28	21.80	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่า TBA ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.36 ค่า TBA ของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ (มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	4.46	13.50	21.01	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.34	10.98	16.05	21.34	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.37	11.05	16.78	21.50	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	4.37	11.65	17.05	22.13	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	4.25	6.05	9.95	12.29	16.88	20.42	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	4.27	9.48	12.44	16.92	21.38	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	4.35	9.50	12.54	17.01	22.10	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของค่า TBA ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.37 ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 20°ซ (%)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	2.30	2.42	2.67	2.92	3.08	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.28	2.37	2.56	2.71	2.85	3.12	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.27	2.40	2.57	2.74	2.86	3.20	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	2.28	2.36	2.53	2.69	2.82	3.06	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	2.20	2.28	2.46	2.57	2.69	2.82	3.07
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.22	2.34	2.49	2.59	2.75	2.93	3.17
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.23	2.36	2.55	2.62	2.78	3.01	3.20

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง ง.38 ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง (%)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	2.30	2.69	3.07	3.29	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.28	2.44	2.68	2.98	3.25	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.27	2.46	2.69	3.07	3.29	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	2.28	2.44	2.65	2.88	3.11	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	2.20	2.30	2.49	2.58	2.78	2.96	3.13
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.22	2.31	2.56	2.79	3.07	3.18	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.23	2.30	2.59	2.83	3.10	3.23	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ตาราง ง.39 ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาที่บรรจุถุงชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45°ซ (%)

ชนิดของภาชนะบรรจุ/ชนิดของสารกันหืน	ระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุงโพลิโพรพิลีน/ไม่ใส่สารกันหืน	2.30	2.40	2.52	*	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.28	2.32	2.40	2.58	*	*	*
ถุงโพลิโพรพิลีน/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.27	2.33	2.42	2.60	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืน	2.28	2.33	2.39	2.55	*	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ไม่ใส่สารกันหืนเติมก๊าซไนโตรเจน	2.20	2.25	2.33	2.46	2.61	2.77	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ BHT 0.02%	2.22	2.30	2.36	2.50	2.72	*	*
ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/ใส่สารกันหืนคือ citric acid 0.028%	2.23	2.30	2.38	2.53	2.74	*	*

หมายเหตุ -ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย

-ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นได้จากการวัด 2 ซ้ำ

* ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแล้ว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอรนุช สีหามาลา
วัน เดือน ปีเกิด	24 สิงหาคม 2514
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2532 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม ปีการศึกษา 2536
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ได้รับทุนอุดหนุนบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประสบการณ์	พ.ศ. 2538 – 2542 อาจารย์ประจำคณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University