

黄土高原旱地豌豆早播增产机理研究

逢 蕾, 黄高宝

(甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 通过定位试验, 探讨了黄土高原旱地不同播种期对豌豆产量的影响, 供试材料为绿豌豆(高产品种)和燕农 2 号(低产品种)。结果表明, 不同播种期对高产豌豆品种出苗情况的影响大于对低产品种的影响。豌豆提前播种, 可以增加低产品种的单位面积干物质积累量, 但对高产品种的影响不显著。豌豆提前播种, 可以提前达到盛花期, 高产品种的盛花期早于低产品种的盛花期, 在盛花期有较长时间避开六月份的高温天气, 有利于高产。豌豆提前播种, 可以增加高产品种的产量, 显著增加低产品种的产量。有利于产量构成因素的形成, 提高籽粒水分利用效率。

关键词: 豌豆; 不同播种期; 产量

中图分类号: S529 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)06-0196-05

黄土高原干旱半干旱地区地处黄河中上游, 位于我国地理中心, 冬季寒冷干燥, 夏季温暖湿润, 区内日照时数为 2 000~2 800 h, 年总辐射量为 5 300~5 800 MJ/m²[1,2], 昼夜温差大, 光热资源条件有利于作物的光合作用, 适宜于大多数作物的生长。近年来, 随着市场经济的发展, 人民生活水平的提高, 饮食结构的调整, 豌豆的播种面积逐年增加。

豌豆是适应性很强的作物^[3], 性喜凉爽气候条件, 属半耐寒性植物, 其种子在 1~2℃可以萌动发芽, 最适温度 18℃, 苗期可耐零下 4~5℃低温^[4], 适宜生长发育温度为 12~25℃, 温度超过 26℃则对产量和品质有不良影响^[3]。豌豆属长日照作物, 在结荚期尤其需要有较强的光照和较长的日照时间^[5,6]。

纵观前人的研究成果, 发现对豌豆早播的产量关系及其增产机理的研究甚少, 因此设此试验, 为农业生产提供科学依据。由于豌豆幼苗可耐短期低温, 并且受冻害的幼苗有很强的恢复能力, 这为豌豆早播提供了可能性。

1 试区概况

试验设在陇中黄土高原干旱半干旱丘陵沟壑区的甘肃省定西市, 试区属中温带半干旱区。多年平均降水量 415.2 mm, 年蒸发量 1 531 mm, 干燥度 2.53, 80%保证率的降水量为 365 mm, 变异系数为

24.3%, 海拔 2 000 m 左右, 年均太阳辐射 591.89 KJ/cm², 日照时数 2 476.6 h, 年均气温 6.4℃, ≥0℃的积温 2 933.5℃, ≥10℃积温 2 239.1℃, 无霜期为 140 d。农业土壤以黄绵土为主, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀, 储水性能良好。0~200 cm 土壤容重平均为 1.17 g/cm³, 凋萎含水率 7.3%, 饱和含水率 21.9%。

2 材料与方法

试验于 2003 年 3 月~2004 年 7 月在甘肃省定西市李家堡镇甘肃农业大学旱农试验站进行。

2.1 试验设计

本试验设 2 个品种, 2 个播期, 共 4 个处理, 每处理三次重复, 共 12 小区, 小区面积 30 m²(3 m×10 m), 随机区组排列, 各处理设播种量 180 kg/hm², 行距 25 cm, 施肥量为纯氮 20 kg/hm², P₂O₅ 105 kg/hm², 所有肥料均作为基肥在播种时施入, 试区管理与当地大田管理相同。

参试品种: 绿豌豆(V1)——绿豌豆因其高产稳产优质自 70 年代初在当地广泛种植^[7]; 燕农 2 号(V2)——当地品种。

播种期: 2003、2004 年的 3 月 19 日(D1), 4 月 7 日(D2)。其中, D2 播种期为当地普遍采用的播种期。

4 个处理分别为: T1: V1D1; T2: V1D2; T3:

收稿日期: 2006-03-27

基金项目: 中澳合作项目 ACIAR "Improving the productivity and sustainability of rain fed farming systems for western Loess Plateau of Gansu Province"(LWR2/1999/094); 甘肃省农牧厅项目"甘肃省秸秆覆盖少免耕示范推广"(034048); 中国农村技术开发中心项目"西部侵蚀区保护性耕作技术与示范"(0390993)

作者简介: 逢 蕾(1979—), 女, 山东诸城人, 在读博士研究生, 主要从事耕作制度的研究。E-mail: pangl@st.gsu.edu.cn

通讯作者: 黄高宝(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事多熟种植、耕作制度、水肥高效利用和宏观农业的教学与研究工作。E-mail: Huanggb@gau.edu.cn

V2D1;T4;V2D2。

2.2 测定项目

播前土壤含水量;作物生育期:出苗,始花(田间开花株数达 10%),盛花(50%以上植株开花),终花(80%植株全部开花结束),成熟期^[8];基本苗数;作物生长动态;出苗,盛花,成熟各生育期的干物质积累量^[8];农艺性状:各小区取 20 株豌豆全株测定株高、节数、每株荚数、每株粒数、千粒重^[8];产量:各小区除去边行 0.5 m 后单打单收,以打碾产量折算公顷产量。试区降水量,气温(日最高、最低气温)

3 结果与分析

3.1 豌豆早播考种结果分析

豌豆的产量构成公式为:产量 = 单位面积

(667m²)株数×每株荚数×每荚粒数×千粒重,在本文中,将“每株荚数×每荚粒数”的值合并为“每株粒数”研究。

豌豆考种的结果表明(表 1),2003 年的测定数据显示,豌豆的每株节数为 T1 处理<T2 处理,T3 处理<T4 处理;每株荚数为 T1 处理>T2 处理,T3 处理<T4 处理;每株粒数为 T1 处理>T2 处理,T3 处理>T4 处理;千粒重为 T1 处理>T2 处理,T3 处理>T4 处理。2004 年的测定数据显示,除每株荚数为 T3 处理>T4 处理外,其它各指标的测定结果与 2003 年相同。说明豌豆早播对高产和低产品种的影响是一样的,虽然每穗节数减少,但是每株荚数、每荚粒数和千粒重增大了。

表 1 播期对不同品种豌豆产量构成因素的影响

Table 1 Effect of different sowing time on yield components of different varieties					
年份 Year	处理 Treatments	每株节数 Node number per plant	每株荚数 Pod number per plant	每株粒数 Grain number per plant	千粒重(g) 1000-grain weight
2003	T1	9.42 Cc	1.62 Aa	5.95 Aa	191.12 Bb
	T2	11.52 Aa	1.55 ABa	5.35 Aa	181.68 Bb
	T3	10.33 BCbc	0.74 CDbc	1.80 BCc	190.84 Bb
	T4	10.50 ABCb	0.80 CDbc	1.73 Cc	186.40 Bb
2004	T1	9.12 A 'B 'b 'c '	2.37 A 'a '	9.30 A 'a '	239.24 A 'a '
	T2	10.07 A 'a '	1.93 A 'a 'b '	7.50 A 'B 'a 'b '	191.58 B 'C 'b '
	T3	8.68 B 'c '	2.32 A 'a 'b '	6.98 A 'B 'C 'b 'c '	177.04 C 'c '
	T4	9.43 A 'B 'a 'b 'c '	1.90 A 'a 'b '	4.87 C 'c '	143.23 D 'd '

注:a,b,c;表示 2003 年测定值 SSR_{0.05}水平差异显著;A,B,C;表示 2003 年测定值 SSR_{0.01}水平差异显著;a',b',c';表示 2004 年测定值 SSR_{0.05}水平差异显著;A',B',C';表示 2004 年测定值 SSR_{0.01}水平差异显著。下同。
Note:a,b,c; mean SSR_{0.05} level significant difference in 2003; A,B,C; Mean SSR_{0.01} level significant difference in 2003;a',b',c'; mean SSR_{0.05} level significant difference in 2004; A',B',C'; mean SSR_{0.01} level significant difference in 2004. The same as below .

3.2 豌豆早播出苗率分析

产量构成因素中的另一个因素“单位面积(667m²)株数”是由播种量和出苗率共同决定的。在本试验各处理的播种量相同的情况下,豌豆的出苗率决定了“单位面积(667m²)株数”这一产量构成因素。

播前测定土壤含水量为 13.32%。由图 1,通过对豌豆的出苗率的分析可知,2003 年豌豆的基本苗数是 T1 处理<T2 处理,T3 处理<T4 处理;T3 处理>T1 处理,T4 处理>T2 处理。2004 年的测定结果与 2003 年的相同。说明,不管对高产豌豆品种还是对低产豌豆品种,豌豆早播比常规播期的出苗率差;低产品种燕农 2 号的出苗率比高产品种绿豌豆的出苗率高。

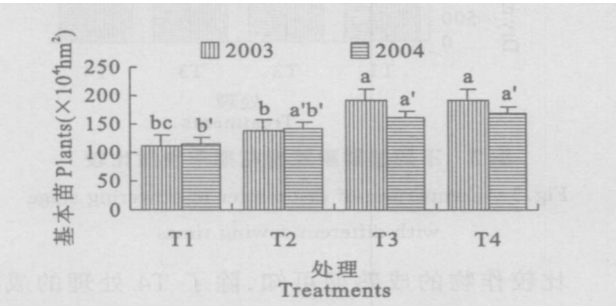


图 1 不同播期豌豆基本苗比较

Fig.1 Comparison of field pea plants with different sowing times

通过以上分析可知,豌豆早播不利于豌豆的出苗、茎秆节数的形成,但是有利于豌豆形成较多的豆荚、籽粒和较高的千粒重。

3.3 豌豆早播对开花期和成熟期的影响

开花结荚期是豌豆一生中需要养分、水分最多

的时期,营养器官和生殖器官对营养物质的竞争比较强烈,种子的干物质积累,大部分是在这一时期形成的^[1]。

由图 2 可知,随着播种期推迟,豌豆的盛花期也推迟。T1 处理和 T2 处理的盛花期相差 2 d,T3 处理和 T4 处理的盛花期相差 8 d。各处理从播种到盛花的天数平均为:T1 处理 81 d,T2 处理 64 d,T3 处理 89 d,T4 处理 78 d。也就是说,提早播种,作物的营养生长期延长。

T1 处理比 T3 处理的盛花期早 9 d,T2 处理比 T4 处理的盛花期早 15 d。即同一日期播种的豌豆盛花期,绿豌豆早于燕农 2 号。也就是无论播种期是否提前,燕农 2 号的营养生长期比绿豌豆长。由于燕农 2 号的营养生长期比绿豌豆的长,因此在盛花期干物质的测定中,二者表现为差异不显著(图 3)。

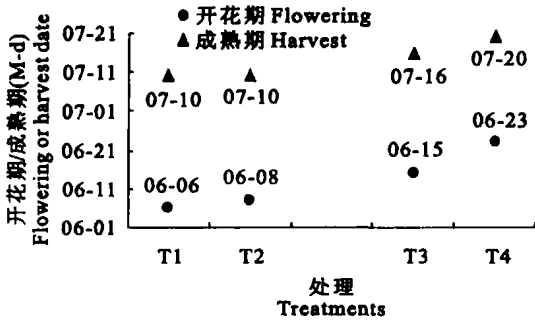


图 2 不同播期豌豆盛花、成熟期比较

Fig.2 Comparison of flowering and harvest date

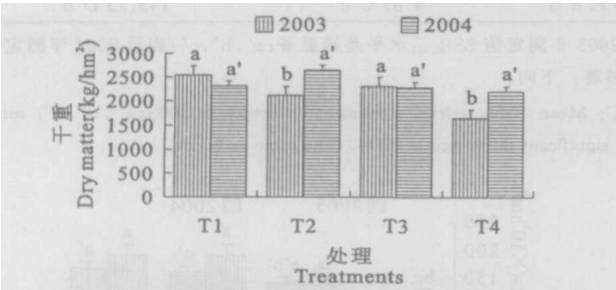


图 3 不同播期豌豆盛花期干物质比较

Fig.3 Comparison of dry matter in flowering stage with different sowing times

比较作物的成熟期可知,除了 T4 处理的成熟期为 7 月 20 日以外,T1 处理和 T2 处理的成熟期一样,都是 7 月 10 日,T3 处理的成熟期为 7 月 16 日,豌豆早播处理的成熟期没有提前,即豌豆提前播种,可以延长作物的生育期。不同处理的豌豆开花期到成熟期的天数分别为 T1 处理 34 d,T2 处理 32 d,T3 处理 31 d,T4 处理 27 d。即豌豆早播可以延长籽粒灌浆时间,增加籽粒干物质积累,有利于产量的形成。

3.4 豌豆早播干物质积累分析

由图 3 可知,豌豆盛花期的干物质积累量在 2003 年是 T1 处理>T2 处理,T1 处理为 2 551.85 kg/hm²,T2 为 2 118.51 kg/hm²,T3 处理>T4 处理,T3 处理为 2 311.11 kg/hm²,T4 处理为 1 637.04 kg/hm²,差异显著;在 2004 年是 T1 处理<T2 处理,T1 处理为 2 323.11 kg/hm²,T2 为 2 658.93 kg/hm²,T3 处理>T4 处理,T3 处理为 2 293.33 kg/hm²,T4 处理为 2 201.60 kg/hm²,差异不显著。2003 年和 2004 年的数据均表明:T1 处理和 T3 处理、T2 处理和 T4 处理的花期干物质积累量差异不显著,即高产品种和低产品种在盛花期干物质积累量没有显著差异。

由以上分析可知,豌豆提早播种,有利于增加干物质积累量,为后期作物高产打下良好的基础。高产豌豆品种和低产豌豆品种在盛花期干物质积累量差异不显著。

3.5 豌豆产量形成期气温的变化分析

气温对豌豆的生长具有很大的影响。有资料表明,适宜生长发育温度为 12~25℃,温度超过 26℃则对产量和品质有不良影响^[1]。通过对气温的测定显示(图 4),在 6 月 16 日,当地的最高气温超过了 25℃,为 26.5℃。而豌豆提前播种,就可以在开花结荚期有较长时间避开高温天气,为作物高产打下良好的基础。T1 处理、T2 处理和 T3 处理的盛花期早于 6 月 16 日,T1 处理早 10 d,T2 处理早 8 d,T3 处理仅早 1 d。因此豌豆提前播种,不但可以增加花前干物质积累的时间,为作物高产打下良好的基础,而且可以避开花期高温,延长有利于形成籽粒的时间。

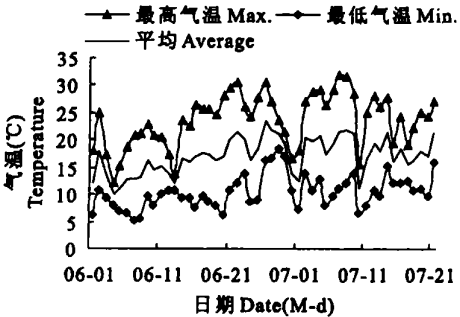


图 4 盛花至成熟期气温变化

Fig.4 Temperature change from flowering stage to harvest

3.6 豌豆早播水分利用效率分析

由于籽粒水分利用效率=单位面积单位重量籽粒/单位面积耗水量^[9]。由表 2 可知,在 2003、2004 年,籽粒水分利用效率都是 T1 处理>T2 处理,T3 处理>T4 处理,即豌豆早播,籽粒水分利用效率提

高。由籽粒水分利用效率 T1 处理>T3 处理,T2 处理>T4 处理可知,绿豌豆的水分利用效率高于燕农 2 号的水分利用效率,即绿豌豆产量高于燕农 2 号的原因是有较高的水分利用效率,即在相同的外界环境条件下,水分利用效率高的豌豆品种产量高。

表 2 不同播种期对豌豆籽粒水分利用效率的影响
table 2 Effect of different sowing times on water use efficiency

年份 Year	处理 Treatment	生育期降水量 Growth duration amount of precipitation (mm)	≥5 mm 有效降水量 ≥5 mm effective precipitation (mm)	有效降水率 Rate of effective precipitation (%)	籽粒产量 Grain yield (kg/hm ²)	籽粒水分利用效率 Water use efficiency of pea grains (kg/mm)
2003	T1	184.00	154.70	84.08%	853.54	5.52
	T2	162.00	134.10	82.78%	642.42	4.79
	T3	184.00	154.70	84.08%	535.35	3.46
	T4	162.00	134.10	82.78%	381.82	2.85
2004	T1	126.70	114.00	89.98%	1426.13	12.51
	T2	120.00	114.00	95.00%	1191.78	10.45
	T3	126.70	114.00	89.98%	995.80	8.74
	T4	120.00	114.00	95.00%	923.67	8.10

注:籽粒水分利用效率=籽粒产量(kg/hm²)/每公顷≥5 mm 有效降水量(mm)
Note:Water use efficiency=yield(kg/hm²)/≥5 mm effective precipitation per hectare(mm)

3.7 豌豆早播产量分析

由图 5 可知,绿豌豆和燕农 2 号在 2003、2004 年的产量变化趋势一致,都是 T1 处理>T2 处理,T3 处理>T4 处理,即豌豆早播,产量提高。4 个处理的两个豌豆品种的产量表现均为 2004 年高于 2003 年,结合表 2 的水分利用效率分析,可进一步证明,作物的水分利用效率与作物产量呈正相关关系。

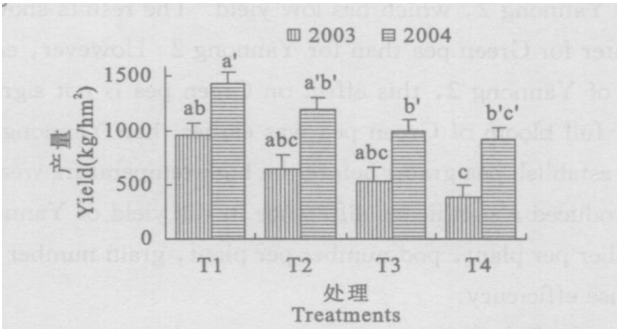


图 5 不同播期豌豆产量比较

Fig.5 Total biomass grain yield harvest index

由前面的分析已知,温度超过 26℃则对产量和品质有不良影响,即高温对豌豆形成产量具有不利的影响。由前面的分析已知(图 4),在豌豆形成产量期间,正值不利于产量形成的高温天气,而避开高温天气的时间越长,越有利于产量的形成。从对豌豆盛花期干物质积累量的分析(图 3)可知,干物质积累量差异不显著,而对豌豆产量的分析显示,不同播期的豌豆产量差异显著(图 5),这主要是由于温度的影响所致。

3.8 降水对豌豆产量影响分析

据测定,该地区 2003 年降水总量为 564.5 mm,2004 年降水总量为 344.5 mm,由表 2 可知,2003 年的降水,超过 300 mm 的降雨在豌豆生育期以外,这些水贮存在土壤中,为 2004 年豌豆生长提供了良好的底墒。因此,虽然该地区 2004 年的降水量远远小于 2003 年的降水量,但是豌豆产量仍然高于 2003 年的豌豆产量。

也就是说,在干旱半干旱地区,水分也是影响豌豆产量的重要原因,水分因素包括土壤含水和降水。

通过以上分析,我们得出:①无论是高产的还是低产的豌豆品种,适当提前播种,可以提高作物的产量;②推迟播种,低产豌豆的减产幅度大于高产豌豆的减产幅度,也就是说,播种期对低产豌豆的影响大于对高产豌豆的影响;③提前播种可以有较长的时间避开 6 月份的高温天气,为形成产量创造有利条件;④水分对豌豆产量的影响较大,作物可吸收利用的水分多,产量就高。

4 结论与讨论

- 1) 在黄土高原干旱半干旱地区,提前播种豌豆可以提高作物产量,尤其高产品种——绿豌豆的增产效果明显。也就是说,在该地区当前的耕作栽培模式下,选择在 3 月下旬种植绿豌豆,可以获得较好的经济效益。
- 2) 豌豆提前播种可以增加单位面积干物质积累量,有利于产量构成因素的形成,延长作物营养生

长期,避开花期高温,延长籽粒形成的有利时间,提高籽粒水分利用效率。

3) 有待进一步研究的问题:

豌豆早播的病害。有些研究表明^[12,13],豌豆早播会加重病害,但在本研究中,尚未发现该现象。

豌豆早播比常规播期的出苗率差的原因,可能与播前土壤含水量有关,需要进一步试验研究探讨。

参 考 文 献:

[1] 张恩和,黄高宝. 甘肃黄土高原农业可持续发展的限制因素与克服途径[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 9—13.
[2] 黄高宝,张恩和. 甘肃黄土高原生态环境建设与农业可持续发展战略研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(1): 16—19.
[3] 王树安. 作物栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 287—289.
[4] 刘秉信,祁翠兰,赵宏光,等. 食荚豌豆播期试验[J]. 内蒙古农业科技, 1996, (1): 14.
[5] 崔立君. 菜用豌豆及其淡季栽培技术[J]. 北方园艺, 1998, (3,

4): 25—26.
[6] 时永杰,杜天庆. 黄土高原半干旱山区箭舌豌豆品种比较研究[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 93—96.
[7] 王 华. 定西豌豆根腐病的发生流行与综防意见[J]. 甘肃农业科技, 1995, (6): 32—33.
[8] 牛俊义,杨祁峰. 作物栽培学研究方法[M]. 兰州: 甘肃民族出版社, 1998. 41—46; 15.
[9] 赵良菊,肖洪浪,李新荣,等. 灌水量对土壤水肥分布与春小麦水分利用效率的影响[J]. 中国沙漠, 2005, 25(2): 256—261.
[10] 胡立峰,张立峰. 风蚀地区的保护性耕作探讨[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 219—221.
[11] 黄富祥,王明星,王跃思. 植被覆盖对风蚀地表保护作用研究的某些新进展[J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 627—633.
[12] J. Lecoeur, B. Ney. Change with time in potential radiation-use efficiency in field pea[J]. Europ J Agronomy, 2003, 19: 91—105.
[13] Bertrand Ney. Comparison of different models predicting the date of beginning of flowering in pea (*Pisum sativum* L.)[J]. Ecological Modelling, 1999, 118: 213—226.

Study on the mechanism of yield increase of field pea by early sowing in Loess Plateau

PANG Lei, HUANG Gao-bao

(College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: The effects of different sowing dates for two varieties of field pea have been examined through field site observations in an arid area of the Loess Plateau over two years. The experiment focused on two varieties of field pea, Green pea, which has high yield, and Yannong 2, which has low yield. The results showed that the effect of sowing date on plant numbers was greater for Green pea than for Yannong 2. However, early sowing could improve unit area dry matter accumulation of Yannong 2, this effect on Green pea is not significant. With early sowing peas reached full bloom earlier, full bloom of Green pea was earlier than Yannong 2. Yields could also be improved as plants had much time to establish pea grains before the high temperature weather came. This was particularly true for Green pea and produced a significant difference in the yield of Yannong 2. Early sowing was shown to positively affect node number per plant, pod number per plant, grain number per plant and grain weight, and improved pea grains water use efficiency.

Keywords: field pea; different sowing date; yield; ecological effect