

เอกสารวิชาการ

เรื่องที่ 2

การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแพะแผ่นปรุงรส

โดย

อำพล วรทธิธรรม

กัญยวิษณุ กั้นจันะ

เอื้องพลอย ใจลังกา

วุฒิชัย ลัดเครือ

เลขทะเบียนวิจัย 60(1)-0211-031

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2560 - กันยายน 2561

การเผยแพร่ เว็บไซต์กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

http://extension.dld.go.th/th1/index.php?option=com_content&view=article&id=1975:research20180509&catid=84:2012-03-12-04-00-47&Itemid=163

การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแพะแผ่นปรุงรส

อำพล วรวิจิตรธรรม^{1/} กัญยวิชญ์ กัญจินะ^{2/} เอื้องพลอย ใจลังกา^{1/} วุฒิชัย ลัดเครือ^{1/}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะแผ่นปรุงรส โดยวางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3x3 in CRD แปรผันอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่ 100 - 120°C และ 10 - 15 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งมากขึ้นทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีน้ำตาลแดง ค้ำขึ้น เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้น ส่วนทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสที่ใช้อุณหภูมิ 120 °C และเวลา 10 นาทีในการอบแห้งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านรสชาติระดับมากที่สุด ส่วนความชอบทางด้านสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะแผ่นปรุงรส คือที่อุณหภูมิ 120 °C และเวลา 10 นาที เมื่อได้สูตรผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสที่เหมาะสมแล้วจึงนำผลิตภัณฑ์สุดท้ายมาทดสอบอายุการเก็บรักษา พบว่าที่อุณหภูมิ 35 °C อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส คือ 45 วัน

สำหรับการคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส พบว่าผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส ขนาด 10 กรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 10.19 บาท หรือ เท่ากับ 1,019 บาทต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส 1 กิโลกรัม ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าเนื้อแพะปลดระวางได้ดี และยังสามารถวางจำหน่ายเป็นระยะเวลา 45 วัน โดยไม่ต้องเก็บในตู้เย็น

คำสำคัญ: แพะแผ่นปรุงรส เนื้อแพะปลดระวาง การทำแห้ง การแปรรูปอาหาร

เลขทะเบียนวิจัย: 60(1)-0211-031

^{1/} กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

^{2/} สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปทุมธานี

Study on Drying condition of Goat Meat Jerky

Amphon Waritthitham^{1/} Kanyawich Kanjina^{2/} Auengploy Chailangka^{1/} Vuttichai Ladkruea^{1/}

Abstract

This research aims to study on the most suitable processing condition for goat meat jerky. Factorial 3x3 in CRD is used for this experiment, vary by drying temperature (100 – 120 °C) and time (10 – 15 minutes). Then analyses physical and sensory properties. After studied, the result show that increasing the drying temperature and time lead to changing product color (become red – brown and darker). For the jerky texture, the result show that high temperature with long time cause tough texture.

In sensory part by use hedonic 9 points scales method, drying at 120 °C for 10 minutes give the result in like extremely level for taste part and like moderately to like slightly for color, flavor and texture parts. So, drying at 120 °C for 10 minutes is the most suitable processing condition. For the study on storage time, the result shows that goat meat jerky product can storage at 35 °C for 45 days.

Goat meat jerky cost can calculate by summary raw material cost, ingredients cost and utility cost and plus 30 percent of total cost (for labor cost, depreciation cost and management cost). The production cost for 10 grams is 10.19 baht (1,019 baht for 1 kilogram). Goat meat jerky processing is good choice to increase the value of discharge goat meat. Goat meat jerky can extend the shelf life to 45 days without keep in refrigerator.

Keywords: Goat meat jerky, Culled goat meat, Drying, Food processing.

Registered No.: 60(1)-0211-031

^{1/} Division of Livestock Products, Department of Livestock Development, Bangkok

^{2/} Bureau of Quality Control of Livestock Products, Department of Livestock Development, Pathum Thani .

คำนำ

เนื้อแพะเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของประชากรในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง เนื่องจากแพะเป็นสัตว์ที่สามารถทนสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งและขาดแคลนพืชพันธุ์ธัญญาหารมากกว่าสัตว์ที่เลี้ยงไว้เพื่อบริโภคเนื้อประเภทอื่น เช่น โค กระบือ หรือแกะ นอกจากนั้นแพะยังเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตเร็ว เพราะให้กำเนิดลูกได้ถึงปีละ 3-4 ตัว (สมเกียรติ, 2528) การเลี้ยงแพะเพื่อการบริโภคเนื้อส่วนมากพบในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยถึงร้อยละ 80 (นิรนาม, 2550) แต่การบริโภคเนื้อแพะในประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยม เพราะไม่คุ้นเคยกับกลิ่นสาบของเนื้อแพะ ผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงอยู่ในหมู่ชาวมุสลิมเนื่องจากเป็นเนื้อสัตว์ที่ไม่ขัดกับหลักศาสนา โดยนิยมนำเนื้อแพะมาประกอบอาหารด้วยความร้อนเช่น การย่าง การทอด การตุ๋น และนำมาปรุงเป็นแกงโดยใส่เครื่องเทศลงไปเพื่อกลบกลิ่นสาบ (บุญเสริม, 2546) โดยทั่วไปแพะที่นำไปบริโภคนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุ 1 - 2 ปี เนื่องจากมีอายุและน้ำหนักอยู่ในระยะที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประกอบอาหารรับประทาน ไม่ว่าจะ เป็นแกงแพะ ซุปแพะ หรือข้าวหมกแพะ เป็นต้น แต่แพะอายุมากกว่านี้หรือแพะที่ปลดจากการเป็นพ่อแม่พันธุ์จะมีเนื้อที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียว สีเข้ม และมีปริมาณเนื้อแดงน้อย ไม่สะดวกจะนำไปบริโภคตามครัวเรือน การแปรรูปเนื้อแพะปลดระวางจึงนิยมนำไปประกอบอาหารประเภทดและสับเพื่อให้ง่ายต่อการรับประทาน ทั้งนี้สภาพการเลี้ยงแพะเนื้อในประเทศไทยยังคงมีปัญหาแม่พันธุ์อายุมากและแม่พันธุ์มีคุณภาพต่ำ แต่เนื่องจากด้วยราคาซื้อแพะปลดระวางของพ่อค้ามีราคาต่ำมากเพียง 40 บาทต่อกิโลกรัมแพะมีชีวิต ทำให้เกษตรกรยังคงเลี้ยงแพะเหล่านั้นไว้ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของแพะฝูงนั้นจึงเป็นไปได้ยาก

ผลิตภัณฑ์เนื้อแผ่นปรุงรส หรือ Jerky นั้นจัดเป็นอาหารขบเคี้ยวที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค เนื่องจากเนื้อสัตว์ที่นำมาใช้จะมีการแล่เอาไขมันออกแล้วนำไปอบด้วยความร้อน ทำให้เป็นอาหารที่มีสัดส่วนไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่น้อยกว่าขนมในท้องตลาดทั่วไป จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ สอดคล้องกับทัศนคติของผู้บริโภค ในปัจจุบันที่ต้องการอาหารที่ดีต่อสุขภาพ Jerky ทำได้จากเนื้อสัตว์หลายชนิด เช่น เนื้อโค เนื้อสุกร เนื้อแพะ และเนื้อไก่ ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาแพะแผ่นปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อแพะที่ผ่านการบดสับ ปรุงรส อบแห้ง ตัดเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1.5 x 2.5 นิ้ว และบรรจุถุงรายชิ้น เป็นอาหารพร้อมรับประทานสามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็น พกพาได้สะดวก สามารถนำไปรับประทานได้ทุกที่ นอกจากนี้ยังเป็นอาหารว่างที่ให้โปรตีนสูงและมีไขมันต่ำ ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพในปัจจุบัน และเป็นการแก้ปัญหาเนื้อแพะปลดระวางมีราคาตกต่ำ

นอกจากนี้การที่ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติได้นั้นปัจจัยสำคัญคือบรรจุภัณฑ์ โดยบรรจุภัณฑ์ที่อากาศและน้ำเข้าไม่ได้จะช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร อาหารที่บรรจุถุงพลาสติกก็เก็บไว้ได้ชั่วคราวเท่านั้น เพราะแมลงอาจกัดเจาะถุงเข้าไปกินอาหารได้ ถ้าเป็นถุงพลาสติกซึ่งโปร่งแสงจะทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพได้อีกด้วย ปัจจัยอีกประการคือปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ (Water Activity, a_w) หากระดับ a_w ต่ำ เชื้อจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญได้ โดยอาหารแห้งส่วนมากมีค่า a_w ในช่วง 0.6 - 0.7 (วีโล, 2546 ; Stencl, 2004) กิจกรรมของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ a_w ต่ำกว่า 0.6 เชื้อราส่วนใหญ่ถูกยับยั้งการเจริญที่ a_w ต่ำกว่า 0.7 ส่วนยีสต์และแบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกยับยั้งการเจริญที่ a_w ต่ำกว่า 0.8 และ 0.9 ตามลำดับ ในขณะที่อาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และปลา มีค่า a_w อยู่ระหว่างประมาณ 0.97 - 1.00 (Fellows, 2000)

ดังนั้นการศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแพะแผ่นปรุงรสจึงมีความสำคัญในการเพิ่มอายุการเก็บรักษา การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย และมีความสำคัญต่อการนำเนื้อแพะปลดระวางมาใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์จำหน่ายได้ ส่งผลให้เนื้อแพะปลดระวางมีราคาดีขึ้น เกษตรกรสามารถปลดระวางแม่พันธุ์อายุมากและแม่พันธุ์มีคุณภาพต่ำทำให้ประสิทธิภาพการผลิตแพะสูงขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อหาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแพะแผ่นปรุงรสโดยใช้เนื้อแพะส่วนที่เป็นเนื้อแดงทั้งตัว บด ปรุงรส และอบแห้ง โดยอุณหภูมิในการอบแห้งมี 3 ระดับ คือ 100 110 และ 120 °C และใช้เวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 นาที (แสดงดังตารางที่ 1) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองเป็น Factorial 3x3 in CRD โดยผู้วิจัยได้ใช้สูตรและวิธีการผลิตแพะแผ่นปรุงรสจากสูตรที่เผยแพร่ของสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้สถิติในงานวันแพะแห่งชาติประจำปี 2558

ส่วนประกอบของแพะแผ่นปรุงรส

ส่วนประกอบของแพะแผ่นปรุงรส ได้แก่ เนื้อแพะร้อยละ 83.0 น้ำตาลทรายร้อยละ 6.0 น้ำปลาร้อยละ 4.0 ซีอิ้วดำร้อยละ 3.0 ซีอิ้วขาวร้อยละ 2.0 น้ำผึ้งร้อยละ 0.6 เม็ดผักชีคั่วป่นร้อยละ 0.5 เม็ดผักชีทุบร้อยละ 0.5 ยี่หระคั่วป่นร้อยละ 0.2 เกลือไนไตรท์ร้อยละ 0.2 ร้อยละ โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 1 แสดงการแปรผันอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแพะแผ่นปรุงรส

สูตร	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	ระยะเวลาที่ใช้ในการอบ (นาที)
1	100	10
2	100	15
3	100	20
4	110	10
5	110	15
6	110	20
7	120	10
8	120	15
9	120	20

วิธีการผลิตแพะแผ่นปรุงรส

1. หั่นเนื้อแพะให้มีขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์นิ้ว แล้วบดเนื้อแพะด้วยเครื่องบดผ่านรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร
2. ผสมเครื่องปรุงทั้งหมดกับเนื้อแพะบด แล้วนวดด้วยมือจนเหนียว
3. ตักเนื้อแพะบดลงบนแผ่นพลาสติกทนความร้อน แล้วทำการรีดด้วยไม้นวดแบ่งให้เนื้อแพะบดมีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร
4. นำเนื้อแพะบดที่อยู่บนแผ่นพลาสติกทนความร้อน ไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน ตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนด โดยทำการกลับด้านเนื้อแพะแผ่นเมื่อถึงครึ่งเวลาที่กำหนด แล้วอบต่อจนครบตามเวลาจึงนำออกจากตู้อบลมร้อนและทาน้ำผึ้งทั้งสองด้านของแพะแผ่นทันที
5. วางแพะแผ่นให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้วทำการตัดให้เป็นชิ้นน้ำหนัก ประมาณ 10 กรัม หรือขนาด ประมาณ 1 × 2.5 นิ้ว บรรจุใส่ถุงสุญญากาศ แล้วทำการปิดผนึกสุญญากาศ

ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสทั้ง 9 สูตร ไปทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรูปลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ทำการชิมตัวอย่างทั้ง 9 สูตร แล้วให้คะแนน ตั้งแต่ 1 ถึง 9 คะแนน (9-Points Hedonic Scale) ซึ่งการให้คะแนนจะกำหนดคะแนนเป็นเลขจำนวนเต็ม ตั้งแต่ 1 คะแนน ถึง 9 คะแนน ซึ่งมีการกำหนดความหมายของแต่ละคะแนนดังนี้ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด 8 หมายถึงชอบมาก 7 หมายถึงชอบปานกลาง 6 หมายถึงชอบเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉย ๆ 4 หมายถึงไม่ชอบเล็กน้อย 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง 2 หมายถึงไม่ชอบมาก และ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

2. การประเมินคุณภาพทางกายภาพ

2.1 การวิเคราะห์ค่าสี

นำผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสทั้ง 9 สูตร ไปวัดค่าสี ระบบ L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Conica Minolta สูตรละ 3 ซ้ำ โดยที่ค่า L* คือค่าความสว่าง (Lightness) a* คือค่าความเป็นสีแดง (Redness) และ b* คือค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness)

2.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสทั้ง 9 สูตร ไปตัดให้มีความกว้าง 1.5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวัดค่าแรงตัดผ่าน (Warner- Bratzler Shear Force) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Stable micro systems รุ่น TA-HDi วัดค่าแรงตัดผ่านสูตรละ 3 ซ้ำ

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส วัดค่าสี และการวัดแรงตัดผ่านไปวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติสำเร็จรูป SPSS โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) จากนั้นเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแพะแผ่นเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษา

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดแล้ว นำไปศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ปิดผนึกสุญญากาศแล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 0 1 2 3 4 5 7 และ 8 สัปดาห์ โดยศึกษาข้อมูลตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ดังนี้

4.1 ปริมาณยีสต์และรา ในช่วงการเก็บรักษาโดยวิธี In house method base on AOAC

no. USP 41(62) (AOAC, 2000) ตรวจวิเคราะห์โดย บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

4.2 ทดสอบอายุการเก็บรักษาด้วยวิธี Q₁₀ Technique ตรวจวิเคราะห์โดย บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

ซึ่งการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารโดยวิธี Q_{10} เป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมใช้ประมาณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารในกรณีที่มีการศึกษามากกว่า 1 อุณหภูมิ โดยเป็นการศึกษาสัดส่วนของอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่างกัน 10°C (พรประภา, 2561)

ในการทดลองนี้จะศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท จำนวน 50 ถุง ปริมาณถุงละ 10 กรัม เก็บตัวอย่าง ไว้ที่ 3 สภาวะ คือ 25°C (อุณหภูมิโดยทั่วไปของห้างสรรพสินค้า) 35°C (อุณหภูมิห้องปกติของประเทศไทย) และ 45°C (อุณหภูมิสูงสุดโดยประมาณที่ใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในโกดังสินค้าหรือระหว่างทางขนส่งในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย) สุ่มตัวอย่างแพะแผ่นปรุงรสบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท ทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไปวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยสามารถคำนวณจากความสัมพันธ์ดังนี้ (Mizrahi, 2004)

$$Q_{10} = \theta_{s(T)} / \theta_{s(T+10)}$$

$$Q_1 = Q^{0.1}_{10}$$

$$Q^{\Delta T} = Q_{s(T)} / Q_{s(T+\Delta T)}$$

เมื่อ

$$\theta_{s(T)} = \text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T \text{ (วัน)}$$

$$\theta_{s(T+10)} = \text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T + 10 \text{ (วัน)}$$

$$Q_{10} = \text{อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิต่างกัน } 10 \text{ องศาเซลเซียส}$$

$$Q_1 = \text{อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิต่างกัน } 1 \text{ องศาเซลเซียส}$$

$$\Delta T = \text{ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำนายกับอุณหภูมิ } T$$

5. ศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

คำนวณจากต้นทุนการผลิต โดยอ้างอิงจากวิธีการคำนวณของสุนิตยา (2547) มีรายละเอียดการคำนวณต้นทุนการผลิต ดังนี้

$$\text{ต้นทุนการผลิต} = \text{ค่าวัตถุดิบทางตรง} + \text{ค่าแรงทางตรง} + \text{ค่าใช้จ่ายในการผลิต}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่มีต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส
จากการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) ในผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ทำการชิมตัวอย่างทั้ง 9 สูตร แล้วให้คะแนนในคุณลักษณะแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านรูปลักษณ์ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ จากนั้นรวบรวมคะแนนที่ได้ และสรุปผลทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

จากตารางที่ 2 แสดงถึงคะแนนความชอบที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมีต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในแต่ละสูตร ผลแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสแต่ละสูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านรูปลักษณ์สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัส แสดงให้เห็นว่าสภาวะการอบที่ต่างกัน มีผลต่อความรับรู้ และความชอบของผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นตัวแทนของผู้บริโภค

จากผลคะแนนความชอบที่ได้รับ สามารถแปลความหมายในแต่ละคุณลักษณะดังนี้คือ ด้านรูปลักษณ์ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ มีคะแนนอยู่ในช่วง 6 ถึง 7 คะแนน หมายถึง ผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ส่วนด้านกลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 ถึง 7 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าด้านอื่นๆ หมายถึง ผู้ทดสอบชิมมีความรู้สึกเฉยๆ จนถึงชอบปานกลาง สาเหตุอาจเกิดจากการที่เนื้อแพะซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักเป็นเนื้อที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ทำให้ผู้บริโภคไม่คุ้นชิน แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและคะแนนความชอบ พบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนมากขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบสูงขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนสูงจะช่วยทำให้กลิ่นเครื่องเทศในส่วนผสมมีความชัดเจนขึ้น จึงสามารถกลบกลิ่นเฉพาะตัวของเนื้อแพะได้

จากการพิจารณาคะแนนด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบต่อสูตรที่ใช้ อุณหภูมิ 120 °C ในการอบมากที่สุด ประกอบกับคะแนนที่ได้ในคุณลักษณะอื่นๆ ทั้งด้านรูปลักษณ์ สี กลิ่น และรสชาติมีคะแนนมากกว่า จึงสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสที่ใช้ อุณหภูมิ 120 °C ในการอบมากที่สุด โดยที่ระยะเวลาในการอบทั้ง 3 ระดับให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

สูตร	อุณหภูมิ : เวลา (°C : นาที)	คะแนนความชอบ					
		ด้านรูปลักษณะ	ด้านสี	ด้านกลิ่น	ด้านเนื้อสัมผัส ^{ns}	ด้านรสชาติ	ด้านความชอบรวม
1	100 : 10	6.34±1.50 ^b	6.06±1.57 ^c	5.96±1.77 ^b	6.28±1.57	6.58±1.51 ^b	6.36±1.35 ^b
2	100 : 15	6.44±1.28 ^b	6.38±1.34 ^{bc}	6.42±1.33 ^{ab}	6.22±1.40	6.46±1.33 ^{ab}	6.52±1.20 ^{ab}
3	100 : 20	6.50±1.54 ^{ab}	6.42±1.53 ^{bc}	6.42±1.63 ^{ab}	6.48±1.58	6.40±1.70 ^{ab}	6.48±1.53 ^{ab}
4	110 : 10	6.40±1.41 ^b	6.30±1.50 ^{bc}	6.42±1.36 ^{ab}	6.58±1.33	6.62±1.38 ^{ab}	6.74±1.19 ^{ab}
5	110 : 15	6.60±1.39 ^{ab}	6.40±1.46 ^{bc}	6.50±1.26 ^a	6.53±1.26	6.80±1.37 ^{ab}	6.92±1.32 ^a
6	110 : 20	6.44±1.38 ^{ab}	6.44±1.23 ^{bc}	6.24±1.25 ^{ab}	6.18±1.32	6.48±1.34 ^{ab}	6.38±1.29 ^b
7	120 : 10	6.78±1.09 ^{ab}	6.74±1.05 ^{ab}	6.46±1.25 ^a	6.30±1.54	6.60±1.50 ^{ab}	6.58±1.35 ^{ab}
8	120 : 15	6.72±1.16 ^{ab}	6.72±1.12 ^{ab}	6.46±1.34 ^a	6.46±1.52	6.82±1.40 ^a	6.72±1.43 ^{ab}
9	120 : 20	6.94±1.11 ^a	6.96±1.09 ^a	6.50±1.57 ^a	6.52±1.60	6.78±1.50 ^{ab}	6.76±1.46 ^{ab}

หมายเหตุ : ข้อมูลเป็นคะแนนเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
: ns หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่มีต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบเนื้อแพะแผ่นปรุงรสที่มีต่อค่าสี พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบมีผลต่อค่าสีของเนื้อแพะแผ่นปรุงรส โดยมีการผันแปรตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบ

ตารางที่ 3 แสดงค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส ทั้ง 9 สูตร

สูตร	อุณหภูมิ : เวลา (°C : นาที)	ค่าสี		
		L*	a*	b*
1	100 : 10	31.13±1.32 ^a	3.71±0.48 ^{cd}	4.00±0.45 ^{abc}
2	100 : 15	30.98±1.17 ^a	3.32±0.79 ^d	3.72±0.74 ^{bc}
3	100 : 20	29.33±1.17 ^b	3.56±0.49 ^{cd}	4.37±1.11 ^{ab}
4	110 : 10	28.26±0.61 ^c	3.85±0.44 ^{cd}	2.62±0.62 ^d
5	110 : 15	27.87±1.05 ^{cd}	2.55±0.34 ^e	2.11±0.52 ^d
6	110 : 20	27.22±0.44 ^{de}	4.07±0.79 ^{bc}	3.63±0.80 ^{bc}
7	120 : 10	26.67±1.06 ^e	4.57±0.41 ^{ab}	4.51±0.76 ^a
8	120 : 15	25.32±1.00 ^f	4.70±0.79 ^a	3.51±0.95 ^c
9	120 : 20	25.19±1.05 ^f	3.87±0.25 ^{cd}	2.01±0.76 ^d

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือเพิ่มระยะเวลาในการอบส่งผลให้ค่าความสว่าง (Lightness หรือ L*) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อแพะแผ่นปรุงรสที่ใช้ อุณหภูมิ 100 °C และอบแห้งเป็นเวลา 10 และ 15 นาที (สูตรที่ 1 และ 2) มีค่าความสว่างสูงที่สุด คือ มีค่า L* เท่ากับ 31.13±1.32 และ 30.98±1.17 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น พบว่า ค่าความสว่างที่วัดได้มีค่าลดลง หรือหมายถึงตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้นนั่นเอง ตัวอย่างเนื้อแพะแผ่นปรุงรส ที่มีค่าความสว่างต่ำที่สุดคือ ตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 120 °C และอบเป็นเวลา 15 และ 20 นาที (สูตรที่ 8 และ 9) โดยมีค่า L* เท่ากับ 25.32±1.00 และ 25.19±1.05 ตามลำดับดังนั้นการใช้อุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ส่งผลให้เนื้อแพะแผ่นปรุงรสมีสีคล้ำขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านค่าสีแดง (a*) พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบส่งผลให้ค่า a* มีแนวโน้มสูงขึ้น หมายถึงตัวอย่างมีสีแดงขึ้น โดยตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 15 นาที (สูตรที่ 8) มีสีแดงที่สุดและแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า a* เท่ากับ 4.70±0.79 ส่วนตัวอย่างที่มีสีแดงน้อยที่สุดคือ ใช้ อุณหภูมิและเวลาที่ 110 °C เป็นเวลา 15 นาที (สูตรที่ 5) โดยมีค่า a* เท่ากับ 2.55±0.34

ด้านค่าสีเหลือง (b*) ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ ส่งผลให้ค่า b* มีแนวโน้มลดลงโดยการอบที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 10 นาที (สูตรที่ 7) มีสีเหลืองมากที่สุดโดยมีค่า b* เท่ากับ 4.51±0.76 และตัวอย่างที่มีสีเหลืองน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่อบโดยใช้อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 20 นาที (สูตรที่ 9) โดยมีค่า b* เท่ากับ 2.01±0.76

จากการพิจารณาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่มีต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส ทั้งค่า L* a* และ b* พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งจะทำให้ตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้นและมีสีแดงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งที่มีต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force) ของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส
 จากผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อแพะแผ่นอบแห้งในสภาวะที่แตกต่างกัน ซึ่งจำลองการเคี้ยวของมนุษย์ โดยอาศัยค่าแรงตัดของใบมีดที่ตัดผ่านตัวอย่างจนขาดโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ในการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์พบว่าค่าแรงตัดผ่านที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสอบแห้งทั้ง 9 สูตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่แตกต่างกัน โดยหากค่าแรงตัดผ่านมีค่ามากขึ้น หมายถึงตัวอย่างมีความเหนียว เนื่องจากต้องใช้แรงมากขึ้นในการทำให้ใบมีดตัดตัวอย่างจนขาด

ตารางที่ 4 แสดงค่าแรงตัดผ่านของแพะแผ่นปรุงรส ทั้ง 9 สูตร

สูตร	อุณหภูมิ : เวลา (°C: นาที)	ค่าแรงตัดผ่าน
1	100 : 10	2776.67±88.64 ^a
2	100 : 15	2825.97±81.79 ^a
3	100 : 20	3314.78±34.14 ^b
4	110 : 10	3387.73±68.80 ^{bc}
5	110 : 15	3464.40±70.07 ^{cd}
6	110 : 20	3491.77±48.82 ^{cd}
7	120 : 10	3527.63±69.23 ^d
8	120 : 15	3511.71±41.12 ^{cd}
9	120 : 20	3781.32±97.16 ^e

หมายเหตุ : ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยของแรงตัดผ่าน± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อเพิ่มระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบมากขึ้น ส่งผลให้ค่าแรงตัดผ่านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากความร้อนในการอบที่สูงขึ้นจะส่งผลให้โปรตีนกล้ามเนื้อ (Myofibrillar proteins) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เกิดการเสียสภาพ เป็นสาเหตุให้องค์ประกอบภายในเส้นใยโปรตีนมีเนื้อสัมผัสแข็ง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเกิดการหดตัว ทำให้เนื้อมีความเหนียวและแข็งมากขึ้น (ประภาศรี และคณะ, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สัญชัย (2543) ที่รายงานว่าความร้อนทำให้เส้นใยโปรตีนเสียสภาพ (Denature) และหดตัวกัน เกิดโครงสร้างของเส้นใยโปรตีนที่แน่นขึ้น เมื่อให้ความร้อนสูงขึ้นและนานขึ้น ความนุ่มก็จะยิ่งลดลง และการใช้อุณหภูมิที่สูงจะทำให้ น้ำบริเวณผิวระเหยอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำภายในเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล หรือโปรตีนเคลื่อนไปที่ผิว ทำให้เนื้อมีความแข็งกว่าจึงทำให้ต้องใช้ค่าแรงตัดผ่านสูงกว่า

ดังนั้นการอบแห้งที่ 100 °C เวลา 10 และ 15 นาที (สูตรที่ 1 และ 2) มีค่าแรงตัดผ่านต่ำที่สุด ได้แก่ 2,776.67±88.64 และ 2,825.97±81.79 ตามลำดับ และการอบแห้งที่ 120 °C เวลา 20 นาที (สูตรที่ 9) เป็นสูตรที่เหนียวที่สุดซึ่งมีค่าแรงตัดผ่านสูงสุด คือ 3,781.32±97.16

จากการพิจารณาผลการทดลองด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส และด้านกายภาพ พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสที่สภาวะการอบที่อุณหภูมิ 120 °C ทั้ง 3 ระยะเวลา มีคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ซึ่งทั้ง 3 สภาวะได้คะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติและเมื่อพิจารณาพร้อมกับคะแนนด้านค่าสี และ ค่าแรงตัดผ่านผู้วิจัยจึงเลือกสภาวะการอบที่ 120 °C ระยะเวลา 10 นาทีเป็นสภาวะการอบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่ใช้เวลาสั้นที่สุดซึ่งหมายถึงใช้ระยะเวลาและต้นทุนต่ำกว่าสูตร 15 และ 20 นาที ซึ่งจะนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิตต่อไป

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

เมื่อได้ผลิตแพะแผ่น ที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดแล้ว (ตัวอย่างที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 10 นาที) ดำเนินการทดลองต่อโดยผลิตแพะแผ่นปรุงรสด้วยสภาวะการอบที่ดีที่สุดอีกครั้ง แล้วนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 เป็นระยะเวลา 0 1 2 3 4 5 7 และ 8 สัปดาห์ จากนั้นศึกษาข้อมูลของจุลินทรีย์ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนจนแห้ง อีกทั้งบรรจุในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะดังกล่าวจึงเป็นยีสต์และรา ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาปริมาณยีสต์และราในช่วงการเก็บรักษาโดยวิธี In house method base on AOAC no. USP 41(62) (AOAC, 2000) และทดสอบอายุการเก็บรักษาด้วยวิธี Q₁₀ Technique. ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณยีสต์และราในช่วงการเก็บรักษาโดยวิธี In house method base on AOAC (2000)

ลำดับที่	อุณหภูมิที่เก็บรักษา	ระยะเวลาที่เก็บรักษา	ปริมาณยีสต์และรา	หน่วย
1	25 °C	7 วัน	4.5 x 10	CFU/g
2	25 °C	14 วัน	< 10	CFU/g
3	25 °C	21 วัน	1.0 x 10	CFU/g
4	25 °C	28 วัน	< 10	CFU/g
5	25 °C	35 วัน	< 10	CFU/g
6	25 °C	42 วัน	< 10	CFU/g
7	25 °C	55 วัน	< 10	CFU/g
8	35 °C	14 วัน	2.5 x 10 ⁴	CFU/g
9	35 °C	21 วัน	< 10	CFU/g
10	35 °C	28 วัน	< 10	CFU/g
11	35 °C	35 วัน	< 10	CFU/g
12	35 °C	55 วัน	< 10	CFU/g
13	45 °C	14 วัน	< 10	CFU/g
14	45 °C	21 วัน	< 10	CFU/g
16	45 °C	28 วัน	< 10	CFU/g
17	45 °C	35 วัน	< 10	CFU/g
18	45 °C	55 วัน	< 10	CFU/g

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5 ซึ่งเป็นการทดลองเก็บตัวอย่างในสภาวะอุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 25 35 และ 45 °C พบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาส่วนใหญ่แสดงปริมาณต่ำกว่า 10 CFU/g บ่งชี้ว่าตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ได้เสื่อมเสียเพราะยีสต์และรา ถึงแม้ว่าในบางสภาวะเช่นการเก็บที่ 35 °C เป็นเวลา 14 วัน จะพบยีสต์และราในปริมาณ 2.5 x 10⁴ CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณที่แสดงถึงการปนเปื้อนของยีสต์และรา แต่พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาต่อไปจนถึง 28 วันเป็นต้นไปกลับพบยีสต์และราในปริมาณต่ำกว่า 10 CFU/g แสดงว่าตัวอย่างสามารถเก็บที่ 35 °C ได้มากกว่า 14 วัน และสาเหตุที่พบเชื้อมากกว่า 10 CFU/g ในสภาวะการเก็บรักษานี้ อาจเกิดจากการปนเปื้อนยีสต์และราจากบรรจุภัณฑ์หรือระหว่างการขนส่ง

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นระยะเวลา 55 วัน ซึ่งเป็นอุณหภูมิและระยะเวลาที่สูงที่สุดในการวิเคราะห์ ยังคงแสดงผลว่าพบยีสต์และราในปริมาณต่ำกว่า 10 CFU/g ผู้วิจัยจึงนำผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Q₁₀ Technique ที่ศึกษาการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์มาร่วมเป็นปัจจัยในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ให้ผลแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสด้วยวิธี Q₁₀ Technique

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา
25°C	55 วัน
35°C	45 วัน
45°C	32 วัน

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 6 ซึ่งแสดงผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาโดยพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Q₁₀ Technique ผลปรากฏว่าที่อุณหภูมิ 25°C ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสามารถเก็บได้ 55 วัน ที่อุณหภูมิ 35°C ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสามารถเก็บได้ 45 วัน และที่อุณหภูมิ 45°C ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทสามารถเก็บได้ 32 วัน แสดงว่าผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ในอุณหภูมิต่ำ และพบว่าตัวอย่างจะมีกลิ่นหืนเมื่อเก็บตัวอย่างไว้นานขึ้น โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 55 วัน พบว่ามีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย (ยีสต์และรา) ต่ำกว่า 10 CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบสามารถรับรู้ได้ถึงกลิ่นหืนที่ชัดเจน โดยกลิ่นหืนเกิดจากไขมันในเนื้อเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยมีแสงความร้อนและระยะเวลาการเก็บเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลาไม่ถึง 55 วัน

จากการพิจารณาถึงความสะดวกในการบริโภคและสภาพแวดล้อมแล้ว ผู้วิจัยจึงเลือกการเก็บรักษาที่ 35 °C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของประเทศไทย และภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบกับความสะดวกของผู้บริโภคที่ไม่ต้องเก็บผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในตู้เย็น สามารถพกพาได้ง่าย สะดวกต่อการบริโภค จึงกำหนดให้ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท มีอายุการเก็บรักษา 45 วัน

ศึกษาต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

ศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส โดยอ้างอิงจากวิธีการของสุนิตยา (2547) มีค่าวัตถุดิบทางตรงในการผลิตแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 7 แสดงค่าวัตถุดิบทางตรงของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส

ลำดับที่	วัตถุดิบ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	เนื้อแพะปลดระวาง	7.00 กก.	350.00	2,450.00
2	น้ำตาลทราย	1.00 กก.	25.00	25.00
3	น้ำปลา	0.50 กก.	43.00	21.50
4	ซีอิ๊วขาว	0.20 กก.	50.00	10.00
5	ซีอิ๊วดำ	0.20 กก.	50.00	10.00
6	เม็ดผักชีคั่วป่น	0.20 กก.	220.00	44.00
7	ยี่หระคั่วป่น	0.20 กก.	500.00	100.00
8	เม็ดผักชีทุบ	0.20 กก.	220.00	44.00
9	น้ำผึ้ง	0.50 กก.	270.00	135.00
10	ถุงบรรจุ	450.00 ถุง	2.50	1,125.00
11	ฉลาก	450.00 แผ่น	1.00	450.00
รวมค่าวัตถุดิบทางตรง				4,414.50

หมายเหตุ : ราคา ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2561

จากส่วนผสมด้านบนสามารถผลิตแพะแผ่นปรุงรสที่ปรุงสุกแล้วได้ทั้งหมด 4.5 กิโลกรัม ซึ่งประมาณ 4,414.50 บาท

- จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสมีค่าวัตถุดิบทางตรง 4,414.50 บาท
- จากการคำนวณค่าแรงทางตรง (ใช้แรงงาน 1 คน) สามารถคำนวณได้จาก
จำนวนชั่วโมง x ค่าจ้างต่อชั่วโมง = 3 ชั่วโมง x ชั่วโมงละ 42 บาท = 126 บาท
(คำนวณค่าแรงขั้นต่ำจากประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ฉบับที่ 10)
- จากการคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิตพบว่ามีค่าใช้จ่าย 43.73 บาท รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายในการผลิต

ส่วนผสม	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)
1. ค่าไฟฟ้า	10 หน่วย	32.48
2. ค่าน้ำประปา	3 หน่วย	11.25
รวม		43.73

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการผลิต} &= \text{ค่าวัตถุดิบทางตรง} + \text{ค่าแรงทางตรง} + \text{ค่าใช้จ่ายในการผลิต} \\ &= 4,414.50 + 126 + 43.73 = 4,584.23 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ในการผลิตครั้งนี้สามารถผลิตแพะแผ่นปรุงรสได้ 450 ชิ้น ดังนั้นต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสอยู่ที่ชิ้นละ 10.19 บาทต่อชิ้น (10 กรัม) ซึ่งเป็นราคาขายขั้นต่ำที่หากจำหน่ายในราคานี้จะทำให้ผู้ผลิตไม่ขาดทุน ทั้งนี้ผู้ผลิตสามารถตั้งราคาขายให้สูงกว่าชิ้นละ 10.19 บาทได้ โดยขึ้นอยู่กับการวางแผนการตลาดและราคาต้นทุนของวัตถุดิบในอนาคต

สรุปผลการทดลอง

จากข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างแพะแผ่นปรุงรส ซึ่งแปรผันอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 100 110 และ 120 °C และระยะเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 นาที รวมทั้งสิ้น 9 สูตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ค่าสี และการวัดแรงตัดผ่าน พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ ทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในด้าน รูปลักษณ์ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าจากการทดสอบทางกายภาพในด้านการวัดค่าสีที่พบว่าแพะแผ่นจะมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ และการวัดแรงตัดผ่านที่พบว่าแพะแผ่นจะเหนียวขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบก็ตาม

ซึ่งจากคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตัวอย่างแพะแผ่นที่อบที่อุณหภูมิ 120 °C ทั้ง 3 เวลา มีคะแนนสูงที่สุดโดยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งตัวอย่างทั้งสามมีคะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผู้วิจัยจึงเลือกสภาวะการอบที่ 120 °C ระยะเวลา 10 นาทีเป็นสภาวะการอบที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากได้คะแนนสูงที่สุด และใช้ระยะเวลาในการอบสั้นที่สุดซึ่งหมายถึงใช้ระยะเวลาและต้นทุนต่ำกว่าสูตรอื่นๆ

เมื่อได้สภาวะการอบแห่งผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสที่เหมาะสมที่สุดแล้ว จึงนำผลิตภัณฑ์สุดท้ายไปทดสอบอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C ได้ 55 วัน สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 35 °C ได้ 45 วัน และสามารถเก็บที่อุณหภูมิ 45 °C ได้ 32 วัน สำหรับในประเทศไทยนั้น มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35 °C จึงควรระบุอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส ที่ 45 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับการคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส พบว่าผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรสขนาด 10 กรัม มีต้นทุนเท่ากับ 10.19 บาท หรือ เท่ากับ 1,019 บาท ต่อผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส 1 กิโลกรัม ทำให้สามารถเป็นการเพิ่มมูลค่าเนื้อแพะปลดตรงตัวได้อย่างดี และยังสามารถวางจำหน่ายเป็นระยะเวลา 45 วัน โดยไม่ต้องเก็บในตู้เย็น ทำให้เพิ่มโอกาสในการจำหน่ายของเกษตรกรและผู้ประกอบการ

ข้อเสนอแนะ

1. การนำเทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อแพะปลดตรงตัวไปใช้ควรคำนึงถึงราคาของต้นทุนวัตถุดิบเนื้อแพะ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก หากได้เนื้อแพะราคาถูกหรือเศษเนื้อที่มีราคาต่ำ จะทำให้ผู้ผลิตมีส่วนของกำไรที่สูงขึ้น
2. การศึกษาวิจัย ที่ควรศึกษาต่อไปคือ อายุ และ พันธุ์สัตว์ปลดตรงตัว ที่จะนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์แพะแผ่นปรุงรส ซึ่งอาจให้ผลที่แตกต่างในด้าน คุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ รวมถึงนักศึกษาฝึกงานจากคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ รวมถึงทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยนักวิจัยในการทำวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จจุลวงอย่างดีและขอขอบคุณการสนับสนุนข้อมูลแพะปลดตรงตัว จากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2550. หาดใหญ่ส่งเสริมการเลี้ยงแพะ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.แหล่งที่มา:
[http:// www.chalermthaigoat.com/farm/modules/news/article.php?storyid=26,7](http://www.chalermthaigoat.com/farm/modules/news/article.php?storyid=26,7) ธันวาคม
2552 [Online].
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546. การเลี้ยงดูและจัดการแพะ. พิมพ์ครั้งที่1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ประภาศรี เทพรักษา และคณะ. 2554. การพัฒนากระบวนการผลิตและยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้ออบแห้ง
ปรุงรส.
- พรประภา ชุนถนอม. 2561. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาและยกระดับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์
ประเภทอาหารและเครื่องดื่ม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสกลนคร.
- สมเกียรติ สายธนู. 2528. การเลี้ยงแพะ. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุนิตยา เกื่อนนาดี. 2547. เอกสารประกอบการสอนหัวข้อต้นทุน. รายวิชาการจัดการโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร.
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยสุรนารี, นครราชสีมา.
- วีไล รังสาทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. บริษัทเท็กซ์แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด,
กรุงเทพมหานคร.
- AOAC. 2000. *Methods of AOAC International*. 17thed. The Association of Official Analytical
Chemists, Inc. USA.
- Fellows.P.J. 2000.Food Processing Technology. England: Woodhead Publishing Limited.
Westport. 329 p.
- Stencl, J. 2004. Modelling the water sorption isotherms of yoghurt powder spray.*Mathematics
and Computers in Simulation*. 65 157-164.