

種子檢查發芽試驗中不足變異之介紹

Introduction of underdispersion in germination test for seed testing

許鏞云¹、陳易徵¹、郭寶錚²

一、前言

發芽試驗(germination test)為種子檢查中重要的項目之一，主要目的在於決定一批種子的最大發芽潛能，可用於比較不同批種子品質及估算其於田間種植的價值。由於田間進行發芽試驗時，外在變因過多，較難進行可靠的重複試驗，因而無法獲得客觀之結果。在實驗室進行發芽試驗時，因可控制外在環境變因、發芽條件可標準化，並使重複試驗結果差異落於隨機誤差範圍內，因此發芽試驗多於實驗室內進行。



圖 1. 種子發芽試驗

本文將介紹發芽試驗、不足變異(underdispersion)概念、不足變異與發芽試驗容許度之間的關係，以及不足變異發生之原因，以期未來能藉由改善種子發芽試驗的流程，防止檢測人員無意識地調整檢測結果，進而得到更加可靠之檢測結果。

二、ISTA 標準發芽試驗

國際種子檢查協會(International Seed Testing Association, ISTA)規定標準發芽試驗以 400 粒種子進行，並將其分成四個重複，每一重複 100 粒種子，然而根據種子種類不同，其試驗條件也有所不同，國際種子檢查規則詳細規定各物種種子所對應之試驗條件(表一)。試驗常使用的生長基質為紙、砂、有機物質及礦物質，發芽方法則可分為紙床法及砂床法，其中紙床法又可分為紙上法及紙間法。在種子發芽過程中，種子生長環境如水分及光線亦有詳細規定，若種子具有休眠(dormancy)狀況，則需利用規定之特殊處理打破休眠。

¹ 種苗改良繁殖場種苗經營課 助理研究員

² 國立中興大學農藝學系教授

研究成果

表一、常見作物種子發芽方法、調查天數及計數方法

作物別	種類	學名	介質	溫度 (°C)	種子預措	第一次調查天數	最終調查天數	計數方法
穀類作物	水稻	<i>Oryza sativa</i>	紙上法； 紙間法	20⇔30；25		5	14	真空計數
穀類作物	玉米	<i>Zea mays</i>	紙間法； 沙法	20⇔30；25； 20		4	7	人工計數
豆類作物	大豆	<i>Glycine max</i>	紙間法	20⇔30；25		5	8	人工計數
豆類作物	菜豆	<i>Phaseolus vulgaris</i>	紙間法	20⇔30		5	9	人工計數
豆類作物	豌豆	<i>Pisum sativum</i>	紙間法	20		5	8	人工計數
其他農藝作物	芥菜	<i>Brassica juncea</i>	紙上法	20⇔30；20	預冷；硝酸鉀	5	7	真空計數

備註 1：節錄自 2021 年發行「國際種子檢查規則」

因發芽試驗有其時限，常無法等到具發芽潛力之種子全部發芽完畢，因此國際種子檢查規則詳細規定各種之種子發芽試驗所需時間，當達至試驗期限時，即開始進行計數，但有時因先發芽之種子根系生長快，易糾纏成堆而導致不易計數，因此有時就會進行中間調查，檢驗者可自行決定中間調查的時間與次數，最後將各次調查結果加總即可。

一般將種子發芽試驗結果分為發芽與不發芽兩大類：每株發芽幼苗均依照 ISTA 規定進行判斷，並區分為正常苗與異常苗；不發芽者則可再分為休眠或硬實種子、新鮮種子及死種子等三項。ISTA 規定發芽試驗之結果是以四個 100 粒種子重複計算，計算各個重複之正常幼苗數百分比做為發芽百分率，再將平均發芽百分率須計算至最接近整數，以此整數數值做為該種子批發芽試驗結果。

三、發芽試驗容許度和不足變異

任何抽樣檢查皆具有誤差，誤差可分為隨機抽樣誤差及系統性誤差，因誤差難以避免，因此需藉由設定誤差之容許度 (tolerance)，來避免隨機取樣誤差所造成的錯誤判斷，也就是當兩種子檢測結果數據不一致時，可用來確定兩結果確實不同，或是兩結果差異僅由隨機誤差所造成。容許度之概念與信賴區間相似，當兩檢測結果差異小於容許值，則兩檢測結果視為相同；若差異超出容許值，則兩檢測結果視為不同。在種子發芽試驗中，若各重複間最大值與最小值之差異，即全距(range)低於容許度，則可將此發芽試驗結果視為可靠。

在種子發芽試驗中，若欲評估檢測結果之可靠性，可利用國際種子檢查規則的容許度表(表二)，找出該檢測結果對應之容許度，若四個重複結果之全距未超出容許

表二、以 100 粒 4 重複之發芽試驗：重複間最高與最低發芽率之容許度（雙向試驗，2.5%顯著水準）

試驗平均發芽率百分比		容許度
51-100%	0-50%	
99	2	5
98	3	6
97	4	7
96	5	8
95	6	9
93-94	7-8	10
91-92	9-10	11
89-90	11-12	12
87-88	13-14	13
84-86	15-17	14
81-83	18-20	15
78-80	21-23	16
73-77	24-28	17
67-72	29-34	18
56-66	35-45	19
51-55	46-50	20

度，該結果視為可靠。但當四個重複結果之全距超出 ISTA 規定之容許度，則須利用相同方法重新進行檢測。

現今 ISTA 根據 Miles (1963)所提出的統計模式，制定發芽試驗容許度，

該統計模式以二項分布為基礎(binomial distribution)為基礎，描述發芽試驗中四個重複結果間的離散(dispersion)程度，在此模式中假設唯一的變異來源為二項取樣誤差，也就是假設重複間的變異僅來自取樣誤差。若種子發芽試驗中發生四個重複之變異小於二項取樣誤差之情況，則稱為不足變異(underdispersion)。

探討不足變異發生原因可分為兩種，兩原因皆與檢測人員有關。一般而言，種子發芽試驗於同一生長箱依序觀測種子發芽試驗中的四個重複，該四個重複之種子來自相同的種子批，因此檢測人員在試驗期間主觀地認為四個重複的發芽表現應該相似，導致檢測人員在計算第三及第四重複的正常苗數目時，可能會受到前面第一與第二重複的結果所影響，此為檢測人員無意識造成的結果，導致試驗具有重複間相關，不足變異進而發生。另一可能的原因為確認誤差，也就是檢測人員判斷種苗時常受潛意識影響，重複之間的變異受到檢測人員的假設、期望及習慣所影響。

四、結論

透過了解以往在進行發芽試驗時是否發生不足變異，並確認種子檢測人員是否會導致不足變異發生。若檢測人員在進行種子發芽試驗時，無意識地導致不足變異發生，則可針對此現象加強檢測人員的教育訓練，使檢測人員能更加獨立及客觀地判斷種子幼苗是否為正常苗，以期得到更為精準且更具公信力的發芽試驗結果，亦有助於國內種子檢查業務之精進。