บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติของเนื้อปลาหมึกกระดองในส่วนที่กินได้โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาหมึกกระดองในรูปของเนื้อทั้งชิ้น เนื้อละเอียดและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมัก จำเป็นต้องมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาหมึกกระดอง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ผลจากการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่าส่วนลำตัว หัว และปีก ของปลาหมึกกระดองมีปริมาณความชื้นที่ต่างกัน โดยส่วนลำตัวมีความชื้นต่ำกว่าส่วนหัว และปีก ปริมาณโปรตีน และ salt soluble protein ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปเนื้อละเอียดนั้น พบว่ามีอยู่ในส่วนลำตัวของปลาหมึกกระดองในปริมาณสูงกว่าส่วนอื่น ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปจึงเลือกใช้ส่วนลำตัวสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสมบัติด้านความแน่น และความเหนียว เช่น ลูกชิ้น

จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาหมึกกระดองกับเนื้อปลา เนื้อหมู และเนื้อวัว (ตารางที่ 54 ภาคผนวก จ) พบว่าเนื้อปลาหมึกกระดองมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกันเนื้อปลาชนิดที่มีไขมันต่ำ และปริมาณ salt soluble protein ที่มีอยู่ในเนื้อปลาหมึกกระดองนับว่ามีปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ในผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียด เช่น ลูกชิ้น หมูยอ หรือไส้กรอกบางชนิดต้องการเนื้อสัมผัสที่แน่นและเหนียว ซึ่งในกรณีนี้ปริมาณ salt soluble protein ในวัตถุดิบจะมีความสำคัญเนื่องจาก binding ของอนุภาคชิ้นเนื้อชิ้นกับปริมาณ myofibrillar protein ที่ละลายได้ในน้ำเกลือ เพราะโปรตีนดังกล่าวทำให้เกิดsol ซึ่งมีลักษณะข้นหนืด และแปรสภาพเป็นเจลซึ่งมีลักษณะเหนียวเมื่อได้รับความร้อนดังนั้นเมื่อเนื้อปลาหมึกกระดองมีโปรตีนชนิดนี้ในปริมาณสูงจึงน่าที่จะนำมาใช้ผลิตเป็นลูกชิ้น หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มี ลักษณะคล้ายกันได้เป็นอย่างดี

การหาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควัน

1.1 การสร้างสูตรและกำหนดขั้นตอนสำหรับการผลิต

ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วยการตัดแต่งเพื่อแยกส่วนหัว กระดองและปีกออกจากส่วนของลำตัว แล้วจึงลอกหนังโดยลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 °C 15-20 นาที การที่ใช้อุณหภูมิขนาดนี้เพราะส่วนของ connective tissues จะเกิดการหดตัวที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าว และสามารถแยกออกได้ง่าย การเติมเครื่องปรุงรสครั้งที่ 1 เนื้อเยื่อจะดูดซึมน้ำตาลและเกลือเข้าไปปริมาณหนึ่งและทำให้เกิดรสชาติขึ้น ส่วนการปรุงรสครั้งที่ 2 ซึ่งทำหลังการรมควันนั้นจะช่วยเพิ่มรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้เข้มข้นจนถึงระดับที่ต้องการ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปรมควันโดยใช้ชานอ้อยเป็นแหล่งควันที่อุณหภูมิ 35-70 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เนื่องจากเกิดปฏิกริยา Maillard ระหว่าง กรดอะมิโนอิสระ กับ carbonyl groups ของน้ำตาล และ คาร์โบไฮเดรทอื่นในเนื้อปลาหมึก และ ในส่วนระเหยได้ในควัน การรวมตัวของสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในส่วนของควัน จะทำให้เกิดสีส้มในผลิตภัณฑ์ (Clifford และคณะ, 1980) นอกจากนั้นในขั้นตอนการรมควันยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยกล่าวคือผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นรสอ่อน ๆ ของควัน กลิ่นคาวปลาหมึกลดลงจนเกือบไม่มีเหลืออยู่ และมีลักษณะเนื้อสัมผัสซึ่งเหนียวและเคี้ยวได้นานขึ้นเหมือนเนื้อสัมผัสปลาหมึกปรุงรสซึ่งเป็นอาหารว่างทั่ว ๆ ไป สำหรับการทำแห้งในขั้นตอนสุดท้ายนั้นทำเพื่อลดปริมาณความชื้นของชิ้นเนื้อภายหลังการปรุงรสครั้งที่ 2 ให้อยู่ในช่วง 45-50 % ซึ่งเป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ผู้บริโภคยอมรับ

1.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมและการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลองผลิตซึ่งอาศัยสูตร และขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นจากการผลิตปลาหมึกกล้วยรมควันของประเทศญี่ปุ่น ได้สร้างสูตรโดยแปรปริมาณเครื่องปรุงรส ในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 1 ใช้น้ำตาลทรายขาว 10, 12 % เกลือป่น 4, 6 % ได้ผลิตภัณฑ์ 4 สูตร ซึ่งนำไปทดลองการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์ จากผลที่ได้นำมากำหนดปริมาณเครื่องปรุงรส ในผลิตภัณฑ์ชุดที่ 2 คือ น้ำตาลทรายขาว 10, 14 % เกลือป่น 1.5, 3 %

ผลการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพรวม มีดังแสดงในตารางที่ 4 ถึง 6 จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ จากชุดที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การยอมรับด้านรสชาติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ 2 ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด และเรียงลำดับการยอมรับ จากมากไปน้อยได้ดังนี้คือ 2, 1, 4 และ 3 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารสชาติที่มีความหวานมากและเค็มปานกลางหรือน้อย มีแนวโน้มที่จะได้รับการยอมรับมากและสำหรับผลิตภัณฑ์ชุดนี้ ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีรสเค็มจัดเกินไป ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวทางในการสร้างสูตรผลิตภัณฑ์ชุดที่ 2 โดยลดปริมาณเกลือและเพิ่มปริมาณน้ำตาลเป็นน้ำตาลทรายขาว 10, 14 % และเกลือป่น 1.5, 3.0 % ซึ่งจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ชุดนี้ก็พบว่าคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอีก แต่คะแนนการยอมรับด้านรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสูตรที่ 4 (น้ำตาลทรายขาว 14 % เกลือป่น 3 %) ได้คะแนนการยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การยอมรับด้านคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 4 ก็แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นในการผลิต เพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ในขั้นต่อไปจึงเลือกใช้สูตรที่ 4 ของผลิตภัณฑ์ชุดที่ 2 ผลิตภัณฑ์จากสูตรดังกล่าวนี้มีรสหวานและเค็มผสมกัน และรสค่อนข้างจัด ซึ่งตรงกับ รสนิยมของผู้บริโภคชาวไทยส่วนใหญ่ ผลิตภัณฑ์ลักษณะคล้ายกับที่มีจำหน่ายและนิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ ปลาหมึกกล้วยรมควันซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์มีสีครีม ลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างมันไม่เหนียวและมีรสเปรี้ยว เนื่องจากมีการผสมน้ำส้มสายชูในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคชาวไทยยอมรับทั้งรสชาติและลักษณะปรากฏ

1.3 การศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 7 ถึง 9 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควันทั้ง 4 สูตร ของแต่ละชุดมีปริมาณเกลือและ salt penetration แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและเกลือ สามารถคำนวณหาปริมาณ salt penetration ซึ่งเป็นร้อยละของเปอร์เซนต์เกลือในสารละลายเกลือซึ่งคำนวณจากส่วนของเปอร์เซนต์ความชื้น เปอร์เซนต์เกลือทั้งหมดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดวิธีการคำนวณหาปริมาณ salt penetration ในผลิตภัณฑ์ปลารมควันไว้ในทำนองเดียวกัน

(CFR, title 21) เนื่องจากปริมาณเกลือและความชื้นมีผลต่อรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ จากการทดลองนี้ปริมาณเกลือถูกกำหนดโดยปริมาณที่ใช้ในส่วนผสมและความสามารถในการดูดซึมของเนื้อเยื่อ และปริมาณความชื้นขึ้นอยู่กับขั้นตอนของกระบวนการผลิตโดยกำหนดให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 45-50 % ซึ่งเป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีและเป็นที่ยอมรับ

2. ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาหมึกกระดอง

2.1 การสร้างสูตรและกำหนดขั้นตอนสำหรับการผลิต

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาหมึกกระดอง พบว่ามีโปรตีนและ salt soluble protein ในปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามในเนื้อปลาหมึกกระดองมีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นคือทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แน่น ดังนั้นจึงต้องเติมส่วนผสมของ phosphate salt ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ionic strength ของเนื้อทำให้ salt soluble protein ในเนื้อเยื่อสามารถละลายได้ง่ายขึ้นและใช้ binder เพื่อช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นและเหนียวมากขึ้น

ขั้นตอนการผลิตสำหรับลูกชิ้นปลาหมึกกระดอง ประกอบด้วยการตัดแต่งและลอกหนังโดยแยกส่วนหัวและปีกออกจากส่วนลำตัวจากนั้นแยกส่วนหนังและพังผืดที่มีอยู่ออกไปจนได้เนื้อปลาหมึกสีขาว มีข้อควรระวังคือต้องให้ได้เนื้อปลาหมึกที่ไม่มีส่วนหนังติดมาด้วยเพราะถ้ามีติดมาเพียงเล็กน้อย เมื่อต้มผลิตภัณฑ์ความร้อนจะทำให้รงควัตถุที่มีอยู่ในหนังเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีน้ำตาลแดงเป็นสีแดงเข้มโดยปฏิกิริยา hydrolysis (Kreuzer,1984) สารดังกล่าวจะให้สีแดงเข้มซึ่งแทรกอยู่ตามเนื้อของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการสับละเอียดจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของเนื้อให้อยู่ในช่วง 0 - 5 °C เนื่องจากสภาวะดังกล่าวเหมาะสมต่อการละลายของ salt soluble protein (Sorensen, 1981) ซึ่งให้ลักษณะข้นหนืดของsol จากนั้นผสมและนวดซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการใช้แรงทางแมคแคนิคในการกวนให้เกิดการผสมของเนื้อ เครื่องปรุง และขณะเดียวกันก็นวดเพื่อให้โปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือละลายออกมาในปริมาณมากที่สุด ในขั้นตอนนี้ถ้าใช้อุณหภูมิสูงอาจมีผลให้เกิดการแปรสภาพของโปรตีนในกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเป็นผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสความแน่นและความเหนียวของผลิตภัณฑ์ไม่ดีเท่าที่ควร จึงต้องควบคุมอุณหภูมิของเนื้อก่อนนำมาผสม

และนวดให้อยู่ในช่วง 16-20 °C การเข้ารูปซึ่งมีการแช่ผลิตภัณฑ์ที่ปั้นเป็นลูกกลมแล้วในน้ำอุณหภูมิ 40-45 °C 20 นาที เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเนื่องจาก sol ซึ่งมีลักษณะข้นหนืดจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป gel ซึ่งมีลักษณะเหนียวเมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากโมเลกุลของเนื้อซึ่งจับอยู่กับน้ำโดยพันธะไฮโดรเจนเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก straight chain ไปอยู่ในรูป random coil (Suzuki,1981) ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นและเหนียวตามต้องการ การต้มมีผลต่อ gel ซึ่งได้จากขั้นตอนการเข้ารูปโดย gel จะแปรสภาพจากโปรตีนที่มีลักษณะเหนียวใสเป็นขาวขุ่นแต่ยังคงความเหนียวอยู่ในระดับเดิมเนื่องจากโปรตีนในเนื้อเกิดการแปรสภาพ

ในการสร้างสูตร สำหรับการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ชุดที่ 1 ได้แปรปริมาณและชนิดของ binder โดยสาร binder ที่ศึกษาได้แก่ wheat gluten แป้งมันสำปะหลัง sodium caseinate ไข่ไก่ทั้งฟอง และเฉพาะไข่ขาว wheat gluten เป็นสารที่นิยมใช้ในการผลิตลูกชิ้นไก่ และมีการสั่งเข้ามาจำหน่ายในประเทศเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมดังกล่าวอยู่แล้ว แป้งมันสำปะหลังมีผู้ใช้เป็นสาร binder ในการผลิตลูกชิ้นเนื้อวัวราคาถูกและผลิตได้ภายในประเทศ sodium caseinate เป็นสาร binder ที่ราคาค่อนข้างสูงแต่มีประสิทธิภาพดีและใช้ในการผลิตไส้กรอก emulsion ส่วนไข่ไก่ทั้งฟองและเฉพาะไข่ขาวนั้นมีผู้ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาและแฮ่กึ๊นปลา และกุ้งอยู่แล้ว จึงได้ทดลองศึกษาประสิทธิภาพของสารเหล่านี้ในการผลิตลูกชิ้นจากปลาหมึกเพื่อเลือกชนิดที่ดี และเหมาะสมที่สุด เกณฑ์ตัดสินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุดนี้ใช้ค่า gel - strength ซึ่งเป็นแรงวัดมีหน่วยเป็น lb-in ซึ่งต้องใช้ในการตัดผลิตภัณฑ์ให้ขาดออกเพราะค่า gel-strength ที่ได้จะเป็นดัชนีชี้ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ผู้บริโภคมักนิยมชนิดที่เนื้อแน่นและมีความเหนียวมากพอสมควร สำหรับปริมาณเกลือที่ใช้กำหนดไว้ที่ 2.5 % เพราะโปรตีนละลายได้ในช่วงปริมาณสูงสุดในน้ำเกลือเข้มข้น 2-3 % แต่เมื่อใช้ 2 % พบว่ารสอ่อนเกินไป และ 3 % ก็ให้รสเค็มจัดเกินไป จึงเลือกใช้ในปริมาณ 2.5 %

2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคสำหรับผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 2 มีดังแสดงในตารางที่ 12 ถึง 14 ซึ่งพบว่าคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสภายนอกและภายใน ความแน่น ความเหนียว และคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ สูตรต่าง ๆ ในชุดที่ 2 มีความแตก

ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสูตรที่ 8 มีคะแนนการยอมรับสูงสุดในด้านความแน่น ความเหนียว และคุณภาพรวม ผลการทดสอบในด้านสีผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวสะอาดไม่ออกคล้ำหรือเหลือง ดังนั้นจึงมีผลต่อคะแนนการยอมรับสำหรับผลิตภัณฑ์สูตรที่มีการเติม wheat gluten ซึ่งมีสีคล้ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น โดยเฉพาะเมื่อมีการเติมกระเทียมผง และพริกไทยป่นในส่วนผสมด้วย ในด้านกลิ่นนั้นเนื่องจากเนื้อปลาหมึกกระดองมีกลิ่นเฉพาะตัวซึ่งค่อนข้างคาว จึงจำเป็นต้องเติมกระเทียมและพริกไทยเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นน่ารับประทานมากขึ้น อันจะเห็นได้จากการที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ให้คะแนนความชอบสูงในสูตรที่มีการเติมกระเทียมผงและพริกไทยป่น ในด้านลักษณะเนื้อภายนอกและภายในนั้นผู้บริโภคให้คะแนน การยอมรับสูงในสูตรที่มีการเติม binder เป็นส่วนผสม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ มีลักษณะเนื้อสัมผัสสม่ำเสมอเรียบและเป็นเนื้อเดียวกันมาก ด้านความแน่นและความเหนียวก็เช่นเดียวกัน binder มีส่วนสำคัญในการเพิ่มลักษณะทั้ง 2 ประการให้มีมากขึ้น ส่วนด้านรสชาติมีการยอมรับทำนองเดียวกับ กลิ่น คือผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนสูงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกระเทียมผง และพริกไทยป่นคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบ การยอมรับ พบว่าผู้บริโภคให้ความพอใจในผลิตภัณฑ์ที่มีการผสม wheat gluten กับแป้งมันสำปะหลังและเครื่องปรุงรส คือ กระเทียมผงและพริกไทยป่น สำหรับ binder ที่ใช้อันได้แก่ wheat gluten และแป้งมันสำปะหลังนั้น กรณีของ wheat gluten ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากข้าวสาลี มีสมบัติที่สามารถรวมตัวกับน้ำแล้วให้ลักษณะที่ข้นหนืดและเหนียว เมื่อใช้เป็นส่วนผสมกับเนื้อปลาหมึกกระดองซึ่งมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูง จะเกิดการรวมตัวระหว่าง wheat gluten กับน้ำที่มีอยู่ ซึ่งช่วยให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ ส่วนกรณีที่ใช้แป้งมันสำปะหลังนั้นอาศัยสมบัติการละลายน้ำได้ดีของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเมื่อให้ความร้อนจะเกิดการแปรสภาพเป็นเจลซึ่งมีลักษณะเหนียว เนื่องจากองค์ประกอบของแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล ไปอยู่ในรูป three - dimensional network (Meyer,1961)

2.3 การศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์

ผลจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 1 (ตารางที่ 15-17) พบว่าสูตรที่ใช้ wheat gluten 4 % ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า gel - strength สูงสุด และมีปริมาณความชื้นต่ำสุด และสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 5 % ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า gel-strength สูงเป็นอันดับรองลงมา และมีปริมาณความชื้นสูงกว่า สูตรแรกเล็กน้อย (ไม่มีนัยสำคัญ) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ใช้ไข่ไก่มีค่า gel-

strength ค่อนข้างต่ำและมีปริมาณความชื้นสูงเนื่องจากไข่ไก่มีส่วนประกอบที่เป็นน้ำในปริมาณสูง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ใน wheat gluten และแป้งมันสำปะหลัง (Meyer 1961) การใช้ไข่ไก่ในกระบวนการผลิตอาจก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ใช้ เนื่องจากไม่สะดวกต่อกระบวนการผลิตและสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะเมื่อใช้ไข่ทั้งฟอง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเหลืองหรือเหลืองออกส้ม ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่นิยมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีสีขาวสะอาดซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติของเนื้อปลาหมึก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสูตรที่ใช้ sodium caseinate มีค่า gel-strength สูงกว่า สูตรที่ใช้ไข่ไก่ แต่ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ wheat gluten และแป้งมันสำปะหลัง เมื่อคำนึงถึงต้นทุนการผลิตพบว่า wheat gluten จะใช้ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับเมื่อใช้ sodium caseinate แต่จะได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าเมื่อพิจารณาจากค่า gel - strength สำหรับผลิตภัณฑ์สูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นรองเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้ wheat gluten และนอกจากนั้นยังพบว่าผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาวของเนื้อปลาหมึก ดังนั้นในผลิตภัณฑ์ชุดที่ 2 จึงได้เลือกใช้ wheat gluten และแป้งมันสำปะหลังเป็นสาร binder และเพิ่มเครื่องเทศ คือกระเทียมและพริกไทยเพื่อให้กลิ่นรสเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น

สำหรับผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ ในชุดที่ 2 พบว่าค่า gel-strength และปริมาณความชื้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสูตรที่ 8 มีค่า gel-strength สูงสุด และปริมาณความชื้นต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test พบว่าสูตรที่ 8 แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งค่า gel-strength และปริมาณความชื้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้กับลูกชิ้นปลาซึ่งซื้อจากท้องตลาด จำนวน 3 ตัวอย่าง และทดสอบค่า gel - strength และปริมาณความชื้น โดยทดลอง 3 ซ้ำ ได้ค่า gel - strenght 0.14-0.16 lb-in และปริมาณความชื้น 78.2-80.0 %

3. ผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดอง

3.1 การสร้างสูตรและกำหนดขั้นตอนสำหรับการผลิต

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักโดยอาศัยจุลินทรีย์พวก lactic acid bacteria เปลี่ยนน้ำตาลในส่วนผสมหรือในเนื้อสัตว์เป็นกรดแลคติก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีรสเปรี้ยวและกลิ่นหอมเฉพาะตัว การสร้างสูตรสำหรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดองปรับปรุงจากสูตรการ

ผลิตแหนมหมู ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วไปโดยเพิ่มปริมาณเนื้อปลาหมึกกระดองที่สามารถทดแทนเนื้อหมูที่ใช้ในสูตรจนใช้เนื้อปลาหมึกกระดองในสูตร 100 % ส่วนผสมที่ใช้ในแหนมได้แก่ หนังหมู ข้าวสวยบด เกลือป่น กระเทียมบด พริกไทยป่นและพริกขี้หนู วัตถุประสงค์ในการใช้ส่วนผสมชนิดต่าง ๆ มีดังนี้ หนังหมูใช้เป็นส่วนผสมที่ช่วยในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เพราะผลิตภัณฑ์แหนมโดยทั่วไปจะใช้เนื้อที่มีไขมันต่ำ ดังนั้นการใช้หนังหมูซึ่งมีไขมันในปริมาณสูงกว่าในเนื้อปลาหมึกจะมีส่วนช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่กระด้าง นอกจากนั้นยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้วยข้าวสวยบด และน้ำตาลทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ ซึ่งสร้างกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดรสเปรี้ยวที่ต้องการ เกลือป่นนอกจากปรุงรสยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย กระเทียมบด พริกไทยป่นและพริกขี้หนูใช้เป็นสารปรุงรสในผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วยการตัดแต่ง ลอกหนัง ตัดเป็นชิ้นเพื่อให้สะดวกต่อการสับละเอียด หลังการตัดเป็นชิ้นต้องทิ้งให้สะเด็ดน้ำก่อนสับละเอียดเนื่องจากน้ำที่ติดมากับชิ้นเนื้อเมื่อนำเนื้อไปบดจะทำให้มีน้ำในปริมาณสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสซึ่งไม่แน่นตามที่ต้องการ จากนั้นผสมกับส่วนผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วจึงบรรจุโดยไล่อากาศออกจากถุงให้มากที่สุดเพื่อสภาวะภายในจะได้เหมาะแก่การเจริญและการผลิตกรดแลคติกของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการ จากนั้นจึงหมักที่อุณหภูมิ 30-35 °C เป็นเวลา 3-5 วัน หรือจนเกิดกรดแลคติกในปริมาณสูงพอที่จะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิ 30-40 °C ที่ใช้ในการหมักเป็นช่วงที่เหมาะสำหรับการเจริญของจุลินทร์ทรีย์ดังกล่าว

3.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

สูตรที่ใช้สำหรับการผลิตแหนมปลาหมึกกระดองในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 1 ถึง 5 มีดังแสดงในตารางที่ 18 ถึง 22 การหมักผลิตภัณฑ์โดยอาศัยจุลินทรีย์พวก lactic acid bacteria จำเป็นต้องใช้แหล่งอาหารซึ่งมีทั้งคาร์บอนและไนโตรเจน แหล่งคาร์บอนในเนื้อสัตว์โดยทั่วไปได้แก่ glycogen แต่เนื่องจากเนื้อปลาหมึกกระดองมี glycogen ในปริมาณต่ำกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น จึงต้องเติมส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลทรายขาวเพื่อเพิ่มแหล่งคาร์บอนให้แก่จุลินทรีย์ ส่วนแหล่งไนโตรเจนนั้น จุลินทรีย์ได้จากกรดอะมิโนซึ่งเกิดจากการย่อยสลายโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fibre) สำหรับผลิตภัณฑ์ชุดที่ 3, 4 และ 5 เพิ่มส่วนผสมพริกไทยป่นจาก

0.05 % เป็น 0.07 % เพื่อช่วยเสริมกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นและตัดเกลือไนไตรท์ออก สารประกอบไนไตรท์และไนเตรททำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ myoglobin ซึ่งเป็นรงควัตถุในเนื้อสัตว์เป็น nitrosohemochromogen สีชมพูในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่เนื่องจากในเนื้อปลาหมึกกระดองมีสีขาวและไม่มี myoglobin อยู่ จึงไม่จำเป็นต้องใช้เกลือไนไตรท์ในส่วนผสม

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคมีดังแสดงในตารางที่ 23-25 ผลิตภัณฑ์ชุดที่ 1 ซึ่งทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อปลาหมึกในปริมาณ 40-80 % มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างในด้านสีอย่างเห็นได้ชัด เพราะสูตรที่ใช้เนื้อหมูในปริมาณสูงจะมีสีชมพูเข้มกว่า ทำให้ผู้บริโภคซึ่งมีความเคยชินกับแหนมสีชมพูยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีสีใกล้เคียงกันมากกว่า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อปลาหมึกกระดอง 40 และ 60 % จึงได้รับการยอมรับมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพรวม ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อปลาหมึกกระดอง 80 % แม้ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับในด้านสีแต่ในด้านเนื้อสัมผัสคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

ในผลิตภัณฑ์ชุดที่ 2 ได้ทดลองผสมเนื้อปลาอินทรีย์กับเนื้อปลาหมึกในปริมาณ 1:4 และเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาอินทรีย์ล้วน เนื้อปลาหมึกล้วนและเนื้อปลาหมึกกับเนื้อหมู 4:1 การที่แปรชนิดและปริมาณเนื้อสัตว์เช่นนี้ก็เพราะในการใช้แหนมหมูเป็นต้นแบบนั้น มีปัญหาจากอคติของผู้ทดสอบในเรื่องสีของผลิตภัณฑ์ และในการทดสอบไม่สามารถพรางสีซึ่งแตกต่างกันของ treatment combination ต่างๆ ได้จึงได้คิดที่จะทดลองใช้ผลิตภัณฑ์จากปลาประเภทปลาสัมฟักเป็นต้นแบบแทน โดยได้เลือกหมักปลาอินทรีย์และเปรียบเทียบกันระหว่างแหนมปลาอินทรีย์ แหนมหมูกับแหนมที่ได้ทดลองทดแทนเนื้อปลาและเนื้อหมูด้วยปลาหมึกกระดอง แต่จากคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ (ตารางที่23) ชุดนี้ ผู้ทดสอบยังมีความเห็นว่า สี กลิ่นและคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แม้รสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่แตกต่างกัน การที่เป็นเช่นนี้เพราะในเนื้อปลาอินทรีย์มีรงควัตถุพวก myoglobin เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยที่ใช้เนื้อปลาหมึกกับเนื้อหมู 4:1 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับสูงสุดและอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไปจึงยังคงเลือกแหนมหมูเป็นต้นแบบต่อไป และจากข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบสำหรับผลิตภัณฑ์ชุดที่ 1 มีความเห็นว่า แหนมปลาหมึก 100 % มีกลิ่นคาวจัดจึงเพิ่มปริมาณกระเทียมบดจาก 10 % เป็น 12 %

ผลิตภัณฑ์ในชุดที่ 3 ซึ่งมีการแปรปริมาณเนื้อปลาหมึกกระดองทดแทนเนื้อหมู 80, 90, และ 100 % พบว่าคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการยอมรับ (ตารางที่ 25) จะเห็นได้ว่าการยอมรับด้านรสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 แตกต่างจากสูตรที่ 2 และ 3 อย่างไรก็ตามคะแนนการยอมรับทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 ซึ่งใช้เนื้อปลาหมึกกระดอง 100% ยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ข้อมูลจากการให้ความเห็นและเสนอแนะของผู้ทดสอบ ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 3 มีรสเค็มมากเกินไป จึงได้ลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ชุดต่อไป นอกจากนั้นในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 3 ยังได้เพิ่มปริมาณพริกไทยป่นจาก 0.05% เป็น 0.07% เพื่อปรับปรุงกลิ่น ของผลิตภัณฑ์

ในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 4 ได้ลดปริมาณเกลือจาก 4% เป็น 3% ผู้บริโภคมีการยอมรับด้านสี และกลิ่นไม่แตกต่างกัน แต่การยอมรับด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมเดิมจากคะแนน 5 ถึง 7 หมายถึง เฉย ๆ ถึงชอบปานกลาง ในชุดที่ 3 เป็น 5 ถึง 6 หมายถึง เฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ในผลิตภัณฑ์ชุดที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และ ผู้ทดสอบยังคงรู้สึกว่าควรลดความเค็มลงไปอีกเล็กน้อยเพื่อให้ได้รสชาติที่กลมกล่อมมากขึ้น และจากคะแนนการยอมรับในด้านสีแสดงว่าผู้บริโภคยังมีความเคยชินต่อสีของแหนมหมู ซึ่งมีสีชมพู ดังนั้นสีจึงยังอาจมีผลต่อคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดองซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่มีส่วนผสมเนื้อหมูอยู่ด้วยอาจทำให้เกิดการเบี่ยงเบนความพอใจตามความเคยชินที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมโดยทั่วไป ดังนั้นในชุดที่ 5 จึงกำหนดสูตรที่ใช้โดยใช้เนื้อปลาหมึกกระดองล้วนเพียงอย่างเดียวซึ่งก็พบว่าคะแนนการยอมรับทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม เพิ่มขึ้นจาก 5.98 คะแนนในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 4 เป็น 6.39 คะแนนในผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 5 (ตารางที่ 23)

3.3 การศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณความชื้นของ ผลิตภัณฑ์ 4 สูตรในชุดที่ 1 พบว่าค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญยิ่ง โดยผลิตภัณฑ์แหนมหมูมีปริมาณกรดแลคติก 1.4% ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6 แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 26) และสูตรที่ใช้เนื้อปลาหมึกกระดอง 80% เนื้อหมู 20% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงสุดซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในเนื้อปลาหมึกกระดองจะมีความชื้นประมาณ 80-81% ซึ่งสูงกว่าในเนื้อหมูที่มีความชื้นโดยเฉลี่ยเพียง 76-77% (Pearson,1976).

ผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 2 สูตรที่ใช้เนื้อปลาอินทรีย์ 100% ให้ปริมาณกรดแลคติกสูงสุด 1.5% แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่วง และปริมาณความชื้นของสูตรที่ใช้เนื้อปลาหมึกกระดอง 100% จะแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้แสดงว่าความแตกต่างของชนิดเนื้อสัตว์ มีผลต่อปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดคือเนื้อปลาหมึกกระดอง เนื้อหมู และเนื้อปลา จะมีปริมาณ glycogen จากน้อยไปมากตามลำดับ ดังนี้คือ ในเนื้อปลาหมึกกระดอง 0.61% (Saryanarayanan และ คณะ , 1973) เนื้อหมูประมาณ 1.0% (Kramlich, 1973) และเนื้อปลา 1.0-3.0% (Suzuki, 1981) จึงได้เติมน้ำตาลทรายขาวเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ ที่ผลิตกรดแลคติก หลังเติมน้ำตาล พบว่าปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร ในชุดที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร ในผลิตภัณฑ์ ชุดดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการแปรปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในแต่ละสูตร ผลิตภัณฑ์ชุดที่ 5 ซึ่งใช้เนื้อปลาหมึกกระดอง 100% มีปริมาณกรดแลคติก 1.1% ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6 และปริมาณความชื้น 73.4 % มีสมบัติใกล้เคียงกับ แหนมหมูยกเว้นในเรื่องสี

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้นจึงเลือกศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ชุดที่ 5 ในขั้นต่อไป

<u>การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์</u>

1. <u>ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควัน</u>

1.1 <u>การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์</u>

1.1.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควันซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 28-32 °C ในถุง LDPE และ PP เป็นเวลา 8 วัน มีดังแสดงในรูปที่ 3 และตารางที่ 29 พบว่าคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นลดลงจาก 7-8 ซึ่งหมายถึงชอบปานกลางถึงชอบมาก ถึง 2-3 ซึ่งหมายถึงไม่ชอบมากถึงไม่ชอบปานกลางในเวลา 8 วัน และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าชนิดของภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลาเก็บมีผลต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากสมบัติที่แตกต่างกันของภาชนะบรรจุ ซึ่งถุง PP ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์มีสมบัติด้านการป้องกันความชื้นและอากาศได้ดีกว่าถุง LDPE ที่ช่วงอุณหภูมิเดียวกัน (Joseph, 1971) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นน้อยกว่าที่บรรจุในถุง LDPE ผู้ทดสอบสังเกตเห็นความแตกต่างในด้านกลิ่นอย่างชัดเจนหลังจากเก็บเป็นเวลา 8 วัน จึงไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในเนื้อปลาหมึกกระดองจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ซึ่งเพิ่มจำนวนมากขึ้นในช่วงเวลาเก็บ ระยะเวลาเก็บมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งด้วย คุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง LDPE หลังเก็บเป็นเวลา 4 วัน ผู้บริโภคไม่ยอมรับ แต่ที่บรรจุในถุง PP ผลิตภัณฑ์ยังมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ และหลังจาก 8 วันผู้บริโภคจึงไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกดังกล่าวผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C ในถุง LDPE และ PP มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับด้านสีและรสชาติไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4,6 และ ตารางที่ 30) ระยะเวลาเก็บมีผลต่อความแตกต่างของคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนการยอมรับลดจากชอบมากเป็นชอบปานกลาง แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับเนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเกิดได้ช้ากว่าที่อุณหภูมิห้อง

1.1.2 การทดสอบทางเคมีและจุลินทรีย์

จากรูปที่ 10 ถึง 13 และตารางที่ 31 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 28-32 °C ในถุง LDPE และ PP เป็นเวลา 8 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความ

ชื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลจากชนิดของภาชนะบรรจุ และชนิดของภาชนะบรรจุระยะเวลาเก็บสำหรับระยะเวลาเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ชนิดของภาชนะบรรจุ ระยะเวลาเก็บ และชนิดภาชนะบรรจุ-ระยะเวลาเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TVB ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ค่า TVB และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นการเก็บ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควันมีความชื้น 45-50% ซึ่งต่ำกว่าของบรรยากาศ (70-80%) และภาชนะบรรจุที่ใช้ ความชื้นบางส่วนสามารถผ่านเข้าได้โดยถุง PP ที่ใช้ในการทดลองนี้มีความสามารถในการป้องกันการผ่านเข้าของความชื้นได้ดีกว่าถุง LDPE (Joseph, 1971) แต่จากการทดลองพบว่าหลังการเก็บเป็นเวลา 8 วัน ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PP เพิ่มจาก 49.0% เป็น 54.2% ในขณะที่บรรจุในถุง LDPE มีความชื้น 53.6 % ซึ่งอาจเป็นเพราะเกิดการควบแน่นของน้ำในถุง PP และผลิตภัณฑ์ดูดซึมน้ำกลับเข้าในเนื้อเยื่อ ค่า TVB ซึ่งแสดงอัตราการย่อยสลายของโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น และการเพิ่มของค่าดังกล่าวนี้แสดงความสัมพันธ์กับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเป็นไปตามรายงานของ Woyewoda และ Ke (1980) ซึ่งบันทึกไว้ว่า ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับเนื้อปลาหมึกในเกณฑ์ดีมาก เมื่อค่า TVB ต่ำกว่า 30 mg N/100g ค่า TVB 30-45 mg N/100g ผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์แต่เมื่อสูงกว่า 45 mg N/100g ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 4 วัน ค่า TVB ยังอยู่ในช่วง 30-32 mg N/100g ผู้บริโภคยังยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ และเมื่อเก็บเป็นเวลา 8 วัน ค่า TVB เพิ่มขึ้นเป็น 45 mgN/100g ผู้บริโภคไม่ยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้งปรุงรสกำหนดให้มีได้ไม่เกิน $5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม (มอก 323-2522) เมื่อเก็บปลาหมึกกระดองรมควันไว้ 8 วัน ที่ 28-32 °C พบว่าปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มถึงประมาณ 10^7 cell/g จึงหยุดทดสอบด้านรสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดสอบ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งบรรจุในถุง LDPE และ PP ลดลงเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นทั้งนี้ เนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์มีการใช้สารอาหารพวกคาร์

บอนซึ่งบางส่วนถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกรดทำให้สภาพความเป็นกรดสูงขึ้น (Frazier, 1979)

จากรูปที่ 14 ถึง 17 และตารางที่ 32 ผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C ในถุง LDPE และ PP เป็นเวลา 62 วัน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ค่า TVB และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดเมื่อเก็บเป็นเวลา 62 วัน จะเพิ่มขึ้นจาก 49.0% เป็น 51.0% เมื่อบรรจุในถุง LDPE และ 49.3% สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PP ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของสมบัติด้านการยอมให้น้ำซึมผ่านของภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด สำหรับค่า TVB ยังคงต่ำกว่า 30 mg N/100g และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า 5×10^4 cell/g

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค การทดสอบทางเคมีและจุลินทรีย์ สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควันซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 28-32 °C ในถุง LDPE และ PP มีอายุการเก็บไม่เกิน 4 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C ในถุง LDPE และ PP มีอายุการเก็บมากกว่า 62 วัน

1.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อปลาหมึกกระดอง (ตารางที่ 1) ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ซึ่งหาโดยน้ำหนักเปียกจึงมีค่าสูงกว่าที่มีอยู่ในเนื้อปลาหมึกกระดอง ดังนั้นการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองรมควันจะให้โปรตีนในปริมาณสูงกว่าเมื่อบริโภคเนื้อปลาหมึกกระดองสดที่มีน้ำหนักเท่ากัน

1.3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ

เนื่องจากปลาหมึกกระดองจัดเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ และโอกาสปนเปื้อนมีมาก การตรวจสอบสมบัติทางจุลินทรีย์จึงเท่ากับเป็นการตรวจสุขลักษณะของกระบวนการผลิตและวัตถุดิบ จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษหรือเกิดโรคทางเดินอาหาร จำพวก *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* และ *Vibrio parahaemolyticus* ดังนั้นการบริโภคผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เมื่อผลิตและบรรจุในสภาวะที่กำหนดขึ้นในการทดลองนี้ จึงสรุปได้ว่าปลอดภัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาหมึกกระดอง

2.1 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2.1.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากรูปที่ 18 ถึง 25 และตารางที่ 33 กับ 34 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสภายนอกและภายใน ความแน่น ความเหนียวรสชาติ และคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งบรรจุในถุง LDPE และเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C กับ 0 °C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 °C จะมีอายุการเก็บยาวกว่าเมื่อเก็บที่ 4-10 °C เป็นเวลาประมาณ 7 วัน คะแนนการยอมรับด้านสีอยู่ในช่วงคะแนนชอบปานกลาง คะแนนการยอมรับกลิ่นสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C จากชอบปานกลางลดลงเหลือชอบเล็กน้อย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 °C หลังจากเก็บไว้ 12 วัน ก็ยังมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสภายนอกและภายในตลอดระยะเวลาการเก็บทั้ง 2 สภาวะ คะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางและได้ผลในทำนองเดียวกันสำหรับการยอมรับด้านความแน่น ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ สำหรับการยอมรับด้านรสชาติและคุณภาพรวม การเปลี่ยนแปลงของคะแนนอยู่ในช่วงคะแนนชอบเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บทั้ง 2 สภาวะ

2.1.2 การทดสอบทางเคมีและจุลินทรีย์

จากรูปที่ 26 ถึง 29 และตารางที่ 35 ถึง 36 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 0 °C และ 4-10 °C การเปลี่ยนแปลงค่า TVB และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาหมึกกระดองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำมาอุ่นให้ร้อนหรือทำให้สุกวิธีใดวิธีหนึ่งก่อนบริโภค เช่นเดียวกับในปลาหมึกเยื่อกแข็ง ซึ่งมีการกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดให้มีได้ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม (มอก 428 - 2528) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 °C หลังเก็บเป็นเวลา 12 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์สูงถึง 1.78×10^5 cell/g อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บเป็นเวลา 13 วัน จะเริ่มเกิดเมือกสีขาวและเหลืองที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4-10 °C เป็นเวลา 4 วันมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

2.68×10^5 cell/g เริ่มสังเกตเห็นเมือกสีขาวและเหลืองบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ เมื่อเก็บเป็นเวลา 5 วัน ดังนั้นในการทดสอบทางประสาทสัมผัสจึงทดสอบเพียง 12 วัน เมื่อเก็บที่ 0 °C และ 5 วัน เมื่อเก็บที่ 4-10 °C ปริมาณความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากการควบแน่นของน้ำทำให้บรรยากาศภายในภาชนะบรรจุอิ่มตัว และผลิตภัณฑ์ดูดซึมน้ำกลับเข้าในเนื้อเยื่ออีก

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค การทดสอบทางเคมีและจุลินทรีย์สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาหมึกกระดองซึ่งบรรจุในถุง LDPE เก็บที่อุณหภูมิ 0 °C มีอายุการเก็บประมาณ 12 วัน และที่อุณหภูมิ 4-10 °C มีอายุการเก็บประมาณ 5 วัน

2.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลองวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาหมึกกระดองพบว่าประกอบด้วยโปรตีน 18.9 % ไขมัน 0.16 % ความชื้น 80.5 % และเถ้า 1.3 % สังเกตได้ว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันต่ำทั้งนี้เนื่องจากการผลิตลูกชิ้นโดยทั่วไปเนื้อที่มีปริมาณไขมันต่ำจะให้คุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (gel-strength) ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อซึ่งมีไขมันในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามได้เคยมีผู้ศึกษาแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางอาหารของลูกชิ้นปลาโดยทดลองเติมส่วนผสมน้ำมันในการผลิต (ไม่ระบุชนิดและปริมาณไว้ในรายงาน) และพบว่าลูกชิ้นปลาที่มีการเติมแป้งและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีการเติมน้ำมันในปริมาณมากก็ไม่มีผลต่อการลดค่า gel-strenght ของผลิตภัณฑ์ (Tanikawa, 1971) ดังนั้นการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจึงเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ในด้านการเพิ่มคุณค่าทางอาหารต่อไป

2.3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ

เนื่องจากปลาหมึกกระดองจัดเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ และโอกาสปนเปื้อนมีมาก การตรวจสอบสมบัติทางจุลินทรีย์จึงเท่ากับเป็นการตรวจสุขลักษณะของกระบวนการผลิตและวัตถุดิบ จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ หรือเกิดโรคทางเดินอาหารจำพวก *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* และ *Vibrio parahaemolyticus* ดังนั้นการบริโภคผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เมื่อผลิต

และบรรจุในสภาวะที่กำหนดขึ้นในการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าปลอดภัย แต่ในทางปฏิบัติการให้ความร้อนอีกครั้ง ก่อนการบริโภคเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากลูกชิ้นเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีเช่นเดียวกับเนื้อปลาหมึกกระดอง และยังมีน้ำอยู่ในปริมาณสูง โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์เหล่านี้ระหว่างการจำหน่ายหรือก่อนถึงมือผู้บริโภคยังมีอยู่ในระดับสูง

3. ผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดอง

3.1 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

3.1.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากรูปที่ 30 และตารางที่ 37 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุในถุง PP เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30-35 °C และ 4-10 °C เป็นเวลา 5 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าการเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ขึ้นกับอุณหภูมิเก็บ-ระยะเวลาเก็บของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม มีลักษณะผกผันกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์คือ ที่อุณหภูมิ 30-35 °C คะแนนการยอมรับจะลดลงตลอดระยะเวลาเก็บ เนื่องจากระยะเวลาเก็บ 3 วัน ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นจาก 1.2 % เป็น 1.9 % ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวจัดและเมื่อเก็บเป็นเวลา 5 วัน ผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณกรดแลคติดสูงถึงประมาณ 2 % สำหรับที่อุณหภูมิ 4-10 °C คะแนนการยอมรับดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลา 3 วัน และลดลงเมื่อเก็บเป็นเวลา 5 วัน ทั้งนี้ปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บเป็นเวลา 3 กับ 5 วัน มีค่า 1.4 กับ 1.6 % ตามลำดับ

3.1.2 การทดสอบทางเคมี

จากรูปที่ 31 ถึง 33 ระยะเวลาการหมักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกและค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 38) เนื่องจากจุลินทรีย์พวก Pediococcus และ Lactobacillus มีการใช้สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรทที่มีอยู่ แล้วผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ (Banwart, 1981) ส่วนระยะเวลาเก็บผลิตภัณฑ์ก็พบว่า

มีผลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เช่นกัน (ตารางที่ 39 และ 40) โดยอัตราการเพิ่มของปริมาณกรดแลคติกเมื่อเก็บที่ 30-35 °C จะสูงกว่าเมื่อเก็บที่ 4-10 °C เนื่องจากที่ 30-35 °C จุลินทรีย์พวกที่สร้างกรดแลคติกสามารถเจริญและผลิตกรดได้ดีกว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อเก็บที่ทั้ง 2 สภาวะ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 39 และ 40) อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30-35 °C และ 4-10 °C เป็นเวลา 6 และ 8 วัน ตามลำดับ เริ่มสังเกตเห็นเมือกสีขาวเกิดขึ้นที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเน่าเสียของอาหารอันเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ทนกรดและผลิตเมือกขึ้นบริเวณผิวของอาหาร (Banwart,1981)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และการทดสอบทางเคมีผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดองซึ่งบรรจุในถุง PP เก็บที่อุณหภูมิ 30-35 °C มีอายุการเก็บประมาณ 5 วัน และที่อุณหภูมิ 4-10 °C มีอายุการเก็บประมาณ 7 วัน

3.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แหนมปลาหมึกกระดองอันได้แก่โปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้า พบว่ามีอยู่ในปริมาณ 17.6, 0.67, 73.2 และ 1.2 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแหนมจากปลาหมึกเป็นอาหารที่มีโปรตีนในปริมาณสูง แต่ไขมันต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับแหนมหมู ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 23.1 % ไขมันโดยเฉลี่ยประมาณ 5.1 % (ลูกจันทร์ ภัครัชพันธ์, 2524) จึงนับว่าแหนมจากปลาหมึกเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและอาจบริโภคได้ในปริมาณมากขึ้นในผู้ที่อยู่ระหว่างการควบคุมน้ำหนัก

3.3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ

เนื่องจาก เนื้อปลาหมึกกระดองจัดเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีสำหรับจุลินทรีย์และโอกาสปนเปื้อนมีมาก การตรวจสอบสมบัติทางจุลินทรีย์จึงเท่ากับเป็นการตรวจสุขลักษณะของกระบวนการผลิตและวัตถุดิบ จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษหรือเกิดโรคทางเดินอาหารจำพวก E. coli, Staphylococcus aureus, Salmonella และ Vibrio parahaemolyticus ดังนั้นการบริโภคผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เมื่อผลิต

และบรรจุในสภาวะที่กำหนดขึ้นในการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามก่อนบริโภคควรทำให้สุกก่อนเพราะแม้จะไม่มีจุลินทรีย์เหล่านี้ปนเปื้อน ก็ยังอาจมี parasite บางชนิดอยู่ในวัตถุดิบเนื่องจากในกระบวนการผลิตไม่ได้มีการให้ความร้อน ผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย