

不同生育期浸水對大豆生育之影響¹

吳昭慧、李宗穎²

摘 要

吳昭慧、李宗穎。2020。不同生育期浸水對大豆生育之影響。臺南區農業改良場研究彙報 75：13-22。

篩選 22 個大豆品種種子耐水性，初步篩選出 8 個具有耐水性之品種，全為黑豆品種，其經浸水逆境處理後發芽率達 7 成以上，為正常狀態下發芽率之 92 ~ 102%。黃豆栽培品種則以十石稍具耐水性，浸水逆境處理發芽率約 62.7%。大豆開花期遇到浸水 36 小時，單株粒重顯著下降，隨著浸水時間延長則單株粒重越低。浸水會導致植株矮化、始莢高度上升，著莢數下降，進而降低產量。大豆臺南 10 號於生殖生長期 (R1 ~ R7) 浸水處理其產量顯著較對照組低，其中以 R1 期浸水最為敏感，明顯增加皺縮豆比例，進而影響產量。而 R5 期浸水則百粒重顯著受到影響，籽粒偏小。因此下雨頻繁地區播種期可採種子耐水性佳之品種，開花期間田間必須注意排水順暢，以減少損失。

現有技術：目前大豆主要栽培品種對於浸水逆境較為敏感。

創新內容：利用大豆種子耐水特性，進行篩選耐逆境之品種，以減低農民損失。此外，利用大豆生殖生長期 (R1 ~ R7) 浸水，了解對產量之影響，顯示開花初期浸水即影響產量及品質。因此將輔導農民在開花初期即須注意田間排水狀況，避免大豆植株浸水影響產量及品質。

對產業影響：加強國產大豆品種選育，以適應氣候變遷的環境，提升產業競爭力。

關鍵字：大豆、浸水、淹水、生育時期

接受日期：2020 年 3 月 10 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 515 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場副研究員、研發替代役。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

目前國產大豆主要栽培期為秋作，在於臺灣春作大豆生長後期常遇到梅雨，導致品質差，幾乎無法收成。夏作則因長日且高溫多颱風，故不適合大豆生長。然而受到全球暖化及氣候異常影響，每年 9 月仍常遇到颱風豪雨，易導致秋作大豆面臨浸水等危害。連等 (1996) 的報告顯示大豆播種當天浸水則受害率達 79.2 ~ 92.5%，而播種 3 天後浸水 24 小時，則幾乎無受害影響。Hou and Thseng (1992) 研究顯示大豆種子在 25°C 浸水 4 天後發芽率可作為測定大豆種子耐水性指標，浸水處理後的大豆種子發芽率與田間實際浸水的發芽率呈顯著相關。大豆除了播種初期遇到降雨容易導致出土率差，其生長期間亦可能受到豪雨浸水造成產量減少。Scott *et al.* (1989) 指出大豆開花期與莢果形成期 (R1 ~ R6) 只要浸水 2 ~ 3 天就會使作物生長速率減慢。因此國產大豆除了播種初期需防範下雨之外，其生長期需注意浸水對產量之影響。本試驗針對目前國內主要大豆品種 (系) 以及引進國外耐淹水品種進行耐水性測試，篩選較耐淹水之品種 (系)，以作為育種材料或提供臺灣秋作在容易下雨地區推廣。此外，臺灣秋作大豆生長後期較為乾旱，但是春、夏作推廣大豆則需選育耐浸水之品種 (系)，因此藉由了解各生育期浸水對大豆產量之影響，可於大豆關鍵期進行浸水檢定以篩選較耐浸水之品種 (系)，作為春、夏作推廣大豆之育種材料及栽培參考。

材料與方法

一、大豆耐水性篩選

本試驗挑選黃豆品種：十石、臺南 4 號、臺南 10 號、花蓮 1 號、高雄選 10 號、高雄 12 號、TS04-35S、RA452、Nam Vang，共 9 個品種；黑豆品種：臺南 3 號、臺南 5 號、臺南 7 號、臺南 8 號、臺南 9 號、臺南 11 號、恆春黑豆、TN3-S、TS01-28B、TS04-12B、TS04-31B、TS04-41B、Peking，共 13 個品種，合計共 22 個品種進行浸水逆境試驗。參考 Hou and Thseng (1992) 試驗方式進行種子發芽試驗，取 50 粒外型完好之種子以 70% 酒精消毒 30 秒，置於裝有蒸餾水之培養皿中，於 25°C 環境下完全浸泡水中 6 小時，以吸飽發芽所需水分後，將浸泡後種子移至上下已鋪有濕潤濾紙之培養皿中，於 25°C 環境下培養 4 天。每日調查種子發芽率，若胚根長於 1 公分即代表有發芽。以上試驗進行三次重複。淹水逆境處理之種子發芽試驗則取 50 粒外形完好之種子以 70% 酒精消毒 30 秒，置於裝有 180 毫升蒸餾水之塑膠容器中，使其完全浸泡於水面之下 (非流動水)，於 25°C 環境下進行浸水逆境處理，浸泡 4 天。將浸泡後種子移至上下已鋪有濕潤濾紙之培養皿中，於 25°C 環境下培養 4 天。每日調查種子發芽率，若胚根長於 1 公分即代表有發芽。以上試驗進行三次重複。

二、開花期不同浸水時間對農藝性狀及產量之影響

春作以大豆臺南 10 號為材料進行開花期不同浸水時間處理。將參試品種種植於內徑 18 公分 × 高 17 公分之花盆，每盆種植 3 株，大豆開花期 (R1) 進行浸水處理，移至內徑 21 公分 × 高 23.5 公分之水桶，並灌滿水且維持水位高於土壤 5 公分，浸水處理時間分別為 0 小時 (未浸水)、12 小時、24 小時、36 小時、48 小時及 72 小時，浸水處理後恢復正常管理，至大豆成熟期進行單株粒重、單株莢數及百粒重調查。秋作延長浸水

處理時間，浸水處理時間分別為 0 小時（未浸水）、3 天、6 天及 9 天，浸水處理後恢復正常管理，至大豆成熟期進行農藝性狀調查包含植株高度、始莢高度、分枝數、主莖節數、單株莢數、單株粒重及百粒重等。

三、大豆不同生育期浸水處理對農藝性狀及產量之影響

以大豆臺南 10 號為材料進行不同生育期浸水處理。將參試品種種植於內徑 18 公分 × 高 17 公分之花盆，每盆種植 3 株，大豆 V3、V5、R1、R3、R5 及 R7 期進行浸水處理，移至內徑 21 公分 × 高 23.5 公分之水桶，並灌滿水且維持水位高於土壤 5 公分，浸水處理時間 6 天，浸水處理後恢復正常管理，至大豆成熟期進行農藝性狀調查包含植株高度、主莖節數、單株莢數、單株粒重及百粒重等。

大豆浸水處理生育期 V3 期為第二枚複葉完全展開。V5 期為第四枚複葉完全展開。R1 期為第一朵花出現（不論在哪一節）。R3 期為最上面四個複葉節中，有一節所節之莢，莢長達 0.5 公分。R5 期為最上面四個複葉節中，有一節所節之莢，開始充實。R7 期為莢果變黃色且 50% 之葉片黃化，達生理成熟期。

結果與討論

一、大豆耐水性篩選

22 個大豆品種在正常狀態下第一至四天之發芽率如表 1 所示。參試品種(系)之發芽率高於 60% 之上。而浸水逆境下各品種之發芽率，經統計結果顯示，此 22 個大豆品種經浸水逆境處理第四天之發芽率具有顯著性差異。22 個大豆品種經浸水逆境處理後之發芽率如表 1 及圖 1 所示。經浸水逆境處理後第四天，臺南 3 號、恆春黑豆、TN3-S、TS01-28B、TS04-12B、TS04-31B、TS04-41B 及 Peking 此 8 個品種之發芽率達 7 成以上，為正常狀態下第四天發芽率之 92 ~ 102%，其中又以恆春黑豆、TN3-S、TS04-12B 及 TS04-41B 的表現最好，經浸水逆境處理後之發芽率接近 100%。經浸水逆境處理後第四天，臺南 5 號、臺南 8 號、臺南 9 號、臺南 10 號、臺南 11 號、花蓮 1 號、高雄選 10 號、高雄 12 號、TS04-35S、RA452 及 Nam Vang 此 11 個品種之發芽率低於 36%，顯示其對浸水逆境處理較無耐受性；其餘 3 個品種，包括十石、臺南 4 號及臺南 7 號之發芽率介於 58 ~ 62% 之間。因此種子浸水逆境處理顯示：22 個大豆品種中，初步篩選出 8 個具有耐浸水逆境潛力之品種，分別為臺南 3 號、恆春黑豆、TN3-S、TS01-28B、TS04-12B、TS04-31B、TS04-41B 及 Peking，顯示種子浸水逆境處理對於此 8 個品種(系)之影響甚小。而這 8 個品種系均為黑豆，與 Hou 和 Thseng (1992) 試驗結果相同，即種皮為黑色或棕色的大豆種子之耐浸水能力明顯高於黃色種皮。這與國內苗栗、桃園地區於播種期常遇雨季在不作畦栽培田區，黑豆存活率高於黃豆之實際相同。Sayama *et al.* (2009) 研究說明，大豆種子耐水性有關的 4 個數量性狀基因座有 *Sft1*、*Sft2*、*Sft3* 及 *Sft4*，其中位於第 8 條染色體的 *sft2* 則與種皮色素有關。據 Werker *et al.* (1979) 推測，有色種皮的疏水性可能是由於種皮中存在酚類化合物具延遲滲透性功能所致。因此播種期逢多雨地區可選用種子耐水性佳之黑豆品種，而目前黃豆栽培品種而言，以十石品種稍具耐水性，浸水逆境處理後第四天之發芽率約 62.7%。而國外引進耐淹水黃豆品種 Nam Vang 及 RA452 在種子浸水逆境處理第四天之發芽率只有 22.7%

及 13.3%，耐淹水黑豆品種 Peking 經浸水逆境處理後，第四天之發芽率有 73.3%，於 Peking 發芽過程中，部分種子不具吸水特性呈現硬實現象。侯等 (1995) 之研究顯示正常條件下種子吸水量與耐水性呈顯著負相關，但若浸水逆境處理則吸水量與種子耐水性則不呈顯著負相關，種子耐水性強的品種不一定吸水量就較少。推測種子耐水性可能與種皮透水性有關，種子播種後遇到降雨，種皮透水性佳之品種可能吸水速度太快，種子表面組織快速吸水膨脹而向外拉，但內部仍然乾燥，使得子葉龜裂而受損 (郭，2015)，而吸水性較差品種因種子慢慢吸水膨脹，因此水害較小。而吸水快速子葉龜裂的品種最後因子葉龜裂吸水量也會趨緩，因此會呈現浸水逆境吸水量與種子耐水性不呈顯著負相關。而種子吸水速率可分為三種，即快速吸水型、延遲吸水型及不吸水型 (硬實) (郭等，1992)。快速吸水型的種子由於表皮可大部份已具有滲透性，一浸水即有最大的吸水速度，而且吸水速度隨著浸水期而下降，即其滲透高峰在浸水之初。此種特性使得大豆種子很容易受到浸潤傷害而使發芽率下降 (Cornelius, 2004)。所以田間播種不久後若遇豪雨，則大豆種子易因為浸潤傷害，而導致發芽率下降，若播種若干日後再遇雨，因種子已慢慢地膨脹，因此水害相對較小 (連等，1996 及郭，2015)。所以在播種期容易下雨地區，可以篩選吸水速率較為緩慢的品種，以減少浸潤傷害，另外播種時種子可適當回潤，在日本於大豆播種前會進行調濕處理 (国立卓生ら，2006)，以免因種子過度乾燥，遇水吸收速度太快，而容易造成種子表面細胞受損。

二、開花期不同浸水時間對農藝性狀及產量之影響

將參試大豆品種臺南 10 號種植於內徑 18 公分 x 高 17 公分之花盆，每盆種植 3 株，每處理各種植 3 盆，大豆開花期 (R1) 進行浸水處理，移至內徑 21 公分 x 高 23.5 公分之水桶，並灌滿水後維持水位高於土壤 5 公分，浸水處理時間分別為 0、12、24、36、48 及 72 小時，浸水處理後恢復正常管理，至大豆成熟期進行單株粒重及百粒重調查。臺南 10 號在開花期經不同浸水時間處理後對產量之影響如表 2 所示。經 0、12、24、36、48、及 72 小時浸水處理之單株粒重有下降趨勢，浸水 36 小時之後單株粒重顯著下降，下降幅度 32.6%，隨著浸水時間延長則單株粒重越低，浸水 72 小時則下降 45.1%。浸水 24 小時雖然單株粒重較對照組低，但差異未達顯著，因此大豆開花期遇到浸水 36 小時之後單株粒重顯著下降，隨著浸水時間延長則單株粒重越低，因此如能在浸水 24 小時迅速排水，則對產量影響小。而於大豆開花期不同浸水時間的處理對百粒重之影響沒有顯著，浸水造成單株粒重的下降主要原因是單株莢數的減少，大豆開花期遇到浸水 36 小時之後，單株莢數顯著較對照處理減少，隨著浸水時間延長則單株莢數就越低。在 Geoffrey *et al.* (1998) 的研究亦顯示，大豆在 R1 期及 R3 期浸水將導致單株莢數的減少，單株產量降低則是由於莢數減少所致，而單株莢數的減少是因為在浸水逆境下，大豆生長速率降低的關係。在 Board *et al.* (1990) 的研究就說明可以用大豆每株莢數和分支發育 (分支數，分支乾重或總分支長度) 作為耐淹水逆境指標，以進行耐淹水品種之篩選。

由於大豆開花期遇到浸水 36 小時之後，單株粒重顯著下降，因此進一步了解浸水對農藝性狀及產量構成因素的影響，將臺南 10 號於開花期經 3、6、9 天浸水處理其農藝性狀等之影響如表 3 所示。臺南 10 號於開花期經 3、6、9 天浸水處理之植株高度為 37.9 ~ 42.7 公分，主莖節數為 10.1 ~ 10.9 節，浸水 3、6、9 天之植株高度及主莖節數顯著低於對照處理。各處理分支數為 0.1 ~ 1.1 個及百粒重為 30.6 ~ 32.6 公克，與對照

組間無顯著差異。各處理組之始莢高度為 11.9 ~ 15.3 公分，顯著高於對照組之 8.7 公分；莢數為 10.0 ~ 12.4 個，顯著低於對照組之 30.7 個，為對照組的 32.6 ~ 40.4%；單株粒重為 5.8 ~ 7.9 公克，顯著低於對照組 13.7 公克，為對照組的 42.3 ~ 57.7%。綜合試驗結果顯示以大豆臺南 10 號於開花期，經 3 天以上浸水處理，會使植株之株高矮化，始莢高度上升、莢數減少為對照組之 32.6 ~ 40.4% 及單株粒重較輕，為對照組之 42.3 ~ 57.7%。因此浸水會導致植株矮化及始莢高度上升，且莢數減少，進而降低產量，而開花期浸水處理對百粒重之影響則未達顯著水準。

表 1. 22 個大豆品種於正常狀態及淹水逆境處理之發芽率 (%)

Table 1. Germination rate (%) of 22 soybean varieties under normal condition and flooding stress

品種	正常狀態之發芽率 (%)				淹水逆境處理之發芽率 (%)			
	第一天	第二天	第三天	第四天	第一天	第二天	第三天	第四天
黃豆								
十石	45.3	87.3	96.7	96.7	8.0	43.3	62.0	62.7 ^{c(1)}
臺南 4 號	76.7	88.7	92.0	92.0	26.0	52.0	57.3	58.0 ^c
臺南 10 號	5.3	36.7	90.7	94.7	0.0	0.0	0.0	0.0 ^f
花蓮 1 號	1.3	73.3	90.0	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0 ^f
高雄選 10 號	14.0	32.0	76.0	84.7	0.0	1.3	1.3	1.3 ^f
高雄 12 號	3.3	40.0	81.3	85.3	0.0	0.0	0.0	0.0 ^f
TS04-35S	16.0	48.0	85.3	88.7	5.3	8.7	10.0	10.0 ^{ef}
RA452	62.0	92.7	97.3	97.3	3.3	7.3	12.0	13.3 ^{ef}
Nam Vang	21.3	58.7	89.3	96.7	2.0	8.7	21.3	22.7 ^{de}
黑豆								
臺南 3 號	46.0	88.0	91.3	92.0	40.7	80.7	84.7	84.7 ^{ab}
臺南 5 號	2.7	51.3	84.7	88.0	4.7	18.7	28.7	36.0 ^d
臺南 7 號	0.7	32.7	57.3	70.0	6.7	33.3	50.0	61.3 ^c
臺南 8 號	0.0	17.3	52.7	61.3	0.0	0.0	0.0	0.0 ^f
臺南 9 號	0.0	14.0	55.3	61.3	0.0	0.0	0.0	0.0 ^f
臺南 11 號	0.0	40.0	65.3	68.7	0.0	1.3	7.3	9.3 ^{ef}
恆春黑豆	78.0	97.3	100.0	100.0	70.7	96.7	98.7	98.7 ^a
TN3-S	21.3	92.7	95.3	96.7	68.7	96.7	98.0	98.7 ^a
TS01-28B	34.0	95.3	98.7	98.7	72.0	91.3	92.0	92.0 ^{ab}
TS04-12B	24.7	88.0	96.7	96.7	44.7	89.3	94.0	97.3 ^a
TS04-31B	38.7	84.0	91.3	92.0	70.0	89.3	93.3	94.0 ^{ab}
TS04-41B	26.7	93.3	98.7	98.7	76.7	92.0	96.7	96.7 ^a
Peking	13.3	41.3	69.3	75.3	52.7	65.3	72.0	73.3 ^{bc}
LSD5%								20.7

(1) Means within the column followed by different letters show significantly different at 5% level by LSD.

表 2. 大豆臺南 10 號品種在開花期不同浸水時間對單株粒重及百粒重之影響

Table 2. Effects of different flooding treatments at the flowering stage on the grain weight and 100-seed weight of soybean variety Tainan No.10

處理 (時間)	單株粒重 (克)	單株粒重指數 (%)	單株莢數 (個)	百粒重 (克)
CK (0 h)	14.4 ^a	100.0	33.6 ^a	29.0 ^a
12 h	13.8 ^{ab}	95.8	32.8 ^{ab}	31.6 ^a
24 h	11.4 ^{abc}	79.2	27.2 ^{abc}	28.3 ^a
36 h	9.7 ^{bc}	67.4	22.1 ^{bc}	28.8 ^a
48 h	9.6 ^{bc}	66.7	21.1 ^c	30.3 ^a
72 h	7.9 ^c	54.9	15.5 ^c	29.5 ^a
LSD 5%	4.58		11.1	4.23

Means within the column followed by different letters show significantly different at 5% level by LSD.

三、大豆不同生育期浸水處理對農藝性狀及產量之影響

以大豆品種臺南 10 號為材料進行不同生育期浸水處理。將參試品種種植於內徑 18 公分 x 高 17 公分之花盆，每盆種植 3 株，在大豆 V3、V5、R1、R3、R5 及 R7 期進行浸水處理，移至內徑 21 公分 x 高 23.5 公分之水桶，並灌滿水後維持水位高於土壤 5 公分，浸水處理時間 6 天，浸水處理後恢復正常管理，至大豆成熟期進行農藝性狀調查。試驗結果顯示如表 4 所示，株高及單株節數均以 R1 期浸水處理之 43.3 公分及 9.4 節明顯較對照組之 45.9 公分矮及 12 節少，而單株莢數最少的是 R3 期浸水處理之 11.5 莢，顯著低於對照組之 17.1 莢。V3 及 V5 期進行浸水處理之單株粒重較對照組低，但差異未達顯著。R1、R3、R5 及 R7 期浸水處理之單株粒重則均顯著較對照組低，顯示生殖生長期的浸水處理對產量影響較為明顯，這與 Linkemer *et al.* (1998) 的研究結果相同，探討大豆生育期間降雨危害情形，相同受害時間條件下，在生殖生長期的浸水危害對大豆產量影響比在營養生長時期更嚴重。而 Githiri *et al.* (2006) 研究顯示大豆在 V3 期浸水會造成降低株高、莢數和產量，大豆在生殖生長期浸水，則會降低單株粒數、單株莢數、單株粒重及百粒重，最終導致產量下降，由此推斷初期浸水對株高、始莢高度的影響較大，如於生殖生長期浸水則莢數及百粒重受到影響。Nguyen *et al.* (2012) 的研究亦顯示大豆在營養生長期浸水，其產量減損 17 ~ 40%，在生殖生長期浸水，則產量減損 40 ~ 57%。而在本試驗的調查過程發現有些處理之籽實出現不具商品價值之皺縮粒，因而分開調查完整粒重及皺縮粒重，發現 V3 及 V5 期進行浸水處理之單株完整粒重較對照組低，但差異仍未達顯著。在 R1、R3、R5 及 R7 期浸水處理之單株完整粒重則均顯著較對照組低，其中單株完整粒重最低的為 R1 期浸水處理之 5.4 公克，顯著低於對照組之 9.1 公克，而 R1 期浸水處理之單株皺縮豆高達 1.4 公克，亦是顯著高於其他各處理，顯示大豆在 R1 期浸水對產量影響最大且最敏感。而各處理之百粒重均較對照組低，但是只有 R5 期浸水處理之 22.5 公克差異顯著低於對照組之 27.3 公克，因此 R5 期浸水處理明顯降低百粒重，大豆的籽粒偏小。Geoffrey *et al.* (1998) 的研究亦有相同結果，大豆 R5 期浸水將明顯降低百粒重進而影響產量。此外，Shannon *et al.* (2005) 以 10 個栽培大豆

在 R1 期浸水，發現最耐浸水品種之產量減損 39%，其對浸水最敏感品種可減損 77%。Wu *et al.* (2017) 研究顯示大豆 R1 期浸水 3 天，耐浸水品種產量減損 45.9 ~ 59.9%，浸水敏感品種減損 65.8 ~ 76.6%。Cornelius (2004) 的研究結果則顯示耐浸水品種產量減損 32 ~ 49%，浸水敏感品種之產量減損 64 ~ 71%。由前人研究耐浸水品種大約產量減損約 3 ~ 4 成，敏感品種之產量減損則可達 7 ~ 8 成。本試驗大豆臺南 10 號在 R1 期浸水 6 天，其單株完整粒重為對照組之 59.3%，產量減損約為 40.7%，而在營養生長期 (V3、V5) 浸水，其產量減損 11.0 ~ 19.8%，在生殖生長期 (R1、R3、R5 及 R7) 浸水，則產量減損 29.7 ~ 40.7%，那麼大豆臺南 10 號是否為耐浸水品種？Wu *et al.* (2017b) 研究指出氣溫是一個重要環境因子，會影響作物對浸水的反應，氣溫高之環境下進行浸水處理，則植株受損更為嚴重。未來需要進一步以國外引進耐浸水品種為對照，在同樣環境條件下進行 R1 期浸水處理比較，才能客觀篩選耐浸水之品種 (系)。

表 3. 大豆臺南 10 號品種在開花期不同浸水時間對農藝性狀等之影響

Table 3. Effects of different flooding treatments at the flowering stage on agronomic traits of soybean variety Tainan No.10

處理 (天數)	植株高度 (公分)	始莢高度 (公分)	分枝數	主莖節數	單株莢數 (個)	單株粒重 (克)	單株粒重指數 (%)	百粒重 (克)
CK (0 day)	47.3 ^a	8.7 ^b	1.1 ^a	13.1 ^a	30.7 ^a	13.7 ^a	100.0	29.2 ^a
3 day	41.3 ^b	11.9 ^{ab}	1.1 ^a	10.8 ^b	12.4 ^b	7.9 ^b	57.7	32.6 ^a
6 day	42.7 ^b	15.3 ^a	0.2 ^a	10.9 ^b	11.8 ^b	7.0 ^b	51.1	31.5 ^a
9 day	37.9 ^c	15.0 ^a	0.1 ^a	10.1 ^b	10.0 ^b	5.8 ^b	42.3	30.6 ^a
LSD 5%	3.34	4.44	1.20	1.62	3.78	3.45	—	4.07

Means within the column followed by different letters show significantly different at 5% level by LSD.

表 4. 大豆臺南 10 號品種在不同生育期浸水處理對農藝性狀之影響

Table 4. Effects of flooding treatment at different growth stages on the agronomic traits of soybean variety Tainan No.10

浸水時期	株高 (公分)	主莖節數	單株莢數 (個)	單株粒重 (克)	單株完整粒重 (克)	單株完整粒重指數 (%)	單株皺縮豆 (克)	百粒重 (克)
CK	45.9 ^a	12.0 ^a	17.1 ^a	9.4 ^a	9.1 ^a	100.0	0.3 ^b	27.3 ^a
V3	45.6 ^{ab}	9.4 ^c	14.3 ^{abc}	8.2 ^{ab}	8.1 ^{ab}	89.0	0.1 ^b	25.8 ^{ab}
V5	44.3 ^{ab}	10.2 ^{bc}	12.7 ^{bc}	7.5 ^{ab}	7.3 ^{abc}	80.2	0.2 ^b	25.1 ^{ab}
R1	43.3 ^b	9.4 ^c	12.7 ^{bc}	6.8 ^b	5.4 ^c	59.3	1.4 ^a	25.3 ^{ab}
R3	46.1 ^a	10.3 ^{bc}	11.5 ^c	6.1 ^b	5.8 ^{bc}	63.7	0.3 ^b	23.8 ^{ab}
R5	46.4 ^a	11.1 ^{ab}	13.0 ^{abc}	6.6 ^b	6.3 ^{bc}	69.2	0.3 ^b	22.5 ^b
R7	44.6 ^{ab}	11.2 ^{ab}	15.8 ^{ab}	6.7 ^b	6.4 ^{bc}	70.3	0.3 ^b	24.0 ^{ab}
LSD 5%	2.40	1.11	4.1	2.5	2.67	—	0.65	3.80

Means within the column followed by different letters show significantly different at 5% level by LSD.

結 論

近年來隨著氣候變遷，大豆的耕作面臨越來越多的挑戰，臺灣中北部地區農民為了減少大豆生長後期受季節風影響，因此秋作都提前播種，但播種初期又常遇到雨害，常常一播種就下雨，導致發芽率下降需要重新翻耕。因此下雨頻繁地區播種期需要採用種子耐水性佳的品種，以減少損失。本試驗篩選 22 個大豆品種之種子耐水性，初步篩選出 8 個具有耐水性之品種，全為黑豆，此與 Hou 和 Thseng (1992) 試驗結果相同，種皮為黑色或棕色的大豆種子耐浸水能力明顯高於黃色種皮。此外大豆生育過程中也常遭受雨害導致田間積水，因此了解大豆浸水逆境對產量及品質的影響，可以提早預防以減少損失。本試驗在大豆開花期浸水 36 小時之後發現收穫之單株粒重顯著下降，隨著浸水時間延長則單株粒重越低。浸水會導致植株矮化、始莢高度上升，著莢數下降，進而降低產量。Wu *et al.* (2017a) 以田間浸水方式進行研究，並以葉片損傷及植物存活率作為耐浸水的指標，顯示浸水時間長短會影響耐浸水的指標判斷，評估耐浸水最佳方式為大豆 V5 期浸水 9 天或 R1 期浸水 6 天，才能將耐浸水或對浸水敏感的品種進行分群。而本試驗大豆於不同生育期浸水 6 天之結果顯示，大豆對浸水最敏感生育期為 R1 期，在 R1 期浸水則造成株高較矮、莢數較少且會明顯增加皺縮豆比例，進而影響產量。而 R5 期浸水則百粒重顯著受到影響，籽粒偏小。因此由試驗結果顯示，針對播種期下雨頻繁地區之需求，可應用種子耐水性進行適合的品種篩選；至於減少生育期降雨危害，可於大豆 R1 期進行浸水處理，以篩選較耐浸水之育種材料或品種。

引用文獻

1. 国立卓生ら (2006) 平成 17 年度関東東海北陸研究成果情報。
2. 侯福分、曾富生 (1995) 大豆種子耐水性之研究。雜糧作物生產技術改進研討會專刊 pp. 267-282。
3. 連大進、黃明得、吳振碩 (1996) 浸水及天然災害對大豆生長和產量的影響。臺南區農業改良場研究彙報 33 : 45-56。
4. 郭華仁 (2015) 種子學。國立臺灣大學出版中心 pp. 103。
5. 郭華仁、陳博惠 (1992) 黃野百合與南美豬屎豆硬實種子解除方法對種子發芽及滲透性的影響。臺大農院研報 32 : 346-357。
6. Board, J. E., B. G. Harville and A. M. Saxion. (1990) Branch dry weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. *Agron. J.* 82: 540-544.
7. Cornelious, B. K. (2004) Phenotypic evaluation and molecular basis for waterlogging tolerance in southern soybean populations Ph. D. dissertation, University of Arkansas, Fayetteville.
8. Duke, S. H., G. Kakefuda, C. A. Henson, N. L. Loeffler and N. M. Van Hulle. (1986) Role of the testa epidermis in the leakage of intracellular substances from imbibing soybean seeds and its implications for seedling survival. *Physiol. Plant.*, 68: 625-631.
9. Geoffrey, L., J. E. Board and M. E. Musgrave. (1998) Waterlogging effects on growth and yield components in late-planted soybean. *Crop Science* 38: 1576-1584.
10. Githiri, S. M., S. Watanabe, K. Harada and R. Takahashi. (2006) QTL analysis of flooding

- tolerance in soybean at an early vegetative growth stage. *Plant Breeding* 125(6): 613-618.
11. Hou, F. F. and F. S. Thseng. (1992) Studies on the screening technique for pre-germination flooding tolerance in soybean. *Japanese Journal of Crop Science* 61(3): 447-453.
 12. Linkemer, G., J. E. Board and M. E. Musgrave. (1998) Waterlogging effects on growth and yield components in late-planted soybean. *Crop Science* 38(6): 1576-1584.
 13. Sayama, T., T. Nakazaki, G. Ishikawa, K. Yagasaki, N. Yamada and N. Hirota. (2009) QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Plant Science* 176: 514-521.
 14. Scott, H. D., J. D. Angula, M. B. Daniels and L. S. Wood. (1989) Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agron. J.* 8: 631-636.
 15. Shannon, J. G., W. E. Stevens, W. J. Wiebold, R. L. McGraw, D. A. Sleper and H. T. Nguyen. (2005) *Breeding Soybean for Improved Tolerance to Flooding*. Chicago,IL: American Seed Trade Association.
 16. Werker, E., I. Marbach and A. M. Mayer. (1979) Relation between the anatomy of the testa, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. *Ann. Bot.* 43: 765-771.
 17. Wu, C., A. Zeng, P. Chen, L. Florez-Palacios, W. Hummer, J. Mokuu, M. Klepadlo, L. Yan, Q. Ma and Y. Cheng. (2017) An effective field screening method for flood tolerance in soybean. *Plant Breeding* 136(5): 710-719.
 18. Wu, C., A. Zeng, P. Chen, W. Hummer, J. Mokuu, J. G. Shannon and H. T. Nguyen. (2017) Evaluation and development of flood-tolerant soybean cultivars. *Plant Breeding* 136(6): 913-923.

Effects of flooding treatment at different development stages on the growth and yield of soybean¹

Wu, C. H. and Z. Y. Lee²

Abstract

Twenty-two soybean varieties were screened for soaking tolerance of seed, and eight soak-tolerant varieties were selected. All of them were black soybeans, and the germination rate after soaking treatment was over 70%, or between 92 and 102% of the germination rate under normal conditions. The soybean cultivar Shishi with yellow seed coat was found with slight flood-tolerance, and the germination rate was about 62.7% under soaking stress. The grain weight per plant decreased significantly if the soybean plants were flooded or soaked in water for 36 hrs or longer in the flowering stage, and the weight decreased significantly with the increase of flooding. Flooding also dwarfed plant height, raised initial pod position, and decreased number of pods. Thus, yield was reduced. The yield of soybean Tainan No.10 was significantly lower than the control if the soybean plants were flooded treatment at the reproductive growth period (R1 ~ R7). Among them, R1 stage of soybean growth was the most sensitive to flooding treatment, which significantly increase the shrunken beans. Thus, yield was reduced. However, the 100-seed weight was significantly decreased with flooding treatment at R5 stage, the seeds were smaller than that of the control. Therefore, soak-tolerant soybean varieties can be selected during the sowing period in areas with frequent rains, and good field drainage should be maintained in the soybean flowering period to decrease losses.

What is already known on this subject?

At present, the main soybean cultivars are all more sensitive to flooding stress.

What are the new findings?

Soybean seeds are used to screen soak-tolerant varieties to reduce farmers' losses. In addition, soybeans were flooded during the reproductive growth period (R1 ~ R7) to understand its impact on the production. The results showed that soybean yield and quality were affected by flood during flowering. Therefore, farmers should keep their field at good field drainage in the flowering period.

What is the expected impact on this field?

Strengthen the breeding of domestic soybean varieties to adapt to the climate change environment and enhance industrial competitiveness.

Key words: Soybean, Soaking, Flooding, Growing stage

Accepted for publication: March 10, 2020

1. Contribution No. 515 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2. Associate Researcher and R&D Alternative Military Service staff, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.