# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเก็บรักษาน้ำนมดิบด้วยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสมีขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาและเคมีของน้ำนมดิบ การศึกษาปริมาณของไธโอไซยาเนต และค่ากิจกรรมของเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสที่มีอยู่ในน้ำนมดิบ การศึกษาหาสัดส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของไธโอไซยาเนตและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ทำให้ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสมีประสิทธิภาพ และศึกษาประสิทธิภาพของระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสในการยืดอายุการเก็บรักษา (shelf-life) น้ำนมดิบ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาและเคมีของน้ำนมดิบ จากฟาร์มโคนมที่เป็นสมาชิกขององค์การส่งเสริมกิจการโคนม (อ.ส.ค. ) ห้วยแก้ว สมาชิกของสหกรณ์โคนมเชียงใหม่ และฟาร์มภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าน้ำนมดิบจากฟาร์มโคนมทั้ง 3 แห่ง มีคุณภาพทางจุลชีววิทยาและทางเคมีที่ดีใกล้เคียงกัน เป็นน้ำนมดิบเกรด 2 ตามมาตรฐานการรับซื้อน้ำนมดิบขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2539 และ 2543 โดยมีคุณภาพทางจุลชีววิทยา คือ ค่า methylene blue reduction test 6 ชั่วโมง เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.22-5.44 log cfu/ml และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 235-1020 MPN/ml สำหรับคุณภาพทางเคมี มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 11.54-12.78 ไขมันร้อยละ 3.80-4.34 และโปรตีนร้อยละ 3.32-3.83

2. การศึกษาปริมาณของไธโอไซยาเนต และค่ากิจกรรมเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสที่มีอยู่ในน้ำนมดิบ พบว่าน้ำนมดิบจากฟาร์มโคนมทั้ง 3 แห่ง มีปริมาณของไธโอไซยาเนต 3.38-4.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าน้ำนมดิบจากฟาร์มภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีค่ากิจกรรมเอนไซม์สูงที่สุด $0.65\pm0.13$ units/ml รองลงมาคือน้ำนมดิบจากฟาร์มสมาชิก อ.ส.ค. ห้วยแก้ว และสหกรณ์โคนมเชียงใหม่ คือ $0.38\pm0.17$ และ $0.18\pm0.05$ units/ml ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การศึกษาหาสัดส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของไธโอไซยาเนต และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ทำให้ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสมีประสิทธิภาพ พบว่าการเติมสารโซเดียมไธโอไซยาเนต และโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ในสัดส่วนความเข้มข้น 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้มากที่สุด คือ ร้อยละ 64.00±4.62 ภายในเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และการใช้สารกระตุ้นในสัดส่วนความเข้มข้น 14 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 17 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณเชื้อได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือร้อยละ 44.46±3.74 และ 41.21±5.00 ตามลำดับ

4. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส ในการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำนมดิบ พบว่าปริมาณของเชื้อเริ่มต้นในน้ำนมดิบเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส โดยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสที่เติมสารโซเดียมไธโอไซยาเนต และโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ในสัดส่วนความเข้มข้น 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณเชื้อในน้ำนมดิบที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $4.0X10^5$ cfu/ml ได้ร้อยละ 37 ภายในเวลา 2 ชั่วโมง และสามารถเก็บน้ำนมดิบไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 4 ชั่วโมง โดยที่ปริมาณเชื้อยังไม่เพิ่มขึ้นจากเดิม และไม่สามารถลดปริมาณเชื้อในน้ำนมดิบที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $7.4X10^6$ cfu/ml ได้ สำหรับค่ากิจกรรมเอนไซม์ในน้ำนมดิบที่เก็บในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จะเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วง 4 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นจะลดลงจนถึงชั่วโมงที่ 16 ของการเก็บน้ำนมดิบค่ากิจกรรมเอนไซม์มีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง

การเก็บรักษาน้ำนมดิบด้วยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำนมดิบไว้ได้นานมากกว่า 6 วัน โดยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 77 ภายในเวลา 1 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นเชื้อจุลินทรีย์จะถูกควบคุมด้วยอุณหภูมิแช่เย็นทำให้ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 6 วัน

5. ค่ากิจกรรมเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบ มีความแปรปรวนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยน้ำนมดิบที่เก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์เพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันเป็นวงจร ตลอดการเก็บรักษานาน 6 วัน โดยค่ากิจกรรมเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บน้ำนมดิบไว้นาน 1 วัน และจะลดลงหลังเก็บไว้นาน 2 วัน และจะเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงอีกครั้งเมื่อเก็บน้ำนมดิบไว้นาน 5 วัน และ 6 วัน ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การกระตุ้นระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส โดยการเติมสารโซเดียมไธโอไซยาเนตร่วมกับโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ในสัดส่วนความเข้มข้น 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสในน้ำนมดิบเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

1. ควรตรวจวัดปริมาณของสารไธโอไซยาเนต ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ค่ากิจกรรมเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส และสารที่ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ คือ กรดไฮโปไธโอไซยานัส และไฮโปไธโอไซยาไนต์ แอนไอออน ในระหว่างการเก็บรักษาน้ำนมดิบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในระหว่างการเก็บรักษา

2. ควรทำการทดลองใช้ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส ในการเก็บรักษาน้ำนมดิบในฤดูร้อนเพื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว ซึ่งในฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศสูงทำให้น้ำนมดิบเน่าเสียได้ง่าย และน้ำนมดิบมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ และปริมาณของไธโอไซยาเนตแตกต่างจากน้ำนมดิบที่ผลิตได้ในฤดูหนาว

3. ควรทดลองหาอายุการเก็บรักษา (shelf-life) ของน้ำนมดิบที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ให้นานมากกว่า 6 วัน และตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ตรวจวัดปริมาณของสารไธโอไซยาเนต ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และค่ากิจกรรมเอนไซม์ ในระหว่างการเก็บรักษาร่วมด้วยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในช่วงต่างๆ

4. น้ำนมดิบที่ผลิตได้ในประเทศไทย มีคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่พอใช้ได้เท่านั้น เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำนมดิบที่ผลิตได้ในต่างประเทศ จึงควรมีการควบคุมคุณภาพของน้ำนมดิบตั้งแต่ในฟาร์ม

5. ควรทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส การยอมรับของผู้บริโภคกับน้ำนมดิบที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส

6. ในกรณีที่มีความจำเป็นในการเก็บน้ำนมดิบไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส นานเกิน 2 ชั่วโมง ควรใช้ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ แต่ต้องขึ้นอยู่กับปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำนมดิบด้วย เพราะถ้าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงเกินมาตรฐานการรับซื้อขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย คือมากกว่า $8.0 \times 10^6$ cfu/ml ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสจะไม่สามารถควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไว้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. การเก็บรักษาน้ำนมดิบด้วยระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสเหมาะที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนม ที่มีเครื่องทำความเย็นที่ไม่มีประสิทธิภาพ ต้องใช้เวลานานในการลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบให้เป็น 5 องศาเซลเซียส เพราะจะช่วยควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไว้ได้ในขณะที่กำลังลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบ

8. การเก็บน้ำนมดิบไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ ดังนั้นจึงควรลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบให้เป็น 5 องศาเซลเซียส ให้เร็วที่สุดเพื่อรักษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved