

ISSN 1017-0863

技術服務季刊

行政院農業委員會農業試驗所

124

古老作物新觀點 - 淺談新興作物藜麥之價值

硬質玉米台農 7 號特性簡介

玉米生長對溫度因子的需求與受影響的門檻值

公部門之參與式育種 - 以文心蘭為例

利用無特定病原組培薑苗建構健康種薑養成體系簡介

第31卷第4期
2020年12月

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute



第31卷第4期

中華民國109年12月出版

目錄



封面說明：本所花卉研究中心以產業合作精神實行「參與式育種」，導入三階段育種過程，於此模式運作下，已陸續推出「台農5號－喜洋洋」、「台農6號－星蘋果」、「台農7號－美少女」等新品種。(圖為台農5號－喜洋洋，詳本期第14頁)

◎圖/文 花卉研究中心 蔡東明

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：林學詩
總 編 輯：陳淑佩、方尚仁
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號 (04) 22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓 (02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：https：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號 (04) 22932036
定　　價：NT 50 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　NT$50

農藝作物

■古老作物新觀點－淺談新興作物藜麥之價值
孫凭瑋 1
■硬質玉米台農7號特性簡介
戴宏宇 謝光照 5
■玉米生長對溫度因子的需求與受影響的門檻值
謝光照 戴宏宇 孫凭瑋 8

園藝作物

■公部門之參與式育種-以文心蘭為例
蔡東明 莊耿彰 戴廷恩 14

生物技術

■利用無特定病原組培薑苗建構健康種薑養成體系簡介
陳威臣 夏奇鈮 曹進義 20
■日本基因編輯技術應用在生物體及食品之規範與探討
游舜期 王怡雯 林大鈞 楊佐琦 26

活動報導

■108年農委會因應氣候變遷之農業技術成果發表會系列活動紀要
黃家康 楊滿霞 楊純明 33

新聞訊息

■新穎食材初登場：農試所開發全豆天貝發酵技術
劉威廷 楊佐琦 37

古老作物新觀點－
淺談新興作物藜麥之價值

農試所作物組 孫凭瑋

一、前言

藜麥（*Chenopodium quinoa* Willd.）為莧科藜屬作物，俗稱奎藜、印地安麥、灰米，原產於南美洲安地斯山脈地區，為該地區過去常見的主食之一，其栽培範圍廣泛，從北緯20 度至南緯40 度、海拔0至4500公尺皆可種植，亦具有廣泛的遺傳多樣性，能夠適應各種惡劣的環境，例如高原、霜害及高鹽度地區。如今，藜麥以其高蛋白質含量和含有人體所需的八種必需胺基酸而聞名，它含有大量的纖維、礦物質以及多酚類抗氧化物，這些特徵使藜麥與其他常規穀物有明顯區別。

近年，藜麥獲得了全球越來越多的關注，聯合國已宣布2013年為國際藜麥年，目的在於使全球更關注其在高營養價值、促進糧食安全、消除貧困政策方面可發揮的作用。此外，隨著全球氣候變化逐漸影響農作物的生長條件，特別是鹽鹼化和乾旱加劇，其衍生的糧食問題更顯現藜麥之重要性。現今在美國、西班牙、英國、法國、德國以及中國西北部等地有商業種植，在台灣亦有相關產品之販售，其營養價值、優勢與市面上產品之識別有待更深入的探討，因此本篇蒐集及整理過去相關文獻並詳細說明之。

二、藜麥營養價值

藜麥的獨特之處在於其種子食用方法與一般穀物相似。通常可以加工成麵粉，用以製作麵包，或煮熟放入湯中食用、製作成粥或飲品等。市面上常見將其加入穀物飲、餅乾及化妝品等產品中，或將其葉片用於製茶、入菜及作為飼料使用。就藜麥的營養價值而言，藜麥也是優質蛋白質、膳食纖維、多元不飽和脂肪酸和礦物質的重要來源。以下就藜麥之營養成分進一步探討：

作　　者：孫凭瑋助理研究員
連絡電話：04-23317102

(一) 熱量：藜麥與國內大宗作物如：稻米、玉米、豆類及小麥等的熱量非常相近(表一)。

(二) 蛋白質：藜麥的蛋白質含量約佔其整體乾重的16.5%，高於大多數的穀物，且蛋白質之品質更為出眾，在構成蛋白質之氨基酸中，有八種是兒童和成人所需的必需氨基酸，與國際糧農組織建議3至10歲兒童需攝取之必需氨基酸數值相比，藜麥的八種必需氨基酸含量均超過建議值。此外，大多數穀物所含必需氨基酸中的離氨酸含量偏低，豆科植物所含的含硫氨基酸中甲硫氨酸和半胱氨酸含量亦偏低；與上述作物相比，藜麥的氨基酸含量皆有較高表現（表二），也因其蛋白質含量與品質優於傳統蛋白質食物，進而可以藜麥取代部分豆類與肉類。

(三) 脂肪：脂肪是卡路里的重要來源，有助於脂溶性維生素的吸收。而藜麥每100克乾重的脂肪含量為6.3克，高於豆類、玉米、稻米和小麥（表一）。且其脂肪總量中有50%以上為必需多元不飽和脂肪酸中，人體無法自行合成之亞油酸 (linoleic acid) 和亞麻酸 (linolenic acid) 。

(四) 膳食纖維：藜麥的膳食纖維含量在每100克乾重中約有13.6-16.0克，普遍高於大多數穀物，略低於豆科植物。膳食纖維是植物類食物中不可消化的部分，具有良好促進消化的作用，亦能有效預防便秘。此外，膳食纖維也與藜麥之低升糖指數（GI值）有關，可避免糖尿病患血糖大幅波動，有助於控制血糖。

(五) 礦物質：藜麥與大多穀物相比是更好的礦物質來源，其鐵、鎂和鋅含量高於每日礦物質建議攝取量（表三）。

(六) 維生素：藜麥是維生素B群和葉酸的良好來源。

(七) 其他：藜麥含有類黃酮 (Flavonoids) 中的槲皮素 (Quercetin) 及山奈酚 (Kaempferol) ，可幫助人體減少自由基，降低氧化壓力對身體造成的危害。又因藜麥不含麩質，可作為替代含麩質過敏源麥製品的良好替代品。

綜上所述，藜麥富含多種營養素，適量攝取可使飲食更為均衡，搭配其他食物一起食用，可獲取更全面的營養，這也是近年來藜麥相關產品的研發目標之一。

三、藜麥與台灣藜之差異

藜麥與台灣藜 (*Chenopodium formosanum*) 皆為藜屬，藜麥原產自南美洲，依種皮顏色及風味分成三種，包含白藜、紅藜、黑藜，其中以白藜最為常見，黑藜則極為少見。台灣藜為台灣原生種，雖然也叫做紅藜，但卻和南美洲藜麥的「紅藜」不一樣，兩者在外觀、大小及顏色都不盡相同，藜麥植株穗部直立，脫穀籽實較大；台灣藜植株

穗部呈下垂狀，脫穀籽實較小。在營養價值方面，藜麥與台灣藜並沒有太大差異，其中台灣藜礦物質含量（如鈉、鉀、鈣）高於藜麥，藜麥則有較高的鋅含量，此外，兩者皆具高蛋白質含量、膳食纖維與人體必需八種胺基酸，亦皆為「單一植物」可以滿足人類基本營養需求的食物來源。

四、因應氣候變遷之發展潛力

近年來，氣候變遷使得農作物的生產條件迅速惡化，如：未來全球大部分地區鹽鹼化和乾旱程度可能持續上升，成為全球農作物損失的主因之一；此外，未來幾十年全球總人口數亦可能達到90億，因此，儘管耕地和水利資源有限，為了跟上人口增長的速度及所需的糧食產量，必須發展新的抗逆境或耐逆境基因型及物種，將其應用於未來的農業。由於藜麥在相當貧瘠的土壤及缺水、高鹽度的條件下仍能保持生產力，又自數個世紀以來，生長自安地斯地區的零散、局部特殊地形，具備廣泛的遺

表一、藜麥與大宗作物營養成分比較表

作物	熱量 (kcal/100 g)	營養成分(%)		
		蛋白質	脂質	碳水化合物
藜麥	399	16.5	6.3	69.0
水稻	372	7.6	2.2	80.4
玉米	408	10.2	4.7	81.1
大豆	367	28.0	1.1	61.2
小麥	392	14.3	2.3	78.4

資料來源：2013國際藜麥年網站。

表二、藜麥與大宗作物必需胺基酸構成對照表 單位：%／protein

作物	異白胺酸	白胺酸	離胺酸	甲硫胺酸	苯丙胺酸	蘇胺酸	色胺酸	纈胺酸
FAO建議值	3.0	6.1	4.8	2.3	4.1	2.5	0.66	4.0
藜麥	4.9	6.6	6.0	5.3	6.9	3.7	0.9	4.5
水稻	4.1	8.2	3.8	3.6	10.5	3.8	1.1	6.1
玉米	4.0	12.5	2.9	4.0	8.6	3.8	0.7	5.0
小麥	4.2	6.8	2.6	3.7	8.2	2.8	1.2	4.4

資料來源：2013國際藜麥年網站。

表三、藜麥與大宗作物礦物質含量比較表 單位： ppm

作物	鈣	鐵	鎂	磷	鉀	鋅
藜麥	1487	132	2496	3837	9267	44
水稻	69	7	735	1378	1183	6
玉米	171	21	1371	2926	3771	29
小麥	503	38	1694	4677	5783	47

資料來源：2013國際藜麥年網站。

傳多樣性，使得藜麥不但能耐受惡劣環境，更能適應全球各種農業生態條件，成為避免糧食危機的良好候選作物。目前藜麥的主要生產地在玻利維亞和秘魯，同時亦有多國正進行農藝試驗和栽培，藜麥可為乾旱氣候下的土地提供栽培的可能性，也可針對因土壤鹽鹼化而受損的土地進行修復；藜麥更是一種很好的模式作物，可用於研究土地保護、管理以及植物應對高鹽分和乾旱耐受性的機制。

另一方面，台灣原生種台灣藜亦是以適應多元栽培環境著稱，近幾年相關耐鹽性與抗旱性機制的研究正持續進行，其有助於克服台灣沿海地區因土壤鹽鹼化或乾旱所造成耕地面積縮小等問題，以及增加貧脊地區可耕作作物之品項，台灣藜與藜麥有著相當的重要性，在未來氣候變遷環境下，具備著不可忽視的潛力，對台灣農業無疑有著正向的影響。

五、結語

近年來，隨著國人注重營養保健的意識高漲，藜麥逐漸成為常見的穀物類副食品，加上台灣素食人口持續增加，估計2020年可達330萬人，以具有高含量蛋白及多樣人體必需胺基酸的藜麥取代傳統高蛋白質食物，亦是多一種選擇；另一方面，因應未來氣候變遷等相關議題，除了提高作物對不良環境的耐受性外，增加雜糧之多樣性更是重要一環。然而，藜麥在台灣的栽培管理、後續收穫與加工等相關問題仍有待解決，若未來將藜麥加入本地種植作物之一，仍需進一步的評估與探討。

六、參考資料

聯合國糧農組織（FAO）2013《人體營養中膳食蛋白質品質評估》

聯合國糧農組織（FAO）2013國際藜麥年網站http://www.fao.org/quinoa-2013/zh/

Chao Y.Y., and I.E. Hsueh. 2019. Insights into physiological mechanisms of salt stress tolerance in djulis (*Chenopodium formosanum* Koidz.) sprouts. J. Plant Biol. 62:263-273.

Koziol, M. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Food Compost. Anal. 5:35-68.

Nowak, V., J. Du, and U.R. Charrondiere. 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Chem. 193:47-54.

Ruiz, K.B., S. Biondi, R. Oses, I.S. Acuña-Rodríguez, F. Antognoni, E.A. Martinez-Mosqueira, A. Coulibaly, A. Canahua-Murillo, M. Pinto, and A. Zurita-Silva. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. Agron. Sustain. 34:349-359.

硬質玉米台農7號特性簡介

農試所作物組 戴宏宇 謝光照

一、前言

台灣近年硬質玉米的種植面積呈現增加趨勢(表一)，顯示農民生產意願日漸活絡，從97年7,053公頃至108年15,207公頃，每公頃單位面積產量分別為4,032–5,287公斤，全年總產量因栽培面積擴大，總產量由37,290公噸(97年)增至73,540公噸(108年)，其中以臺南市、嘉義縣為硬質玉米的主要產區，108年收穫面積分別為8,136及5,434公頃。台灣硬質玉米主要種植期作為秋作及裡作，依用途分為糊熟期收穫當芻料用，或於生理成熟期後收穫籽粒用。

本所於民國76年育成「台農1號」，具備高產、苞葉易剝、抗倒伏性強、適合機械收穫等優良特性，因此自民國76年育成推廣以來，向為國內主要硬質玉米栽培品種，但近年來發現該品種易發生玉米南方型銹病，為配合活化休耕地及提升硬質玉米自給率政策，本所針對「台農1號」優劣勢進行品種改良，選育具有中早熟、高產及抗銹病之硬質玉米新品種「台農7號」。

表一、台灣近10年硬質玉米收穫面積、單位面積產量與總產量

年度及地區	收穫面積(ha)	單位面積產量(kg/ha)	總產量(ton)
97	7,053	5,287	37,290
98	8,825	5,120	45,981
99	7,154	4,830	34,551
100	6,728	5,216	35,097
101	6,607	4,514	29,825
102	8,350	4,723	39,440
103	13,544	4,592	62,192
104	15,135	4,539	68,694
105	16,157	4,032	65,105
106	15,170	4,941	74,952
107	14,562	4,716	68,668
108	15,207	4,836	73,540
臺南市	8,136	4,646	36,983
嘉義縣	5,454	5,256	28,666

資料來源：臺灣農業統計年報。

作　　者：戴宏宇助理研究員
連絡電話：04-23317111

二、育成經過

硬質玉米「台農7號」為單雜交品種，母本為1M10，係由熱帶硬粒型種原GX1M自交選出，選拔標的包含株型直立、抗銹病、果穗行數多等優良特性；父本為本所往年所育成優良自交系Hi31，特性為長穗型、中熟性、一般組合力高之溫帶型馬齒種。

99年至101年自GX1M分離後裔中，根據形態、抗病性等特性進行人工自交、選育自交系；101年秋作進行組合力檢定；102年至104年進行品系產量比較試驗，調查南方型銹病抗性、產量等農藝性狀；106年完成南方型銹病人工接種檢定，並於同年5月8日經本所研管會審議通過，命名為「台農7號」。

三、品種特性介紹

(一) 南方型銹病抗性

根據南方型銹病抗病性人工接種檢定結果，顯示「台農7號」南方型銹病病斑面積為0%，判定為極抗；對照品種「台農1號」南方型銹病病斑面積為77.5%，判定為極感。田間自然發病情形也可看出「台農7號」抗病性明顯優於「台農1號」(圖一)。提升抗病性對於目前硬質玉米朝向省工、減藥栽培趨勢以及產量穩定性，具有高度正面效益。



圖一、田間自然發病情形：「台農1號」葉片具明顯病斑(左圖)及「台農7號」葉色鮮艷無病斑(右圖)。

(二) 產量與乾重累積速率比較

「台農7號」與「台農1號」兩品種吐絲期約在播種後55至56日，吐絲期至成熟期約70日。籽粒充實期間「台農7號」單株籽粒充實速率(4.6g/day)明顯優於「台農1號」(3.8g/day)，至生理成熟期「台農7號」單株籽粒產量(285g)較「台農1號」(238g)增加20%(圖二)。

(三) 收穫適期指標

硬質玉米達生理成熟，在籽粒尖端會形成一黑皮層，然後籽粒開始變硬，籽粒完全堅硬後，呈現品種固有形狀及光澤，此時機械採收不易破損，果穗苞葉外觀完全轉黃褐色，乾燥枯黃(圖三A, B)。

國內常見晚熟品種「明豐3號」於秋作播種需140至160天達到採收期。本所硬質玉米品種「台農1號」在春作3月初播種者，播種後約106天達採收期，秋作8月底播種為106天，9月初為110天，9月底為120天，裡作10月中旬播種者為130天。「台農7號」於秋作8月底播種至採收期約為106天，9月初為115天，9月底為125天，裡作10月中旬播種者為135天。若以有效積溫進行計算，「明豐3號」播種至生理成熟期的有效積溫為1850度

日(℃-day)，「台農1號」為1455度日(℃-day)，「台農7號」為1525度日(℃-day)。「台農7號」生育日數雖然比「台農1號」多0到5天，但比「明豐3號」少25天以上。生產者可依上述生育資料，管理生產排程，達到適時適種並降低天災風險。

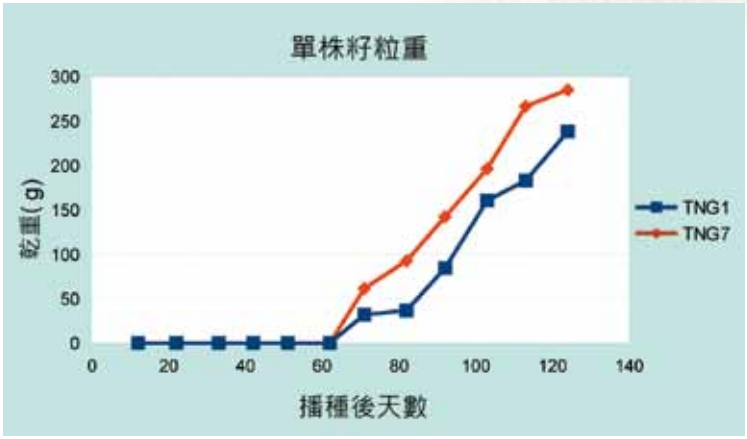
四、結語

本所硬質玉米新品種「台農7號」品種優點包含果穗之苞葉包裹完全，果穗成熟期間植株上半部葉片尚綠色時，籽粒及苞葉已快速脫水，機械採收時籽粒不易破損，適合機械採收。該品種對南方型銹病具抗性，生育日數適合雲嘉南地區秋裡作栽培之耕作制度，翌年春作可再種一季水稻，有助於複作生產，增加農民收益與種植意願，有助穩定國產硬質玉米生產效益。

五、參考文獻

呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、謝光照、何千里。1989。單雜交玉米台農一 號之育成。中華農業研究38(1):1-18。

謝光照。2019。硬質玉米新品種「台農7號」之育成。台灣農業研究 68(2):177-188。



圖二、台農1號與台農7號生育期間籽粒乾重變化。



圖三、硬質玉米「台農7號」生理成熟期植株(A)與果穗(B)。

玉米生長對溫度因子的需求與受影響的門檻值

農試所作物組 謝光照 戴宏宇 孫凭瑋

一、前言

玉米在台灣有春作及秋作兩期，春作由低溫及短日照逐漸轉為高溫、多濕及較長日照環境；而秋作則由高溫、長日照及多濕逐漸轉為低溫、低濕度及短日照，致兩期作玉米的產量與品質上呈現秋作優於春作。

從民國97至106年，十年間食用玉米的種植面積呈現增加趨勢，97年至106年收穫面積介於11,945-14,194 公頃，單位面積產量介於6,765 -7,028 (公斤/公頃；kg/ha)，總產量介於80,807 -99,750 公噸，屬自給自足的鮮食用作物。食用玉米在全國各地都有栽培，在106年栽培面積最多的為雲林縣(5,873 公頃)、台南市(2,670 公頃)及嘉義縣(市)(1,485 公頃)， 顯示雲林縣，台南市、嘉義縣為台灣食用玉米的主要產區。主要種植期為秋作及裡作，其次為春作。食用玉米的種類分為甜玉米、糯玉米、普通白玉米、與筍用玉米等。總生產量最多者為甜玉米，其次為糯玉米、再其次為普通白玉米。

硬質玉米近十年的種植面積呈現增加趨勢，民國97年從7,053公頃至106年面積增為15,170 公頃，單位面積產量分別為5,287 -4,941 公斤/公頃，總產量分別為37,290 -74,952 公噸。在106年栽培面積最多的為台南市(8,398 公頃)、嘉義縣(市)(5,828 公頃)及雲林縣(501 公頃)， 顯示台南市、嘉義縣及雲林縣為台灣硬質玉米的主要產區。主要種植期為秋作及裡作。硬質玉米的用途分為糊熟期全株收穫當青飼料用，或於生理成熟期收籽粒用二種。國內畜牧及家禽養殖所需的飼料量龐大，因此硬質玉米每年籽粒須進口量在450-500萬噸，國產生產量少，無法滿足需求，例如104-106年國產硬質玉米自給率在1.5%左右。

作　　者：謝光照研究員
連絡電話：04-23317115

二、雲嘉南地區全年氣象因子的月平均氣溫、月平均日照時數及月平均雨量的變化趨勢

台南及嘉義地區過去30年(1981-2010)月平均氣溫，由一月至八月呈現增高現象，以八月最高，隨後由九月至十二月呈下降趨勢；月平均溫度、單月的累積日照時數、月平均雨量(mm) 均以6-8月較高。根據玉米對溫度的需求變化，玉米的栽培時期呈現以秋作(8-9月)及裡作(10-11月播種)為主，玉米生長至生殖生長發育時期(11-12月)的平均月溫度在17.7-24.5℃間；其次為春作(1-2月播種)，玉米生長達生殖生長發育時期(4-5月)的平均月溫度大約在23.0-27.2℃，正適合玉米籽粒充實生長所需的溫度(表一)。而玉米生長期間的每月日照累積時數在170小時以上，日照時數也足夠(表一)，加上春作月平均雨量適合，秋作則進入乾燥季節的減少現象(表一)，有利於玉米籽粒充實。由於三個氣象因子有利的搭配，自然使雲嘉南地區成為台灣玉米的主要產區。

三、玉米生長對溫度的需求

玉米不同的生育階段對氣溫的需求有所不同，熱帶型品種與溫帶型品種對溫度的適應性也有所差異。

(一) 播種至出苗：玉米在土壤水分適宜(60-70%)的條件下，氣溫越低，所需的時間越長。低於10℃以下，種子易受到土壤病菌侵害而霉爛。25-30℃時，只需3-4天就能發芽。

(二) 節間伸長期至開花期：玉米生長進入節間伸長期，對溫度要求相對提高，20- 27℃氣溫下，其生長隨溫度上升呈現直線增長。開花期的適宜氣溫為26-32℃。

(三) 籽粒充實期至成熟期：玉米籽粒充實期至成熟期最適宜的平均氣溫為20 -24℃，在此範圍內，溫度愈高，籽粒中乾物質合成累積愈快，籽粒重量增大。

表一、1981-2010三十年間嘉義及台南地區月均氣溫(℃)、 每月日照累積時數(hr)與月平均雨量(mm)

月份 地區	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
	月平均氣溫(℃)												
台南	17.6	18.6	21.2	24.5	27.2	28.5	29.2	28.8	28.1	26.1	22.8	19.1	24.3
嘉義	16.5	17.3	19.7	23.0	25.8	27.8	28.6	28.2	27.0	24.5	21.3	17.7	23.1
	每月日照累積時數(hr)												
台南	179.4	158.3	178.8	172.8	186.9	181.7	210.8	189.1	179.2	196.2	172.6	175.0	181.7
嘉義	165.1	134.2	151.3	150.4	172.6	181.0	214.2	192.5	181.2	189.7	163.6	170.9	172.2
	月平均雨量(mm)												
嘉義	27.6	57.7	62.2	107.6	189.2	350.7	304.3	422.1	148.9	22.7	12.2	0.9	總計 1726.1

1981-2010氣象局觀測資料。

四、高溫對生長生育影響之門檻值

玉米不同的生育時期對高溫的耐受性也有所不同，一般在營養時期耐受性高於生殖生長期，各時期對高溫耐受性的門檻值分述如下：

(一) 播種至出苗：氣溫超過35℃發芽就會受影響，而40℃以上，種子發芽會受到抑制。

(二) 玉米於旺盛的營養生長到生殖生長轉化的關鍵且敏感時期，當玉米處在日平均最高氣溫大於等於35℃以上，持續5天以上，且無效降雨持續8天以上的氣象條件下，高溫熱害就必然發生。

(三) 吐絲期、開花期、籽粒灌漿(充實)期至成熟期：35℃連續4-6天，顯示其籽粒乾物質累積明顯減少。

(四) 田間玉米在生長季節遭到幾天短暫幾小時熱浪來襲(37-39℃)，一些不耐熱的品系葉片會產生日燒及其雄穗枯萎現象。

(五) 玉米授粉後細胞分裂期遭遇4天，短暫的35℃高溫逆境下，其籽粒乾物質減少35-40%，更嚴重時籽粒呈退化萎縮。

(六) 玉米生長在高溫多雨季節，特別是授粉期，如果遇到連續35℃以上的高溫乾旱，花粉很快死亡，不能正常授粉，導致產量降低。成熟的玉米花粉對40℃的高溫逆境特別敏感，授精不易成功。

(七) 高溫易導致玉米授粉結實不良，具體影響包括：

1. 對光合作用的影響

在高溫條件下，光合蛋白酶的活性降低，葉綠體結構遭到破壞，引起氣孔關閉，從而使光合作用減弱；另一方面，在高溫條件下呼吸作用增強，消耗增多，乾物質積累下降。38-39℃的高溫脅迫時間越長，植株受害就越嚴重，越難恢復，所需時間也越長。

2. 縮短生育期

高溫迫使玉米生育進程中各種生理生化反應加速，各個生育階段縮短。如雌穗分化時間縮短，雌穗小花分化數量減少，果穗變小。在生育後期高溫使玉米植株過早衰亡，或提前進入成熟期，籽粒充實時間縮短，乾物質積累量減少，千粒重、容重、產量和品質降低。

3. 對雄穗的傷害

在孕穗階段與散粉過程中，高溫都可能對玉米雄穗產生傷害。當氣溫持續高於35℃時不利於花粉形成，雄穗開花散粉受阻，呈現雄穗分枝變小、數量減少，小花退化，花藥瘦癟，花粉活力降低，受害的程度隨溫度升高和持續時間延長而加劇。當氣溫超過38℃時，雄穗不能開花，散粉受阻。

4. 對雌穗的傷害

高溫也影響玉米雌穗的發育，致使雌穗各部位分化異常，延緩雌穗吐絲，造成雌雄花期不協調、授粉結實不良、籽粒瘦癟、果穗禿尖缺粒現象，產量嚴重下降。

五、低溫對生殖生長期之影響及門檻值

玉米屬中等耐霜凍作物，在-2.4 - 3.5 ℃範圍內，組織內發生結冰、生物膜體系對其有一定忍耐能力，經緩慢解凍可恢復生長；台灣玉米生長期遭遇<5 ℃的低溫寒害，很少見，但碰到天候異常所產生幾天的低溫，對處於營養生長期的玉米會造成幼苗初期葉片似被熱水燙過，葉緣失水萎凋，再嚴重則葉身大片萎凋，對後期的生長也有影響。一些研究指出玉米受寒害較嚴重為植株處於雄穗分化發育生長期、小孢子分裂形成期、開花期與授粉期，分述如下：

1. 在玉米雄穗分化發育生長期: 遭遇寒害(<5℃)，其雄穗分支數、小穗花及花粉粒減少，不同品系有明顯差異。
2. 在小孢子分裂形成期：遭遇寒害，不會減少花粉粒的數量，但低分支上小穗花飽滿的花粉粒比率會減少。
3. 玉米於開花期與授粉期: 遭遇寒害，隨著低溫的程度與時間的長短，產生寒害的程度也有所不同，初期葉片似被熱水燙過，葉緣失水萎凋，再嚴重則葉身大片萎凋，甚至有植株枯死現象；果穗籽粒充實期遭遇長時間寒害，造成葉片提早枯萎，果穗頂端充實不佳的現象。

六、針對低溫及高溫的因應方法

根據氣象局觀測資料(2)，台灣全年氣溫在過去一百多年上升約1.3℃，且近50年到近10年增溫有加速的趨勢。分析日平均氣溫、日最高溫度與日最低溫度的變遷，發現全年、夏半年與冬半年的日平均氣溫的百年增溫幅度無顯著差異，但是日最低溫度的增溫幅度約為日最高溫度的二倍。

在極端溫度方面，隨著平均氣溫上升，全球與台灣的極端溫度發生頻率皆增加。在過去五十多年以來，台灣極端溫度事件已有改變的趨勢，極端高溫的頻率增加、強度增強；極端低溫頻率減少、強度減弱。台灣極端高溫事件發生的月份以7月為主，發生在夏季（6-8月）的比例則超過 90%。

(一) 預防高溫危害的方法

1. 選育和推廣耐熱品種：台灣常於7、8月發生，各生長階段遇高溫35℃幾小時或更長的幾天，不耐熱的品種葉片會產生日燒及雄穗枯萎現象。防範措施：避開高溫期栽培。在台灣夏作栽培的食用玉米，應採用耐熱性較佳之熱帶型品種為宜。目前市面上的熱帶型甜玉米品種，有華珍2號(農友)，金珍珠(農友)，吉珍(農友)，雪珍(農友)，華珍(農友)，彩珍(農友)，珍貴(農友)，金禾(農友)。SC-2028(稼穡)，雙發 ST-2015(稼穡)，美粒甜(稼穡)，雙星(稼穡)，白嘉麗(稼穡)，夏蜜(和生)。
2. 調節播種期，使吐絲散粉期避開高溫時段在高溫熱害易發和常發地區或季節，可採取提前播種或推遲播種等措施，使吐絲及散粉期避開7月

下旬至8月這段最容易發生高溫熱害的時間。

3. 適當降低密度，採用寬窄行種植在低密度條件下，個體間爭奪水肥的矛盾較小，個體發育健壯，抵禦高溫傷害的能力較強，能夠減輕高溫熱害。
4. 高溫期多灌水，藉由蒸發與蒸散作用降低植體溫度，減少高溫熱害。

(二) 預防寒害(<5℃)的方法

發生於1、2月，低於5℃寒流幾天，易造成寒害，剛開始玉米葉片似熱水燙傷，葉片隨之乾枯，再嚴重者植株死亡。在孕穗期遇低溫雄穗分支數減少，花粉粒減少。籽粒充實期遇低溫葉片黃化萎凋，果穗充實度變差，產量及品質都會下降。防範措施：

1. 營養生長期在溝灌淺水保溫或設防風網，以達防寒效果。
2. 達成熟期可採收的果穗，應儘快採收(圖一)。

七、結語

台灣極端溫度事件已有改變的趨勢，預測未來極端高溫的頻率增加、強度增強；極端高溫事件發生的月份以7月為主，發生在夏季（6-8月）的比例則超過 90%。玉米生長在高溫多雨季節，如果遇到連續35℃以上的高溫，持續5天



圖一、玉米的防災栽培曆。

以上，高溫熱害必然發生。主要造成光合作用減弱，呼吸作用增強，對雄穗、雌穗分化與發育產生不利，進而縮短生育期，使乾物質積累量減少，千粒重、容重、產量和品質都降低。預防高溫危害的方法：1.選育和推廣耐熱品種。2.調節播種期，使吐絲與散粉期避開高溫時段。3.適當降低密度使個體發育健壯，抵禦高溫傷害的能力較強，能夠減輕高溫熱害。4.高溫期多灌水，藉由蒸發與蒸散作用降低植體溫度，減少高溫傷害。於1、2月，如有低於5℃寒流發生，也易造成寒害，防範措施:1.營養生長期在溝灌淺水保溫或設防風網，以達防寒效果。2.達成熟期可採收的果穗，應儘快採收。如此才能使玉米順利長成，歡喜收成。

八、參考文獻

106年台灣農業統計年報。

1981-2010氣象局觀測資料。

楊舒惠、謝光照、吳詩都。2003。台南白玉米族群種子發芽之溫度反應。中華農業研究52:23-30。

涂光曙。2009。甜 糯玉米栽培與加工。金頓出版社。

Chen, J.,W. Xu, J. J. Burke, and Z. Xin. 2010. Role of phosp公頃tic acid in the temperature tolerance in maize. Crop Sci. 50:2506-2515.

Cheihk, N. and R. J. Jones. 1995. Heat stress effects on sink activity of developing maize kernels. Plant Physiol.95:59-66.

Cicchino, M., J. I. Rattalino Edreira, M. Uribelarrea, and M. E. Otegui. 2010b. Heat stress in field-grown maize: Response of physiological determinants of grain yield. Crop Sci.50:1438-1448.

Commuri, P. D. and R. J. Jones. 2001. High temperatures during endosperm cell devision in maize: A genotypic comparison under in vitro and field condition. Crop Sci.41:1122-1130.

Dupuis, I. and C. Dumas. 1990. Influence of temperature stress on in vitro fertilization and heat shock protein synthesis in maize (*Zea mays* L.) reproductive tissues. Plant Physiol.94:665-670.

Tranel, d., A. Knapp, and A. Perdomo. 2009. Chilling effects during maize tassel development and lack of compensational plasticity. Crop Sci.49:1852-1858.

https://kknews.cc/agriculture/aaz8ejj.html.

https://kknews.cc/agriculture/ggry99y.html.

https://kknews.cc/agriculture/knx8xmq.html.



公部門之參與式育種
－以文心蘭為例

農試所花卉中心 蔡東明 莊耿彰 戴廷恩

一、前言

作物育種是一件長期奮鬥的工作，新品種開發由親本選擇、實生苗培育、品系篩選、測試、試量產及商業生產到產品上市往往需要10-15年以上。新品種開發速度往往趕不上環境變遷與流行變化，如何兼顧市場需求、縮短育種時間與提升育種效率，是培育花卉新品種的關鍵因素。農委會所屬試驗改良場所進行花卉品種選育，多以作物的角度研發，著重花形花色等園藝性狀進行品系篩選，育種過程並未同步考量商業生產鏈與消費市場需求等因素，往往多年新品種培育無法將研究成果轉移至產業應用。

農業試驗所花卉研究中心以產業合作精神實行參與式育種，在育種過程中分三階段與農民、業者或產業團體進行合作：第一階段育種目標擬定時期，由民間相關業者提供建議，研究人員彙整後設定育種目標，第二階段雜交苗優良單株選拔時期，由具經驗的農民或專家參與進行，第三階段品系試種時期，花農依據需求簽約試種，對新品系進行田間測試及評估，此階段花農可邀請零售商、貿易商、消費者至其栽培場地進行多重評估。參與式育種能讓研究人員在品種育種過程，同步導入專業栽培者(花農)、零售商、貿易商及消費者對新品種的要求，在最短的時間內進行整合，研發出產業最需要之新品種。

二、文心蘭育種

我國文心蘭產業世界第一，主要栽培以生產切花為主，生產面積超過250公頃，從種苗、生產、包裝、運輸、外銷等產業結構穩健，但所種植的切花品種卻非常少，以黃色系列為主。台灣早期引進切花品種*Oncidesa* Gower Ramsey (南西)為66年育成，栽培超過30年，直到96年由日本引進全黃色品種 *Oncidesa* Gower Ramsey ‘Honey

作　　者：蔡東明副研究員
連絡電話：05-5828217

Angel'(檸檬綠)在短短十幾年時間，席捲台灣文心蘭90%以上栽培面積，目前已全面取代南西。檸檬綠具備栽培容易、生長勢強、產量高、瓶插壽命長等優點，但檸檬綠產量集中5~6月與10~11月、跳花、夏季高溫開花不良、易得軟腐病、灰黴病等缺點也亟待改善，加以必須付出權利金給日本，因此多年來各研究單位與農民都在積極研發新品種。雖然國內陸續已選育出香吉士、白玉、白雪、Baby Face等自有品種，仍無法成功取代檸檬綠，越南也引入檸檬綠栽培與台灣競爭日本市場，我國應開發高效率文心蘭品種選育及進行產業品種佈局，讓台灣文心蘭產業永續發展。

文心蘭品種選育的工作重點與育種過程：

(一) 品種收集：收集民間栽植品種或引進適合我國產地氣候與花期之品種。

(二) 生育開花習性調查：研究調查生育習性與開花條件，篩選出生長勢強、具香味、花型優美、顏色鮮豔或多花等性狀，作為育種之親本。

(三) 雜交育種：首先須克服雜交障礙，其次根據育種目標進行雜交授粉。

(四) 促成栽培，縮短育種年限：利用栽培介質、施肥、水分控制等栽培技術，縮短文心蘭營養生長期，提早進入開花期，以減輕成本。

(五) 加強組織培養與量化繁殖：配合不同優良單株的特性，調整培養基配方，增加無性量化繁殖速度。

(六) 優良單株的培育與選拔：於雜交苗開花株中，以育種目標為基準，審慎選拔優良單株。已量化優良單株加強肥培管理，促進提早開花，進行試種與申請品種權。

(七) 新品種授權與推廣：這是育種人員另一層次的挑戰工作，不同於一般研究工作對象僅限植物，授權與推廣除了植物外，必須考量農民意願及商業應用潛力等因素，工作困難度加倍，也是成功育種的最後一哩路。

文心蘭切花的育種目標依序為：1.花色，2.生長勢強、容易栽培，3.全年均可開花，產量高、花期不集中，4.花梗分叉多且長、吸水性佳等。尤其是花色，目前市面上文心蘭切花99%是黃色系，只要能育出不同顏色的文心蘭，必能造成市場轟動，刺激消費者購買意願，在文心蘭產業上佔有一席地位。文心蘭盆花育種相對於切花育種容易很多，盆花文心蘭的種原豐富，並不只局限在文心蘭屬(*Oncidium*)，其他相關蘭屬亦可進行屬間雜交，進而衍生出很多的人工雜交新屬，如野貓文心蘭(*Oncostele* Wildcat)是由堇花蘭、齒舌蘭、文心蘭三屬的雜交品種。因此文心蘭盆花育種目標依序為：1.生長勢強、栽培容易，2.色彩鮮豔、花朵數多，3.花型整齊、側枝性佳，4.花期在年底、具香味者為佳。目前試驗改良場所與農民業者皆積極投入文心蘭育種行列，這幾年新品種陸續釋出，為文心蘭產業注入許多活血。

三、文心蘭參與式育種

農業試驗所花卉研究中心於99年開始，在文心蘭品種選育工作導入參與式育種模式，由研究人員、專業花農、貿易商、零售商及消費者等產業利害關係人形成一個共同團隊，融合彼此的智能，提高育種效率，加速育出符合商業需求的新品種。研究人員引導專業生產者進入參與式育種團隊並彼此合作，是參與式育種的重要關鍵。

參與式育種於「設定育種目標」、「雜交苗單株選拔」及「優良品系測試與評估」等三個階段，加入產業利害關係人之參與，以下分別敘述這三階段的重點工作。

(一) 設定育種目標

傳統的育種目標設定是以研究人員為主體，研究人員先進行種原與資料收集後設定育種目標；參與式育種是由研究人員結合專業生產者為共同主體，根據產業需求充分討論後再設定育種目標，較能符合生產者與市場之要求。訪談的對象有專業花農、貿易商、零售商、消費者等，工作量增加很多，討論的時間亦較長，在訪談與討論的過程中，也是彼此建立友誼與默契的關鍵時刻，藉由共同討論決定育種目標，拉近彼此間的距離，成立育種團隊，朝向共同的目標前進。就切花而言，現有的栽培品種檸檬綠具有產量高、容易栽培、瓶插壽命長等優點，花農、貿易商殷切期望有不同花色，產期分散的切花品種，至於盆花則希望具雙梗、大花、高度約70公分、有香味之品種。

(二) 雜交苗單株選拔

文心蘭開花期長，主要開花期在10~12月(盆花)，參與式育種邀請專業花農參與單株選拔，首先時間配合是一項考驗，其次彼此間有合作的利基亦是重要關鍵之一。育種初期並無頂尖優良單株吸引花農，是參與式育種最辛苦階段，單株選拔以研究人員為主，根據育種目標進行雜交苗篩選，優良單株再攜至專業花農處進行市場評估與討論，如此累積多年的信任與成果，近年來才能吸引較多專業生產者至花卉研究中心協助選拔。另外亦可藉由舉辦觀摩會、記者會或參與比賽得獎引起關注。

目前合作方式，花農於開花時期依據自己專業與喜好進行單株或品系選拔，每位花農給予3~5支蘭花牌，上面寫下姓名、時間，插於選中優良單株或品系上，其選出的優良單株擁有優先田間測試的權利。又花農來選拔時間並不是每一株雜交苗或品系都在開花，亦可由優良單株圖片(DM)進行選拔。

(三) 田間測試與市場評估

這是參與式育種最重要一環，首先花農需與育種人員密切配合，針對新品種的園藝性狀、環境適應性、一致性及穩定性等進行商業栽培測試。其次市場評估，這部分較為複雜與困難，必須在保護品種權的前提下，引入消費者、零售商、貿易商、甚至國外買主進行市場

評估，根據市場喜好程度與購買意願，決定新品種在市場的競爭力。

新品系經過三階段花農實際參與，可消除花農對新品系授權投資生產的疑慮，在良性互動下，參與式育種能為育種者、花農(生產者)、消費者達到三贏局面，為台灣文心蘭產業開創無限生機。

四、文心蘭參與式育種SWOT分析

參與式育種是目前公部門推出最新式育種模式，就文心蘭育種經驗而言，確實讓新品種的推展相當順利，本節利用SWOT分析方式來探討參與式育種的優勢與劣勢，及其未來新品種推出的機會與威脅。

(一) 參與式育種的SWOT分析

(二) 根據SWOT分析導論出文心蘭參與式育種四種執行策略(圖一)。

策略一(SO)：

利用參與式育種能開發出符合產業現況的優良新品種，及降低花農對新品種授權的風險等優勢，吸引更多專業花

優勢 (Strengths)：	劣勢 (Weaknesses)：
1.專業農民加入形成高效率的產官合作育種研究團隊。 2.縮短育種年限，加速新品種推廣。 3.降低新品種投資風險。 4.新品種較符合產業需求。	1.育種需長時間投入，專業農民興趣不高，參與式育種團隊組成不易。 2.增加新品種流失風險。 3.育種技術曝光風險。
機會 (Opportunities)：	**威脅 (Threats)：**
1.專業農民具有不同栽培環境、銷售市場及專業能力，有利於新品種的推廣與銷售。 2.專業農民具市場敏感度與熟悉消費者喜好，對新品種開發能提供最佳資訊，利於育種目標制定。	1.專業農民自國外引進新品種與之競爭。 2.專業農民間有同業競爭與利益衝突的壓力。 3.公部門與民間合作會不會有圖利問題。

圖一、參與式育種的SWOT分析圖。

農或貿易商加入研究團隊，縮短育種時間，選育出多樣新品種，為文心蘭產業開創最大利益。

策略二(ST)：

1.利用參與式育種快速開發出適合國內生產環境的新品種，並降低花農對新品種投資風險的優勢，增加花農對國內自有品種的信心，化解自國外引進新品種的威脅。

2.利用參與式育種能快速開發出多樣優良新品種的優勢，滿足每位花農擁有具獨特性新品種，解決花農間同業間競爭與利益衝突的壓力。

策略三(WO)：

參與式育種初期建立不易，應從拜訪花農、了解產業、增加本身專業知識做起，有成果後再透過參展、發表等吸引專業農民加入參與式育種。

策略四(WT)：

參與式育種會因專業農民參與，易造成新品種與育種技術流出問題，需要與專業農民簽約合作模式與保密條款，避免花農間利益衝突，或讓其他未參與花農有感覺不公、圖利他人的問題。

五、結論

台灣早期育種人員不涉及授權與推廣，新品種育出後無償提供，再透過農會與農業團體推廣，現今育種研究人員除了育出優良品種，尚需負有授權與推廣責任，對農民而言兩者各有利弊，但對育種研究人員而言，增加新品種推廣與授權工作量加倍。參與式育種可增加育種效率，分攤育種人員工作，降低投資風險，是目前最佳的育種方式之一。

新式參與式育種優點在育種過程中開放專業生產者參與，容許參與育種目標設定、多元選拔優良單株、進行田間試種與市場評估，利用資訊與資源分享模式，增進育種效率，共同創造最佳育種環境、縮短育種年限與掌握流行，其缺點是參與式育種團隊組成不易。參與式育種團隊是否能形成，他的機會是專業花農是否願意加入，他的威脅是團隊中的專業花農彼此間具有同業競爭與利益衝突。目前農試所花卉中心執行的方式是讓參與的專業花農，從新品種試種到授權都擁有獨特性，在參與育種的過程中依據栽培環境、個人喜好與市場需求等選育出適合自己的品種，並與農試所簽訂保密條款，在公平公正的合作模式下參與團隊的育種。農試所在此團隊的運作下已推出‘台農5號-喜洋洋’、‘台農6號-星蘋果’與‘台農7號-美少女’等3個文心蘭新品種(圖二)，其花形與花色互異(圖三)獲得業者與產業極高的評價，此方式已獲證實有助於新品種的開發與推廣。

六、參考文獻

蔡東明、莊耿彰、謝廷芳。2019。文心蘭盆花新品種開發與介紹。農友月刊。70卷01期 P10~13。

蔡東明、莊耿彰、謝廷芳、戴廷恩。2020。文心蘭切花及盆花之育種。台灣蘭花育種研討會專刊P90~96。



圖二、台農5號、6號、7號植株比較。



圖三、台農5號、6號、7號單朵花形比較。

利用無特定病原組培薑苗建構健康種薑養成體系簡介

農試所生技組 陳威臣 夏奇鋰 曹進義

一、前言

薑 (*Zingiber officinale*) 為薑科 (Zingiberaceae) 多年生宿根草本植物，原產自東南亞熱帶地區，應用部位為其地下根莖，自古即因其食用與藥用功能而廣泛應用於世界各地。傳統醫學使用薑來治療關節炎、風濕、扭傷酸痛、喉嚨痛、噁心嘔吐、高血壓、腸胃不適及發燒頭痛等症狀。現代藥理研究亦證實，生薑具有清熱活血、消腫、止痛、止血、利尿解毒、緩解痠痛、健胃止吐、降血脂和降膽固醇等功能；同時具有改善血液循環、降血醣、延緩衰老、護肝保胃的效果，以及抗菌、抗發炎、抗氧化及抗癌等作用。

目前，產薑大國依序為印度、中國及奈及利亞，臺灣2014年的薑產量位居第九，年產量約3萬公噸，主要產區在南投、臺東、宜蘭及苗栗；栽培品種主要為「廣東薑」，少量為「竹薑」。依其生育階段或種植時間長短可將產品分為嫩薑、粉薑、老薑 (俗稱薑母)，其中老薑可作為生薑栽培之種薑。70年代薑在臺灣的栽培面積約4,600公頃，逐年降至目前僅約1,000公頃，究其原因除農村勞動力逐漸凋零之外，薑的連作障礙未能克服是最主要原因。

二、生薑栽培的連作障礙與其克服策略

臺灣生薑栽培常出現連作障礙，分析其原因主要是因種薑或田區受到軟腐病菌 (*Pythium myriotylum*)、青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) 及根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 感染為害，這些病原或是殘存於土壤，或是藉由種薑擴大傳播，其中根瘤線蟲侵入造成之傷口更有利於各種病菌感染，導致連作薑田的病害發生率偏高，嚴重影響生薑的產量與品質；此外，薑農為尋求優質無病原汙染的種薑更是傷透腦筋。目前薑農須以7-10年未曾植薑之新地進行生薑栽培，如此使新地租金不斷上升，更甚者

作　　者：陳威臣助理研究員
連絡電話：04-23317326

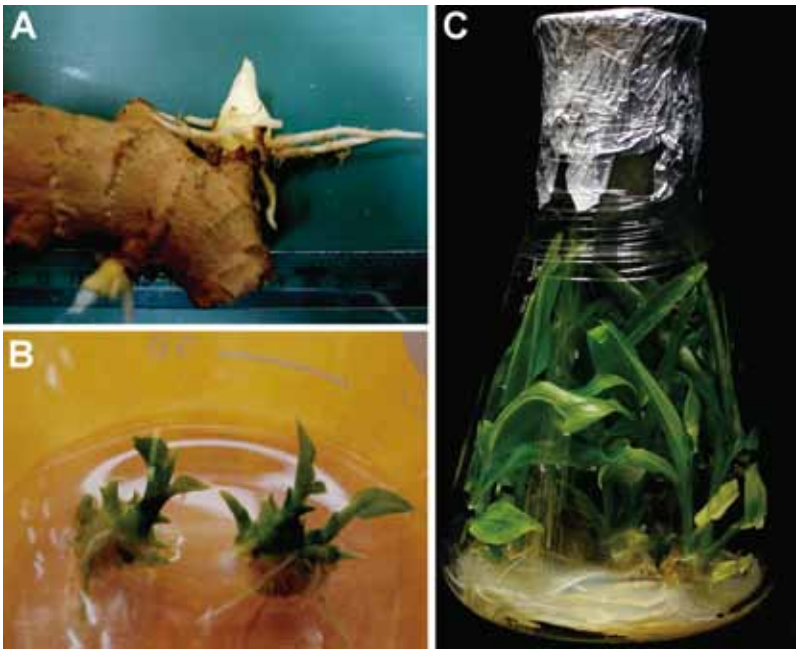
是不斷地超限利用山坡地，導致水土破壞與農藥汙染等嚴重問題；而且薑農為了控制病害而大量使用農藥，其結果更是造成消費者對於生薑產品的農藥殘留與食品安全產生疑慮，此一惡性循環多年來並未獲得妥善的解決。

利用組織培養技術繁殖種苗具有倍率高、週期短、可週年生產等優點，是快速量產種苗的有效方法。傳統生薑栽培是利用無性繁殖之根莖，各種病原也因此隨著種薑而擴大傳播，然經由組培系統生產之種苗，因藉由無菌培養而排除真菌、細菌及線蟲之汙染，是傳統無性繁殖種薑所不能及。透過以組培技術生產之組培薑苗，經由良好栽培管理生產無特定病原汙染之種薑，薑農若使用不帶特定病原種薑進行栽種，即可杜絕病原經由種薑傳播的問題，若再配合新地栽種、農地消毒及適當病害管理，應可有效克服生薑產業所面臨連作障礙的問題。

農業試驗所歷經數年研究已完成組培薑苗之量產體系，希望透過技術授權方式，協助農企業量產無特定病原污染之組培薑苗。茲將農業試驗所研發之無特定病原組培薑苗量化繁殖技術，以及利用此技術生產之薑苗在溫室與田區試種之結果，撰文分享如下。

三、薑組織培養苗量化繁殖技術

此技術利用薑的根莖作為材料進行組培苗繁殖體系之建立，過程包括材料前處理、培植體兩階段消毒、改善培養基組成及調整培養流程等方式，用以提高組培苗增殖與養成效率，茲將組培薑苗量產方式簡述如下。



圖一、「廣東薑」組織培養繁殖之初代培養。(A) 根莖新生芽體、(B) 無菌芽體及 (C) 無菌瓶苗。

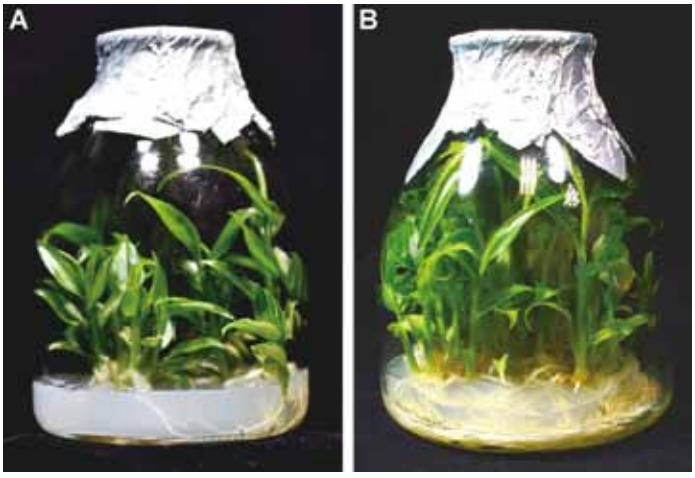
(一) 薑無菌組織培養苗之建立

以取自田間之根莖為材料，先以清潔劑洗去表面殘土，置於室溫約28℃環境中誘導芽體萌發，切取新生芽體 (圖一A)，剝去鞘葉後作為培植體，以75% (v/v) 酒精與0.6% (w/v) 次氯酸鈉溶液進行兩階段消毒處理，而後接種於含有適量BA之初代

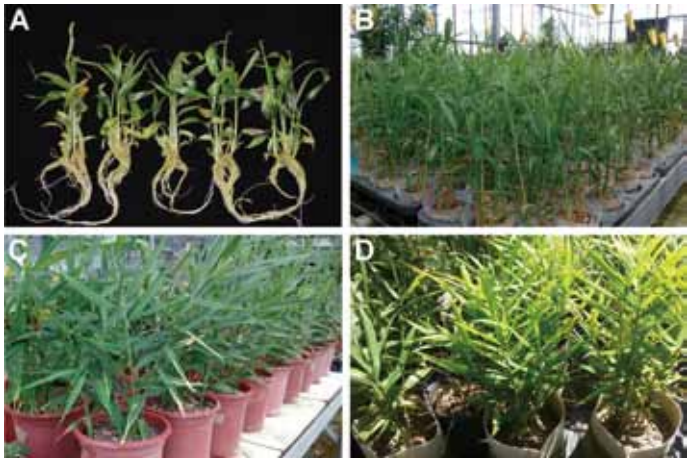
培養基，於接種12週後，每一培植體 可形成2-3個無菌芽體 (圖一B)，而後將這些無菌芽體接種於相同組成之新鮮培養基，培養8週後獲得無菌瓶苗 (圖一C)。

(二) 薑組織培養苗之增殖與發根

將上述根莖培植體培養於含有適量BA與NAA之增殖培養基8週後，每一培植體可誘導高約1.8-2.6 cm帶有5-6個芽體之組培苗，後續可依此方式持續進行組培苗之量化繁殖 (圖二A)。為使出瓶階段之組培苗具有較佳根系以利出瓶後之成活率，將上述增殖所得組培苗培養於含有適量NAA之發根培養基培養8週後，每一培植體可形成高約6-8 cm具有良好根系之瓶苗 (圖二B)。



圖二、薑組織培養苗之 (A) 增殖階段與 (B) 發根階段瓶苗。



圖三、薑組織培養苗之 (A) 出瓶苗、(B) 溫室馴化階段，以及栽培於 (C) 溫室或 (D) 田區之植株生長情形。

(三) 薑組織培養苗之出瓶馴化

組培苗出瓶後需經過一段漸進馴化過程，才能夠適應瓶外環境，此過程係先將發根瓶苗移出瓶外 (圖三A)，洗去根部殘留的培養基，種植於3吋塑膠軟盆，內含已滅菌之混合介質 (泥炭土：蛭石：珍珠石=2：1：1，體積比) ，於28 ± 4℃溫室馴化約1-2週後，成活率可達95%以上 (圖三B)，組培苗於溫室育苗約2個月後，以7吋盆植於溫室 (圖三C)，或以美植袋 (直徑24公分、高度24公分) 於露天田區栽培 (圖三D)，皆能順利生長。

四、利用組培薑苗建構健康種薑養成之栽培體系

由於組培薑苗對薑農而言相當陌生，因此在推廣之初，最常受到質疑是：「這麼小的薑塊是能種出多少產量啊？」。因此，研究團隊隨即思考「應該將此小薑塊培養成薑農所熟悉的種薑」，於是開始進行組培薑苗的栽種試驗，經過兩年於溫室與田間的試

驗，已能順利銜接組培薑苗至生薑栽培所需種薑的過程，目前積極尋求有興趣之組培或種苗業者進行技術移轉授權。茲將本團隊於健康種薑養成的結果簡述如下，以作為相關業者之參考應用。

(一)薑組織培養苗於農業試驗所溫室或田間之種植情形

將馴化完成的組培薑苗於露天田區栽種，結果顯示直接移植田間栽培的組培薑苗成活率低約30%，且其產量與品質尚未達商業價值，因此建議組培薑苗不宜直接栽培於露天田區；替代方法係將組培薑苗移植於盛裝有混合介質 (泥炭土：田土=1：1，體積比) 之美植袋中，栽培於具有防雨設施的溫室環境 (圖四A、B)，植株能良好生長，且其根莖的產量與品質皆正常 (圖四C、D)，因此建議可應用此一方式進行優質的健康種薑養成；後續利用此些薑塊種植於無病原汙染的田區以大量生產健康種薑，提供薑農作為生薑量產栽培之用。

(二) 薑組織培養苗之種薑養成栽培情形

組培薑苗移至溫室以美植袋栽培1年後，平均每苗收獲約400 g根莖 (300-700 g)，其中約50%可作為隔年生薑栽培之種薑；考慮此法所得根莖相較於薑農習用的種薑為小，若將其直接應用於生薑生產，並不符經濟效益，因此將第1年生產所得的根莖，種植於農試所試驗田區，並配合適當的病蟲害管理，經過1年的栽培後不僅可獲得無病原汙染之健康種薑，而且根莖產量與品質均可達到一般生薑栽培所需種薑的標準 (圖五)。

(三) 薑組織培養苗以美植袋於松柏嶺地區之試種情形

本技術生產的組培薑苗除在農試所溫室與田區試種外，並於南投縣名間鄉松柏嶺地區進行測試；將組培薑苗種植於內含混合泥炭土與有機質肥料的美植

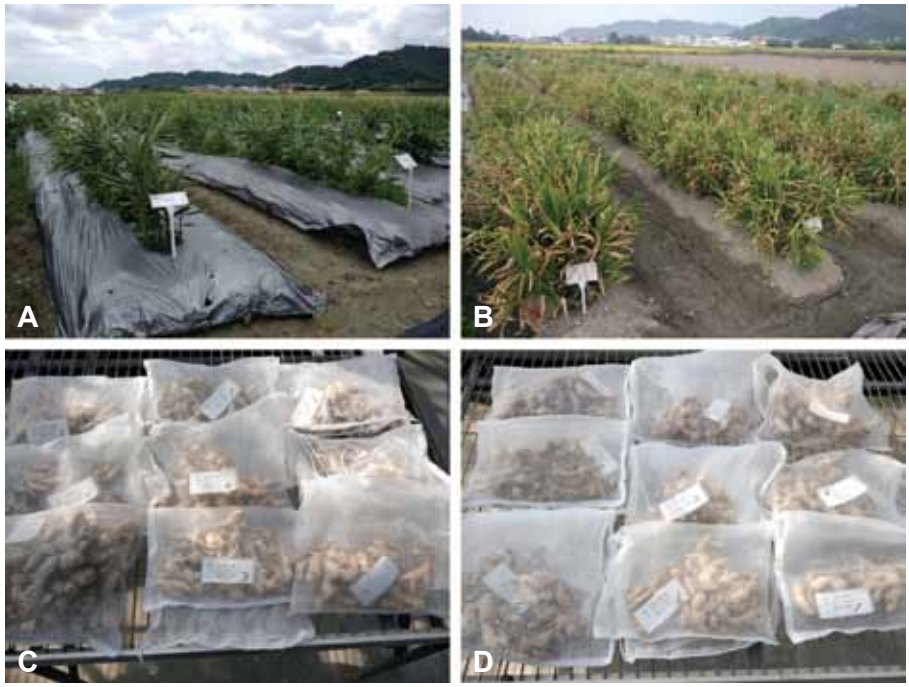


圖四、薑組織培養苗於農試所溫室栽培之植株生長情形。(A、B) 以美植袋栽培之植株生長情形；經栽培1年後所採收之 (C) 植株及其 (D) 生薑根莖。

袋 (直徑60公分、高度45公分) 中，經過10個月的栽培後，每袋 (苗) 可收獲約600 g根莖 (約400-1,200 g)，雖然根莖仍較薑農習用的種薑為小，但此結果已讓研究團隊與試種農民頗具信心 (圖六)。目前，農業試驗所「優質組織培養薑苗繁殖技術」已於108年4月公告，並且於108年12月以非專屬授權方式移轉「順天堂藥廠股份有限公司」，作為該公司於優質生薑原物料生產之用。

五、結語

農業試驗所利用採自田間之「廣東薑」與「竹薑」根莖為材料，已建立組培薑苗大量繁殖方式。組織培養屬無菌培養，過程中可去除真菌與細菌等病菌的汙染，杜絕病菌經由種薑傳播的感病途徑。組培薑苗出瓶經過約2個月的馴化種植後，利用美植袋以無菌混合介質栽培，再經過約10個月的溫室栽培後，即可獲得無病菌污染的優質種薑，為了讓無病菌汙染健康種薑的產量與品質達到經濟效益，並符合薑農慣用之種薑標準，因此仍須以慣行栽培方式在田間種植1年後，生產符合經濟效益之優質種薑以供農民生產之用。研究團隊希望藉由本技術量產無病菌汙染優質組培薑苗，結合袋植技術維持種薑不帶菌的品質，再藉由田間種植量產符合經濟效益之種薑以提供薑農種植，未來期望由專業農戶負責生產優質健康種薑，建構「一條龍生產」的生薑栽培生產模式。薑農不需再為種薑帶菌之事而煩惱，再依循臺灣良好農業規範 (Taiwan Good Agriculture Practice；TGAP)，生產讓消費者安心的生薑產品，達到生產者安心、消費者放心的健康永續生產模式，更可有助於臺灣生薑產業原物料品質的提昇。



圖五、薑組織培養苗以美植袋栽植1年後所得根莖，於農試所田區栽培情形及其採收之生薑根莖。(A、B) 於露天田區栽培之植株生長情形，以及經栽培1年後所採收之 (C) 廣東薑與 (D) 竹薑之根莖。



圖六、薑組織培養苗於松柏嶺地區之試種栽培情形。(A) 組培薑苗以美植袋種植之情形，(B) 經10個月的栽培後之地上部枯萎情形，(C) 每袋 (苗) 採收之根莖，最重可達 (D、E) 約1.2公斤。

六、參考文獻

李芳。2016。生薑組織培養快速繁殖及移栽技術的研究。遼寧農業職業技術學院學報 18：13-14、20。

張志勇，梁金平，黃萍萍。2008。臺灣大肥姜莖尖組培及田間試驗初步研究。湖南農業科學 5：139-140。

陳威臣、曹進義、吳姿穎、夏奇鈮。2018。植物生長調節劑與兩階段培養對薑組織培養苗增殖與生長之影響。台灣農業研究 67：403-415。

葛勝娟。2007。生薑組培苗的培育及其生產應用。中國農學通報 23：75-78。

鄧年方，潘百明。2009。薑的組織培養研究進展。安徽農業科學37：12406-12407、12410。

蔡正宏、蕭政弘。2011。臺灣生薑產業現況。臺中區農情月刊 第140期。

Kasilingam, T., G. Raman, N. D. Sundramoorthy, G. Supramaniam, S. H. Mohtar, and F. A. Avin. 2018. A review on *in vitro* regeneration of ginger: tips and highlights. European Journal of Medicinal Plants 23: 1-8.

Seran, T. H. 2013. *In vitro* propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) through direct organogenesis: a review. Pakistan Journal of Biological Sciences 16: 1826 1835.

日本基因編輯技術應用在生物體及食品之規範與探討

農試所生技組 游舜期 王怡雯 林大鈞 楊佐琦

一、前言

日本於2003年批准卡塔赫納議定書 (Cartagena Protocol) ，同年制定「規範基因改造生物使用以確保生物多樣性法 (The Act on the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity through Regulations on the Use of Living Modified Organisms)」(又稱卡塔赫納法），並於2004年生效。該法除了主要將相關規範納入法之階層外，並藉此賦予主管機關管理國內之「基因改造生物」(genetically modified organisms, 簡稱GMOs) 在研究、培育及產業應用之權限 (Biosafety Clearing House, 2019)。卡塔赫納議定書簽訂之主要內容為當「改性活生物體」(living modified organisms，簡稱LMOs) 經人為蓄意釋出至自然環境中，應遵循議定書規範對生物多樣性進行環境風險評估。卡塔赫納議定書中之「改性活生物體」，意指憑藉生物技術將外源核酸 (exogenous nucleic acid) 轉移至細胞、病毒或類病毒中，進行導入或複製之目的而創造出之生物體。倘若基因編輯後之生物體能達到無外源核酸或複製產物之殘留，且無法與傳統育種技術有明確的區隔差別，即被視為非LMOs，且不受卡塔赫納議定書內容規範 (Tsuda, Watanabe, & Ohsawa, 2019)。

基因編輯之新興生物技術用來在基因組特定位點造成核酸序列編輯狀況，依據目前使用方法可粗略區分為：鋅指核酸酶 (zinc-finger nucleases，簡稱ZFN)、類轉錄活化因子效應蛋白核酸酶 (transcription activator-like effector nuclease，簡稱TALEN) 以及常間回文重複序列叢集/Cas9蛋白 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats /CRISPR-associated protein 9，簡稱CRISPR/Cas9) 系統。自CRISPR/Cas9基因編輯系統開發以來，由於技術操作簡單、成本低廉且應用性廣泛，產生之遺傳性變異與自然

作　　者：游舜期助理研究員
連絡電話：04-23317352

發生突變相似，且可以掌控特定位點變異，導致近年來應用層面越趨廣泛，且被認為部分產物可不受卡塔赫納議定書規範，但隨之而來的監管策略、風險溝通及道德價值觀爭議不斷。為參考鄰近國家-日本，對基因編輯帶來的衝擊及相關應對策略，本文將針對日本在基因編輯的相關規範與政策作說明。

二、日本基因編輯生物體的監管政策制定及法規研議

由於日本是卡塔赫納議定書的締約國，基因編輯生物體的管控規範都要依循2003年制定的「規範基因改造生物使用以確保生物多樣性法」。日本有關管控基因編輯產物的討論，最早可回溯到隸屬內閣獨立機關－「日本科學委員會 (Science Council of Japan)」，於2014年學術會議所出刊的「植物における新育種技術 (NPBT : New Plant Breeding Techniques) の現 と課題」報告書。報告內容指出，新技術知識累積及根據卡塔赫納法管理操作，對於新興植物育種技術 (new plant breeding technology, NPBT) 於作物育種的發展是相當重要。後續，日本政府相關監管單位，如農林水產省 (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, MAFF) 轄下農林水產技術會議事務局 (Secretariat of Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council)、環境省 (Ministry of the Environment, MOE)、內閣辦公室 (Cabinet Office) 及厚生勞動省 (Ministry of Health, Labour and Welfare, MHLW) 等，陸續發表相關報告及擬定政策。在2018年末，針對基因編輯生物體的監管策略，舉辦為期30天的國內公眾意見徵詢，並對公眾意見回饋進行討論。日本環境省及厚生勞動省最終在2019年年初定案「基因編輯生物體監管」及「基因編輯食品監管」政策(表一)。

根據歐盟出版刊物中指出新興作物育種技術－基因編輯技術，依據定點核酸酶 (site-directed nuclease, SDN) 可分為三大類 (Lusser, Parisi, Plan, & Rodríguez-Cerezo, 2011; Schiemann et al., 2020)：

1. SDN-1：定點核酸酶在植物基因組中造成雙股DNA斷裂後，於不添加外源修補片段下，植物會自行修補斷裂DNA，通常會有一些機率產生核甘酸缺失或插入之突變現象，即為SDN-1。

2. SDN-2：核酸酶造成植物特定位點的DNA雙股斷裂後，此時給予特定位點之互補DNA短片段，細胞會藉著此互補片段作為模股 (template)，進行修補斷裂之DNA。倘若，給予之模股片段經過人為改造，當細胞修補後則會產生特定核苷酸之突變。

3. SDN-3：SDN-3與SND-2作用機制雷同，唯一不同的是模股通常含括外源基因，且序列片段較大，也因此SDN-3作物經過DNA重組後，會將外源基因插入到目標位置，藉此可導入異於母本的外源遺傳物質。

表一、日本基因編輯監管政策制定時間表

年 月	監管政策發起人	重要紀事
2014年8月	日本科學委員會	「植物における新育種技術 (NPBT：New Plant Breeding Techniques) の現 と課題」報告書。
2015年9月	農林水產省轄下農林水產技術會議事務局之新興植物育種技術研究小組(new plant breeding technique study group)	公布「使用新的植物育種技術（例如基因編輯）實現作物的開發和實際應用 (Towards the development and practical application of crops using new plant breeding techniques (NPBTs) such as genome editing)」文件，並宣稱將根據卡塔赫納法採取適當措施來處理在育種過程中暫時引入外來基因有關的活生物體，並促進國際法規狀態的調和。
2016年8月	環境省	在自然保育改造生物體專家委員會中發表一份標題為「檢視卡塔赫納法的強制執行力」，指出對於新興育種技術-基因編輯可創造出不含外源核酸的生物體，其監管狀態的決策是急迫的議題，且需依照最新的科學知識及國際法規協調性審慎考量。
2016年9月	參議院議員	向內閣辦公室提交一份「關於基因研究、發展和基因編輯技術管控的主題問卷 (Subjective Questionnaire on Genetic Research, Development, and Regulation of Genome Editing Technology)」。
2018年6月	日本最高科技創新政策諮詢機構-隸屬內閣辦公室的「科學技術創新委員會 (Council ofScience, Technology and Innovation, CSTI)」	設立生物戰略工作小組及發布中期報告。報告指出在卡塔赫納法及食品衛生法下，對於基因編輯作物的監管狀態的闡明尚處於初期階段，需要提高公眾對於基因組編輯的認知。
2018年6月	內閣辦公室	批准「綜合創新戰略 (Integrated Innovation Strategy)」，該戰略指出基因編輯生物體的監管狀態應符合卡塔赫納法規，且該技術創造之農業或漁業生物的監管在食品衛生法之規範，應在2018會計年末前闡明，並應努力促進國際調和。
2018年7月		根據卡塔赫納法設立，隸屬「改性活生物體自然保護委員會」下「專家委員會」的基因組編輯技術專家會議，決定環境省作為管理機構。
2018年8月		8月7日舉辦第一次卡塔赫納法對基因編輯技術的監管狀態討論會。 8月20日第二次會議總結基因編輯技術的監管歸類及現況，並以此作為報告草稿。 8月30日第二次改性活生物體專家委員會編寫「根據卡塔赫納法應用基因編輯技術生產的生物體歸類及狀態 (Classification and status of organisms produced by application of genome-editing technology under the Cartagena Act)」。
2018年 9月-10月		9月20日到10月19日計30日 進行上述提案之國內公眾意見徵詢期。
2019年2月	環境省	2月8日 基因編輯生物體監管政策。
2019年3月	厚生勞動省	3月27日 發布基因編輯食品監管政策。

資料來源：本文作者整理。

根據卡塔赫納法第一章第二條第二目規定，當SDN-1最終產物不含插入之外源核酸或其複製之產物，則不會被納入改性活生物體規範範圍內。但是利用SDN-2及SDN-3方法創造之產物，則因為仍含有外源片段 (含括RNA)，就需要被納入改性活生物體規範範圍內。日本環境省依據此原則訂立最終的監管政策，透過自交或回交方法剔除外源片段，所得之基因編輯產物，即不受改性活生物體的監管。不過，日本國家相關行政主管單位 (農林水產省、環境省、文部科學省) 仍呼籲SDN-1技術使用者，應提交有關基因編輯生物學特徵和對生物多樣性影響的相關報告。此外，若沒有更改先前提交的報告內容，或基因編輯生物管控是在圍堵設施環境中，則無需提交相關報告給相關主管單位。

三、日本基因編輯食品監管政策

日本厚生勞動省為因應基因編輯食物產品在未來市場之管理，在2019年3月27日公布並確立何種樣態之基因編輯產品應該或無需控管。相關制定政策主要參考2018年9月「轉基因食品研究小組委員會」(Research Sub-Committee for Genetically Modified Food) 公開討論的基因編輯技術衍生之食品解決方案，該會議主要聚焦在三個主題：

1. 基因組編輯中產生脫靶效應之突變風險。2. 基因編輯食品歸類為非基因工程改造 (non-genetically engineered, non-GE) 產品之處置作為。3. 開發商自願通知非基因工程改造 (基因編輯) 食品的機制和規範。

會議結束後，小組委員會擬定相關應對基因編輯食品管控之政策，提交給厚生勞動省「新開發食品研究委員會」審查政策擬定的有效性，並徵詢國內公眾意見後，研究委員會接受了擬定的管控政策，以下就厚生勞動省對於基因編輯食品及添加物管控政策進行簡述 (Foreign Agricultural Service, 2019)：

(一) 審議要點

對於基因編輯食品及衍生物需要考量：基因編輯技術產生之食品的核酸序列、選育過程、以及其與傳統育種技術 (例如：自然突變和人為誘變) 相較之安全性。主要理由：

1. 些許核甘酸插入 (insertion)、置換 (substitution) 和缺失 (deletion) 現象，並不是僅基因編輯技術可造成，而是自然界生物演化時也會發生。此外，這些改變與傳統育種技術產生之突變，一般是難以區隔。
2. 基因編輯技術產生之脫靶突變不應視為異常，因為在傳統育種中，利用誘變育種時亦能觀察到在基因組中有多個位點的脫靶突變現象，也因此難以區隔這些脫靶現象究竟是自然發生、傳統育種過程或基因編輯技術造成。
3. 透過全基因組解序進行脫靶效應分析是不切實際的，因為現況尚有許多物種仍無法獲得精確的參考基因序列數據。

4. 脫靶突變對人體健康產生之影響應要充分的考量，但是應要有基本認知，即使利用傳統育種創造之產品，也可能會對人體健康有不利影響。

(二) 從食品衛生觀點處理基因編輯食品

1. 基因編輯技術產物倘若含有轉基因或轉基因片段，產生之食品則仍被視為重組DNA技術產生之食品，需要依照當前的管控標準和法規進行安全審查。
2. 倘若最終產物不含有轉基因或轉基因片段，基因編輯技術產生之鹼基對插入、置換和缺失突變，則不應被視為重組DNA技術產生之食品。
3. 除了應確認基因編輯產生之食品與傳統育種技術獲得之食品一樣安全外，為了瞭解和監測該技術在市場之普及程度，向開發者索取其開發食品訊息是合理的。在尊重開發者之商業機密原則下，應發布此類訊息供公眾理解。
4. 非基因工程 (non-GE) 改造之基因編輯食品的突變程度不得超過傳統育種技術突變範圍。由於非基因工程改造之基因編輯食品與傳統育種技術衍生之產品無法區別，所以不需要對開發者強制提交產品訊息。但是，若有其必要性，將來可能會對此政策進行修訂。
5. 開發者應提供主管機關的訊息包括：(a)作物類型、品種名稱、使用或食用方法以及使用目的。(b)基因編輯方法與資訊 (目標基因、目標基因功能及功能改變、表型變化以及育種前後是否保持誘導之改變等)。(c)確認由於DNA突變 (包括脫靶效應) 而觀察到無新的有毒物質產生或已存在的有毒物質增加，以及對於人體健康無不利影響的確認方法。(d)確認產品不含有轉基因和轉基因片段。(e)關於增加或減少特定物質的改良代謝途徑及主成分 (例如營養成分等) 變化等。
6. 開發者應發布給公眾的訊息：
   (a)作物類型、品種名稱、使用或食用方法、使用目的、基因編輯方法和遺傳變化等。(b)確認對人體健康無不利影響之概述。(c)關於增加或減少特定物質的改良代謝途徑及主成分 (例如營養成分等) 變化訊息。
7. 開發者應透過搜索工具 [例如CRISPRdirect (https://crispr.dbcls.jp/)等多種工具)] 確定高脫靶區域之脫靶突變影響。
8. 倘若開發者無法明確決定non-GE歸類之適用性以及是否有致敏物質產生，則應與厚生勞動省諮詢。

(三) 衍生自基因編輯生物之食品添加物管理

1. 倘若基因編輯生物製造的添加劑是由重組DNA技術產生，則需依照GE管控和標準進行安全審查。
2. 承上若非由重組DNA技術產生，則需遵守厚生勞動省對食品添加物的報告要求。

3. 根據目前使用重組DNA技術處理添加物的做法，無需通報添加物來自基因編輯的微生物，是屬於自行選殖 (self-cloning) 或自然存在。

(四) 對消費大眾的風險溝通

所有育種技術 (含括基因編輯和重組DNA技術) 風險溝通、食品安全和相關法律規範都需要持續讓消費者理解。

(五) 隨著技術發展，政策應與時增進

隨著基因編輯技術和檢測方法不斷的增進，基因編輯技術的食品安全需要持續的監測，並參考各國對於基因編輯食品安全之論點。此外，當食品安全出現新科學知識或擔憂時，應根據需要來審查日本的政策。

四、日本消費者聯盟對於基因編輯現況之觀點

非官方組織之日本消費者聯盟 (Consumers Union of Japan)、無基改生物運動 (No! GMO Campaign) 及食品安全公民觀察 (Food Safety Citizen's Watch) 在2018年8月10日公開致信給環境省大臣-中川雅治 (Nakagawa Masaharu)，文中指出日本消費者聯盟及其他非政府組織希望藉此機會要求對基因編輯技術創造的生物體應受嚴格的監管並標示產品，且不應認為這些新技術 (例如基因編輯和RNA干擾技術) 會比基因改造(GM)技術來得安全，所以應毫無例外的將這些新技術納入基因改造技術的管控範圍內，並提出四大論點 (Consumers Union of Japan, 2018)：

(一) 新技術的安全性尚未確立

與基因改造技術相比，新技術被吹捧為安全的且隨機突變較低，但並非無風險。因此，新技術製成之食品應比目前批准的基改食品經過更嚴格的安全評估。

(二) 新技術不能被視為自然出現的過程

自然突變造成之特定基因破壞亦可透過基因編輯來實現之論點，不應以此認為可以不受監管。主因是基因編輯對於遺傳的修飾，無論在質或量上，其本質上都與自然界存在差異。

(三) 新技術食品規範應與基因改造食品整合在一起

基於上述原因，新技術的食品規範與基因改造食品應受到相同監管，且應擴大法規類別，將基因改造及新技術創造之食品通稱為「基因操縱食品 (genetically manipulated food)」。

(四) 強制性的將新技術創造及基因改造之食品貼上標示

基因編輯食品據說與自然發生突變的食物相同，但無強制性標示下則無從確認，因此強烈要求所有使用新技術之食品都應與基因改造食品一樣貼上標籤。

五、結論

基因編輯作物是否屬於GM作物及如何進行控管一直是各國及國際間熱門討論議題，而會有這些爭論，主要是長久以來GM的安全性受到質疑及多數人對GM作物抱持負面態度。在社會學

研究中，人民對於GM的負面觀感主要來自於對開發者及法規規範缺乏信心、對GM產品認知不足、風險-效益溝通不佳及道德價值觀 (Dederer & Hamburger, 2019; Lucht, 2015)。同樣地，基因編輯作物在未來也同樣會與GM作物遇到相同問題，不僅是法規控管或技術層面的提升，更重要的是人們對於基因編輯技術產生的心理層面疑慮。所以，應該要讓公眾充分瞭解「基因改造」及「基因編輯」技術間差異，並以持續與公眾對話為基礎，由此訂立明確的法律規範及標示，才能減少對立與爭議性。日本官方在基因編輯生物體及食品的監管政策，現行政策對於不帶有外源片段之產物可不受控管及標示，但相對地反對方及公眾也以此抱持著疑慮及質疑。所以，筆者認為我國對於基因編輯作物參考各國法規制定規範同時，應該考慮國情、公眾和專家意見，建立充足溝通平台、提供充分技術資訊及明確標示，以減少資訊不透明及公眾疑慮。

六、參考資料

Biosafety Clearing House. (2019). Cartagena Protocol Country Profile: Japan. Retrieved from https://bch.cbd.int/about/countryprofile.shtml?country=jp

Consumers Union of Japan. (2018). Status of Genome Editing in Japan. Retrieved from http://www.nishoren.org/en/wp-content/uploads/Status-of-Genome-Editing-in-Japan.pdf

Dederer, H.-G., & Hamburger, D. (2019). Regulation of Genome Editing in Plant Biotechnology: A Comparative Analysis of Regulatory Frameworks of Selected Countries and the EU: Springer.

Foreign Agricultural Service. (2019). Japanese Health Ministry Finalizes Genome Edited Food Policy. Retrieved from https://www.fas.usda.gov/data/japan-japanese-health-ministry-finalizes-genome-edited-food-policy

Lucht, J. M. (2015). Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. Viruses, 7(8), 4254-4281. doi:10.3390/v7082819

Lusser, M., Parisi, C., Plan, D., & Rodríguez-Cerezo, E. (2011). New plant breeding techniques: state-of-the-art and prospects for commercial development: Publications Office of the European Union Luxembourg.

Schiemann, J., Robienski, J., Schleissing, S., Spok, A., Sprink, T., & Wilhelm, R. A. (2020). Editorial: Plant Genome Editing - Policies and Governance. Front Plant Sci, 11, 284. doi:10.3389/fpls.2020.00284

Tsuda, M., Watanabe, K. N., & Ohsawa, R. (2019). Regulatory Status of Genome-Edited Organisms Under the Japanese Cartagena Act. Front Bioeng Biotechnol, 7, 387. doi:10.3389/fbioe.2019.00387



108年農委會
因應氣候變遷之農業技術成果發表會系列活動紀要

農試所農經組 黃家康　農試所作物組 楊滿霞 楊純明

一、前言

許多證據都指出氣候變遷確實是正在發生中而且不可逆的事實，人類社會對其帶來的衝擊不容小覷，而對於各行各業的影響，尤以農業首當其衝，諸如極端天氣事件頻度與強度的增加、氣溫上升、降雨型態改變、海平面上升…等，都會對於農業生產帶來極大的考驗。而農委會所屬的各機關對於氣候變遷的研究其實早在80年代起，即陸續有執行因應的計畫，如:生物氣象、設施微氣象、氣象災害防護等，自101-104年起又以更有系統性的方式執行『因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究』及105-108年『農林氣象災害風險指標建置及災害調適策略之研究』。為了帶動社會大眾及從農人員就氣候變遷議題能有更多的認識，農委會於108年特別辦理「因應氣候變遷之農業技術成果發表會系列活動」，以列車巡迴全臺的形式，由該會所屬農業試驗改良機關及水土保持局接力辦理，就近年來各主管業務(或主管轄區)發表相應氣候變遷之科研成果及施政作為。發表內容主要歸納有5項因應策略，分別為：耐抗育種、智慧農業、設施栽培、防減災技術及坡地土砂石平衡。

二、活動辦理情形

活動自108年10月2日於農委會開始因應氣候變遷之農業技術成果發表會系列活動列車啟動記者會(圖一、二)，接續由各改良場所接力環台成果發表，至108年11月27日在農業試驗所辦理到站再出發記者會為止，總計共辦理2場記者會，14場技術成果發表會及1場學術研討會(表一)。

三、回饋問卷結果

本次系列活動針對各場次的參與民眾共計回收問卷482份，就參與民眾填答基本資料分析如下，性別比男:女約7:3，大致與107年農委會農業統計資料查詢趨勢相同；教育程度以大學37.8%佔比最多，高中27.9%次之(圖三)；年齡分布區間以40-59歲佔比

作　　者：黃家康助理研究員
連絡電話：04-23317655

43.1%最多，20-39歲的34.7%次之，而60歲以上的農民則僅有21.8%的占比，說明在面對氣候變遷相關議題時，仍然以青壯年的農民會有較高意願充實自己的農業新知；而從農資歷的調查，從農年資在5年內的佔33.6%，已佔三分之一，5-10年的佔23.8%(圖四)，也充分說明剛開始從事農業的民眾，對於吸取自己農業新知的活動更有興趣。從問卷分析的結果中也可以得知，在普遍認為四大類氣候變遷衍生的情境:「極端天氣出現的頻率增高」、「20年後氣溫上升1.5度C」、「淹水或乾旱」、「海平面上升」，其中民眾對於影響農業最為嚴重的情境為極端天氣出現的頻率增高，佔62.8%，淹水或乾旱佔20.4%，20年後氣溫上升1.5度C佔10.6%，海平面上升佔5.3%(圖五)。推測主要的原因，可能是因為對實際從事農業操作的人員而言，最有切身的感觸，而且帶來的災損情形也較為嚴重。



圖一、農業試驗所辦理因應氣候變遷之農業技術研討會留影。



圖二、農業試驗所「因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會」系列活動，列車到站再出發記者會留影。

因應氣候變遷情境，本次問卷也蒐集了與會民眾希望農委會投入研究的優先順序，其中將近6成的與會民眾認為應投入育成耐抗品種，其餘則有包括農場管理策略、防減災技術開發及抗耐逆境栽培技術開發等(圖五)。

除了選項式的問題之外，問卷也設計有開放式問題希望蒐集民眾的意見，針對民眾大宗的

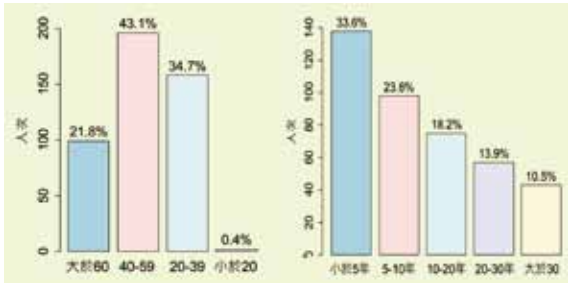
表一、系列活動辦理內容及亮點成果一覽表

辦理時間	主辦機關	主題	亮點成果
108.10.2	行政院農業委員會/農業試驗所	「因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會」系列活動列車啟動記者會	青蔥防減災簡易設施(花蓮場) 平地桃育成(農試所) 耐抗新品種水稻(農試所嘉義分所) 循環資材應用(臺中場) 木瓜智慧溫網室栽培(高雄場) 防災教育導成果(水土保持局)
108.10.5	臺中區農業改良場	因應氣候變遷循環資材在苦瓜克服淹水逆境新技術發表會	防減災技術：循環資材再利用，應用於苦瓜栽培，提升苦瓜因夏季暴雨造成淹水之耐受性，並穩定農民收益。
108.10.8	桃園區農業改良場	北部地區因應氣候變遷之農業技術研發成果發表暨記者會	防減災技術:柑橘防寒預處理技術 耐抗育種:水稻、甘藷、小白菜、草莓新品種選育 智慧農業:智慧環控設施
108.10.9	臺東區農業改良場	臺東地區因應氣候變遷之農業技術研發成果講習會	防減災技術：番荔枝果實保護技術以應用於颱風來臨時造成果實擦傷及水稻插秧適期技術避免低溫障礙
108.10.15	農業試驗所	因應氣候變遷之農業技術研討會	防減災及智能農機 耐抗逆境育種及無人載具應用 有害生物影響及因應
108.10.17	苗栗區農業改良場	苗栗地區因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會	防減災技術：針對轄區內高接梨、草莓及芋三項重要作物，推廣防災栽培曆之應用。
108.10.18	農業試驗所	參與式防災系統成果發表暨記者會	參與式防災氣象站與農作物災害通報APP 重要葉菜類蟲害監測管理體系 導入作物生產管理系統
108.10.22	茶業改良場	茶產業因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會	防減災技術：茶樹天然災害防護措施 智慧農業工具於天然災害之應用
108.10.25	高雄區農業改良場	因應氣候變遷木瓜生產防減災技術成果發表記者會	智慧農業與防減災技術： 木瓜整合式防減災
108.10.29	水土保持局	優質自主防災社區認證暨土石流災害防救業務講習會	坡地土砂平衡： 優質自主防災社區頒獎典禮 強化農塘滯洪保水
108.10.30 ~ 108.10.31	臺南區農業改良場	雲嘉南地區因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會	防減災技術：災害預警APP、農業設施、番茄、洋香瓜、芒果、木瓜、文旦
108.11.7	花蓮區農業改良場	宜花地區因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會	防減災技術：青蔥水平式防護網、文旦防風罩
108.11.11	種苗改良繁殖場	種苗產業因應氣候變遷之農業技術研發成果展示會	種苗領域因應氣候變遷之技術成果發表 配合新社花海節以科普宣導的方式增進一般民眾對氣候變遷的認知
108.11.27	行政院農業委員會/農業試驗所	「因應氣候變遷之農業技術研發成果發表會」系列活動列車到站再出發記者會	系列活動成果彙整

意見例如:(1)推廣風險管理的概念、(2)加強宣導氣候變遷對農業影響及防災減災方法、技術、(3)在天氣將有重大變化以前能透過媒體或講習告訴農民、(4)如何因應準備減少災損…等。

四、結語

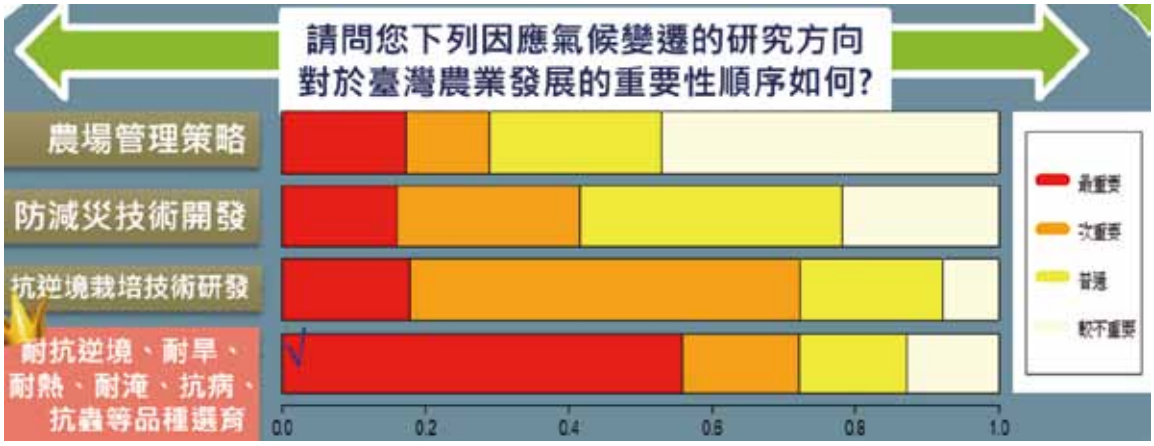
針對民眾的回饋意見，農委會的現有政策中也陸續展開因應作為，例如106年開始推動農作物天然災害保險，就是結合了風險管理的概念，如同民眾會為自己買保險一樣，面對天然災害帶來的可能風險，事先投保，分散農業經營風險。目前農委會仍將持續開發保單，增加納保作物品項。此外，鑒於氣候變遷影響農業生產甚鉅，農委會亦持續投入農業技術研究工作，並自109年起由農試所統籌規劃執行「建構因應氣候變遷之韌性農業體系研究」計畫，針對(一)社會經濟與糧食政策調適、(二)氣候韌性栽培養殖系統調適、(三)氣候韌性環境資源與農事操作管理調適、(四)農業氣象資訊多元加值應用及長期氣候變遷情境追蹤與調適、(五)有害生物發生分析與調適等5大面向，提升台灣農業的韌性，以面對氣候變遷帶來的各項情境。



圖三、本次系列活動與會民眾年齡(左)及從農年資(右)。



圖四、與會民眾認為對農業影響最最重要的氣候變遷情境。



圖五、與會民眾認為應投入因應研究的重要性順序。

新穎食材初登場：
農試所開發全豆天貝發酵技術

本所109年11月06日新聞稿

農試所生技組 劉威廷 楊佐琦

「天貝」是印尼傳統的大豆發酵食品，國際上已有許多科學研究證明其對人體健康的幫助，隨著新住民而來的飲食文化，天貝在國內市場的需求日益增加。傳統的天貝製程需要去除大豆種皮，費工又損失營養，行政院農業委員會農業試驗所成功開發新穎天貝加工技術，保留富含膳食纖維種皮的「全大豆發酵製作」，製程簡化又省工、保留大豆種皮、營養健康更加分。

優質植物性蛋白質來源—天貝

農試所指出，天貝是印尼人日常食用的大豆發酵食品，營養優於豆腐、豆漿，傳統是以發酵分解大豆組織、促進菌絲生長、延伸及吸取營養，將大豆包覆、連結成塊狀。天貝具有菇類、堅果的香氣，烹調方式類似豆干、豆腐，煎、炒、燴、煮或紅燒皆宜。1960年代，歐美學者已經注意到天貝的營養價值，開始研究其對人體健康的益處，也證明大豆的豐富蛋白質，因為經過發酵作用而更容易被人體消化吸收，十分適合作為優質的植物蛋白質來源。



圖一、上：農業試驗所「全大豆發酵製作天貝技術」，使發酵菌絲完整包覆全豆、無落粒，易包裝及烹飪使用。下：傳統方法無法發酵完全，菌絲不能包覆全豆，造成組織鬆散、有落粒，並且容易發生異味。

全大豆發酵製作天貝技術

農試所說明，農試所近年來投入大豆機能性成分與多元化應用的研究，注意到台灣市場原有的天貝雖營養成分佳，但在生產製程及烹調飲食的利用上仍有改善空間，因此改良傳統天貝製程將其簡化，不再需要脫去大豆種皮，就能使寡孢根黴菌充分生長，包覆完整使大豆連結成塊、不落粒，更容易切片、切塊做料理(圖一)。此外，此技術除了省去脫皮程序、無加工剩餘物，更因此保留種皮的營養，增加更多膳食纖維、豐富天貝口感，更適合台灣料理。該所表示，「全大豆發酵製作天貝技術」生產的天貝具有市場新穎性，歡迎有興趣的業者向農試所提出技轉申請。

作　　者：劉威廷助理研究員
連絡電話：04-23317333

新農民培育有成！

從農這一哩路～有農業試驗所陪伴

為落實科技農民養成，本所選定「設施蔬果、環控菇類及溫室花卉」等具潛力產業，設計專業技能課程，以實作訓練、現場指導方式，讓學員在訓練場域模擬作物栽培流程，待養足專業知能與技能，再前進產業界與專業農民切磋琢磨，精進農業技術。以109年與嘉義縣精緻農業協會合作為例，已有8名「投筆從農」的學員，在嘉義縣水上鄉經過一季園主的淬鍊，精進茁壯，正磨拳擦掌準備回鄉從農。計畫實施3年來，參訓學員回鄉從農率將近90%，充分發揮擴散效益。本所期望藉由創新的產業人才培育模式，加速提升產業人才素質，讓未來的農業朝向智慧科技發展，新農人從農這條路不再獨自摸索。



▲從農這一哩路，有農業試驗所陪伴。



▲設施蔬果新農人。



▲環控菇類栽培新農人。



▲溫室花卉新農人。

資料提供：農場管理組王毓華組長　電話：04-23317752
植物病理組石信德研究員　電話：04-23317521
花卉研究中心戴廷恩主任　電話：05-5828305

技術服務季刊
學術典藏

9 771017 086004

GPN：2007900008
定價：NT$50