บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

ผลของการวิจัยการพัฒนากระบวนการผลิตถั่วเน่าโดยใช้เชื้อผสมที่คัดเลือกสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การคัดแยกแบคทีเรียสร้างสปอร์ในกลุ่มของ *Bacillus* ทั้งหมด 56 ไอโซเลต พบว่ามี 3 ไอโซเลตที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นหัวเชื้อผสมในการผลิตถั่วเน่า คือ ไอโซเลต MCG8 สามารถสร้างเอนไซม์โปรติเอสได้สูงที่สุด (มีขนาดวงใสบนอาหาร skim milk agar 421.35 mm^2) ไอโซเลต MHS1 และ KMB2 สามารถสร้างยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค *B. cereus* TISTR 687 (10.83 mm และ 11.16 mm ตามลำดับ) และ *S. aureus* TISTR 517 (18.33 mm และ 20.50 mm ตามลำดับ) และเมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลตพบว่าเป็นเชื้อ *B. subtilis*

2. เมื่อใช้เชื้อ *B. subtilis* MCG8, MHS1 และ KMB2 ร่วมกับเชื้อ *B. megaterium* B39 เป็นหัวเชื้อผสมในการหมักถั่วเน่า พบว่าอัตราส่วนของเชื้อผสมที่ใช้ในการผลิตถั่วเน่ามีความสัมพันธ์กับขนาดของวงใสต่อเชื้อก่อโรค *S. aureus* และค่า pH ของถั่วเน่าที่ผลิตขึ้นได้ โดยอัตราส่วนของเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเน่า ประกอบด้วยเชื้อ *Bacillus* spp. MCG8 (13%), MHS1 (64%), KMB2 (15%) และ B39 (8%) ซึ่งทำให้ถั่วเน่าที่ผลิตขึ้นมีปริมาณโปรตีน (306.99 mg/g wet weight) วิตามินบีสิบสอง (3.66 ng/g wet weight) มีขนาดของวงใสต่อเชื้อก่อโรค *S. aureus* (14.67 mm) จำนวนเชื้อที่มีชีวิตทั้งหมดในหน่วย log cfu/g wet weight (10.76) และ pH (8.34) เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองต้มซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมทำให้ถั่วเน่าที่ผลิตขึ้นมีโปรตีนเพิ่มขึ้นอีก 206.47% เพิ่มคุณค่าทางด้านวิตามินบีสิบสอง และสารสกัดจากถั่วเน่ามีสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรค *S. aureus*

3. ปัจจัยด้านการผลิตที่ทำการศึกษามีผลต่อ ปริมาณโปรตีน (เวลาที่ใช้ในการต้มถั่วเหลือง อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก) ขนาดของวงใสต่อเชื้อก่อโรค *S. aureus* (เวลาที่ใช้ในการต้มถั่วเหลือง ปริมาณเกลือที่เติมในระหว่างการหมัก และอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักถั่วเน่า) และค่า pH (เวลาที่ใช้แช่ถั่วเหลืองก่อนการต้ม ปริมาณเกลือที่เติมในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก) ในขณะที่พบว่าไม่มีปัจจัยการผลิตใดที่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเน่าที่ผลิตขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยระดับของปัจจัยด้านการผลิตที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตถั่วเน่าโดยใช้เชื้อผสมที่คัดเลือก คือ การต้มถั่วเหลืองเป็น

เวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปหมักที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 3 วัน ทำให้ถั่วเน่าที่ผลิตขึ้นมีปริมาณโปรตีน (371.84 mg/g wet weight) วิตามินบีสิบสอง (4.86 ng/g wet weight) และมีขนาดของวงใสต่อเชื้อก่อโรค *S. aureus* (14.33 mm) จำนวนเชื้อที่มีชีวิตทั้งหมดในหน่วย log cfu/g wet weight (9.76) และ pH (7.97) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนและปริมาณวิตามินบีสิบสองมากขึ้นกว่าเดิมอีก 21.12% และ 32.79% ตามลำดับ

4. การทำแห้งถั่วเน่าแผ่นพบว่า วิธีการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C และการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง สามารถเก็บรักษาคุณค่าทางด้านโปรตีน และลดค่า a_w ของถั่วเน่าแผ่นที่ผลิตขึ้นได้มากกว่าวิธีการตากแดดโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ค่า pH มีค่าลดลงมากที่สุดเมื่อใช้วิธีการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C รองลงมาคือการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ในขณะที่พบว่าถั่วเน่าแผ่นที่ผลิตขึ้นไม่มีความแตกต่างในด้านปริมาณวิตามินบีสิบสอง จำนวนเชื้อที่มีชีวิตทั้งหมด ปริมาณความชื้น การสูญเสียน้ำหนัก และค่าสีที่เวลา 6 ชั่วโมงของการทำแห้งอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการด้านปริมาณโปรตีนและวิตามินบีสิบสองของถั่วเน่าแบบเปียกและถั่วเน่าแบบแห้งที่ผลิตขึ้นกับถั่วเน่าจากแหล่งผลิตถั่วเน่า พบว่าถั่วเน่าแผ่นที่ผลิตขึ้นโดยผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าถั่วเน่าจากแหล่งผลิตอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในขณะที่มีปริมาณวิตามินบีสิบสองที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยถั่วเน่าแผ่นที่ผลิตขึ้นมีปริมาณโปรตีน (591.82 mg/g dry weight) วิตามินบีสิบสอง (1.74 ng/g dry weight) จำนวนเชื้อที่มีชีวิตทั้งหมดในหน่วย log cfu/g dry weight (9.58) และ pH (6.77)