

# 播種量對小麥產量及雜草相消長之影響<sup>1</sup>

林訓仕<sup>2</sup>、蕭巧玲<sup>3</sup>、陳鑾斌<sup>2</sup>、郭建志<sup>2</sup>

## 摘 要

小麥在臺灣目前仍多採撒播栽培，栽培上常利用增加播種量以提升產量並抑制雜草生長。為探討小麥不同播種量對小麥產量及雜草相之影響，本研究以小麥‘臺中選2號’為參試材料，以180、240及300 seeds m<sup>-2</sup>三種播種量進行試驗(換算每公頃播種量分別為90、120及150 kg)，並於小麥成熟後進行調查，結果顯示，處理間小麥千粒重無顯著差異，180 seeds m<sup>-2</sup>播種量之一穗粒數顯著高於其他處理，而單位面積穗數、生質量及產量在240及300 seeds m<sup>-2</sup>播種量處理間無顯著差異，但皆高於180 seeds m<sup>-2</sup>播種量。在兩年的雜草相調查發現，裡作小麥田區以小葉灰藿及早苗蓼最多，兩者合計佔雜草總乾重88.2~95.9%，每平方公尺雜草總乾重則隨著小麥播種量增加而顯著降低，下降幅度達72.3~74.6%，且小麥產量與雜草乾重呈顯著負相關。綜合上述研究得知，小麥‘臺中選2號’撒播240~300 seeds m<sup>-2</sup>即可達豐產目標，而300 seeds m<sup>-2</sup>播種量則有最佳雜草抑制效果。

**關鍵詞：**小麥、播種量、產量、雜草、冬季裡作

## 前 言

小麥屬溫帶作物，在臺灣中部地區最適播種期為11月上旬至11月下旬，栽培方法可分整地與不整地(稻草覆蓋法)栽培，但因國內種植面積不高，每塊耕地面積小且分散，因此小麥條播機具並不普遍，農民則多利用動力施肥機撒播種植<sup>(1)</sup>。播種量、播種密度及均勻度為作物增產的關鍵因素<sup>(10)</sup>，且調整播種量在小麥生產上容易操作，在適當播種量下，產量與播種量呈現顯著正相關，而增加播種量同時亦可抑制雜草生長以提升小麥產量<sup>(9,11,13)</sup>。

臺灣小麥栽培期間為二期水稻收穫後至翌年一期稻作插秧前之冬季裡作，係屬水稻—水稲—小麥輪作系統，然此稻麥輪作在亞洲約有1千8百萬公頃，廣泛分布於印度、巴基斯坦、孟加拉、尼泊爾，是南亞重要的糧食生產栽培系統。輪作系統以水田與旱田交替種植，其中所呈現的雜草組成與種類必與一般水田、旱田或旱田輪作系統不同，常有濕性、半濕性及旱生雜草在水田收穫進入旱田階段的田區中交錯出現<sup>(8,19)</sup>。在印度，此輪作系統中，小麥的種植係於水稻收穫後，而在小麥播種之初，土壤呈現濕潤狀態而利於半濕性及旱地雜草萌芽，待小麥萌芽後，田區雜草則以旱地雜草為主，常見的麥田雜草包括小加拿麗鵲草(*Phalaris*

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0881 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場技佐、助理研究員、助理研究員。

<sup>3</sup> 行政院農業委員會農業試驗所助理研究員。

*canariensis*)、齒果酸模(*Rumex dentatus*)、紅心藜(*Chenopodium album*)、野燕麥(*Avena ludoviciana*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)等19種分布，其中齒果酸模與小加拿麗鵝草是危害嚴重的雜草，常造成產量嚴重下降<sup>(4,12)</sup>。小麥受限於雜草競爭而減產的程度依雜草型態、密度、雜草萌芽時間而異，最多可能引起50~80%的減產，當雜草密度過多時也影響聯合收穫機的運作，使收穫後的小麥夾雜許多雜草種子<sup>(4,12)</sup>。

臺灣一般旱作作物田中最主要雜草為芒稷(*Echinochloa colona*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、馬唐(*Digitaria sanguinalis*)、馬齒莧(*Portulaca oleracea*)、野莧(*Amaranthus viridis*)、霍香薊(*Ageratum conyzoides*)、早苗蓼(*Polygonum lapathifolium*)、小葉灰藿(*Chenopodium serotinum*)等，冬季裡作之主要雜草為鵝兒腸(*Stellaria aquatic*)、小葉灰藿、早苗蓼、看麥娘(*Alopecurus aequalis*)、山芥菜(*Rorippa indica*)等；平地水旱輪作田之雜草多為植株中小型之一年生雜草<sup>(3)</sup>。中部地區之小麥大多播種於二期水稻收穫後，田間以適於冷涼之闊葉草為主，由於播種量高且行撒播，小麥居競爭優勢，雜草較少時常放任不管<sup>(3)</sup>，且除草劑施用對環境與人體健康的影響一直備受爭議，因此許多研究冀藉由栽培管理方式達到抑制雜草生長，降低除草劑施用量之目的，其中方法之一為利用提升作物生長勢以抑制雜草生長<sup>(13)</sup>。近年來臺灣小麥栽培面積逐年增加，惟植物保護手冊中小麥尚無推薦除草劑。因此本研究擬利用不同小麥播種量，探討最適播種量，以達豐產及抑制雜草生長效果，供日後研究與栽培利用。

## 材料與方法

### 一、試驗地點與材料

本研究於行政院農業委員會臺中區農業改良場進行試驗，田區採水稻—水稻—小麥輪作，小麥分別於2011年11月15日播種，2012年3月28日收穫，及2012年11月16日播種，2013年3月20日收穫，品種為‘臺中選2號’ (Taichung Sel. 2)。

### 二、田間栽培管理

試驗田採水稻—水稻—小麥輪作，一期作水稻品種為越光，每公頃施肥量為N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=48-72-48，二期作水稻品種為臺中192號，每公頃施肥量為N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=122-88-72，小麥試驗田區則採逢機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD)撒播種植，3重複，小區面積90 m<sup>2</sup>，播種量分別為180、240及300 seeds/m<sup>2</sup>(換算每公頃撒播量分別為90、120及150 kg)，田區於播種後、分蘖盛期、開花期及各次施肥前進行濕潤灌溉，每公頃施肥量為N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=140-72-108，其中基肥施用臺肥39號，追肥則施用硫酸銨，磷、鉀肥於基肥一次施用，氮肥共分三次施用，於基肥施用48 kg ha<sup>-1</sup>，播種後28天(分蘖期)施用46 kg ha<sup>-1</sup>，播種後49天(幼穗分化期)施用46 kg ha<sup>-1</sup>。

### 三、小麥農藝性狀與雜草取樣與調查

(一)小麥成熟後，每區逢機割取3個1 m<sup>2</sup>小區取樣點進行地上部生質量、每平方公尺穗數、每平方公尺種子數、千粒重、收穫指數及產量等農藝性狀調查。

1. 小麥生質量(biomass yield)：小麥自植株基部割除，烘乾後秤重，單位以公克(g)表示。
  2. 每平方公尺穗數(spike number)：每1 m<sup>2</sup>小區小麥穗數，單位以穗表示。
  3. 一穗粒數(grains spike)：每穗小麥粒數，單位以粒表示。
  4. 千粒重(1000-grains weight)：自每1 m<sup>2</sup>小區採收脫粒後之種子隨機取樣1,000粒之種籽重，單位以公克(g)表示(換算至種子含水量13%)。
  5. 收穫指數(harvest index, HI)：單位面積種子乾重/單位面積小麥全株乾重。
  6. 產量(grain yield)：每1 m<sup>2</sup>小區採收、脫粒並烘乾後之種子重(含水量13%)，並換算成每公頃產量，單位以kg ha<sup>-1</sup>表示。
- (二)試區雜草種類調查於小麥齊穗期進行取樣，係自每一播種密度的重複小區中逢機取樣3點，每點面積1 m<sup>2</sup>，先將每1 m<sup>2</sup>雜草拔取回室內，經洗淨後分類，主要分為小葉灰藿與早苗蓼，剩餘部分因植株數量多但極小，因此歸類為其他，全部雜草皆經80°C烘乾72 h後秤取乾重，單位以gm/ m<sup>2</sup>表示。

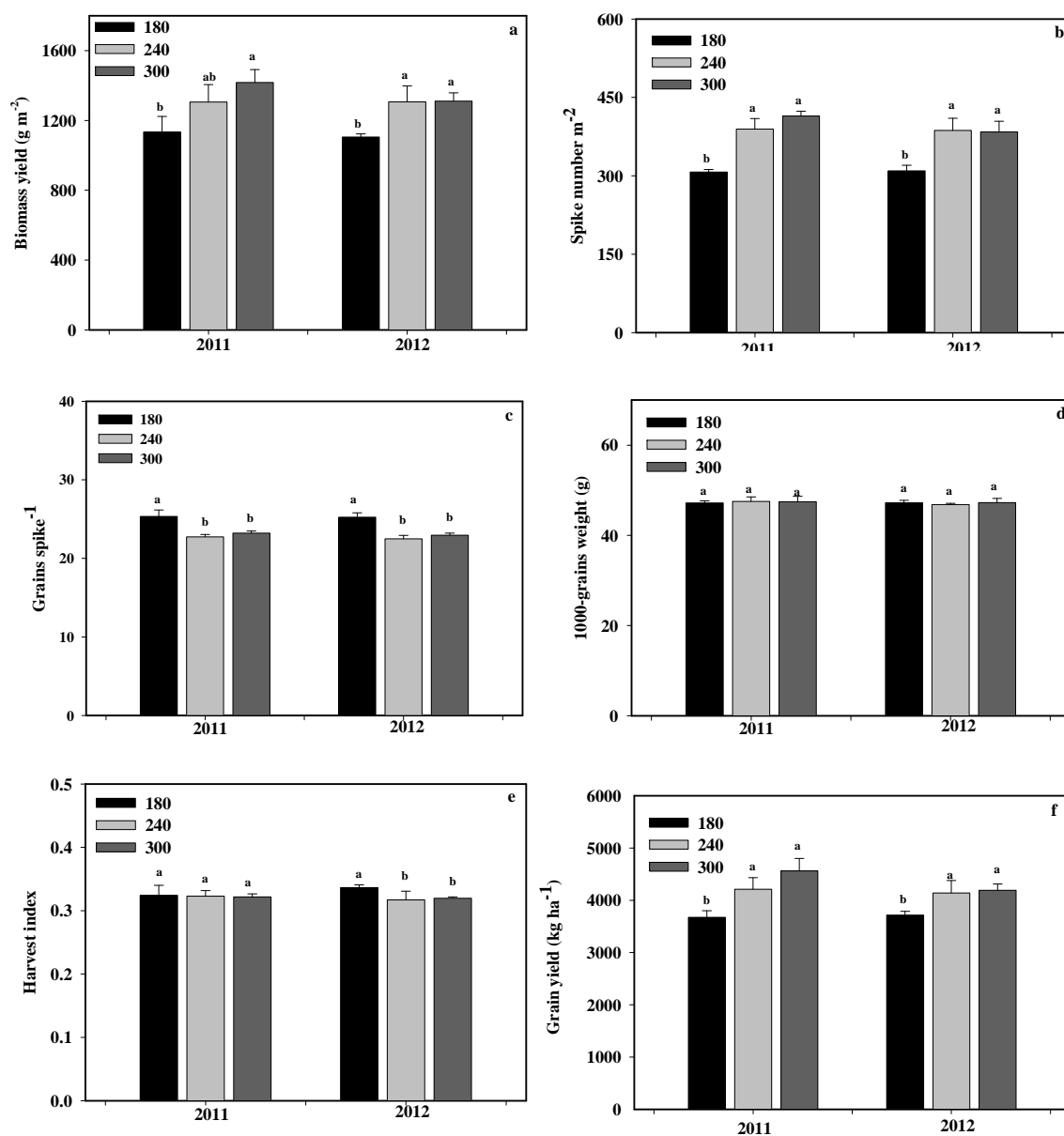
#### 四、統計分析

試驗資料以行政院農業委員會購置之SAS-EG視窗版軟體進行統計分析，繪圖軟體採用Sigmaplot (version 10.0, SPSS ASC BV, The Netherlands)。

## 結果與討論

### 一、播種量對小麥農藝性狀之影響

小麥‘臺中選2號’三種不同播種量試驗調查顯示，240及300 seeds m<sup>-2</sup>播種量其小麥生質量無顯著差異，但皆高於180 seeds m<sup>-2</sup>播種量，其中並以2011年之300 seeds m<sup>-2</sup>播種量具最高生質量(1,417 g m<sup>-2</sup>)，2012年之180 seeds m<sup>-2</sup>播種量之生質量最低為1,104 g m<sup>-2</sup> (圖一a)；每平方公尺穗數隨播種量增加而有上升之趨勢，播種量240及300 seeds m<sup>-2</sup>顯著高於180 seeds m<sup>-2</sup>處理，並以2011年之300 seeds m<sup>-2</sup>播種量，每平方公尺穗數達415穗為最高，2011年180 seeds m<sup>-2</sup>處理，每平方公尺穗數僅307穗為最少(圖一b)；180、240及300 seeds m<sup>-2</sup>播種量下，2011年小麥一穗粒數分別為25.3、22.7及23.2粒，2012年分別為25.2、22.5及22.9粒，顯示一穗粒數與單位面積穗數呈相反之趨勢，隨著播種量增加而降低(圖一c)；2011年3種小麥播種量採收後種子之千粒重為47.2 g~47.5 g，2012年為46.8 g~47.3 g，處理間皆無顯著差異(圖一d)；收穫指數為0.32~0.34，僅2012年180 seeds m<sup>-2</sup>播種量顯著高於其他處理(圖一e)，2011年處理間則無顯著差異。根據2011及2012年產量調查顯示，小麥產量有隨播種量增加而提升之趨勢，並以2011年300 seeds m<sup>-2</sup>播種量下，小麥產量達4,561 kg ha<sup>-1</sup>為最高，240及300 seeds m<sup>-2</sup>播種量之產量雖無顯著差異，但皆明顯高於180 seeds m<sup>-2</sup>播種量(圖一f)。綜合上述研究可知，240 seeds m<sup>-2</sup>播種量(相當於撒播120 kg ha<sup>-1</sup>)即可達到與300 seeds m<sup>-2</sup> (相當於撒播150 kg ha<sup>-1</sup>)相近之產量，且產量提高之主因係因播種量增加促進單位面積穗數顯著提升，且影響程度遠高於一穗粒數下降之影響。



圖一、三種播種量對小麥‘臺中選 2 號’之生質量(a)、單位面積穗數(b)、一穗粒數(c)、千粒重(d)、收穫指數(e)及每公頃產量(f)之影響。誤差線為平均值標準差(n=3)。各平均值上以相同字母者為 5% 水準下經 LSD 測驗未達顯著差異

Fig. 1. Effect of three seeding rates on biomass yield (a), spike number /m (b), grains spike (c), 1000-grain weight (d), harvest index (e) and grain yield/ ha (f) of Taichung Sel. 2. Error bar is the standard error of mean (n=3). Means with the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test

單位面積穗數、一穗粒數與千粒重為小麥產量構成要素，面臨氣候環境、土壤肥力或水分等因素改變時，產量構成要素間將相互調節以穩定產量，減緩逆境對某一產量構成要素造成之嚴重影響<sup>(7,17)</sup>。侯等人(2011)研究發現，小麥於低播種量下，由於植株之間對光線、肥料及水等資源的競爭壓力相對較小，單叢植株生長勢旺盛，導致株高、單叢重、單叢穗重、一穗粒數及千粒重等指標明顯高於中密度和高密度處理，但由於低播種量單位面積穗數最少，致使其產量最低；高密度處理單位面積穗數最多，單叢內對光線、肥料、水等資源存在較大競爭，單一植株生長欠佳，其株高、單叢重、單叢穗重，一穗粒數，千粒重等指標明顯低於中密度和低密度處理，致使其最終產量次低；中密度處理的單位面積穗數適中，植株之間可有效利用有限的光線、肥料、水等資源，並且單一植株都能正常生長，其產量也較佳<sup>(2)</sup>。Dai等人(2013)研究發現，不同小麥品種與氮肥施用量下，有其最適播種量及最高產量，品種分蘗能力亦會影響最適播種量與產量，分蘗能力較佳的品種，其最適播種量較分蘗能力較差的品種低，但超過其最適播種量，兩者產量皆反而呈現下降趨勢，推測與氮肥施用量及氮肥利用效率有關<sup>(5)</sup>。

## 二、三種小麥播種量下，田區雜草相調查

本研究於小麥齊穗期調查每平方公尺之雜草種類，並將之烘乾後秤重，調查顯示冬季裡作小麥田區雜草量最多為早苗蓼及小葉灰藿(圖二)，三種小麥播種量下，田區雜草總量隨小麥播種量增加而減少，2011年降低幅度達37.8%及72.3%，2012年降低幅度為38.8%及74.6%，2011年早苗蓼乾重自47.8 g m<sup>-2</sup>降低至12.4 g m<sup>-2</sup>，減少幅度達74.1%，小葉灰藿自32.5 g m<sup>-2</sup>降低至8.1 g m<sup>-2</sup>，減少幅度達75.1%，其他種類雜草量則自3.4 g m<sup>-2</sup>下降至2.7 g m<sup>-2</sup>，2012年早苗蓼乾重自41.2 g m<sup>-2</sup>降低至9.7 g m<sup>-2</sup>，減少幅度達76.5%，小葉灰藿自23.0 g m<sup>-2</sup>降低至5.2 g m<sup>-2</sup>，減少幅度達77.4%，其他種類雜草量則自3.5 g m<sup>-2</sup>下降至2.2 g m<sup>-2</sup>(表一)，綜合兩年的雜草相調查發現，裡作小麥田區以小葉灰藿及早苗蓼最多，兩者合計佔總乾種88.2~95.9%，每平方公尺雜草總乾種則隨著小麥播種量增加而顯著降低，下降幅度達72.3~74.6%，顯示利用提高小麥播種量可有效控制田區雜草，而小麥產量與雜草量之相關性，於2011年呈極顯著負相關，2012年則呈顯著負相關(圖三)。

本研究僅針對小麥播種量與產量及雜草量探討其關聯性，未就播種均勻度進行試驗，但有相關研究指出，提高作物播種密度通常可抑制雜草生長，但田間作物密度未必因此而顯著增加，但若播種密度及均勻度同時提高，作物初期生長勢較佳且均一，將可快速覆蓋田區提升作物接收光能效率，有助於作物與雜草競爭光線、水份及養份等，達到抑制雜草功效；但若雜草萌芽較作物快，或雜草初期生育佳且均一，上述利用作物播種量及播種均一以控制雜草之方法則效果不彰<sup>(18)</sup>。Olsen等人(2006)研究亦指出，藉由增加小麥播種量及播種均勻度，可有效提升小麥田區覆蓋率，增加小麥與雜草之競爭能力，達到抑制雜草生長效果<sup>(6,14,20)</sup>，此種減少除草劑施用之雜草管理策略，降低農機具使用頻率、減少油料消耗及二氧化碳排放，對降低環境衝擊皆有所助益；但提高播種量亦有其缺點，如植株密度提升導致通風較差，小麥罹患病蟲害機率提升，播種量提高連帶播種種子費用增加<sup>(15,16)</sup>。



圖二、試驗期間小麥田區兩種主要雜草早苗蓼及小葉灰藿

Fig. 2. Two major weeds, *Polygonum lapathifolium* and *Chenopodium serotinum* found in wheat field during experiment period

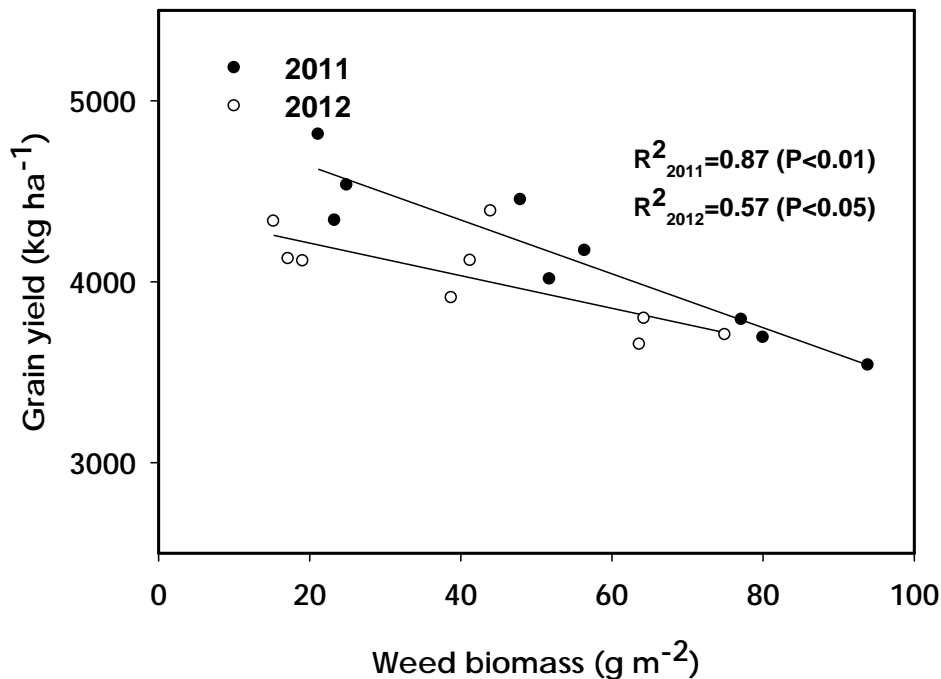
表一、2011 年及 2012 年三種小麥播種量下田區雜草種類及乾重

Table.1. The dry weight of different weeds calculated under three seeding rates in wheat fields

Cropping season	Seeding rates (seeds m <sup>-2</sup> )	Dry weight (g m <sup>-2</sup> ) (%)			
		<i>Chenopodium serotinum</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Others	Total
2011	180	47.8 a <sup>1</sup> (100.0) <sup>2</sup>	32.5 a (100.0)	3.4 a (100.0)	83.7 a (100.0)
	240	18.8 b (39.3)	31.0 a (95.4)	2.2 a (64.7)	52.1 b (62.2)
	300	12.4 b (25.9)	8.1 b (24.9)	2.7 a (79.4)	23.2 c (27.7)
2012	180	41.2 a (100.0)	23.0 a (100.0)	3.5 a (100.0)	67.7 a (100.0)
	240	15.6 b (37.9)	23.4 a (101.7)	2.4 a (68.6)	41.4 b (61.2)
	300	9.7 c (23.5)	5.2 b (22.6)	2.2 a (62.9)	17.2 c (25.4)

<sup>1</sup> Means with the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

<sup>2</sup> Percentage of weed dry weight contrast to maximum weed dry weight.



圖三、2011 年及 2012 年雜草生質量及小麥‘臺中選 2 號’產量之關係

Fig. 3. Relationship between weed biomass and grain yield of wheat ‘Taichung Sel. 2’ in 2011 and 2012

綜上可知，以國內小麥目前多採撒播之播種方式，建議播種量為240~300 seeds m<sup>-2</sup> (120~150 kg ha<sup>-1</sup>)，即可達豐產與抑制雜草的效果，較目前農民慣行播種量150~200 kg ha<sup>-1</sup>可節省種子30~50 kg，若可導入小麥條播機具提高播種均勻度，播種量將可再減少，然其效益仍須進一步評估。

### 參考文獻

1. 林訓仕、郭建志、陳環斌 2013 活化休耕地—小麥 臺中區農業專訊 80: 7-10。
2. 侯慧芝、呂軍峰、郭天文、張平良 2011 全膜覆土穴播小麥最佳播種密度的研究 作物雜誌 3: 101-103。
3. 蔣永正、蔣慕琰 2006 農田雜草與除草劑要覽 p.3-18 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所印行。
4. Chhokar, R. S., R. K. Sharma, G. R. Jat, A. K. Pundir and M. K. Gathala. 2007. Effect of tillage and herbicides on weeds and productivity of wheat under rice-wheat growing system. Crop Prot. 26: 1689-1696.

5. Dai, X., X. Zhou, D. Jia, L. Xiao, H. Kong and M. He. 2013. Managing the seeding rate to improve nitrogen-use efficiency of winter wheat. *Field Crops. Res.* 154: 100-109.
6. Fischer, R.A. and R. E. Miles. 1973. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. A theoretical analysis. *Math. Biosci.* 18: 335-350.
7. Freeze, D. M. and R. K. Bacon. 1990. Row-spacing and seeding rate effects on wheat yields in the Mid-South. *J. Prod. Agric.* 3: 345-348.
8. Gangwar, K. S., K. K. Singh, S. K. Sharma and O. K. Tomar. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic plains. *Soil Till. Res.* 88: 242-252.
9. Geleta, B., M. Atak, P. S. Baenziger, L. A. Nelson, D. D. Baltenesperger, K. M. Eskridge, M. J. Shipman and D. R. Shelton. 2002. Seeding rate and genotype effect on agro-nomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Sci.* 42: 827-832.
10. Hiltbrunner, J., B. Streit and M. Liedgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? *Field Crops Res.* 102: 163-171.
11. Lloveras, J., J. Manent, J. Viudas, A. López and P. Santiveri. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. *Agron. J.* 96: 1258-1265.
12. Mishra, J. S. and V. P. Singh. 2012. Tillage and weed control effects on productivity of a dry seeded rice-wheat system on a Vertisol in Central India. *Soil Till. Res.* 123: 11-20.
13. Mohler, C. L. 2001. Enhancing the competitive ability of crops. *Ecological Management of Agricultural Weeds*. In: Liebman, M. C. L. Mohler and C. P. Staver (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
14. Olsen, J. and J. Weiner. 2006. Effect of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. *Weed Sci.* 53: 690-694.
15. Olsen, J., L. Kristensen and J. Weiner. 2006. Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. *Weed Biol. Manag.* 6: 165-173.
16. Olsen, J., L. Kristensen, J. Weiner, and H. W. Griepentrog. 2005. Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Res.* 45: 316-321.
17. Prystupa, P., R. Savin and G.A. Slafer. 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. *Field Crops Res.* 90: 245-254.



18. Schwinning, S. and J. Weiner. 1998. Mechanisms determining the degree of size-asymmetry in competition among plants. *Oecologia*. 113: 447-455.
19. Usman, K., I. Uiah, S. M. Khan, M. U. Khan, S. Ghulam and M. A. Khan. 2012. Integrated weed management through tillage and herbicides for wheat production in rice-wheat cropping system in Northwestern Pakistan. *J. Integr. Agric.* 11: 946-953.
20. Weiner J., H. W. Griepentrog and L. Kristensen. 2001. Suppression of weeds by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. *J. Appl. Ecol.* 38: 784-790.

# Effects of Seeding Rate on the Wheat Grain Yield and Growth Performance of Weed<sup>1</sup>

Hsun-Shih Lin<sup>2</sup>, Chiao-Ling Hsiao<sup>3</sup>, Hwan-Bin Chen<sup>2</sup> and Chien-Chih Kuo<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Broadcast sowing is the major seeding method of wheat in Taiwan. It is usually to increase seeding rate and to suppress weed growth so as to reach the high grain yield. This study is to investigate the impact of seeding rate on wheat grain yield and weed growth. The experiment was conducted with one wheat variety Taichung Sel. 2 and three seeding rates (180, 240 and 300 seeds m<sup>-2</sup>, convert to 90, 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup>). The results showed that there was no significant effect on 1000 grains weight under treatment of 180 seeds m<sup>-2</sup> seeding rate of. The spikes m<sup>-2</sup>, biomass and grain yield were also not significantly different at seeding rate of 240 and 300 seeds m<sup>-2</sup>, but higher than which in 180 seeds m<sup>-2</sup>. Through a 2-years investigation on weed growth showed that the most predominant weed species with the highest density in the field were *Polygonum lapathifolium* and *Chenopodium serotinum* and account for 88.2-95.9 %. Weed biomass was decreased 72.3-74.6% with increasing seeding rate and grain yield was significantly negative correlated to dry weight of weed. Therefore, it suggested that the seeding rate giving the highest yield was at 240-300 seeds m<sup>-2</sup> and 300 seed m<sup>-2</sup> showed significant weed suppression efficiency.

**Key words:** wheat, seeding rate, yield, weed, winter cropping

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0881 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Assistant Specialist and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

<sup>3</sup>Assistant Researcher, Crop Science Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.