

http://sciencejournal.pbru.ac.th/

File Edit View Favorites Tools Help

Main Menu

- หน้าแรก
- วัตถุประสงค์และขอบเขต
- เล่มวารสาร
- การส่งบทความตีพิมพ์
 - การเตรียมต้นฉบับ
 - การเขียนเอกสารอ้างอิง
 - ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำวารสาร
 - กองบรรณาธิการ
- สมัครสมาชิก
- ค่า Thai-Journal Impact Factors สถานะบทความ
- แบบประเมิน

Login Form

User Name

Password

TCI

ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย
Thai-Journal Citation Index

ประกาศผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีอ้างอิงวารสาร
รอบที่ 3 พ.ศ. 2558 (วันที่ 31 พฤษภาคม 2558)

วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ได้ผ่านการรับรองคุณภาพ จาก TCI โดยจัดอยู่ในวารสารกลุ่มที่ 2
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน้าแรก

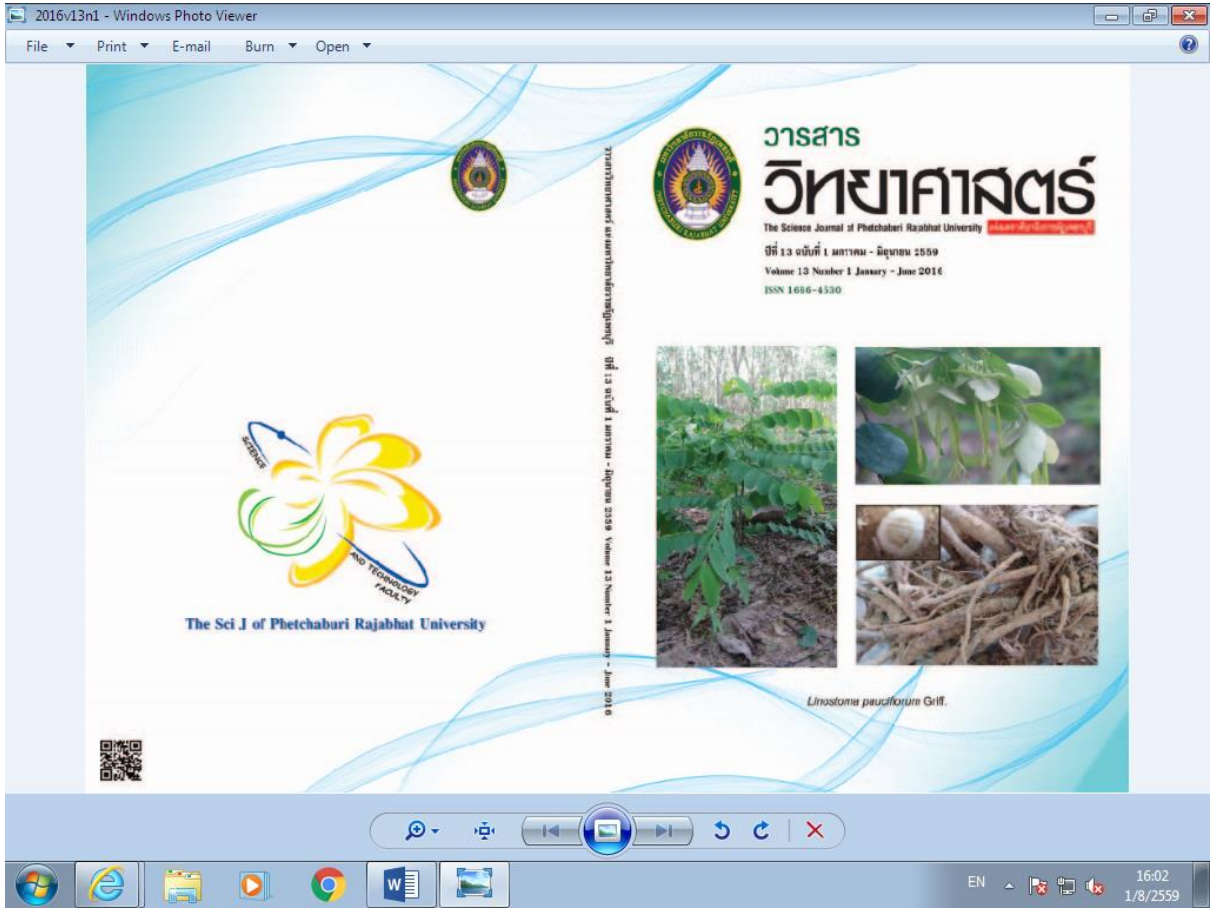
Online

new

- ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2559
- ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-ธันวาคม 2558
- ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-ธันวาคม 2557

http://sciencejournal.pbru.ac.th/

16:01 1/8/2559



การผลิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องปรุงขมิ้น Production and Quality Change of Turmeric Paste

จริยา สุขจันทร์, สุไพบะห์ สะอิ และนุเรedah วาเต

Jariya Sukjuntra, Suwaibah Saei and Nureeda Watae

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Faculty of Science Technology and Agriculture Yala Rajabhat University

บทคัดย่อ

เครื่องปรุงขมิ้น เป็นส่วนผสมหลักในการปรุงเมนู “ปลาทอดขมิ้น” ซึ่งเป็นอาหารท้องถิ่นภาคใต้ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายโดยตรง การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องปรุงขมิ้นระหว่างการเก็บรักษา ผลปรากฏว่า เครื่องปรุงขมิ้นที่มีส่วนผสมของเกลือ:ขมิ้น:ยี่หระ ในอัตราส่วน 0.5:2:2 ได้รับคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุดจากผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.05, 7.16, 6.94 และ 7.16 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 9 (9 point hedonic scale) แต่ควรมีการลดความชื้นของส่วนผสมสดก่อนนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อนำไปทดสอบหาระดับความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 212 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ระบุความชอบในระดับ “ชอบถึงชอบมาก” ด้านความชอบรวมสูงถึงร้อยละ 88.2 และส่วนใหญ่ร้อยละ 84 ระบุว่าต้องการซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้นทอดปลา ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่า เครื่องปรุงขมิ้นที่บรรจุในถ้วยพลาสติก (PP) สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) และเก็บรักษาได้ 9 วันในสภาวะแช่เย็น (4 ± 2 °C) โดยใช้การตรวจทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : เครื่องปรุงขมิ้น อาหารท้องถิ่น การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

Abstract

Turmeric paste is a main ingredient for cooking “Pla Tod Kamin”, a well-known traditional Southern Thai recipe, and it is still not commercialized. The aim of this research was to study turmeric paste mixture and its quality change during storage. It was found that turmeric paste mixture which consisted of salt : turmeric : caraway at 0.5:2:2 had highest sensory scores from 15 trained panelists. Its mean scores from 9 point hedonic scale for odor, taste, texture and overall liking were 7.05, 7.16, 6.94 and 7.16, respectively. However, fresh ingredients should be dehydrated before use. The product testing with consumers showed that 88.2% of 212 consumers rated this recipe at “like” and “like very much” levels for overall liking and 84% of them would like to buy it. The storage test showed that the turmeric paste packed in polypropylene cups could be stored for 3 days at room temperature (30 ± 2 °C) and 9 days in the refrigerator (4 ± 2 °C), when microbiological test was used as the indicator for turmeric paste’s shelf-life.

Keywords : Turmeric Paste, Traditional food, Quality Change

Corresponding author. E-mail : jariya1112@yahoo.co.th



บทนำ

เครื่องปรุงขมิ้น ประกอบด้วยส่วนผสม ได้แก่ ขมิ้น เกลือ ยี่ห่วยพริกไทยดำ และพริกชี้หนูนามาตำหรือปั่นรวมกันแล้วนำไปคลุกเคล้ากับปลา (ส่วนใหญ่มักเป็นปลาเนื้อขาว เช่น ปลาทรายแดง ปลาทราย ปลาจวด) จากนั้นจึงนำไปทอดในน้ำมัน ทำให้ปลาทอดที่ได้มีกลิ่นหอมเฉพาะชวนรับประทาน เป็นตำรับการปรุงอาหารท้องถิ่นของภาคใต้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย จะเห็นได้จากชื่ออาหารชนิดนี้จะปรากฏในเมนู “ปลาทอดขมิ้น” ของร้านอาหารแทบทุกร้าน นอกจากกลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์แล้วเครื่องปรุงขมิ้นยังมีสรรพคุณทางยาจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสม โดยเฉพาะขมิ้นชันซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหาร เสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานในร่างกายนอกจากนี้ยังมีบทบาทในการช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง [1, 2] จึงนับว่าเป็นเมนูสุขภาพที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้บริโภคอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

เครื่องปรุงขมิ้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องแกง แต่จะต่างกันที่ชนิดของสมุนไพรและปริมาณที่ใช้เป็นส่วนผสม ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตเพื่อการจำหน่ายโดยตรงตามท้องตลาด ผู้บริโภคบางรายจึงประยุกต์ใช้เครื่องแกงเผ็ดมาใช้ในการปรุงเมนู “ปลาทอดขมิ้น” แทน นอกจากนี้ข้อจำกัดในการเตรียมเมนู “ปลาทอดขมิ้น” ประการหนึ่ง คือ การเตรียมส่วนผสมที่มีขมิ้นเป็นวัตถุดิบสำคัญ ทำให้สีเหลืองของขมิ้นเปื้อนตามมือและภาชนะอื่น ๆ ได้ง่าย ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสูตรเครื่องปรุงขมิ้นสำหรับใช้ปรุงเมนู “ปลาทอดขมิ้น” โดยตรง ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องแกงเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามอาหารในกลุ่มเครื่องแกงนี้มักพบปัญหาคือมีอายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากมีความชื้นสูงจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิต นอกจากนี้อาจพบการปนเปื้อนของดินและจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ หากทำความสะอาดไม่ดีพอและการจัดการสุขลักษณะในการผลิตไม่เหมาะสม [3, 4] ดังนั้นจึงได้ทดลองพัฒนาสูตรเครื่องปรุงขมิ้น รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้นมีคุณลักษณะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค สามารถตอบสนองวิถีการปรุงอาหารของผู้คนในปัจจุบัน และมีแนวทางในการขยายผลการศึกษาไปสู่การผลิตเพื่อจำหน่ายในอนาคต

วัตถุประสงค์และวิธีการ

วัตถุประสงค์ในการทดลอง ได้แก่ ขมิ้นสด เกลือ พริกไทยดำ ยี่ห่วย ปลาทรายแดง และน้ำมันปาล์ม วัตถุประสงค์ ได้แก่ เครื่องปั้นอาหาร เครื่องชั่ง ถ้วยพลาสติก (PP) และอุปกรณ์งานครัว

วิธีการ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ทดลองหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปรุงขมิ้น โดยใช้ส่วนผสมหลักคือ เกลือและขมิ้น และส่วนผสมอื่น คือ ยี่ห่วย พริกไทยดำและพริกชี้หนู ในอัตราส่วน 0.5:2:2 ได้เป็น 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลอง 1 ประกอบด้วยเกลือ ขมิ้น และยี่ห่วย ชุดการทดลอง 2 ประกอบด้วย เกลือขมิ้น และพริกไทยดำ และชุดการทดลอง 3 ประกอบด้วย เกลือ ขมิ้นและพริกชี้หนู เติร์ยมโดยนำส่วนผสมของแต่ละสูตรมาปั่นรวมกัน จนมีลักษณะเนื้อละเอียดปานกลาง (เทียบกว่าเครื่องแกง) จากนั้นจึงนำเครื่องปรุงขมิ้นที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพโดยวัดปริมาณกรดแลคติก [5] ปริมาณความชื้น [5] ค่า a_w (Aqualab รุ่น S36090) และตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-Point-Hedonic Scale ในคุณลักษณะคุณภาพ 5 ด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (คะแนนความชอบ 1= ชอบน้อยที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน ซึ่งมีวิธีการเตรียมตัวอย่างก่อนชิมโดยการนำเครื่องปรุงขมิ้นทั้ง 3 สูตร คลุกเคล้ากับปลาทรายแดงพักไว้ 15 นาที แล้วนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมจนกระทั่งปลาสุกและเครื่องปรุงขมิ้นกรอบพอดี ทั้งนี้จะนำสูตรที่ได้คะแนนความชอบสูงสุดไปศึกษาในตอนต่อไป

ตอนที่ 2 เป็นการสำรวจ โดยสอบถามพฤติกรรมการบริโภค และระดับความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้น โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนในจังหวัดยะลาจำนวน 212 คน ซึ่งการเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบชิมโดยนำเครื่องปรุงขมิ้นมาคลุกเคล้ากับปลาทรายแดงพักไว้ 15 นาที แล้วนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมจนมีลักษณะสุกและเครื่องปรุงขมิ้นกรอบ เสิร์ฟพร้อมกับข้าวสวย ทั้งนี้ได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อความถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ ศาสนา อายุ อาชีพ และรายได้ ส่วนที่ 2 เป็นข้อความถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคเครื่องปรุงขมิ้นจำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย ความรู้จักผลิตภัณฑ์ ความถี่



ในการรับประทาน ประสิทธิภาพในการเตรียม สาเหตุ ความยุ่งยากของการเตรียม จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ และ ส่วนที่ 3 ระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี 5-Point-Hedonic Scale ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ประเมินผลโดยการหาค่า ร้อยละจากคะแนนความชอบของผู้บริโภค

ตอนที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ระหว่างการเก็บรักษา โดยบรรจุเครื่องปรุงขมิ้นในถ้วย พลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (PP) 75 ออนซ์ ขนาดบรรจุ 20 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิ แช่เย็น ($4 \pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 30 วัน และนำมาตรวจสอบ คุณภาพทุก 3 วัน โดยตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี จากการวัดค่า pH ปริมาณกรดแลคติก และปริมาณ ความชื้น [5] ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพโดยวัด ค่า a_w ตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา โดยหา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา และ ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ทดสอบ คุณลักษณะด้านสี และกลิ่น ตามหลักเกณฑ์การให้ คะแนนของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนำพริกแกง [6] โดยมีระดับการตัดสิน คือ ดีมาก เท่ากับ 4 คะแนน ดี เท่ากับ 3 คะแนน พอใช้ เท่ากับ 2 คะแนน และต้อง ปรับปรุง เท่ากับ 1 คะแนน และกำหนดว่าจะไม่ยอมรับ ผลิตภัณฑ์เมื่อคะแนนต่ำกว่า 2 คะแนน ทั้งนี้จะยุติ การตรวจสอบคุณภาพเมื่อปริมาณจุลินทรีย์หรือคะแนน ประเมินทางประสาทสัมผัสเกินเกณฑ์มาตรฐาน [6]

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ และ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

ผลการศึกษา

เครื่องปรุงขมิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนระหว่างเกลือขมิ้น:ส่วนผสมอื่น ๆ (ยี่หว่าพริกไทยดำ และ พริกขี้หนู) เท่ากับ 0.5:2:2 ทั้ง 3 สูตร เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพ พบว่า ปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้น ทอดปลาทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.34-0.35 ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นและค่า a_w มีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 53.80-74.97 และ 0.876-0.925 ($p < 0.05$) โดย ชุดการทดลองที่ 3 ซึ่งมีพริกขี้หนูเป็นส่วนผสม มีปริมาณ ความชื้นและค่า a_w สูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 74.97 และ 0.925 ตามลำดับ (Table 1) ผลคะแนนการทดสอบทาง ประสาทสัมผัส (9-Point-Hedonic Scale) จากผู้ทดสอบ จำนวน 15 คน พบว่า คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.38-7.61, 6.50-6.94 และ 6.50-7.16 คะแนน ตามลำดับ แต่คะแนนความชอบ ด้านสีและกลิ่นแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย ชุดการทดลองที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงสุด เท่ากับ 7.55 คะแนน และชุดการทดลองที่ 1 ได้คะแนน ความชอบด้านกลิ่นสูงสุด เท่ากับ 7.05 คะแนน แสดง ดัง Figure 1

Table 1. Quality of turmeric paste.

Treatment	Ratio (0.5:2:2)	Lactic acid (%)	Moisture (%)	a_w
1	salt : turmeric : caraway	0.34 ^a ±0.00	55.05 ^b ±2.37	0.892 ^b ±0.01
2	salt : turmeric : black pepper	0.35 ^a ±0.01	53.80 ^b ±0.22	0.876 ^c ±0.00
3	salt : turmeric : chili	0.35 ^a ±0.00	74.97 ^a ±0.12	0.925 ^a ±0.00

Note: ^{a-b}Different letters in a column indicate significant differences ($p < 0.05$) ; average±sd (n=4)



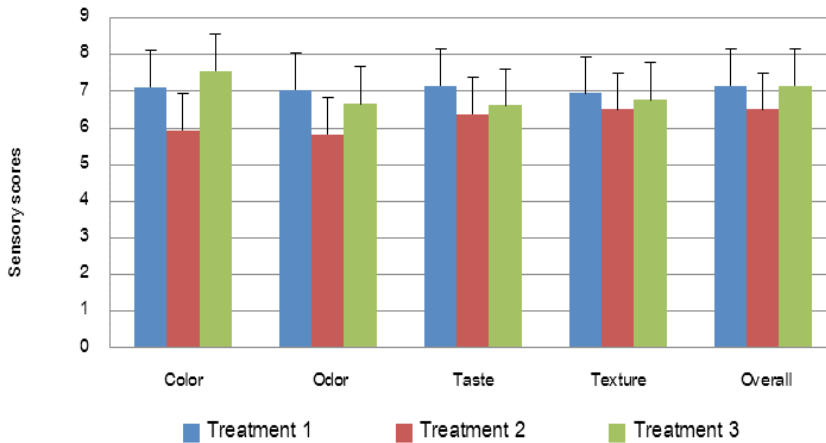


Figure 1. Sensory evaluation of turmeric paste by 15 trained panelists.

ผลการศึกษารายการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 212 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง คิดเป็น ร้อยละ 63.2 เป็นเพศชายร้อยละ 36.8 ทั้งหมด นับถือศาสนาอิสลาม ร้อยละ 100 มีอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 21.3 อายุระหว่าง 20-30 ปี ร้อยละ 50.9 อายุระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 21.2 อายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 11.8 และอายุระหว่าง 51-60 ปี ร้อยละ 4.7 ในจำนวนนี้เป็นนักเรียนนักศึกษา ร้อยละ 40.6 และมีอาชีพเกษตรกร ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว และพนักงานบริษัท/พนักงานราชการ ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 15.6, 14.6 และ 12.3 ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามมีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.1 มีรายได้อยู่ในช่วง 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 28.3 อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.3 และรายได้อยู่ในช่วง 20,001-25,000 บาท เท่ากับช่วง 25,001-30,000 บาท คือ ร้อยละ 1.9 จากการสอบถามพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามรู้จักและเคยรับประทานปลาทอดขมิ้นซึ่งเป็นอาหารที่ปรุงจากเครื่องปรุงขมิ้นสูงถึงร้อยละ 98.1 มีความถี่ในการรับประทานปลาทอดขมิ้นต่อสัปดาห์น้อยกว่า 1 ครั้งร้อยละ 20.3 รับประทาน 1-2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 65.1 และรับประทาน 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 11.6 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุว่าเคยปรุงปลาทอดขมิ้นด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 95 โดยความยุ่งยาก

ของการเตรียมเครื่องปรุงขมิ้นทอดปลา มีสาเหตุจากขั้นตอนการเตรียมทำให้สีของขมิ้นติดมือ คิดเป็นร้อยละ 73.1 รสชาติที่ได้ไม่สม่ำเสมอ คิดเป็นร้อยละ 18.9 และ วัตถุประสงค์หายาก คิดเป็นร้อยละ 4.2 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุจุดเด่นที่สุดของผลิตภัณฑ์ปลาทอดขมิ้นคือ รสชาติที่อร่อย คิดเป็นร้อยละ 58.5 เรื่องประโยชน์ต่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 26.4 และเรื่องหาซื้อได้ง่าย คิดเป็นร้อยละ 15.1

ผลการสำรวจระดับความชอบของปลาทอดขมิ้นซึ่งเตรียมโดยใช้เครื่องปรุงขมิ้นจากชุดการทดลองที่ 1 ได้รับคะแนนยอมรับจากตอนที่ 1 (ชุดการทดลองที่ 1 ประกอบด้วย เกลือ:ขมิ้น:ไข่ห่าน อัตราส่วน 0.5:2:2) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้คะแนนระดับความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก เท่ากับร้อยละ 31.6 ระดับชอบ เท่ากับร้อยละ 42.0 ระดับเฉย ๆ เท่ากับร้อยละ 23.6 ความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ให้คะแนนในระดับชอบมาก เท่ากับร้อยละ 21.2 ระดับชอบ เท่ากับร้อยละ 43.4 ระดับเฉย ๆ เท่ากับร้อยละ 33.0 ความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนความชอบ ในระดับชอบมาก เท่ากับร้อยละ 25.0 ระดับชอบ เท่ากับร้อยละ 54.7 ระดับเฉย ๆ เท่ากับร้อยละ 19.3 ความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนความชอบในระดับชอบมาก เท่ากับร้อยละ 19.3 ระดับชอบ เท่ากับร้อยละ 50.5 ระดับเฉย ๆ เท่ากับร้อยละ 27.4

และความชอบด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ผู้ตอบแบบสอบถามให้คะแนนความชอบในระดับชอบ มากเท่ากับร้อยละ 27.4 ระดับชอบเท่ากับร้อยละ 60.8 ระดับเฉย ๆ เท่ากับร้อยละ 9.0 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถาม ระบุว่าหากมีการจำหน่ายเครื่องปรุงรสน้ำมันที่บรรจุในภาชนะ ตามร้านสะดวกซื้อ มีความต้องการซื้อ ร้อยละ 84.0 และ ไม่ต้องการซื้อ ร้อยละ 16.0

ผลการศึกษารูปเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเครื่องปรุงรสน้ำมัน พบว่า ค่า pH และปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสน้ำมันที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเครื่องปรุงรสน้ำมันที่เก็บรักษาที่

อุณหภูมิห้องมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.26-7.23 และมีปริมาณ กรดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.17-0.36 (Table 2) และเครื่องปรุง รสน้ำมันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.77-7.19 และมีปริมาณกรดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.17-0.34 (Table 2) ส่วนปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ เครื่องปรุงรสน้ำมันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งที่เก็บ รักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น โดยเครื่องปรุง รสน้ำมันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีความชื้นและค่า a_w อยู่ใน ช่วงร้อยละ 51.75-55.15 และ 0.828-0.890 และ เครื่องปรุงรสน้ำมันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นมีค่า a_w อยู่ใน ช่วงร้อยละ 49.12-58.11 และ 0.858-0.890 แสดง ดัง Table 3

Table 2. Changes in pH and lactic acid of turmeric paste during storage.

Storage time (Days)	pH		Lactic acid (%)	
	30±2 °C	4±2 °C	30±2 °C	4±2 °C
0	6.26 ^c ±0.01	6.20 ^d ±0.03	0.36 ^a ±0.00	0.34 ^a ±0.01
3	7.23 ^b ±0.00	7.13 ^b ±0.03	0.17 ^b ±0.00	0.17 ^c ±0.00
6	7.23 ^b ±0.00	7.19 ^a ±0.03	0.18 ^b ±0.00	0.18 ^c ±0.00
9	ND	6.00 ^e ±0.02	ND	0.18 ^c ±0.00
12	ND	5.77 ^f ±0.04	ND	0.18 ^c ±0.00
15	ND	6.43 ^c ±0.01	ND	0.30 ^b ±0.04

Note: ^{a-f} Different letters in a column indicate significant differences ($p < 0.05$) ; average±sd (n=4)
ND = not data

Table 3. Changes in moisture and a_w of turmeric paste during storage.

Storage time (Days)	Moisture (%)		a_w	
	30±2 °C	4±2 °C	30±2 °C	4±2 °C
0	51.75 ^b ±1.13	51.14 ^b ±1.43	0.890 ^a ±0.01	0.872 ^{ab} ±0.00
3	55.15 ^a ±1.96	54.09 ^{ab} ±1.23	0.888 ^a ±0.00	0.870 ^{ab} ±0.00
6	54.02 ^{ab} ±0.74	52.94 ^b ±2.46	0.828 ^b ±0.02	0.875 ^a ±0.00
9	ND	58.11 ^a ±0.69	ND	0.863 ^{bc} ±0.00
12	ND	51.87 ^b ±1.53	ND	0.862 ^{bc} ±0.00
15	ND	50.05 ^b ±0.17	ND	0.858 ^c ±0.00

Note: ^{a-b} Different letters in a column indicate significant differences ($p < 0.05$) ; average±sd (n=4)
ND = not data



ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.6×10^4 เป็น 1.6×10^6 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์ราเพิ่มขึ้นจาก 3×10^2 เป็น 1.4×10^6 โคโลนีต่อกรัม ในขณะที่

เครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 15 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 1.5×10^4 เป็น 1.4×10^6 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์ราเพิ่มขึ้นจาก 1.5×10^2 เป็น 8.0×10^2 โคโลนีต่อกรัม (Table 4)

Table 4. Changes in microbiological of turmeric paste during storage.

Storage time (Days)	Total bacterial count (CFU/g)		Yeast and Mold (CFU/g)	
	30±2 °C	4±2 °C	30±2 °C	4±2 °C
0	1.6×10^4	1.5×10^4	3×10^2	1.5×10^2
3	1.2×10^6	7.9×10^4	8×10^3	8×10^2
6	1.6×10^6	4.2×10^4	1.4×10^6	4.5×10^2
9	ND	1.0×10^5	ND	1×10^2
12	ND	1.4×10^6	ND	5×10^2
15	ND	1.4×10^6	ND	8×10^2

Note : ND = not data

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 129/2546) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีและกลิ่นเครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน ลดลงจาก 3.00 และ 3.14 เป็น 2.28 และ

2.38 คะแนนตามลำดับ และให้คะแนนด้านสีและกลิ่นเครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 15 วัน ลดลงจาก 3.24 และ 3.14 เป็น 1.14 และ 1.57 คะแนนตามลำดับ (Figure 2)

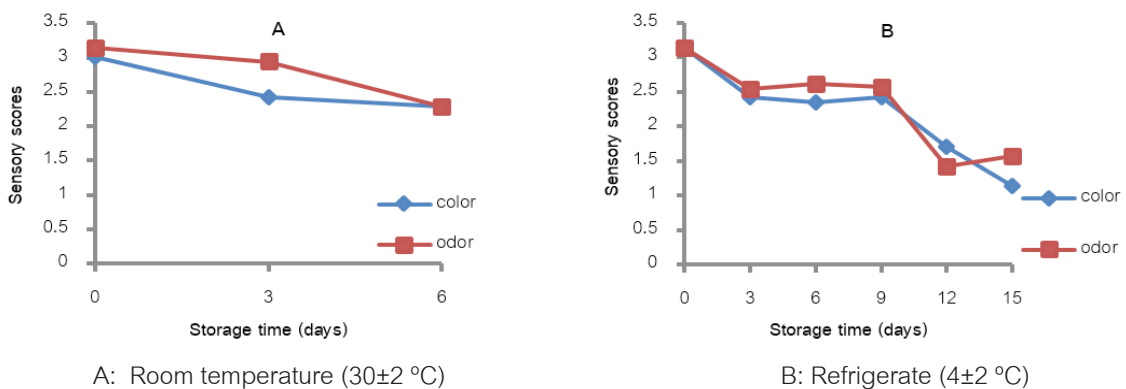


Figure 2. Sensory evaluation of turmeric paste during storage by trained panelists

อภิปรายผล

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสน้ำมันทั้ง 3 ชุดการทดลองมีปริมาณกรดแลคติกไม่แตกต่างกัน เนื่องจากใช้ส่วนผสมหลักคือ เกลือ และไขมันในปริมาณเท่ากัน ในขณะที่ส่วนผสมอื่น ๆ คือ ยี่หว่า พริกไทยดำ และพริกขี้หนูซึ่งส่งผลต่อค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์น้อยมาก แต่ส่วนผสมดังกล่าวส่งผลต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะเครื่องปรุงรสน้ำมันในชุดการทดลองที่ 3 ซึ่งมีส่วนผสมเป็นพริกขี้หนูสด ที่มีปริมาณความชื้นสูงร้อยละ 75-95 ในขณะที่ยี่หว่า และพริกไทยดำ มีปริมาณความชื้นต่ำ อยู่ในช่วงร้อยละ 7.11-9.11 [7] อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่า a_w ของเครื่องปรุงรสน้ำมันมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกง [6] ที่กำหนดว่าค่า a_w ต้องไม่เกิน 0.85 พบว่าเครื่องปรุงรสน้ำมันมีค่า a_w เกินเกณฑ์ ทำให้เห็นถึงความจำเป็นในการศึกษาอายุการเก็บ รวมทั้งหาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point-Hedonic Scale ประเมินคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของปลาทอดขมิ้นซึ่งเตรียมจากเครื่องปรุงรสน้ำมันทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 3 ได้รับความชอบในภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้เครื่องปรุงรสน้ำมันที่นำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งมีส่วนผสมของเกลือ ขมิ้น และยี่หว่า เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด โดยยี่หว่ามีน้ำมันหอมระเหยจากสารพวก ketone ที่มีชื่อว่า carvone เมื่อนำไปทอดจึงมีกลิ่นหอมเฉพาะชวนรับประทาน [8] อีกทั้งยี่หว่ามีความชื้นต่ำกว่าพริกขี้หนู จะช่วยทำให้ความชื้นของเครื่องปรุงรสน้ำมันที่ได้ไม่สูงมากนักจากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงและรู้จักผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดีอีกทั้งเคยปรุงผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มาแล้ว (มากกว่าร้อยละ 95) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รับประทานปลาทอดขมิ้น 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ และมีผู้รับประทานมากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์เป็นจำนวนมาก จึงนับได้ว่าปลาทอดขมิ้นเป็นเมนูโปรดที่รับประทานได้ทั้งครอบครัว โดยจุดเด่นที่สุดของเมนูปลาทอดขมิ้นคือเรื่องของรสชาติ และประโยชน์ต่อสุขภาพ ส่วนความยุ่งยากของการเตรียมเครื่องปรุงรสน้ำมันทอดปลาที่ผู้ตอบ

แบบสอบถามระบุ คือ ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม โดยใช้เกลือของขมิ้นซึ่งเป็นสารในกลุ่ม curcuminoids ซึ่งเป็นสาร antioxidant ที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย แต่จะเป็นอันตรายต่อมือและทำความระคายเคือง [1] ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญของการเตรียมอาหารชนิดนี้

ผลการสำรวจระดับความชอบของปลาทอดขมิ้นซึ่งเตรียมโดยใช้เครื่องปรุงรสน้ำมันจากชุดการทดลองที่ 1 (เกลือ:ขมิ้น:ยี่หว่า อัตราส่วน 0.5:2:2) พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะระดับความชอบต่อของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบถึงชอบมาก (8-9 คะแนน) ด้านสี คิดเป็นร้อยละ 72.6 ด้านกลิ่น คิดเป็นร้อยละ 64.6 ด้านรสชาติ คิดเป็น 79.7 ด้านเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 69.8 และด้านความชอบรวม คิดเป็นร้อยละ 88.2 ซึ่งคุณลักษณะโดยรวมเหล่านี้มาจากกลิ่นรสตามธรรมชาติของสมุนไพรที่ใช้ คือ สารหอมระเหยกลุ่ม tumerone zingiberene และ borneol จากขมิ้น [1] และ carvone จากยี่หว่า [8] นั่นเอง ทั้งนี้หากมีการผลิตเครื่องปรุงรสน้ำมันและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จำหน่ายให้กับผู้บริโภค ก็มีความเป็นไปได้ในเรื่องการตลาด เพราะผู้บริโภคมีความต้องการสูงถึงร้อยละ 84

จากการตรวจสอบค่า pH และปริมาณกรดแลคติกของเครื่องปรุงรสน้ำมันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น มีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลง pH ของผลิตภัณฑ์อาหารมักเกิดจากจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่มี a_w สูง โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจึงมักทำค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่ในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสน้ำมันทอดปลาที่มีส่วนผสมของสมุนไพรคือ ยี่หว่า และขมิ้น ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ [9] จึงทำให้ค่า pH และปริมาณกรดแลคติกเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงดังกล่าว ทั้งนี้ค่า pH และปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี การทำงานของเอนไซม์ และการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหาร [10] ผลการตรวจสอบปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเครื่องปรุงรสน้ำมัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นผลจากการบรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีโพรไพลีน (PP) ชนิดฝา



เปิด-ปิดได้ ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของอากาศได้ จึงทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง [9] และส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียว งานวิจัยของ สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์ และกฤตภาส จินาภาค [10] ที่รายงานว่า การบรรจุน้ำพริกในถ้วยพลาสติก และไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ จะไม่สามารถเก็บรักษาน้ำพริกเป็นเวลานานได้ ทั้งนี้ปริมาณความชื้นเป็นดัชนีบอกอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ของอาหารกลุ่มนี้ ซึ่งทั่วไปเก็บได้เพียง 1-2 วัน ที่อุณหภูมิห้องและ 1-2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิแช่เย็น [11] แต่หากบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ ก็จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ดังงานวิจัยของวาสนา แก้วโพธิ์ [12] ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของพริกแกงพื้นเมืองในซอกลามิเนตและซองพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) ซึ่งพบว่า ค่า a_w ไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน และการศึกษาเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของเครื่องแกงเผ็ดภาคใต้ พบว่า การบรรจุในถ้วยพลาสติก (Nylon/LLDPE) แล้วปิดฝาด้วย metalized film สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานถึง 1 ปี 4 เดือน - 1 ปี 11 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส [13] ดังนั้นหากต้องการยืดอายุของเครื่องปรุงขมิ้น จึงควรใช้ Hurdle technology ซึ่งเป็นการเลือกใช้ปัจจัยและวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกัน [3] เช่น การลดความชื้นของวัตถุดิบร่วมกับการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ หรือการลดค่า a_w โดยการเพิ่มปริมาณเกลือร่วมกับการใช้ ความร้อนในการฆ่าเชื้อ เป็นต้น

เครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 3 โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.2×10^6 โคโลนีต่อกรัม ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาอุณหภูมิตู้เย็นมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของน้ำพริกแกงที่กำหนดว่าต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม [6] ในวันที่ 12 จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นของเครื่องปรุงขมิ้นมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบ คือ ขมิ้นและยี่ห่วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องลดการปนเปื้อนนี้ หากต้องการศึกษาเพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์ต่อไป

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องปรุงขมิ้น โดยการตรวจพินิจ ด้านสี และกลิ่น ตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [6] พบว่า คະแนนทดสอบมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในตัวอย่าง

เครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะ เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาเกิดการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ [14] จึงส่งผลทำให้เครื่องปรุงขมิ้นมีสีคล้ำขึ้น มีกลิ่นผิดปกติ และผิวหน้าของเครื่องแกงเกิดการหดตัว จึงส่งผลทำให้คะแนนด้านสี และกลิ่นลดลง ซึ่งจากคะแนนดังกล่าวสรุปได้ว่าเครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนที่ยอมรับได้ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน และเครื่องปรุงขมิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนที่ยอมรับได้ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน

สรุป เครื่องปรุงขมิ้น ประกอบด้วย เกลือ ขมิ้น และยี่ห่วย ในอัตราส่วน 0.5:2:2 เป็นสูตรที่ได้รับ การยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป ด้านความชอบรวมสูง (ร้อยละ 88.2) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วันและเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นได้นาน 9 วัน โดยใช้ การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษา ซึ่งจากผลการวิจัยนี้ทำให้เห็นแนวทางการศึกษาเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาโดยวิธีการอื่น ได้แก่ การลดความชื้น การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และการเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงขมิ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ หวังเจริญ จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่กรุณาปรับแก้ Abstract และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ บำรุงการศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

1. เปียทิพย์ พัวพันธ์. ขมิ้นชัน [online]. available : <http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/18-2011-08-09-06-29-06/1631--tumeric.html>. 2014.
2. Romson, S., Sunisa, S. and Worapong, U. 2011. Stability of antioxidant and antibacterial properties in heated turmeric-chili paste and its ingredients. *International Food Research Journal*. 18: 397-404.
3. พริกแกง. 2556. กรุงเทพมหานคร. สำนักหอสมุดและ



- ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
4. สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2554. ผลิตภัณฑ์เครื่องแกง. *วารสารอุตสาหกรรมเกษตร*. 8 (3): 45-52.
 5. A.O.A.C.1999. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 16th ed. Washinton. DC: The Association of Official Analytical Chemists, Inc.
 6. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2546. *น้ำพริกแกง*. (มผช. 129/2546). กรุงเทพมหานคร. กระทรวงอุตสาหกรรม.
 7. ศศิมา เรืองมนัสสุทธิ สุวพัชร ดอกแซมกลาง หทัยชนก วานิชเจริญทรัพย์ และวสันต์ อินทร์ตา. 2555. *ผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพริกไทยดำ*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
 8. Pripdecvech, P. 2011. The in antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extrancts. *Journal Food Chemistery*. 47(2): 292-294.
 9. สุภางค์ เรืองฉาย. 2552. การพัฒนาน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*. 29 (4): 88-101.
 10. สุภาพร อภิรัตน์านุสรณ์ และกฤตภาส จินาภาค. 2556. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภค. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร*. 36(4): 451-464.
 11. สุธมนทา วัฒนสินธุ์. 2547. สาร phyto-phenols ในเครื่องเทศ. *วารสารจรรพทา*. 11(79): 51-54.
 12. วาสนา แก้วโพธิ์. 2556. เทคโนโลยีการผลิตและการตลาดผลิตภัณฑ์พริกแกงพื้นเมืองปลอดภัย ชุมชนเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย. *วารสารเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*. 5 (6): 54-66.
 13. Supachai, P. 2008. Shelf life analysis of hot curry cubes. *As. J. Food Ag-Ind*. 1(01): 43-50.
 14. นางลักษณ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2554. *จุดชี้วัดวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพมหานคร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

