

# 簡易溫網室栽培玉米 常遭遇的問題與防範措施

農試所作物組 謝光照

## 一、前言

台灣鮮食用玉米一年四季均可栽培，主要的栽培季節為秋作及裡作，其次為春作，夏作栽培面積最少，生產的量足夠自給自足。近年來由於氣候變遷，夏季溫度升高特別明顯，因此產生高溫逆境，對於夏作期間栽培的玉米常造成生長異常、結實不良、產量減少與品質下降現象。本文主要闡述，高溫對玉米生長的影響有哪些？簡易溫網室與田間栽培的玉米，在不同季節植株生長性狀及產量表現的差異有哪些？及預防玉米高溫熱害的措施及方法，供農民耕作操作上之參考。

## 二、高溫逆境造成玉米生長異常與產量損失情形

歐美等地區學者的研究顯示溫帶地區的玉米品種，在生育期的不同階段遭遇不同程度的高溫逆境，會造成生長異常與產量損失情形有所不同，詳如表一。

高溫對玉米生長的影響主要有以下幾點：

- (一) 高溫對玉米光合作用的影響：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°C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。
- (二) 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，或提前結束生育進程而進入成熟期，灌漿時間縮短，乾物質積累量減少，千粒重、容重、產量和品質降低。
- (三) 對雄穗和雌穗的傷害：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°C時不利於花粉形成，開花散粉受阻，表現在雄穗分枝變小(圖一)、數量減少，小花退化(圖二)，花藥瘦癟，花粉活力降低(圖三)，受害的程度隨溫度升高和持續時間延長而加劇。當氣溫

作者：謝光照研究員  
連絡電話：04-23317115

超過38°C時，雄穗不能開花，散粉受阻。高溫還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，造成雌雄不協調、授粉結實不良、籽粒瘦癟(圖四)。



圖一、玉米雄穗分化異常現象。



圖二、高溫致使雄穗花藥分化不全退化萎縮。

(四) 高溫易引發病害及紅蜘蛛的產生與危害，並使產量和品質下降。

## 二、台灣霧峰地區不同期作溫網室與田間種植玉米其農藝性狀差異性之比較

民國91年夏作，網室種植的甜玉米其開花期及吐絲期與田間無明顯差異，株高在網室的玉米明顯的高約60 cm，穗位高也高約20-30 cm；含苞葉單穗重方面，網室種植的明顯較田間低49-74 g，去苞葉單穗重方面，網室種植的明顯較田間低20-37 g；穗長、穗徑及行數等三性狀在網室與田間生長的無明顯差別。果皮穿刺力，網室生長的好滋味與甜蜜236明顯的高於田間，表示果皮厚度較厚，而華珍品種則無明顯差異，網室內生長的玉米因有紗網保護，蟲孔率為0，而田間生長的玉米，其蟲孔率因品種而異，發生率在12.3-36.6%。整體顯示，夏作溫室內生長的玉米，因溫度很高其株高及穗位高有徒長現象，而含苞葉單穗重與去苞葉單穗重溫室內生長的玉米明顯較田間來的低(表二)。

表一、高溫逆境造成生長異常與產量損失情形

| 生長發育期    | 逆境強度    | 逆境時間  | 造成生長異常及產量經濟損失                                |
|----------|---------|-------|--|
| 種子萌發期    | 大於35°C  | 連續7天  | 萌發率下降至20-40%                                 |
| 營養生長後期   | 大於36°C  | 3天    | 雄穗延遲開花5天，雌穗延遲吐絲7天                            |
| 玉米各生長階段  | 37-39°C | 短暫幾小時 | 葉片會產生日燒及其雄穗枯萎                                |
| 雄穗期      | 大於37°C  | 中午時間  | 雄穗變小退化，雄穗分支數減少，甚至雄穗整個白化乾枯現象，導致雌穗授粉成功得籽粒極少之現象 |
| 吐絲期      | 大於37°C  | 3天    | 單株籽粒數及籽粒產量均明顯降低或減少                           |
| 授粉期      | 40°C    | 4小時   | 授粉率減少98%                                     |
| 授粉後細胞分裂期 | 35°C    | 4-6天  | 籽粒退化萎縮率分別為43%與89%，產量嚴重下降                     |

資料來源:玉米研究報告文獻資料。

民國91年裡作，甜玉米其開花期及吐絲期與田間無明顯差異。因網室內氣溫高於田間，株高在網室的玉米明顯的高約24-28 cm，穗位高也高約7-8 cm；含苞葉單穗重方面，網室種植的明顯較田間高6-39 g。去苞葉單穗重方面，網室種植的明顯較田間高17-21 g；穗長、穗徑、行數及果皮穿刺力等性狀在網室與田間生長的無明顯差別。網室內生長的玉米因有紗網保護，蟲孔率為0，而田間生長的玉米，其蟲孔率因品種而異，發生率在1.8-1.9%。整體顯示，裡作溫室內生長的玉米，因溫網室內溫度高，有利於玉米生長，故其株高及穗位高也長得較高，而含苞葉單穗重與去苞葉單穗重在溫室內生長的玉米明顯較田間來的高(表三)。



圖三、高溫造成雄穗花藥乾扁花粉無活性。

夏作種植的超甜玉米新品系，因為簡易網室上面蓋塑膠布，周圍圍著32目紗網，裡面空氣流通不良且悶熱，中午溫度常達45℃高溫，生長在內不同玉米的品系其缺粒率有明顯差別，表現最耐熱的品系為SW3Ax600,25-1結實良好，果穗無缺粒現象，耐熱性其次者為SW3AxSNW及SW3AxHu6缺粒率為30%左右；表現最不耐熱的為SW3AxHu55-2、SW3Ax506-74、SW3AxHu58-1三個，其果穗之缺粒率高達50% (表四)，可能係高溫造成部分花粉失去活力所致。籽粒甜度也因高日溫及夜溫的影響下，所有品種皆呈現下降現象。結果顯示超甜玉米不同品系間其耐熱性有明顯差異。同時也較容易產生葉部熱害與紅蜘蛛危害。



圖四、雌穗籽粒無法結實。

春作於網室種植黑糯台農5號與田間比較，顯示網室內開花期及吐絲期有提早4天之現象，株高呈現徒長，較田間植株高約60cm，穗位高也較田間高約25cm，含苞單穗重及去苞單穗重，田間

果穗稍重，但與溫網室間沒有極明顯的差異。果穗率、穗長與穗徑三性狀，在田間生長者與溫網室生長者無差異。較為明顯的為溫網室種植的台農5號無螟蟲危害，而田間果穗的蟲孔率約22.5%。上

表二、民國91年夏作網室與田間超甜玉米農藝性狀之平均值

| 品種             | 開花    | 吐絲 | 株高   | 穗位高 | 含苞單穗重 (g) | 去苞單穗重 (g) | 果穗率 (%) | 穗長 (cm) | 穗徑 (mm) | 行數 (No.) | 穿刺力 (g) | 蟲孔率 (%) |
|----------------|-------|----|------|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
|                | (day) |    | (cm) |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| -----溫室栽培----- |       |    |      |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| 好滋味            | 38    | 39 | 199  | 59  | 217       | 140       | 64.7    | 15.6    | 44      | 14.9     | 240     | 0       |
| 236            | 45    | 46 | 197  | 75  | 252       | 153       | 61.3    | 19.2    | 42      | 13.8     | 280     | 0       |
| 華珍             | 45    | 47 | 260  | 101 | 221       | 159       | 71.9    | 19.3    | 43      | 11.6     | 279     | 0       |
| -----露地栽培----- |       |    |      |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| 好滋味            | 37    | 39 | 136  | 38  | 266       | 172       | 65.0    | 16.4    | 43      | 15.6     | 195     | 36.6    |
| 236            | 40    | 44 | 154  | 47  | 295       | 173       | 59.0    | 18.9    | 44      | 14.2     | 250     | 12.3    |
| 華珍             | 45    | 47 | 203  | 75  | 295       | 196       | 66.4    | 17.5    | 45      | 12.4     | 270     | 10.3    |

註：民國91年6月12播種。

表三、民國91年裡作溫室與田間超甜玉米農藝性狀之平均值

| 品種             | 開花    | 吐絲   | 株高   | 穗位高 | 含苞單穗重 (g) | 去苞單穗重 (g) | 果穗率 (%) | 穗長 (cm) | 穗徑 (mm) | 行數 (No.) | 穿刺力 (g) | 蟲孔率 (%) |
|----------------|-------|------|------|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
|                | (day) |      | (cm) |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| -----溫室栽培----- |       |      |      |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| 好滋味            | 51    | 52.5 | 174  | 46  | 223       | 182       | 80.3    | 16.8    | 47.5    | 17.2     | 244     | 0       |
| 236            | 65    | 67   | 185  | 61  | 246       | 152       | 62.0    | 17.8    | 46.5    | 14.1     | 306     | 0       |
| -----露地栽培----- |       |      |      |     |           |           |         |         |         |          |         |         |
| 好滋味            | 49    | 51   | 150  | 38  | 217       | 161       | 74.0    | 17.4    | 48.2    | 17.5     | 237     | 1.9     |
| 236            | 65    | 68   | 157  | 55  | 207       | 135       | 65.7    | 17.9    | 43.5    | 14.1     | 306     | 1.8     |

註：民國91年10月29日播種。

表四、民國105年夏作網室內生長的6個超甜玉米農藝性狀平均值

| 品系                   | 開花    | 吐絲 | 株高   | 穗位高 | 含苞單穗重 (g) | 去苞單穗重 (g) | 果穗率 (%) | 穗長 (cm) | 甜度 (Brix) | 缺粒率 (%) |
|----------------------|-------|----|------|-----|-----------|-----------|---------|---------|-----------|---------|
|                      | (day) |    | (cm) |     |           |           |         |         |           |         |
| SW3AxHu55-2          | 45    | 46 | 218  | 76  | 250       | 173       | 69.2    | 19.7    | 11.1      | 50      |
| SW3AxSNW             | 49    | 50 | 228  | 83  | 263       | 176       | 66.9    | 20.2    | 13.8      | 30      |
| SW3AxSNW<br>SW3AxHu6 | 44    | 46 | 221  | 76  | 275       | 172       | 62.5    | 18.7    | 11.5      | 30      |
| SW3Ax506-74          | 44    | 46 | 232  | 83  | 251       | 183       | 72.9    | 21.2    | 11.4      | 50      |
| SW3Ax600,25-1        | 46    | 49 | 204  | 74  | 327       | 243       | 74.3    | 21.3    | 9.5       | 0       |
| SW3AxHu58-1          | 44    | 46 | 205  | 74  | 311       | 208       | 66.8    | 23.1    | 13.7      | 50      |

註：105年6月20日播種。

述試驗結果顯示春作在溫網室種植台農5號，因溫網室內溫度高有徒長現象，果穗的重量沒有明顯差異，但可以減少螟蟲危害率，增加果穗商品價值(表五)。

整體而言，裡作溫網室內生長的超甜玉米，因溫網室內溫度高，有利於玉米生長，故其株高及穗位高也長得較高，而含苞葉單穗重與去苞葉單穗重在溫室內生長的明顯較田間來得高。夏作田間栽培超甜玉米，生長期常常遇到高於38℃以上的高溫環境，而夏作溫室內生長的玉米，因溫度更高，中午常達45℃，其株高及穗位高有徒長現象，而含苞葉單穗重與去苞葉單穗重，溫網室內生長的玉米明顯較田間來得低。不同種原間其對熱耐受性也有所不同。

春作在溫網室種植黑糯台農5號，因溫網室內溫度高，株高有徒長現象，果穗的重量沒有明顯差異，但可以減少螟蟲危害率，增加果穗商品價值(表五)。玉米

在各個生長階段遇高溫，不耐高溫的品種葉片會產生日燒及雄穗枯萎現象。

### 三、預防玉米高溫熱害的措施與方法

#### 1.人工輔助授粉，提高結實率

在高溫乾旱期間，玉米的自然散粉、授粉和受精結實能力均有所下降，如果在開花散粉期遇到38℃以上持續高溫天氣，建議採用人工輔助授粉，減輕高溫對玉米授粉受精過程的影響，提高結實率。在開花散粉期，一般在早上8-10點採集新鮮花粉，用自製授粉器或毛筆給花絲授粉，花粉要隨採隨用。

#### 2.適當降低密度

玉米各個生育期植株，可採用間拔部分植株，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。

表五、民國92年春作黑糯台農5號田間與溫網室農藝性狀之平均值

| 網室             | 開花    | 吐絲   | 株高   | 穗位高 | 含苞單穗重 | 去苞單穗重 | 果穗率  | 穗長   | 甜度     | 蟲孔率  |
|----------------|-------|------|------|-----|-------|-------|------|------|--------|------|
|                | (day) |      | (cm) |     | (g)   |       | (%)  | (cm) | (Brix) | (%)  |
| -----溫室栽培----- |       |      |      |     |       |       |      |      |        |      |
| 1              | 57    | 59   | 287  | 132 | 212   | 132   | 62.2 | 20.6 | 35     | 0    |
| 2              | 57    | 59   | 291  | 126 | 213   | 131   | 61.5 | 19.4 | 34     | 0    |
| 3              | 56    | 58   | 279  | 116 | 226   | 148   | 65.5 | 19.2 | 34     | 0    |
| 4              | 57    | 59   | 296  | 127 | 214   | 141   | 65.8 | 19.2 | 34     | 0    |
| Mean           | 56.7  | 58.7 | 288  | 125 | 216   | 138   | 63.7 | 19.6 | 34     | 0    |
| -----露地栽培----- |       |      |      |     |       |       |      |      |        |      |
| 1              | 60    | 62   | 214  | 90  | 227   | 154   | 67.8 | 18.4 | 35     | 25   |
| 2              | 61    | 62   | 229  | 96  | 226   | 147   | 65.0 | 19.0 | 33     | 25   |
| 3              | 60    | 62   | 237  | 108 | 231   | 138   | 59.7 | 18.8 | 35     | 15   |
| 4              | 61    | 63   | 233  | 105 | 233   | 146   | 62.7 | 20.2 | 35     | 25   |
| Mean           | 60.5  | 62.3 | 228  | 99  | 229   | 146   | 63.8 | 19.1 | 34     | 22.5 |

註：民國92年3月6日播種。



### 3. 施肥管理

在高溫期間播種，可增加有機肥使用量，著重施基肥促進提早發育。玉米出苗後幼苗施肥促進壯稈。大喇叭口期至抽雄前可加施穗肥增大果穗。施肥後灌水，加速肥效發揮，改善植株營養狀況。玉米各生育期之植株，逢高溫時期，可採用葉面噴肥，有利於降溫增濕，又能補充玉米生長發育必需的水分及營養。

### 4. 適期噴灌水

玉米在各個生長期，若遇高溫常伴隨著植株缺水發生，高溫期間提前噴灌水，可直接降低田間溫度。在灌水後玉米植株獲得充足的水分，蒸散作用增強，使葉冠層溫度降低，從而有效降低高溫脅迫程度，也可以部分減少高溫引起的呼吸消耗，減免高溫熱害。溫網室栽培玉米，有噴灌設備的條件下，可利用噴灌將水直接噴灑在葉片上，降溫幅度可達1-3°C。

### 5. 選擇耐熱品種

在台灣夏作栽培的鮮食用糯玉米或超甜玉米應採用耐熱性較佳之熱帶型品種為宜。

## 四、結語

當玉米處於氣溫高於35°C的逆境數小時或數天，對各生長階段的玉米植株、植株生長分化、花粉活力及散粉量、籽粒充實、產量及品質都有或多或少的影響。減少熱傷害的措施，在高溫季節種植玉米須選較耐熱型的熱帶型玉米，播種的密度要酌量加寬，增加氣流流通，要及時配合肥培與水份管理，當高溫來襲時，進行灌水或噴灌，可降低氣溫2-3°C，減緩熱傷害的程度，散粉授粉階段的玉米當高溫來襲時，可輔以人工授粉增加著粒率，減少損失。

## 五、引用資料

因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會專刊。2011。P79-104。農業試驗所特刊第156號。

105年農作物天然災害客觀指標—玉米篇。

<http://www.haixiaba.com/n1566085.html>. 高溫對玉米的危害與預防措施，普田農科院。

[http://agri.microgreen.com.tw/2015/06/blog-post\\_2.html](http://agri.microgreen.com.tw/2015/06/blog-post_2.html)

<http://life.nthu.edu.tw/~lslyt/phy/g1.html>

