

# 耐熱從源頭開始： 孵化溫度管理 降低肉雞熱緊迫風險

◎遺傳生理組／郭曉芸

## 前言

在氣候變遷壓力日益增加的情況下，動物耐熱性與產能維持率成為畜牧與生物產業的關鍵議題。熱緊迫管理上多採用耐熱品種系、畜禽舍環境降溫及營養調整等策略，卻分別有育種期長、能源成本高及效果短暫等限制。因此如何在短期內穩定生產且不增加成本的條件下，提升動物終生耐熱與免疫韌性，是極具潛力的研究。

## 胚胎孵化溫度調整

胚胎期溫度調控為於胚胎發育階段，給予短暫且可控的環境刺激，藉此永久性調整動物個體的壓力反應設定值，效果來自多層次表觀遺傳（epigenetics）機制的共同作用，且可呈現部分世代遺傳現象。胚胎期環境可對神經、內分泌及免疫系統進行調整，提前讓胚胎知道未來可能生長環境的條件，事先得到應對經驗或記憶，對個體終生的生理與行為表現有深遠影響。

雞隻胚胎發育有明確的關鍵時期，於孵化期約第7至16天期間施加週期性且非致死性的高溫刺激，可有效誘導雞隻長期的耐熱與抗壓能力。相關研究顯示，調整胚胎孵化

溫度可降低生長期脂多醣誘導的發炎反應，並降低IL-6與NF  $\kappa$  B等發炎訊號。適當的溫度刺激在不影響孵化率條件下，透過重新設定溫度中樞與壓力-內分泌-免疫系統的反應閾值，使個體在生長後期面對高溫與免疫挑戰時展現較佳的生理穩定性。

這樣的技術整合建立於孵化場端，以孵化器溫控機制升級與胚胎期刺激流程的標準化為核心，結合溫度感測器與人工智慧技術以實現精準控制，且不需在飼養端改變既有飼養流程。然而，該技術對時間與溫度強度的精準度要求極高，不當操作可能導致孵化率下降的反效果，且不同品系需重新校正最適參數。因此，建議將胚胎孵化溫度調整納入中長期研發藍圖，優先建立完整的操作標準程序與數據庫，並結合表觀遺傳標記進行品質控管，若能同時結合育種、環控及智能團隊之跨域整合，以評估其做為低成本、健康及量產潛力之肉雞產業技術路徑。

## 經濟效益評估

在肉雞產業中，熱緊迫所造成的經濟損失主要為生長速率下降，導致上市延後、飼料轉換率不佳、飼料成本上升、死亡率增加

及疾病與免疫壓力升高所衍生的藥物與管理成本增加等不利因子。相較於生長期才介入的補救措施，胚胎期溫度調控屬於生產鏈前端的一次性投資，其經濟效益應以整個飼養週期與多批次生產進行評估，包括孵化器溫控程式之軟體或控制模組升級、標準作業流程建立、人員訓練、初期試驗及參數校正，後續批次幾乎無須額外成本。

以個別批次而言，變動成本僅來自胚胎期短時間溫度提升所增加的能源消耗與既有孵化流程整合的操作監控成本，但到了飼養端，對於熱季中飼料轉換率與育成率的改善，就飼料成本約佔總生產成本60至70%的肉雞產業而言，可具顯著經濟效益。加上胚胎孵化溫度調整，可降低生長期的疾病爆發風險、提升疫苗耐受性及整體健康穩定度，並有助於減少對抗生素使用的依賴，減少醫療與額外管理投入，提升批次間生產的一致性，進而降低整體經營風險。在氣候越炎熱、能源與飼料成本越高、且生產規模越大

的條件下，胚胎期溫度調控降低未來不確定性成本與經濟效益可期。

### 結論

綜合而言，肉雞在生長期目前已有的適當溫控設備管理、高溫季節進行適度營養調整及長期結合選育計畫的架構下，加入源頭的胚胎期溫度調控技術，以形成完整的預防式耐熱流程，在前端建立生理耐受力，後續生長階段持續強化穩定性，以提升動物健康韌性，減少對高耗能降溫設備的依賴，將此具經濟效益與永續發展潛力的技術路徑納入發展規劃。

### 參考資料

Al-Zghoul, M. B., Sukker, H., and Ababneh, M. M. 2019. Effect of thermal manipulation of broilers embryos on the response to heat-induced oxidative stress. Poultry Science, 98: 991-1001.

## 孵化溫度提高可降低肉雞生長期熱緊迫壓力



適度於孵化期升溫可誘導早期熱適應  
幫助肉雞在後續熱緊迫下維持較佳生理穩定性

▲圖· 孵化溫度提高具有緩解肉雞生長期熱緊迫壓力成效