วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ระดับของสารส้มที่เหมาะสมต่อการฟอกหนังแกะ

Optimum level of alum for sheep pelt tanning

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์[1,2]*, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล[1], องอาจ ส่องสี[1], ณัฐกานต์ มณีทอง[2], วิไลพร ทัณฑะรักษ์[2] และ สรัณกิติ์ แก้วกันใจ[3]

Suchon Tangtaweewipat[1,2]*, Boonlom Cheva-Isarakul[1], Ongart Songsee[1], Nuttakarn Maneethong[2], Wilaiporn Thantharak[2] and Sarankit Kaewkunjai[3]

[1] *ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200*
[1] *Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand*
[2] *งานวิจัยและพัฒนาปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200*
[2] *Livestock Research and Development Division, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50200, Thailand*
[3] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กรมปศุสัตว์ จังหวัดเชียงใหม่ 50200*
[3] *Chiang Mai Livestock Product Research and Development Center, Department of Livestock Development, Chiang Mai 50200, Thailand*

บทคัดย่อ: การฟอกหนังแกะขน ทำโดยใช้หนังจากแกะขุนเพศผู้จำนวน 6 ตัว ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 14.6 ± 1.9 เดือน น้ำหนักตัว 37.1 ± 4.0 กิโลกรัม และหนังแต่ละผืนมีขนาด 13.04 ตารางฟุต แบ่งหนังแต่ละผืนออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน ทำความสะอาด ลอกเนื้อ ไขมัน และเยื่อออกให้มากที่สุด เลือกผืนที่สมบูรณ์และขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 18 ผืน สุ่มแบ่งเป็น 9 ชุดๆ ละ 2 ผืน จากนั้นสุ่มไปแช่น้ำยาฟอก 3 สูตรที่เตรียมจากกรดเกลือ (35% HCl) ฟอร์มาลิน (37% formaldehyde, CH_2O) เกลือเม็ด (NaCl) ปริมาณเท่ากันทั้ง 3 สูตร แต่มีสารส้ม (alum, $Al_2(SO_4)_3.xH_2O$) ต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.75, 1.0 และ 1.25% (w/v, น้ำหนัก/ปริมาตรโดยประมาณ) แต่ละระดับความเข้มข้นของสารส้มจึงมีการทดลอง 3 ซ้ำ หลังการแช่ในน้ำยาฟอกนาน 4 วัน ผลปรากฏว่า pH ของน้ำยาฟอกหนังแกะมีค่าต่ำลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของสารส้ม คือ 4.00 ± 0.10, 3.83 ± 0.06 และ 3.77 ± 0.15 ตามลำดับ โดยสูตรที่ใช้สารส้ม 1.25% มี pH ต่ำกว่าสูตร 0.75% อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้ 1.0% สำหรับน้ำล้างหนังแกะที่ผ่านการแช่ในน้ำยาฟอกเป็นเวลา 4 วันจากทั้ง 3 สูตรมีค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ต้องล้างหนังแกะถึง 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที ค่า pH จึงใกล้จะเป็นกลาง (pH = 6.9) เมื่อนำหนังแกะที่ฟอกและล้างจนมีสภาพเป็นกลางแล้วไปขึงกับโครงไม้ตากในร่มที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale โดยมีผู้ประเมิน 31 ราย ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่/นักวิชาการด้านปศุสัตว์ 16 ราย ผู้จะซื้อ 5 ราย และผู้สนใจ 10 ราย ผลปรากฏว่า ผู้ประเมินให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อน้ำยาฟอกที่มีสารส้มระดับ 1.0 และ 1.25 สูงกว่า 0.75% อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.87 ± 0.13 (1.0%) และ 7.84 ± 0.16 (1.25%) เทียบกับ 7.42 ± 0.26 (0.75%) ซึ่งคะแนนของทุกสูตรอยู่ในระดับ “ชอบมาก” สำหรับสีขน สีหนัง กลิ่น และเนื้อสัมผัสของหนังที่ฟอกโดยน้ำยาทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน จึงแนะนำให้ใช้สารส้มที่ระดับ 1.0% เป็นส่วนผสมในน้ำยาฟอกหนังแกะ

คำสำคัญ: แกะขน; สารส้ม; การฟอกหนัง; หนังแกะ; สูตรน้ำยาฟอกหนัง

ABSTRACT: Development of sheep pelt tanning was done by using the pelts from 6 male fattening sheep with the average age of 14.6 ± 1.9 months and weighed 37.1 ± 4.0 kg. The pelt from each sheep which had an average area of 13.04 sq. ft/piece was divided into 4 parts. They were cleaned by removing the leftover meat, fat and membrane as much as possible. Eighteen completed pieces of the same size were chosen and randomly divided into 9 lots, each with 2 pieces. They were randomly allotted into 3 groups for soaking in 3 tanning solutions

* Corresponding author: agani002@gmail.com

Received: date; May 19, 2020 Accepted: date; October 12, 2020 Published: date April 5, 2021

containing the same amount of 35% HCl, formalin (37% formaldehyde; CH_2O) and table salt (NaCl), but varying amount of alum ($Al_2(SO_4)_3.xH_2O$), i.e., approximately 0.75, 1.0 and 1.25% (w/v), respectively. Each group was done 3 replications. After soaking in each tanning solution for 4 days, it was found that the more alum caused the higher acidity of tanning solution, i.e., 4.00 ± 0.10, 3.83 ± 0.06 and 3.77 ± 0.15, respectively. The solution containing 1.25% alum significantly caused lower pH than the 0.75% alum ($P < 0.05$), but not significantly differed from the 1.0% alum solution. There was no significant difference in pH of washing water among groups. Washing had to be done 3 times, each lasted 10 minutes of soaking, to get pH at around neutral (6.9). The pelts were then fixed in the wooden frames and were desiccated in the shade with good ventilation for 5 days. The pelt quality was evaluated using the 9-point Hedonic scale method. The 31 evaluators composed of 16 academic livestock officers, 5 buyers and 10 general consumers. It was found that the evaluators gave significantly overall preference on the tanning solutions which contained 1.0 and 1.25 to the 0.75% alum ($P < 0.05$). The scores were 7.87 ± 0.13 (1.0%) and 7.84 ± 0.16 (1.25%) vs. 7.42 ± 0.26 (0.75%), which being considered as “very like”. Pelt color, fur color, odor and texture of the pelt showed no significant differences among the 3 tanning solutions ($P > 0.05$). For the sake of saving cost, 1.0% alum is then suggested to be used in sheep pelt tanning solution.
Keywords: sheep; alum; tanning; sheep pelt; tanning solution

บทนำ

มูลนิธิโครงการหลวงได้มีการทดลองเลี้ยงแกะพันธุ์ขน โดยมีเป้าหมายเพื่อการตัดขนแกะ นำไปใช้เป็นวัตถุดิบทอผ้าขนแกะ ซึ่งตลาดมีความต้องการมาก โดยมีการตัดขนเป็นประจำทุกปี และนำไปถักทอเป็นผลิตภัณฑ์ผ้า (ผ้าฝ้ายทอผสมขนแกะ และผ้าทอขนแกะ) โดยกลุ่มทอผ้าขนแกะบ้านห้วยห้อม ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ลาน้อย (ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ องค์การมหาชน, 2562) ระหว่างการเลี้ยงจะมีแกะคลอดใหม่ทั้งปี โดยแม่แกะแต่ละตัวสามารถให้ลูกได้ 2 ครอก และมีโอกาสเกิดลูกแฝดได้สูงถึงร้อยละ 60.8 (บุญเสริม, 2541) เมื่อลูกแกะเจริญเติบโตขึ้น จะถูกคัดแยกออกเป็น 2 พวก คือ ลูกเพศเมีย ซึ่งจะถูกเลี้ยงต่อเพื่อเป็นแกะแม่พันธุ์และเพื่อผลิตขน ส่วนลูกแกะเพศผู้และแกะหนุ่ม-สาวที่ด้อยสมรรถภาพ รวมทั้งแกะพ่อแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตขนและการให้ลูกต่ำ จะถูกนำไปขุน เพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ทดแทนการนำเข้าเนื้อแกะจากต่างประเทศ โดยงานแปรรูปปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวงได้ทดลองทำขาแกะรมควัน และสตูเนื้อสะโพก เป็นต้น พบว่า ได้รับความนิยมมากพอควร (สุชน และคณะ, 2563) การแปรรูปนี้มีหนังแกะเป็นผลผลิตพลอยได้ (by product) ซึ่งควรมีการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ โดยเพิ่มมูลค่าเป็นหนังฟอก

พิทักษ์ และ เยาวมาลย์ (2530) รายงานว่า การฟอกหนังมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความสะอาด และความต้องการของผู้ฟอก หนังที่ฟอกมี 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีขนติด เรียกว่า fur นิยมนำไปทำเครื่องนุ่งห่ม เครื่องประดับ และอุปกรณ์ป้องกันความหนาว ส่วนหนังที่ไม่มีขนติด เรียกว่า leather นิยมนำไปทำเครื่องใช้ เช่น กระเป๋า รองเท้า เสื้อ และเครื่องเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ กระบวนการฟอกหนัง (tanning process) เริ่มจากการทำความสะอาดแผ่นหนังดิบเพื่อเปลี่ยนสภาพจากหนังสัตว์ดิบที่เน่าเปื่อยได้ ไปเป็นหนังสำเร็จซึ่งคงตัวกว่า ไม่เน่าเปื่อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศ และน้ำร้อน โดยอาศัยสารเคมีบางชนิด ได้แก่ โครเมียม แทนนิน หรือสารเคมีอื่น เข้าไปทำปฏิกิริยากับคอลลาเจน (โปรตีน) ในหนัง การฟอกหนังที่นิยมใช้มีสองวิธี คือ การฟอกโครมซึ่งอาศัยโครเมียม และการฟอกฝาดซึ่งอาศัยแทนนิน หรือสารสังเคราะห์มาเป็นตัวฟอก ทั้งนี้การฟอกโครมเป็นที่นิยมกว่า เนื่องจากใช้เวลาสั้น สารเคมีราคาถูก หนังที่ฟอกแล้วทนต่อความร้อนและความชื้นดีกว่า อนึ่งการดองกรด เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการฟอกทั้งสองวิธี สารเคมีที่ใช้ คือ เกลือแกง (เกลือเม็ด) กรดกำมะถัน และกรดฟอร์มิก เพื่อปรับ pH ให้เหมาะสมกับปฏิกิริยาการฟอก และอาจมีการเติมสารเคมีพิเศษ (สารช่วยฟอก หรือสารช่วยตรึงโครเมียม) ลงไปด้วย เพื่อให้หนังจับโครมได้ดีขึ้น และลดปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) โดย Nasr et al. (2013) ได้ศึกษาการฟอกหนังแกะชนิดไม่มีขนติด (leather) ด้วยวิธีใช้โครม ซึ่งนิยมในประเทศอียิปต์ เปรียบเทียบกับการใช้สารสกัดจากพืชชนิดควีบราโค (quebracho) และกระถิน (mimosa) พบว่า การใช้สารสกัดจากควีบราโคให้ผลดีเช่นเดียวกับโครม และยังมีข้อดีในเรื่องไม่สร้างปัญหาสภาพแวดล้อมอันเนื่องจากความเป็นพิษของโลหะโครเมียมในโครมอีกด้วย ส่วนการใช้สารสกัดจากกระถินไม่แนะนำให้ใช้

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549) กล่าวว่า การฟอกโครม เป็นการฟอกที่ทำในถังหมุน ซึ่งจะใช้สารเคมีพวกเบสิกโครเมียม (Cr^{3+}) เป็นตัวฟอก โดยทั่วไปแล้วประมาณร้อยละ 70 ของโครเมียมที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับหนัง ที่เหลืออีกร้อยละ 30 ถูกปล่อยทิ้งไปกับน้ำเสีย การตรึงโครมให้อยู่กับหนังสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยการปรับ pH ดังนั้นระหว่างการฟอกโครมจึงต้องมีการเติมโซเดียม

คาร์บอเนตลงไปทีละน้อยอย่างช้าๆ เพื่อปรับ pH ให้ได้ประมาณ 4.5 หนังที่ผ่านการฟอกโครมแล้วเรียกว่า หนัง Wet-Blue ส่วนการฟอกฝาด สามารถทำได้ในถังไม้ปั่นหรือบ่อคอนกรีตที่ต่อแบบอนุกรม (เรียงๆ กันไป) โดยจะใช้แทนนินซึ่งสกัดจากเปลือกไม้พวกยูคาลิปตัส ต้นควีบราโค และอื่นๆ มาเป็นสารฟอก ทั้งนี้น้ำฟอกที่ใช้แล้วสามารถนำมาใช้ซ้ำได้อีก ขั้นตอนที่สำคัญ คือ การล้างฝาดส่วนเกินโดยใช้กรดออกซาลิก ล้างฝาดออกจากหนัง ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพหนังอย่างมาก หนังสำเร็จรูปที่เกิดจากการฟอกฝาดจะมีน้ำหนักมากกว่าและมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าการฟอกโครม มักใช้เป็นพื้นรองเท้า เข็มขัด หลังจากการฟอกแล้วหนังจะถูกรีดน้ำออกให้แห้ง เจียรผิวด้วยเครื่องตัดแต่ง และคัดเลือกเพื่อเก็บไว้รอจำหน่าย หรือแปรรูปต่อไป

นอกจากการฟอกหนังด้วยโครม และการฟอกฝาดแล้ว ทวิช (2542) ได้ศึกษาน้ำยาฟอกหนังลูกโค 3 สูตร คือ สูตรใช้กรดร่วมกับเกลือแกง สูตรใช้สารส้ม และสูตรใช้สารละลายบอแรกร่วมกับโซดาซักผ้า (โซดาแอช หรือโซเดียมคาร์บอเนต; Na_2CO_3) แล้วเปรียบเทียบคุณภาพของหนังลูกวัวที่ฟอกได้ด้านประสาทสัมผัส พบว่า สูตรใช้สารส้มมีคุณภาพดีที่สุด คือ หนังไม่กระด้าง มีความอ่อนนุ่มตลอดทั้งผืน ไม่มีกลิ่นเหม็นหรือสารเคมีตกค้าง ไม่ฉีกขาดง่าย หนังคงสภาพไม่ยืดหรือหดตัว ขนที่ติดอยู่มีความเป็นธรรมชาติไม่เสื่อมคุณภาพ ด้านที่ไม่ติดขนไม่ย่นหรือเป็นคลื่น ไม่เปื่อนพังผืดที่สกปรก สำหรับสูตรใช้กรดร่วมกับเกลือแกง มีคุณภาพดีรองลงมา ส่วนสูตรใช้สารละลายบอแรกร่วมกับโซดาซักผ้า มีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัส ขณะที่ ภูริภพ (2557) ได้เปรียบเทียบสูตรน้ำยาฟอกหนังลูกโค สูตรที่ 1 ประกอบด้วยน้ำ 60 ลิตร ฟอร์มาลีน 1 ลิตร สารส้ม 0.5 กิโลกรัม เกลือเม็ด 400 กรัม และน้ำยาไฮเตอร์ 250 มิลลิลิตร แช่หนังในน้ำยานาน 5 วัน นำมาล้างน้ำสะอาด 3 ครั้ง แล้วนวดด้วยน้ำมันมะกอก 60 มิลลิลิตร ให้ทั่วทั้งผืน ผึ่งลมให้แห้งนาน 5 วัน สูตรที่ 2 ประกอบด้วยน้ำ 60 ลิตร ฟอร์มาลีน 3 ลิตร กรดเกลือ 6 มิลลิลิตร สารส้ม 0.5 กิโลกรัม และเกลือเม็ด 400 กรัม แช่หนังในน้ำยานาน 5 วัน แล้วจึงนำมาล้างน้ำสะอาด 3 ครั้ง จากนั้นแช่ในน้ำยาปรับผ้านุ่ม 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 15 นาที ผึ่งลมให้แห้งนาน 5 วัน พบว่า หนังที่ฟอกด้วยน้ำยาสูตรที่ 2 มีน้ำหนักแห้งมากกว่า มีพื้นที่ผิวมากกว่า ไม่มีกลิ่นของฟอร์มาลีนแม้จะมีการเติมในปริมาณที่มากกว่า (สูตรที่ 1 มีกลิ่นฟอร์มาลีน) ส่วนคุณภาพของหนังมีลักษณะดีใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ Boren et al. (2004) ที่รายงานสูตรฟอกหนังกวางและหนังสัตว์ขนาดเล็กที่มีขนติด โดยใช้น้ำยาฟอกที่ประกอบด้วยสารส้ม 1 ปอนด์ ละลายในน้ำ 1 แกลลอน โซเดียมคาร์บอเนต 4 ออนซ์ เกลือ 8 ออนซ์ ละลายในน้ำ ½ แกลลอน ผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดช้าๆ ลงในภาชนะขนาดใหญ่สำหรับแช่หนัง แล้วนำหนังลงแช่นาน 2–5 วัน ขึ้นกับชนิดของหนัง ล้างหนังด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง แล้วตากแห้งนาน 3–4 วัน จะได้หนังสัตว์ที่มีคุณภาพดี การใช้สารส้มแทนการฟอกด้วยโครเมียมและฝาดนับเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย วิธีการไม่ซับซ้อน ไม่พึ่งพาสารเคมีราคาสูงจากต่างประเทศ ไม่ใช้เครื่องจักรกลราคาแพงในกระบวนการผลิต และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริงในพื้นที่ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงใช้สารส้มเป็นส่วนประกอบในน้ำยาฟอก แต่เนื่องจากหนังแกะขนมีความหนาและมีขนแกะที่ยาวกว่าหนังโค จึงอาจต้องใช้สารส้มในระดับสูงขึ้น โดยแปรผันปริมาณสารส้มที่ 0.75, 1.0 และ 1.25% ของสารละลายทั้งหมดโดยประมาณ (w/v) เพื่อหาระดับของสารส้มที่เหมาะสมต่อการฟอกหนังแกะขน

วิธีการศึกษา

ใช้หนังของแกะขนเพศผู้ที่ผ่านการขุนแล้วจำนวน 6 ตัว อายุเฉลี่ย 14.6 ± 1.9 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 37.1 ± 4.0 กิโลกรัม นำหนังติดขนของแกะแต่ละตัวมาแบ่งออกเป็น 4 ผืนเท่าๆ กัน (รวม 24 ผืน) (**Figure 1A**) จากนั้นทำความสะอาด โดยลอกเนื้อ ไขมัน และเยื่อออกจากหนังให้มากที่สุด (**Figure 1B**) ล้างด้วยผงซักฟอกและน้ำสะอาด (**Figure 1C**) แล้วสุ่มเลือกไว้ตัวละ 3 ผืน รวมทั้งสิ้น 18 ผืน สุ่มแบ่งออกเป็น 9 ชุดๆ ละ 2 ผืน จากนั้นสุ่มไปแช่ในน้ำยาฟอก 3 สูตรที่มีปริมาณสารส้มต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.75, 1.00 และ 1.25% (w/v) ส่วนสารผสมอื่น ได้แก่ ฟอร์มาลีน หรือฟอร์มัลดีไฮด์ (CH_2O) ความเข้มข้น 37% (บริษัท วิทยาศรม จำกัด สาขาเชียงใหม่) กรดเกลือ (hydrochloric acid, 35% HCl; บริษัท เวิลด์ เคมิคอล ฟาร์อีสต์ จำกัด เชียงใหม่) เกลือเม็ด (NaCl) ที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป และน้ำประปา ใช้ในอัตราส่วนเดียวกัน ดังระบุใน **Table 1**

Figure 1 Pelts of wool sheep before (A) and after cleaning by removing the leftover meat, fat and membrane (B) and washing with detergent and water prior to tanning (C)

Table 1 Composition of tanning solution for sheep pelt in this experiment

Composition	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Water (l)	90	90	90
Formalin[1/] (l)	4.5	4.5	4.5
35% HCl (ml)	9.0	9.0	9.0
Salt (kg)	0.6	0.6	0.6
Alum (kg)	0.75	1.0	1.25

[1/] 37% formaldehyde solution

แช่หนังแกะในน้ำยาฟอกหนังในถังขนาด 120 ลิตร โดยให้หนังจมอยู่ในน้ำยาทั้งผืน คนน้ำยาในถังฟอกวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) แต่ละครั้งใช้เวลา 5 นาที พร้อมทั้งวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำยาฟอกหนังแต่ละสูตรหลังการคนทุกครั้ง เมื่อครบ 4 วัน นำหนังแกะออกจากถังฟอก วัดค่า pH ของน้ำยาฟอก จากนั้นนำหนังแกะไปล้าง โดยแช่ในถังที่ใส่น้ำสะอาดปริมาณ 90 ลิตร เป็นเวลา 10 นาที ทำการวัดค่า pH ของน้ำล้าง หากน้ำยังเป็นกรด (pH <7.0) ให้เปลี่ยนน้ำสะอาดใหม่และล้างอีกเป็นเวลา 10 นาที วัดค่า pH อีกครั้ง ทำเช่นนี้จนกระทั่งค่า pH ของน้ำล้างเป็นกลาง (ค่า pH ประมาณ 7) จึงหยุดล้าง หลังจากนั้น นำหนังแกะไปแช่ในน้ำยาปรับผ้านุ่มผสมน้ำสะอาดในถัง 90 ลิตรเช่นกัน โดยใช้อัตราส่วนน้ำสะอาด 10 ลิตรต่อน้ำยาปรับผ้านุ่ม 0.1 ลิตร แช่เป็นเวลา 15 นาที นำหนังแกะขึ้นมาสะเด็ดน้ำ แล้วนำไปตรึงกับโครงไม้สี่เหลี่ยม โดยขึง 1 ผืนต่อ 1 โครง ดังแสดงใน **Figure 2** ทำการเลาะเนื้อและพังผืดที่ติดกับหนังอีกครั้งให้หมดจด ผึ่งในร่มที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เป็นเวลา 5 วัน

Figure 2 Tanned pelts being fixed in wooden frames and desiccated in the shade of good ventilation before being evaluated

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม – กันยายน 2562 ที่งานวิจัยและพัฒนาปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง และภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำยาฟอกหนังแกะ โดยวัดทุกครั้งหลังจากการกวนแต่ละวัน ค่า pH ของน้ำหลังการล้างหนังแกะที่ผ่านการแช่ในน้ำยาฟอกแล้วทุกครั้ง เพื่อตรวจการตกค้างของกรดในหนังแกะ และการประเมินด้านประสาทสัมผัส ซึ่งใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point Hedonic scale; คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด; Peryam and Pilgrim, 1957) เมื่อแบ่งคะแนนเป็นเกณฑ์ 9 ระดับ มีค่าความพึงพอใจดังนี้ คะแนนช่วง 1.0-1.8 = ไม่ชอบมากที่สุด 1.9-2.7 = ไม่ชอบมาก 2.8-3.6 = ไม่ชอบปานกลาง 3.7-4.5 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4.6-5.4 = เฉยๆ 5.5-6.3 = ชอบเล็กน้อย 6.4-7.2 = ชอบปานกลาง 7.3-8.1 = ชอบมาก และ 8.2-9.0 = ชอบมากที่สุด โดยคุณลักษณะที่ประเมินมีดังนี้ สี (color) กลิ่น (odor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) และการยอมรับโดยรวม (overall acceptability) ทำการทดสอบกับผู้ประเมินจำนวน 31 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเจ้าหน้าที่/นักวิชาการปศุสัตว์ ผู้จะซื้อ และผู้สนใจ ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่า pH และการประเมินด้านประสาทสัมผัส นำมาหาค่าเฉลี่ย (mean) และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variances) ด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) และหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามที่ระบุไว้โดย Steel et al. (1997) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป R studio for desktop

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

หนังแกะทั้ง 18 ผืนที่นำมาฟอกด้วยน้ำยาทั้ง 3 สูตร มีลักษณะของผืนหนังที่ฟอกเสร็จแล้วของแต่ละสูตร แสดงดัง **Figure 3**

(a) (b) (c)

Figure 3 Pelts of wool sheep after tanning with tanning solution 1 (a), 2 (b) and 3 (c), respectively

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำยาฟอก และของน้ำล้างหนังแกะ

ค่า pH ของน้ำยาฟอกทั้ง 3 สูตรในแต่ละวันที่นำหนังแกะไปแช่ไว้จนครบ 4 วัน แสดงใน **Table 2** จะเห็นได้ว่า pH ของน้ำยาฟอกทั้ง 3 สูตรมีค่าเป็นกรด เนื่องจากมีกรดเกลือ (HCl) ในปริมาณ 9 มิลลิลิตรเท่ากัน แต่ pH มีค่าต่ำลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของสารส้ม โดยสูตร 3 ที่ใช้สารส้มประมาณ 1.25% (w/v) มีค่า pH ต่ำกว่าสูตร 1 ที่ใช้สารส้ม 0.75% อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตร 2 ที่ใช้สารส้มระดับ 1.0% ทั้งนี้เป็นเพราะสารส้ม ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ $Al_2(SO_4)_3 14H_2O$ เมื่อละลายน้ำมีคุณสมบัติเป็นกรด (Boyd, 1979 และ 1990; Wilkinson, 2002) สอดคล้องกับ งานมาตรฐานวิทยาศาสตร์ กองการควบคุมระบายน้ำ (2563) ที่ได้รายงานว่า สารส้มเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ดี ทำให้น้ำมีค่า pH ลดลง มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งยังมีความปลอดภัยต่อการสัมผัสและสุขภาพ จึงนิยมใช้บำบัดน้ำในครัวเรือน หรือแหล่งจ่ายน้ำทั่วไป โดยลดประจุของสารแขวนลอยขนาดเล็ก ด้วยการให้ประจุลบของ $SO_4^=$ ทำให้สารแขวนลอยเกาะกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ จนเกิดการตกตะกอนในที่สุด สำหรับการที่ pH มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาแช่หนังแกะ โดยวันที่ 4 สูงกว่าวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$; pH = 3.77 - 4.00 vs. 3.40 - 3.70 ตามลำดับ) นั้น อาจเนื่องจากเกิดขบวนการย่อยสลายเศษเนื้อเยื่อที่ติดอยู่กับหนังเล็กน้อยซึ่งเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเกลือในน้ำยาฟอกจะเกิดการ denature ของโปรตีน ให้กลายเป็นเป็ปไทด์สายสั้นๆ หรือกรดอะมิโนตัวเดี่ยวๆ ซึ่งมีปลายอะมิโน (amino end) เป็นอิสระในรูป NH_3^+ สามารถจับกับกลุ่มไฮดรอกซิล (OH^-) ที่แตกตัวจากน้ำ ได้เป็น NH_4OH จึงทำให้น้ำยาฟอกหนังมีค่า pH สูงขึ้น

สอดคล้องกับการศึกษาของ Valeika et al. (2012) ที่รายงานว่า น้ำยาฟอกหนังโคที่ทำมาจากสารสกัดพืชชนิดต่างๆ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ Common tormentil (มีแทนนิน 26%), Indusol ATO (จาก quebracho มีแทนนิน 74-75%), Ormotan C (modified vegetable extract มีแทนนิน 70-72%) และ Blankotan W (ผลิตภัณฑ์จาก phenol polycondensation มีแทนนิน 71-73%) มีค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 4.90, 4.63, 4.23 และ 4.32 เป็น 6.0, 6.2, 5.6 และ 6.3 ตามลำดับ เมื่อแช่หนังโคเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

สำหรับน้ำล้างหนังแกะที่ผ่านการฟอกมาแล้ว 4 วันของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง มีค่า pH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ต้องล้างถึง 3 ครั้ง ค่า pH ของน้ำล้างจึงใกล้เป็นกลาง (pH = 6.9; **Table 2**) อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาค่า pH ของน้ำล้างในแต่ละครั้ง พบว่า ทั้ง 3 สูตรมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตามจำนวนครั้งที่ล้าง กล่าวคือ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 4.73 ± 0.40, 4.37 ± 0.06 และ 4.37 ± 0.15 ไปเป็น 6.90 เท่ากันทั้ง 3 สูตรเมื่อล้างในครั้งที่ 3 (**Table 2**)

Table 2 pH of sheep pelt tanning solution and washing water

Tanning solution No.	1	2	3	SEM	P-value
Kg of alum in tanning solution	0.75	1.00	1.25		
pH of tanning solution after soaking sheep pelt (Mean ± SD)					
Day 1	$3.70\pm0.10^{a, y}$	$3.47\pm0.06^{b, z}$	$3.40\pm0.17^{b, z}$	0.06	0.030
Day 2	$3.83\pm0.12^{a, xy}$	$3.67\pm0.06^{b, y}$	$3.63\pm0.06^{b, y}$	0.04	0.049
Day 3	$3.90\pm0.10^{a, xy}$	$3.80\pm0.10^{b, x}$	$3.70\pm0.00^{c, xy}$	0.03	0.002
Day 4	$4.00\pm0.10^{a, x}$	$3.83\pm0.06^{b, x}$	$3.77\pm0.15^{b, x}$	0.02	0.009
SEM	0.04	0.05	0.05		
P - value	0.042	<0.001	0.010		
pH of washing water after soaking sheep pelt (Mean ± SD)					
First time	4.73 ± 0.40^{z}	4.37 ± 0.06^{z}	4.37 ± 0.15^{z}	0.10	0.191
Second time	5.93 ± 0.32^{y}	5.87 ± 0.31^{y}	6.13 ± 0.35^{y}	0.10	0.608
Third time	6.90 ± 0.00^{x}	6.90 ± 0.00^{x}	6.90 ± 0.00^{x}	0.00	0.422
SEM	0.33	0.37	0.38		
P - value	<0.001	<0.001	<0.001		

$^{a, b, c}$ Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$)

$^{x, y, z}$ Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$)

SEM = Standard error of the mean, SD = Standard deviation

การประเมินคุณภาพหนังหลังการฟอก

หนังแกะที่ผ่านการฟอกและล้างทำความสะอาดจนน้ำล้างไม่มีสภาพเป็นกรดแล้ว เมื่อนำไปแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วน 0.1 : 10 เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปตรึงกับโครงไม้ เลาะเศษเนื้อและพังผืดที่ติดกับหนัง ซึ่งยังมีเพียงเล็กน้อยออกให้หมด ผึ่งหนังในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเทสะดวกเป็นเวลา 5 วัน จะได้หนังแกะที่แห้งดี ดัง **Figure 3** เมื่อนำไปประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale โดยผู้ประเมิน 31 ราย ซึ่งประกอบด้วย เจ้าหน้าที่/นักวิชาการด้านปศุสัตว์ 16 ราย ผู้จะซื้อ 5 ราย และผู้สนใจทั่วไป 10 ราย ผลแสดงใน **Table 3** ปรากฏว่า ผู้ประเมินให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อน้ำยาฟอกที่มีสารส้ม 1.0 และ 1.25 มากกว่า 0.75 % (w/v, โดยประมาณ) คือชอบสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มากกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ (7.87 ± 0.13 และ 7.84 ± 0.16 vs. 7.42 ± 0.26, $P < 0.05$) ซึ่งคะแนนของทุกสูตรอยู่ในระดับ “ชอบมาก” สำหรับสีขน สีหนัง กลิ่น และเนื้อสัมผัสของหนังที่ฟอกโดยน้ำยาทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Table 3 Sensory evaluation of sheep pelt with fur from all evaluators (n = 31) [1/]

Tanning solution No.	1	2	3	SEM	P- value
Kg of alum in tanning solution	0.75	1.00	1.25		
Pelt color	7.55±0.72	6.78±1.48	7.32±1.70	0.41	0.145
Fur color	6.48±1.53	7.16±1.32	7.00±2.16	0.50	0.269
Odor	6.32±1.85	6.29±1.56	6.77±0.96	0.44	0.373
Texture of pelt	6.35±1.47	7.16±1.75	6.74±2.02	0.52	0.203
Overall liking	7.42±0.26[b]	7.87±0.13[a]	7.84±0.16[a]	0.09	0.049

[a, b, c] Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[1/] Degree of liking; 1.0-1.8 = totally unlike; 1.9-2.7 = very unlike; 2.8-3.6 = medium unlike; 3.7-4.5 = slightly unlike; 4.6-5.4 = neutral; 5.5-6.3 = slightly like; 6.4-7.2 = medium like; 7.3-8.1 = very like and 8.2-9.0 = most like (Peryam and Pilgrim, 1957)

SEM = Standard error of the mean

ผลของการฟอกหนังในครั้งนี้ซึ่งใช้สารส้มเป็นส่วนผสมในน้ำยาฟอก ได้หนังที่มีคุณภาพดีดังกล่าวข้างต้น ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ทวิช (2542) ซึ่งศึกษาสูตรน้ำยาฟอกหนังลูกโคที่มีส่วนประกอบของสารส้มระดับ 0.75% พบว่า มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีที่สุด โดยหนังไม่กระด้าง มีความอ่อนนุ่มทั้งผืน ไม่มีกลิ่นเหม็นหรือมีกลิ่นสารเคมีตกค้าง ไม่ฉีกขาดง่าย หนังคงสภาพไม่ยืดหรือหดตัว ขนที่ติดอยู่มีความเป็นธรรมชาติไม่เสื่อมสภาพ ด้านที่ไม่มีขนไม่ย่นหรือเป็นคลื่น และยังสอดคล้องกับรายงานของ Boren et al. (2004) ที่ศึกษาสูตรฟอกหนังกวาง และหนังสัตว์ขนาดเล็กที่มีขนติด โดยน้ำยาฟอกประกอบด้วยสารส้ม 1 ปอนด์ ละลายน้ำ 1 แกลลอน โซเดียมคาร์บอเนต 4 ออนซ์ และเกลือ 8 ออนซ์ ซึ่งละลายน้ำ ½ แกลลอน พบว่าได้หนังที่มีคุณภาพดี และ ภูริภพ (2557) ที่รายงานว่าหนังลูกโคที่ฟอกด้วยน้ำยาประกอบด้วยน้ำ 60 ลิตร ฟอร์มาลีน 3 ลิตร กรดเกลือ 6 มิลลิลิตร สารส้ม 0.5 กิโลกรัม และเกลือเม็ด 400 กรัม ซึ่งเหมือนกับน้ำยาฟอกหนังแกะขนสูตรที่ 1 (ใช้สารส้มระดับ 0.75% w/v) ในการศึกษาครั้งนี้ ให้ผลดีกว่าสูตรที่ประกอบด้วยน้ำ 60 ลิตร ฟอร์มาลีน 1 ลิตร สารส้ม 0.5 กิโลกรัม เกลือเม็ด 400 กรัม และน้ำยาไฮเตอร์ 250 มิลลิลิตร โดยแช่หนังในน้ำยาเป็นเวลา 5 วัน แล้วล้างน้ำสะอาด 3 ครั้ง จากนั้นแช่ในน้ำยาปรับผ้านุ่ม 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 นาที ผึ่งลมให้แห้งนาน 5 วันเหมือนกัน อย่างไรก็ดี การใช้สารส้มที่ระดับ 1.0 – 1.25% (w/v) ตามการศึกษาครั้งนี้ ได้ผลดีกว่าการใช้สารส้มที่ระดับ 0.75% อาจเป็นเพราะความแตกต่างของหนังแกะขนที่มีความยาวของขนมากว่าหนังลูกโคตามที่ ภูริภพ (2557) รายงานไว้

การฟอกหนังแกะขนด้วยสารส้มร่วมกับฟอร์มาลีน กรดเกลือ และเกลือเม็ดครั้งนี้ จัดว่าเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ไม่พึ่งพาสารเคมีจากต่างประเทศ และไม่ใช้เครื่องจักรราคาแพงในการผลิต เป็นวิธีที่สามารถปฏิบัติได้จริงในประเทศไทย

สรุป

น้ำยาฟอกหนังแกะที่มีส่วนผสมของสารส้มระดับ 1.0 และ 1.25 กิโลกรัม (ประมาณ 1.0 - 1.25% w/v) ร่วมกับฟอร์มาลีน 4.5 ลิตร กรดเกลือ 9 มิลลิลิตร และเกลือเม็ด 0.6 กิโลกรัม ผสมกับน้ำประปาจำนวน 90 ลิตร เมื่อแช่หนังแกะขนไว้นาน 4 วัน จะมีค่า pH เท่ากับ 3.83 ± 0.06 และ 3.77 ± 0.15 ต้องทำการล้างหนังแกะ 3 ครั้ง ค่า pH จึงเป็นกลาง ผู้ประเมินมีความชอบโดยรวมมากที่สุด ให้คะแนนเท่ากับ 7.87 ± 0.13 และ 7.84 ± 0.16 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับ “ชอบมาก” ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน จึงแนะนำให้ใช้สารส้มที่ระดับ 1.0% เป็นส่วนผสมในน้ำยาฟอกหนังแกะ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัย และมูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนวัตถุดิบ รวมทั้งอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กรมปศุสัตว์ ที่ให้การอนุเคราะห์ชำแหละแกะที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2549. คู่มือมาตรฐานการตรวจสอบโรงงานฟอกหนัง. สำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขา 2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

งานมาตรฐานวิทยาศาสตร์ กองการควบคุมระบายน้ำ. 2563. เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (MSDS): สารส้ม. แหล่งข้อมูล: http://wqc-portal.pwa.co.th/attachment/topic/30/MSDS-Alum2.pdf. ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563.

ทวิช ทวิชศรี. 2542. การศึกษาหาสูตรน้ำยาฟอกหนังลูกโคที่เหมาะสม ปัญหาพิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2541. การผลิตและการใช้ประโยชน์จากขนแกะที่เลี้ยงในภาคเหนือตอนบน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิทักษ์ ศรีประยา และเยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2530. การชำแหละและการตัดแต่งเนื้อ และการฟอกหนังกระต่าย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ภูริภพ นาใจเย็น. 2557. การเปรียบเทียบสูตรน้ำยาฟอกหนังลูกโค ปัญหาพิเศษ สาขาโคนมและโคเนื้อ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ (องค์การมหาชน). 2562. งานศิลปหัตถกรรมประเภทผ้าทอขนแกะ. แหล่งข้อมูล: https://www.sacict.or.th/uploads/items/attachments/3d76cc27d29c076b2c374df9ac79d6a8/_20f888d13e9e38c98e65e11700afcd75.pdf. ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, ภัทวรา ปฐมรังษิยังกุล, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, วิไลพร ทัณฑะรักษ์, ณัฐกานต์ มณีทอง, เอื้องพลอย ใจลังกา และวุฒิชัย ลัดเครือ. 2563. การใช้สารช่วยหมักร่วมกับเครื่องเทศในขาแกะรมควันและสารช่วยย่อยในสตูเนื้อแกะ. วารสารเกษตร. 36(3): 377-386.

Boren, J., T. Terrell, R. Baker, B.J. Hurd, and G. Mason. 2004. Tanning deer hides and small fur skins. Bringing science to your life. Guide L-103. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University, New Mexico.

Boyd, C. E. 1979. Aluminum sulfate (alum) for precipitating clay turbidity from fish ponds. Transactions of the American Fisheries Society. 108: 307-313.

Boyd, C. E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Auburn, Alabama.

Nasr, A. I., M. M. Abdelsalam, and A. H. Azzam. 2013. Effect of tanning method and region on physical and chemical properties of Barki sheep leather. Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences. 8(1): 123-130.

Peryam, D.R., and F.J. Pilgrim. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. Food Technology. 11: 9-14.

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, and D.A. Dickey. 1997. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 3rd Edition. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.

Valeika, V., K. Beleska, V. Valeikiene, and J. Sirvaityte. 2012. Commom tormentil tannins as tanning material for leather processing. Available: https://www.researchgate.net/publication/258030561_COMMON_TORMENTIL_TANNINS_AS_TANNING_MATERIAL_FOR_LEATHER_PROCESSING. Accessed Sep. 1, 2020.

Wilkinson, S. 2002. The use of lime, gypsum, alum and potassium permanganate in water quality management. Aquaculture Asia. 7(2): 12-14.