

熱緊迫下提高乳牛繁殖的小撇步

臺北市立動物園 陳怡璇 編譯

熱緊迫下的乳牛會發生什麼事？

熱緊迫可以被定義為無法適當地散發體內熱量以維持熱平衡。在越來越熱的環境中，熱緊迫是酪農業面臨的最重要議題之一。動物對於適應熱緊迫的反應包含：採食量降低、呼吸速率增加、喘氣、流汗、尋找陰涼處、頻繁飲水、血管擴張、產乳和繁殖表現下降。酪農朋友都很瞭解熱緊迫對產乳的影響，所以此篇著重討論繁殖內容，不特別講述產乳的影響。再者，現在的乳牛乳產量越來越高，加上日益嚴峻的濕熱環境，受孕率越來越不易提升。受孕率在夏季受到熱緊迫時可能因此下降 20% 至 30%。

熱緊迫不利繁殖表現的主要因素是採食低下、能量負平衡和內分泌失調。採食低下會造成乳牛營養不良，降低體態分數 (body condition score)，導致產後發情延後、停止發情週期、胚胎發育終止或異常。此外，長期的熱緊迫，甚至在天氣變涼後，也可能持續惡化，也就是影響下一個發情週期的懷孕是否成功，這是由於熱緊迫的持續影響，導致恢復到完全生育能力的時間延遲大約 2 個月。

儘管採食低下是主要影響因素之一，但這不能完全解釋熱緊迫乳牛的所有生產損失。熱緊迫乳牛的新陳代謝必定有其特別之處，但目前尚未

完全理解。熱緊迫乳牛的血液生理值變化，包括：非酯化脂肪酸 (NEFA)、生長賀爾蒙 (IGF-I)、總蛋白、白蛋白、尿素氮、甲基組氨酸 (methyl histidine)、肌酸酐、免疫功能和熱休克蛋白。在熱緊迫的期間，由於乳牛嘗試散發排出多餘的熱負荷，採食量減少，但維持生理的需求會增加，這都將更不利繁殖的表現。

熱緊迫不利繁殖表現的原因

在乳牛已得到證實，卵母細胞在排卵前期容易受到熱緊迫而有不良的影響；而在懷孕期間的熱緊迫可能會導致胎兒生長減緩。

許多研究表明，熱緊迫會損害牛的卵母細胞的許多成分和功能。發情前約 10 天的高溫與低生育力相關。卵母細胞在排卵前期容易受到熱緊迫的影響，這似乎涉及氧化反應，因為實驗中抗氧化劑的使用既可以減輕體內的熱緊迫反應。發情當天的溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI) 每增加一個單位，卵巢濾泡大小就會減小 0.1mm。另有研究指出，受熱緊迫的乳牛，第二波優勢濾泡最初較大，但這些濾泡隨著時間成長的速度較慢，最終大小直徑受到不良影響。在熱緊迫期間，濾泡液的成分也有所不同，例如在熱中性和熱緊迫乳牛的卵巢類固醇濃度是具有

差異的。

夏季熱緊迫對乳牛秋季繁殖的影響也是由於受損害的卵母細胞，加劇了季節性熱緊迫導致的繁殖損失。因為受損的濾泡成長到排卵或更新的時間所大約需要40至50天的時間（有些文獻提到約需2個月），濾泡才能發展成大的優勢濾泡並進行排卵。如果熱緊迫的乳牛，其受損的濾泡或卵母細胞排卵後授精，懷孕率勢必會降低，進一步發展成胚胎的可能性更小。**在乾乳期對接近分娩的乳牛降溫**，會減緩因熱緊迫導致卵母細胞或濾泡的不良影響，該卵母細胞同樣將在產後約40至50天排卵。特別需要注意的是，這是特別有利的機會，因為這期間與大多數配種期的開始時間吻合，因此可能會**增加首次授精的懷孕率**。

在此需要強調，降溫措施不能忽視**乾乳牛和女牛**。即使只有短期降溫，也能提高乳牛的夏季或秋季的懷孕率。研究特別提到，有降溫與未降溫的女牛懷孕率分別為56.7%和23.3%。再者，懷孕乾乳牛的降溫可能更為重要，因為在此期間經歷的熱緊迫會影響**母牛接下來的發情週期和犢牛的體重**。若是部分酪農會使用公牛進行授精，熱緊迫對繁殖的不良影響會倍增。雖然熱緊迫通常不會影響性慾，但會降低精子濃度與精子運動性，並增加精液中形態異常精子的比例。此外，精子中的染色質也受到

熱緊迫有不良影響，最終影響胚胎發育。這些影響是長期的，因為精液品質只有在新的精子生成後的精子成熟後才能恢復正常（公牛約需要2個月）。**定期的精液品質評估**，可以為酪農提供在夏季熱緊迫期間使用公牛的決策資訊。所以不只泌乳牛，懷孕女牛、乾乳牛與公牛也需進行一定程度的降溫措施，才有助於後續的繁殖表現。

熱緊迫下改善乳牛繁殖表現的緩解撇步

在熱緊迫來臨「前」我們就應該先採取一切可能措施，避免乳牛累積額外的體熱，接下來再藉由各種方式幫助乳牛排出額外的熱負載。雖然以下的策略都不能完全逆轉熱緊迫的不良影響，但互相搭配可以做一些緩解。

一、改變餵飼時間：將餵養時間從早上改為晚上，在環境溫度較低的時候餵養，避免在一天中最熱的時候餵飼，盡量減少牛隻產生代謝熱。一項研究表示，改變餵飼時間，可以降低受熱緊迫（ $THI > 72$ ）乳牛的直腸溫度和呼吸頻率（表1），表示減緩高溫導致的不良影響，因此可能會改善繁殖能力。此篇研究使用27頭泌乳中期牛隻，分三組試驗，試驗頭數較少，可惜未評估泌乳早期牛隻，且無直接紀錄繁殖資料，在乳量表現上三組無顯著差異。

表 1. 不同餵飼時間對泌乳中期牛隻直腸溫度、呼吸速率、乳量與乾物質採食量的影響

項目	餵飼時間			SEM	P 值
	早上一次	早晚各一次	晚上一次		
直腸溫度(°C)	38.70 ^b	38.48 ^a	38.44 ^a	0.067	<0.05
呼吸頻率(次數/分)	65.78 ^b	56.64 ^a	57.58 ^a	2.230	<0.05
乳量 (公斤/日)	33.1	32.3	31.7	0.059	>0.05
乾物質採食量 (公斤/頭/日)	23.05 ^a	24.52 ^b	23.30 ^a	0.09	<0.05

(編輯自 Calamari et al., 2013)

二、添加劑的補充：補充特定維生素、礦物質、抗氧化劑和其他營養素已經被證明可以改善對熱緊迫的某些生理反應，但繁殖資料的追蹤影響仍然是相對較少的研究。若是從對生產的影響，可以初步推測補充部分營養素可能改善整體生理狀態，從而可能改善繁殖表現。將飽和脂肪酸、麩醯胺 (glutamine)、褪黑激素 (melatonin)、鉻 (chromium) 和微生物添加到泌乳牛飼糧中，已被證明可以減緩熱緊迫對產乳的不良影響。下頁表 2 整理部分與繁殖表現有關的添加劑內容。以下針對，額外補充褪黑激素、鉻、甲硫胺酸與甜菜鹼有評估追蹤熱緊迫對牛隻的繁殖資料內容作概述。

1. 在乾乳期額外給予褪黑激素 (54 至 216 毫克/頭) 可改善隨後泌乳期的繁殖表現，例如：較短的空

胎期、較少的配種次數與較低的流產率等，推測因其具抗氧化活性是其中原因，這將有利卵母細胞和早期胚胎的發育。另一個可能原因，則是可以增加約 25% 的子宮周圍血流量。由於熱緊迫會導致部分激素在牛隻血液中濃度降低，不利於生育，褪黑激素的補充可改善子宮血流量，克服此負面影響。

2. 鉻也是一種具有抗氧化特性的微量礦物質，可以增強免疫功能，並提高胰島素敏感性。在熱緊迫情況下，產前約 2 週補充鉻給母牛 (10 毫克/頭/天)，可以增加產乳量，並且提高產後懷孕率。鉻另外也被認為在受熱緊迫的乳牛中，具有抗發炎功能與調節血液中胰島素濃度的能力，這可能對於產後卵母細胞的品質有正面影響，因此有利繁殖表現。

表 2. 補充特定添加劑對於緩解熱緊迫牛隻不良影響之效果

添加劑	效果	文獻
褪黑激素 (Melatonin)	空胎期較短、配種次數較少、流產率較低，增加子宮周圍血流量。	Garcia-Ispuerto et al. (2013); Brockus et al. (2016)
鉻 (Chromium)	改善免疫功能、調解血中胰島素濃度、提高懷孕率。	Leiva et al. (2017); Soltan (2010)
過瘤胃甲硫胺酸 (Rumen-protected methionine)	改善卵巢功能、縮短產犢間隔。	Zhou et al. (2016)
葉酸 (Folate)	提高產乳量。在家禽和小鼠試驗中，發現可提高生殖細胞活力和胚胎存活率。	Akbarian et al. (2016); Koyama et al. (2012)
甜菜鹼 (Betaine)	促進濾泡生長直徑增大、縮短排卵時間、提高受孕率。	Raheja et al. (2018)

(編輯自 Negrón-Pérez et al., 2019)

3. 過瘤胃甲硫胺酸已被廣泛應用於乳牛飼糧中，其具有改善熱緊迫對牛的負面影響。研究指出，產前補充過瘤胃甲硫胺酸 11.25 克/頭/天，具有改善產後卵巢功能並縮短產犢間隔。牛隻為了應付熱緊迫，代謝會做部分適應，導致氨基酸被氧化的機率增加，也就是能利用的氨基酸減少，因此額外補充氨基酸是一項合乎邏輯的營養策略，特別是針對甲硫胺酸的補充。母牛是否有足夠的甲硫胺酸，對於後代的遺傳調控至關重要，這會影響胚胎在熱緊迫期間是否能繼續存活，進而影響懷孕率。

4. 甜菜鹼是一種三甲基甘氨酸(tri-methyl glycine)，也是一種抗氧化劑。有一篇關於改善雜交Karan Fries 乳牛繁殖表現的相關研究，產前補充甜菜鹼 50 克/頭/天，試驗結果表示可以減少產後胎衣滯留與子宮炎發生率，縮短產後首次配種間隔與提高懷孕率。

三、預時(定時)人工授精(timed AI)：乳牛受到熱緊迫會存在靜默發情的問題，導致錯過授精機會，並延長產後空胎期。因此，在熱緊迫時，預時人工授精可用來提高受

孕率，縮短空胎期。意指，即使沒有看到明確的發情跡象，建議還是依照推估時間進行人工授精，避免因熱緊迫導致的靜默發情錯過受配種適期。

四、胚移植：文獻提到，胚胎移植是濕熱地區乳牛場提高繁殖效率的最佳方法。正如前面所提的，由於卵母細胞對高溫敏感，會影響後續的發育能力，若卵母細胞在溫控環境中體外成熟並授精，接著在夏季執行胚胎移植可以提高懷孕率，因為胚胎是在它們對熱緊迫敏感的時間之後進行移植的。

五、賀爾蒙處理：賀爾蒙處理有潛力減少動物受熱緊迫的影響。在發情週期的第5天注射GnRH或hCG，可以使第一波優勢濾泡排卵，以補償在熱緊迫中不利濾泡發育的問題。另外，AI後第6天和第12天注射GnRH預計也會增加炎熱天氣下的懷孕率。學者認為，降溫措施搭配賀爾蒙處理可以改善夏季與秋季的受孕率。

六、健康的牛群：講了這麼多，重點還是要盡可能減少牛群中的乳房炎、內外寄生蟲、胎衣滯留、子宮炎與其他疾病的發生率，以獲得更好的受孕率。在這方面，適當的營養狀況、免疫接種與乾乳期管理措施都很重要。許多研究已經顯示，女牛與乾乳期（產前）的乳牛暴露於熱緊迫會使牠們的免疫功能受損，這樣會提高患病的風險。針對女牛與乾乳牛進行降溫措施，是可以提高繁殖率，甚至改善接下來泌乳牛和後代的繁殖、生產表現。

結論

本篇只針對熱緊迫下餵飼時間、添加劑與配種方式作討論，但畜舍降溫的硬體設備與整體的配方調整都非常重要，大家切記在熱緊迫「前」就應該先採取一切可能措施，因為目前有越來越多的文獻表示，熱負荷是會累積的。另外，也不要吝嗇給女牛與乾乳牛降溫措施，牠們是接下來的生力軍，不要把牠們當作二等公民，畢竟這會影響後續的繁殖表現。

參考資料：

- Calamari, L. U. I. G. I., Petrera, F., Stefanini, L., & Abeni, F. (2013). Effects of different feeding time and frequency on metabolic conditions and milk production in heat-stressed dairy cows. *International journal of biometeorology*, 57, 785-796.
- Negrón-Pérez, V. M., Fausnacht, D. W., & Rhoads, M. L. (2019). Invited review: Management strategies capable of improving the reproductive performance of heat-stressed dairy cattle. *Journal of dairy science*, 102(12), 10695-10710.
- Sammad, A., Umer, S., Shi, R., Zhu, H., Zhao, X., & Wang, Y. (2020). Dairy cow reproduction under the influence of heat stress. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(4), 978-986.