

新型磨蹄網對山羊過長腳蹄削磨效果之評估⁽¹⁾

吳志華⁽²⁾⁽³⁾ 鄭閔謙⁽²⁾

收件日期：111 年 11 月 3 日；接受日期：112 年 5 月 17 日

摘 要

山羊腳蹄的健康與否影響其產能及動物福利。本文旨在探討使用新型磨蹄網對過長腳蹄之影響。本研究選擇步態正常、無跛腳且蹄匣底部角質組織過長之努比亞(Nubian)公羊 6 頭，隨機分配羊舍地面有設置磨蹄網(hoof-grinding net)組及無磨蹄裝置組，每組 3 頭，獨立飼養於欄位內。羊隻於未放磨蹄網前(0 日)，以照像記錄法記錄四肢蹄部蹄底匣面積，並於 15、30 及 45 日記錄蹄底匣面積變化情形。依據試驗前之測量結果發現，前肢內側蹄大於外側蹄，而後肢則外側蹄大於內側蹄，磨蹄網組使用前與使用後 15、30 及 45 日的蹄底匣面積皆有減少，顯示出削磨蹄效果。在兩組的削磨面積比較來看，右前外側蹄、左前外側蹄及右後外側蹄有顯著差異。肉眼觀察發現，磨蹄網對蹄底匣部的角質為逐漸削磨，且片狀不連續的邊緣消失。本研究結果顯示，加設磨蹄網對飼養於高床的山羊其過長腳蹄角質具有緩和磨損效果，建議在削磨過長腳蹄的方法上，新型磨蹄網是可考慮的一項選擇。

關鍵詞：山羊、腳蹄、羊床、磨蹄網。

緒 言

山羊腳蹄的健康是動物福祉指標之一(Minnig *et al.*, 2021)，而健康的腳蹄與飼養環境有關(Sailer *et al.*, 2021)。就飼養環境而言，放牧較像野生山羊飼養於乾燥且有岩石的原始環境(Sarhangzadeh *et al.*, 2013)，而在臺灣圈養多飼養於金屬網材質的高床上，由於接觸面光滑，需定期修剪以避免跛腳。

山羊的腳屬於偶蹄，腳蹄的構造是由蹄壁、蹄底等部位所構成，其中蹄壁由堅固的角質層組成(楊, 1992)。蹄壁會不斷的生長，如無足夠磨損的物質，就會過度生長，如接觸地面為泥土、稻草及光滑金屬網羊床等易導致角質的過長。一旦發生腳蹄過長而未加以適當修剪，會造成山羊的跛腳，若再長時間不加修剪，引起體態不正，骨關節異常，則易導致關節變形，演變成不可逆的傷害，並且伴隨疼痛的產生，影響食慾、步態、出血及產能，最終造成淘汰(Ajuda *et al.*, 2019; Sailer *et al.*, 2021; Queiroz *et al.*, 2022)。過長腳蹄的處理，可透過人工修剪的方法，近年來也發展出修蹄保定架讓修蹄更有效率(Amin *et al.*, 2022)。一般來說，修蹄的頻率一年約三次。然而修蹄時的保定，對山羊來說具有緊迫性，修剪過程有時會因出血而有感染的風險，因此需由經過修蹄訓練的人進行操作(Sailer *et al.*, 2021)。此外，修蹄大多需採蹲姿，對於修蹄人員的腰部及膝蓋是很大負荷，手部也需較大的力量才能剪斷腳蹄角質。腳蹄維護如此重要，且因人工修蹄費時、費力且羊隻有感染風險，Deeming (2020) 也建議除人工修蹄外應提供腳蹄削磨的環境，以避免腳蹄過長。

過往的試驗多是對已修完的腳蹄進行測量，以達降低修蹄次數。葉等(2017)探討不同的削蹄片對蹄部生長的影響，顯示削蹄片對蹄部生長有減緩的效果。而對腳蹄的測量技術，以往試驗大都為測量腳蹄的長、寬及高，對於會影響腳蹄健康的覆蓋蹄底過長角質部分則較少被討論。本次試驗，以仿照自然環境粗糙地面的設計，於高床鋪設可移動之新設計磨蹄網，調查蹄壁彎曲至蹄底的角質面積，探討磨蹄網對過長蹄壁的削磨效果。

材料與方法

I. 試驗動物及欄位

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2751 號。

(2) 農業部畜產試驗所南區分所。

(3) 通訊作者，E-mail: sifonew@mail.tlri.gov.tw。

由恆春分所努比亞羊群中，挑選已去勢努比亞公羊 6 頭進行試驗。本批羊隻平均 7 月齡，體重平均 41.5 ± 1.9 kg，均完成羊痘疫苗注射及體內外驅蟲，步態正常與無跛腳，且其蹄匣底部均有蹄壁角質組織過長之情形，如圖 1B 所示（蹄壁角質組織彎曲至蹄匣底部為過長）。試驗欄位為 6 個獨立高床欄位，羊床面離地 80 cm，欄位長、寬為 365 cm × 150 cm。羊床網材質為鍍鋅金屬網，其孔目大小為 1.7 cm × 4.3 cm，鍍鋅金屬條直徑 0.5 cm。每個欄位皆有獨立飼槽、水及鹽磚。水及鹽磚供任飲及舔食。飼糧為精料每日餵食 2 次，供應盤固拉乾草任食。

II. 磨蹄網設計與試驗方法

磨蹄網（新型專利第 M625464 號）之尺寸為 150 cm × 100 cm × 0.5 cm，材質為鍍鋅金屬鐵網上黏附碳化矽 (SiC) 顆粒產生粗糙表面。參試之 6 頭努比亞山羊，隨機分配為處理組及對照組。對照組為無磨蹄網組，羊床為鍍鋅金屬網，網與網間有金屬條接合；處理組為設置磨蹄網組，於欄位中間鍍鋅金屬鐵網之上鋪設上述新型專利磨蹄網。每組 3 頭，每頭皆飼養於獨立欄位內。所有羊隻於第 0 日（未放磨蹄裝置前）先以照像記錄法記錄右前、右後、左前及左後共 4 個肢內外蹄的「蹄底匣面積」(area of hoof wall) (圖 1)。並於處理後 15、30 及 45 日記錄腳蹄變化情形。

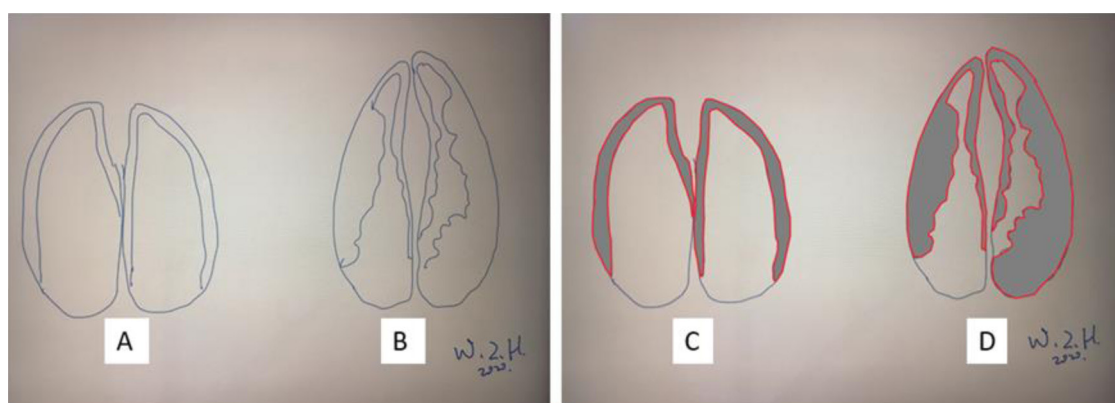


圖 1. 山羊過長蹄底匣面積示意圖。A：正常腳蹄，B：過長腳蹄，C：灰色部分為正常腳蹄之蹄底匣面積；D：灰色部分為過長腳蹄之蹄底匣面積。

Fig. 1. Schematic diagram of area of overgrown hoof wall in goat. A. normal hooves; B. overgrown hooves; C. Gray: the area of normal hoof wall; D. Gray: the area of overgrown hoof wall.

III. 蹄部性狀測量方式統計方式

使用影像分析軟體 Image J 圖像軟體 (v. 1.46r software, National Institutes of Health, USA) 以面積測量的功能計算「蹄底匣面積」的大小，單位為 mm^2 。以 SAS EG (Version 7.1, 1) 進行 t 檢定比較兩組間的差異。

結果與討論

I. 蹄底匣面積內外蹄原始差異

參試之羊隻之間於試驗前的蹄底匣面積有相當大之差異，試驗前後腳蹄底匣面積之平均值與標準偏差 ($n = 6$)，分別為右前外 $240.9 \pm 97.4 \text{ mm}^2$ 、右前內 $400.5 \pm 108.7 \text{ mm}^2$ 、右後外 $501.1 \pm 265.9 \text{ mm}^2$ 、右後內 $261.2 \pm 85.5 \text{ mm}^2$ 、左前外 $317.2 \pm 177.8 \text{ mm}^2$ 、左前內 $457.5 \pm 134.4 \text{ mm}^2$ 、左後外 $407.2 \pm 54.2 \text{ mm}^2$ 、左後內 $195.9 \pm 54.2 \text{ mm}^2$ 。依據測量結果發現，羊隻內外蹄大小不同，前肢內側蹄大於外側蹄，而後肢則外側蹄大於內側蹄。腳蹄主要功能為乘載體重，這樣的分布情形與 Van der Tol *et al.* (2002) 研究牛隻內、外蹄的負重分布相似，其相關性有待未來進一步研究釐清。

II. 蹄底匣面積變化

本研究的主要目的在評估使用磨蹄網不同時間對過長腳蹄削磨的效果。試驗分為使用磨蹄網之處理組，未使用磨蹄網之對照組，共 2 組進行比較。圖 2 為使用磨蹄網第 0、15、30 及 45 天之測量結果，圖中所示為各肢之內、外蹄過長腳蹄面積的加總。

在處理組方面發現，雖然四肢起始的平均面積並不相同，但可以觀察到各肢的蹄底匣面積趨勢的改變。右

前肢於起始的第 0 日及結束的第 45 日，平均面積分別為 687.7 ± 239.3 及 $436.5 \pm 70.0 \text{ mm}^2$ ，右後肢為 918.3 ± 447.1 及 $567.1 \pm 316.9 \text{ mm}^2$ ，左前肢為 897.2 ± 652.2 及 $388.5 \pm 48.8 \text{ mm}^2$ ，左後肢為 546.6 ± 82.0 及 $470.6 \pm 50.8 \text{ mm}^2$ 。右後及左前肢在試驗過程中 0 – 45 日皆有持續減少，而右前及左後肢則於 30 – 45 日出現小幅增加的現象。30 日之後的小幅增加推測與磨蹄網粗顆粒因使用後脫落有關。

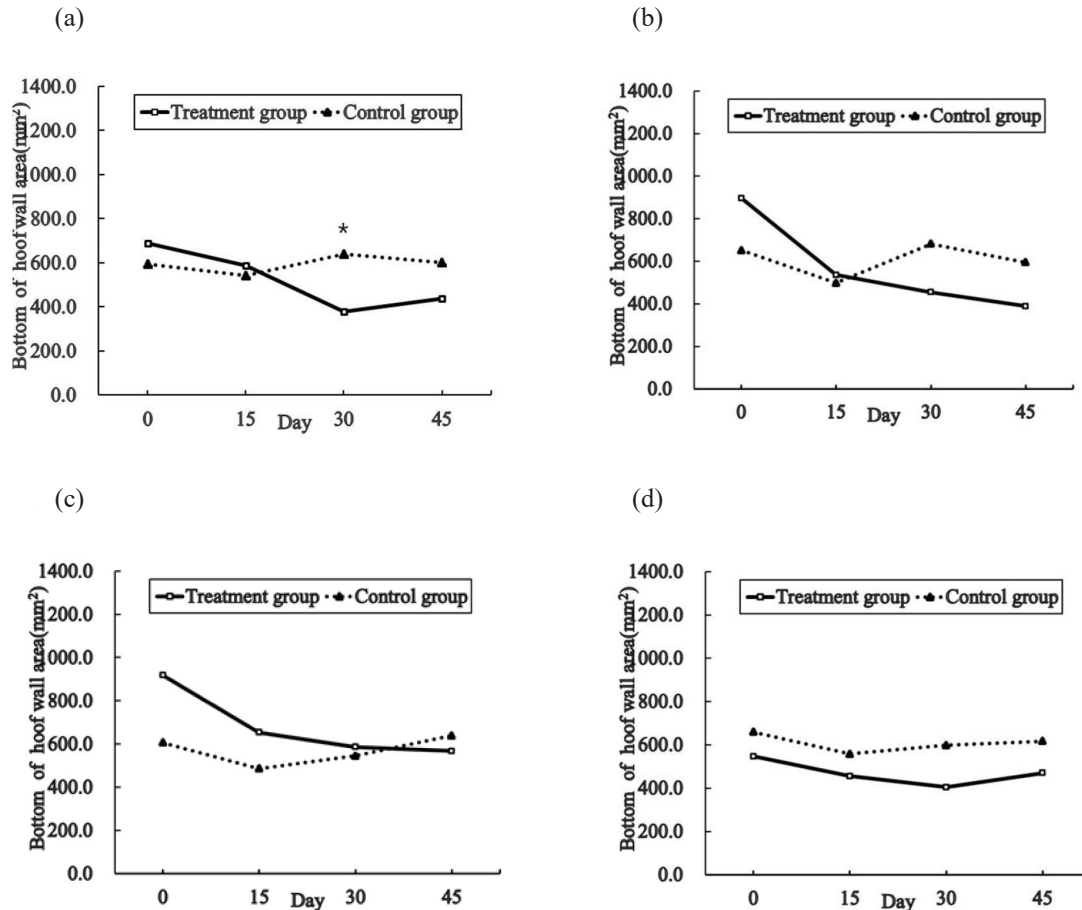


圖 2. 磨蹄網組與對照組之山羊蹄底匣面積 0 – 45 日的變化情形。(a) 右前肢、(b) 左前肢、(c) 右後肢、(d) 左後肢。

星號表示顯著差異 ($P < 0.05$)。

Fig. 2. Changes of the hoof wall area from 0 to 45 days of test group and control group. (a) Right forelimb, (b) Left forelimb, (c) Right hind limb, (d) Left hind limb.

* Means significant differences between treatment and control groups ($P < 0.05$, t-test).

在對照組方面，各肢起始的平均面積亦不相同，但可以觀察到各肢面積的變化趨勢不同於處理組。右前肢於起始的第 0 日及結束的第 45 日，平均面積分別為 595.1 ± 132.7 及 $602.1 \pm 66.4 \text{ mm}^2$ ，右後肢為 606.2 ± 54.7 及 $637.9 \pm 175.5 \text{ mm}^2$ ，左前肢為 652.2 ± 95.0 及 $594.9 \pm 185.8 \text{ mm}^2$ ，左後肢為 659.6 ± 54.7 及 $617.5 \pm 175.5 \text{ mm}^2$ ，右前及右後肢測量結果顯示面積增加，而左前肢及左後肢則變則為減少，整體而言，對照組的變化趨勢平緩，第 0 天至 45 天雖有增減，但幅度很小。

從蹄底匣面積的角度看來，增設磨蹄網的處理組對過長的蹄壁具有削磨效果，這與葉等 (2017) 研究關於地面型削蹄片對山羊腳蹄具有延緩生長的結果相似。Prado *et al.* (2022) 的研究也顯示在使用過修蹄剪將蹄修過後，再以砂輪機將蹄修整，可以減少腳蹄變形的數量。砂輪機與磨蹄網的原理相似，皆採用了粗糙面在蹄進行摩擦，然而砂輪機為電動且在短時間對蹄的削磨；而磨蹄網則屬於無電力、緩和及長時間對蹄的影響。

進一步比較四肢之內、外蹄於各日期被磨損的面積如表 1。第 15 日的測量結果，除了對照組的右前外側之外，蹄底匣面積均縮小，顯示有被削磨的現象，然因羊隻之間變異大，與對照組差異未達顯著水準；使用 30 日後，處理組持續有對蹄削磨的效果，左前肢外側及右後肢外側蹄出現了顯著性的差異 ($P < 0.05$)。使用 45 日後，右前肢外側蹄也出現了顯著性的差異 ($P < 0.05$)。整體而言，相對於對照組，處理組有明顯的削磨效果，但與對照組的差異在各肢之間程度不一。Koluman and Göncü (2016) 曾探討試驗羊腳蹄的性狀與體重的關係，發現兩者

具有相關性。而 Singh *et al.* (2012) 則使用四個獨立的體重計，了解體重分布，計算出無跛足的乳牛其前後半身重量百分比分佈比例為 26：21，右半部與左半部為 53：43。故推測本次試驗四肢結果有所差異，可能來自於四肢在不同的體重分布對蹄造成不同的效果。Ajuda *et al.* (2019) 也評估出蹄的變形與跛足間的關係，其結果顯示，前肢腳蹄的過長與跛足具有高度相關。本研究顯示對於前肢的腳蹄具有較佳的效果。未來可就使用磨蹄網評估因腳蹄過長對跛腳的發生率的改善，以促進動物福利。

表 1. 第 0 日與 15、30、45 日山羊蹄底匣面積差異 (mm²)

Table 1. Differences of the bottom area of hoof wall (mm²) on the 15th, 30th and 45th to the 0 day.

Day	Right forelimb		Left forelimb		Right hind limb		Left hind limb	
	Lateral	Medial	Lateral	Medial	Lateral	Medial	Lateral	Medial
0 – 15								
T ^a	-70.4 ± 110.0 ^{b,c}	-29.5 ± 28.5	-214.3 ± 261.6	-51.7 ± 144.6	-245.3 ± 167.3	-116.4 ± 95.6	-54.6 ± 108.0	-36.0 ± 85.2
C	23.5 ± 103.2	-77.2 ± 133.9	-52.8 ± 51.9	-67.2 ± 70.4	-12.1 ± 47.4	-141.5 ± 93.8	-55.1 ± 116.7	-46.5 ± 63.1
0 – 30								
T	-147.2 ± 72.8	-162.3 ± 102.9	-210.3 ± 96.1*	-122.1 ± 139.1	-271.8 ± 161.0*	-170.6 ± 59.6	-109.4 ± 100.5	-32.9 ± 55.3
C	28.1 ± 98.2	17.2 ± 126.0	11.6 ± 47.2*	-72.9 ± 36.2	11.7 ± 59.9*	17.4 ± 244.5	20.2 ± 89.3	-81.7 ± 24.2
0 – 45								
T	-123.4 ± 72.2*	-127.9 ± 116.9	-224.8 ± 125.2*	-126.4 ± 85.5	-270.1 ± 162.2*	-238.5 ± 187.0	-57.8 ± 106.7	-18.2 ± 118.5
C	18.7 ± 22.6*	-11.7 ± 131.1	81.5 ± 133.4*	-49.9 ± 28.7	-0.5 ± 33.2*	-56.8 ± 243.7	32.3 ± 82.6	-74.4 ± 50.2

^a T, treatment group; C, control group

^b Mean value of ± SD (mm²)

^c Negative value means a decrease

* Significant differences between treated and control (P < 0.05, t-test)

對腳蹄進行肉眼觀察亦發現，處理組及對照組於第 0 日皆有過長腳蹄，其蹄底匣部會有片狀不連續的邊緣（如圖 3）。處理組於第 15 日至 30 日可見蹄底匣部的角質部分逐漸減少，至 45 日則片狀不連續的邊緣消失，對照組則持續存在。Kui *et al.* (2020) 對岩羊 (*Pseudois nayaur*) 腳蹄角質顯微觀察研究發現，羊蹄角質橫切面具有分層，各層的組成元素含量不相同，並且硬度也不相同，以軟—硬—軟—硬的結構出現，其外層較硬，這樣的結構使羊蹄可以吸收衝擊的能量。就本試驗觀察，推測磨蹄網對蹄底匣的削磨是對於各結構層漸次的磨擦所造成。

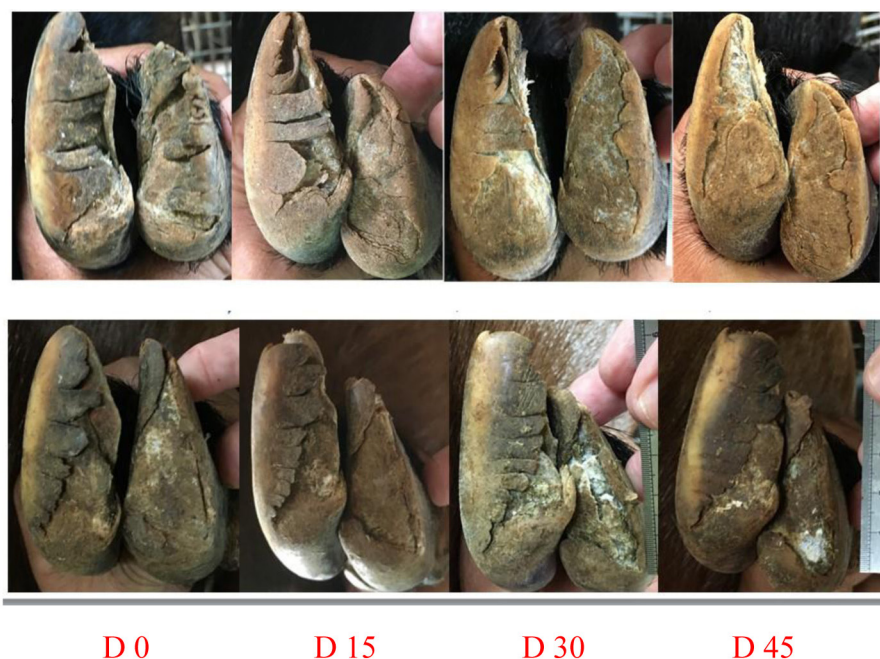


圖 3. 不同日期觀察磨蹄網對左前肢腳蹄的影響。上圖為有加設磨蹄網之處理組；下圖為無加設磨蹄網之對照組。

Fig. 3. Observation of the effect of hoof grinding net on the hoof at different dates. The picture above is the treatment group with the additional hoof grinding net; the picture below is the control group without the additional hoof grinding net.

試驗結果顯示，在高床上加設磨蹄網對過長的山羊腳蹄角質是有削磨效果，本新型單元式磨蹄網可活動配置於適當位置，減少修蹄人力之投入。本次試驗僅就每個欄位單獨羊隻進行 45 日的觀測結果，未來可再對群飼的效果及更長時間新型磨蹄網的耐用性進行進一步評估。

參考文獻

- 楊昌輝。1992。圖解家畜比較解剖學(下)。財團法人徐氏基金會，新北市，第 602-606 頁。
- 葉瑞涵、李宗育、許佳憲、王得吉、楊深玄、王佩華、蕭振文、涂柏安。2017。評估高床羊舍架設不同形式削蹄片對山羊蹄部生長之影響。中畜會誌 46：43-48。
- Ajuda, I. de G. G., M. Battini, and G. T. Stilwell. 2019. The role of claw deformation and claw size on goat lameness. Vet. Anim. Sci. 8: 100080.
- Amin, S., R. Wagner, H. Fieseler, A. Rizk, M. Schmicke, J. Spilke, N. Mielenz, W. Baumgartner, M. Schären-Bannert, and A. Starke. 2022. Sedation with xylazine hydrochloride decreases the stress response in merino meat sheep during routine hoof trimming in a tilt table. Front. Anim. Sci. 2: 795543.
- Deeming, L. 2020. Development of methods to evaluate hoof conformation and lameness in New Zealand dairy goats and the effects of trimming regimes on goat hoof health. Doctoral thesis in veterinary science, Massey university, New Zealand.
- Koluman, N. and S. Göncü. 2016. Measurements of healthy hooves, their interrelation and correlation with body mass in some improved goat breeds. Int. J. Agric. Environ. Biotech. 1: 108-116.
- Kui, H. X. Liu, J. Liu, W. Liang, S. Zhang, Z. Qian, and L. Ren. 2020. The passive contact stability of blue goat hoof based on structure, mechanical properties, and surface morphology. Front. Bioeng. Biotechnol. 8: 363.
- Minnig, A., R. Zufferey, B. Thomann, S. Zwygart, N. Keil, G. Schüpbach-Regula, R. Miserez, D. Stucki, and P. Zanolari. 2021. Animal-based indicators for on-farm welfare assessment in goats. Animals 11: 3138.
- Prado, V. C. M., J. B. Filho, M. M. Yasuoka, R. D. Ollhoff, S. B. Gallo, and E. H. B. Junior. 2022. Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. Vet. Res. Commun. 46: 947-954.
- Queiroz, A. T. Z., J. V. P. Barreto, M. Lazarin, M. L. L. Crisóstomo, L. F. C. Cunha, F. F. N. Pertille, M. H. Quintiliano, and G. R. Queiroz. 2022. Characterization and frequency of foot injuries and foot-related lameness in a goat herd with prophylactic measures for foot-related diseases. Pesq. Vet. Bras 42.
- Sailer, L. M., M. Holinger, J. B. Burla, B. Wechsler, P. Zanolari, and K. Friedli. 2021. Influence of housing and management on claw health in swiss dairy goats. Animals 11: 1873.
- Sarhangzadeh, J., A. Yavari, M. Hemami, H. Jafari, and B. Shams-Esfandabad. 2013. Habitat suitability modeling for wild goat (*Capra aegagrus*) in a mountainous arid area, central Iran. Casp. J. Environ. Sci. 11: 41-51.
- Singh, M., S. S. Lathwal, Y. Singh, A. Kumar, A. K. Gupta, T. K. Mohanty, T. V. Raja, R. K. Gupta, V. Sharma, G. Chandra, and M. Kumar. 2012. Association of lameness with percent body weight distribution and shifting to individual limbs of Static Karan Fries crossbred cows. Indian J. Anim. Sci. 82: 962-970.
- Van der Tol, P. P. J., J. H. M. Metz, E. N. Noordhuizen-Stassen, W. Back, C. R. Braam, and W. A. Weijs. 2002. The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. J. Dairy Sci. 85: 1476-1481.

Evaluation of the effect of a new type of hoof grinding net on overgrown goat hooves ⁽¹⁾

Zhi-Hua Wu ⁽²⁾⁽³⁾ and Min-Chien Cheng ⁽²⁾

Received: Nov. 3, 2022; Accepted: May 17, 2023

Abstract

The health of a goat's hooves affects its productivity and animal welfare. The purpose of this study was to evaluate the effect of a new type of hoof grinding net on overgrown hooves. In the study, six Nubian wethers with normal gait, no lameness, and excessive horny tissue were selected. They were randomly assigned to two groups: one group had installed a new type of hoof grinding nets on the floor of the goat house, while the other group had no hoof-grinding net. Each group consisted of three wethers which were independently reared. From the beginning of this experiment (day 0), the hoof wall area of the limbs was recorded by taking pictures. The changes in the hoof wall area were recorded on the 15th day, 30th day, and 45th day after experiment. According to the measurement results before this experiment, which found that the inner hooves of the forelimbs were larger than the outer hooves. The outer hooves of the hind limbs were larger than the inner hooves. There were significant differences observed in the right front outer hoof, left front outer hoof, and right rear outer hoof when comparing the grinding area between the two groups. Visually, the horniness of the bottom box was ground away by hoof-grinding-net gradually, which caused the broken edge to disappear. The results of this study showed that addition of hoof-grinding-net had an abrasive effect on overgrown goat hooves. It is suggested that the new hoof grinding net is a selection that can be considered.

Key words: Goat, Hoof, Goat bed, Hoof grinding net.

(1) Contribution No. 2751 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: sifonew@mail.tlri.gov.tw.