



รายงานการวิจัย

การพัฒนาถังใส่นมอุณหภูมิต่ำ

Developing Low Temperature – Milk Can

คณะผู้วิจัย

นายสุชาติ ชัยวรกุล

นายวิจิต เกตุพงษ์พันธุ์

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
โดยได้รับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2554
เดือน กันยายน พ.ศ. 2555

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการวิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณผลประโยชน์ ประจำปี 2554 สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ขอขอบคุณท่านอาจารย์และนักวิชาการ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ฝ่ายงานฟาร์มโคนม ที่ได้อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ทำวิจัย

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาถังใส่นมอุณหภูมิต่ำ พบว่าการดัดแปลงถังนมให้มีแกนทรงกระบอกให้ความเย็นขนาด 4 นิ้ว และใช้แผ่นเจลทำความเย็นกับน้ำแข็งเกล็ดเป็นสารให้ความเย็น ทำให้อุณหภูมิของน้ำนมดิบลดลง 13.2 และ 10.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนแกนทรงกระบอกให้ความเย็นขนาด 3 นิ้ว ทำให้อุณหภูมิของน้ำนมดิบลดลง 10.5 และ 8.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แกนทรงกระบอกให้ความเย็นขนาด 4 นิ้ว สามารถ ลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบได้ต่ำกว่าขนาด 3 นิ้ว เท่ากับ 2.7 และ 2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีต้นทุนการดัดแปลงถังนม เท่ากับ 1,600 และ 1,300 บาท ตามลำดับ และต้นทุนสารให้ความเย็นที่เป็นน้ำแข็งเกล็ด เท่ากับ 5 และ 4 บาท ตามลำดับ และต้นทุนสารให้ความเย็นที่เป็นเจลให้ความเย็น เท่ากับ 4 และ 3 บาท ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ อุณหภูมิของน้ำนมดิบมีแนวโน้มลดลงแต่ยังไม่ถึงจุดที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำนม แต่ข้อมูลที่ได้อาจสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต

Abstract

The study of low-temperature milk-tank development found that modifying milk tanks having cylinder core providing 4 inches of freeze, and using gel pad with flake of snow as a cooling agent lower the temperature of raw milk as 13.2 and 10.5 degree Celsius respectively while cylinder core providing 3 inches of freeze lowers the temperature of raw milk as 10.5 and 8.5 degree Celsius respectively. Therefore, the cylinder core providing 4 inches of freeze can make the temperature of raw milk lower than the cylinder core with 3 inches of freeze as 2.7 and 2 degree Celsius respectively costing equal to 1,600 and 1,300 Baht respectively for milk tank modification. And the cost of refrigerant making flake of snow is equal to 5 and 4 Baht respectively. According to this study, the temperature of milk tank tends to be lower, but doesn't reach the point of success to control the growth of microbe in milk. However, the obtained information from this study will be innovated in the future.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	3
บทที่ 3 เนื้อหาการวิจัย	5
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	10
บรรณานุกรม	11
ภาคผนวก	12

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	จำนวนเซลล์ในน้ำนมและการตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐานจากการตรวจวิเคราะห์น้ำนมรวมของเกษตรกรที่มาส่งยังสหกรณ์โคนมสองแห่ง ก และ ข (พ.ศ. 2539-2540)
2	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบขนาด 40 ลิตร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การตัดแปลงถึงบรรจุและขนถ่ายน้ำมันดิบที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 4 นิ้ว	6
2	การตัดแปลงถึงบรรจุและขนถ่ายน้ำมันดิบที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 3 นิ้ว	7
3	แผ่นเจลให้ความเย็น	8
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะของแกนให้ความเย็นขนาด 3 และ 4 นิ้ว	13
2	ลักษณะของแกนให้ความเย็นและถังนมที่ตัดแปลงเสร็จแล้ว	13
3	ลักษณะของตัวล็อกของแกนให้ความเย็นและฝาถังนมที่ตัดแปลงแล้ว	14
4	ชุดถังนมอุณหภูมิต่ำ	14

บทที่ 1

บทนำ

แม้ว่าประเทศไทยจะมีการเลี้ยงโคนมเพื่อการนำนํ้านมมาบริโภคมากกว่า 50 ปีแล้วก็ตาม แต่ยังคงนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นํ้านมเพื่อการบริโภคภายในประเทศปีละหลายพันล้านบาท ปี 2545 มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 9,000 ล้านบาท(กรมปศุสัตว์, 2546) และปริมาณการบริโภคนํ้านมขยายตัวเพิ่มขึ้น ในอัตราไม่ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ต่อปี(สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2552) ประเทศจึงขาดดุลการค้าเกี่ยวกับโคนมและผลิตภัณฑ์นมเป็นอย่างมาก การศึกษาวิจัยและพัฒนาวิชาการการเลี้ยงโคนมได้ดำเนินการสืบเนื่องกันมาตลอด ปัญหาการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยยังคงเป็นเรื่องการมีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ปริมาณการให้นํ้านมเฉลี่ยประมาณ 11-12 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน(สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2552) ยังคงมีปัญหาเรื่องประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ต่ำ ปัญหาด้านสุขภาพต่างๆ และที่สำคัญได้แก่ปัญหาด้านคุณภาพนํ้านม ปัญหาเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการแข่งขันกับผลิตภัณฑ์นมที่นำเข้าจากต่างประเทศตามเงื่อนไขข้อตกลงการค้าเสรี (FTA)

ในงานสัมมนาเรื่อง“งานวิจัย วช. โอกาสการพัฒนาศักยภาพโคนมของประเทศไทย” โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.)วันที่ 26 มีนาคม 2552 นายอดุลย์ ว่างตาล นายกสมาคมผู้เลี้ยงโคนมไทยโฮลสไตน์ฟรีเชียน และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย นักวิชาการจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เสนอแนะสอดคล้องกันว่าการมีระบบทำความเย็นนมที่ฟาร์มเกิดผลดีต่อคุณภาพนํ้านม

การควบคุมคุณภาพในการรีดนมและหลังการรีดนมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้นํ้านมดิบที่รีดได้จากเกษตรกรมีคุณภาพสม่ำเสมอ ซึ่งนมที่รีดได้จากแม่โคนมเป็นนมที่มีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิร่างกายประมาณ 38 องศาเซลเซียส โดยเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่านํ้านมที่รีดได้จะมีจุลินทรีย์ปะปนมาด้วยเสมอ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ซึ่งหากเกษตรกรสามารถลดอุณหภูมิของนํ้านมลงได้ทันทีหลังการรีดนมจะทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลงอย่างมาก และส่งผลต่อคุณภาพนํ้านมที่ดีขึ้นแต่การลดอุณหภูมิ นํ้านมดิบให้อยู่ที่ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ในเกษตรกรรายย่อยค่อนข้างทำได้ยากเพราะต้องลงทุนสูง แต่ถ้าสามารถลดแปลงถึงใส่นํ้านมดิบที่เกษตรกรใช้กันอยู่เป็นประจำให้กลายเป็นถึงที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่เริ่มรีดจนถึงนำนํ้านมไปส่งศูนย์รับนํ้านม คุณภาพของนํ้านมที่ได้ก็จะอยู่ในเกรดดีเกษตรกรจะไม่ถูกตัดราคานํ้านมและได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการออกแบบถังเก็บน้ำนมดิบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
2. เพื่อศึกษาต้นทุนการดัดแปลงถังเก็บน้ำนมดิบ
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำนมดิบที่ใช้กับถังเก็บนมอุณหภูมิต่ำ
4. เพื่อศึกษาสารให้ความเย็นที่เหมาะสม

ขอบเขตของโครงการ

1. นำถังเก็บน้ำนมดิบที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมใช้กันทั่วไปมาดัดแปลงให้กลายเป็นถังนมที่สามารถลดอุณหภูมิในน้ำนมดิบที่รีดได้จากฟาร์มของเกษตรกรรายย่อย
2. รวบรวมข้อมูลรูปแบบของการดัดแปลงถังนมที่เหมาะสมกับการนำไปใช้จริง
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารให้ความเย็นที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
4. คำนวณหาต้นทุนการดัดแปลงถังนมลดอุณหภูมิ
5. บันทึกการตรวจสอบคุณภาพของน้ำนมที่ใช้ถังนมลดอุณหภูมิกับน้ำนมที่ไม่ได้ใช้ถังนมลดอุณหภูมิ

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2553 - 31 กันยายน 2555 (ขอขยายเวลาการทำวิจัย)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเผยแพร่ความรู้ทางวารสารให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่สนใจจะนำไปปฏิบัติตาม
2. การจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์
3. การขยายผลทำงานวิจัยเพื่อให้มีข้อมูลที่ใช้สนับสนุนและอ้างอิงมากขึ้น

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

(ธีรพงศ์, 2542) รายงานว่า อุณหภูมิของน้ำนมที่มาส่งศูนย์รับนมไม่ควรมีอุณหภูมิสูงจนเกินไป (ถูกแดดส่องโดยตรง ตั้งทิ้งไว้กลางแดดเป็นเวลานาน ฯลฯ) ความจริงแล้งน้ำนมควรถูกทำให้เย็นลงทันทีที่รีดออกมา เพราะความเย็นจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่ปะปนมากับน้ำนมเป็นการรักษาคุณภาพของน้ำนมไว้ก่อนนำมาส่งที่ศูนย์ อุณหภูมิที่สูงนอกจากจะทำให้เน่าเสียเร็วเพราะแบคทีเรียเจริญเติบโตได้รวดเร็วแล้ว ยังทำให้โปรตีนและไขมันในน้ำนมเปลี่ยนแปลงไปด้วย การทำน้ำนมให้เย็นลงโดยเร็วหลังรีดสำหรับประเทศในเขตร้อนในทางปฏิบัติอาจเป็นไปได้ยาก เท่าที่ทำได้จึงควรระวังไม่ให้อุณหภูมิของน้ำนมสูงเกินไปโดยไม่จำเป็น อันที่จริงการเจริญเติบโตของแบคทีเรียไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เพราะแบคทีเรียต่างชนิดกันต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตต่างกัน ถ้าหากคุณภาพของน้ำนมดีตั้งแต่ต้นคือมีจำนวนแบคทีเรียต่ำ คุณภาพของน้ำนมจะสามารถคงอยู่ได้ระยะหนึ่งในอุณหภูมิของบรรยากาศด้วยสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำนมพอที่จะมีเวลานำน้ำนมไปส่งที่ศูนย์ได้ทันก่อนที่คุณภาพของน้ำนมจะเริ่มเสื่อมลง น้ำนมที่มีจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนสูงตั้งแต่แรก แบคทีเรียก็จะทวีจำนวนได้อย่างรวดเร็วมากเกินความสามารถของสารยับยั้งแบคทีเรียที่มีอยู่ อย่างไรก็ตาม การทำให้น้ำนมเย็นลงหลังรีดเป็นสิ่งที่ควรทำอย่างยิ่งหากปริมาณผลผลิตในฟาร์มมีมากพอที่จะคุ้มกับค่าใช้จ่าย เพราะความเย็นนอกจากจะหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียตั้งแต่ต้นแล้ว ยังช่วยยืดคุณสมบัติของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำนมอีกด้วย เป็นการช่วยรักษาคุณภาพน้ำนมไว้ระดับหนึ่ง

ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำนมดิบของไทย ตัวเลขที่ได้มักแตกต่างกันไปตามสถานที่ เวลา และวิธีการตรวจการหาตัวเลขที่เป็นบรรทัดฐานระดับชาติจึงเป็นไปได้ยาก การตรวจน้ำนมดิบจากฟาร์มของสมาชิกของสหกรณ์โคนมสองแห่ง (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าจำนวนเซลล์และจุลินทรีย์ในน้ำนมจากฟาร์มโคนมของเกษตรกรยังมีปริมาณอยู่สูงกว่าค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 1 จำนวนเซลล์ในน้ำนมและการตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐานจากการตรวจวิเคราะห์น้ำนมรวมของเกษตรกรที่มาส่งยังสหกรณ์โคนมสองแห่ง ก และ ข (พ.ศ. 2539-2540)

รายการ	สหกรณ์โคนม ก	สหกรณ์โคนม ข
จำนวนเซลล์ในน้ำนม		
พฤศจิกายน 39	475,343+-549,897(n=207)	250,933+-292,367(n=221)
มกราคม 40	321,124+-601,235(n=202)	241,954+-171,261(n=233)
มีนาคม 40	462,514+-481,305(n=187)	258,831+-357,013(n=239)
พฤษภาคม 40	400,984+-395,256(n=184)	225,448+-317,046(n=246)
จุลินทรีย์มาตรฐาน		
ธันวาคม 39	5,883,565+-24,623,162(n=207)	780,800+-1,120,578(n=221)
กุมภาพันธ์ 40	1,179,778+-2,969,181(n=202)	852,698+-7,881,841(n=233)
เมษายน 40	2,041,155+-3,329,603(n=187)	1,153,825+-2,671,598(n=239)
มิถุนายน 40	11,742,486+-23,827,040(n=184)	1,267,171+-2,815,343(n=246)

ที่มา : (ธีรพงศ์, 2542)

(ชัยวัฒน์และคณะ, 2546) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทำความเย็นของน้ำนมดิบภายในถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบขนาดมาตรฐาน 40 ลิตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบจากอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส ให้มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 45 นาที โดยระบบการทำ ความเย็นที่ทำการศึกษามีลักษณะเป็นตัวกระจายความเย็นรูปทรงกระบอกที่สามารถจุ่มลงไปใต้นมในแนวตั้งเพื่อดึงความร้อนออกจากน้ำนมดิบ โดยการใช้คอยล์ทำความเย็นลดอุณหภูมิ น้ำนมดิบ นั้น ปัจจัยที่อาจส่งผลทำให้เวลาในการลดอุณหภูมิยาวนานมากขึ้นได้แก่ การสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศ ซึ่งในการใช้ชุดคอยล์ทำความเย็นในสภาวะการทำงานจริงต้องมีการป้องกันการสูญเสีย ความร้อนด้วยการหุ้มฉนวนให้กับถังนม ดังนั้นพลังงานความร้อนที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนความ ร้อนระหว่างบรรยากาศกับน้ำนมดิบผ่านผนังถังจึงเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับภาระในการ ทำความเย็นหลัก อันได้แก่ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำนมดิบ

บทที่ 3

เนื้อหาการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

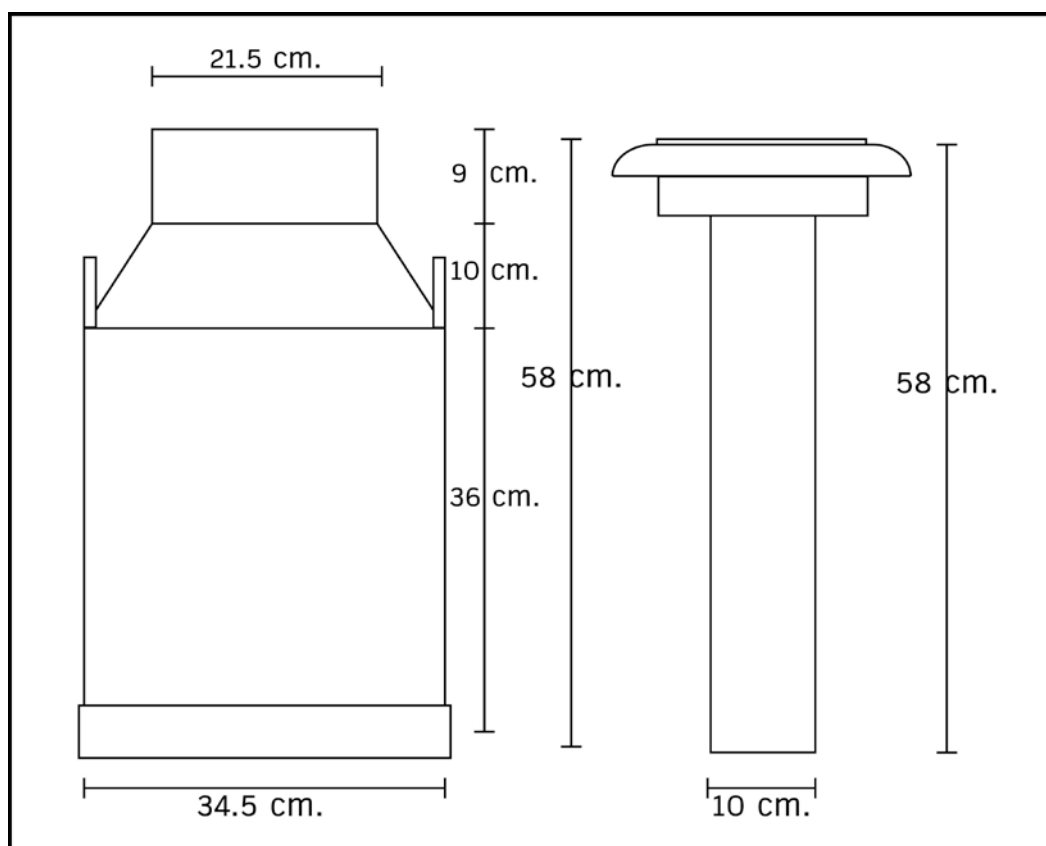
1. ดำเนินการออกแบบถังเก็บน้ำนมดิบ ด้วยการวัดขนาดและเขียนแบบโครงสร้าง เพื่อที่จะนำไปใช้ตัดแปลงถังนม
2. ดำเนินการตัดแปลงถังนมตามแบบที่ร่างไว้
3. นำถังนมที่ตัดแปลงเสร็จแล้วไปทดสอบค่าความเย็นที่ถังสามารถผลิตขึ้นมาได้และคัดเลือกสารให้ความเย็นที่เหมาะสมเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบค่าความเย็นวิเคราะห์หาจุดเด่นและจุดด้อยของถังนมควบคุมอุณหภูมิ ตรวจสอบคุณภาพน้ำนม

บทที่ 4

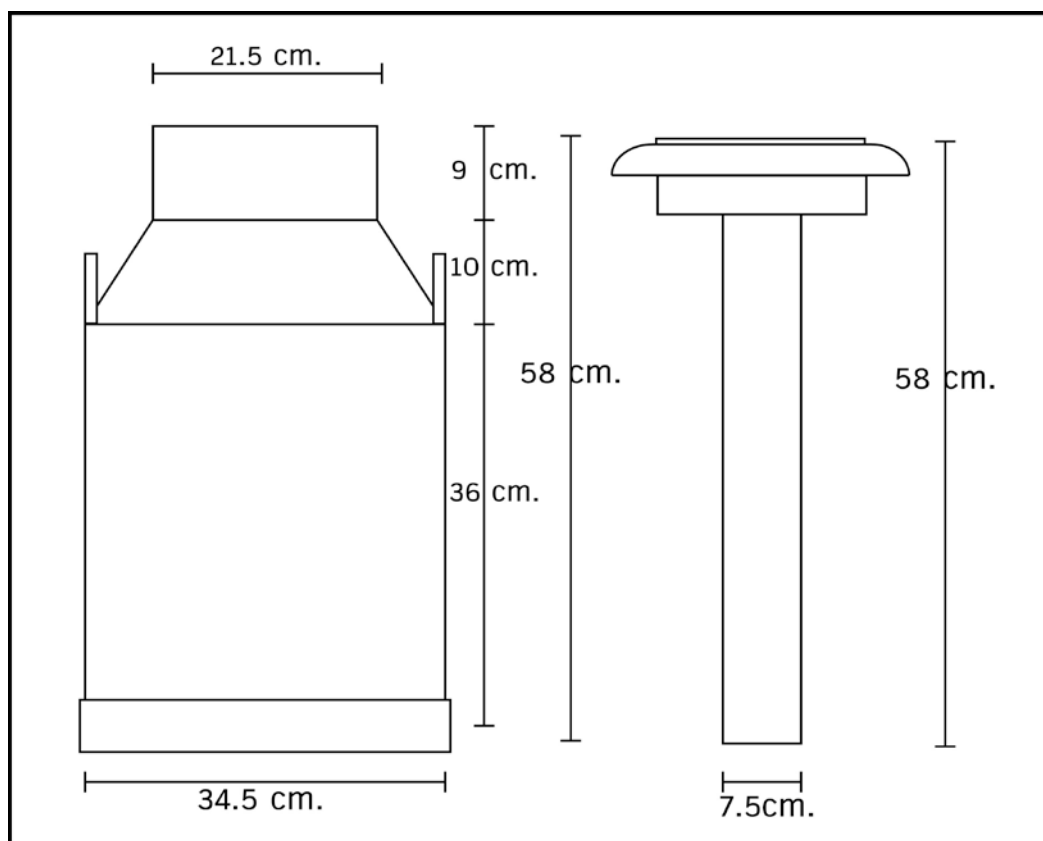
ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การดัดแปลงถังนม

การศึกษาใช้ถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบขนาดมาตรฐาน 40 ลิตร ทำการดัดแปลงฝาถังให้มีแกน ลักษณะเป็นท่อสแตนเลสความยาว 58 เซนติเมตร ความกว้างมี 2 ขนาด คือ ขนาด 4 นิ้ว และขนาด 3 นิ้ว (ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2) ลักษณะของแกนให้ความเย็นเป็นท่อสแตนเลสผิวเรียบ ปลายท่อด้านล่าง(ก้นถัง) เชื่อมปิดสนิทไม่มีตะเข็บรอยเชื่อม ส่วนปลายท่ออีกด้านเปิดออกมีสลักสามารถยึดกับฝาถังนมได้โดยสามารถถอดเข้าออกได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 1 การดัดแปลงถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 4 นิ้ว



ภาพที่ 2 การดัดแปลงถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 3 นิ้ว

จากการดัดแปลงถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบพบว่า ปริมาตรของการบรรจุน้ำนมดิบของถังที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 4 นิ้ว บรรจุน้ำนมดิบได้ลดลง 4.5 ลิตร และถังที่มีแกนให้ความเย็นขนาด 3 นิ้ว บรรจุน้ำนมดิบได้ลดลง 2.56 ลิตร

สารให้ความเย็นในการทดลองในครั้งนี้ใช้สารให้ความเย็น 2 ชนิด คือ เจลให้ความเย็นแบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้และน้ำแข็งเกล็ด ลักษณะของเจลให้ความเย็นมีชื่อเรียกทางการค้าว่า เทคนิไอซ์ 4 ชั้น ภายในประกอบไปด้วยเส้นใยสองชั้น ด้วยการเชื่อมโมเลกุลพิเศษระหว่างโพลีเอทรีเลต โพลีแอลกอฮอล์โคโพลีเมอร์สารให้ความเย็นซึ่งถูกเชื่อมต่อกัน เป็นโพลีเมอร์ที่มีความสามารถในการดูดซับอย่างยิ่งยวด (The super-absorbent polymer) สามารถดูดซับได้หลายเท่าของน้ำหนักตัวมันเอง และสร้างความเย็นที่สามารถทำให้แห้งได้ (Dehydrate Refrigerant Sheet) สามารถนำมาล้าง นำมาวางซ้อนกันในห้องแช่แข็งและพับเข้าหากันได้โดยปราศจากปัญหาการเกาะติดกัน



ภาพที่ 3 แผ่นเจลให้ความเย็น

คำแนะนำการใช้งานแผ่นเจลให้ความเย็นเทคนิไอซ์ เพื่อรักษาความเย็นให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด การใช้งานครั้งแรกให้ขยำเทคนิไอซ์ในน้ำร้อน (ประมาณ 45 องศาเซลเซียส) โดยให้แผ่นเทคนิไอซ์จมมิดในน้ำร้อนขยำจนกระทั่งทุกๆ เซลล์พองตัวเต็มที่จนหนาประมาณ 3 เซนติเมตร จากนั้นนำไปแช่น้ำร้อนจัดโดยให้ทั้งแผ่นจมมิดใต้น้ำร้อน (ไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ก่อนนำเทคนิไอซ์ไปแช่เย็นหรือแช่แข็ง ควรเช็ดให้แห้งก่อนเนื่องจากน้ำที่เกาะรอบๆ เทคนิไอซ์จะทำให้เทคนิไอซ์ดูดความเย็นได้น้อยลงและเมื่อนำมาใช้งานน้ำแข็งรอบๆ จะกลายเป็นน้ำซึ่งดึงความเย็นออกจากเทคนิไอซ์ ทำให้เทคนิไอซ์รักษาความเย็นได้ระยะเวลาด้านลง

ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำนมดิบภายในถังบรรจุน้ำนมดิบขนาด 40 ลิตร (ดังแสดงในตารางที่ 1) พบว่า ขนาดแกนให้ความเย็น 3 นิ้ว ที่ใช้น้ำแข็งเกล็ดเป็นสารให้ความเย็นสามารถลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบลงได้ 8.5 องศาเซลเซียส และการใช้แผ่นเจลให้ความเย็นสามารถลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบลงได้ 10.5 องศาเซลเซียส ส่วนขนาดแกนให้ความเย็น 4 นิ้ว ที่ใช้น้ำแข็งเกล็ดเป็นสารให้ความเย็นลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบลงได้ 10.5 องศาเซลเซียสและการใช้แผ่นเจลให้ความเย็นลดอุณหภูมิของน้ำนมดิบลงได้ 13.2 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวพบว่าขนาดของแกนให้ความเย็น 4 นิ้ว มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิได้สูงกว่าขนาดแกนให้ความเย็น 3 นิ้ว และแผ่นเจลให้ความเย็นมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิน้ำนมดิบได้ดีกว่าการใช้น้ำแข็งเกล็ดโดยเมื่ออุณหภูมิของน้ำนมดิบลดลงจนอุณหภูมิไม่เคลื่อนไหวทั้งที่แกนให้ความเย็นยังมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าน้ำนมดิบ ซึ่งเป็นเพราะว่าการที่ถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบไม่มีฉนวนหุ้มรอบถังทำให้เกิดการ

ถ่ายเทความเย็นจากผนังของถังน้ำนมดิบกับอุณหภูมิห้องซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2546) พบว่า ปัจจัยที่อาจส่งผลทำให้เวลาในการลดอุณหภูมิยาวนานมากขึ้นได้แก่ การสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศในสภาวะการทำงานจริงต้องมีการป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วยการหุ้มฉนวนให้กับถังนม รวมไปถึงการให้น้ำนมดิบในถังมีการเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดการกระจายความเย็นได้ทั่วถึง

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบขนาด 40 ลิตร

อุณหภูมิภายในถัง บรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบ	ขนาดแกนให้ ความเย็นขนาด 3 นิ้ว		ขนาดแกนให้ ความเย็นขนาด 4 นิ้ว	
	0 นาที	35 C	35 C	35 C
10 นาที	32.4 C	33.2 C	32.7 C	31.5 C
20 นาที	29.7 C	31.6 C	30.2 C	29.7 C
30 นาที	28.5 C	28.9 C	27.4 C	27.3 C
40 นาที	27.9 C	26.7 C	26.9 C	25.1 C
50 นาที	27.3 C	25.3 C	25.7 C	22.4 C
60 นาที	26.5 C	24.5 C	24.5 C	21.8 C
อุณหภูมิตดลง	8.5 C	10.5 C	10.5 C	13.2 C

ต้นทุนในการตัดแปลงถังน้ำนมจากการศึกษาพบว่า การตัดแปลงถังนมขนาดแกนให้ความเย็น 3 นิ้ว ใช้งบประมาณ 1,300 บาทต่อถังและขนาดแกนให้ความเย็น 4 นิ้ว ใช้งบประมาณ 1,600 บาทต่อถัง การใช้น้ำแข็งเกล็ดเป็นสารให้ความเย็นจะมีต้นทุนประมาณ 5 บาทต่อถังต่อวัน ต้นทุนสารให้ความเย็นของแผ่นเจลให้ความเย็นประมาณ 8 บาทต่อถังต่อวัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการทำถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบอุณหภูมิต่ำพบว่า การตัดแปลงถังน้ำนมดิบให้มีแกนทำความเย็น 4 นิ้ว จะมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของน้ำนมได้ดีกว่าแกนทำความเย็นขนาด 3 นิ้ว คือ การใช้น้ำแข็งเกล็ดลดอุณหภูมิลงได้ 10.5 กับ 8.5 องศาเซลเซียสตามลำดับ และการใช้แผ่นเจลให้ความเย็นลดอุณหภูมิลงได้ 13.2 กับ 10.5 องศาเซลเซียสตามลำดับ ด้านต้นทุนการตัดแปลงถังน้ำนมดิบพบว่าแกนทำความเย็นขนาด 4 นิ้ว มีต้นทุนในการตัดแปลงประมาณ 1,600 บาท และแกนทำความเย็นขนาด 3 นิ้ว มีต้นทุนในการตัดแปลงประมาณ 1,300 บาท และต้นทุนสารให้ความเย็นที่เป็นน้ำแข็งเกล็ดประมาณ 5 บาทต่อถังต่อวัน ต้นทุนสารให้ความเย็นของแผ่นเจลให้ความเย็นประมาณ 8 บาทต่อถังต่อวัน

จากการศึกษาในครั้งนี้อุณหภูมิของน้ำนมดิบมีแนวโน้มลดลงแต่ยังลงไม่ถึงจุดที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้คือที่ 4 องศาเซลเซียสทั้งนี้เพราะถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบในประเทศไทยมีลักษณะเป็นถังอูมูนิเยมและสแตนเลสที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอกทำให้ไม่สามารถลดอุณหภูมิให้ได้ตามการเก็บรักษาน้ำนมดิบ

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. นำเข้านมและผลิตภัณฑ์น้ำนมเพื่อการบริโภคภายในประเทศ.
- ชัยวัฒน์ อยู่หนู, ภาวนี นรัถรักษา, สุริยันต์ เทียมเพ็ชร และ อโณทัย สุขแสงพนมรุ่ง. 2546 . การออกแบบระบบทำความเย็นสำหรับถังบรรจุและขนถ่ายน้ำนมดิบ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธีรพงศ์ ธีรภัทรสกุล. 2542. ประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านสุขภาพโคนม : แนวทางการวิจัยและพัฒนาในอนาคต. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. 360 น.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2552. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “งานวิจัย วช. โอกาสการพัฒนาศักยภาพโคนมของประเทศ” วันที่ 26 มีนาคม 2552. ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชั่น. กรุงเทพมหานคร.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะของแกนให้ความเย็นขนาด 3 และ 4 นิ้ว



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะของแกนให้ความเย็นและถังนมที่ดัดแปลงเสร็จแล้ว



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะของตัวล็อกของแกนให้ความเย็นและฝาถังนมที่ตัดแปลงแล้ว



ภาพผนวกที่ 4 ชุดถังนมอุณหภูมิต่ำ