

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการหมักผลิตภัณฑ์นม ทำได้โดยการคัดแยกจากผลิตภัณฑ์ที่มีวางขายตามท้องตลาด ที่มีระยะเวลาในการหมัก 2 หรือ 3 วันจากจังหวัดเชียงใหม่ ชัยภูมิ และขอนแก่นด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MRS agar สามารถแยกเชื้อได้ 4 ชนิดโดยทั้งหมดเป็นเชื้อชนิดแลคติกแอซิดแบคทีเรีย คือ *Lactobacillus plantarum*1, *Lactobacillus plantarum*2, *Lactobacillus cellobiosus* และ *Pediococcus acidilactici* ซึ่งเชื้อแต่ละชนิดจะมีค่าอัตราการเจริญจำเพาะ (specific growth rate, μ) แตกต่างกันไป คือ $\mu_{Pa} = 0.119$ ชั่วโมง⁻¹, $\mu_{Lp1} = 0.125$ ชั่วโมง⁻¹, $\mu_{Lp2} = 0.104$ ชั่วโมง⁻¹ และ $\mu_{Lc} = 0.130$ ชั่วโมง⁻¹ ตามลำดับ
2. การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์นม เพื่อหาลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ตามความคิดของผู้บริโภคใช้วิธี Ideal ratio profile test พบว่าลักษณะสำคัญที่ผู้ทดสอบชิมให้ความสำคัญในการทดสอบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สีของผลิตภัณฑ์ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเปรี้ยว รสเค็ม กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ความนุ่มความแข็งของผลิตภัณฑ์
3. ในการทดลองหาส่วนผสมหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นม พบว่าเกลือ โซเดียมไนไตรท์ และเชื้อบริสุทธิเริ่มต้นชนิด *Pediococcus acidilactici* เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของนมมากที่สุด และส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลา ข้าวคั่ว และข้าวเหนียว เป็นปัจจัยรองซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพของนมน้อยกว่าปัจจัยหลักรองลงมา
4. ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยหลัก คือ เกลือ โซเดียมไนไตรท์ ซึ่งทำการวางแผนการทดลองด้วยวิธีการ 2² Factorial Experiment in Central Composite Design พบว่าสี และ รสเค็มเป็นซึ่งเป็นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเกลือ และ โซเดียมไนไตรท์ ดังสมการ

ค่าสังเกต	สมการความสัมพันธ์	R ²
สี	$-0.497 + 0.9312 * \text{NaCl} - 0.3584 * (\text{NaCl})^2 + 0.01827 * \text{NaNO}_2 - 0.00009136 * (\text{NaNO}_2)^2$	0.841
รสเค็ม	$0.8297 + 0.0755 * \text{NaCl}$	0.791
เมื่อ	NaCl คือเกลือแกง โดยปริมาณซึ่งใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 1 – 2 NaNO ₂ คือโซเดียมไนไตรท์ โดยปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วง 75 – 125 ppm	

โดยที่สามารถสรุปสมการความสัมพันธ์ของค่าสังเกตดังกล่าวได้ว่า ปริมาณเกลือที่เหมาะสม คือที่ระดับร้อยละ 1.78 และปริมาณการใช้โซเดียมไนไตรท์ระดับที่เหมาะสมที่สุด คือที่ระดับร้อยละ 0.01

5. การศึกษาระดับ หรือปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิต โดยศึกษาเชื้อชนิด *Pediococcus acidilactici* ซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพด้านต่างๆของมัมที่ผลิตโดยเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์มากกว่าเชื้อบริสุทธิ์ชนิดอื่น และจากการทดลองพบว่าการใช้ปริมาณเชื้อชนิด *Pediococcus acidilactici* ที่ระดับ 6 log cfu/g เป็นระดับที่มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์มัมมากที่สุด

6. การศึกษาระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์มัมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยกำหนดระยะเวลาต่างๆ 3 ระยะคือ 24, 48 และ 72 ชั่วโมงพบว่าการหมักที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการหมักดีที่สุด ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวจะทำให้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มัมที่ผลิตโดยเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยใกล้เคียงค่าในอุดมคติมากกว่าที่ระยะเวลา 24 และ 72 ชั่วโมง

7. ผลิตภัณฑ์มัมที่ผลิตโดยเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นด้วยสูตรส่วนผสม และกระบวนการดังกล่าวนี้มีคุณภาพทางเคมี ดังต่อไปนี้คือ ปริมาณโปรตีนร้อยละ 25.46±0.43 ปริมาณไขมัน ร้อยละ 8.91±1.20 คาร์โบไฮเดรตที่เหลือร้อยละ 2.93±0.44 ปริมาณน้ำร้อยละ 59.51±1.00 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 0.45±0.01 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.62±0.03 ปริมาณเส้นใย ร้อยละ 0.57±0.11 ความเป็นกรดเป็นด่าง 4.79±0.01 ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก ร้อยละ 0.16±0.01 ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ 0.835±0.021

ค่าทางกายภาพได้แก่ค่าสี L 36.33 ± 0.41 ค่าสี a 10.35 ± 0.12 ค่าสี b 6.75 ± 0.79 ค่าแรงเหวี่ยง 24.06 ± 2.26 และค่าทางจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก 9.21 Log cfu/g ยีสต์และรา ต่ำกว่า 10 cfu/g และตรวจไม่พบเชื้อชนิด Enterobacteriaceae

ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยดังต่อไปนี้ สีของผลิตภัณฑ์ 1.01 ± 0.13 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 0.95 ± 0.10 รสเปรี้ยว 1.01 ± 0.10 รสเค็ม 0.97 ± 0.08 กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ 1.02 ± 0.08 ความนุ่มความแข็ง 1.07 ± 0.11 การยอมรับโดยรวม 0.81 ± 0.06

8. การศึกษาทดลอง Sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านการหมักมาแล้ว 48 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บรักษาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันแล้ว พบว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์ถ้าหากมีการเก็บรักษาไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความชื้นต่ำกว่าดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อมกลับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าหากมีการเก็บรักษาไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำๆ ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความชื้นสูงกว่าสูญเสียความชื้นจากผลิตภัณฑ์ไปให้กับสิ่งแวดล้อม

9. การศึกษาการใช้ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท และเวลาที่ใช้ในการแช่สารละลายพบว่าการแช่ผลิตภัณฑ์ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นระยะเวลา 1.50 นาที (90 วินาที) จะทำให้มีปริมาณของกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์ที่ระดับ 965.98 ± 2.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ (พระราชบัญญัติอาหาร พศ. 2522) คือ ที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

10. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท จะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 5 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยปราศจากเชื้อรา แต่ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท พบว่าจะมีเชื้อราเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 84 ส่วนการเก็บรักษาไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 73 และ 51 จะมีเชื้อราเกิดขึ้นที่ระยะเวลา 3 สัปดาห์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมต่อผลิตภัณฑ์คือ ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ไม่เกิน 1 สัปดาห์

11. ราคาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์นมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น พบว่ามีต้นทุนในการผลิต เป็นจำนวนเงิน 68.15 บาทต่อหน่วยบรรจุ (350 กรัม) หรือ 183.56 บาทต่อกิโลกรัม โดยที่ราคามันในท้องตลาดมีราคาขาย 300 บาทต่อกิโลกรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ขั้นตอนการผลิตควรเลือกใช้หญ้าที่มีไขมันน้อย รวมทั้งในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ ต้องมีการตัดส่วนของไขมันออกให้ได้มากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมเป็นอาหารชนิดกึ่งแข็ง ดังนั้นถ้าหากมีปริมาณไขมันอยู่ในวัตถุดิบสูง และระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นจะทำให้ไขมันผลิตภัณฑ์เกิดการหืนได้เร็วขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม พบว่าการใช้เนื้อหูล้วนไม่มีมันในส่วนผสม ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้น มีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่ใช้เนื้อที่มีไขมันติดอยู่

2. การผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณมาก ควรทำการสะอาดน้ำในเนื้อออกให้มากที่สุดเพื่อทำให้มันที่ทำการหมัก แห้งได้เร็วขึ้น เนื่องจากการที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอยู่สูงในขณะที่ทำการหมัก จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีความสม่ำเสมอ รวมทั้งสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่ไม่ดี (สีน้ำตาลอ่อน แต่ในผลิตภัณฑ์ที่ดีจะมีสีน้ำตาลแดง)

3. ในสภาวะจริงของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมในท้องตลาดนั้น การเก็บรักษาเป็นการแขวนแบบฝังให้แห้งซึ่งมีลักษณะการเก็บคล้ายกุนเชียง ทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีความคงที่ แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้นานมีการสูญเสียความชื้นมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เมื่อนำมาปรุงเป็นอาหารแข็งเกินไป แต่การบรรจุแบบภาชนะปิดเหมือนในการทดลองสามารถลดสูญเสียความชื้นได้แต่ก็จะทำให้สีน้ำตาลแดงของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปจากเดิมกลายเป็นสีน้ำตาลอ่อน