

品种、种子大小和施肥对冬小麦生物学特性的影响

吉春容^{1 3} ,李世清^{1 2 3,*} ,李生秀^{1 3}

(1. 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,陕西 杨凌 712100 ;2. 中国科学院水利部 水土保持研究所,陕西 杨凌 712100 ;3. 西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

摘要 :试验设不同年代冬小麦品种、粒重、播种方式和施肥等 4 个因子 ,品种选用白芒麦 (20 世纪 60 年代)、咸农 39 (20 世纪 70 ~80 年代)、小偃 6 号 (20 世纪 90 年代后期)、远丰 998 (近期)等不同年代的 4 个冬小麦品种 ,粒重分为 2 种截然不同重量的大粒和小粒 ,播种方式设小粒单播、大粒单播以及大小粒等比例混播等 3 种播种方式 ,施肥设不施肥 (CK)、施氮 (N)、施磷 (P)和同时施氮磷 (NP)等 4 种方式 ,共 48 个处理。以土垫旱耕人为土为供试土样 ,进行盆栽试验 ,研究不同品种、种子大小和施肥对冬小麦生物学特性的影响。结果表明 ,不同品种间、大小粒播种间、不同施肥间植株株高均存在极显著差异 ($p < 0.01$) ,且这些因子间存在显著的交互作用 ($p < 0.05$)。品种间 ,苗期和越冬前以近期品种远丰 998 植株最高 ,灌浆期以早期品种白芒麦植株最高。株高稳定后以早期品种高 ,反映了育种的演变趋势。大小粒播种间 ,苗期和越冬前大粒株高均显著高于小粒株高 ,但灌浆期大小粒播种间株高差异基本消失 ,说明大粒种子植株在苗期生长具有一定优势。不同施肥处理间株高差异在苗期与越冬前表现一致 ,单施 P 和 NP 配施植株较高 ,灌浆期以 NP 配施植株株高明显著高于其它施肥处理。不同品种、大小粒播种方式和施肥显著影响冬小麦分蘖和单株叶面积。白芒麦、咸农 39 和小偃 6 号的分蘖数基本一致 ,变化在 4.37 个/株 ~4.74 个/株之间 ,远丰 998 最少 ,仅为 2.95 个/株 ;NP 配施和施 P 能够显著增加分蘖数 ,其分蘖数几乎是不施肥 (CK)和单施 N 的 2 倍 ;各品种大粒种子植株分蘖数均多于小粒种子植株。远丰 998 绿叶面积最大 (45.72 cm²/单茎) ,白芒麦最低 (仅为 26.97 cm²/单茎) ;NP 配施单株绿叶面积明显大于其它施肥处理。除远丰 998 大粒种子植株绿叶面积 (50.42 cm²/单茎)显著大于小粒种子 (41.01 cm²/单茎)外 ,其余品种大、小粒种子植株绿叶面积相当。就施肥处理而言 ,施肥对近期品种小粒种子株高、分蘖数和叶面积的促进作用相对较大 ,而对远期品种小粒种子植株的影响相对较小。

关键词 :冬小麦 ;种子大小 ;品种 ;施肥 ;生物学特性
文章编号 :1000-0933 (2007)06-2498-09 中图分类号 :Q142 ,Q945 ,Q948 ,S314 文献标识码 :A

Effect of variety , seed size and fertilizer on biological characteristics of winter wheat

Ji Chun-Rong^{1 3} , Li Shi-Qing^{1 2 3,*} , Li Sheng-Xiu^{1 3}

1 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau , Northwest A & F University , Yangling 712100 , China
2 Institute of Soil and Water Conservation , CAS and MWR , Yangling 712100 , China
3 Dept. of Resource and Environment , Northwest A & F University , Yangling 712100 , China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (6) 2498 ~ 2506.

Abstract :A pot experiment was carried out to compare the biological characteristics of four winter wheat varieties that were released at different times over the past four decades : Yuanfeng 998 (recently released) , Xiaoyan6 (released in the

基金项目 :国家自然科学基金资助项目 (30571116 ,30230230) ;西北农林科技大学创新团队资助项目

收稿日期 :2006-05-30 ;修订日期 :2006-11-28

作者简介 :吉春容 (1983 ~) ,女 ,博士生 ,主要从事植物营养生理生态研究。 E-mail :jcr_l_tq@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail :sqli@ms.iswc.ac.cn

Foundation item :The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30571116 ;30230230) and the Innovation Foundation of Northwest A & F University

Received date 2006-05-30 ;Accepted date 2006-11-28

Biography Ji Chun-Rong , Ph. D. candidate , mainly engaged in plant nutritional and physiological ecology. E-mail :jcr_l_tq@163.com

1990s), Xiannong39 (released in the 1970s and 1980s) and Baimangmai (released in the 1960s). Wheat seeds from each variety were divided into two size classes (small or large) and then sown with one of three methods : small seeds sown alone (SA-S) , large seeds sown alone (SA-B) and small seeds and large seeds sown together (ST). The experiment also included four fertilizer treatments : no fertilizer (CK) , nitrogen fertilizer (N) , phosphorus fertilizer (P) , and nitrogen + phosphorus (NP) fertilizer. The results showed that plant height was significantly different among varieties as well as seed size and fertilizer treatments ($p < 0.01$). The recently released variety , Yuanfeng 998 , was the tallest variety at the seedling stage and before wintering , but Baimangmai was the tallest variety at grain filling. Plants in the large seed treatments were significantly taller than plants in the small seed treatments at the seedling stage and before wintering , but there was no difference in plant height between the two seed size treatments at grain filling. Plants in the P and NP fertilizer treatments were taller than plants in the N and CK fertilizer treatments at the seedling stage and before wintering. Among the four fertilizer treatments , plant height was tallest in the NP fertilizer treatment. Variety , seed size , and fertilizer treatment had a significant effect on the number of tillers and total leaf areas of wheat. The number of tillers of Baimangmai , Xiannong 39 and Xiaoyan6 ranged from 4.37 tillers/plant to 4.74 tillers/plant. In comparison , Yuanfeng 998 only had 2.95 tillers/plant. Application of P and NP fertilizer increased the number of tillers. There were more tillers in the large seed treatment compared to the small seed treatment for all four varieties. Yuanfeng 998 had the largest total leaf areas ; Baimangmai had the smallest total leaf areas. Total leaf areas were larger in the NP fertilizer treatment compared to the other fertilizer treatments. The effect of fertilizer on plant height , tiller numbers , and leaf area had a greater effect on small seeds of recently released varieties compared to small seeds of varieties that were released earlier.

Key words : winter wheat ; seed size ; variety ; fertilizer ; biological characteristics

种子是形成下一代植物体幼体和植物生长发育的基础。不同大小种子从理论上反映了种胚所存物质的多少 ,具有重要的生态指示意义 ,其大小对小麦出苗和幼苗生长具有一定影响。小麦种子胚乳所含营养物质供给胚和幼芽生长 ,其养分含量多少与幼苗生长发育具有一定相关性。大量研究表明 ,蛋白质含量高的麦粒其发芽率和出苗率均比蛋白质含量低的麦粒高 ,麦粒大小和蛋白质含量与幼苗干重呈密切正相关关系 ,麦粒蛋白质含量与幼苗干重的相关系数为 0.78 ~ 0.88 ,千粒重与幼苗干重的相关系数为 0.98 ~ 0.99^[1~4]。研究发现 ,种子大小对萌发率和幼苗生长速度^[5]、苗高、生物量等有明显影响 ,大粒种子形成的幼苗不仅生长快 ,而且株高、发根数、分蘖数、主茎叶龄和生物量等均比小粒种子植株大或者多^[6,7]。Turk^[8]和张世挺等^[9]研究表明 ,种子重量与幼苗重量呈显著正相关关系 ,而与相对增长率呈负相关关系^[10]。彭鸿嘉^[11]在对牧草种子进行的试验也发现 ,种子大小与出苗率呈显著正相关。也有研究表明^[12,13] ,种子大小与种子的长久性呈正相关。据 Zhang 和 Maun 报道^[14] ,沙棘大粒种子发芽比小粒种子明显快 ,生长 10 ~ 20d 的种苗绿叶面积大 ,且干物质多 ,刘生祥等^[15]研究也表明 ,种子大小与植物生长势密切相关 ,大粒种子具有促进幼苗分蘖 ,营养生长旺盛 ,抗逆性强的潜在能力。种子大小对出苗的影响与播种深度有关 ,大粒种子不仅在播种深时出苗率高 ,而且在播种浅时 ,出苗率也很高 ,但小粒种子仅在播种浅时具有较高出苗率 ,当播种深时 ,因种子没有足够的营养物质提供给胚芽而使其无法出苗 ,朱雅娟等^[16]具有类似的研究结果。显然 ,种子的大小表明了其再繁殖能力的强弱。但也有相反的报道 ,Gan Y 等^[17]研究表明 ,在适宜播种深度下 ,小麦小粒种子较大粒种子出苗早 ,大小粒种子出苗率几乎一致 ,小粒种子植株后期长势与大粒植株相当^[18] ,而 Wada 等^[19]发现种植小粒大豆可以降低最后收获时大豆的受损程度。

从前面文献看出 ,在种子大小对出苗时间、幼苗生长等方面已进行了大量研究 ,在某些方面获得了重要结果 ,但过去的研究多为单因素试验。不同品种、种子大小与施肥等因素对冬小麦生物学特征有何影响 ,这些因素之间是否存在某种相互作用 ,迄今鲜见报道。据此 ,本研究以不同年代冬小麦品种为供试材料 ,通过盆栽试验 ,以期回答上述问题 ,揭示不同品种冬小麦种子大小和施肥对植株生物学特征的影响 ,阐明种子大小变异对

幼苗生长影响的生态学作用。

1 材料与方法

1.1 试验设计

盆栽试验以土垫旱耕人为土为供试土样 (表 1),以米氏盆 (25cm × 20cm)为试验盆钵,在西北农林科技大学黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室盆栽场进行盆栽试验。

表 1 土壤基本理化性质
Table 1 Properties of soil used in experiment

有机质 O. M. (g·kg ⁻¹)	全氮 Total N (g·kg ⁻¹)	有效磷 Avail. P (mg·kg ⁻¹)	NO ₃ ⁻ -N (mg·kg ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N (mg·kg ⁻¹)
14.35	0.82	3.36	9.83	7.64

试验设不同年代冬小麦品种、粒重、播种方式和施肥等 4 个因子,品种选用白芒麦 (20 世纪 60 年代,即早期品种)、咸农 39 (20 世纪 70 ~ 80 年代)、小偃 6 号 (20 世纪 90 年代后期)、远丰 998 (近期)等不同年代的 4 个冬小麦品种;粒重因子首先将各品种分为大、中、小 3 类,播种时仅用大、小 2 类 (表 2);播种方式设小粒单播、大粒单播以及大小粒等比例混播等 3 种播种方式,施肥设不施肥 (CK)、单施氮 (N)、单施磷 (P)和同时施氮磷 (NP)等 4 种方式。每桶装土 8.5kg,每千克土壤施 N 0.2g,施 P 0.0655g,以尿素为氮源,磷酸二氢钾为磷源。组成完全试验方案,共 48 个处理 3 次重复。2004 年 10 月 15 日播种,每盆播 14 粒,出苗后定植,每盆保留 10 株。生长期內适时浇水、除草、松土。成熟后按株收获 (2005 年 6 月 9 号收获),并考种、计产。

表 2 播前不同品种的千粒重 (g)
Table 2 Thousand kernels of different variety (g)

品种 Variety	远丰 998Yuanfeng 998	小偃 6 号 Xiaoyan 6	咸农 39Xiannong 39	白芒麦 Baimangmai
千粒重 Thousand kernels	49.74	41.14	30.70	19.89
大粒 (Big seed, B)	59.70	49.74	38.89	26.19
小粒 (Small seed, S)	36.09	32.68	24.48	15.15
B - S	23.61	17.06	14.41	11.04
(B - S)/S × 100%	60.40	52.20	58.86	72.87

B - S 为大粒种子与小粒种子千粒重之差 Means the difference of thousand kernels between big seed and small seed

1.2 测定项目

观测项目包括出苗时间、出苗率、株高、叶片数、叶面积、分蘖数、生育期差异等;从出苗开始,每 10d 观测 1 次基本苗,测定各时期株高、分蘖数 (一级分蘖、二级分蘖等)等,在不同生育期测定单株总叶面积和绿叶面积,并记录单株叶片总数、绿叶数。叶面积采用系数法:即单叶面积 = (叶长 × 叶宽)/1.2^[20]确定。不同处理间测定结果用 SAS 软件进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 品种、种子大小和施肥对出苗和生育期的影响

调查结果显示,本试验条件下品种及大小粒对出苗率没有显著影响,小偃 6 号出苗率为 93%,其余品种均达 98%;但种子大小影响出苗时间,大粒种子比小粒种子出苗提早 1 ~ 2d,且整齐。不同品种出苗时间从远丰 998、咸农 39、白芒麦、小偃 6 号依次推迟;不同施肥处理从 NP 配施、单施 N、单施 P、不施肥 CK 依次推迟;大粒单播、小粒单播、混播大粒出苗时间基本一致,且这三者均早于混播小粒。

不同施肥处理显著影响各生育期 (表 3)。各生育期从单施 P、NP 配施、单施 N 到不施肥 CK,依次推迟,这显然与土壤严重缺磷,施磷能够促进早成熟有关;近期品种远丰 998 较其它 3 个品种出苗时间早,大粒种子三叶期出现比小粒种子早 2 ~ 3d,大小粒对分蘖期、抽穗期和成熟期没有明显影响。

表 3 生育期差异
Table 3 Difference of growth stage

施肥 Fertilization	出苗期 Seedling stage	三叶期 Three leaves	分蘖期 Tillering stage	抽穗期 Tassel stage	成熟期 Mature stage
CK	10 月 22 日	11 月 10 日	无分蘖	4 月 25 日	6 月 12 日
N	10 月 21 日	11 月 8 日	11 月 15 日	4 月 15 日	6 月 8 日
P	10 月 21 日	11 月 5 日	11 月 8 日	4 月 10 日	5 月 28 日
NP	10 月 20 日	11 月 8 日	11 月 13 日	4 月 10 日	6 月 2 日

2.2 品种、种子大小和施肥对各生育期株高的影响

2.2.1 对苗期株高的影响

苗期 (2004 年 10 月 27 日调查结果)各处理植株株高见图 1 ,不同处理苗期株高存在明显差异。对苗期各处理植株株高进行的方差分析进一步表明 (表 4) ,不同品种间、大小粒播种间、不同施肥间植株株高均存在极显著差异 ($p < 0.01$) ,且品种与施肥对苗期株高具有显著的正交互作用 ($p < 0.05$)。

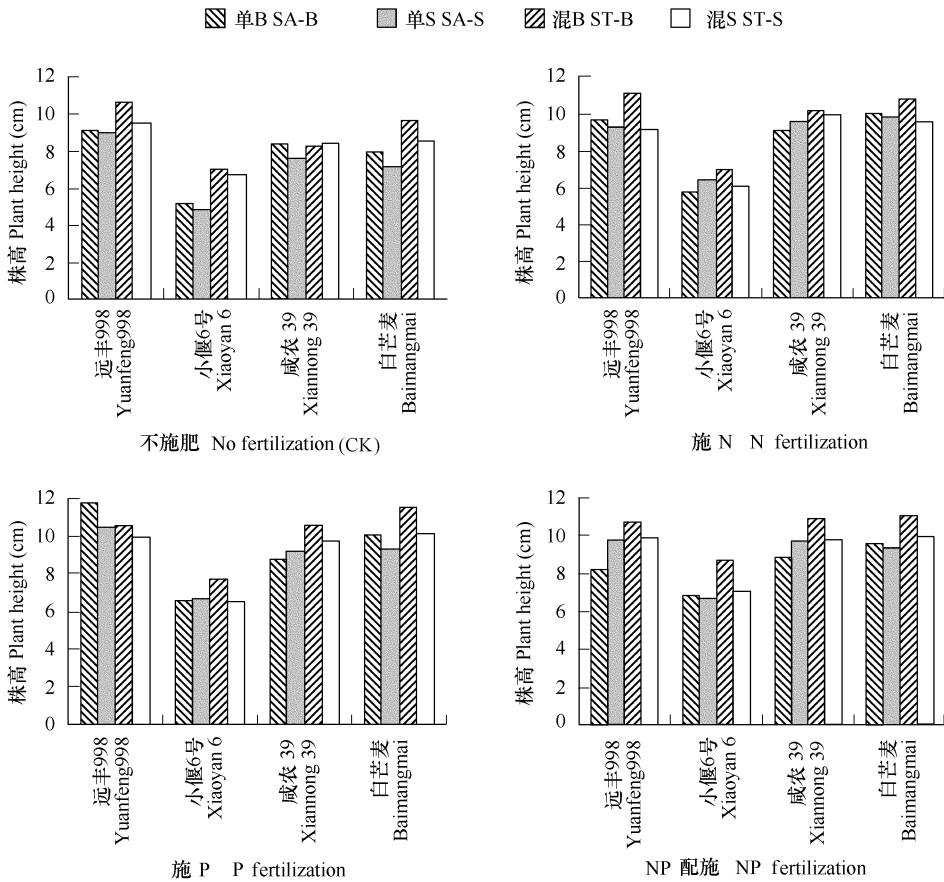


图 1 不同处理对苗期植株株高的影响 (cm)

Fig. 1 Plant height of different treatments during seedling stage

从平均看 ,品种间以近期品种远丰 998 植株最高 ,平均为 9.96cm ,其次为白芒麦 ,但二者间差异不显著 ,小偃 6 号显著低于其它 3 个品种 ,平均仅为 6.40cm ,比远丰 998 低 55.6%。大小粒播种间混播植株平均株高均高于大小粒单播植株 ,在混播中 ,大粒植株高达 10cm ,比小粒植株 (8.66cm)高 11.4% ,二者差异显著 ($p < 0.05$)。施肥极显著影响苗期植株株高 ($p < 0.01$) ,不施肥 CK 植株株高显著低于其它 3 种施肥处理 ,平均为 7.78cm ,单施 P、单施 N 和 NP 配施植株株高均在 9cm 左右 (表 4)。

2.2.2 对越冬前植株株高的影响

越冬前 (2005 年 1 月 16 日测定)各处理植株株高也存在明显差异 (图 2)。与苗期一致,不同品种间、大小粒播种间、不同施肥间植株株高均存在极显著差异 ($p < 0.01$)。

品种间仍以近期品种远丰 998 植株最高,平均 15.40cm,且各品种相互间差异均显著,其它品种从高到低依次为咸农 39 (13.16cm)、小偃 6 号 (12.44cm)和白芒麦 (10.93cm)。相对而言,早期品种白芒麦生长较为缓慢。越冬前无论混播还是单播品种,其大粒植株均显著高于小粒植株 ($p < 0.05$),单播大粒植株最高,平均 13.68cm,混播小粒植株最低,平均 11.92cm,后者比前者低 14.8%,混播大粒和单播小粒居中,平均分别 13.55cm 和 12.77cm,这一结果再次说明大粒植株幼苗生长具有优势。不同施肥处理间株高差异与苗期差异一致,单施 P 和 NP 配施植株较高,平均分别为 14.74cm 和 13.45cm,二者之间及二者分别与单施 N 和不施肥 CK 间差异均显著 ($p < 0.05$),单施 N 和不施肥 CK 处理间株高差异不显著,二者平均分别为 12.02cm 和 11.72cm。

表 4 品种、播种方式和施肥对株高 (cm) 的影响 ($n = 48$)
Table 4 Plant height (cm) of different treatments ($n = 48$)

品种 Variety			播种方式 Sowing method			施肥处理 Fertilization		
品种 Variety	平均值 Aver. (cm)	1% 显著水平 ($p < 0.01$)	大小粒播种 Big and Small	平均值 Aver. (cm)	1% 显著水平 ($p < 0.01$)	施肥 Fertilization	平均值 Aver. (cm)	1% 显著水平 ($p < 0.01$)
远丰 998 Yuanfeng 998	9.96	A	单播大粒 SA-B	8.49	B	不施肥 CK	7.78	B
小偃 6 号 Xiaoyan 6	6.39	C	单播小粒 SA-S	8.40	B	单施氮 N	8.99	A
咸农 39 Xiannong 39	9.32	B	混播大粒 ST-B	9.73	A	单施磷 P	9.33	A
白芒麦 Baimangmai	9.61	AB	混播小粒 ST-S	8.66	B	NP 配施 NP	9.18	A

SA 表示单播 means big or small seed sowing alone ;ST 表示混播 means big and small seed sowing together ;B 表示大粒 means big seed ;S 表示小粒 means small seed ;下同 the same bellow

2.2.3 对灌浆期植株株高的影响

灌浆期 (2005 年 5 月 10 日测定)各处理植株株高见图 3。这一时期株高已达稳定,其株高反映着不同环境因子对株高影响的最终结果。对灌浆期各处理植株株高进行的方差分析表明,不同品种间、大小粒播种间、不同施肥间植株株高存在极显著差异 ($p < 0.01$),且品种、大小粒播种与施肥对灌浆期株高具有极显著的交互作用 ($p < 0.01$)。

总体上看,灌浆期各处理植株株高的差异与苗期和越冬前相比截然不同。从品种看,各品种植株株高相互间均存在显著差异,该时期早期品种白芒麦株高显著高于其它 3 个品种,株高平均高达 80cm,比远丰 998 (51.43cm)、小偃 6 号 (50.08cm)、咸农 39 (46.62cm)高出约 30cm (约 63%),这表明早期品种白芒麦是典型的高秆品种,表现为茎秆细、节间长,这一结果反映了小麦育种的演变规律。单播小粒植株略高于单播大粒植株,前者平均为 58.61cm,后者平均为 57.48cm,但差异不显著;混播中大粒植株株高略高于小粒植株,大粒植株株高平均为 56.08cm,小粒植株株高平均为 55.95cm,但二者间差异也不显著。可见,当植物生长到用尽种子营养后,它们的行为可能更加依赖于其它变量,如土壤养分供应、光合效率、基因型等,灌浆期植株株高基本稳定,大小粒对株高的影响在这一时期基本消失。不同施肥处理间株高差异均显著 ($p < 0.05$),NP 配施株高 (平均为 74.65cm)明显高于其它施肥处理,不施肥 CK 最低,平均为 45.79cm,单施 P 植株高于单施 N,二者平均分别为 57.91cm 和 49.76cm。显然,愈在生育中后期,施肥对植株株高的影响愈为明显,不同施肥影响的差异与供试土壤严重缺磷有关,在严重缺磷条件下,单施 N 表现出了一定的负效应。

2.3 品种、种子大小和施肥对分蘖的影响

种子大小对分蘖数的影响因品种、施肥不同而异 (表 5)。从品种看,白芒麦、咸农 39 和小偃 6 号分蘖数

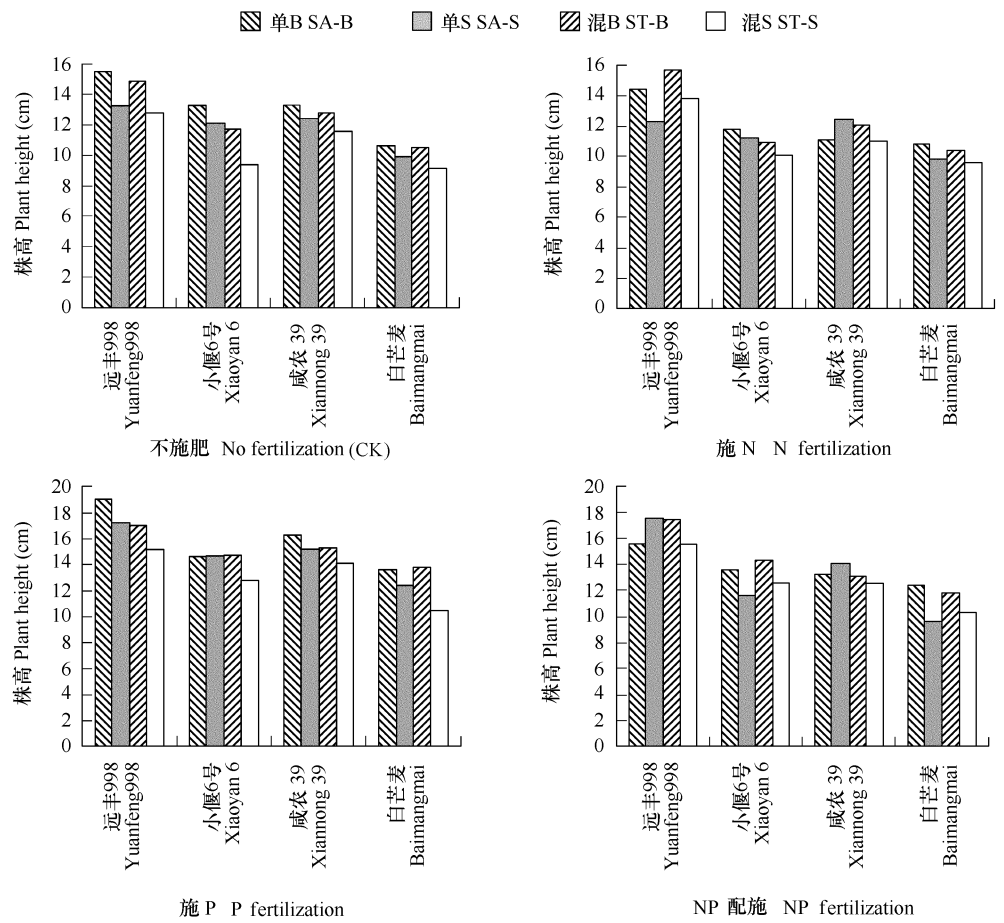


图2 不同处理对越冬前植株株高的影响 (cm)

Fig. 2 Plant height of different treatments before wintering

表5 不同处理对分蘖数的影响 (个/株)

Table 5 Tillers of different treatment (n/plant)																
施肥 Ferti.	远丰 998 Yuanfeng 998				小偃 6 号 Xiaoyan 6				咸农 39 Xiannong 39				白芒麦 Baimangmai			
	混植 ST		单植 SA		混植 ST		单植 SA		混植 ST		单植 SA		混植 ST		单植 SA	
	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S
CK	2.0	2.3	1.0	1.3	2.0	1.0	1.7	2.0	2.0	1.3	3.3	2.0	1.3	2.0	2.3	1.7
N	2.0	1.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	5.0	1.0	1.0	3.0	2.0	4.0	1.0	1.0	2.0
P	5.0	4.3	3.3	3.0	9.3	3.0	5.3	6.0	5.7	7.0	6.7	7.7	7.0	5.7	7.0	3.3
NP	4.6	4.5	3.5	3.3	8.3	4.3	7.3	6.6	9.3	6.3	8.3	9.0	9.0	8.0	10.7	9.7
M ₁	3.40	3.03	2.95	2.40	5.65	2.58	4.33	4.90	4.50	3.90	5.33	5.18	5.33	4.18	5.25	4.18
M ₂	B3.18		S2.72		B4.99		S3.74		B4.92		S4.54		B5.29		S4.18	
M ₃	2.95				4.37				4.73				4.74			

M₁表示不同品种在不同播种方式下大小粒种子植株的平均分蘖数 M₁ means the average tiller of big and small seed plant with different sowing methods and varieties ; M₂表示不同品种大小粒种子植株的平均分蘖数 M₂means the average tiller of big and small seed plant with different varieties ; M₃表示不同品种的平均分蘖数 M₃means the average tiller of different varieties

基本一致 ,均远大于近期品种远丰 998 ,前 3 个品种平均分蘖数分别为 4.74 个/株、4.73 个/株和 4.37 个/株 ,远丰 998 仅为 2.95 个/株 ,前者分别比后者分别增加 1.79 个/株 (60.9%)、1.78 个/株 (60.3%)和 1.42 个/株 (48.1%)。NP 配施和单施 P 分蘖数显著大于不施肥 CK 和单施 N ,前 2 个施肥处理的分蘖数几乎是后者的 2 倍 ,这显然与改善小麦磷素营养有利于促进小麦分蘖有关。从平均看 4 个品种大粒种子分蘖数均多于

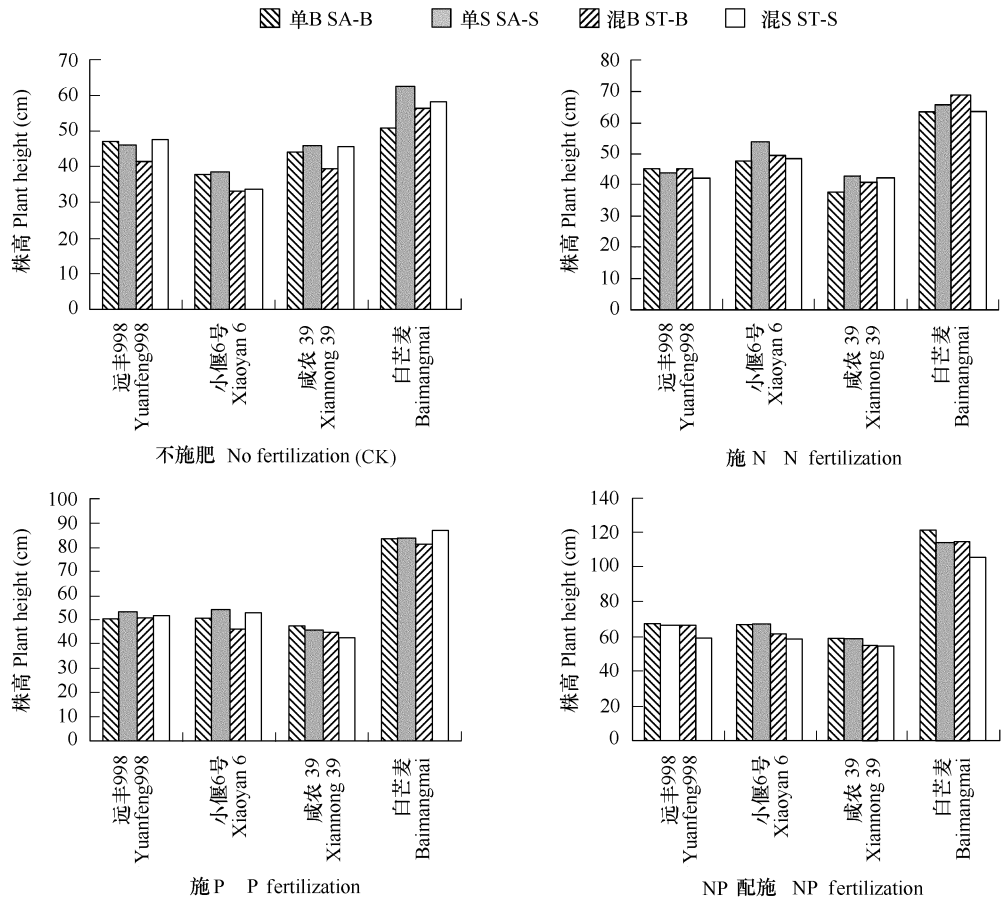


图3 不同处理对灌浆期植株株高的影响 (cm)

Fig. 3 Plant height of different treatments during filling stage

小粒种子 远丰 998、小偃 6 号、咸农 39 和白芒麦大粒种子植株平均分蘖数分别为 3.18 个/株、4.99 个/株、4.92 个/株和 5.29 个/株,而相应的小粒种子植株平均分蘖数分别为 2.72 个/株、3.74 个/株、4.54 个/株和 4.18 个/株,这显然与大粒种子中以植酸形态贮存的磷素较多,在严重缺磷土壤中能够促进分蘖有关。

2.4 品种、种子大小和施肥对植株叶面积的影响

种子大小对单茎绿叶面积的影响见表 6。种子大小对单茎绿叶面积的影响与品种、施肥和播种方式有关。从品种看,近期品种远丰 998 绿叶面积最高,为 45.72 cm²/单茎,早期品种白芒麦最低,仅为 26.97 cm²/单茎,小偃 6 号和咸农 39 分别为 43.69 cm²/单茎和 33.40 cm²/单茎。从不同施肥处理看,NP 配施单株绿叶面积显著大于其它施肥处理 ($p < 0.01$),其次为单施 P 和不施肥 CK,单施 N 绿叶面积最小,显然与供试土壤严重缺磷,单施 N 产生负效应有关。从各处理平均看,除远丰 998 大粒种子单株绿叶面积 (50.42 cm²/单茎)显著大于小粒种子绿叶面积 (41.01 cm²/单茎)外,其余品种大小粒间差异不大:小偃 6 号、咸农 39 和白芒麦大粒种子单株绿叶面积分别为 41.01 cm²/单茎、33.24 cm²/单茎和 27.56 cm²/单茎,而相应的小粒种子单株绿叶面积分别为 44.21 cm²/单茎、33.04 cm²/单茎和 26.67 cm²/单茎。

3 讨论

种子是形成下一代植物体的幼体,种子大小对其幼苗生长发育具有一定影响。过去研究发现,种子大小与种苗活力呈显著正相关,大粒种子形成的种苗通常比小粒种子种苗大^[21-22],并且大粒种子种苗具有持续保持大苗的优势^[23-25]。本盆栽试验结果发现,小麦种子大小对出苗率影响较小,但大粒种子比小粒种子早出苗 1~2d。品种、大小粒播种和施肥对苗期、三叶期、分蘖期和成熟期等各个生育期均有显著影响,种子大小对植株生长生育时期的影响程度因品种、播种方式和施肥而异,并随生育期发生变化而变化。从品种看,近期品种

远丰 998 较其它 3 个品种出苗时间早 ,植株生长势旺盛。大小粒播种间均表现为大粒种子植株在苗期的生长优于小粒种子 ,尤其是大小粒混播中 ,大粒种子植株幼苗生长明显快于小粒植株 ,大粒种子植株三叶期比小粒种子早 2 ~ 3d ,大粒种子植株在苗期具有一定的优势 ,这与前人研究结果相一致。

表 6 单株总绿叶面积 (cm²/单茎)
Table 6 Total areas of green leaf of single plant (cm²/stem)

施肥 Fertilization	远丰 998 Yuanfeng 998				小偃 6 号 Xiaoyan 6			
	混植 ST		单植 SA		混植 ST		单植 SA	
	B	S	B	S	B	S	B	S
CK	43.37	22.26	44.30	33.68	24.94	19.88	26.86	36.59
N	26.19	21.57	26.93	15.38	24.01	24.72	20.75	31.42
P	43.27	36.59	51.24	50.27	45.17	42.05	52.83	69.06
NP	80.87	65.19	87.11	83.16	69.58	69.53	81.28	60.36
M ₁	48.43	36.40	52.40	45.62	40.93	39.05	45.43	49.36

施肥 Fertilization	咸农 39 Xiannong 39				白芒麦 Baimangmai			
	混植 ST		单植 SA		混植 ST		单植 SA	
	B	S	B	S	B	S	B	S
CK	21.69	26.45	28.01	20.10	12.93	12.45	15.49	16.89
N	19.82	14.87	23.37	19.45	10.90	9.90	13.50	15.14
P	42.67	40.52	30.75	39.85	35.98	46.51	33.72	29.45
NP	62.58	40.86	37.01	62.15	46.27	38.20	51.72	42.41
M ₁	36.69	30.68	29.79	35.39	26.52	26.77	28.61	25.97

M₁ 表示不同品种在不同播种方式下大小粒种子植株的平均绿叶面积 M₁ means the average area of green leaf of big and small plant with different sowing methods and varieties

对各处理植株苗期、越冬前和灌浆期株高进行的方差分析结果表明 ,苗期和越冬前以近期品种远丰 998 植株最高 ,而在生长中后期有所不同 ,以早期品种白芒麦植株最高。这反映了小麦育种的演变过程 ,也说明近期品种在苗期地上部生长能力高于早期品种。大小粒播种间 ,苗期混播中大粒植株株高比小粒植株增加 11.4% ,二者差异显著 ,越冬前无论混播还是单播其大粒植株均高于小粒植株 ,且与小粒间植株株高差异显著 ,说明大粒植株幼苗生长具有一定优势。进入灌浆期大小粒种子植株株高基本一致 ,无明显差异 ,由此可以推测种子大小对小麦生长发育的影响以幼苗期较为明显 ,随生育期推进 ,大粒种子的优势逐渐减弱 ,甚至消失 ,这与过去研究结果基本一致^[4 26~28]。不同施肥处理间株高在苗期与越冬前的差异变化一致 ,单施 P 和 NP 配施植株较高 ,灌浆期以 NP 配施株高显著高于其它施肥处理。施肥对株高的影响以后期效应较为明显 ,不同施肥影响的差异与供试土壤严重缺磷有关 ,在严重缺磷条件下 ,单施 N 表现出负效应。

不同种子大小播种植株分蘖数和叶面积存在一定差异 ,其差异因品种、播种方式和施肥不同而异。从平均看 ,远丰 998、小偃 6 号、白芒麦、咸农 39 大粒种子植株分蘖数均多于小粒品种 ,单株绿叶面积除近期品种远丰 998 大粒植株 (50.42 cm²/单茎)显著大于小粒种子植株 (41.01cm²/单茎)外 ,其余品种大小粒种子植株叶面积差异不大。大小粒混播植株的绿叶面积较单播大 ,这可能与大粒植株较小粒植株竞争力强 ,而小粒植株占空能力强 ,对资源利用率高有关。

当植物生长到用尽种子营养后 ,它们的行为可能更加依赖于其它变量 ,如土壤养分供应、光合效率等。因此 ,种子大小可能依赖于对植株生长产生影响的环境因素^[8 29] ,而幼苗的构建生长对环境反应调节有限 ,以致其生长与种子大小更紧密相关。研究发现 ,施肥对近期品种小粒种子植株生长具有明显促进作用 ,在苗期和越冬前 NP 配施对近期品种远丰 998 小粒种子植株株高的促进作用明显大于对大粒植株的影响 ,同时单施 N 和单施 P 对远丰 998 和小偃 6 号小粒分蘖数和叶面积等也都具有明显促进作用 ,而对远期品种的影响相对较小 ,这可能与近期品种对养分需要量更大有关 ,但这仍需进一步研究。

References :

[1] Harper J L , Lovell P H , Moore K G. The shapes and sizes of seeds. Annu. Rev. Ecol. Syst. , 1970 , 1 : 327 — 356.

[2] Stanon M J. Seed variation in wild radish : effects of seed size on components of seedling and adult fitness. *Ecology* ,1984 ,65 (4) :1105 — 1112.

[3] Thompsin J N. Variation among individual seed weight in *Lomatium grayi* under controlled conditions : Magnitude and partitioning of the variance. *Ecology* ,1984 ,65 (4) :626 — 631.

[4] Schaal B A. Reproductive capacity and size in *Lupinus texensis*. *Amer. J. Bot.* ,1980 ,67 (5) :703 — 709.

[5] Koger , C H , Reddy K N , Poston D H. Factors affecting seed germination , seedling emergence , and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). *Weed Science* ,2004 ,52 :989 — 995.

[6] Ke W S , Zhong Z C , Xi H A , *et al.* The variation of seed size of *Gordonia acuminata* geographic populations and its effect on seed germination and seedling. *Ecology* ,2000 ,20 (4) :697 — 701.

[7] Liu W D , Cui J M , Wang H C. Effects of seed size on winter wheat seedling and its young-spike development. *Seed* ,2004 ,23 (3) :33 — 35.

[8] Turk M A , Rahman A , Tawaha M , *et al.* Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. *Asian J. Plant Sci.* ,2004 ,3 :394 — 397.

[9] Zhang S T , Du G Z , Chen J K , *et al.* Effects of seed weight on seedling growth under different nutrient condition in twenty-four species of composites in an Alpine Meadow. *Ecology* ,2003 ,23 (9) :1737 — 1744.

[10] Swanborough P , Westoby M. Seedling relative growth rate and its components in relation to seed size : phylogenetically independent contrasts. *Funct. Ecol.* ,1996 ,10 :176 — 184.

[11] Peng H J. Effect of seed size and depth of seedling on the emergence of grassland plants. *Pratacultural Science* ,2001 ,18 (6) :30 — 35.

[12] Moles A T , Westoby M. Seedling survival and seed size : a synthesis of the literature. *J. Ecol.* ,2004 ,92 :372 — 383.

[13] Yu S L , Mardelo Sternberg , Jiang G M , *et al.* The effects of seeds size on the distribution and abundances of plants and seed banks in a Mediterranean coastal sand dune. *Ecology* ,2005 ,25 (4) :749 — 755.

[14] Zhang J , Maun M. Sand burial effects on seed germination , seedling emergence and establishment of *Panicum virgatum*. *Ecology* ,1990 ,13 :56 — 61.

[15] Liu S X , Song X H. Effect of seed size on the character essentials and yield in spring wheat. *Seed* ,2003 ,1 :26 — 27.

[16] Zhu Y J , Dong M , Huang Z Y. Effects of sand and seed size on seed germination and seedling emergence of *Psammochloa Villosa*. *Acta Phytoecologica Sinica* ,2005 ,29 (5) :730 — 739.

[17] Gan Y , Stobbe E H . Effect of variation in seed size and planting depth on emergence , infertile plants , and grain yield of spring wheat. *Crop Science* ,1995 ,5 :565 — 570.

[18] Hendrix S D , Nielson E , Schutt M. Are seedlings from small seeds always inferior to seedlings from large seeds ? Effects of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca sativa* L. *New Phytol.* ,1993 ,119 (2) :299 — 303.

[19] Wada , Takashi , Endo , *et al.* Reducing seed damage by soybean bugs by growing small-seeded soybeans and delaying sowing time. *Crop Protection* ,2006 ,25 (8) :726 — 731.

[20] Wang R D. Guidance of crop cultivation experiment. Wulumuqi : Xinjiang University Press ,1998.

[21] Harper J L. Influence of seed size and depth of sowing on establishment and growth of varieties of fiber and oil seed flax. *Crop Science* ,1967 7 :527 — 532.

[22] Gross K L. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic plants. *J. Ecol.* ,1984 ,72 (2) :369 — 387.

[23] Xiang C P , Shi X M , Zhang Y. Effect of seed size on seed quality and yield in *Momrdia charantia* A. *Changjiang Vegetable* ,2002 ,2 :35 — 36.

[24] Gao H P , Zou L P , Xu Y Q , *et al.* Study the relation between 1000-grain weights and germination of soybean and corn. *Seed World* ,2001 ,9 :22 — 23.

[25] Zhang G R , Li S F , Zhang H W , *et al.* Effect of seed size on growth and yield of soybean. *Heilongjiang Agricultural Science* ,2000 ,3 :30 — 31.

[26] Weis I M. The effects of propagule size on germination and seedling growth in *Mirabilis hisuta*. *Can. J. Bot.* ,1982 ,60 (6) :959 ~ 971.

[27] Roach D A , Wulff R D. Maternal effects in plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* ,1987 ,18 :209 — 235.

[28] Fenner M. Seed ecology , New York : Chapman and Hall Press ,1985 ,103 — 112.

[29] Aarssen L W , Jordan C Y. Between-species patterns of covariation in plant size , seed size and fecundity in monocarpic herbs. *Ecoscience* ,2001 ,8 :471 — 477.

参考文献：

[6] 柯文山 , 钟章成 , 席红安 , 等. 四川大头茶地理种群种子大小变异及对萌发、幼苗特征的影响. *生态学报* ,2000 ,20 (4) :697 ~ 701.

[7] 刘万代 , 崔金梅 , 王化芬. 种子大小对冬小麦苗势及其幼穗发育的影响. *种子* ,2004 ,23 (3) :33 ~ 35.

[9] 张世挺 , 杜国祯 , 陈家宽 , 等. 不同营养条件下 24 种高寒草甸菊科植物种子重量对幼苗生长的影响. *生态学报* ,2003 ,23 (9) :1737 ~ 1744.

[11] 彭鸿嘉. 六种牧草种子大小和播种深度对出苗的影响. *草业科学* ,2001 ,18 (6) :30 ~ 35.

[13] 于顺利 , Mardelo Sternberg , 蒋高明 , 等. 地中海沿岸沙丘种子大小对植物及其种子多度的影响. *生态学报* ,2005 ,25 (4) :749 ~ 755.

[15] 刘生祥 , 宋晓华. 春小麦种子大小对主要性状及产量的影响. *种子* ,2003 ,1 :26 ~ 27.

[16] 朱雅娟 , 董鸣 , 黄振英. 沙埋和种子大小对固沙禾草沙鞭的种子萌发与幼苗出土的影响. *植物生态学报* ,2005 ,29 (5) :730 ~ 739.

[20] 王荣栋主编. 作物栽培学实验指导. 乌鲁木齐 : 新疆大学出版社 ,1998.

[23] 向长萍 , 史雪梅 , 张亚. 苦瓜种子大小对种子质量及产量的影响. *长江蔬菜* ,2002 ,2 :35 ~ 36.

[24] 高和平 , 邹礼平 , 徐运清 , 等. 大豆、玉米种子的千粒重与发芽成苗关系的研究. *种子世界* ,2001 ,9 :22 ~ 23.

[25] 张桂茹 , 李思芳 , 张洪文 , 等. 大豆种粒大小对生长发育及产量的影响. *黑龙江农业科学* ,2000 ,3 :30 ~ 31.