

山羊於熱緊迫時其行為適應表現 與可行的緩解策略

◎南區分所／潘昭治

前言

熱緊迫會顯著損害山羊生產能力，包括生長、泌乳及繁殖等性狀。雖然山羊被認為是經濟動物中最適合在熱帶氣候生存的動物，但當環境高溫達38°C以上時，仍會需要啟動生理適應機制以維持恆溫，這些過程會消耗山羊許多能量，影響其生產性能表現，削弱免疫反應，不利於山羊的健康表現。

行為適應表現

山羊在熱緊迫期間的行為適應表現，主要藉由減少輻射的熱量、增加對流和傳導的熱損失來平衡，包括尋找蔭涼處，如果沒有蔭涼處，羊隻會改變姿勢為站立，或增加排尿和排便頻率調節熱緊迫的影響。

生理適應表現

呼吸速率、心跳速率和直腸溫度經常被作為山羊對熱緊迫的生理適應能力指標。山羊直腸溫度39至40°C，上升1°C或更少就足以降低生長等表現。熱緊迫山羊的直腸溫度較高，是防止體溫上升的自然機制，有助避免中暑死亡。山羊心跳速率每分鐘90到95次，但熱緊迫時心跳速率會增加，藉由增加血流到身體表面來散發更多熱量。山羊正常狀況下呼吸速率每分鐘15到30次，熱緊迫時利用呼吸蒸發冷卻機制來排出多餘熱量，導致呼吸速率升高。這些生理變化的複雜性，因品種、個體、山羊年齡及環境條件而異。無論哪種山羊品種，生理適應變化被認為是做為山羊動物福利評估的最可靠指標。

營養適應表現

熱緊迫對營養的影響反應在飼料攝取量顯著減少，增加飲水頻率和水攝取量。且生長速率、每日增重和活體重減少。因應出汗和喘息羊隻需要增加水分的攝取量，以達到熱量散失與負能量平衡。

代謝和荷爾蒙適應表現

甲狀腺素（Thyroxine, T4）、三碘甲狀腺素（Triiodothyronine, T3）、催乳素（Prolactin）、瘦素（Leptin）、脂聯素（Adiponectin）、生長激素（Growth hormone）、皮質固醇（Cortisol）、兒茶酚胺（Catecholamines）和抗利尿激素（Antidiuretic）等參與對熱緊迫的適應。T3和T4於代謝適應和生長表現扮演關鍵角色，是熱緊迫代謝適應的重要指標。促甲狀腺素受甲狀腺荷爾蒙負反饋機制調節，甲狀腺荷爾蒙增加氧氣消耗和細胞產熱能力，提高基礎代謝率；相對於熱緊迫期間甲狀腺荷爾蒙濃度的降低正是反應山羊適應熱緊迫的現象，使山羊降低代謝速率。

血液學適應表現

血液性狀在不同的山羊品種和環境溫度上存在很大變異，部分熱緊迫山羊的天門冬胺酸轉胺基酶和麩胺酸丙酮酸轉胺酶會提高，可供作評估動物福利的參考依據。熱緊迫增加呼吸速率提高氧氣消耗，更多氧氣攝入量增加血液氧氣分壓，減少紅血球生成，降低平均紅血球體積和血紅素。但也有發現熱緊迫山羊高血紅素的原因，可能是喘息過程增加氧氣循環的血紅素需求。嚴重熱緊迫期間，白血球數量減少是因皮質固醇增加，導致細胞免疫反應受損原因。熱緊迫降低山羊的血糖和膽固醇濃度。其中血糖下降可能與營養物質可用性減少和丙酸生產速率降低，或血液胰島素活性增加有關。此外，也可能是血漿葡萄糖利用增加，提供高肌肉活動所需能量。血清膽固醇顯著下降歸因於全身水分增加或醋酸鹽濃度降低，後者是膽固醇合成的主要前驅物，也可能是甲狀腺活性降低、進食量減少，導致膳食膽固醇攝入量減少。山羊因熱緊迫導致血漿容量增加，總蛋

白、白蛋白及球蛋白表現降低。另長時間暴露熱緊迫的山羊則會增加總蛋白、白蛋白及球蛋白，可能是呼吸速率增加引起的血管收縮和脫水。

山羊動物福利指標

農場動物福利措施在廣義上包含行為、生理、健康及畜牧技術。歐盟動物福利指標（Animal Welfare Indicators, AWIN）專為羊、乳山羊、馬、驢及火雞所開發，為評估良好飼養、良好畜舍、良好健康及適當行為。熱緊迫下常用量化山羊福利指標，包括攻擊行為、叫聲、皮膚溫度、體況評分、毛髮狀況、直腸溫度、呼吸速率、心跳速率、出汗、緩慢的生長、降低的泌乳量及不佳的繁殖效率等，山羊動福指標組合根據其飼養的生產系統而有差異。

緩解山羊熱緊迫策略

1. 畜舍改善：提供遮蔭、使用水霧、霧化或噴灑的蒸發冷卻系統；畜舍選址減少山羊長期暴露太陽輻射。
2. 營養管理：透過高品質纖維、添加脂肪、礦物質及維生素等飼糧調整，可減少熱緊迫所產生的負面影響。熱緊迫期間，較低攝食量會減少可供吸收的營養素；夏季時挑選一天中較涼爽時段進行餵食，有助動物維持正常攝食量，更頻繁的餵食間隔有助減少日間反芻代謝物波動，提高反芻飼料利用效率，選擇低纖維飼料，因熱量的產生與醋酸代謝高度相關，與丙酸代謝關聯較小，抗氧化劑

如維生素C和E可保護身體防禦系統免受過量自由基產生，並在熱緊迫期間降低直腸溫度和呼吸速率，提供足夠且新鮮涼爽飲用水也是減少熱緊迫最佳方法之一。

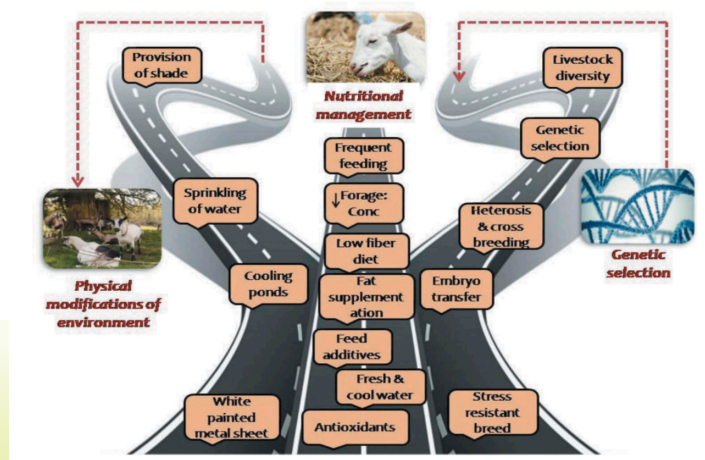
3. 遺傳選拔：不同山羊品種的耐熱性差異為使用基因工具選擇耐熱品種提供一線生機，利用雜交優勢和配種計畫改善適應性，是山羊育種者在生產能夠抵抗熱緊迫後裔的最佳選擇。

結語

長時間暴露於高環境溫度會影響山羊散發多餘的體熱，干擾其行為、生理、攝食量、生長、泌乳及繁殖效率等，對山羊飼養者造成嚴重經濟壓力，山羊飼養者應採取多種管理措施以克服熱緊迫帶來的負面影響，降低熱緊迫對山羊的影響，就是在提高其動物福利。

參考文獻

- Gupta, M. and T. Mondal. 2019. Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biol. Rhythm Res.* 52: 407-433.
- Sejian, V., M. V. Silpa, M. R. Reshma Nair, C. Devaraj, G. Krishnan, M. Bagath, S. S. Chauhan, R. U. Suganthi, V. F. C. Fonseca, S. K. Singh, J. B. Gaughan, F. R. Dunshea, and R. Bhatta. 2021. Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals* 11: 1021.



▲圖。緩解山羊熱緊迫策略（Gupta and Mondal, 2019）