บทที่ 4
สรุป

1. จากการศึกษาผลของกระบวนการใช้ความดันสูง ความร้อน และการใช้ความดันสูงร่วมกับความร้อนต่อการเกิดเจลของเนื้อกุ้งกุลาดำบด พบว่า เนื้อกุ้งกุลาดำบดสามารถเกิดเจลได้เมื่อให้ความดันตั้งแต่ 400 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที การให้ความดันสูงมีผลทำให้เจลเนื้อกุ้งกุลาดำบดมีลักษณะเรียบเนียน เป็นมันวาว และมีสีม่วงอมน้ำเงิน และมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจลเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความดันจนถึงระดับ 600 เมกกะปาสคาล ส่วนเจลที่ได้จากการให้ความร้อนมีลักษณะขุ่น ทึบแสง และมีสีชมพูอมส้ม และเมื่อให้ความดันร่วมกับความร้อนทำให้เจลที่ได้มีลักษณะคล้ายกับเจลที่ได้จากการให้ความร้อน แต่มีความยืดเกาะและความยืดหยุ่นของเจลมากกว่า นอกจากนี้ยังมีค่าการสูญเสียน้ำหนัก และความแข็งแรงของเจลสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับเจลที่ผ่านการให้ความดันหรือความร้อน ($p< 0.05$) และเจลที่ได้จากการให้ความดันมีค่าความยืดหยุ่นของเจลสูงสุด ($p<0.05$) ซึ่งส่งผลให้เจลที่ได้จากการให้ความดันร่วมกับความร้อนมีโครงสร้างทางจุลภาคที่มีความหนาแน่นและต่อเนื่องของเส้นใยโปรตีนมากกกว่าเจลที่ได้จากการให้ความดัน

2. จากการศึกษาผลของกระบวนการใช้ความดันสูง ความร้อน และการใช้ความดันสูงร่วมกับความร้อนต่อการเกิดเจลของสารละลายแอกโตไมโอซินธรรมชาติของกุ้งกุลาดำ พบว่า สารละลายแอกโตไมโอซินธรรมชาติที่มีความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีการเปลี่ยนแปลงค่าความขุ่นเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 600 เมกกะปาสคาล ความร้อน หรือความดันร่วมกับความร้อน (400 เมกกะปาสคาล/90 องศาเซลเซียส) ($p<0.05$) และยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไฮโดรโฟบิกบนพื้นผิวเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นจาก 100 เป็น 200 เมกกะปาสคาล แล้วมีค่าคงที่เมื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 800 เมกกะปาสคาล และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเมื่อให้ความร้อน หรือความดันร่วมกับความร้อน ($p<0.05$) และในปริมาณหมู่ซัลฟ์ไฮดริลทั้งหมดและปริมาณพันธะไดซัลไฟด์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อให้ความดัน ($p\geq0.05$) แต่มีผลทำให้ปริมาณพันธะไดซัลไฟด์เพิ่มขึ้นเมื่อให้ความดันร่วมกับความร้อน ($p<0.05$) และเมื่อให้ความดัน ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อนกับสารละลายแอกโตไมโอซินธรรมชาติที่มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อกรัมทำให้เกิดเจลได้เมื่อให้ความดันตั้งแต่ 600 เมกกะปาสคาล และมีโครงสร้างทางจุลภาคที่แตกต่างกันโดยความดันมีผลทำให้เกิดโครงสร้างที่มีความหนาแน่นและต่อเนื่องของเส้นใยโปรตีนมากกว่า และมีช่องว่างระหว่างเส้นใยโปรตีนน้อยกว่าความดันร่วมกับความร้อน หรือความร้อนเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด และเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่านพบว่า ความดันมีผลให้เกิดโครงสร้างแบบเกาะเกี่ยวกันเป็นโครงข่ายของเส้นใยโปรตีน แต่ความร้อนหรือความดัน

ร่วมกับความร้อนมีผลให้เกิดโครงสร้างแบบการรวมกลุ่มของโปรตีน และพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะที่มีความสำคัญในการเกิดเจลด้วยความดัน ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน

3. จากการศึกษาผลของการเติมโปรตีนพลาสมาเลือดวัวต่อการเกิดเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด พบว่า ปริมาณของโปรตีนพลาสมาเลือดวัวมีผลต่อค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ทั้งในตัวอย่างเจลที่ผ่านการให้ความดัน (600 เมกกะปาสคาล) และความดันร่วมกับความร้อน (400 เมกกะปาสคาล/90 องศาเซลเซียส) และยังมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเติมโปรตีนพลาสมาเลือดวัวในปริมาณที่เพิ่มขึ้น (p<0.05) และทำให้ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายไตรคลอโรอะซิติกลดลง ซึ่งมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นเช่นกัน (p<0.05) แต่ไม่มีผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ และความยืดหยุ่นของตัวอย่าง (p≥0.05) ดังนั้นโปรตีนพลาสมาเลือดวัวจึงช่วยให้โครงสร้างของเจลมีความหนาแน่นและต่อเนื่องกันมากขึ้นด้วยพันธะไดซัลไฟด์

4. จากการศึกษาผลของการเติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ต่อการเกิดเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด พบว่า การบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วให้ความดันที่ 600 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เป็นสภาวะที่ทำให้เจลที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ร้อยละ 0.10 มีความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของเจลสูงสุด (p<0.05) และเมื่อศึกษาปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ที่เติมในเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด พบว่า เมื่อเติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทีย์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้เจลมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจลเพิ่มขึ้นด้วยพันธะ ε (γ-กลูตามิล-ไลซีน) ที่เกิดจากการเร่งการเชื่อมประสานโปรตีนโดยเฉพาะไมโอซินเส้นหนักด้วยเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ ซึ่งเจลที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทีย์ร้อยละ 0.15 มีค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจลสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป ควรศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

1. ศึกษาผลของไมโอซินต่อการเกิดเจลของเนื้อกุ้งกุลาดำบดด้วยความดัน ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน เนื่องจากไมโอซินเป็นโปรตีนกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อการเกิดเจล โดยศึกษาการสกัดไมโอซินจากเนื้อกุ้งกุลาดำ และทำให้เกิดเจลด้วยความดัน ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน

2. ศึกษาชนิดของเอนไซม์โปรตีเอสในเนื้อกุ้งกุลาดำบด เพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะที่ทำให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดในกระบวนการทำให้เกิดเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด และสามารถใช้สารยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีความจำเฉพาะมากขึ้น

3. ศึกษาผลของสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์หรือแป้งดัดแปรชนิดต่างๆ ต่อการเกิดเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด เพื่อปรับปรุงคุณภาพความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจลเนื้อกุ้งกุลาดำบด