

การประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาและการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในอาหารของนํ้านมแพะดิบในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

ราชกุล วิริยพรหม^{1*}, สิริลักษณ์ แก้วมณี¹, วรรณรัตน์ แซ่ซัน¹, สกาวพร ประจันตะเสน¹ และ สันติ หมดหมื่น²

¹คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

*อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ratchakul.w@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดัดขึ้นซึ่งมีลักษณะ และการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในนํ้านมแพะดิบ จากการเก็บตัวอย่างนํ้านมแพะดิบจำนวน 14 ตัวอย่าง จาก 14 ฟาร์ม ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย (สงขลา ยะลา ปัตตานี สุราษฎร์ธานี ตรัง และ นครศรีธรรมราช) โดยทำการหาการปนเปื้อนของเชื้อ Coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Listeria monocytogenes* ซึ่งเป็นเชื้อกลุ่มสำคัญที่บ่งบอกถึง สุขลักษณะและความปลอดภัยทางอาหาร พบว่า มีตัวอย่างนํ้านมดิบที่มีเชื้อ Coliform 10 ตัวอย่าง เชื้อ *E. coli* 1 ตัวอย่าง เชื้อ *S. aureus* 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 71.42, 7.14 และ 28.57 ตามลำดับ และ ตัวอย่างนํ้านมแพะดิบทั้งหมดไม่พบการปนเปื้อน เชื้อ *L. monocytogenes* เมื่อทำการประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาแล้วนั้น ตัวอย่างนํ้านมแพะดิบที่ปนเปื้อนเชื้อดัดขึ้นซึ่งมี สุขลักษณะ และ การปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในอาหารที่เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหาร จำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35.71 ส่วนตัวอย่าง นํ้านมแพะดิบที่ดี มีการปนเปื้อนเชื้อดัดขึ้นซึ่งมีลักษณะ และ การปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในอาหารไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหาร จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 64.29 อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนเชื้อในกลุ่มดังกล่าวทำให้ผู้บริโภคควรบริโภคนํ้านมที่ผ่านกระบวนการฆ่า เชื้อ และเกษตรกรต้องตระหนักถึงสุขลักษณะของการเก็บนํ้านมดิบ รวมทั้งภาชนะรองรับ ภาชนะบรรจุ บุคลากร วิธีการ และ การเฝ้า ระวังโรคที่ส่งผลต่อคุณภาพนํ้านมแพะดิบต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: นํ้านมแพะดิบ, ความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา, แบคทีเรียดัดขึ้น, เชื้อก่อโรค, สุขลักษณะอาหาร

Microbiological Safety Assessment and Foodborne Pathogen Contamination of Raw Goat Milk in Six Southern Provinces of Thailand

Ratchakul Wiriya-prom^{1,*}, Siriluk Kaewmanee¹, Vannarat Saechan¹,
Sakaoporn Prachantasena¹ and Santi Madman²

¹Faculty of Veterinary Science, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand

²Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Mueang, Songkhla 90000, Thailand

*Corresponding author's e-mail: ratchakul.w@psu.ac.th

Abstract

This study aimed to evaluate the microbiological safety of raw goat milk by investigating the contamination of hygiene indicator bacteria and foodborne pathogens. A total of 14 raw goat milk samples were collected from 14 farms across 6 provinces in Southern Thailand, including Songkhla, Yala, Pattani, Surat Thani, Trang, and Nakhon Si Thammarat. The samples were analyzed for the contamination of Coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*, which are crucial bacterial groups reflecting food hygiene and safety. The results revealed that Coliforms, *E. coli*, and *S. aureus* were detected in 10, 1, and 4 samples, accounting for 71.42%, 7.14%, and 28.57% of the total samples, respectively. Notably, *L. monocytogenes* was not detected in any of the raw goat milk samples. According to the microbiological safety assessment, 5 samples (35.71%) contaminated with high levels of hygiene indicator bacteria and foodborne pathogens, rendering them unsuitable for processing or direct consumption. However, the majority of the raw goat milk samples (9 samples, 64.29%) remained safe for consumption. In conclusion, the presence of these bacterial contaminants highlights the critical need for farmers to raise awareness regarding hygiene practices. This includes strict milking procedures, storage and containment vessels, personnel hygiene, and disease surveillance to ensure the future quality and safety of raw goat milk. Furthermore, consumers should only consume goat milk that has undergone proper sterilization processes.

Keywords: Raw Goat Milk, Microbiological Safety, Indicator Bacteria, Pathogens, Food hygiene

บทนำ

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เกษตรกรสามารถเลี้ยงได้ง่ายและให้ผลตอบแทนเร็ว ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย ต้นทุนต่ำ สร้างเป็นอาชีพเสริมได้ โดยเฉพาะการเลี้ยงแพะนมในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ในปีพ.ศ. 2568 ภาคใต้มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะมากที่สุดถึง 50,534 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.23 ของประเทศ โดยจังหวัดยะลา มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะมากที่สุด จำนวน 12,799 รายรองลงมาคือ จังหวัดนราธิวาส ปัตตานี สงขลา และสตูล ตามลำดับ สัดส่วนของการเลี้ยงแพะนมทั้งประเทศ อยู่ที่ 28,012 ตัว คิดเป็น 2.13 เปอร์เซ็นต์ จำนวนแพะทั้งหมดในประเทศ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2568) นมแพะเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคท้องถิ่น คุณสมบัติของนํ้านมแพะมีโอกาสก่อให้เกิดการแพ้โปรตีนในนํ้านมได้น้อย เนื่องจากพบว่าในนํ้านมแพะมีไขมันขนาดเล็ก ทำให้ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมสารอาหารได้ง่าย ลดการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์นมแพะแปรรูปที่ได้จำหน่ายให้กับผู้บริโภคส่วนมากมาจาก นํ้านมแพะดิบ ซึ่งนํ้านมดิบเป็นสินค้าเกษตรและอาหารที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ในกระบวนการผลิต กระบวนการรีดนม และ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จึงต้องคำนึงถึงสุขลักษณะและความปลอดภัยของผู้บริโภค การที่มีสุขลักษณะไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคได้ ซึ่งเชื้อ Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *L. monocytogenes* เป็นเชื้อกลุ่มสำคัญที่นิยมในการตรวจหาเพื่อประเมินถึงสุขลักษณะและความปลอดภัยทางอาหาร

เชื้อแบคทีเรียดัชนีชี้วัดสุขลักษณะทางอาหาร มักเป็นเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Coliforms และเชื้อ *E. coli* เนื่องจากเป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในดิน น้ำ และ ลำไส้ของสัตว์ที่ถูกขับถ่ายมาพร้อมกับอุจจาระ ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างแท่ง ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobe) สามารถหมักน้ำตาลแล็กโทส ทำให้เกิดการดและแก๊สได้ เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส ไม่ทนต่อความร้อน สามารถทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน เชื้อ Coliform มักก่อให้เกิดนํ้านมเน่าเสียได้ง่าย และมีแนวโน้มที่จะพบเชื้อ *E. coli* ได้ ซึ่งบางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษได้ เช่น Shiga Toxin-producing *E. coli* (STEC), *E. coli* O157:H7 ที่ก่อให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นเลือด ปวดท้อง และ อาจนำไปสู่ภาวะไตวายเฉียบพลัน อันตรายถึงชีวิต ดังนั้น เชื้อกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* จึงเป็นเชื้อแบคทีเรียดัชนีชี้วัดสุขลักษณะที่ไม่ดี ในการผลิตนํ้านมแพะดิบ โดยมักจะปนเปื้อนได้จากมูลสัตว์ อุปกรณ์การรีด หรือ แม่แพะที่มีภาวะโรคเต้านมอักเสบ (Gonzales-Barron et al., 2017; Nuhriawangsa et al., 2019; Wiriaprom et al., 2022)

เชื้อแบคทีเรียก่อโรคในอาหารเป็นปัญหาที่สำคัญในประเทศไทย ตัวอย่างของเชื้อแบคทีเรียที่พบได้บ่อย คือ *S. aureus* เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม สามารถพบได้ตามผิวหนังและโพรงจมูก อาหาร และ นํ้านมดิบ สามารถปนเปื้อนเชื้อนี้ด้วยการสัมผัส เชื้อ *S. aureus* มีความสามารถในการสร้างสารพิษ เอนเทอโรทอกซิน (Enterotoxin) สารพิษนี้มีคุณสมบัติ ทนต่อความร้อนได้ดี การให้ความร้อนอาจจะทำลายตัวเชื้อได้ แต่สารพิษยังคงอยู่ ซึ่งพิษทำให้ก่อโรคอาหารเป็นพิษ คลื่นไส้ อาเจียน ในรายที่รุนแรงอาจเกิดอาการช็อกได้ อีกทั้งการมีอยู่ของเชื้อ *S. aureus* มักสัมพันธ์กับภาวะเต้านมอักเสบในแพะ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในแพะนม (Qazi et al., 2019) และเชื้อ *L. monocytogenes* เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างแท่ง ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 0 - 50 องศาเซลเซียส สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 2 - 3 วัน เป็นเชื้อที่มีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี พบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ มูลสัตว์ สามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่รุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย และสามารถก่อโรค Listeriosis อาจเกิดอันตรายต่อระบบประสาทเนื่องจากเยื่อหุ้มสมองอักเสบได้ (Sepahvand et al., 2022) มักส่งผลต่อการเก็บรักษานํ้านมแพะดิบก่อนผ่านกระบวนการ เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์นม ในฐานะที่ ทีมวิจัยเป็นหน่วยงานสายสนับสนุน ปฏิบัติงานด้านสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดองค์ความรู้และประเมินความปลอดภัยของนํ้านมดิบ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการสำรวจสถานการณ์เป็นกรณีศึกษาของการปนเปื้อนทางจุลชีววิทยาจากฟาร์มเลี้ยงแพะนมครอบคลุม 6 จังหวัดภาคใต้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ในการเฝ้าระวังและการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการผลิตนมแพะดิบให้ได้มาตรฐาน ยกย่องการพัฒนาสินค้าเกษตร และความปลอดภัยอาหารในชุมชนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ (Coliform และ *E. coli*) ในนํ้านมแพะดิบ
2. เพื่อตรวจการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในอาหาร (*S. aureus* และ *L. monocytogenes*) ในนํ้านมแพะดิบ
3. เพื่อประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาเบื้องต้นของนํ้านมแพะดิบเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอาหาร

ระเบียบวิธีวิจัย

เครื่องมือ วัสดุ และ อุปกรณ์

- ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (Incubator)
- เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)
- กล้องจุลทรรศน์ (Microscopic)
- ขวดเก็บตัวอย่างปราศจากเชื้อ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- หลอดทดลอง ขนาด 13x100 มิลลิเมตร และ 16x150 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบ
- ปิเปตแก้ว ขนาด 1 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร
- จานเพาะเชื้อแก้ว ขนาด 90x15 มิลลิเมตร
- ห่วงและเข็มฉีดยา

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

- 0.85% Normal Saline Solution (0.85% NaCl)
- Petrifilm TM EC (E. coli/ Coliform Count Plate) Lot. 418323255A
- Nutrient Agar
- IMViC test and reagent
- Petrifilm TM STX (Staph Express) Lot. 418323272C
- Rabbit coagulase plasma
- Gram-Strain Set
- 24 LEB with Buffer
- BrillianceTMListeria Agar base CM1212
- BRILLIANCE™ LISTERIA DIFFERENTIAL SUPPLEMENT (ISO) SR0258B
- BRILLIANCE™ LISTERIA SELECTIVE SUPPLEMENT (ISO) SR0257E

การเก็บตัวอย่างนํานมแพะดิบ

เก็บตัวอย่างนํานมแพะดิบทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 6 จังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย สงขลา ยะลา ปัตตานี ตรัง นครศรีธรรมราช และ สุราษฎร์ธานี จากฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม ทำการเก็บตัวอย่างนํานมแพะจากถังรวบรวม นํานมดิบ (นํานมดิบของแพะในฟาร์มที่รวมลงถังเก็บถังเดียว) ที่เกษตรกรเก็บเพื่อจำหน่ายหรือแปรรูป โดยบรรจุลงในขวดเก็บตัวอย่าง ปราศจากเชื้อ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างในการเก็บตัวอย่าง ปิดฝาภาชนะบรรจุให้สนิท พร้อมระบุ ข้อมูล เก็บรักษาตัวอย่างให้อยู่ในอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส โดยแช่ในกล่องโฟมพร้อมน้ำแข็ง แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังเก็บตัวอย่าง

การวิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่างนํานมแพะดิบ

การเตรียมตัวอย่างนํานมแพะดิบ โดยการนำตัวอย่างที่ได้เขย่าขึ้นลงให้ตัวอย่างผสมเข้ากันดี ไม่แยกชั้นกัน ใช้ปิเปต ปราศจากเชื้อ ขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างนํานมจากขวดเก็บตัวอย่าง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงให้ 0.85% Normal Saline Solution ปราศจากเชื้อ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer) จะได้ตัวอย่างนํานมที่มีระดับเจือจางที่ 10^{-1} และใช้ปิเปตปราศจากเชื้อ ขนาด 1 มิลลิลิตร อันใหม่ดูดตัวอย่างนํานมจากหลอดนํานมที่มีความเจือจางที่ 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลง 0.85% Normal Saline Solution ปราศจากเชื้อ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร หลอดที่ 2 ผสมให้เข้ากันด้วย เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer) จะได้ตัวอย่างนํานมที่มีระดับเจือจางที่ 10^{-2} ซึ่งเราจะได้ตัวอย่างนํานมดิบทั้งสิ้น 3 ความเข้มข้น คือ 1. ตัวอย่างนํานมดิบแบบไม่เจือจาง (Undilute) 2. ตัวอย่างนํานมดิบที่ระดับเจือจาง 10^{-1} และ 3. ตัวอย่างนํานมดิบที่ระดับเจือจาง 10^{-2}

การตรวจหาจำนวนเชื้อ Coliform และ *E. coli* ด้วย Petrifilm™ EC

Association of Official Analytical Collaboration International (2023a, 2023b), (Method 991.14 and 986.33) นำแผ่น Petrifilm™ EC มาเขียนระบุชื่อตัวอย่างและระดับความเจือจาง หลังจากนั้น นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ ทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร ใช้ปิเปตปราศจากเชื้อขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำนมที่มีความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร แล้วเปิดแผ่นพลาสติกที่ปิดแผ่น Petrifilm ขึ้น หยอดตัวอย่างน้ำนมที่ดูดลงตรงกลางแผ่น แล้วค่อย ๆ ปิดแผ่นพลาสติกลงอย่างช้า ๆ เพื่อไม่ให้เกิดฟอง ใช้แผ่นเกลี่ยที่ให้มากดทับเบา ๆ เพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วแผ่น Petrifilm โดยทำแบบนี้ 3 ซ้ำ (Triplicate) ต่อความเข้มข้นต่อตัวอย่าง นำแผ่น Petrifilm ทั้งหมดเข้าบ่มในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง แล้วทำการอ่านผลการทดสอบ การอ่านผลการทดสอบของ Petrifilm™ EC ตรวจนับจำนวนโคโลนี โคลิฟอร์มจะหมักน้ำตาลแลกโตสให้กรดและแก๊ส ดังนั้น โคโลนีจึงมีสีแดงและสีน้ำเงิน ไม่มีหรือมีวงแก๊สรอบๆโคโลนี ส่วน *E. coli* โคโลนีจะมีสีน้ำเงิน เนื่องจากเอนไซม์ glucuronidase ซึ่งทำปฏิกิริยาเกิดตะกอนสีน้ำเงินรอบ ๆ โคโลนี การรายงานผลให้คำนวณกลับตามความเจือจางที่นับได้

การตรวจหาจำนวนเชื้อ *S. aureus* ด้วย Petrifilm™ STX

Association of Official Analytical Collaboration International (2023c), (Method 975.55) นำแผ่น Petrifilm™ STX มาเขียนระบุชื่อตัวอย่างและระดับความเจือจาง หลังจากนั้น นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ ทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร ใช้ปิเปตปราศจากเชื้อขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำนมที่มีความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร แล้วเปิดแผ่นพลาสติกที่ปิดแผ่น Petrifilm ขึ้น หยอดตัวอย่างน้ำนมที่ดูดลงตรงกลางแผ่น แล้วค่อยๆปิดแผ่นพลาสติกลงอย่างช้า ๆ เพื่อไม่ให้เกิดฟอง ใช้แผ่นเกลี่ยที่ให้มากดทับเบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วแผ่น Petrifilm โดยทำแบบนี้ 3 ซ้ำ (Triplicate) ต่อความเข้มข้นต่อตัวอย่าง นำแผ่น Petrifilm ทั้งหมดเข้าบ่มในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง แล้วทำการอ่านผลการทดสอบ การอ่านผลการทดสอบของ Petrifilm™ STX ตรวจนับจำนวนโคโลนี ที่มีสีม่วงแดง ซึ่งสีของโคโลนีดังกล่าว อาจจะเป็นเชื้อ *S. aureus*, *S. hyicus* หรือ *S. intermedius* ได้ จึงต้องทำการตรวจสอบยืนยัน ด้วยการทำ Coagulase Test นำโคโลนีต้องสงสัย เพาะลงบนอาหาร Nutrient Agar (NA) ได้ บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง ได้โคโลนีกลม เรียบ โค้งนูน มีความขุ่นขึ้น ไม่แห้ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 - 3 มิลลิเมตร ถ่ายลงอาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion Broth บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง ดูดเชื้อปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จาก Brain Heart Infusion Broth ที่ผ่านการบ่มแล้ว ด้วย Sterile Pipette ใส่ในหลอด Plasma ที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำเข้าบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 6 ชั่วโมง ถ้าหากยังไม่เกิดการแข็งตัวของ Plasma ให้บ่มต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผล Coagulase Test หากพบมีการจับตัวกัน แสดงว่าเชื้อนั้นเป็น *S. aureus* การรายงานผลให้คำนวณกลับตามความเจือจางที่นับได้

การตรวจหาเชื้อ *Listeria Monocytogenes*

Hitchins et al. (2022) นำตัวอย่างน้ำนมแพะดิบเขย่าขึ้นลงให้ตัวอย่างผสมเข้ากันดี ไม่แยกชั้นกัน ใช้ปิเปตปราศจากเชื้อ ขนาด 25 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำนมจากขวดเก็บตัวอย่าง ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในถุงตัวอย่างและเทอาหารเลี้ยงเชื้อ 24 LEB with Buffer ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน นำเข้าบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด ทำการ Streak ด้วยท่งถ่ายเชื้อ ขนาด 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliance™ Listeria Agar จากนั้นนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง การอ่านผลการทดสอบ หากไม่ปรากฏโคโลนีใดๆ เท่ากับไม่พบ *Listeria* spp. ในกรณีพบ โคโลนีสีฟ้า-เขียว กลม ขอบเรียบ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร และมีรัศมี (Opaque Halo Zone) เท่ากับพบ *L. monocytogenes* แต่ถ้าพบ โคโลนีสีฟ้า-เขียว กลม ขอบเรียบ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 - 2 มิลลิเมตร แต่ไม่มีหรือไม่มีรัศมี (opaque halo zone) เท่ากับพบ *Listeria* spp.

เกณฑ์ประเมินความปลอดภัยอาหารทางด้านจุลชีววิทยา

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006-2551): น้ำนมแพะดิบ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) ระบุว่า น้ำนมแพะดิบ ต้องมีคุณลักษณะของจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำนมแพะดิบ ดังนี้ จำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 2×10^5 CFU/mL จำนวนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต้องไม่เกิน 10^3 CFU/mL จำนวนของแบคทีเรียทนร้อน ต้องไม่เกิน 10^3 CFU/mL และ ต้องปราศจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคติดต่อระหว่างสัตว์สู่คน

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (ฉบับที่ 3) แนบท้ายประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ.2560 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2566) ระบุว่า อาหารดิบ หมายถึงอาหารที่ยังบริโภคไม่ได้ ต้อง

ผ่านการปรุงสุกหรือเตรียมด้วยกรรมวิธีใดๆ ก่อนบริโภค ในส่วนของข้อ 1.5 อาหารดิบอื่นๆ นอกเหนือจากข้อ 1.1 - 1.4 อาหารที่มีอาหารดิบเป็นส่วนประกอบหรือส่วนผสม และ อาหารพร้อมปรุง จำนวนของ *E. coli* ต้องไม่เกิน 100 CFU/mL

เกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แนนบายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ. 2563 (กระทรวงสาธารณสุข, 2563) ระบุว่า ผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ นมโค นมปรุงแต่ง ผลิตภัณฑ์ของนม และ นมจากสัตว์อื่นที่มีไขมันของโคเป็นผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ หรือ กรรมวิธีอื่นที่เทียบเท่า ในส่วนของผลิตภัณฑ์นมจากสัตว์อื่นที่มีไขมันของโค กำหนดไว้ว่าจำนวนของ *S. aureus* ต้องไม่เกิน 100 CFU/mL และ *L. monocytogenes* ต้องไม่พบใน 25 mL

ผลการวิจัย

ตรวจหาเชื้อแบคทีเรียที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะและเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร จากน้ำนมแพะดิบ ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย จำนวน 14 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนเชื้อ Coliform ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง คือ PN1, PN3, SK1, SK2, YL3, SR1, SR2, TR1, TR2 และ NK1 คิดเป็นร้อยละ 71.43 รองลงมา คือ เชื้อ *S. aureus* 4 ตัวอย่าง คือ PN3, SK1, SR1 และ SR2 คิดเป็นร้อยละ 28.57 เชื้อ *E. coli* 1 ตัวอย่าง คือ SK2 คิดเป็นร้อยละ 7.14 และ เชื้อ *L. monocytogenes* ไม่มีการปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ

จังหวัด	ชื่อตัวอย่าง	ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา			
		Total Coliform (CFU/mL)	<i>E. coli</i> (CFU/mL)	<i>S. aureus</i> (CFU/mL)	<i>L. monocytogenes</i>
ปัตตานี	PN1	40 ± 8.64	ND	ND	ND
	PN2	ND	ND	ND	ND
	PN3	32 ± 2.83	ND	65 ± 3.74	ND
สงขลา	SK1	3 ± 1.63	ND	2.4x10 ² ± 0.21	ND
	SK2	7.33x10 ³ ± 0.39	7.30x10 ³ ± 0.37	ND	ND
	SK3	ND	ND	ND	ND
ยะลา	YL1	ND	ND	ND	ND
	YL2	ND	ND	ND	ND
	YL3	8.15x10 ² ± 0.25	ND	ND	ND
สุราษฎร์ธานี	SR1	4 ± 1.63	ND	7.75x10 ² ± 0.26	ND
	SR2	6.85x10 ² ± 0.40	ND	2.36x10 ⁵ ± 0.33	ND
ตรัง	TR1	6 ± 2.16	ND	ND	ND
	TR2	1.89x10 ⁴ ± 0.23	ND	ND	ND
นครศรีธรรมราช	NK1	5.60x10 ² ± 0.51	ND	ND	ND

หมายเหตุ ND = Not detected

ผลจากตารางที่ 1 จำนวนของเชื้อแบคทีเรียที่ได้นำมาเทียบกับเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อประเมินความปลอดภัยด้านอาหาร พบว่าเชื้อ Coliform ที่มีในตัวอย่างน้ำนมแพะดิบที่มีปริมาณเชื้อมากกว่า 10³ CFU/mL มีจำนวน 2 ตัวอย่าง คือ SK2 และ TR2 (7.33x10³ ± 0.39 CFU/mL และ 1.89x10⁴ ± 0.23 CFU/mL ตามลำดับ) คิดเป็นร้อยละ 14.28 เชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ ที่มีปริมาณเชื้อมากกว่า 10² CFU/mL มีจำนวน 3 ตัวอย่าง คือ SK1, SR1 และ SR2 (2.40x10² ± 0.21 CFU/mL, 7.75x10² ± 0.26 CFU/mL และ 2.36x10⁵ ± 0.33 CFU/mL ตามลำดับ) คิดเป็นร้อยละ 21.42 เชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ ที่มีปริมาณมากกว่า 10² CFU/mL มีจำนวน 1 ตัวอย่าง คือ SK2 (7.30x10³ ± 0.37 CFU/mL) คิดเป็นร้อยละ 7.14 และ เชื้อ

L. monocytogenes พบว่า ตัวอย่างน้ำนมแพะดิบทั้งหมดไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *L. monocytogenes* ต่อปริมาตร 25 มิลลิลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบทางจุลชีววิทยาเมื่อเทียบกับเกณฑ์คุณภาพต่างๆ

	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่กำหนด	ผลการทดลองเมื่อเทียบกับเกณฑ์	
			จำนวน	ร้อยละ
Total Coliform (CFU/mL)	(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551)	$<10^3$ *	12	85.72
		$>10^3$	2	14.28
<i>E. coli</i> (CFU/mL)	(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2566)	$<10^2$ *	13	92.86
		$>10^2$	1	7.14
<i>S. aureus</i> (CFU/mL)	(กระทรวงสาธารณสุข, 2563)	$<10^2$ *	11	78.58
		$>10^2$	3	21.42
<i>L. monocytogenes</i> พบหรือไม่พบ/25 mL	(กระทรวงสาธารณสุข, 2563)	พบ	0	0
		ไม่พบ*	14	100

หมายเหตุ * = ค่าตามมาตรฐานที่กำหนดตามเกณฑ์คุณภาพ

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบจำนวนเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด พร้อมเทียบกับเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานอาหารต่าง ๆ ตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ 5 ตัวอย่าง ที่ประเมินความปลอดภัยด้านอาหารแล้ว น้ำนมแพะดิบมีความเสี่ยงต่อการนำมาบริโภค คือ SK1, SR1, SR2 (*S. aureus* $>10^2$ CFU/mL) TR2 (Coliform $>10^3$ CFU/mL) และ SK2 (Coliform $>10^3$ CFU/mL, *E. coli* $>10^2$ CFU/mL) ส่วนตัวอย่างน้ำนมแพะดิบที่เหลืออีก 9 ตัวอย่าง คือ PN1, PN2, PN3, SK3, YL1, YL2, YL3, TR1 และ NK1 มีคุณภาพน้ำนมที่ดี ประเมินความปลอดภัยด้านอาหารแล้ว สามารถนำมาแปรรูปเพื่อการบริโภคได้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบเพื่อประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาของน้ำนมแพะดิบ ทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 6 จังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย สงขลา ยะลา ปัตตานี ตรัง นครศรีธรรมราช และ สุราษฎร์ธานี นั้น การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ (Coliform และ *E. coli*) และการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในอาหาร (*S. aureus* และ *L. monocytogenes*) ในน้ำนมแพะดิบ ไม่เกินเกณฑ์ชี้วัด ร้อยละ 85.72 ร้อยละ 92.86 ร้อยละ 78.58 และ ร้อยละ 100.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากผลของเชื้อแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะและเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร แสดงให้เห็นว่ามี จำนวนตัวอย่างของน้ำนมแพะดิบมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในปริมาณสูง เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารต่าง ๆ เพื่อประเมินความปลอดภัยด้านอาหารแล้ว มีตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ จำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35.71 ที่เสี่ยงต่อการนำแปรรูปเพื่อการบริโภค แต่ยังคงมีน้ำนมแพะดิบส่วนใหญ่ที่ดี มีความปลอดภัยด้านอาหาร เหมาะแก่การนำมาแปรรูปเพื่อการบริโภค จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 64.29

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการตรวจวิเคราะห์ประเมินความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ 14 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ ตัวอย่างที่นำมาทดสอบเป็นตัวอย่างน้ำนมดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ส่วนใหญ่สามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียได้เกือบทุกตัวอย่าง ยกเว้น PN2, SK3, YL1 และ YL2 ที่ไม่พบเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *L. monocytogenes* ทั้งนี้สามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียกลุ่มต่าง ๆ ได้ถึง 10 ตัวอย่าง

การตรวจพบเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Coliform ที่ $>10^3$ CFU/mL 2 ตัวอย่าง ซึ่งถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำนมแพะดิบ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) และตรวจพบเชื้อ *E. coli* เพียง 1 ตัวอย่าง ที่มีจำนวน $>10^2$ CFU/mL ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2566) จากการศึกษาของ (Wasiksiri et al., 2010) พบว่าคุณภาพน้ำนมแพะดิบของภาคใต้ตอนล่างในประเทศไทย มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม coliform ในปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 4 ตัวอย่าง จาก 44 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.1 ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบ และ รายงาน

ว่าโอกาสที่จะปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการรีดน้ำนม และ ภาชนะที่รองรับ ดังนั้นเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Coliform และ *E. coli* เป็นเชื้อดัชนีบ่งชี้ทางสุขลักษณะสามารถปนเปื้อนในน้ำนมดิบได้มากกว่าเชื้ออื่น ๆ การพบเชื้อในปริมาณสูงสะท้อนให้เห็นถึงข้อบกพร่องในระบบการจัดการฟาร์ม และการรีดนม เช่น ความสะอาดของตัวสัตว์ สุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้รีดนม ตลอดจนความสะอาดของภาชนะและ อุปกรณ์ที่ใช้จัดเก็บน้ำนมดิบ ตามที่ (อรสา จวงกุล, 2563) ได้ให้คำแนะนำในการป้องกันและลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Coliform ด้วยการล้างทำความสะอาดฆ่าเชื้อภาชนะ อุปกรณ์ เครื่องที่ใช้ในการรีด ภาชนะบรรจุ น้ำนมดิบ โดยใช้ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 20 นาที ก็สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้

การตรวจพบเชื้อ *S. aureus* 3 ตัวอย่าง ที่มีจำนวน $>10^2$ CFU/mL ไม่ผ่านเกณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (กระทรวงสาธารณสุข, 2563) ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ในน้ำนมแพะดิบ จากการศึกษาก่อน (Qazi et al., 2019) พบว่า มีการปนเปื้อนของ *S. aureus* 58 ตัวอย่าง จาก 100 ตัวอย่าง ล้วนมาจากเต้านมแพะที่มีภาวะเต้านมอักเสบ สอดคล้องกับการศึกษาของ (Wanangkarn et al., 2018) ที่ว่าการปนเปื้อน *S. aureus* ในน้ำนมแพะดิบ พบในแพะที่มีภาวะเต้านมอักเสบมากกว่าเต้านมปกติ ซึ่งเป็นผลพวงจากการจัดการสุขลักษณะของพื้นที่คอกที่ไม่ดี เนื่องจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บริเวณพื้นคอก มีจำนวนเยอะที่สุด รองลงมาคือ ภาชนะรองรับน้ำนม แต่ผลของ (กัตติเนตร สกุลสวัสดิพันธ์ และ สิริศักดิ์ ชีช่วง, 2562) ที่ทำการศึกษานมแพะในจังหวัดนครราชสีมา (ดวงจิต คณิงเพียร และคณะ, 2557) ที่ทำการศึกษานมแพะในกรุงเทพมหานคร (สุตสายชล หอมทอง และ ธนภรณ์ ภูจอมเดือน, 2564) ที่ทำการศึกษานมแพะในจังหวัดสระบุรี รายงานว่าไม่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ในตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ และน้ำนมส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ดี

การตรวจเชื้อ *L. monocytogenes* พบว่าไม่มีตัวอย่างน้ำนมแพะดิบปนเปื้อนเชื้อดังกล่าว ซึ่งเป็นเรื่องที่น่ายินดี แสดงให้เห็นว่าน้ำนมแพะดิบในพื้นที่วิจัยยังมีความปลอดภัยจากโรค Listeriosis ซึ่งเป็นโรคติดต่อจากสัตว์สู่คนที่มีความรุนแรง ซึ่งมีการศึกษาของ (Sepahvand et al., 2022) ที่ทำการตรวจหาเชื้อ *L. monocytogenes* ในน้ำนมแพะและแกะที่สุขภาพดีในประเทศอิหร่าน 100 ตัวอย่าง พบเชื้อ *L. monocytogenes* 1 ตัวอย่าง จาก 28 ตัวอย่างที่เป็นน้ำนมแพะ คิดเป็นร้อยละ 3.75 และ Delhalle et al. (2012) กล่าวว่า การปนเปื้อนของเชื้อ *L. monocytogenes* ในการผลิตชีสจากน้ำนมแพะดิบ ประเทศเบลเยียม จะพบจำนวนของเชื้อดังกล่าวเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการลดอุณหภูมิและการรักษาน้ำนมดิบ ทำให้เห็นแล้วว่า ทุกขั้นตอนของการได้มาน้ำนมแพะดิบคุณภาพที่ดี ล้วนมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ในทุก ๆ ขั้นตอน แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อลดความเสี่ยงและอันตรายจากการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในน้ำนมแพะดิบ ผู้บริโภคควรดื่มนมแพะดิบที่ผ่านกระบวนการต้มหรือพาสเจอร์ไรส์ก่อนบริโภค และในส่วนของการเกษตรต้องคำนึงถึงสุขลักษณะของตัวเกษตรกร ภาชนะรองรับ โรงเรือน วิธีการเตรียมตัวแพะก่อนรีด และการเก็บนมแพะดิบหลังรีด เพื่อลดการปนเปื้อนตั้งแต่ต้นน้ำ นำไปสู่การผลิตนมแพะให้ได้มาตรฐานตามเกณฑ์คุณภาพ และความปลอดภัยทางอาหาร

ทั้งนี้ ปริมาณตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ 14 ตัวอย่าง อาจจะน้อยไปสำหรับการวิจัยเพื่อประเมินความปลอดภัยในน้ำนมแพะดิบระดับภาคใต้ได้ เพราะด้วยข้อจำกัดของสถานการณ์ความไม่สงบใน 3 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งทางผู้วิจัยไม่สามารถเดินทางเข้าพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างได้ และ สถานการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ. 2567 และ พ.ศ. 2568 เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมหลายรายที่ทางผู้วิจัยได้ติดต่อไว้ก่อนหน้านี้ ได้เลิกกิจการการเลี้ยงแพะนมไป ทำให้ต้องหาเกษตรกรรายใหม่ที่ยังเลี้ยงแพะนมมาทดแทน อย่างไรก็ตาม ผลวิจัยที่ได้ก็พอจะบอกถึงโอกาสและความเสี่ยงของความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาและการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในอาหารในน้ำนมแพะดิบได้ ผู้วิจัยจึงเน้นย้ำถึงเรื่องสุขลักษณะที่ดีของฟาร์ม เกษตรกร ภาชนะบรรจุ การเก็บรักษา รวมทั้งต้องบริโภคน้ำนมที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้วเท่านั้น เพื่อให้ได้มาตรฐาน ยกระดับการพัฒนาสินค้าเกษตร และความปลอดภัยอาหารในชุมชนอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ทุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund : FF) ปี 2567 (VET6701273S) สนับสนุนให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำนมแพะดิบ และ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2566). *เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. กระทรวง*

สาธารณสุข. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

กระทรวงสาธารณสุข. (2563). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ.2563 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานหลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการผลิตสำหรับอาหารที่กำหนดเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.*

- กัตติเนตร สกุลสวัสดิพันธุ์ และ สิริศักดิ์ ชีช้าง. (2562). *การตรวจคุณสมบัติและองค์ประกอบของน้ำนมแพะ ในจังหวัด นครศรีธรรมราช*. นครศรีธรรมราช: คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ดวงจิต คณิงเพียร, จุริพร รุจิตร, จารุพรรณ จันทร์ดา, นพพล บุญญะประภา, พีระ ตันโชติเวช, วรกร มหานิธิ, อัคร ตาอินทร์, และ อภิตี อินทรพิทักษ์. (2557). การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมแพะดิบ ในเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. *สัตวแพทยมหานคร สาร*, 9(2), 83-88.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. (2568). *ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2568. กลุ่มสารสนเทศและ ข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2551). *มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: น้ำนมแพะดิบ (มก อช.6006-2551)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุดสายชล หอมทอง และ ธนภรณ์ ภูจอมเดือน. (2564). การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และ Staphylococcus Aureus ใน น้ำนมดิบ บริเวณอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี. *สัททอง: วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)*, 8(1), 1-11.
- อรสา จงวรกุล. (2563). *ข้อเสนอแนะในการป้องกันและจัดการความเสี่ยงจากการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำนมโคสดหรือน้ำนม โคพาสเจอร์ไรส์ นมปรุงแต่งพาสเจอร์ไรส์ และผลิตภัณฑ์ของนมพาสเจอร์ไรส์*. นนทบุรี: กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการ อาหารและยา.
- Association of Official Analytical Collaboration International. (2023a). *Official methods of analysis (22nd ed.)*. Method 975.55. Maryland: AOAC International.
- Association of Official Analytical Collaboration International. (2023b). *Official methods of analysis (22nd ed.)*. Method 986.33. Maryland: AOAC International.
- Association of Official Analytical Collaboration International. (2023c). *Official methods of analysis (22nd ed.)*. Method 991.14. Maryland: AOAC International.
- Delhalle, L., Ellouze, M., Yde, M., Clinquart, A., Daube, G., & Korsak, N. (2012). Retrospective analysis of a listeria monocytogenes contamination episode in raw milk goat cheese using quantitative microbial risk assessment tools. *Journal of Food Protection*, 75(12), 2122-2135.
- Gonzales-Barron, U., Gonçalves-Tenório, A., Rodrigues, V., & Cadavez, V. (2017). Foodborne pathogens in raw milk and cheese of sheep and goat origin: A meta-analysis approach. *Current Opinion in Food Science*, 18, 7-13.
- Hitchins, A. D., Jinneman, K., & Chen, Y. (2022). *Detection of listeria monocytogenes in foods and environmental samples, and enumeration of listeria monocytogenes in foods*. In Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual. Maryland: U.S. Food and Drug Administration.
- Nuhriawangsa, A. D. M., Kartikasari, L. R., Hadi, R. F., Wati, A. K., & Hertanto, B. S. (2019). Microbiological profile of fresh goat milk: Impact of goat farmer practices in “Taruna Mukti” goat farmer group, Sragen, Central Java. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 633(1), 012010.
- Qazi, M. A., Sherzada, S., Wajid, A., Iqbal, S., Atique, U., Bibi, R., Maqbool, A., Khan, S. A., Ali, A., Hussain, T., & Babar, M. E. (2019). Molecular analysis of Staphylococcus aureus isolated from infected dairy goats. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 49(4), 361-367.
- Sepahvand, F., Rashidian, E., Jaydari, A., & Rahimi, H. (2022). Short communication: Prevalence of listeria monocytogenes in raw milk of healthy sheep and goats. *Veterinary Medicine International*, 2022, 3206172.
- Wanangkarn, A., Pairaung, N., & Tatsapong, P. (2018). Evaluation of bacterial contamination sources in raw goat milk. *Agricultural Science Journal*, 49(3), 201-206.
- Wasiksiri, S., Chethanond, U., Pongprayoon, S., Srimai, S., & Nasae, B. (2010). Quality aspects of raw goat milk in Lower Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 32(2), 109-113.

Wiriaprom, R., Ngasaman, R., Kaewnoi, D., & Prachantasena, S. (2022). Prevalence and virulent gene profiles of sorbitol Non-fermenting shiga Toxin-producing escherichia coli isolated from Goats in Southern Thailand. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(11), 357.