บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติบางประการของวัตถุดิบ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทั้ง 2 ชนิด คือ เนื้อปลานิล และเนื้อปลาสวาย พบว่ามีปริมาณโปรตีนและความชื้นใกล้เคียงกัน แต่เนื้อปลาสวายมีปริมาณไขมันมากกว่าเนื้อปลานิล (ตารางที่ 1 และ 2) และเมื่อพิจารณาจากค่า TVB ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเนื่องจากการเน่าเสียของเนื้อ คือ เกิดการสลายตัวของโปรตีนทำให้เกิด volatile base ได้แก่ แอมโมเนีย ซึ่งการวัดค่า TVB ในเนื้อ คือการวัดปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นนั่นเอง จึงเป็นค่าที่ใช้ชี้บอกการเน่าเสียของเนื้อปลาได้ เมื่อเทียบกับค่า TVB ของเนื้อปลานิลและปลาสวาย กับค่ามรรชนีความสดของเนื้อปลา (ภาคผนวก ค) จัดได้ว่าวัตถุดิบที่ใช้ทั้ง 2 ชนิดจัดเป็นปลาสด เนื่องจากค่า TVB ของเนื้อปลานิลและปลาสวายที่วัดได้ ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมไนโตรเจน ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง โดยปลาสวายมีความสดมากกว่าปลานิลเห็นได้จากค่า TVB ที่ต่ำกว่า

และจากการวิเคราะห์เนื้อปลานิลและปลาสวาย เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูแดง ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 18.41%, ไขมัน 3.12%, ความชื้น 75.95% และ เถ้า 1.02% (ผานิต ไพรีพ่ายฤทธิ์, 2536) จะเห็นได้ว่าเนื้อปลาทั้ง 2ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับเนื้อหมูแดง แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อหมูแดง ส่วนคุณภาพโปรตีนของเนื้อปลามีคุณภาพดีกว่าโปรตีนจากเนื้อหมู เนื่องจากมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นทั้ง 8 ชนิดมากกว่าเนื้อหมู(Anonymous, 1968) นอกจากนี้โปรตีนเนื้อปลามีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อยกว่าโปรตีนเนื้อหมู จึงมี collagen ต่ำกว่า แต่ myofibrillar proteins หรือโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือสูงกว่า ซึ่งมีผลทำให้เนื้อปลามีความยืดหยุ่นดีกว่าเนื้อหมู (Connell, 1964)

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นจากปลานิล

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นจากปลานิล โดยศึกษาตัวแปร

ต่างๆ ได้แก่ปริมาณเครื่องเทศผสม ปริมาณไขมันและปริมาณน้ำแข็ง ในขั้นแรกจะศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตขั้นต้นก่อน โดยดัดแปลงจากสูตรและกระบวนการผลิตไส้กรอกจากปลาหมึกกระ-ดอง ของจารุรัตน์ และสมศรี (2528) เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่นที่มีลักษณะดีพอใช้ได้แล้ว จึงศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น

1. ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกปลานิล

เนื่องจากเนื้อปลานิลมีกลิ่นโคลนเล็กน้อย จึงศึกษาชนิดและปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับ เครื่องเทศที่เลือกมาใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นี้ ได้แก่ พริกไทยป่น ดอกจันทน์ป่น ลูกจันทน์ป่นและกระเทียมป่น ซึ่งเครื่องเทศเหล่านี้มีกลิ่นรสเฉพาะตัว และมีการใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิดรวมทั้งไส้กรอกด้วย (Pearson and Tauber, 1984) โดยได้ทดลองแปรปริมาณการใช้เครื่องเทศผสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับ

1.1 ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับไส้กรอกปลานิล เมื่อใช้ไขมันหมู

แปรปริมาณเครื่องเทศผสมเป็น 3 ระดับคือ 2.0,2.5 และ 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อ ทดลองโดยใช้ไขมันหมู 20%โดยน้ำหนักเนื้อ และน้ำแข็ง 40%โดยน้ำหนักเนื้อ จากผลการทดลอง พบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 3) ผลดังกล่าวแสดงว่าปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้นจาก 2.0% เป็น 3.0% โดยน้ำหนักเนื้อ ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื่องจากเครื่องเทศผสมที่ใช้มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีความชื้นต่ำ ปริมาณที่ต่างกันเพียง 1% ทำให้ปริมาณน้ำจากเครื่องเทศไม่มากพอที่จะทำให้โปรตีนเจลมีลักษณะแน่นขึ้นหรือนุ่มขึ้น ดังนั้นทำให้ค่าการเสียน้ำ-หนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาดไม่ต่างกัน เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4) ปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ($P\leq 0.05$) อาจเนื่องจากปริมาณเครื่องเทศในแต่ระดับมีความแตกต่างกันน้อย ทำให้ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างในด้านกลิ่นและรสชาติได้ ส่วนเนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับค่าแรงตัดขาด ดังนั้นจึงเลือกระดับเครื่องเทศผสมที่ระดับ2.5%

โดยน้ำหนักเนื้อ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไปเนื่องจากเป็นปริมาณปานกลางที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป

1.2 ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตไส้กรอกปลานิล เมื่อใช้ไขมันปลาสวาย

ไขมันปลาสวายเป็นไขมันที่ได้จากช่องท้องและมีกลิ่นโคลนค่อนข้างแรง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้กลิ่นรมควันผง เพื่อช่วยกลบกลิ่นโคลนในผลิตภัณฑ์โดยใช้ประมาณ 4% โดยน้ำหนักรวม ซึ่งเป็นปริมาณที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรม ในการทดลองนี้ได้แปรปริมาณเครื่องเทศผสมเป็น 3 ระดับคือ 2.5,3.0 และ 3.5%โดยน้ำหนักเนื้อ ใช้ปริมาณไขมันปลา 20%โดยน้ำหนักเนื้อ และใช้ปริมาณน้ำแข็ง 40%โดยน้ำหนักเนื้อ จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาด ($P \leq 0.05$) ดังในตารางที่ 5 ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับไส้กรอกปลานิลเมื่อใช้ไขมันหมูในการผลิต และอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 6) พบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำ ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณเครื่องเทศผสม 3.0 และ3.5%โดยน้ำหนักเนื้อ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนรสชาติสูงกว่าปริมาณเครื่องเทศผสม 2.5% โดยน้ำหนักเนื้อ แต่เมื่อพิจารณาปริมาณเครื่องเทศผสมระหว่าง 3.0 และ 3.5% โดยน้ำหนักเนื้อ จะเห็นว่าที่ระดับ 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อ เป็นระดับมีต่ำกว่าและทีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าที่ระดับ 3.5%โดยน้ำหนักเนื้อ จึงสรุปได้ว่าปริมาณเครื่องเทศผสมระดับ 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลานิลเมื่อใช้ไขมันปลา

2. ศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณน้ำแข็งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกปลานิล

ไขมันทำหน้าที่เป็น discontinuous phase ในอิมัลชั่น จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดอิมัลชั่น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่มและมีลักษณะชวนบริโภค (Pearson และ Tauber, 1984) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นอิมัลชั่น โดยทั่วไปกำหนดให้มีไขมันได้ไม่เกินร้อยละ 30 (Price และ Schweigert, 1973) การที่เลือกใช้ไขมันหมูในการทดลอง เนื่องจากเป็นไขมันที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่นที่มีคุณภาพดีและเสถียรพอ(Pearson และ Tauber, 1984) นอกจากนี้ยังมีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายใน

ท้องตลาด ในการทดลองนี้ได้ทดลองใช้ไขมันปลาสวายแทนไขมันหมูด้วย โดยข้อดีของไขมันปลาคือเป็นไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติในปลาสวายอยู่แล้ว จึงสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของไขมันลง และนอกจากนี้ยังมีกรดไขมันประเภทโอเมกา-3 เป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 2.05%โดยน้ำหนักเนื้อ (ประสาร สวัสดิ์ชิตัง,2529) ในขณะที่ไขมันหมูมีกรดไขมันประเภทนี้อยู่ประมาณร้อยละ 1.28% (พัชรินทร์ จิตรเอื้อใจสุข, 2538)

2.1 การผลิตไส้กรอกปลานิลโดยใช้ไขมันหมู

ผลการทดสอบคุณภาพไส้กรอกปลานิลใช้ไขมันหมูในการทดลอง โดยแปรปริมาณไขมันหมูจาก 10-30% โดยน้ำหนักเนื้อ และแปรปริมาณน้ำแข็งจาก 30-50%โดยน้ำหนักเนื้อ (ตารางที่ 8) แสดงว่าปริมาณไขมันหมูและปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อปริมาณไขมันหมูเพิ่มมากขึ้น ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกเพิ่มมากขึ้นด้วย(ตารางที่ 9) สามารถอธิบายได้คือเมื่อปริมาณไขมันหมูเพิ่มมากขึ้น สัดส่วนระหว่างปริมาณโปรตีนต่อปริมาณไขมันมีค่าลดลง โปรตีนเป็นองค์ประกอบซึ่งทำหน้าที่จับโมเลกุลของน้ำ เมื่อปริมาณโปรตีนลดลง จึงน่าจะมีโมเลกุลของน้ำอิสระเหลืออยู่ในระบบมากขึ้นจึงเกิดการสูญเสียระหว่างการให้ความร้อนมากกว่า ดังนั้นปริมาณไขมันยิ่งมากขึ้น ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมากขึ้นด้วย ส่วนปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เนื่องจากในการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกจะมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำและไขมัน ถ้ามีปริมาณน้ำมากขึ้น สัดส่วนของโปรตีนที่จับยึดน้ำจะลดน้อยลง เมื่อผลิตภัณฑ์สัมผัสความร้อนทำให้น้ำอิสระเกิดการสูญเสียออกมา ทำให้ค่าการเสียน้ำหนักมากขึ้น (Cross,Berry และ Well, 1980) ดังแสดงในตารางที่ 10 และพบว่าปริมาณไขมันหมูมีผลต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เมื่อปริมาณไขมันหมูมากขึ้นค่าแรงตัดขาดจะลดลง เนื่องจากไขมันจะทำให้เนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์นุ่มไม่แข็งกระด้าง (Swift, 1954) เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นเนื้อไส้กรอกจึงนุ่มขึ้น แรงต้านการตัดของใบมีดจึงต่ำลงทำให้ค่าแรงตัดขาดต่ำลงด้วย(ตารางที่ 11) ส่วนอิทธิพลของปริมาณน้ำแข็ง(ตาราง 12) พบว่าที่ 40 และ 50% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าแรงตัดขาดต่ำกว่า 30% ($P\leq 0.05$) อธิบายได้ว่าปริมาณน้ำที่สูงเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้โปรตีนในเนื้อปลาจับกักน้ำไว้ได้ไม่หมด จึงมีอนุภาคของน้ำอิสระกระจายตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์ โมเลกุลของน้ำเหล่านี้อาจขัดขวางการจับตัวกันระหว่างโปรตีนกับโปรตีนในโมเลกุล ส่งผลให้ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลดต่ำลง (Claus และคณะ,1990) จากผลการทดลองดังกล่าวได้ผลสอดคล้องกับการทดลอง ของ Lee และ Toledo ในปี 1979

ซึ่งพบว่าค่าแรงตัดขาดของไส้กรอกปลาลดลง และการสูญเสียน้ำของไส้กรอกเพิ่มมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำแข็งในสูตรมากขึ้น(คิดเป็น % ต่อน้ำหนักทั้งหมด)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีพบว่าปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อคะแนนสีอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 15 อาจเนื่องจากการเพิ่มของปริมาณน้ำแข็งทำให้ปริมาโปรตีนโดยน้ำหนักของไส้กรอกลดลง ซึ่งปริมาณโปรตีนนี้จะมีผลต่อการเกิดปฏิริยาของ myoglobin กับ nitrite และการเกิดสีหลังจากการรมควัน ซึ่งสีผิวไส้กรอกจากการรมควันเกิดจากปฏิกิริยา maillard ระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผิวไส้กรอกมีสีน้ำตาล (Kramlich, Pearson และ Tauber, 1980) ดังนั้นเมื่อสัดส่วนของโปรตีนน้อยลง สีผิวของไส้กรอกจึงจางลง ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันหมูและน้ำแข็งไม่มีผลต่อคะแนนกลิ่น ($P>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.5$) โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของไขมันหมู (ตารางที่ 16) พบว่าเมื่อไขมันหมูเพิ่มมากขึ้น คะแนนรสชาติสูงขึ้นอาจเนื่องมาจากไขมันมีส่วนช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์นุ่มขึ้นไม่กระด้างหรือสากลิ้นเมื่อเคี้ยว(Swift, Weir และ Hamkins, 1954) ผู้ทดสอบจึงรู้สึกว่ารสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ส่วนอิทธิพลของปริมาณน้ำแข็ง(ตารางที่ 17) พบว่าเมื่อน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้นคะแนนรสชาติสูงขึ้นสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการเพิ่มของปริมาณไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเนื้อสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันหมู 30%โดยน้ำหนักเนื้อมีคะแนนเนื้อสัมผัสสูงที่สุด(ตารางที่ 18) เนื่องจากปริมาณไขมันที่มากขึ้น ช่วยให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นุ่มมากขึ้นกว่าเมื่อใช้ปริมาณไขมันน้อย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับค่าแรงตัดขาด นั่นคือ เมื่อใช้ปริมาณไขมันมากขึ้นค่าแรงตัดขาดลดต่ำลงเนื่องจากเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำแข็งมากขึ้นคะแนนเนื้อสัมผัสลดลง(ตารางที่ 19) อาจเนื่องจากปริมาณน้ำแข็งที่เพิ่มมากขึ้น จะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นน้อยลง ทำให้คะแนนเนื้อสัมผัสลดลง และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชุ่มน้ำ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันหมู 20 และ 30% โดยน้ำหนักเนื้อ มีคะแนนความชุ่มน้ำสูงกว่าที่ปริมาณไขมันหมู 10%โดยน้ำหนักเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 20 ผลดังกล่าวนี้ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมปริมาณไขมันหมู 10%โดยน้ำหนักเนื้อเนื้อสัมผัสค่อนข้างกระด้างกว่าเมื่อใช้ปริมาณไขมันหมู 20 และ30%โดยน้ำหนักเนื้อ อาจเนื่องจากไขมันนอกจากมีผลต่อความอ่อนนุ่มของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลื่นเคี้ยวง่าย จึงให้ความรู้สึกไม่แห้ง ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์(ตารางที่ 14)ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกสูงขึ้นด้วย(ตารางที่ 10)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินทั้งทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ จึงสรุปได้ว่าปริมาณไขมันหมู

ต่อปริมาณน้ำแข็งที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลานิล เมื่อใช้ไขมันหมูคือ 30:50%โดยน้ำหนักเนื้อ เนื่องจากเป็นปริมาณที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำสูงที่สุด

2.2 <u>การผลิตไส้กรอกปลานิลโดยใช้ไขมันปลา</u>

ผลการทดสอบคุณภาพไส้กรอกปลานิลที่ใช้ไขมันปลาสวายในการผลิตโดยแปรไขมันปลา 10-30% โดยน้ำหนักเนื้อ และน้ำแข็ง 30-50% โดยน้ำหนักเนื้อ พบว่าปริมาณไขมันมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณไขมันต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (ตารางที่ 23) พบว่า เมื่อไขมันในสูตรเพิ่มมากขึ้น การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมากขึ้นด้วย ผลดังกล่าวมีแนวโน้มเช่นเดียวกับไส้กรอกที่ผลิตจากไขมันหมู เพราะอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน และเมื่อพิจารณาเฉพาะค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ จากตารางที่ 24 พบว่าเมื่อปริมาณไขมันปลาเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณไขมันมากขึ้น เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นุ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงตัดขาดลดลงด้วย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์

ส่วนปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) พบว่าเมื่อน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้น การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมากขึ้นด้วย(ตารางที่ 24) ผลดังกล่าวมีแนวโน้มเช่นเดียวกับไส้กรอกผลิตจากไขมันหมู และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน แต่ปริมาณน้ำแข็งไม่มีผลต่อค่าแรงตัดขาด ($P > 0.05$) อาจเนื่องจากตัวอย่างที่มีน้ำแข็งมากมีค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมาก มีผลทำให้ผิวไส้กรอกแข็งมากขึ้น จึงเกิดแรงต้านการตัดของใบมีด ทำให้ค่าแรงตัดขาดที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่เสียน้ำน้อยกว่า ค่าแรงตัดขาดจึงไม่แตกต่างกัน

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณไขมันปลาและปริมาณน้ำแข็งต่อคะแนนสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนสี สัดส่วนไขมันปลาต่อน้ำแข็งที่ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีคะแนนสีสูงสุดคือ 10:50 และ 30:40% โดยน้ำหนักเนื้อ โดยช่วงสัดส่วนไขมันปลาต่อน้ำแข็งที่มีคะแนนสีต่ำที่สุดคือ 10:30%โดยน้ำหนักเนื้อ ซึ่งอาจเนื่องมาจากที่ปริมาณดังกล่าวทั้งไขมันและน้ำแข็งมีปริมาณต่ำทำให้โปรตีนโดยน้ำหนักของไส้กรอกสูง โปรตีนเป็นสารที่มีผลต่อสีที่เกิดจากการรมควัน ดังนั้นเมื่อปริมาณโปรตีนมีมากทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลเข้มจัดเกินไป (Kramlich, Pearson และ Tauber,1980) ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนต่ำกว่า

ระดับอื่น ส่วนปริมาณไขมันปลาต่อน้ำแข็งตั้งแต่ 20:40%โดยน้ำหนักเนื้อขึ้นไป คะแนนสีต่ำลง อาจเนื่องมาจากการเพิ่มของปริมาณไขมันและปริมาณน้ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีจางกว่าปกติ ผู้ทดสอบจึงมีความเห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์ต่างจากไส้กรอกรมควันทั่วๆไปซึ่งเหตุผลการเปลี่ยนแปลงของสีอธิบายได้ในทางตรงข้ามกับเมื่อใช้ปริมาณไขมันและปริมาณน้ำแข็งต่ำ ในส่วนของคะแนนกลิ่น พบว่าไขมันปลาต่อปริมาณน้ำแข็งที่ดีที่สุดคือ20:50%โดยน้ำหนักเนื้อ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของไขมันปลาต่อน้ำแข็งสูงกว่า 20:50% มีคะแนนกลิ่นต่ำกว่า อาจเนื่องจากเมื่อเพิ่มไขมันปลาและน้ำแข็งทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเครื่องเทศน้อยลงและกลิ่นโคลนเด่นชัดขึ้น อย่างไรก็ตามคะแนนกลิ่นของทุกตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนรสชาติ พบต่างกันน้อยมากเมื่อแปรปริมาณไขมันปลาและน้ำแข็ง ซึ่งแสดงว่าปริมาณไขมันปลาและน้ำแข็งที่แตกต่างกันในช่วงที่ศึกษามีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์น้อยมาก ส่วนคะแนนเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อปริมาณไขมันปลาต่อปริมาณน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้น(20:50 และ 30:50) คะแนนเนื้อสัมผัสจะลดลง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับค่าแรงตัดขาด คือเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันและน้ำแข็งมากขึ้น แรงตัดขาดลดลง ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับไส้กรอกไขมันหมู และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนคะแนนความชุ่มน้ำ(ตารางที่ 27) พบว่าเมื่อปริมาณน้ำแข็งและไขมันสูง ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมากขึ้น คะแนนความชุ่มน้ำลดลง (ไขมันต่อน้ำแข็ง 30:40 และ 30:50) อย่างไรก็ตามคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ทุกตัวอยู่ในช่วง 3.5-3.9 แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน จึงเลือกสัดส่วนปริมาณไขมันปลาต่อปริมาณน้ำแข็ง คือ 10:50% โดยน้ำหนักเนื้อสำหรับการผลิตไส้กรอกปลานิลใช้ไขมันปลาสวายในการผลิต เนื่องจากมีคะแนนสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำสูงสุด รวมทั้งคะแนนกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้และมีค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ส่วนแรงตัดขาดมีค่าสูง

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาสวาย

1. <u>ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกปลาสวาย</u>

เนื่องจากเนื้อปลาสวายมีกลิ่นคาวค่อนข้างแรง จึงทำการศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดีและเป็นที่ยอมรับ เครื่องเทศผสม

ที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นี้ใช้ชนิดเดียวกับไส้กรอกปลานิล

1.1 ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไส้กรอกปลาสวายโดยใช้ไขมันหมู

ศึกษาการแปรปริมาณเครื่องเทศผสมเป็น 3 ระดับ คือ 2.5,3.0 และ 3.5% โดยน้ำหนักเนื้อ ใช้ไขมันหมู 20% โดยน้ำหนักเนื้อ และ 50% โดยน้ำหนักเนื้อ ผลจากตารางที่ 28-29 พบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาด (P>0.05) จากผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับกรณีของไส้กรอกปลานิลใช้ไขมันหมูในการผลิต ส่วนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมไม่มีผลต่อคะแนนสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ (P>0.05) แต่มีผลต่อคะแนนกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) โดยปริมาณเครื่องเทศผสม 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนกลิ่นสูงสุด ส่วนในด้านของเนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับค่าแรงตัดขาด ดังนั้นจึงเลือกปริมาณเครื่องเทศผสมที่ระดับ 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อ เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนกลิ่นสูงสุด

1.2 ศึกษาปริมาณเครื่องเทศผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตไส้กรอกปลาสวายใช้ไขมันปลาสวาย

ศึกษาการแปรปริมาณเครื่องเทศผสม เช่นเดียวกับไส้กรอกปลาสวายที่ใช้ไขมันหมูในการผลิต ใช้ไขมันปลา 20%โดยน้ำหนักเนื้อ และน้ำแข็ง 50%โดยน้ำหนักเนื้อ ผลการทดลองจากตารางที่ 31-32 พบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมที่เปลี่ยนไปไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาด (P>0.05) ซึ่งอธิบายได้ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับกรณีไส้กรอกปลาสวายที่ใช้ไขมันหมู ส่วนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณเครื่องเทศผสมไม่มีผลต่อคะแนนสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ (P>0.05) แต่มีผลต่อคะแนนรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) โดยคะแนนเครื่องเทศผสมที่ระดับ 3.5%โดยน้ำหนักเนื้อ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนรสชาติสูงสุด จึงเลือกปริมาณเครื่องเทศผสมที่ระดับ 3.5% โดยน้ำหนักเนื้อในการผลิตไส้กรอกปลาสวายที่ใช้ไขมันปลา

2. ศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณน้ำแข็งที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นจากปลาสวาย

2.1 การผลิตไส้กรอกปลาสวายโดยใช้ไขมันหมู

ผลการทดสอบคุณภาพไส้กรอกปลาสวายใช้ไขมันหมูในการผลิต โดยแปรไขมันหมู 10-30%โดยน้ำหนักเนื้อ และน้ำแข็งจาก 40-60%โดยน้ำหนักเนื้อ(ได้จากการทำทดลองเบื้องต้น) พบว่าไขมันหมูและน้ำแข็งที่เพิ่มปริมาณขึ้นมีผลต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณน้ำแข็งต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ (ตาราง 35) พบว่าเมื่อปริมาณน้ำแข็งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์เสียน้ำหนักระหว่างการทำสุกมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนโปรตีนที่จับยึดน้ำมีไม่เพียงพอ จึงมีน้ำอิสระสูญเสียออกมาระหว่างการให้ความร้อน ส่วนค่าแรงตัดขาด พบว่าเมื่อปริมาณน้ำแข็งเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดขาดลดลง (ตารางที่ 38) เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระจะไปขัดขวางการจับตัวกันของชิ้นเนื้อ ส่งผลให้ค่าแรงตัดขาดลดต่ำลงด้วย (Claus และคณะ, 1990) ส่วนอิทธิพลของปริมาณไขมันหมูมีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)เช่นกัน จากตาราง 36 จะเห็นว่าเมื่อไขมันหมูเพิ่มปริมาณขึ้นผลิตภัณฑ์เสียน้ำหนักระหว่างการให้ความร้อนมากขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น โปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือที่ทำหน้าที่เป็น emulsifier อาจมีไม่พอที่จะหุ้มไขมันไว้หมด อนุภาคไขมันจึงรวมกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่และสูญเสียไประหว่างให้ความร้อนพร้อมๆกับน้ำบางส่วนได้ ส่วนค่าแรงตัดขาด พบว่าเมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นค่าแรงตัดขาดลดลง(ตารางที่ 37) เนื่องจากไขมันทำให้ emulsion นุ่มขึ้น แรงตัดขาดจึงลดลง(Swift, Weir และ Hamkins,1954) เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของน้ำแข็งต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ พบว่าเมื่อปริมาณน้ำแข็งเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดขาดลดลง อธิบายได้เช่นเดียวกับกรณีของไส้กรอกปลานิลไขมันหมู

ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 39-40 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณไขมันหมูกับปริมาณน้ำแข็ง มีผลต่อคะแนนสี กลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อคะแนนเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)เมื่อพิจารณาคะแนนสี ปริมาณไขมันหมูต่อน้ำแข็งที่เหมาะสมคือ 30:60%โดยน้ำหนักเนื้อ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันหมูต่อน้ำแข็งต่ำกว่า 30:60% โดยน้ำหนักเนื้อ มีคะแนนสีต่ำกว่าทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยา Maillard มากขึ้น เพราะมีโปรตีนในการทำปฏิกิริยามากขึ้น (Kramlich, Pearson และ Tauber, 1980) สีของผลิตภัณฑ์จึงเข้มกว่าระดับปกติของ

ไส้กรอกรมควันทั่วไป ดังนั้นคะแนนในการยอมรับจึงต่ำกว่า เมื่อพิจารณาคะแนนด้านกลิ่นปริมาณไขมันหมูต่อน้ำแข็งที่เหมาะสมคือ 30:60%โดยน้ำหนักเนื้อ ส่วนคะแนนรสชาติไขมันหมูต่อน้ำแข็งที่เหมาะสมคือ 30:50%โดยน้ำหนักเนื้อ แนวโน้มจากคะแนนกลิ่นและรสชาติ แสดงว่าเมื่อไขมันหมูและน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์เพิ่มปริมาณมากขึ้น กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น เนื่องจากไขมันช่วยให้อาหารมีกลิ่นชวนบริโภคขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นุ่มไม่กระด้าง (Swift, Weir และ Hamkins, 1954) เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ทำให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ส่วนปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยในการละลายสารให้รสชาติต่างๆ เช่น เกลือและน้ำตาล กระจายตัวได้สม่ำเสมอขึ้นในผลิตภัณฑ์ จึงช่วยให้รสชาติดีขึ้นเช่นกัน (Kramlich, Pearson และ Tauber, 1973b) เมื่อพิจารณาคะแนนความชุ่มน้ำ พบว่าเมื่อไขมันหมูและน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้น คะแนนเนื้อสัมผัสต่ำลง เนื่องจากน้ำและไขมันที่เพิ่มมากขึ้น แม้จะให้ความรู้สึกชุ่มน้ำแก่ผลิตภัณฑ์มากขึ้น(Swift,Weir และ Hamkins,1954) แต่การเพิ่มของปริมาณไขมันและปริมาณน้ำแข็งต้องมีปริมาณที่พอเหมาะ ถ้ามากเกินไปอาจทำให้ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์น้อยลง เนื่องจากเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไม่เกาะกันแน่นหรือนิ่มเกินไป(ตาราง 40)ซึ่งคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์นี้ให้ผลสอดคล้องกับค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ คือเมื่อคะแนนความชุ่มน้ำต่ำผลิตภัณฑ์อาจมีความชุ่มน้ำมากเกินพอดี และเป็นผลให้ค่าแรงตัดขาดต่ำด้วย เมื่อพิจารณาคะแนนเนื้อสัมผัส โดยพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำแข็งที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 42) พบว่าปริมาณน้ำแข็ง 50% โดยน้ำหนักเนื้อ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนเนื้อสัมผัสสูงสุด ผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับคะแนนความชุ่มน้ำ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำแข็ง 50% โดยน้ำหนักเนื้อ จะมีคะแนนความชุ่มน้ำสูงกว่าตัวอย่างที่มีน้ำแข็ง 40% และ 60% โดยน้ำหนักเนื้อ แสดงว่าน้ำถ้ามีน้อยเกินไปจะให้ความรู้สึกชุ่มน้ำน้อยและลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นกว่า แต่เมื่อมีน้ำในตัวอย่างมากเกินไป จะให้ความรู้สึกชุ่มน้ำมากเกินไปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัมผัสนิ่มเกินไป

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินทั้งทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ จึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของไขมันหมูต่อน้ำแข็ง 10:50% โดยน้ำหนักเนื้อ สำหรับการผลิตไส้กรอกปลาสวายที่ใช้ไขมันหมู ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกต่ำที่สุด และมีค่าแรงตัดขาดสูงที่สุด และให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำในระดับดี

2.2 การผลิตไส้กรอกปลาสวายโดยใช้ไขมันปลาสวาย

ผลการทดสอบคุณภาพไส้กรอกปลาสวาย ใช้ไขมันปลาสวายในการผลิต

แปรไขมันปลา 10-30%โดยน้ำหนักเนื้อ และน้ำแข็ง 40-60%โดยน้ำหนักเนื้อ พบว่าอิทธิพลร่วมของปริมาณไขมันปลาและน้ำแข็งมีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดขาด จากผลการทดลอง เมื่อปริมาณไขมันปลาและน้ำแข็งเพิ่มขึ้น ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกเพิ่มขึ้น(ตารางที่ 42) ซึ่งผลดังกล่าวมีแนวโน้มเช่นเดียวกับไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ ผลนี้ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ว่า เมื่อเพิ่มน้ำและไขมันแล้ว ค่าแรงตัดขาดควรต่ำลง อาจเป็นเพราะระหว่างการรมควัน ตัวอย่างที่มีน้ำและไขมันมาก มีค่าการเสียน้ำหนักสูงไส้กรอกจึงแห้งและเกิดของแข็งที่บริเวณผิว ทำให้ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ที่เสียน้ำมากสูงขึ้น จนมีค่าใกล้เคียงกับพวกที่เสียน้ำน้อยกว่า ค่าแรงตัดขาดจึงไม่ต่างกัน

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และ รสชาติ (ตารางที่ 45) พบว่าอิทธิพลร่วมของปริมาณไขมันปลาและปริมาณน้ำแข็ง มีผลต่อคะแนนสี กลิ่น และรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนสีจะเห็นว่าเมื่อไขมันปลาและน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้น คะแนนสีของผลิตภัณฑ์ลดลง อาจเนื่องจากว่าสีของไขมันปลาซึ่งมีสีเหลืองส้ม มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันปลาจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแตกต่างจากไส้กรอกซึ่งผลิตจากไขมันหมูที่มีสีขาว คะแนนสีจากผู้ทดสอบจึงลดลง ส่วนคะแนนกลิ่นและรสชาติ ปริมาณไขมันปลาที่เพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้คะแนนกลิ่นและรสชาติสูงขึ้น อาจเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยในเครื่องเทศที่ใช้กระจายตัวได้ดีในไขมัน เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการรมควันและทำให้สุกจึงทำให้กลิ่นเครื่องเทศสม่ำเสมอและแรงกว่าในตัวอย่างที่มีไขมันต่ำกว่า และกลิ่นที่ดีนี้ส่งผลให้คะแนนรสชาติดีขึ้นด้วย ส่วนปริมาณน้ำแข็งพบว่าที่เหมาะสมคือ 50%โดยน้ำหนักเนื้อจะให้รสชาติผลิตภัณฑ์ดีที่สุด อาจเนื่องจากที่ปริมาณน้ำดังกล่าวนี้ ผลิตภัณฑ์มีรสพอเหมาะไม่อ่อนไปหรือจัดเกินไป

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินทั้งทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของปริมาณไขมันปลาต่อปริมาณน้ำแข็ง 10:40% โดยน้ำหนักเนื้อสำหรับการผลิตไส้กรอกปลาสวายเมื่อใช้ไขมันปลา โดยให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกต่ำที่สุด และให้ค่าแรงตัดขาดสูงที่สุด นอกจากนี้ยังให้คะแนนสี เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำค่อนข้างสูง แม้ว่าคะแนนกลิ่นและรสชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ คืออยู่ในช่วง 3.4-3.7 แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลานิลและปลาสวาย

จากผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ดีที่สุดที่เลือกได้จากผลการทดลอง คือ ไส้กรอกปลานิล-ไขมันหมู ปริมาณไขมันหมู:น้ำแข็ง 30:50% โดยน้ำหนักเนื้อ และเครื่องเทศผสมที่ใช้คือ 2.5% โดยน้ำหนักเนื้อ กับไส้กรอกปลานิล-ไขมันปลา ปริมาณไขมันปลา:น้ำแข็ง 10:50%โดยน้ำหนักเนื้อ เครื่องเทศผสมที่ใช้คือ 3.0%โดยน้ำหนักเนื้อ และไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู ปริมาณไขมันหมู:น้ำแข็ง 10:50%โดยน้ำหนักเนื้อ เครื่องเทศผสมที่ใช้คือ 3.5%โดยน้ำหนักเนื้อ กับไส้กรอกปลาสวายไขมันปลา ปริมาณไขมันปลา:น้ำแข็ง 10:40%โดยน้ำหนักเนื้อ เครื่องเทศผสมที่ใช้คือ 3.5% โดยน้ำหนักเนื้อ นอกจากนั้นตัวอย่างที่ใช้ไขมันปลาสวายยังได้เติมกลิ่นรมควันผง 4%โดยน้ำหนัก เพื่อกลบกลิ่นโคลนของไขมันปลาสวาย ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 51) พบว่าส่วนประกอบที่แตกต่างกันมากคือปริมาณไขมัน ซึ่งมีผลเนื่องจากการใช้ไขมันในสูตรแตกต่างกัน ซึ่งการเติมปริมาณไขมันต่อปริมาณน้ำแข็งแตกต่างกันย่อมทำให้องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ต่างกันด้วย พบว่าไส้กรอกที่เติมปริมาณไขมันมากกว่าจะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าไส้กรอกที่มีไขมันน้อยกว่า อาจเนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์มีไขมันน้อยสัดส่วนของโปรตีนจะสูงและจับโมเลกุลของน้ำไว้ได้มาก(Pearson และ Tauber, 1984) ไส้กรอกที่มีไขมันต่ำกว่าจึงมีความชื้นสูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง กับองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว (ภาคผนวก ค) พบว่าไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง มีไขมันต่ำกว่าไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว (จารุรัตน์ เคียงนภาเจริญ และสมศรี พรเลิศสุขสม, 2528) และมีโปรตีนสูงกว่าไส้กรอกหมูผสมเนื้อวัว จากองค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 51 จะเห็นว่าไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 1.48-9.31 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไส้กรอกอิมัลชั่นหมูแคลอรี่ต่ำของผาณิต (2536) ซึ่งใช้สารทดแทนไขมัน เช่น น้ำ กัม หรือ มอลโตเด็กซตริน จะมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 10.61-16.87 ดังนั้นไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง จึงจัดอยู่ในประเภทแคลอรี่ต่ำด้วยซึ่งอาศัยน้ำช่วยให้เนื้อสัมผัสไม่กระด้าง แตกต่างจากไส้กรอกอิมัลชั่นหมูแคลอรี่ต่ำของผาณิต ซึ่งใช้สารทดแทนไขมันช่วยให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกไม่กระด้าง เหตุที่ไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่างไม่ต้องใช้สารทดแทนไขมันช่วย อาจเนื่องจากปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปในไส้กรอกปลามีปริมาณพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป จึงทำให้ไส้กรอกปลามีเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งปริมาณน้ำของไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่างนั้น ในตัวอย่างไส้กรอกปลาสวาย-ไขมันหมู มีปริมาณน้ำมากกว่า 3 เท่าของปริมาณโปรตีน +10% ส่วนอีก 3 ตัวอย่างนั้นมีปริมาณน้ำอยู่ในช่วงดังกล่าว

การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกปลาทั้ง 4 สูตร ดังตารางที่ 53-56 เปรียบเทียบกับไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว (ตารางที่ 52) พบว่าไส้กรอกปลาสวายไขมันหมูและไขมันปลา ทั้ง 2 สูตรมีต้นทุนในการผลิตมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าไส้กรอกหมูผสมเนื้อวัว เนื่องจากราคาวัตถุดิบคือปลาสวายต่ำกว่าเนื้อหมูและเนื้อวัวมาก (ตารางที่ 55 และ 56) แม้ว่า %yield ของเนื้อปลาจะสูงประมาณ 35%เท่านั้น (ภาคผนวก ค) นอกจากนี้ในสูตรของไส้กรอกปลาไม่ต้องใช้สารประกอบของกรดแอสคอร์เบท เพื่อช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์มีความคงตัว ดังนั้นเมื่อคิดเฉพาะราคาวัตถุดิบของการผลิตไส้กรอกปลานิล พบว่าไส้กรอกปลานิลไขมันหมูมีต้นทุนต่ำกว่าไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว(ตาราง 53) แต่ไส้กรอกปลานิลไขมันปลามีต้นทุนการผลิตสูงกว่าไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว (ตารางที่ 54) อาจเนื่องจากสาเหตุหลายประการคือ ประการแรก ราคาเนื้อปลานิลมีราคาใกล้เคียงกับเนื้อหมูเมื่อคิดต่อกิโลกรัม เพราะ %yield ของเนื้อปลานิลน้อยกว่า %yield ของเนื้อหมูประมาณ 2 เท่า(ภาคผนวก ข) ส่วนประการสุดท้าย เนื่องจากในสูตรมีการใช้กลิ่นรมควันผงซึ่งมีราคาแพงเพื่อช่วยในเรื่องกลิ่นผลิตภัณฑ์ในขณะที่สูตรไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัวไม่มีการใช้กลิ่นรมควันผง จึงทำให้ราคาวัตถุดิบของไส้กรอกปลานิลไขมันปลาสูงขึ้น จากเหตุผลทั้ง 3 ประการนี้ จึงทำให้ราคาวัตถุดิบของไส้กรอกปลานิลไขมันปลาราคาสูงกว่าไส้กรอกเนื้อหมูผสมเนื้อวัว ดังนั้นจากต้นทุนที่คำนวณได้ของไส้กรอกปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง จะเห็นว่าไส้กรอกปลาสวายทั้ง 2 สูตร และไส้กรอกปลานิล-ไขมันหมู เป็นสูตรที่เหมาะในการผลิตไส้กรอกแทนเนื้อหมูและเนื้อวัว เนื่องจากมีต้นทุนต่ำกว่า ส่วนไส้กรอกปลานิล-ไขมันปลามีต้นทุนสูงกว่าไส้กรอกหมูผสมเนื้อวัว แต่ถ้าพิจารณาจากคุณค่าทางอาหารแล้วอาจเหมาะสมในการผลิตเช่นกัน เนื่องจากเป็นอาหารประเภทเพื่อสุขภาพชนิดหนึ่ง เพราะมีปริมาณไขมันต่ำ นอกจากนี้ เนื้อปลาและไขมันปลายังมีกรดไขมันประเภทโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, 2529)

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

จากไส้กรอกปลาที่คัดเลือกได้ทั้ง 4 ตัวอย่าง ได้เลือกไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู และไส้กรอกปลาสวายไขมันปลาสวาย มาศึกษาต่อในด้านอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ เหตุผลในการเลือกไส้กรอกทั้ง 2 ตัวอย่าง เนื่องจากไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู มีต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด ส่วนไส้กรอกที่ใช้ไขมันปลาสวาย เลือกมาศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของอายุการเก็บในกรณีที่ใช้ไขมันในการผลิตต่างชนิดกัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่างนำมาศึกษาอายุการเก็บโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุง HDPE ที่ปิดผนึกที่ความดันบรรยากาศและสุญญากาศ เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าแรงตัดขาด ปริมาณความชื้น การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาเก็บมีผลทำให้ค่าแรงตัดขาดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยค่าแรงตัดขาดลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 57) เนื่องจากเนื้อสัมผัสของไส้กรอกมีความแน่นน้อยลง ทำให้การต้านแรงตัดขาดลดลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น จากผลการทดลอง (ตารางที่ 57) ไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู มีความชื้น 71.22-72.60% ไส้กรอกปลาสวายไขมันปลามีความชื้น 69.59-70.90% และพบว่าภาวะการปิดผนึกและระยะเวลาเก็บไม่ทำให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากผลการทดลองจะเห็นว่าไส้กรอกปลาสวายทั้ง 2 สูตร ทั้งที่เก็บที่ความดันบรรยากาศและสุญญากาศ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นเหมือนกัน คือ ที่ความดันบรรยากาศ ระยะเวลาเก็บ 1-15 วัน ปริมาณความชื้นในไส้กรอกมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาเก็บ เนื่องจากไส้กรอกมีการสูญเสียความชื้นจากผิว และความชื้นนั้นจะสะสมอยู่ภายในภาชนะบรรจุคือ ถุง HDPE ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นและไอน้ำผ่านเข้าออกได้ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในตู้เย็นซึ่งมีความชื้นสัมพันธ์ประมาณ 88-92% (John และคณะ, 1984) จะทำให้ความชื้นที่ระเหยออกมาจากผิวไส้กรอกกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ในภาชนะบรรจุ และหยดน้ำนี้จะซึมผ่านไส้บรรจุที่ห่อหุ้มไส้กรอกได้ ทำให้ผิวไส้กรอกมีน้ำเกาะอยู่ซึ่งเห็นได้จากการสังเกตลักษณะภายนอกของไส้กรอก ว่ามีน้ำซึมอยู่ที่ผิวของไส้กรอก ส่วนที่ภาวะสุญญากาศ ไม่มีที่ว่างให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น

ส่วนผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตารางที่ 62 และ 63) พบว่าไส้กรอกปลาสวายทั้ง 2 สูตร เมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งการเก็บในภาวะความดันบรรยากาศและสุญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง มี

จุลินทรีย์เริ่มต้นต่ำมาก (20-40 cfu/g) อาจเนื่องจากใช้ปลาที่สดและมีการเก็บรักษาในการขนส่งดี จึงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่ำ นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตยังใช้อุณหภูมิสูงและการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่ำ แต่จะเห็นได้ว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของไส้กรอกปลาสวาย-ไขมันปลาสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ไขมันหมู เนื่องจากไขมันปลาสวายที่ใช้เป็นไขมันที่อยู่ในช่องท้อง และอาจมีการสัมผัสกับเศษอาหารที่อยู่ในลำไส้ของปลาด้วย จึงปนเปื้อนจุลินทรีย์มากกว่าไขมันหมู จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของไส้กรอกปลา-ไขมันปลาสวายจึงสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ไขมันหมู เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 5 วัน พบว่าจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุที่ภาวะสุญญากาศ มีจำนวนน้อยกว่าตัวอย่างซึ่งเก็บที่ความดันบรรยากาศ ทั้งนี้อาจเนื่องจากที่ภาวะสุญญากาศมีออกซิเจนจำกัด จึงทำให้จุลินทรีย์พวก aerobic เจริญได้ช้ากว่า และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 8 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบของทั้ง 2 ภาวะการเก็บมีจำนวนใกล้เคียงกัน อาจเกิดจากออกซิเจนซึมผ่านวัสดุภาชนะบรรจุคือ HDPE เข้าไปได้ เนื่องจากคุณสมบัติของ HDPE ไม่สามารถกันการซึมผ่านของแกสได้ (Pearson and Tauber, 1984) และจากการที่มาตรฐานจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แฮมยอมให้มีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^5 โคโลนีต่อกรัม(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532) ผลจากการทดลองจึงแสดงว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาสวายไขมันหมู เก็บที่ความดันบรรยากาศและสุญญากาศอาจเก็บได้นาน 18 วัน โดยยังบริโภคได้ ส่วนไส้กรอกปลาสวายไขมันปลาสวาย ทั้ง 2 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจากจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเปรียบเทียบกับมาตรฐานแล้ว เก็บได้นาน 15 วัน โดยยังบริโภคได้

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาสวายผลิตจากไขมันหมู (ตารางที่ 64) ด้านคะแนนสี พบว่าระยะเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนสีลดลง($P\leq0.05$) แต่ระดับคะแนนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ พบว่าไส้กรอกทั้ง 2 ตัวอย่างเมื่อเก็บไว้นานขึ้นสีซีดลง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Francisco, Nora และ Catherine ในปี 1972 ซึ่งรายงานไว้ว่าการเก็บไส้กรอกปลาที่อุณหภูมิ 2-7 องศาเซลเซียส สีของผลิตภัณฑ์ซีดลงตลอดระยะเวลาเก็บและจากการสังเกตทางกายภาพจะเห็นว่าสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ด้วย เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ของไส้กรอกเนื่องจากจุลินทรีย์ที่เจริญอยู่ในไส้กรอก ส่วนคะแนนกลิ่นพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการปิดผนึกและระยะเวลาเก็บมีผลทำให้คะแนนกลิ่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น คะแนนกลิ่นลดลง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ ส่วนคะแนนรสชาติ พบว่าภาวะการปิดผนึกและระยะเวลาเก็บมีผลทำให้คะแนนรสชาติแตกต่างกัน ($P\leq0.05$) โดยเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น คะแนนรสชาติลดลง จน

เมื่อระยะเวลาเก็บผ่านไป 22 วัน คะแนนรสชาติต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ เนื่องจากผู้ทดสอบรายงานว่าที่เวลาเก็บ 22 วัน ไส้กรอกบางตัวอย่างมีรสขม ในด้านเนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ พบว่าเวลาเก็บมีผลทำให้คะแนนเนื้อสัมผัสและคะแนนความชุ่มน้ำลดลง ($P \leq 0.05$) จากการทดสอบพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นไส้กรอกนุ่มลงและเนื้อยุ่ยไม่เกาะติดกัน อาจเนื่องจากเอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่เจริญในไส้กรอกไฮโดรไลซ์โมเลกุลของโปรตีน เกิดเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโนขึ้น ทำให้เนื้อของไส้กรอกยุ่ยลง (Anonymous, 1968) ส่วนความชุ่มน้ำมากขึ้นตามระยะเวลาเก็บเช่นกัน อย่างไรก็ตามคะแนนเนื้อสัมผัสและคะแนนความชุ่มน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ หลังเก็บนาน 22 วัน ซึ่งจากผลที่ได้ จะเห็นว่าสอดคล้องกับค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ นั่นคือค่าแรงตัดขาดน้อยลง เมื่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยุ่ยมากขึ้น

ส่วนไส้กรอกปลาสวายไขมันปลาสวาย จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส(ตารางที่ 70) พบว่าภาวะการบิดผนึกและระยะเวลาเก็บมีผลทำให้คะแนนสีและกลิ่นแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้คะแนนสีลดลง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ ซึ่งให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับไส้กรอกไขมันหมู ส่วนคะแนนกลิ่นมีการลดลงเช่นเดียวกับคะแนนสี แต่จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์จนถึงวันที่ 8 คะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นของผู้ทดสอบต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ ทั้งที่เก็บในภาวะความดันบรรยากาศและสุญญากาศ จากการทดสอบ พบว่าไส้กรอกมีกลิ่นคาวและกลิ่นโคลนเกิดขึ้นอาจเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก เมื่อเก็บไว้นานขึ้น กลิ่นรมควันของไส้กรอกจางลง เนื่องจากกลิ่นรมควันซึมผ่านภาชนะบรรจุออกไปบางส่วน ทำให้กลิ่นรมควันที่เหลืออยู่ไม่สามารถบดบังกลิ่นคาวและกลิ่นโคลนของไส้กรอกได้ ส่วนประการสุดท้าย อาจเกิดจากปฏิกิริยา auotlysis ในเนื้อไส้กรอกเนื่องจากเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดกลิ่นโคลน (muddy odor) และกลิ่นคาว (fishy odor) ขึ้น (Standby, 1962)

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงตัดขาด ปริมาณความชื้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไส้กรอกปลาสวายใช้ไขมันหมูในการผลิต สามารถเก็บได้นาน 18 วัน ส่วนไส้กรอกปลาสวายใช้ไขมันปลาสวายในการผลิตสามารถเก็บได้นานเพียง 5 วัน เนื่องจากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เมื่อเก็บนาน 8 วัน คะแนนกลิ่นต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้