



國內
郵資已付

新營郵局新化支局
新許新營字第84號
新營雜字第18號

雜誌

畜產專訊

116 期
2021/06月號

本期提要：
莫札瑞拉起司製作



行政院農業委員會畜產試驗所 編印
行政院新聞局登記證局版台省誌字第678號
中華郵政新營字第18號執照登記為新聞紙類交寄





封面圖說：
莫札瑞拉起司製作

發行人／黃振芳
總編輯／林正斌
主編／呂岳錚
攝影／楊振豐
編輯委員／葉瑞涵 鍾萍 王錦盟
蔡佩均 洪兮雯 紀泱竹
朱家德

發行所／行政院農業委員會畜產試驗所
地址／臺南市新化區牧場112號
電話／06-5911211~9
網址／<http://www.tlri.gov.tw>
E-mail／rainbow@mail.tlri.gov.tw
印刷／寶慶身心障礙福利協會
電話／07-3877006
地址／高雄市三民區義華路270號



畜產專訊

目錄

116期

專題報導

01 莫札瑞拉起司製作

畜產新知

- 04 複合型床面對土番鴨生長性能之影響
- 06 食農法規與食物教育
- 08 畜牧廢水氮磷減量技術現況介紹
- 10 人工智慧AI養豬
- 12 山羊黏多醣症基因型檢測技術開發與執行成效
- 14 極端氣候下芻料作物的育種新趨勢－
耐熱性與其生理生化機制

訓練成效

- 17 丹麥養豬技術研習心得 II-新女豬配種管理

莫札瑞拉起司製作

◎加工組／葉瑞涵、郭卿雲

前言

莫札瑞拉起司 (Mozzarella) 源自於義大利南部城市坎帕尼亞和那不勒斯，其製作重點在於凝乳塊的加熱拉伸技術，藉此達到外表光亮、質地彈性之效果。這種起司較著重於口感的呈現，因此不像硬質起司及黴菌熟成起司那樣需要熟成期來發展風味，有些產品甚至不使用發酵菌種製作產品。其味道清淡溫和、香甜、微酸，可直接食用或應用於沙拉及烘培。尤其是烘培後牽絲的誘人景象，讓消費者印象深刻。此種起司由於消費者接受度較高，因此適合研發給臺灣業者生產銷售，是相對之下較容易販售的起司種類。因此，行政院農業委員會畜產試驗所（以下簡稱畜試所）蒐集相關製程文獻，並著手建立莫札瑞拉起司製程。

莫札瑞拉起司基礎製程

首先將原料乳進行巴氏殺菌（Pasteurization，72°C 維持 12秒 或 65°C 維持 30分鐘）。巴式殺菌可降低微生物污染之風險，同時亦可避免原料乳因高溫蛋白質變性而影響凝乳品質。殺菌完畢後將其降溫至室溫，並加入發酵菌種或食用酸，藉此調整風味及pH值。而後加入凝乳酶並於均勻攪拌後靜置凝乳。凝乳完畢後以刀具截切凝乳塊，同時緩緩升溫至41°C，促使凝乳塊持續排出乳清。直至pH值達到5.1~5.4。將凝乳塊以70°C熱水進行加熱並拉伸，拉伸至起司表面光滑油亮後就放在模具或冷水中冷卻。起司可在加熱拉伸途中直接加鹽，或於拉伸完畢後浸泡鹽水，以進行調味。以上即莫札瑞拉起司的基礎製程，如圖1所示。

製程pH值控管對莫札瑞拉起司品質之影響

製作莫札瑞拉起司時，pH值之控管是關鍵要素之一。Yazici等人於2010年指出，通常將原料乳的pH設定為6.55，截切排乳清的pH為6.15，加熱拉伸凝乳塊的pH值為5.1~5.4。當凝乳塊的pH值由6.0漸降至5.2時，會促使膠束磷酸鈣的溶解（solubilization of micellar calcium phosphate, $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6 \rightarrow 9\text{Ca}^{2+} + 6\text{PO}_4^{3-}$ ），增加凝乳塊總鈣含量中可溶性鈣的比例，並促進副酪蛋白水合作用（hydration of paracasein）。此時凝乳塊鈣含量約27 mg/g蛋白，可溶性鈣約占總鈣含量40%，此可確保副酪蛋白水合作用順利進行，使凝乳塊成功加熱拉伸。反之，若凝乳塊高於或低於pH值5.1~5.4，則副酪蛋白水合作用表現不佳，使凝乳塊在加熱拉伸時產生不光滑、粗糙、鈍、短或塊狀的非塑性物質。

傳統莫札瑞拉起司會添加發酵菌種，並藉由製程溫度及發酵時間來控制pH值。在菌種的選擇及使用方面，除了需要選擇酸化能力較穩定的菌種之外，需要避免具有蛋白酶菌種，因為蛋白酶可能影響起司的副酪蛋白基質（paracasein matrix）結構，進而對加熱拉伸有不良影響。此外，具蛋白酶的菌種可能會增加游離胺基酸形成，此導致起司在烘烤時，容易與還原糖（reducing sugar）產生梅納反應（Maillard reaction，乳糖和半乳糖的羰基，在加熱誘導下與胍基或胺基的胺基反應而成），導致產品外觀表現不佳。因此應避免蛋白酶的菌種，並挑選可利用半乳糖的菌種。

除了菌種發酵酸化之外，亦可添加酸化

劑進行酸化。此方法的起司風味較菌種發酵者稍差，但莫札瑞拉起司主要特色並非發酵風味而是其特殊口感，因此仍是接受度良好的商品。添加酸化劑酸化時，會將原料乳pH值調節至5.6後再進行凝乳，且在凝乳過程中pH值不會變化，此與菌種發酵酸化時pH值的變化有些差異，該差異會進一步影響凝乳塊總鈣含量及總鈣含量中可溶性鈣的比例，最後影響凝乳塊加熱拉伸的pH值標準。一般說來，菌種發酵之凝乳塊pH值為5.1~5.3，而添加酸化劑酸化僅需將原料乳pH值調節至5.6即可順利進行加熱拉伸。

凝乳塊加熱拉伸塑造出起司特色

莫札瑞拉起司製作時，會以凝乳塊加熱拉伸的方式，塑造出特殊口感，是此種起司重要的特色（圖2）。凝乳塊達到酸化pH值標準後，會將切塊的凝乳塊放入熱水（78°C）中加熱，當凝乳塊加熱至58~60°C後會開始融合，而後以人力或機器方式進行數次延長拉伸。加熱後的凝乳塊會產生黏彈性並漸漸融合，原先團塊狀的外觀，在加熱融合拉伸後漸漸形成纖維結構，而部分游離的乳脂肪則散佈並包覆其中並產生潤滑劑的作用，最終形成具有油性表面光澤的莫札瑞拉起司。這個過程會將凝乳塊（curd）轉變成有塑性的熔融物（plastic molten mass），被稱為增塑（plasticization）。

雖然凝乳塊的加熱拉伸是其商品特色，但過程中也有乳成分流失的問題。所有種類起司在各種製作階段（截切、攪拌、凝乳塊堆疊、壓練）皆可能產生乳成分流失，例如：艾登乾酪（Edam）製作時損失總脂肪11.3%和蛋白質23.2%，而艾曼塔乾酪（Emmental）則分別損失19.9%和24.1%。相較於這些操作，莫札瑞拉的加熱拉伸過程變化非常劇烈，會流失60%總脂肪，由此可見其劇烈程度。因此，製作莫札瑞拉的乳清可利用添加酸化劑及加熱凝結（85~90°C）的方式來回收這些乳成分，製作出瑞可塔

（Ricotta）起司。

鹽對莫札瑞拉起司物理性狀及烹調特性之影響

莫札瑞拉起司的鹹化方式以加熱拉伸時直接加鹽，或拉伸完畢後浸泡鹽水2種方式。加鹽除了能進行調味之外，對起司的物理性狀及烹調特性也有顯著影響。起司的鹽含量由0.14%提升至12%時，會提升起司（如卡門貝爾（Camembert）、切達（Cheddar）及莫札瑞拉的硬度、斷裂應力和感官硬度。這種變化可能是鹽分含量影響起司組成成分（如水分含量降低和蛋白質含量增加）、酪蛋白水合作用及溶解度、pH值變化、酵素活性及蛋白質水解有關。除此之外，鹽含量亦影響起司的烹調特性。無鹽起司的烹調特性非常差，呈現出較差的流動性及可拉伸性，因此，鹽含量是起司產品開發的關鍵條件之一。莫札瑞拉起司一般組成成分如表1。

貯存期的質地變化

莫札瑞拉起司在低溫（4~8°C）貯存過程中質地會發生變化。剛貯存時（約1~5天），起司中的自由水分尚未吸收，所以其切絲特性較差。貯存一陣子之後（約3週），由於鈣的溶解及蛋白質水解作用，使酪蛋白的水結合能力增加，自由水分被吸收，因此具有較佳的硬度及切絲特性。長時間貯存時（75天以上），由於蛋白質水解作用持續進行，使酪蛋白過度溶解，產品的彈性及耐嚼性會降低，而黏性則會增加。相較於上述特性的變化，其拉伸特性在貯藏4個月時，仍具有良好表現。由此可知蛋白質水解對各種起司質地特性影響並不一致，未來應考量如何控制貯存期間的蛋白質水解程度，或是依據貯存期的質地變化，將起司應用於合適的場合。

結語

由於國人對起司產品消費量漸增，再加上起司產品有助於提升酪農業的文化及技術價值，所以近年來開始有業者嘗試投入國產

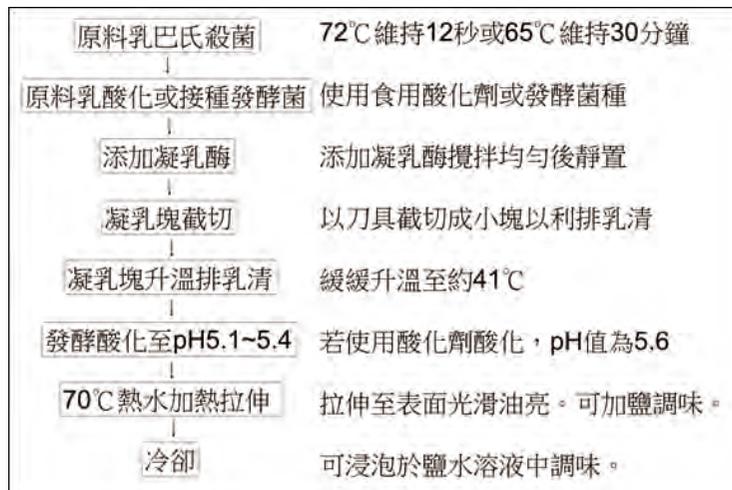
起司市場。其中，莫札瑞拉起司具有良好的消費者接受度以及加工應用價值，因此有必要建立莫札瑞拉起司製程，以供應國內之技術需求。

畜試所應用以往高達起司的製作經驗，嘗試建立莫札瑞拉起司製程。先蒐集相關文獻資料並建立添加酸化劑的製程，而後挑戰較困難的菌種發酵酸化製程，最後完成建立低水分莫札瑞拉起司、相關加工產品或零食。希望為臺灣起司技術建立基礎，並多樣化其應用價值。

主要參考文獻

Fox, P. F., T. P. Guinee, T. M. Cogan and P. L. H. McSweeney. 2017. *Fundamentals of Cheese Science*. 2nd edition. Springer Nature. New York.

Yazici, F., M. Dervisoglu, A. Akgun and O. Aydemir. 2010. Effect of whey pH at drainage on physicochemical, biochemical, microbiological, and sensory properties of Mozzarella cheese made from buffalo milk during refrigerated storage. *J. Dairy Sci.* 93: 5010-5019.



▲ 圖1. 莫札瑞拉起司基礎製程 (Fox *et al.*, 2017; Yazici *et al.*, 2010)

表 1. 莫札瑞拉起司之一般組成分 (%)

	脂肪	總固形物	總蛋白質	鹽	灰分
莫札瑞拉起司	18.0	46.0	22.1	0.7	2.3

Fox *et al.* (2017)



▲ 圖2. 畜試所莫札瑞拉起司試製

複合型床面對土番鴨生長性能之影響

前言

土番鴨飼養於鴨舍內之飼養條件尚未完備，故針對土番鴨進行試驗，以評估舍內使用不同鴨床材質對土番鴨生長性能及足墊損傷狀況之影響。試驗結果顯示，在土番鴨12週齡時，不銹鋼網狀床面組的足墊損傷評分爲1.80分，顯著較塑膠床面組3.25分、木條床面組2.67分及橡膠止滑床面組3.58分爲佳（ $P < 0.05$ ）。雖然使用不銹鋼網狀床面飼養鴨隻，但土番鴨足墊之損傷方面應還有改善空間。因此，本試驗針對複合型床面進行試驗以期降低土番鴨足墊之損傷，並建立土番鴨之舍內飼養模式，提供業者參採。

試驗方法

以240隻3週齡二品種土番鴨（母北京鴨×公番鴨）進行試驗，並逢機飼養於4種不同複合型床面，分別爲一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面（以下簡稱A組）（圖1）、一半不銹鋼網狀床面搭配一半塑膠床面（以下簡稱B組）（圖2）、一半不銹鋼網狀床面搭配一半木條床面（以下簡稱C組）及一半不銹鋼網狀床面搭配一半橡膠止滑床面（以下簡稱D組），共計4處理組，每處理組3重複，每重複20隻，公母各半。各組皆餵飼相同飼糧（粗蛋白（CP）15.4%及代謝能（ME）2,890 kcal/kg），並在試驗之第3、7、10與12週齡時，測定鴨隻之個別體重及各組之飼料消耗量，以計算鴨隻之採食量、增重、飼料轉換率等生長性能及測定主翼羽長度與足墊損傷狀況評分（表1）。

結果

複合型床面對二品種土番鴨生長性能之影響，如表2所示。各處理組12週齡平均活體重介於3,105~3,283公克之範圍，以一半不銹鋼網狀床面搭配一半橡膠止滑床面組平均活

◎宜蘭分所／林榮新、蘇晉暉、鄭智翔

體重爲3,105公克顯著較其它組爲輕（ $P < 0.05$ ）。各處理組3~7週齡平均增重介於1,627~1,734公克之範圍，各組間並無顯著差異，但以一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面組平均增重爲1,734公克，有較其它組爲重之趨勢；但各處理組3~12週齡平均增重介於2,582~2,754公克之範圍，各組間並無顯著差異。

各處理組3~12週齡平均隻日採食量介於163-165公克之範圍，各組間並無顯著差異。各處理組3~12週齡平均飼料轉換率介於3.73~4.01之範圍（表2），各組間並無顯著差異，但以一半不銹鋼網狀床面搭配一半塑膠床面組平均飼料轉換率爲3.73，有較其它組爲佳之趨勢。各處理組12週齡主翼羽平均長度介於20.8~22.6公分之範圍，以一半不銹鋼網狀床面搭配一半橡膠止滑床面組主翼羽平均長度爲20.8公分顯著較其它組爲短（ $P < 0.05$ ）。於12週齡時測定足墊損傷評分，得知以一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面組的足墊損傷評分爲0.40分顯著較其它組爲佳（ $P < 0.05$ ）（表3）。

結論

在3~12週齡增重、採食量及飼料轉換率，各處理組間都相近且正常。鴨隻飼養於以一半不銹鋼網狀床面搭配一半橡膠止滑床面組，其12週齡主翼羽生長顯然受阻，同時也顯著影響鴨隻的足墊健康，反之，鴨隻飼養於一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面組的足墊健康最佳，由本試驗結果得知，若同時考量活體重、飼料轉換率、主翼羽長度及足墊損傷狀況等生長性能，鴨舍複合型床面建議採用以一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面爲宜。

表 1. 試驗鴨隻足墊損傷評分標準

分數	足墊描述
0	沒有任何外傷，足墊呈現柔軟的觸感。
1	足墊有些微外傷，足墊中央稍微硬化及隆起。
2	足墊有明顯外傷，且具有輕微發炎情形，傷口處小於足墊面積的四分之一。
3	足墊有清楚且明顯的外傷，足墊傷口有隆起但並未觀察到壞死情況。
4	足墊整體發炎隆起，壞死區塊小於足墊面積的二分之一。
5	足墊整體發炎隆起，壞死區塊大於足墊面積的二分之一。

表 2. 複合型床面對二品種土番鴨生長性能之影響

項目	處理組			
	A	B	C	D
週齡	活體重，公克/隻			
3	532	529	532	523
7	2,266 ^a	2,160 ^{bc}	2,246 ^{ab}	2,150 ^c
10	2,999 ^{ab}	3,057 ^{ab}	3,110 ^a	2,924 ^b
12	3,242 ^a	3,283 ^a	3,269 ^a	3,105 ^b
週齡	增重，公克/隻			
3-7	1,734	1,631	1,714	1,627
7-10	733	897	864	774
10-12	243	226	160	181
3-12	2,710	2,754	2,738	2,582
週齡	飼料採食量，公克/隻/天			
3-7	151	147	153	142
7-10	169	173	171	174
10-12	188	181	180	192
3-12	165	163	165	164
週齡	飼料轉換率，飼料/增重			
3-7	2.45	2.52	2.51	2.45
7-10	4.91	3.98	4.16	4.75
10-12	13.30	12.32	17.75	15.75
3-12	3.85	3.73	3.80	4.01

a,b,c 同列中標示不同字母者差異顯著 (P < 0.05)。

表 3. 複合型床面對二品種土番鴨主翼羽長度與足墊損傷之影響

項目	處理組			
	A	B	C	D
週齡	第 8 根主翼羽長度，公分			
7	5.5	5.9	6.4	6.4
10	17.7	18.2	17.1	17.7
12	22.2 ^a	22.6 ^a	22.2 ^a	20.8 ^b
週齡	足墊損傷，分數			
7	0.03 ^c	0.65 ^b	0.67 ^b	1.32 ^a
10	0.15 ^c	1.12 ^b	0.98 ^b	2.45 ^a
12	0.40 ^c	1.70 ^b	1.68 ^b	2.55 ^a

a,b,c 同列中標示不同字母者差異顯著 (P < 0.05)。



▲圖 1. 一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面



▲圖 2. 一半不銹鋼網狀床面搭配一半塑膠床面

食農法規與食物教育

◎技術服務組／張以恆

◎生理組／郭曉芸

食農教育法規之立法發展及推廣

食農教育是農業及食安政策重要的一環，許多國家皆立法推動之。日本於2005年制定了「食育基本法」，推動並落實日本的食農教育，透過農業實作體驗，教導國人食物知識並實踐健康飲食方式，以強化國民身體健康，為鄰近國家中訂立食農教育法規的先驅。韓國亦於2013年實施了「飲食教育法」，以提高國民飲食素養並傳揚傳統飲食文化。行政院農業委員會（以下簡稱農委會）積極推動「食農教育法」，於2018年將「食農教育法」草案交付立法院審議，隔年草案審查完畢，2020年因第9屆立法委員任期屆滿，立法院屆期不續審，農委會將「食農教育法」草案辦理重新送審，積極推動食農教育的立法，透過法規明訂主管及執行機關，期望能落實食農教育的政策執行。

行政院農業委員會畜產試驗所（以下簡稱畜試所）自2017年開始，每年舉辦食農教育宣導活動講座，推廣至今年已邁入第5年，觀察到參與學員對食農教育的認識有逐年提升的現象（圖），對於相關的名詞與內容已不陌生，並且有部分學員關注「食農教育法」草案推行進度。畜試所從什麼是食農教育、各國食農教育法及食農教育與我等基本觀念介紹出發，進一步讓參與學員了解何謂食物里程、糧食自給率以及三章一Q等概念，再以日常生活中常接

觸的乳肉蛋等產品，解說畜產小知識，讓參與者能獲得正確的飲食與農畜產品認知。

日本推行食育後之社會現象

食物教育（food education）是指與食品有關的廣泛知識和技能的教學，以幫助人們正確的飲食。日本推動食物教育已將近16年，臺灣身處飲食文化較為相近的亞洲鄰國，日本是相當值得參考的典範。2011年有學者研究探討日本食物教育的發展，分析對當代日本社會的影響，探究民眾認知及社會價值觀的變化。日本近年來出現一些專門認證食物教育的私人公司，提供參與者通過課程講座獲得「食農教育專家」證書的認證。問卷主要針對4個問題進行探討，包括參加者對食農教育感興趣的原因、喜歡哪些講座內容、想要取得認證的動機以及婦女參與人數明顯較多的原因。結果發現絕大部分的人因為健康因素（43%）而對食農教育感興趣，其次依序是與該認證機構的推廣活動（23%）、懷孕或生育（16%）、想得到食物知識的一般需求（14%）、食安事件新聞及關心食安（13%）及家庭（11%）等因素。在認證課程講座內容方面，參與者最喜歡營養科學（36%）以及親子烹飪（34%）的講座內容，其次是運動（15%）、烹飪科學（8%）、心理學（7%）、食物政策（7%）以及食物文化（3%）。詢問到為何想要取得認

證的動機，最主要是希望未來可以用上（58%），其次是不清楚（17%）、希望改善工作表現（11%），也有6%的參與者對證書應用並不感興趣。參與者中有高達97.1%的人是女性，關於為何婦女參與人數明顯較多的原因，最多人認為是因為女性在廚房的日常任務（69%），其次是女性生育的角色（17%）、女性養育的角色（13%），而批評不該將食物與婦女之間畫上關聯的僅占4%。有受訪者認為，與朋友談論生活飲食後，發現自己第一個孩子的健康狀況不佳可能是不良的飲食生活所造成，而認為食物知識技能對養育孩子很重要。由於日本社會文化的影響，將廚房視為婦女的工作現象仍在日本社會中相當普遍，日本女性想要獲得食物教育認證的原因可能不在於想挑戰主導食品體系，而

更可能是社會對於這個性別的期望及婦女恪遵傳統文化的壓力有關。在食農教育與性別平等意識同步成長的社會架構下，我們該如何因應，臺灣是否有比日本更有利的社會氛圍背景，值得我們進一步省思。

結語

人人日進三餐，怎會與農無關？食農教育結合飲食教育與農業教育，探討健康生活的飲食選擇課題，培養國人健康的飲食習慣與農業知識，才能強健國家最重要的資本。食農教育是推動現代食物鏈系統永續經營的關鍵，以教育方式撒下希望種子，期待以國人身體力行收成果實，我們可以參考世界食農教育的標竿國家日本，推行十餘載後實際的社會經驗分析，作為臺灣對未來政策走向的參考。



▲圖 109年畜試所舉辦食農教育推廣講座「食農畜語」上課情形

畜牧廢水氮磷

▶ 減量技術現況介紹

◎經營組／黃子瑄

前言

豬糞尿原廢水屬高濃度有機廢水，國內牧場通常利用三段式廢水處理系統，包括固液分離、厭氧處理與好氧處理。在正常操作狀況下可消化廢水中有機污染物，使放流水合乎畜牧業(非草食動物)放流水標準：化學需氧量 (Chemical oxygen demand, COD) 600 mg/L、生化需氧量 (Biochemical oxygen demand, BOD) 80 mg/L及懸浮固體 (Suspended solids, SS) 150 mg/L。養豬場原廢水磷含量平均範圍為46~256 mg/L，經三段式廢水處理系統處理後磷之全程平均去除率為79.5%，使排放水中濃度約為11~51 mg/L。依水污染防治法第七條第二項規定之放流水標準，氨氮與正磷酸鹽之最大限值分別為10.0與4.0 mg/L，雖然目前畜牧業尚未規範放流水氮、磷之排放標準。為因應未來政策若管制日漸嚴格，則需進一步強化廢水處理系統之效果。

氮磷回收的重要性

氮元素於大氣中大量且穩定的存在，但於土壤中含量有限，自然界中的氮來自光(2%)與微生物固氮作用(98%)，以組成生物體的巨量元素。由於哈伯法 (Haber-Bosch progress) 的發明，使得便宜的氮肥得以運用

於生產。畜牧業廢水中的氮主要以有機氮、氨氮等化合物型態存在，排入水體會造成水質污染，若將處理水循環利用於廢水處理系統之稀釋用水，累積氮會導致厭氧發酵系統中生物質的抑制，不利於系統維持。藉由氮循環移除多餘的氮時，常會以溫室氣體氧化亞氮 (N_2O) 形式逸散，其溫室效應的效果大約是二氧化碳的300倍。因此，改變氮循環途徑，以更加永續的方式去化或再利用廢水中氮，是值得努力之方向。

磷為組成生物遺傳物質及「能量電池」的重要元素，天然磷礦的開採預估會在45~100年間耗盡，替代性磷的製造對於磷的永續利用相當重要。畜牧廢水中的磷以磷酸鹽形式存在，過量的磷肥排放於水中會造成水質優養化。因此，畜牧廢水中含有高濃度的氮、磷營養鹽，應以循環利用作為目標及手段，降低放流水中之氮、磷含量。

新興回收技術-鳥糞石

鳥糞石 (Struvite) 是一種磷酸鹽礦物，主要成分為磷酸銨鎂 ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) 是一種優質肥料，鳥糞石沉澱為現今較為成熟且具有應用前景之磷回收技術。以豬場廢水進行鳥糞石試驗，廢水中正磷酸鹽、總磷及氨氮去除率分別可達85.3%、83.9%及40.3%

。但因增加鳥糞石產率需提高鎂離子添加量，致使排出水中鎂離子濃度大幅上升，需進一步考量鎂離子之回收，避免浪費藥劑及對環境造成負荷。近年之研究，以碳源添加之方式，增加固態磷、鈣及鎂溶出率，並以微生物厭氧發酵方式降低環境pH值至鈣磷解離的臨界值，促使廢水有機物的磷溶出，大幅降低生產成本。並以添加草酸移除鈣離子，以避免干擾鳥糞石沉澱。

小球藻廢水處理

微藻養殖需要充足陽光、二氧化碳與氮、磷及微量元素等植物生長所需養分。畜牧廢水中高濃度的有機物與豐富營養物質，經過微生物分解消化後，產生出小分子的有機碳和無機鹽，為藻類最佳營養物質（圖1）。在微藻未達生長飽和條件下，微藻對於硝酸態氮與氨氮的利用率可接近100%，可將營養物質合成碳水化合物（含7~69%揮發性固體物，Volatile solids, VS）、蛋白質（15~84% VS）及脂質（含1~63% VS）。小球藻（*Chlorella* sp.）為單細胞綠藻，直徑約3~5 μm （圖2），每克藻體每分鐘可消耗約2 mL二氧化碳氣體，篩選具廢水耐受性之藻種，畜

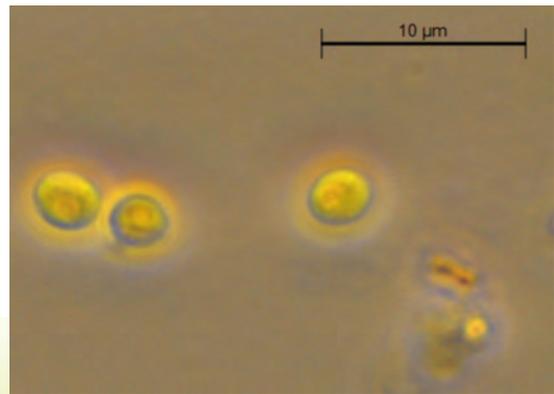
牧廢水起始COD為3,000 mg/L、總氮300 mg/L及總磷60 mg/L之各項去除率可達90%以上，具有良好的生物精煉功能。且因其具有高蛋白質轉換率及含有多種營養物質如葉黃素、類胡蘿蔔素、二十碳五烯酸（Eicosapentaenoic acid, EPA）與二十二碳六烯酸（Docosahexaenoic acid, DHA）等omega-3脂肪酸，產品可運用為飼料營養補充物與液態肥料等。

結語

在資源循環、產業永續發展的觀點下，畜牧業的廢水處理結合了不同領域的技術，期望能在污染防治的前提下將烏金變黃金，創造循環農業新興產業，然而鳥糞石技術目前所面臨之主要難題為化合物之添加、環境酸鹼值（pH）控制與電力消耗所造成之高成本。利用小球藻進行廢水處理，須避免有害微生物如藍綠藻（Cyanobacteria）成為優勢藻種。此外，由於其體積小、高懸浮性，高收集成本為產業化之阻礙，這些相對成熟的生物精煉技術，皆有待更多技術性突破以達成產業效益。



▲ 圖1. 露天廢水為藻類最佳營養物質



▲ 圖2. 顯微鏡下的小球藻可消耗二氧化碳氣體

人工智慧 AI 養豬

◎技術服務組／賴佑宜
台糖公司畜殖事業部／李長恩

前言

臺灣相對於歐美等豬肉出口國，豬隻飼養成本偏高，多為中小型豬農，屬淺盤型養豬產業，價格容易受到市場波動，且多數飼養管理沒有落實記錄，導致經營成本與效益未能精準分析。藉由導入大數據(Big Data)及物聯網(Internet of Things, 簡稱IoT), 架設感測、智能裝置, 藉此分析巨量資料, 建立智能化飼養管理系統。

當人類智慧(HI)加上人工智慧(AI), 數位分身技術協助畜產業者發展精準數位決策生產管理, 智慧畜殖場的AI結合智慧畜產業者的Hi, 打造智慧化監控、精準化生產之能力, 協助畜牧業數位轉型。

東海豐農業循環園區

台糖公司為配合政府5+2產業創新政策中「新農業」與「循環經濟」, 斥資6.8億元改建位於屏東縣的東海豐畜殖場為「東海豐農業循環園區」, 採用密閉式負壓水簾畜舍, 導入智能化管理系統, 透過畜養環境氣體監測及影像監視, 利用飼料儲桶自動磅重系統, 在中控管理室即能有效掌控場區飼養情況, 讓豬隻能夠在舒適環境中成長, 並翻轉民眾對養豬場就是髒臭的傳統印象。未來養豬產業趨勢將藉由人工智慧(AI)透過大數據運算, 開發專家系統, 功能包含負壓水簾式豬舍、高床與刮糞系統、自動化餵飼系統, 協助飼養管理者, 可精準飼料供應, 電腦自動給料, 避免人員異動的飼料給予量不

同差異; 豬舍清潔自動化, 可減少人力與資源浪費。

目前畜產大數據機器學習, 多採用類神經學習, 模擬神經細胞行為, 設定每一個神經元都是一個「激發函數」, 其實就是一個公式; 當對神經元輸入一個輸入值(input)後, 經過激發函數的運算、輸出輸出值(output), 這個輸出值會再傳入下一個神經元, 成為該神經元的輸出值。如此這般, 從第一層的「特徵向量」作為輸入值, 一層層傳下去、直到最後一層輸出預測結果。期許將來的智能化豬場營運, 可透過資訊科技導入, 配合物聯網即時蒐集環境和飼養資訊, 能在不侵入、不干擾受測對象前提下, 長時間且不中斷的蒐集生理資訊, 如體溫、心跳與呼吸頻率, 全盤掌握家畜生理現況, 配合紀錄數據收集, 協助蒐集繁殖情報分析, 整合既有的豬隻管理系統, 日後以視覺化資訊畫面呈現給管理者, 即可依最新的資訊進行決策。

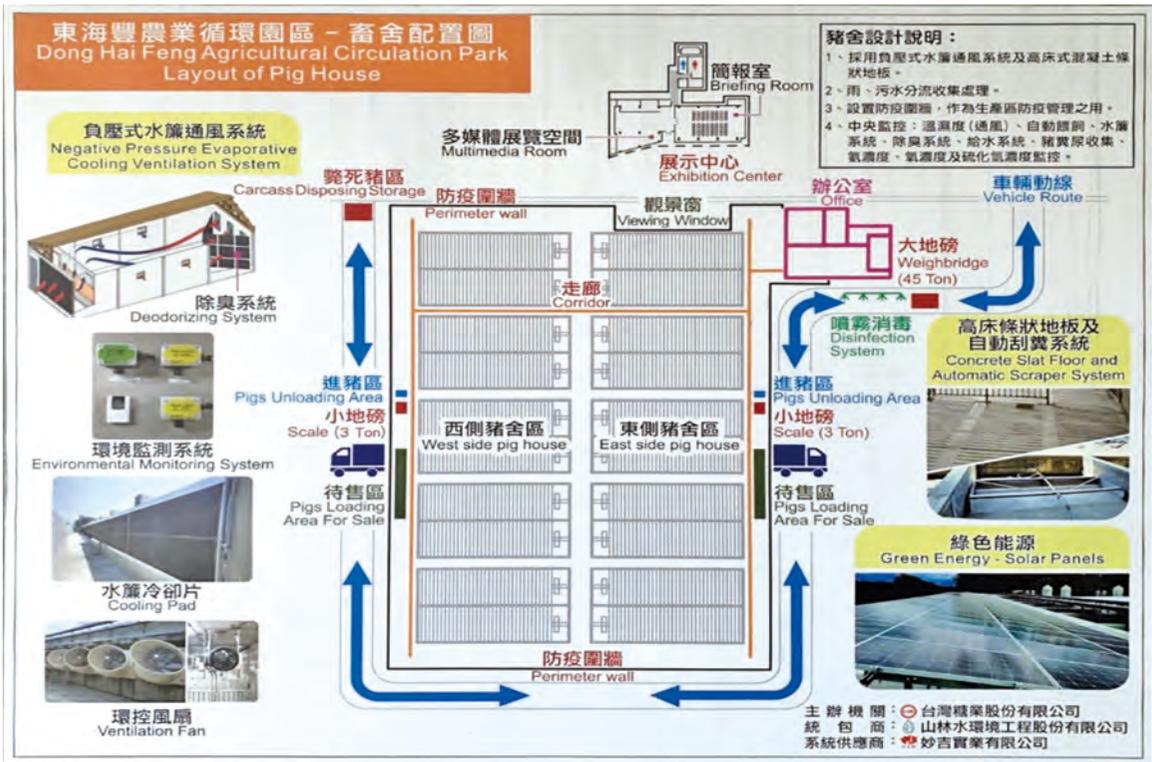
除此之外, 也需整合生物安全防疫系統(包含人車進入廠區前須消毒、人員進入前須穿更換衣物), 以減少疾病感染機會。後續可以結合區塊鏈做產品溯源, 建立食品安全追溯管理系統, 從飼料廠、畜牧場、屠宰場, 一路到分切、加工、上餐桌全套的透明化食品履歷, 消費者只要掃QR Code, 這批豬肉經過哪裡、添加了什麼成分, 都能夠一覽無遺。倘發生食安事件, 管理者可立即透

過系統查詢快速釐清，可於第一時間有效處理。

結語

雖然智能化養豬有很多好處，但是亦須考量引入高科技會增加多少成本。由於豬隻比其他家禽更容易破壞或汙損感測裝置與網路設備，以致感測內容失靈，因此需要大量

低價的感應裝置。此外，目前畜牧業仍有許多憑經驗難以數位化處理的地方，也就是人類智慧（HI）。因此智能化養豬需要從蒐集的相關資料中進行人工智慧（AI）的學習，找出影響豬隻成長的未知因子並加以改進，未來建立模組化方式，方可擴及產業運用。



▲圖1. 台糖公司東海豐畜殖場畜舍配置圖



▲圖2. 人工餵飼豬舍（左）與自動化餵飼豬舍（右）

山羊黏多醣症基因型 檢測技術開發與執行成效

◎遺傳育種組／朱家德、林德育、賴永裕、蕭振文

前言

黏多醣學名為醣胺多醣 (Glycosaminoglycans, GAGs)，是體內含量最豐富的多醣體；因GAGs的溶液態具有高黏度，故稱為黏多醣 (Mucopolysaccharide)。依據網路孟德爾動物遺傳資料庫收集統計 (Online Mendelian Inheritance in Animals, OMIA)，黏多醣症除人類外，在狗、貓、牛、山羊及鸚鵡等亦有發生。山羊的黏多醣症歸類為IID型 (Mucopolysaccharidosis, MPS)，最早是1980年代由美國密西根大學的研究人員在努比亞 (Nubian) 山羊品種中所發現。患有黏多醣症的小羊在4月齡前生長正常，外觀上頭側面平坦，之後生長停滯，約可活到3~4歲，症狀包括體型小，失去肌肉協調能力，有免疫系統與心臟的問題，不易受孕。在生化與組織化學的分析發現，尿中有肝黏醣硫酸鹽 (Heparan sulphate) 堆積與肝臟含有游離的乙醯醣胺氨基硫酸鹽 (N-acetylglucosamine 6-sulfatase, G6S) 等結果，原因為G6S功能缺陷而無法正常分解肝黏醣硫酸鹽的特殊黏多醣，導致黏多醣在骨骼與軟組織無法被利用而堆積，破壞細胞而引發的黏多醣症。

努比亞山羊簡介

努比亞山羊為臺灣重要的山羊品種之一，為乳肉兼用的品種。努比亞山羊種原由英國培育命名為英格蘭努比亞 (Anglo-Nubian)，選育中曾引入埃及與印度地區雜交公羊，因此含有熱帶羊血統，能適應臺灣的濕熱氣候環境。努比亞山羊為著名的乳肉兼用種，其最大特徵是羅馬鼻 (鷹鉤鼻) 與

長而下垂的雙耳，耳長超過鼻尖2.5公分左右，體型中等以上，被毛顏色有黑色、棕色及褐色，以褐色最普遍，但頗多個體雜有白斑，毛短光滑，繁殖性能良好，多胞胎頻度高。母羊體高約76公分，體重可達62公斤以上，種公羊體高約81公分、體重可達100公斤以上，乳脂率高達3.5~6.5%，但平均1.9公斤的產乳量較低，5個月的泌乳期較其他乳羊品種9~10個月為短。

臺灣山羊黏多醣症不良基因概況

1995年，美國密西根大學Leipprandt等人發明應用聚合酶鏈鎖反應-限制酵素片段多態性 (Polymerase chain reaction - restriction fragment length polymorphism, PCR - RFLP) 檢測G6S基因型的檢測方法，以G6S基因為隱性基因遺傳的特性，設計能辨識G6SDNA序列單點突變 (C→T) 之引子組合，可於電泳膠片明確鑑別山羊黏多醣症正常型、雜合型及有病型個體。依據2000年臺灣山羊品種結構之調查，臺灣飼養山羊分為肉用種 (本地黑山羊)、乳用種 (撒能山羊) 阿爾拜因山羊、乳肉兼用種 (努比亞山羊及吐根堡山羊) 及雜種羊。由於國外許多品種協會中允許含有87.5%的單一品種血源登錄於種山羊系統，在國內肉羊拍賣市場以本地山羊與努比亞山羊雜交品種為主流的情況下，引入帶有黏多醣症不良基因之努比亞山羊血源種畜的風險提高。

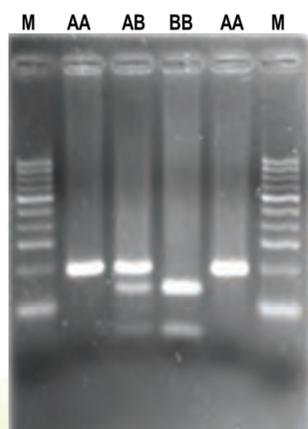
2002年，行政院農業委員會畜產試驗所 (以下簡稱畜試所) 檢測民間種羊場純種努比亞山羊之黏多醣症 (G6S基因) 結果顯示，有24.3%的努比亞山羊帶有黏多醣不良

基因，而有3.1%努比亞山羊血統雜種山羊帶有黏多醣不良基因。2008年，由中華民國養羊協會協助採集38家民間養羊場羊隻檢測黏多醣不良基因結果發現，11.3%的努比亞山羊、2%的阿爾拜因山羊、0.8%的撒能山羊及7.8%的臺灣黑山羊帶有黏多醣不良基因。在中華民國養羊協會的協助下，對種公羊全面淘汰帶有黏多醣不良基因。2017年，畜試所持續協助種羊登錄場淘汰帶有黏多醣不良基因，經資料統計顯示帶有黏多醣正常型山羊之平均8月齡體重約比雜合型重11公斤，故選拔正常型山羊可增加羊隻上市體重。

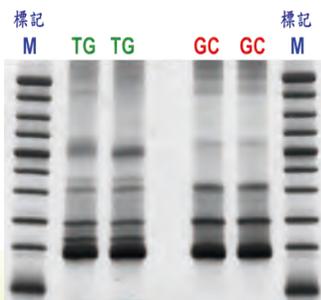
山羊黏多醣症基因檢定技術

有鑑於1998年國外研究文獻指出，努比亞山羊有高比率（25%）的羊隻帶有黏多醣不良基因，結果相似於國內2002年的研究結果（24.3%），故畜產試驗所致力研發快速準確的基因檢測方法，包括PCR-RFLP與聚合酶鏈鎖反應-單股構型多態性（Polymerase chain reaction-single conformation polymorphism, PCR-SSCP）等檢測技術（圖1與圖2）。為提升基因型檢測時效，現今應用即時聚合酶連鎖反應（Real-time PCR，圖3）基因型檢測技術，設計兩股分別能辨識突變點鹼

標記 正常型 雜合型 有病型 正常型 標記



▲圖1. 山羊黏多醣症基因型PCR-RFLP電泳圖。AA為正常型呈現一條DNA片段，BB為有病型呈現二條DNA片段（66bp與30bp），AB為雜合型的羊隻則有三條DNA片段（96bp，66bp與30bp）

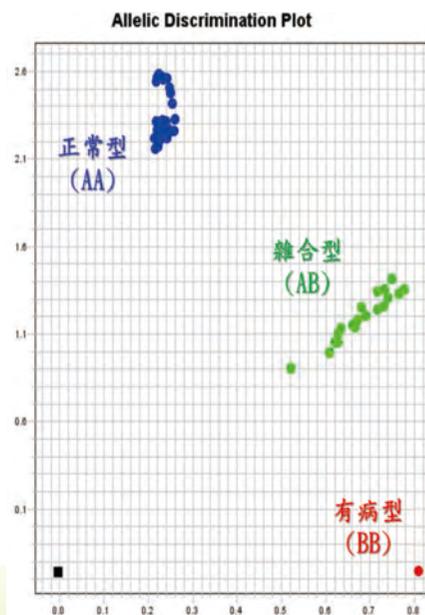


▲圖2. 山羊黏多醣症基因型檢測之PCR-SSCP電泳圖。TG為黏多醣症正常型，GC為黏多醣症雜合型

基的引子，其引子5'末端各自帶有FAM/HEX標記之螢光，可於Real-time PCR儀器吸光值上區分不同基因型。以5家養羊場業者提供的94頭種羊血樣進行檢測，結果顯示黏多醣症基因正常型、雜合型及有病型分別為71.3%（67/94）、26.6%（25/94）及2.1%（2/94），經PCR-RFLP與DNA定序確認，顯示三者判定之結果相符。運用Real-time PCR檢測平台，較PCR-RFLP節省約40%工作時間與30%耗材及試劑成本，可為產業應用之高效率檢測平台。

結語

2017年檢測8家養羊場共982頭登錄種羊之黏多醣症基因型，包括努比亞、阿爾拜因、撒能、波爾、台灣黑山羊、吉安山羊及墾丁山羊等品種，結果顯示僅1.4%阿爾拜因山羊帶有黏多醣不良基因，其他羊隻皆為黏多醣症正常型，顯示養羊產業在產官學界共同努力之下，已成功將帶有黏多醣不良基因之種山羊比例降低，有助於提高整體養羊產業生產效率。



▲圖3. 山羊黏多醣症基因型Real-time PCR分布圖。正常型呈現藍色（FAM）螢光，有病型呈現紅色（HEX）螢光，雜合型呈現綠色（FAM/HEX）螢光

極端氣候下芻料作物育種新趨勢一 耐熱性與其生理生化機制

◎飼料作物組／蔡立中譯

前言

植物無法移動，無法像動物一樣利用行為之改變躲避不利的環境，因此植物生長與發育的過程受環境之影響很深，其中以氣溫尤為重要，許多生理生化途徑對溫度都非常敏感。植物的耐熱性（heat tolerance）指的是在生長發育過程中經歷高溫時，受高溫傷害的影響程度，而除了有些植物生來就具有良好的耐熱性，有些植物亦可經由馴化（acclimation）提高耐熱性，減少熱傷害。植物在經歷高溫逆境時會合成熱休克蛋白（heat shock protein），熱休克蛋白能使植物因高溫變性的蛋白質重新活化，藉以提高植物的耐熱性。此外，植物之耐熱性亦可以通過施用各種藥劑來提高，其種類繁多，包含滲透保護劑（脯氨酸、甜菜鹼等）、植物激素（離酸、吉貝素、油菜素類固醇；BR等）、訊息傳導物質（一氧化氮等）、多胺（腐胺；putrescine、精胺酸；spermidine、精胺；spermine等）、微量元素（硒、矽等）、巨量元素（氮、磷、鉀、鈣、鎂）等類別。近十年來對耐熱性之研究主要集中於作物之表型可塑性以及同化物之營養分配，關於高溫逆境下的生理生化反應與分子生物方面的技術也逐漸了解。在全球暖化與極端氣候在世界各地之情況越來越嚴重之情況下，聯合國政府間氣候變化專門委員會IPCC在2007年的第四次評估報告中，更是將高溫逆境對作物之影響認為是全球糧食供應的重要威脅。

高溫逆境所造成之傷害

高溫逆境對植物的傷害在發芽、生長、發育、繁殖等各種階段及最終之產量皆有其影響。高溫逆境對植物造成之傷害可分為短期極高溫產生的直接傷害，以及持續的高溫

導致的間接性傷害。高溫造成的直接性傷害可使蛋白質變性、聚集，並喪失功能，還能導致細胞膜結構改變，使細胞內物質更容易向外滲出，造成內外離子失衡。間接性傷害則包括使葉綠體與粒線體的酶失活、蛋白質合成的抑制、蛋白質的降解，以及細胞膜完整性的喪失等等，造成細胞飢餓、離子通量減少，以及氨、活性氧物質（reactive oxygen species, ROS）等有毒物質之產生，最終導致植物生長受抑與發育遲緩。白天與夜晚之氣溫對植物之影響性被認為有其差異，關於晝溫與夜溫之影響哪個比較重要目前仍然爭論不休，有些學者認為夜溫為影響植物生理的主要因素，有些人則認為晝溫與夜溫共同影響其生理，不可分開獨立探討。

高溫逆境造成之生理影響及型態改變

高溫逆境影響植物體各種生物膜、蛋白質及RNA之功能，並改變細胞中各種酶之活性，導致植物體內主要生理途徑出現障礙，造成代謝失衡。高溫逆境對種子及幼苗造成的影響包括發芽率及出苗率之降低、異常幼苗之出現、種子活性降低、胚根減少及胚芽生長受抑制，抑制萌芽之機制在過去已有許多研究證明，其原因主要是離酸（ABA）經誘導而合成所導致。高溫逆境對作物葉片造成的影響包括使葉片水勢降低、葉面積減少，及葉片早衰，進而使其光合效率下降，而在玉米、小米，及甘蔗等研究中都發現淨同化率（net assimilation rate, NAR）降低是造成作物之在高溫下之相對生長率（reduced relative growth rate, RGR）下降的一個原因，其原因可能與光合效率下降有關，過去研究曾發現特定品種之水稻在高溫逆境下之光合效率降低了16%。高溫逆境對光合作用之影響通常以C3植物受到的傷害較C4植物更大。

在葉綠體中，不論是進行光反應的類囊體或行碳反應的基質皆可能為高溫逆境下的受傷部位，而光合色素亦能受高溫影響而流失，過去在大豆的研究中發現高溫逆境下的大豆之總葉綠素降低了18%，最終導致植體之蔗糖含量降低9%、還原糖含量增加47%，可溶性糖含量升高了36%。高溫下氣孔之關閉為光合作用受影響的另外一個原因，其結果能導致葉片的水分狀況、氣孔導度，及細胞間隙的二氧化碳濃度都發生改變。

除了型態及生理上的改變，高溫逆境尚可改變植物的生命週期，過去的研究曾指出比最適栽培溫度高1~2°C之高溫便可縮短穀物類作物的充實期，降低其產量。總而言之，不論是瞬間的極高溫引起植物細胞與組織的死亡，或持續的熱傷害使其漸漸受傷，最終皆可導致葉片脫落、花與果實的流失等不良影響，嚴重者甚至是整個植株的死亡。

高溫對作物之繁殖與其產量之影響

植物的繁殖階段是最容易受到高溫傷害的發育階段，高溫傷害與時常伴隨的乾旱常為穀物類作物在開花期與種子充實期的一大障礙，高溫傷害能造成作物受精率降低與不育種子產生，其原因包括雌、雄繁殖器官減數分裂的功能受阻、花粉萌發與花粉管生長受抑、胚株活力降低、柱頭位置與形狀異常，結果使受精過程受到干擾，胚乳生長受到抑制。此外，高溫導致乙烯的過度分泌亦為造成水稻雄不稔之其中一個原因，據推測，乙烯會抑制糖—澱粉代謝中關鍵酶之活性，最終導致不育種子之產生。穀物類作物受高溫逆境傷害之結果可使穀粒之產量與品質下降，過去研究顯示經過高夜溫處理之水稻，其穀物長度、寬度及重量皆有所下降，小穗不稔率更是增加了61%。不只穀物類作物，高溫傷害亦影響水果甚鉅，如番茄的繁殖過程中若遭受高溫，最明顯的影響為柱頭被拉長至超過花藥圓錐，限制了自花授粉，而果實的著實率降低還與碳同化降低及生長調節激素分泌量下降有關。

耐熱性之機制

一物種或品種之耐熱性較佳，指的是作物在高溫下維持正常生長與經濟產量的能力較好。由於植物無法依靠移動趨避高溫，因

此生理上之調適應與細胞之保護手段顯得重要，如許多作物在高溫下之產量皆降低，其原因之一為植物表現早熟之現象，避免植株完全死亡而使產量歸零，此即為植物「逃避」高溫之生理上的適應手段之一。植物應對高溫逆境實施的耐熱機制包括使生物膜的維持穩定、產生抗氧化酶清除ROS、在細胞內累積滲透調節物質、熱休克蛋白之合成，以及啟動細胞核內其他相關逆境蛋白之轉錄，這些機制能使植物在高溫逆境下得以正常生長與發育。

高溫會加速分子的動能與分子在生物膜內外之移動性，從而使生物膜分子內的化學鍵鬆動，導致膜上蛋白質變性及不飽和脂肪酸增加，引起生物膜之雙層磷脂質流動性增加。當植物細胞發生滲透率、離子、生物膜流動性改變時，鈣離子受誘導而流入細胞，以及細胞骨架發生重組，其結果導致MAPK (mitogen activated protein kinase) 及CDPK (calcium dependent protein kinase) 等訊息傳導分子向上調節 (upregulation)，訊息傳導之結果使得細胞核內耐熱性相關蛋白質之DNA轉錄，維持細胞水分滲透恆定的滲透調節物質及防止ROS傷害的抗氧化酶得以大量生成在細胞內，藉以保護細胞免受高溫傷害。ROS為 1O_2 、 H_2O_2 、 O_2^- 、 $OH\cdot$ 等活性氧化物質，對植物細胞具有破壞性。ROS亦可作為另一訊息傳導分子，當細胞內之ROS大量出現時，將開啟另一條途徑來細胞產生耐熱性相關蛋白質。由於高溫逆境引起膜蛋白結構發生改變，使得細胞膜流動性增加，膜內分子因此容易向細胞外流出，藉由檢測這些向外流出之物質，細胞膜在高溫下之穩定性，即細胞膜熱穩定性 (cell membrane thermostability, CMT) 得以衡量，此方法長期以來一直被用於間接評估各種植物之耐熱性。

植物激素對於耐熱性之作用

植物激素在逆境生理上扮演相當重要的角色。植物激素存在著信號串擾 (crosstalk) 之現象，藉由多種激素之共同作用使植物體採取適當的逆境應對措施，其中離酸能通過調節多種基因之表達與抑制，來引導

植物逐步適應逆境環境。過去便有研究指出，離酸是能誘導熱休克蛋白分泌的途徑之一，為觸發植物耐熱生理的其中一個機制。此外，不同類型之逆境也都會引起離酸的增加，植物可藉以增強對另外一種逆境之抗逆性，此為交叉適應（cross adaption）。與離酸之作用相反，吉貝素（GAs）及細胞分裂素（cytokins）可能降低植物之耐熱性。過去研究顯示大麥在施用吉貝素GAs之拮抗劑：triazole paclobutrazol之後，其耐熱性獲得增強；而耐熱性矮化突變品系之大麥在施用吉貝素以後，雖然獲得株高長高，其耐熱性反而消失。

熱休克蛋白

抗逆境蛋白之表達是植物重要的抗逆手段，大部分的抗逆境蛋白是通過增加細胞的水合性以提高抗逆性。熱休克蛋白（heat shock protein, HSP）分子量為10至200 kDa，是能蛋白質在高溫逆境下正常摺疊，並對其他逆境亦有交叉適應功能之蛋白質。熱休克蛋白在逆境生理途徑中亦扮演訊息傳導的角色，當植物體內因高溫而出現結構異常之變性蛋白質，熱休克蛋白變會大量生成，因而促使植物在高溫逆境下諸如光合作用、同化分配、水分與養分之利用效率，以及細胞膜穩定性等生理功能維持正常，使具有耐熱性的植物能維持正常之生長與發育。簡而言之，對高溫之感測以及訊息傳導的誘發都是植物應對高溫逆境的重要步驟。

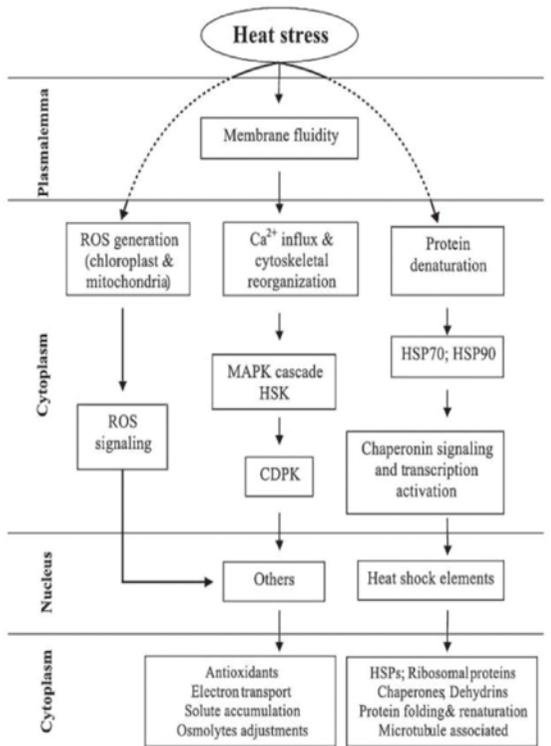
結語

隨著極端氣候頻繁化，世界各地的氣溫超過許多當地物種最適溫度範圍的情況發生的可能性增大。在過去的二十年之研究中發現，滲透保護劑、植物激素、訊息傳導物質，以及微量元素等外源添加物之應用確實有助於作物之耐熱性提升，因為這些化合物具有促進生長以及抗氧化的作用。有鑑於此，能合成這些化合物之植物的開發與利用可能是增進作物耐熱性的另一種方式，為耐熱性研究重要的潛在領域。目前耐熱性的研究重點主要朝向分子生物方法與微陣列技術，這些都是非常方便、快速的有力工具，可能成為未來選育在高耐熱性作物品種的基

礎。不過在不同生物化學、分子生物方法，以及栽培管理下，作物之耐熱性及最終之產量的田間實例，目前仍具有非常大之缺乏，因為目前大多數的耐熱性試驗都僅限於實驗室條件或短期研究，缺乏自然條件及長期研究下之數據。

參考文獻：

Heat tolerance in plants: An overview, 2007Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf, and M. R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and experimental botany, 61(3), 199-223.
 Physiology of heat stress and tolerance mechanisms - An overview, 2018
 Hemantaranjan, A., C. P. Malik, and A. Nishant Bhanu. 2018. Physiology of Heat Stress and Tolerance Mechanisms-An Overview. Journal of Plant Science Research, 34(1).



▲圖1. 耐熱性之生理生化機制
 圖源：Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf, and M. R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and experimental botany, 61(3), 199-223.

丹麥養豬技術研習心得 II - 新女豬配種管理

◎高雄種畜繁殖場／李秀蘭

女豬與公豬接觸

女豬於6月齡可與成熟的公豬接觸。公豬每天在女豬欄走道走動2次，每次10-15分鐘，可促進女豬發身(heat)。公豬不可與女豬整天關在一起，因為這樣女豬會缺少驚喜，公豬以年齡較高者佳(因公豬味較重)，可促進女豬發情。女豬發情特徵包括外陰潮紅、躁動、尋覓公豬、接近管理員及允許其他豬隻駕乘等。管理者可在發情的新女豬身上標註記號，方便分群及管理。女豬第1次發情不配種，在第2次發情時配種，口服賀爾蒙Altresyn(成分為四烯女酮，品名如律期媒)進行發情同期化。

發情同期化條件如下：

- 一、女豬必須見到第1次發情。
- 二、以Altresyn與果汁混合物訓練女豬採食。
- 三、每天同時段餵食Altresyn，連續餵食18天。
- 四、餵飼Altresyn第13天時，飼料量增加到3.5 FU sow，FU為飼料單位(FU_{sow}, 1 Feed Unit for sows = 7700 kJ = 1840 kcal)，二為生長、肥育豬的飼料單位(FU_{gp}, 1 Feed Unit for growing pigs = 7375 kJ = 1763 kcal)。
- 五、停止Altresyn後第5天，需控制日飼糧中熱能。
- 六、停止Altresyn後第6~8天，女豬會發情，此刻可以進行人工授精，一般會進行複次配種。

配種舍管理

- 一、每日餵飼3餐，依體態調整餵飼量。
- 二、配種欄安裝燈管，使照度維持在200 LUX，每日燈照16小時以刺激發情(如圖1)。



▲圖1. 配種舍安裝燈管，光照16小時以刺激發情。

- 三、配種舍溫度20°C及濕度應低於80%。
- 四、配種後21日使用超音波檢測，若不確定可於配種後28天再次驗孕，母(女)豬懷孕後移至懷孕舍(群飼)，同批採統進統出方式。
- 五、豬舍內有氣體流量監測器，當空氣流通不順暢時，可開啟屋頂的進氣口，俾豬舍通風順暢。

背脂厚度測定及體態評估

母(女)豬體態胖瘦會影響母豬的生育能力，故體態評分及背脂厚度測定可了解母豬需給予的餵飼量，丹麥體態評分為4分級，分別為乾瘦、瘦、正常、胖。(如圖2)通常判定「體態-正常」為適宜體態，依體態分數增加或減少，決定各階段母豬的餵飼量及管理。

背脂厚度測定可以了解豬隻身體狀況，背脂測定位置，為最後肋倒數3至4根肋骨處(約第10至11根肋骨)，於背中線外側6公分(P2點)測量。母豬懷孕期的背脂厚薄對母豬的表現是非常重要的，母豬懷孕期太胖，分娩後的泌乳期可能會發生食慾不振與食量不足，無法供應充足奶汁；母豬懷孕期太瘦則影響未來的使用壽命。懷孕時最佳背脂厚度為16-19 mm。

母豬背脂厚度測量之時段：

- 一、配種時(決定胚胎著床期的餵食曲線)。
- 二、配種後21~28天掃描懷胎與否/胎數(決定懷孕期的餵食曲線)。
- 三、配種10週後(餵食曲線是否達到預期)。
- 四、分娩時(決定分娩期的餵食曲線)。

(待續)

項目				
體態	乾瘦	瘦	正常	胖
描述	肋骨、脊椎骨與髖骨明顯可見。	肋骨、脊椎骨與髖骨用手輕壓即可感覺到	肋骨、脊椎骨與髖骨用力壓即可感覺到	肋骨、脊椎骨與髖骨完全被包圍
背脂	< 12 mm	< 16 mm	16-19 mm	> 19 mm

▲圖2. 豬隻體態評分標準(資料來源：丹麥達爾姆Dalum農業學院)



▲110年4月13日本所辦理
安全衛生在職教育



▲110年4月16日屏東科技大學
陳美惠教授蒞所演講



▲110年4月30日本所與宜蘭大學
簽定MOU



▲110年5月11日本所辦理第二季學術研討會

畜產專訊展售處

- 國家書店松江門市
- 五南文化廣場台中總店
- 國家網路書店 (<http://www.govbooks.com.tw>)

ISSN 1021-3082



9771021308000

每本定價20元