



公開  
 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：040102M100

## 農業部苗栗區農業改良場112年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 苗栗地區大豆淹水耐性品種選育 (第3年  
/全程4年)

(英文名稱) Breeding of soybean varieties  
with flood-tolerant in Miaoli  
region

計畫編號： 112農科-4.1.2-苗-M1

全程計畫期間： 自 110年1月1日 至 113年12月31日

本年計畫期間： 自 112年1月1日 至 112年12月31日

計畫主持人： 王志瑄

執行機關： 行政院農業委員會苗栗區農業改良場



1121402



# 苗栗地區大豆淹水耐性品種選育

王志瑄

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

## 摘 要

本年度分別為春作及秋作時期完成進行雜交組合自交2世代，整體世代推進至F5。因發芽期耐淹水表現型種子發芽篩選模式於各淹水、溫度條件於耐淹水及不耐淹水並無明顯趨勢，改建立大豆種子發芽吸水重量變化圖譜，結果顯示高淹水耐性品種與中等淹水耐性品種在2 hr內可見吸水停滯，可作為篩選模式。由於天氣條件允許，於8/17~19遭遇強降雨，期間降雨102 mm，確達以往田間發芽期淹水危害發生要件。於8/15已先行進行種植F4種子直接進行田間發芽期耐淹水表現型種子發芽篩選。不同雜交組合存活率不一，以TN5XPI222549存活率較佳，達42%，而TN5XPI86002最低，僅27%，而對照之台南5號親本存活率為2%。其中各雜交組合分群(共計30分群)選取5~30單株，共計選取631單株。

關鍵字：大豆、育種、耐淹水

## 前 言

近年為配合大糧倉政策，增加國產雜糧的生產，台灣北部地區陸續擴大雜糧生產。其中大豆為其中重要之政策目標，同時也為苗栗地區主力之的雜糧作物。苗栗縣大(黑)豆產業在102年以前面積甚小，102年後龍鎮農會輔導成立黑豆產銷班，該年第2期栽培面積約20公頃、103年第2期面積達40公頃，105年大豆栽培面積達126公頃，近年穩定於150公頃左右，其中以後龍、頭份、苑裡、南庄為主，其中以頭份市黑豆產銷班面積增加最快。目前苗栗縣大豆主要栽培品以臺南5號為主，少部分種植黃豆高雄選10號等其他品種。但相較以往傳統產區的中南部地區，苗栗地區於秋冬季期間日照時數較少，氣溫也略低，影響大豆產量。苗栗縣各區也因氣候土質等影響下大豆栽培的限制也不盡相同，如頭份地區較易有濕害問題，而苑裡後龍地區則有強風須加強防範。而為達經濟產量，本場於先前研究顯示，苗栗地區須於8月中旬前種植為佳，但此時期易遇強降雨，民國106年與108年於苗栗地區及因降雨而造成延遲播種。另，苗栗地區大豆生產又多以與水稻輪作，而與水稻輪作之水旱輪作田其排水系統多半不良。在各因素相加下，水旱輪作大豆若無加強排水措施，常使大豆田間出芽不穩定，嚴重時影響田間單位面積株數，並影響後續生產作業。

於大豆萌芽期間淹水會對大豆幼苗產生多重負面影響，如發芽困難、種子衰變、種子物質滲漏及幼苗不良發育等，並造成後續產量減少(Duke et al., 1986)。推測原因可能是由淹沒所造成之種子胚細胞膜系破壞、低氧環境生成之無氧呼吸





或淹水產生之環境毒性物質影響 (Tian et al., 2005)。於經驗表示同樣的降雨情形，8月份比9月份更容易造成出芽不良，而兩月份在白日氣溫不統，顯示導致大豆發芽期淹水危害非單一淹水條件，田間溫度也是重要因素。不同品種之大豆種子於發芽淹水耐受性不同，深色種皮（黑色、褐色）相較於黃色種皮者更具有發芽淹水耐受能力 (Hou and Thseng, 1991)，而 Iarson 等人 (1968) 也提出豆類種皮構造在淹水耐受能力上扮演重要功能。Powell 與 Matthew (1978) 則指出發芽期淹水會使豌豆產生物理性機械傷害使發芽率下降，推測劇烈水分吸收為造成之大豆種子發芽率低落的可能因子。另為克服大豆田間因播種後降雨的土壤水分劇烈變化造成的出土率不佳問題，本場參照近年國內外陸續開發相關田間耕作技術，如邊緣溝、明/暗渠設置、一次淺耕同時播種耕作法、小明渠淺耕同時播種耕作法、有芯部分耕作法與地下水位制御系統 (FOEAS) 等藉由促進排水、速耕與土壤水分控制降低淹水造成的影響 (田中等, 2004; 渡邊等, 2004; 細川, 2005; 藤森等, 2007)，本場於108年已開發層化整地法利用現有曳引機迴轉犁之不同耕刀轉速與深度控制，使栽培土壤有利於排水，播後3天降雨之黑豆 (台南5號) 立苗率最佳可維持75%，約為50%改善能力，以改善土壤淹水所導致之出土率降低情形，並搭配大豆種子播種前處理可增加黃豆 (高雄選10號) 約50%的耐受能力，初步減輕淹水造成種子發芽障害，但減輕的能力有限 (發表中)。普遍具有深色種皮的種子具有較佳之耐受能力，而黃豆品種之耐淹水能力較差，Tian 等人 (2005) 發現種皮構造對淹水耐能力有重大影響，而種子大小並無明顯影響傾向。由 Sayama 等人 (2009) 探討發芽期淹水其相關QTL基因變化，發現 *Sft1* 和 *Sft2* 與淹水耐受性有強烈相關性，其中 *Sft2* 與種皮色素控制基因連鎖。大豆的種皮構造與色素累積在大豆種子淹水耐性皆可作為重要的表現型選種指標，在分子育種上則可透過 *SFT* 基因進行分子輔助育種以加速育成浸水耐受性之大豆品種 (Yu et al., 2019)。於 SoyBase 資料庫有關大豆淹水耐性相關QTL與其相關SSR分子標誌計有18個，分別屬於12個連鎖群，期以透過分子輔助育種開發具淹水耐性之新品種。於110年已證實雜交種原PI 86002、PI 208430-1與PI 222549既有高淹水耐受能力，同時也完成雜交組合PI 208430-1 X KS8、PI 86002 X TN5及PI 222549 X TN5，正反交共計6種雜交組合。於111年有進行SSR分子標誌測試，雖其中 *Satt100*、*Satt252* 及 *Sat\_175* 具差異表現，而 *Satt100* 及 *Sat\_175* 又於文獻中分別被定義為大豆耐淹水基因 *ft1* (Githir et. al., 2006)、*Sft1* (Sayama et. al., 2009)，但於耐淹水與敏感族群間非分為切確2群，而分子標誌的實用性仍須加以考慮。

## 材料與方法

一、建立發芽期耐淹水表現型種子發芽篩選模式：

(一) 耐淹水特性發芽篩選測試

參試品種：8種不耐淹水之商業大豆品種





篩選條件：土壤取本場試驗田區，並經高溫蒸汽殺菌後做為試驗介質。在高濕培養條件模擬高濕土壤，環境溫度條件選定 25、35、37.5、38.7、40 及 41.5 度處理組。每重複 30 粒種子，每試驗處理 3 重複。

調查時間及項目：播種後即進入測試條件處理，並調查 5 天後出土率。

## (二) 種子吸水模式測試

參試品種：採用由國家種原中心與亞蔬中心引種之 8 種大豆及 4 種商業品種，並參考 Hou and Thseng, 1992 淹水耐性測試方法，其 3 天種子浸沒條件後種子發芽率分別以 >75%、30~50% 及 <20% 分界，14 種大豆品種區分為高淹水耐性、中等淹水耐性與低淹水耐性。另取 10 粒烘乾至 7~8% 含水量之 14 種大豆品種種子，調查不同浸沒時間 (0、0.5、1 及 2 hr) 後總重量，並計算相對吸水百分率，每品種進行 3 次重複。

## 二、推進大豆 2 世代自交：

### (一) 春作世代

本次育種計畫採取混合法，並於 F<sub>4</sub> 之後開始單株選拔選取優良系統。F<sub>3</sub> 世代於本場溫室中以盆栽種植，以 5 吋盆單株種植，每盆於種植前施用 10 g 肥料福壽牌 4-2-6。於 2 月上旬完成播種，依照慣行栽培模式進行病蟲害防除，於收穫期收穫 F<sub>4</sub> 種子。

### (二) 秋作世代

F<sub>3</sub> 植株收穫之 F<sub>4</sub> 種子完成調製作業後，因由於天氣條件允許，於 8/17~19 預報即有強降雨警報，於 8/15 直接種植 F<sub>4</sub> 種子進行田間發芽期耐淹水篩選。而期間降雨達 102 mm，確達以往田間發芽期淹水危害發生要件。種植地區為苗栗縣公館鄉之本場試驗田區，田區採順序排列種植栽培。前做為豆科綠肥，肥料施用 25 kg 台肥 43 號基肥全下，採 1 畦雙行，單粒播種，溝距 1.05 m，行株距 30\*9 cm，並依照慣行栽培模式進行病蟲害防除。栽培期間依株型及生育特性，標定選拔植株於成熟進行單株選拔收穫 F<sub>5</sub> 種子。

## 結果與討論

### 一、建立發芽期耐淹水表現型種子發芽篩選模式：

因原本參考 Hou and Thseng (1992) 淹水耐性測試方法，單一淹水耐性判斷即須至少 150 粒種子，無法應用於品種篩選，因此急需建立其他淹水特性篩選依據。首先修改原先參考 Hou and Thseng (1992) 淹水耐性測試方法將不同品種之大豆種子播種於高濕培養條件模擬播種後降雨，而環境溫度條件選定 25、35、37.5、38.7、40 及 41.5 度處理組。測試 8 種不耐淹水之大豆品種，不同時間累積發芽率如圖 1。其中，高雄 8 號、台南 5 號及台南 3 號於 38.7 度高濕土壤仍有良好表現，且高雄 8 號出土率更超過 8 成以上，而高雄 8 號於先前試驗及田間表現





皆屬於淹水敏感品種，利用高濕土壤條件無法作為篩選模式。顯示田間仍有其他因素影響發芽期大豆淹水耐受性。

據大豆數量性狀基因座定位研究顯示，種皮色素、表面粗糙度和淹水耐性之間存在相關性 (Sayama et al., 2009; Otake et al., 2015)。由 110 年耐淹水種原評估研究結果與文獻皆指出具有黑色或棕色種皮的品種比具有黃色種皮的品種表現出更好的發芽期淹水耐性 (Hou and Thseng, 1992; Rajendran et al., 2019)，在油菜以證實種子顏色和花青素含量累積是影響種子吸水性和淹水耐性的重要因素 (Zhang et al., 2008)。另外，大豆種子結構中糊粉層的厚度、小種子品種的高表面積與體積比和低氧條件反應能力的反應也被證明在發芽期吸水特性與淹水耐性中發揮作用 (Tian et al., 2005; Sato et al., 2019; Rajendran et al., 2019)。但總觀下，大豆種子結構和化學特徵的綜合條件影響大豆種子的吸水率，並可能影響發芽期間的淹水耐性。依據本場先前大豆種子育措試驗結果也顯示經過調濕處理 300 min 可提升之大豆種子可增進約 75% 發芽率 (王等, 2020)。推論淹水造成的損害可能是由於種子快速吸水造成的，而具緩慢吸水特性之大豆品種也可能具有較佳之淹水耐性。因此，發芽期耐淹水表現型種子發芽篩選模式改以建立大豆種子吸水圖譜作為篩選依據，結果如圖 2、表 1。結果顯示，相對於低吸水耐性品種，高淹水耐性品種與中等淹水耐性品種的重量相對吸水百分率在 2 hr 內可見停滯，吸水可作為篩選模式。

## 二、推進大豆 2 世代自交：

本年度分別於春秋作完成 F<sub>3</sub> 與 F<sub>4</sub> 世代繁殖。春作溫室內繁殖大豆 F<sub>3</sub> 世代早生、中生及晚生集團種子收穫，早生、中生與晚生集團分別收穫 521 g、740 g 與 853 g。而秋作由於天氣條件允許，於強降雨警報前完成 F<sub>4</sub> 世代種子田間播種，F<sub>4</sub> 族群直接進行田間發芽期耐淹水篩選。而期間降雨達 102 mm，確實達以往田間發芽期淹水危害發生要件，且本場所在之公館鄉於附近鄉鎮皆有零星大豆淹水災情。不同雜交組合存活率不一，以 TN5 X PI222549 正反交組合之存活率較佳，達 42%，而 TN5 X PI86002 正反交組合最低，僅 27%，而對照之台南 5 號親本存活率為 2%。其中各雜交組合分群(共計 30 分群)選取 5~30 單株，共計選取 631 單株，選拔株數如表 2。

## 誌 謝

感謝農試所種原庫及亞洲蔬菜中心提供珍貴種源，以及本場工作同仁於試驗期間的辛苦付出。

## 引用文獻

- 王志瑄、劉家妍。2020。藉由種子預措及整地方式穩定大豆萌芽率之探討。苗栗區農業改良場 研究彙報 9:1-10。
- 吉永悟志、河野雄飛、白土宏之、長田健二、福田あかり。2008。轉換畑ダイズ





- 作における有芯部分耕栽培が土壤水分および生育・収量に及ぼす影響。日作紀 77(3):299-305。
- 細川寿。2005。湿害回避のための大豆耕うん同時畝立て作業技術。農業技術 60(6):254-257。
- 田中浩平、福島裕助、尾形武文。2004。雨の合間でも播種できる大豆の浅耕一工程播種法と3粒点播法。農業および園芸 79(9):973-978。
- 渡辺輝夫。2004。小明渠作溝同時浅耕播種機による大豆の浅耕播種作業技術。農作業研究 40(別 1):39-40。
- 藤森新作。2007。転換作物の安定多収をめざす地下水位調節システム--水田リフォーム技術の開発。農業および園芸 82(5): 570-576。
- Duke, S. H., G. Kakefuda, C. A. Henson, N. L. Loeffler, and N. M. VanHulle. 1986. Role of the testa epidermis in the leakage of intracellular substances from imbibing soybean seeds and its implications for seedling survival. *Physiologia Plantarum* 68(4):625-631.
- 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 Breed.* 125(6):613-618.
- Hou, F. F., and F. S. Thseng. 1991. Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences. *Euphytica* 57(2):169-173.
- 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.
- Larson, L. A. 1968. The effect soaking pea seeds with or without seedcoats has on seedling growth. *Plant Physiology* 43:255-259.
- Otobe, K., S. Watanabe, and K. Harada. 2015. Analysis of QTLs for the micromorphology on the seed coat surface of soybean using recombinant inbred lines. *Seed Science Research* 25: 409-415.
- Powell, A. A., and S. Matthews. 1979. The Influence of testa condition on the imbibition and vigor of pea seeds. *Journal of Experimental Botany* 30(1):193-197.
- Rajendran, A., D. Raju, S. Lal, and S. K. Jain. 2019. Seed traits as factors influencing pre-germination anaerobic stress tolerance to water logging tolerance in soybean. *Research Journal of Biotechnology*. 14: 74-79.
- Sato, K., Y. Jitsuyama, T. Yamada, B. Liu, and J. Abe. 2019. Structural features of the aleurone layer of the seed coat associated with imbibition injury in soybean. *Breeding Science*. 69(2): 364-370.
- Sayama, T., T. Nakazaki, G. Ishikawa, K. Yagasaki, N. Yamada, N. Hirota, K. Hirata, T. Tantasawat, P., J. Trongchuen, T. Prajongjai, S. Jenweerawat, and W. Chaowiset. 2011. SSR analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genetic relationship and





- variety identification in Thailand. *Aust. J. Crop Sci.* 5(3):283-290.
- Sayama, T., T. Nakazaki, G. Ishikawa, K. Yagasaki, N. Yamada, N. Hirota, et al. 2009. QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.). *Plant Science* 176(4): 514-521.
- Tian, X.H., T. Nakamura, and M. Kokubun. 2005. The role of seed structure and oxygen responsiveness in pre-germination flooding tolerance of soybean cultivars. *Plant Production Science* 8(2): 157-165.
- Yoshikawa, H. Saito, M. Teraishi, Y. Okumoto, T. Tsukiyama, T. Tanisaka. 2009. QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.). *Plant Science* 176(4):514-521.
- Tian, X., T. Nakamura, and M. Kokubun. 2005. The role of seed structure and oxygen responsiveness in pre-germination flooding tolerance of soybean cultivars. *Crop Physiology and Ecology* 8(2):157-165.
- Yu, Z., F. Chang, W. Lv, R. A. Sharmin, Z. Wang, J. Kong, J. A. Bhat, and T. Zhao. 2019. Identification of QTN and candidate gene for seed flooding tolerance in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] using genome-wide association study (GWAS). *Genes* 10(12):957.
- Zhang, X., J. Chen, L. Chen, H. Wang, and J. Li. 2008. Imbibition behavior and flooding tolerance of rapeseed seed (*Brassica napus* L.) with different testa color. *Genet. Genetic Resources and Crop Evolution*. 55(8): 1175–1184.

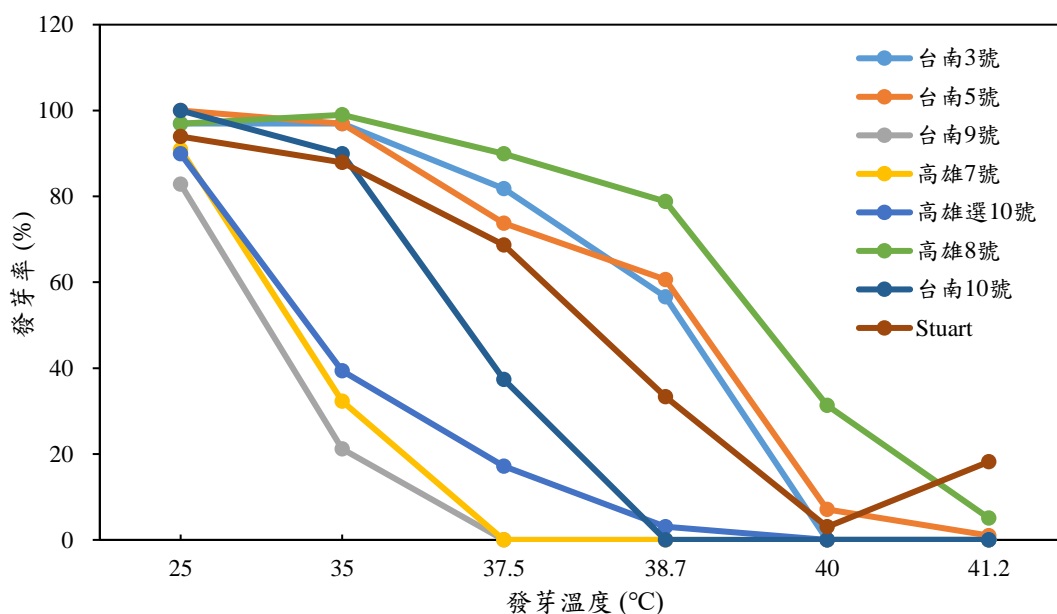


圖 1、高濕下不同發芽溫度條件對不同大豆品種之影響。





表 1、不同發芽期淹水耐性品種種子吸水百分率斜率

淹水耐性類別	品種	時間區間 (hr)			
		0-0.5	0.5-1	1-2	0.5-2
高淹水耐性*	PI 205906	62.5	28.8	3.9	12.2
	PI 86002	2.4	1.7	0.3	0.8
	PI 222549	41.3	-0.7	-3.3	-2.5
	PI 222550	39.8	15.1	23.4	20.6
	PI 205915	58.6	7.9	23.7	18.5
	PI 214773	5.3	9.4	-3.6	0.8
中等淹水耐性	PI 205915	1.7	29.6	6.8	14.4
	TN5	61.4	35.6	11.8	19.7
低淹水耐性	KSS10	29.5	23.1	25.0	24.4
	LEE	42.1	23.1	20.1	21.1
	Stuart	34.5	39.9	32.8	35.2
	KS8	52.0	31.6	25.9	23.1

\*高淹水耐性、中等淹水耐性與低淹水耐性以種子耐淹水測試為界定，其發芽率分別>75%、30~50%及<20%，測定方法參考 Hou and Thseng, 1992。

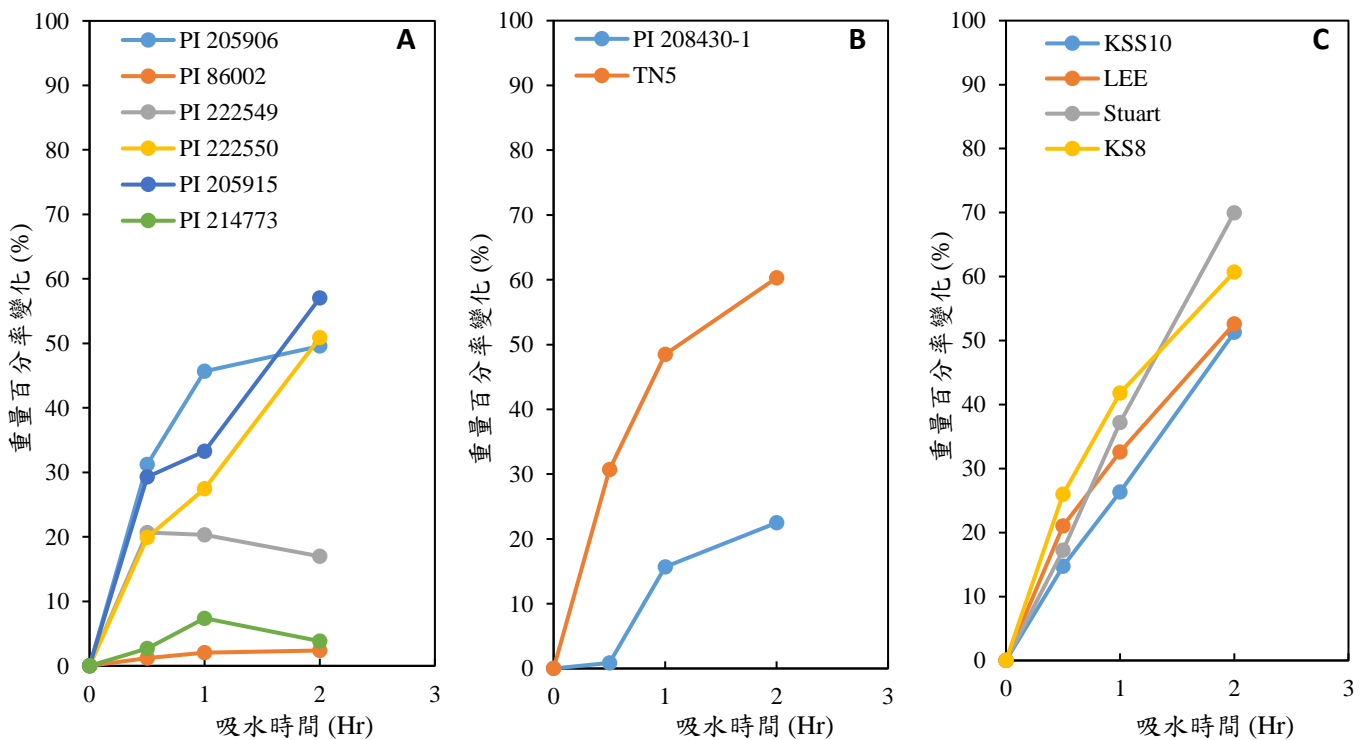


圖 2、不同淹水發芽期淹水耐性品種種子吸水百分率。A: 高淹水耐性品種；B: 中等淹水耐性品種；C: 低淹水耐性品種。







表 2、各雜交組合分群選取單株株數

雜交組合	組合分群代碼	選取株數
TN5XPI86002	H-HD	5
	H-ND	5
	M-HD	10
	M-ND	10
	L-HD	10
	L-ND	10
PI86002XTN5	H-HD	5
	H-ND	6
	M-HD	10
	M-ND	10
	L-HD	10
	L-ND	10
TN5XPI222549	M-D	30
	M-HD	30
	L-D	30
	L-HD	30
PI222549XTN5	M-D	30
	M-HD	30
	L-D	30
	L-HD	30
KS8XPI208430-1	M-D	30
	M-HD	30
	L-D	30
	L-HD	30
	L-ND	25
PI208430-1XKS8	M-D	30
	M-HD	30
	L-D	30
	L-HD	30
	L-ND	25

