

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด เพื่อการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในโคนม

วันที่รับ : 8 ตุลาคม 2567

วันที่แก้ไข : 28 กุมภาพันธ์ 2568

วันที่ตอบรับ : 3 มีนาคม 2568

ทิพย์วดี ประไพพงษ์^{1*},

วิวัฒน์ วรามิตร¹, สุธิตรา ทิพย์ศรีราช¹,

สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์¹ และ ปรัชญา ประไพพงษ์²

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

²สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดบึงกาฬ

*Corresponding author e-mail: tipwadee_pr@rmutto.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดในการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในโคนม ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม และศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด แบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลอง คือ การเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ตามลำดับ มีการทดสอบคุณสมบัติ การทดสอบประสิทธิภาพและการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด ผลการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่า pH ระหว่าง 6.98-7.21 ค่าความหนืดระหว่าง 1684-2249 เซนติพอยซ์ ค่า pH และค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นแบบเส้นตรง ($p < 0.01$) ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าร้อยละ 50 Inhibitory concentration (IC_{50}) ลดลงแบบเส้นตรง ($p < 0.01$) เท่ากับ 683.79 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม เมื่อผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าสูงขึ้น สำหรับค่าสีของกลุ่มควบคุมมีค่าความสว่างของแสง (L^*) สูงสุด คือ 72 ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม การเสริมผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 10 และ 5 มีค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a^*) และแสงสีเหลือง (b^*) มีค่าสูงสุด คือ 10.85 และ 56.02 ($p < 0.01$) ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 10 และ 15 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 และ *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 ได้ ($p < 0.01$) มีค่าระหว่าง 14.40 ± 0.23 - 15.32 ± 0.11 และ 16.62 ± 0.04 - 18.03 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ การประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดโดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมเท่ากับ 8.07 คะแนน ดังนั้น การวิจัยนี้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกมังคุดและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเพื่อออกสู่ตลาดได้

คำสำคัญ: ครีมสอดเต้านมโค, สารสกัดเปลือกมังคุด, โรคเต้านมอักเสบ

DEVELOPMENT OF TEAT SEAL CREAM PRODUCT FROM MANGOSTEEN PEEL EXTRACT ON THE CONTROL AND PREVENTION OF MASTITIS IN DAIRY COWS

Received : October 8, 2024

Revised : February 28, 2025

Accepted : March 3, 2025

Tipwadee Prapaiwong^{1*},

Wiwat Waramit¹, Sujitra Thipsirach¹,

Saranrat Phuangborisut¹ and Pratchaya Prapaiwong²

¹Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok,
Chantaburi Campus, Chantaburi, Thailand

²Bueng Kan Provincial Livestock Office, Bueng Kan, Thailand

*Corresponding author e-mail: tipwadee_pr@rmutto.ac.th



Abstract

The objectives of this research were to develop a teat seal cream product made from mangosteen peel extract to help with the control and prevention of mastitis in dairy cows, examine the effect of a teat seal cream product made from mangosteen peel extract on inhibiting the growth of bacteria causing mastitis in dairy cows, and investigate the acceptability of the teat seal cream product made from mangosteen peel extract. This research was divided into 4 treatments of different levels of mangosteen peel extract contained in the products at different levels (0, 5, 10, and 15 %). Qualifications, performance testing, and acceptance of teat seal cream products were tested. The results showed that the teat seal cream product made from mangosteen peel extract had pH between 6.98-7.21 and a viscosity value between 1684 -2249 centipoise, which pH and viscosity value were increased linearly ($p<0.01$), while the linear decrease in IC_{50} ($p<0.01$) was 683.79 micrograms/ milliliter when the amount of mangosteen peel extract was increased. The control group had the highest L^* values of 72 ($p<0.01$). However, the teat seal cream product containing mangosteen peel extract at 10 and 5 percent had the highest a^* and b^* values of 10.85 and 56.02 ($p<0.01$), respectively. The teat seal cream products containing mangosteen peel extract at 10 and 15 percent were able to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 ($p<0.01$), with values between 14.40 ± 0.23 - 15.32 ± 0.11 and 16.62 ± 0.04 - 18.03 ± 0.58 millimeter, respectively. As for the evaluation of the acceptance of teat seal cream products made from mangosteen peel extract, the overall mean for product satisfaction was at 8.07. Therefore, this research generated added value to mangosteen peel and could be developed further into an actual teat seal cream products made from mangosteen peel extract for launching in the market.

Keywords: Teat seal cream, Mangosteen peel extract, Mastitis

URU
URU
URU
บทนำ

โรคเต้านมอักเสบในโคนมมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดของโคนมทั่วโลก โดยเฉพาะอุตสาหกรรม การผลิตโคนมในประเทศไทยถือว่าโรคเต้านมอักเสบเป็นปัญหาใหญ่และสำคัญ (Pascu et al., 2022, p.12; สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย และคนอื่นๆ, 2556) จากรายงานของคัมปา และคนอื่นๆ (Kampa et al., 2010, p.265) พบว่าฟาร์ม โคนมในจังหวัดขอนแก่นมีปัญหาโรคเต้านมอักเสบมากกว่าร้อยละ 40 และมีปัญหาโรคเต้านมอักเสบระยะยาวร้อยละ 23 โดยความชุกของโรคเต้านมอักเสบแบบติดต่อสูงถึงร้อยละ 39 และความชุกโรคเต้านมอักเสบที่มีสาเหตุจาก เชื้อ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น คิดเป็นร้อยละ 3 นอกจากนี้ มีรายงานการสำรวจในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว พบเชื้อในกลุ่ม *Streptococcus* spp. ร้อยละ 13.46 *Staphylococcus* spp. ร้อยละ 7.69 *Pseudomonas* spp. ร้อยละ 5.77 และรายงานการตรวจหาเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบ ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพื้นที่ภาคตะวันตก พบเชื้อในกลุ่ม *Staphylococcus* spp. และ *Streptococcus* spp. เป็นสาเหตุอันดับต้นๆ (ภักฎาณิ สุตสาร และคนอื่นๆ, 2562, น.1017; สุภาพร จวงพานิช และคนอื่นๆ, 2561, น.13; Suriyasathaporn et al., 2012, p.1322; Horpiencharoen et al., 2019, p.49) การติดเชื้อจาก *Staphylococcus epidermidis* (*S. epidermidis*) ส่วนใหญ่พบในแม่โคนม สามารถแยกได้จากหัวนมและผิวหนังบริเวณหัวนม *Escherichia coli* (*E. Coli*) เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคเต้านมอักเสบประเภทโคลิฟอร์มมากกว่าร้อยละ 80 (Krishnamoorthy et al., 2016, p.10; Aarestrup et al., 1995, p.476; Roussel et al., 2017) นอกจากนี้ *Pseudomonas aeruginosa* (*P. Aeruginosa*) เป็นแบคทีเรียกลุ่มฉวยโอกาสที่เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบ ชนิดเฉียบพลันและชนิดเรื้อรังที่อาจเกิดขึ้นเป็นระยะๆ หรือเป็นการระบาดภายในฝูงโคนม (Schauer et al., 2021)

โรคเต้านมอักเสบในโคนมเป็นการอักเสบของเต้านมโคที่มีสาเหตุจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในต่อมน้ำนม หรือหมายถึงการบาดเจ็บของเต้านมและผลในการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี พยาธิวิทยาและแบคทีเรีย ในเนื้อเยื่อต่อมสร้างน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม (Fesseha et al., 2021, p.272) โรคเต้านมอักเสบ เมื่อเกิดขึ้นในฟาร์มโคนมส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เช่น รายได้จากน้ำนมลดลงร้อยละ 53 ต้นทุน ในการรักษาและค่ายาเพิ่มขึ้นร้อยละ 14 ค่าแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 7 รายได้จากน้ำนมที่ทิ้งไปหลังจากการรักษา โรคเต้านมอักเสบ คิดเป็นร้อยละ 6 อัตราการคัดทิ้งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 อาจนำไปสู่การตายของโคนมอย่างรุนแรง จากการติดเชื้อได้ (Kvapilik et al., 2015, p.1092; Ababu et al., 2020) รวมทั้งมีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค น้ำนม เนื่องจากในการรักษาโรคเต้านมอักเสบมีการใช้ยาปฏิชีวนะติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์เกิดการ ดื้อยาและมียาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม รวมทั้งการใช้ยาปฏิชีวนะจะมีการหยุดส่งน้ำนม ทำให้รายได้ของเกษตรกร ผู้เลี้ยงโคนมลดลง ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคเต้านมอักเสบในโคนม

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อใช้ในการควบคุมและป้องกัน โรคเต้านมอักเสบในโคนมมากขึ้น เนื่องจากสารสกัดจากธรรมชาติมีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น นอกจากนี้สามารถทดแทนหรือลดการใช้ยาปฏิชีวนะได้อีกทางหนึ่ง เปลือกมังคุด พบสารสำคัญพวกแซนโทน (Xanthones) มีฤทธิ์ลดการอักเสบ รวมทั้งสารแอลฟา-แมงโกสทิน (α -mangostin) และ อนุพันธ์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและเชื้อราได้หลายชนิด และยังพบแทนนินเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ก่อโรคเช่นเดียวกัน มีงานวิจัยของ อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ และคนอื่นๆ (2549, น.700) พบว่า สารสกัดจาก เปลือกมังคุดสดโดยวิธีการสกัดเย็นด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) ได้ดีในระดับ 128, 256 และ 4,096 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จึงนิยมนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหาร ยา และเครื่องสำอาง สำหรับงานวิจัยการพัฒนา

ผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปของครีมเนื่องจากใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคทางการค้าและผลิตภัณฑ์ชนิดครีมนี้มีขั้นตอนการทำที่ไม่ซับซ้อน จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตที่ถูกลงและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์มีความเหมาะสมมากกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น นอกจากนี้ระดับสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นระดับที่สูงที่สุดที่สามารถนำส่วนผสมต่างๆ มาผสมเพื่อให้เป็นเนื้อครีมเดียวกันได้

จังหวัดจันทบุรีมีความอุดมสมบูรณ์ในด้านทรัพยากรดินและแร่ธาตุ จึงทำให้เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของผลไม้ที่ขึ้นชื่อของประเทศไทย เช่นทุเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง เป็นต้น ในปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรชาวสวนผลไม้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตสู่การรองรับอุตสาหกรรมอาหารที่กำลังเติบโตขึ้นในอนาคตอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้มีเศษวัสดุจากการแปรรูปผลไม้เพิ่มมากขึ้น เช่น เปลือกผลไม้ เนื้อผลไม้ ผลไม้ไม่ได้คุณภาพ เมล็ดผลไม้ เป็นต้น (วิลาสินี หอมระรื่น, 2560) สอดคล้องกับ รายงานว่ามังคุดประกอบด้วยเปลือกแข็งร้อยละ 17 และกระพวงและเนื้อและสหรณ์, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2567) รายงานว่าปริมาณผลผลิตมังคุดรวมทั้งหมดในจังหวัดจันทบุรี ประจำปี 2566 คิดเป็น 83,427 ตัน ดังนั้น ในจังหวัดจันทบุรีมีเปลือกมังคุดถึง 14,182.60 ตัน เนื่องจากมังคุดประกอบด้วยเปลือกแข็งร้อยละ 17 (อรุษา ชาวอนลิขิต และอรุณญา มิ่งเมือง, 2550, น.68) ด้วยเหตุนี้จึงนำไปสู่แนวคิดของการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมคือเปลือกมังคุดมาทำให้เกิดประโยชน์ เนื่องจากคุณสมบัติของเปลือกมังคุดดังกล่าวข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด เพื่อนำไปใช้เป็นครีมสอเต้านมโคในการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในโคนมต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดในการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในโคนม
2. เพื่อศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม
3. เพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

กลุ่มการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม โดยทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคมีส่วนผสมของสารสกัดจากเปลือกมังคุด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ควบคุม) 5 10 และ 15 ตามลำดับ มีระดับละ 3 ซ้ำ ทั้งหมด 12 ซ้ำ ของการทดลอง เพื่อทำการทดสอบหาค่า pH ค่าความหนืด ค่าสี ทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบ

การเตรียมวัตถุดิบและการสกัดสารจากเปลือกมังคุด

ใช้วิธีการนำเปลือกมังคุดสดล้างให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ 2-3 เซนติเมตร ปริมาณ 30 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเปลือกมังคุดแห้งมาสกัดด้วยวิธีการหมัก

โดยเติมตัวทำละลายเอทานอล อัตราส่วน 1:6 หมักเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาการหมักจะทำการแยกสารละลายที่สกัดได้มากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.1) และทำการระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องโรตารีอีวาพอเรเตอร์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และระเหยตัวทำละลายจนหมดในตู้ดูดควันนาน 24 ชั่วโมง จนกระทั่งได้สารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุด (อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และคนอื่นๆ, 2549, น.700)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกซึ่งอลันโทอินร้อยละ 0.1 เทใส่น้ำเปล่าตามปริมาณที่กำหนดในแต่ละสูตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน ทำการชั่งไวท์ออยร้อยละ 4.5 วิสคอลัม 100P ร้อยละ 2.0 และโบรนิดอก แอล ร้อยละ 0.1 ทำการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนที่สองซึ่งสารสกัดจากเปลือกมังคุดร้อยละ 0 5 10 และ 15 ตามลำดับ และทำการชั่งกลีเซอรินร้อยละ 4.0 ทำการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเทสารละลายสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ส่วนที่สอง) ลงในสารละลายครีม (ส่วนแรก) แล้วใช้แท่งแก้วคนผสมให้เข้ากันจนได้ผลิตภัณฑ์ครีมสอเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุด สารสกัดจากเปลือกมังคุดและผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุด ดังตาราง 1, ภาพ 1 และภาพ 2 ตามลำดับ

ตาราง 1 แสดงส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุด

ส่วนผสม	ร้อยละ			
	0	5	10	15
สารสกัดจากเปลือกมังคุด	0	5	10	15
น้ำ	89.3	84.3	79.3	74.3
อลันโทอิน (Allantoin)	0.1	0.1	0.1	0.1
ไวท์ออย (White Oil)	4.5	4.5	4.5	4.5
วิสคอลัม 100P	2.0	2.0	2.0	2.0
กลีเซอริน (Glycerin)	4.0	4.0	4.0	4.0
โบรนิดอก แอล	0.1	0.1	0.1	0.1



ภาพ 1 แสดงสารสกัดจากเปลือกมังคุด



ก. ผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 0



ข. ผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 5



ค. ผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 10



ง. ผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุดร้อยละ 15

ภาพ 2 แสดงผลิตภัณฑ์ครีมสารสกัดเปลือกมังคุด

วัดค่า pH ค่าความหนืด และค่าสี

นำตัวอย่างปริมาณ 10 มิลลิลิตร วัดค่า pH ด้วยเครื่องวัด pH Eutech Instruments CyberScan pH 11 จากนั้นบันทึกค่าความเป็นกรดต่างของตัวอย่างและแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ตามวิธีของ Newburger (1962)

นำตัวอย่างปริมาณ 600 มิลลิลิตร บรรจุในบีกเกอร์ และวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield DV-III ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 40 rpm

วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE ด้วยเครื่องวิเคราะห์ค่าสี (Colorimeter (Hunter Lab)) รุ่น Color Flex และรายงานค่าสีตามตัวชี้วัด ได้แก่ ค่าความสว่างของแสง (L^*) ค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a^*) และค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง (b^*) โดยพบว่า ค่า L^* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L^* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีดำ ส่วนค่า a^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a^* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สุนทรี สมแสง, 2550, น.108)

ทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ทำการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด ด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay (DPPH assay) ตามวิธีการของ พิชชาภรณ์ วันโย และคนอื่นๆ (2564, น.5)

ทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบ

ทดสอบเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 4 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (*S. aureus* ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 (*S. epidermidis* ATCC 12228), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 (*P. aeruginosa* ATCC 9027) และ *Escherichia coli* ATCC 8739 (*E. coli* ATCC 8739) ด้วยวิธี disc diffusion ดัดแปลงตามวิธีการของ CLSI M2-A9 (2006) โดยเตรียม Inoculum ให้มีความขุ่น

เท่ากับ McFarland No.5 (ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^8 หน่วยก่อรูปเป็นโคโลนี (Kirby-Bauer)) ทำการเตรียมผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ปริมาณ 0.3 กรัม/หลุม หลังจากนั้นทำการวัดผลการทดสอบโดยการวัดโซนใส (มิลลิเมตร) ที่เกิดขึ้น

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

การประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดโดยใช้แบบประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดแบบ Rating Scale คะแนนอยู่ระหว่าง 1-9 คะแนน คือ 1= ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉยๆ, 6 = ชอบเล็กน้อย, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด

หัวข้อในการประเมินมี 7 ข้อ คือ สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื้อครีมของผลิตภัณฑ์ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ ความน่าใช้ของผลิตภัณฑ์ และความพึงพอใจโดยรวมของผลิตภัณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบประเมินประกอบด้วยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ตำบลวังช้าง อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี จำนวน 12 คน และบุคคลทั่วไป เช่น อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลที่สนใจ จำนวน 51 คน โดยทำแบบสอบถามและดูตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเพื่อประกอบการทำแบบสอบถามดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ General Linear Model Procedure (PROC GLM) ของ (SAS, 2002) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มการทดลองโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Steel & Torrie, 1980) และทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจแบบ Rating Scale คะแนนอยู่ระหว่าง 1-9 คะแนน



ผลการวิจัย

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

การทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อค่า pH ค่าความหนืด ค่าสี และค่า DPPH assay IC₅₀ พบว่าค่า pH ของการทดลองมีค่าระหว่าง 6.98-7.21 และกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีค่า pH เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($p<0.01$) ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($p<0.01$) ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าความหนืดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.01$) และผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 15 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง ร้อยละ 50 ได้มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 683.79 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ($p<0.01$) โดยค่า IC₅₀ ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าลดลงแบบเส้นตรงเมื่อระดับของสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) ดังตาราง 2

กลุ่มควบคุมมีค่าการสะท้อนกลับแสง (L*) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกมังคุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ในขณะที่กลุ่มของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a*) และค่าการสะท้อนกลับแสงสีเหลือง (b*) มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.01$) และการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของแสง (L*) ค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a*) และค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง (b*) ลดลงแบบเส้นตรง ($p<0.01$) โดยการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 10 และ 5 มีค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a*) และค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง (b*) สูงสุด ($p<0.01$) ตามลำดับ ดังตาราง 2

สารสกัดจากเปลือกมังคุดในงานทดลองนี้พบสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 840.6 ± 4.0 มิลลิกรัม สมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด, ปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน เท่ากับ 128.1 ± 6.3 มิลลิกรัมสมมูลของ เคาทินต่อกรัมของสารสกัด และปริมาณไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน เท่ากับ 1048.9 ± 7.0 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคส ต่อกรัมของสารสกัด

ตาราง 2 แสดงผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อค่า pH ค่าความหนืด ค่าสี และค่า DPPH assay IC_{50}

รายการ	ระดับสารสกัดจากเปลือกมังคุด ในผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจาก สารสกัดเปลือกมังคุด (ร้อยละ)				SEM	p- value	กลุ่มควบคุม vs กลุ่มการทดลอง	สารสกัด จากเปลือกมังคุด		
	0	5	10	15				L	Q	C
ค่า pH	6.98 ^b	7.19 ^a	7.12 ^a	7.21 ^a	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
ค่าความหนืด (cP)	1684.0 ^b	2241.70 ^a	2245.30 ^a	2249.0 ^a	2.11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
IC_{50} (μ g/ml)	0 ^d	2,737.90 ^a	1,209.04 ^b	683.79 ^c	7.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
ค่าสี										
L*	72.00 ^a	56.77 ^b	51.16 ^d	51.52 ^c	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
a*	0.64 ^d	2.47 ^c	10.85 ^a	4.48 ^b	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
b*	3.09 ^d	56.02 ^a	51.84 ^b	49.59 ^c	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

หมายเหตุ: a,b,c ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

L=Linear, Q=Quadratic, C=Cubic, SEM= Standard Error of the Mean,

L* คือ ค่าความสว่างของแสง, a* คือ ค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง,

b* คือค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง

2. ผลของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ เชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบ

ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 10 และ 15 มีประสิทธิภาพ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ATCC 6538 สูงสุด ($p < 0.01$) และผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโค จากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 15 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *S. epidermidis* ATCC 12228 สูงสุด ($p < 0.01$) สำหรับกลุ่มควบคุมไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 6538, *S. epidermidis* ATCC 12228, *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 และผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ของเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม

รายการ	ระดับสารสกัดจากเปลือกมังคุด ในผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัด เปลือกมังคุด (ร้อยละ)				SEM	p-value	กลุ่ม ควบคุม vs กลุ่มการ ทดลอง	สารสกัด จากเปลือกมังคุด		
								L	Q	C
	0	5	10	15						
<i>S. aureus</i> ATCC 6538										
	0±0.00 ^c	13.01±0.25 ^b	14.40±0.23 ^a	15.32±0.11 ^a	0.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<i>S.epidermidis</i> ATCC 12228										
	0±0.00 ^c	14.98±0.17 ^b	16.62±0.04 ^{ab}	18.03±0.58 ^a	0.30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027										
	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 8739										
	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: ^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

L=Linear, Q=Quadratic, C=Cubic, SEM= Standard Error of the Mean,

(-) ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

3. การยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด ผู้ตอบแบบประเมินเป็นกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จำนวน 12 คน และบุคคลทั่วไป จำนวน 51 คน ผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด 63 คน แบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 47.62 และเพศหญิงร้อยละ 52.38 ผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่เลือกซื้อยาสอดเต้านมโคโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.45 และผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่ยังไม่ตัดสินใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้ในฟาร์มโคนม คิดเป็นร้อยละ 42.86 ดังตาราง 4 และการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด พบว่าผู้ตอบแบบประเมินให้การยอมรับสี กลิ่น เนื้อครีม ความหนืด ความสะอาด และความน่าใช้ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.92, 7.83, 7.93, 7.94, 8.28 และ 7.90 คะแนน ตามลำดับ ความพึงพอใจโดยรวมในการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.07 คะแนน ถือได้ว่าผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเป็นอย่างมาก ดังตาราง 5

ตาราง 4 แสดงข้อมูลทั่วไปด้านปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อ	ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม	12	19.05
2	บุคคลทั่วไป	51	80.95
3	เพศ		
	ชาย	30	47.62
	หญิง	33	52.38
4	ใช้ยาสดเต้านมโคนม (n=12)		
	ไม่บ่อย	12	100
5	ใช้ยาสดเต้านมโคนม โดยเฉลี่ยกี่ครั้งต่อเดือน (n=12)		
	2-4 ครั้ง	4	33.33
	3-4 ครั้ง	8	66.67
6	ซื้อยาสดเต้านมโคนมจากแหล่งใด (n=12)		
	สหกรณ์โคนม	12	100
7	ปัจจัยที่เลือกซื้อยาสดเต้านมโคนม*		
	ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์	3	2.73
	ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์	50	45.45
	ราคาและความคุ้มค่า	33	30.00
	โฆษณาจูงใจ	1	0.91
	ช่องทางการจัดจำหน่าย	22	20.00
	อื่นๆ ระบุ	1	0.91
8	ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว		
	สนใจ	26	41.27
	ไม่สนใจ	4	6.35
	ไม่แน่ใจ	33	52.38
9	ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาไปใช้		
	ซื้อแน่นอน	16	25.40
	อาจจะซื้อ	17	26.98
	ยังไม่ตัดสินใจ	27	42.86
	ไม่ซื้อแน่นอน	3	4.76

หมายเหตุ: * ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

ตาราง 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

คุณลักษณะ	ระดับสารสกัดจากเปลือกมังคุด ในผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโค จากสารสกัดเปลือกมังคุด (ร้อยละ)				คะแนนเฉลี่ย
	0	5	10	15	
สีของผลิตภัณฑ์	8.63	7.67	7.73	7.65	7.92
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	8.49	7.56	7.59	7.67	7.83
เนื้อครีมของผลิตภัณฑ์	8.65	7.68	7.76	7.63	7.93
ความหนืดของผลิตภัณฑ์	8.75	7.75	7.32	7.97	7.94
ความสะอาดของผลิตภัณฑ์	8.68	8.76	7.60	8.08	8.28
ความน่าใช้ของผลิตภัณฑ์	8.89	8.00	7.40	7.33	7.90
ความพึงพอใจโดยรวมของผลิตภัณฑ์	8.75	8.32	7.63	7.57	8.07



อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด

ค่า pH ของการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับค่า pH ของเลือด คือ 7.35-7.45 (ณัฐกร มีเงิน, 2560) การเติมสารสกัดจากเปลือกมังคุดส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าความหนืดสูงขึ้น มีการศึกษาผลของสารสกัดต่อความหนืดของตำรับครีมที่ผสมสารสกัดจากพืช ได้แก่ ชะเอมเทศ เปะก๊วย บัวหลวง พบว่าความหนืดของตำรับครีมลดลงเมื่อใส่สารสกัดจากพืช อาจเป็นเพราะว่าสารสกัดทำการเจือจางด้วยน้ำทำให้เป็นการเพิ่มน้ำในเฟสน้ำของครีม จึงส่งผลให้ความหนืดของตำรับครีมลดลง (Di Mambro & Fonseca, 2005, p.287) แต่ในงานทดลองนี้พบว่า การเพิ่มน้ำส่งผลให้ในเฟสน้ำลดลงเมื่อระดับของสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพิ่มขึ้น จึงอาจส่งผลให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าสูงขึ้นได้

ผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 15 ให้ปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลงร้อยละ 50 ได้มากที่สุดวิธี DPPH โดยค่า IC_{50} ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าลดลงเมื่อระดับของสารสกัดเปลือกมังคุดเพิ่มขึ้น ดังตาราง 2 สำหรับค่า Half Inhibition Concentration (IC_{50}) เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 ดังนั้น สารสกัดที่มีค่า IC_{50} ที่ต่ำกว่าจึงแสดงถึงประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระที่สูงกว่า (เกสรี กลิ่นสุคนธ์ และคนอื่นๆ, 2558, น.1412) พบว่าในการทดสอบด้วยวิธี DPPH นี้ ได้ใช้วิตามินซีเป็นสารเปรียบเทียบที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.004 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่ามาตรฐาน Ascorbic Acid จากสรรพคุณทางการแพทย์พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดพบแทนนินและแซนโทนในปริมาณสูง ซึ่งมีสรรพคุณทางการรักษาและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ โดยที่สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายได้เร็วยิ่งขึ้น และสารแซนโทนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบจากการติดเชื้อ (อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และคนอื่นๆ, 2549, น.700) ดังนั้นหากนำผลิตภัณฑ์ครีมสวดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดไปใช้ในการป้องกันและควบคุมโรคเต้านมอักเสบในโคนมอาจช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ลดการอักเสบของเต้านมโค จึงส่งผลให้แผลหายเร็วขึ้น หากค่าเซลล์โซมาติกในน้ำนมโคที่ใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานแล้วเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสามารถส่งน้ำนมดิบได้ ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมยังมีรายได้จากการจำหน่าย

น้ำมันดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจึงไม่เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในน้ำมันเหมือนกับครีมสอดเต้านมโคทางการค้า

ณัฐวรรณ วรรณมณี และคนอื่นๆ (2564, น.37) รายงานว่าเปลือกมังคุดที่สกัดด้วยเอทานอลพบสารพฤษเคมี ได้แก่ แอนทราควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ และซาโปนิน สอดคล้องกับเปดราซา-ชาเวรี และคนอื่นๆ (Pedraza-Chaverri et al., 2008, p.3227) รายงานว่าเปลือกมังคุดมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ สารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มแทนนิน ซึ่งปัจจุบันพบมากกว่า 50 ชนิด ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ ต้านภูมิแพ้ ต้านจุลินทรีย์และไวรัส นอกจากนี้เปลือกมังคุดพบสารประกอบฟีนอลิกชนิดอื่นที่สำคัญ เช่น คอนเดนส์แทนนิน ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูง (Zhou et al., 2011, p.1710) และแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุและมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเช่นเดียวกัน (Nawawi et al., 2023) ส่งผลต่อฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (Nakchat et al., 2014, p.379)

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดในกลุ่มควบคุมมีค่าการสะท้อนกลับของแสง (L^*) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกมังคุด เนื่องจากกลุ่มควบคุมไม่มีส่วนประกอบของสารสกัดจากเปลือกมังคุดซึ่งมีสีเหลืองเข้มจึงส่งผลให้กลุ่มควบคุมมีความสว่างหรือความขาวมากที่สุด โดยพบว่าขนาดอนุภาคของวัสดุภายในมีผลต่อการกระจายแสงได้ต่างกัน จึงทำให้มีลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้แตกต่างกัน (McClements, 2015) ในขณะที่กลุ่มของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a^*) และค่าการสะท้อนกลับแสงสีเหลือง (b^*) มีค่าสูง เนื่องจากสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีลักษณะขุ่นและสีเหลืองเข้ม จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีลักษณะขุ่นและสีเหลืองเข้มตามไปด้วย ซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีแดงและสีเหลือง และการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของแสง (L^*) ค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a^*) และค่าการสะท้อนกลับแสงสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลง โดยการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 10 และ 5 มีค่าการสะท้อนกลับแสงสีแดง (a^*) และค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง (b^*) สูงสุด สำหรับค่าสีนั้นถือว่าเป็นประโยชน์ในด้านการศึกษาทางด้านกายภาพซึ่งเป็นค่าพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ

2. ผลของผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบ

กลุ่มควบคุมไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 6538, *S. epidermidis* ATCC 12228, *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 ได้ และผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 ได้ เนื่องจาก *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีผนังเซลล์ที่มีความซับซ้อนสองชั้น เมื่อเทียบกับผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก และเยื่อหุ้มชั้นนอกของผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบสามารถช่วยป้องกันสารพิษ ซึ่งรวมถึงยาปฏิชีวนะและโฮสต์โมเลกุลภูมิคุ้มกันโดยธรรมชาติ เช่น เปปไทด์ต้านจุลชีพที่เป็นประจุบวก (Miller, 2016, p.3) นอกจากนี้โปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มชั้นนอกของผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบมีการจัดเรียงตัวอย่างแข็งแรงจึงส่งผลต่อการทำงานของยาปฏิชีวนะและส่งผลให้แบคทีเรียแกรมลบเกิดการดื้อต่อยาปฏิชีวนะได้หลายชนิด (Ghai & Ghai, 2018, p.523)

อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากเปลือกมังคุดมีสาร α -mangosteen ที่สกัดจากเปลือกมังคุดมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* (Suhartati et al., 2019) และ *Candida albican* (*C. albican*) (Kaomongkolgit et al., 2009, p.401) สำหรับศรัณยา ธาราแสง และคนอื่นๆ (2556, น.30) รายงานว่าสารสกัดจาก

เปลือกมังคุดสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 6538 แต่ไม่สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ATCC 9027 และ *E. coli* ATCC 8739 รวมถึงเชื้อรา *C. albican* ATCC 10231 และ *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404 (*A. brasiliensis* ATCC 16404) ได้ ซึ่งประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอาจขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น แหล่งของสารสกัด ความเข้มข้นของสารสกัด ชนิดและปริมาณของแบคทีเรีย วิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ (Alemu et al., 2024, p.12; Barkema et al., p.1891)

โรต้า และคนอื่นๆ (Rota et al., 2008, p.682) รายงานว่าฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ จำแนกได้ 3 ประเภท คือ การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระดับที่ต่ำมีค่าโซนใสแห่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียต่ำกว่า 12 มิลลิเมตร การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียระดับปานกลางมีค่าโซนใสแห่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ระหว่าง 12-20 มิลลิเมตร และการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระดับมากที่สุดมีค่าโซนใสแห่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย มากกว่า 20 มิลลิเมตร สอดคล้องกับซาริน และคนอื่นๆ (Zarin et al., 2016, p.72) รายงานว่าสารต้านแบคทีเรียส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใสแห่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ระหว่าง 11-20 มิลลิเมตร ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีโซนใสแห่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ATCC 6538 และ *S. epidermidis* ATCC 12228 มีค่าระหว่าง 13.01-18.03 มิลลิเมตร ถือได้ว่าผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีฤทธิ์ในระดับปานกลาง



สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับร้อยละ 5-15 ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 6538 และ *S. epidermidis* ATCC 12228 ตลอดทั้งผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเป็นอย่างมาก และได้นำผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดเข้าร่วมประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชชมพล ครั้งที่ 4 โดยได้รับรางวัลเหรียญเงิน ดังนั้น หากมีการพัฒนาต่อยอดจนสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดออกสู่ตลาดได้ อาจส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จึงถือได้ว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดไปใช้เพื่อควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในโคนมเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในฟาร์มโคนมในอนาคตต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ผลจากการวิจัยนี้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกมังคุด ซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่ในปริมาณที่มากในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรี
2. ผลจากงานวิจัยในครั้งนี้หากมีการพัฒนาต่อยอดจนสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดออกสู่ตลาดได้ จะส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมซึ่งสามารถนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปใช้ในการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในฟาร์มโคนมได้



ภาพ 3 นำผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด
เข้าร่วมประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 4

จากภาพ 3 นำผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุด เข้าร่วมประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 4 โดยได้รับรางวัลเหรียญเงิน ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11 ระหว่างวันที่ 18-20 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ฯ อย่างน้อย 6-12 เดือน โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์
2. ผลิตภัณฑ์ครีมสอดเต้านมโคจากสารสกัดเปลือกมังคุดจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดและศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในด้านการเพิ่มชนิดของสารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบคทีเรียครอบคลุมทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ตลอดจนการศึกษาในสัตว์ตัวทดลอง ซึ่งสามารถจำหน่ายเชิงการค้าได้ในอนาคต



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประเภททุน Basic Research Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2567). *มังคุด: ร้อยละ และปริมาณผลผลิตเป็นรายเดือน ระดับประเทศ ภาค และจังหวัด ปี 2566*. [https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/percent%20sale%2066\(2\).pdf](https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/percent%20sale%2066(2).pdf)
- เกสรี กลิ่นสุคนธ์, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, ประภัสสร รักถาวร, และลลิตา คชารัตน์. (2558, 3-6 กุมภาพันธ์). *การประเมินคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อแบคทีเรียของพืชสมุนไพรไทยบางชนิด [การนำเสนอ บทความ]*. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐวรรณ วรรณมณี, ภัทรตรา สิริวัฒนารกุล, สุกัญญา มณี, อนงค์นาถ มณีโชติ, วิทวัส หมาดอี, และกุสุมาลย์ น้อยผา. (2564). การศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรเพื่อพัฒนาเป็นเสริมสมุนไพรบำรุงมือ. *วารสารหมอยาไทยวิชัย*, 7(2), 31-44. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ttm/article/view/249560/174285>
- ณัฐกร มีเงิน. (2560). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการวัดระดับกรด-ด่างในเลือดด้วยเทคนิคเชิงแสงและโครงสร้างประสาทเทียม* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. <https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/11662/1/419756.pdf>
- พิชชาภรณ์ วันโย, ณัฐพงศ์ เจนวิพากษ, พนิดา วงษ์ปรีดี, และบุญยศ คำจิแถม. (2564). *การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบมะหาดด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay*. มหาวิทยาลัยภาพสรินทร์. https://rspg.ksu.ac.th/manage/img_file/yL9Alo46mpf20210923163644.pdf
- ภักฎาณี สุดสาร, ปณิตดา ประมาพันธ์, และปรางทิพย์ ตันแข่ง. (2562). การสำรวจเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนมและความไวต่อยาปฏิชีวนะในจังหวัดสระแก้ว. *แก่นเกษตร*, 47(ฉบับพิเศษ 2), 1017-1022. <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=1641.pdf&id=3884&keeptrack=6>
- วิลาสินี หอมระรื่น. (2560). *แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดเป็นเชื้อเพลิงเชื้ออัดแท่งและปุ๋ย: กรณีศึกษาอำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์]. <https://repository.nida.ac.th/server/api/core/bitstreams/bbf3bad1-f51d-4afe-838c-8438ba90f9ce/content>
- ศรัณยา ธาราแสง, สิริมา สายรวมญาติ, สุวรรณา เขียวอังกูร, บุญญาณี ศุภผล, ปิยะวรรณ บุษบา, และณัฏฐา จันทรสุวานิชย์. (2556). การศึกษาสารสกัดจากสมุนไพรผลพลั่งกาและเปลือกมังคุดเพื่อใช้เป็นสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอาง. *วารสารอาหารและยา*, 20(2), 30-36. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/fdajournal/article/view/138708/103079>
- สุนิรัตน์ เอี่ยมละมัย, อุดลย์ วังตาล, และจุไรรัตน์ ถนอมกิจ. (2556). *มาตรฐานความปลอดภัยอาหารต่อห่วงโซ่การผลิตเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ความปลอดภัยอาหาร: นำนม (รายงานการวิจัย)*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สุนทรี สมแสง. (2550). *การเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของลิ้นจี่ (พันธุ์กวางเจา) ที่ถนอมด้วยความดันสูงยิ่งและความร้อน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:108559>

- สุภาพร จ้างพานิช, ธวัชรัตน์ เกียรติยิ่งอังสุลี, อภัสรา วรราช, วริษา เกตุพันธุ์, เนาวรัตน์ กำภูศิริ, และพิพัฒน์ อรุณวิภาส. (2561). อุบัติการณ์โรคเต้านมอักเสบชนิดไม่แสดงอาการและความไวของเชื้อก่อโรคต่อยาต้านจุลชีพ กรณีศึกษา: แม่โคนมเลือดสูง ตำบลช่องสาริกา อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี. *วารสารสถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ*, 13(2), 9-15. https://niah.dld.go.th/webnew/images/eJournal/v13/ej_v_13_N_9-15.pdf
- อรุษา เขาวนลิขิต และอรัญญา มิ่งเมือง. (2550). ปริมาณแอนโติไยยานินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมังคุดและน้ำมังคุด. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 23(1), 68-78. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/SSCJ/10894931.pdf>
- อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, ประภัสสร รักถาวร, สิริพร ศิริวรรณ, และพจมาน พิศเพ็ญจันทร์. (2549, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์). *การสกัดและการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด* [การนำเสนอบทความ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aarestrup, F. M., Wegener, H. C., Rosdahl, V. T., & Jensen, N. E. (1995). Staphylococcal and other bacterial species associated with intramammary infections in Danish dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36(4), 475-487. <https://doi.org/10.1186/BF03547662>
- Ababu, A., Endashaw, D., & Fesseha, H. (2020). Isolation and antimicrobial susceptibility profile of *Escherichia coli* O157: H7 from raw milk of dairy cattle in Holeta District, Central Ethiopia. *International Journal of Microbiology*, 1. <https://doi.org/10.1155/2020/6626488>
- Alemu, M., Lulekal, E., Asfaw, Z., Warkineh, B., Debella, A., Abebe, A., Degu, S., & Debebe, E. (2024). Antibacterial activity and phytochemical screening of traditional medicinal plants most preferred for treating infectious diseases in Habru district, North Wollo zone, Amhara region, Ethiopia. *PLoS ONE*, 19(3), e0300060. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300060>
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., & Zadoks, R. N. (2006). Invited review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 1877–1895. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72256-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72256-1)
- CLSI M2-A9. (2006). *Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests*. Clinical Laboratory Standards Institute.
- Di Mambro, V. M., & Fonseca, M. J. V. (2005). Assays of physical stability and antioxidant activity of a topical formulation added with different plant extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 37(2), 287-95. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2004.10.030>
- Fesseha, H., Mathewos, M., Aliy, S., & Wolde, A. (2021). Study on prevalence of bovine mastitis and associated risk factors in dairy farms of Modjo town and Suburbs, central Oromia, Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 12, 271–283. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S323460>
- Ghai, I., & Ghai, S. (2018). Understanding antibiotic resistance via outer membrane permeability. *Infection and Drug Resistance*, 11, 523–530. <https://doi.org/10.2147/IDR.S156995>

- Horpiencharoen W., Thongratsakul, S., & Poolkhet, C. (2019). Risk factors of clinical mastitis and antimicrobial susceptibility test results of mastitis milk from dairy cattle in western Thailand: Bayesian network analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 164, 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.01.014>
- Kampa, J., Sukolapong, V., Chaiyotwittayakun, A., Rerk-u-suke, S., & Polpakdee, A. (2010). Chronic mastitis in small dairy cattle herds in Muang Khon Kaen. *Thai Journal Veterinary edicine*, 40(3), 265-272. <https://doi.org/10.56808/2985-1130.2236>
- Kaomongkolgit, R., Jamdee, K., & Chaisomboon, N. (2009). Antifungal activity of alpha-mangostin against *Candida albicans*. *Journal of Oral Science*, 51(3), 401-406. <https://doi.org/10.2334/josnurd.51.401>
- Krishnamoorthy, P., Satyanarayana, M. L., & Shome, B. R. (2016). Coagulase negative staphylococcal species mastitis: An overview. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 9, 1-10. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjvs.2016.1.10>
- Kvapilík, J., Hanuš, O., Bartoň, L., Klimešová, M. V., & Roubal, P. (2015). Mastitis of dairy cows and financial losses: An economic meta-analysis and model calculation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21, 1092-1105.
- McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: Principles, practice, and techniques*. (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18868>
- Miller, S. I. (2016). Antibiotic resistance and regulation of the gram-negative bacterial outer membrane barrier by host innate immune molecules. *mBio*, 7(5), 1-3. <https://doi.org/10.1128/mBio.01541-16>
- Nakchat, O., Nalinratana, N., Meksuriyen, D., & Pongsamart, S. (2014). Tamarind seed coat extract restores reactive oxygen species through attenuation of glutathione level and antioxidant enzyme expression in human skin fibroblasts in response to oxidative stress, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(5), 379- 385. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C806>
- Nawawi, N. I. M., Ijod, G., Abas, F., Ramli, N. S., Adzahan, N. M., & Azman, E. M. (2023). Influence of different drying methods on anthocyanins composition and antioxidant activities of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) pericarps and LC-MS analysis of the active extract. *Foods*, 12(12), 2351. <https://doi.org/10.3390/foods12122351>
- Newburger, S. H. (1962). *A manual of cosmetic analysis*. (2nd ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Pascu, C., Herman, V., Iancu, I., & Costinar, L. (2022). Etiology of mastitis and antimicrobial resistance in dairy cattle farms in the western part of Romania. *Antibiotics*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010057>
- Pedraza-Chaverri, J., Cardenas-Rodriguez, N., Orozco-Ibarra, M., & Perez-Rojas, J. M. (2008). Medicinal properties of mangosteen (*garcinia mangostana*). *Food and Chemical Toxicology*, 46(10), 3227-3239. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.024>



- Rota, M. C., Herrera, A., Martinez, R. M., Sotomayor, J. A., & Jordan, M. J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of thymus vulgaris, thymus zygis and thymus hyemalis essential oils. *Food Control*, 19(7), 681-687. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.007>
- Roussel, P., Porcherie, A., ReÂpeÂrant-Ferter, M., Cunha, P., Gitton, C., Rainard, P., & Germon, P. (2017). *Escherichia coli* mastitis strains: *in vitro* phenotypes and severity of infection *in vivo*. *PLoS One*, 12(7), e0178285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178285>
- SAS. (2002). *SAS/STAT User's Guide, Version 8*. (6th ed.). SAS Institute.
- Schauer, B., Wald, R., Urbantke, V., Loncaric, I., & Baumgartner, M. (2021). Tracing mastitis pathogens epidemiological investigations of a *Pseudomonas aeruginosa* mastitis outbreak in an Austrian dairy herd. *Animals*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/ani11020279>
- Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach*. (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Suhartati, R., Apriyani, F., Khusnul, Virgianti, D. P., & Fathurohman, M. (2019). Antimicrobial activity test of mangosteen leaves ethanol extract (*Garcinia mangostana* Linn) against *Pseudomonas aeruginosa* bacteria. *Journal of Physics: Conference Series*, 1179, 012167. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012167>
- Suriyasathaporn W., Chupia, V., Sing-Lah, T., Wongsawan, K., Mektrirat, R., & Chaisri, W. (2012). Increases of antibiotic resistance in excessive use of antibiotics in smallholder dairy farms in northern Thailand. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, 25(9), 1322-1328. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12023>
- Zarin, M. A., Wan, H. Y., Isha, A., & Armania, N. (2016). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* hybrid-rendang. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.02.001>
- Zhou, H. C., Lin, Y. M., Wei, S. D., & Tam, N. F. Y. (2011). Structural diversity and antioxidant activity of condensed tannins fractionated from mangosteen pericarp. *Food Chemistry*, 129(4), 1710-1720. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.036>