บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการหมักถั่วเหลือง สามารถแยกเชื้อจากตัวอย่างถั่วเน่าได้ทั้งหมด จำนวน 63 ไอโซเลท เมื่อทำการจำแนกเชื้อพบว่ามี *Bacillus subtilis* เป็นจำนวน 25 ไอโซเลท และมี *Bacillus megaterium* จำนวน 4 ไอโซเลท หลังจากทำการหมักถั่วเหลืองโดยเชื้อในแต่ละไอโซเลทเป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของเชื้อได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มของ *Bacillus subtilis* ที่ไม่ผลิตสารพอลิเมอร์ กลุ่มของ *Bacillus subtilis* ที่ผลิตพอลิเมอร์เป็นสารเมือกคล้ายนัตโต และ กลุ่มของ *Bacillus megaterium* เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไอโซฟลาโวนรวมจากถั่วเหลืองหมักที่ผลิตโดยใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์ พบว่า เชื้อที่สามารถผลิตไอโซฟลาโวนรวมสูงที่สุดในแต่ละกลุ่ม ได้แก่ *Bacillus subtilis* THUANAOLG01 *Bacillus subtilis* NATTOCR04 และ *Bacillus megaterium* PY03 ตามลำดับ และเชื้อเหล่านี้จะใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการหมักถั่วเหลืองในขั้นตอนต่อไป

2. จากการศึกษาการเจริญของเชื้อพบว่า *Bacillus subtilis* THUANAOLG01 *Bacillus subtilis* NATTOCR04 และ *Bacillus megaterium* PY03 มีอัตราการเจริญจำเพาะเท่ากับ 0.154, 0.103 และ 0.140 ชั่วโมง$^{-1}$ ตามลำดับ และจะเข้าสู่ระยะ Early stationary phase ในชั่วโมงที่ 18

3. การศึกษาปริมาณเชื้อในการหมักที่เหมาะสมในการใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้น พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* THUANAOLG01 *Bacillus subtilis* NATTOCR04 และ *Bacillus megaterium* PY03 เหมาะสมโดยใช้หัวเชื้อเริ่มต้นที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 8, 8 และ 7 log CFU/ml และทำการเติมหัวเชื้อในสัดส่วน ร้อยละ 8.00, 2.00 และ 8.00 ของน้ำหนักถั่วเหลือง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. สภาวะการบ่มผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักที่เหมาะสมจะทำการบ่มในสภาวะที่มีอากาศ ณ อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 ชั่วโมง

5. สภาวะของถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการหมัก พบว่าถั่วเหลืองที่มีปริมาณน้ำร้อยละ 70 และ ค่าความเป็นกรดด่างที่ 7.0 สามารถใช้ในการผลิตถั่วเหลืองหมักที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนสูง

6. การศึกษาจลนพลศาสตร์ในการหมักถั่วเหลือง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น พบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณไดซิอิน และ เจนิสทิอินจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งคงที่ในที่สุด และสามารถคำนวณ อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างจำเพาะ เท่ากับ 0.018 hr^{-1}• CFU^{-1} อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณไดซิอินจำเพาะ เท่ากับ 0.754 mg •hr^{-1}•CFU^{-1}ต่อ100 กรัม น้ำหนักแห้ง อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเจนิสทิอินจำเพาะ เท่ากับ 0.347 mg •hr^{-1}•CFU^{-1} ต่อ100 กรัม น้ำหนักแห้ง และ อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโซฟลาโวนรวมจำเพาะ เท่ากับ 1.066 mg •hr^{-1}•CFU^{-1} ต่อ100 กรัม น้ำหนักแห้ง

7. การศึกษาผลของการให้ความร้อนด้วยกระบวนการนึ่ง ต่อ ปริมาณไอโซฟลาโวน โดยทำการแปรผันอุณหภูมิ (100-121 องศาเซลเซียส) และเวลา (15-30 นาที) พบว่า กระบวนการนึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณไอโซฟลาโวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

8. การศึกษาผลของการให้ความร้อนด้วยกระบวนการอบแห้งที่มีต่อปริมาณไอโซฟลาโวน เมื่อทำการแปรผันอุณหภูมิ (50-70 องศาเซลเซียส) และเวลา (12-24 ชั่วโมง) พบว่ากระบวนการอบแห้งถั่วเหลืองหมักในช่วงอุณหภูมิ และเวลาดังกล่าว ไม่ส่งผลต่อปริมาณไอโซฟลาโวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อเสนอแนะ

จากการลงพื้นที่เพื่อทำการเก็บตัวอย่างถั่วเน่าทั้ง 8 จังหวัดภาคเหนือ พบว่าผู้บริโภคในแต่ละพื้นที่มีความนิยมต่อคุณลักษณะของถั่วเน่าแตกต่างกัน ซึ่งจากการค้นคว้าข้อมูลและการทำทดลอง แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ของจุลินทรีย์เป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของถั่วเหลืองหมัก ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่น อาจใช้เชื้อที่สามารถผลิตไอโซฟลาโวนได้สูงที่สุดซึ่งผ่านการจำแนกได้ในท้องถิ่นนั้นมาเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในกระบวนการผลิตถั่วเหลืองหมักและอาจทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพิ่มเติม

จากการศึกษาผลของร้อนด้วยกระบวนการนึ่งเพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมัก พบว่าปริมาณไอโซฟลาโวนในแต่ละสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโซฟลาโวนกับกลุ่มควบคุม จะสังเกตได้ว่าไอโซฟลาโวนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนมีปริมาณลดลงผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความร้อนมีผลต่อปริมาณไอโซฟลาโวนในเชิงลบดังนั้นการศึกษาถึงความคงตัวของไอโซ ฟลาโวนในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการทำการศึกษาในขั้นต่อไป เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการหยุดปฏิกิริยาการหมักและทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณไอโซฟลาโวนที่มีอยู่ให้น้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved