

玉米组合及其株叶性状对间穴大豆的影响

唐永金, 林绍森

(西南科技大学生命科学与工程学院, 绵阳 621000)

摘要 采用 10 个玉米杂交组合与大豆间穴种植, 研究玉米组合及其株叶性状与大豆产量和经济性状的关系。结果表明: 不同玉米组合对间穴大豆的产量影响极显著; 大豆的单株产量与间穴玉米的株高和穗位高呈正相关, 与间穴玉米灌浆期单株叶面积和穗位上部叶面积呈负相关, 与玉米穗位下部叶面积呈显著的负相关; 从相关系数来看, 玉米叶面积对大豆经济性状的不良影响是, 穗位下部叶面积 > 单株叶面积 > 上部叶面积; 玉米株型对大豆单株产量和经济性状的不良影响程度是平展型玉米略小于半直立型玉米。大豆植株顶部和基部相对光照强度与间穴玉米的株高和穗位高呈不显著的正相关, 与玉米的叶面积呈不显著的负相关。玉米株型和叶面积分布不同, 对行间地面和穴间的光照强度有不同的影响。因此, 大豆与玉米间穴种植和间行种植应选用不同株叶性状的玉米品种。

关键词 大豆; 玉米, 间穴种植; 影响

中图分类号 S344.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)03-0363-06

EFFECTS OF CORN HYBRIDS AND THEIR PLANT AND LEAF CHARACTERS ON INTERCROPPED SOYBEAN

TANG Yong-jin; LIN Shao-sen

(Life and Engineering College, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, 621000)

Abstract The trial of intercropping ten corn hybrids and one soybean variety with interval holes was carried out to research the effect of plant and leaf characters of corn on intercropped soybean. The results were as follow: (1) Influence of varied corn hybrids on the yield of intercropped soybean had a significant difference. (2) The yield per plant of the soybean was positively correlative with the plant height and ear position of corn hybrids, negatively correlative with leaf area per plant and leaf area above ear of corn, and significantly and negatively correlative with leaf area under ear of corn. (3) The bad influence of corn leaf area on the yield characters of soybean was leaf area under ear > leaf area per plant > leaf area above ear based on the correlation coefficients. (4) The bad influence of level plant type of corn on the yield and yield characters of soybean was a bit less than that of half upright plant type of corn. (5) The relative illumination intensity above and under soybean were positively correlative with the plant height and ear position of corn, and negatively correlative with leaf area of corn. The illumination intensity between rows

收稿日期: 2006-08-03

基金项目: 本研究受到西南科技大学农科基金资助(2004-03)

作者简介: 唐永金(1958-), 男, 教授, 主要研究方向作物栽培生态。

and the illumination intensity between holes were differently influenced by plant types and leaf area distribution of corn, so the plant and leaf characters of corn varieties intercropped with soybean in interval holes are different from that intercropped with soybean in interval rows.

Key words Soybean; Corn; Intercropping in interval holes; Influence

大豆和玉米在许多方面具有互补作用。大豆的蛋白质和脂肪含量高,玉米的碳水化合物含量高,在品质营养上具有互补作用。大豆是固氮作物,玉米是耗氮作物,在氮素需求上有互补作用。大豆需光照相对较弱,玉米需光照相对较强,在光照利用上具有互补作用。因此,大豆和玉米间作是我国重要的间作方式,也是间作研究的重要内容。在国内,人们在大豆玉米间作的增产增收效应和技术上^[1~7],在氮素吸收利用和转移上^[8,9],光照效应上^[10,11],以及在互补与竞争^[12]等方面进行了大量的研究。在国外,人们对玉米大豆间作的微环境^[13]、杂草控制^[14]、产量成份影响^[15]等方面也进行了研究。

大豆与玉米的间作方式有间行种植和间穴(窝)种植,已有的研究主要集中在间行种植上,而对间穴种植的研究较少。同时,在大豆与玉米的间作中,对农田生态小气候,特别是对复合群体光照起主导作用的是玉米。不同玉米品种或杂交组合具有不同的株叶生长特点,对间作大豆有不同的影响,但对此还少见或未见报道。本试验的目的是,研究不同玉米组合及其株叶性状对间穴大豆的影响,明确玉米株型、株高、穗位高、玉米后期单株叶面积、穗位上部叶面积和穗位下部叶面积与大豆的关系,为生产上选用适宜的玉米品种与大豆间穴种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验采用 10 个玉米杂交组合,其中平展型 6 个,半直立型 4 个。平展型组合有:西科 98、农单 138、西科 3848、黄苏 37、绵单 1 号、绵玉 49。半直立型组合有:西科 37、农单 51、金单 37、川 7939。所有组合均由西南科技大学玉米育种组提供。

试验用的大豆品种为当地主要采用的晚熟地方品种“九月黄”。

1.2 试验地概况

试验地为绵阳市游仙区街子乡王猛村,前茬小麦,紫色壤土,肥力中等。试验地地势平坦,开阔

向阳。

1.3 试验设计与方法

玉米随机区组设计,3 次重复,5 行区,行长 6.0 m,行宽 0.8 m,穴距 0.5 m,每穴定苗 2 株,每行 12 穴 24 株,密度 50025 株/hm²。2005 年 5 月 22 日播种,8 月 26 日收获。施肥管理方法同当地大田生产。

在四川丘陵地区,夏玉米与晚熟大豆的间作有间行种植和间穴(窝)种植。不少农民为了玉米管理方便,常常采用间穴的种植方式。本试验也采取间穴种植,即在两穴玉米之间种一穴大豆,每穴播种 4~5 粒,定苗 2 株,密度 50025 株/hm²。大豆穴与玉米穴距离在 0.25 m。6 月 7 日播种,10 月 23 日收获。按照当地方法,大豆未进行施肥。

1.4 田间测量

在玉米灌浆期(8 月 4~5 日),每个小区选取 10 株有代表性的植株,挂牌标记,测量其株高、穗位高、每片叶绿色部分的长度和宽度。并按长×宽×0.70 计算单叶面积^[16]。每株单叶面积相加得到单株叶面积,穗位以下(包括穗位叶)叶片面积相加得到穗位下部叶面积,穗位叶以上叶片面积相加得到穗位上部叶面积。

在玉米灌浆期,用 MS6610 型数字照度计测量不同组合玉米行中间(简称玉米行间)地面、大豆植株顶部和基部的光照强度以及自然光强,用玉米行间地面、大豆植株顶部和基部的光强占自然光强的百分数作为相对光照强度进行田间光强分析。

1.5 收获与室内考种

成熟时,每个试验小区选取有代表性的大豆植株 30 株,捆扎挂牌标记。然后分小区收获计产。对取样植株,测量大豆分枝数、结荚数、荚粒数、百粒重、单株产量等性状,以株平均数进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米组合及株型对间穴大豆的影响

2.1.1 不同玉米组合对间穴大豆的影响 同一大豆品种与不同玉米组合(品种)间作,大豆产量是不同的。在本研究中,与绵玉 49 间作的大豆产量最高,与农单 51 间作的大豆产量最低。方差分析表

明,玉米组合对间作大豆的影响是极显著的 ($F = 4.81 > F_{0.01} = 3.60$)。

在不同玉米组合的间穴种植下,大豆的一次分枝数、主花序有效荚数、分枝有效荚数、单株有效荚数、单株粒数和百粒重均表现出不同程度的差异。其中,差异十分明显的有单株粒数以及有效荚数。

2.1.2 玉米株型对间穴大豆的影响 玉米株型不同,植株叶片的生长角度不同,对间作大豆的经济性状有不同的影响。本试验结果表明,在间穴种植的条件,平展型玉米和半直立玉米对大豆单株有效荚数和百粒重的影响差异很小,对大豆一次分枝数、主花序和分枝的有效荚数、单株粒数以及单株产量有

一定的差异。不良影响程度是平展型玉米略小于半直立型玉米。

2.2 玉米株高、穗位高和叶面积与间穴大豆的关系

2.2.1 玉米株高、穗位高和叶面积与间穴大豆单株产量的关系 不同玉米组合的株高、穗位高、灌浆期单株叶面积、穗位下部和上部叶面积有较大的差异(表1)。这些性状对间穴大豆的单株产量有着不同的影响。相关分析表明,间作玉米的株高和穗位高与大豆的单株产量有正相关关系,但相关不显著;间作玉米灌浆期单株叶面积、穗位下部和上部叶面积与大豆单株产量是负相关关系(表1)。其中,穗位下部叶面积与大豆单株产量呈显著的负相关。

表1 间作玉米的株高、穗位高和单株叶面积与大豆单株产量及其相关系数

Table 1 The plant height, ear position and leaf area of intercropped corn hybrids, seed yields per plant of the soybean and their correlation coefficients

组合名称 Name of corn hybrids	玉米株高 Corn plant height cm	玉米穗高 Corn ear position cm	穗上部分 叶面积# Leaf area above ear of corn cm ²	穗下部分 叶面积# Leaf area under ear of corn cm ²	玉米单株 叶面积# Leaf area per plant of corn cm ²	大豆单株产量 Seed yield per plant of soybean g
西科 98 Xike 98	238.6	93.5	2979	1712	4691	14.63
西科 37 Xike 37	160	63.6	1938	1246	3184	13.23
农单 51 Nongdan 51	240.3	103.3	2474	1424	3899	12.57
农单 138 Nongdan 138	240.2	90.5	2028	1285	3314	14.91
西科 3848 Xike 3848	210.5	82.2	2827	1982	4809	10.41
黄苏 37 Huangsu 37	235.7	90.2	2663	1769	4432	14.43
绵单 1 号 Miandan 1	244.5	80.6	2362	1881	4243	11.75
金单 37 Jindan 37	202.9	78.4	2415	1402	3817	12.89
川 7939 Chuan 7939	229.5	88.38	2355	1990	4345	10.47
绵玉 49 Mianyu49	255.4	88.98	2279	1368	3647	15.22
相关系数 Correlation coefficients	0.2252	0.1228	-0.1467	-0.6471 *	-0.4249	

注: #: 玉米叶面积指灌浆期绿色叶面积。
Note: #: Leaf area of corn is the green leaf area of corn in the milk; * $r_{0.05,8} = 0.632$ 。

就不同株型玉米而言,平展型玉米单株叶面积、穗下部叶面积和穗上部叶面积与大豆单株产量的相关系数分别是 -0.5752、-0.8110 和 -0.3158,只有穗下部叶面积与大豆单株产量的负相关达到显著

水平($r_{0.05,4} = 0.811$);半直立型的相关系数分别为 -0.8597、-0.9956 和 -0.3558,也只有穗下部叶面积与大豆单株产量的负相关达到显著水平($r_{0.05,2} = 0.950$)。

2.2.2 玉米株高、穗位高和叶面积与大豆主要经济

性状的关系 大豆经济性状与间作玉米的株高、穗位高和叶面积有不同性质和不同程度的相关关系(表2)。间作玉米的株高和穗位高与大豆经济性状呈不显著的正相关关系;玉米穗位叶上部叶面积与大豆多数经济性状呈不显著的负相关;玉米穗位叶

下部叶面积、单株叶面积均与大豆经济性状呈不显著的负相关。从相关系数的绝对值来看,玉米叶面积对大豆经济性状的不良影响是,穗位下部叶面积>单株叶面积>上部叶面积。

表2 玉米株高、穗位高和叶面积与间作大豆经济性状的相关系数
Table 2 The correlation coefficients between plant height, ear position and leaf area of intercropped corn hybrids and economic characters of the soybean

玉米株叶性状 Plant and leaf character of corn	大豆一次分枝数 First branches of soybean	大豆主花序有效荚数 Effective pods of main inflorescence of soybean	大豆分枝有效荚数 Effective pods of soybean branch	大豆单株有效荚数 Effective pods per plant of soybean	大豆单株粒数 Seed number per plant of soybean	大豆百粒重 100 – seed weight of soybean seeds
株高 CPH	0.3345	0.1954	0.4512	0.2905	0.3059	0.4629
穗高 CEP	0.0848	0.2675	0.2781	0.2978	0.2432	0.1288
穗上部分叶面积 LAAEC	-0.3601	0.2319	-0.2055	0.1111	-0.0358	-0.2206
穗下部分叶面积 LAUEC	-0.5015	-0.3036	-0.5672	-0.4207	-0.5589	-0.1064
单株叶面积 LAPPC	-0.4719	-0.024	-0.4164	-0.1553	-0.3134	-0.164

Note: CPH = corn plant height; CEP = Corn ear position; LAAEC = Leaf area above ear of corn; LAUEC = Leaf area under ear of corn; LAPPC = Leaf area per plant of corn. * $r_{0.05,8} = 0.632$ 。

2.3 玉米组合、株高、穗位高、叶面积和株型对间穴大豆光照的影响

不同玉米组合因其株高、穗位上部叶面积、穗位下部叶面积、单株叶面积、叶片直立状况以及叶片面积在穴间和行间的分布差异,使其大豆顶部、基部和玉米或大豆行间(因大豆与玉米间穴种植,玉米行间也就是大豆行间)地面的相对光照强度有不同的变化。相关分析表明,大豆顶部相对光照强度与间作玉米的株高和穗位高呈不显著的正相关,与玉米的叶面积呈不显著的负相关;大豆基部相对光照强度与玉米叶面积也呈负相关关系;玉米行间地面相对光强与玉米穗上部分叶面积、单株叶面积呈显著的负相关关系(表3)。

从相关系数的绝对值来看,玉米穗下部叶面积与大豆顶部或基部相对光强的相关系数大于玉米穗上部叶面积与大豆顶部或基部相对光强的相关系数。主要原因是,本试验是大豆和玉米间穴种植,大豆和玉米植株距离较近,玉米下部叶对大豆的遮光影响相对较大。

表3 玉米株高、穗位高和叶面积与田间相对光照强度的相关系数

Table 3 The correlation coefficients between plant height, ear position and leaf area of intercropped corn hybrids and field relative illumination intensity

项目 Item	株高 CPH	穗高 CEP	穗上部分叶面积 LAAEC	穗下部分叶面积 LAUEC	单株叶面积 LAPPC
大豆顶部 Above soybean	0.3544	0.1262	-0.3968	-0.4471	-0.4648
大豆基部 Under soybean	-0.1226	0.159	-0.3121	-0.6071	-0.4933
玉米行间地面 Ground among corn rows	-0.3339	-0.4048	-0.6374 *	-0.5132	-0.6393 *

Note: CPH = corn plant height; CEP = Corn ear position; LAAEC = Leaf area above ear of corn; LAUEC = Leaf area under ear of corn; LAPPC = Leaf area per plant of corn. * $r_{0.05,8} = 0.632$ 。

另外,玉米株型对田间相对光强也有不同的影响。与平展型玉米间作的大豆,顶部相对光强平均为14.3%,基部为5.02%,行间地面为9.35%;与半直立型玉米间作的大豆,顶部相对光强平均为12.4%,基部为5.03%,行间地面为11.53%。

3 小结与讨论

在玉米和大豆的复合群体中,大豆株高只有玉米的1/6~1/4,处于复合群体的下层。虽然大豆有一定的耐荫性,但长期处于复合群体的下层,光照不足常常是影响大豆产量的重要因素。模拟遮光^[17,18]和玉米对大豆遮光^[19]均对大豆产生不良影响。玉米组合及其株叶性状对间作大豆的影响,主要通过影响大豆的光照条件来实现的。

3.1 平展型玉米比半直立型玉米对间穴大豆较为有利

在四川,间行种植是在两行玉米中间种一行大豆,大豆行与玉米行距离在0.4~0.5 m,大豆植株与玉米植株的距离也多在0.4~0.5 m。间穴种植的大豆和玉米在同一行,是在两穴玉米之间种一穴大豆,大豆穴与玉米穴距离在0.25~0.3 m之间。试验采用间穴种植,大豆与玉米的穴距为0.25 m,大豆与玉米植株间的距离一般在0.25 m以内。如果考虑大豆穴内有些株距在0.03~0.05 m,玉米穴内有些株距在0.05~0.08 m,不少大豆植株与玉米植株的距离只有0.15 m左右。在大豆植株与玉米植株距离很近的情况下,玉米近植株的叶面积越小,对大豆越有利。

平展型玉米叶片与茎的夹角较大,植株附近叶面积相对较小,而行中间叶面积相对较大,不利于大豆的间行种植。半直立型玉米叶片多斜上举分布,植株附近叶面积相对较大,而行中间叶面积相对较小,有利于大豆的间行种植。研究表明,半直立型玉米行中间地面的相对光照强度比平展型高二个多百分点。因此,如果大豆与玉米间行种植,选用半直立型玉米对大豆是有利的。但在间穴种植条件下,大豆植株与玉米植株很近,半直立型玉米叶面积比平展型玉米叶面积更多地分布在玉米植株附近,使大豆遮光程度相对较重。研究表明,大豆与平展型玉米间穴种植,植株顶部的相对光照强度比与半直立型玉米间穴种植高近2个百分点。因此,平展型玉米在植株附近分布的叶面积相对较小,遮光程度相

对较轻,对间穴大豆产量的不良影响相对较小。

3.2 穗下部叶面积较小、植株较高的玉米对间穴大豆较为有利

在玉米中后期,单株叶面积、玉米穗下部叶面积以及穗上部叶面积对大豆单株产量、一次分枝数、有效荚数和粒数有不同程度的负向影响。无论是平展型玉米还是半直立型玉米,均以玉米穗下部叶面积的负向影响较大,单株叶面积次之,穗上部叶面积较小。就多数情况而言,玉米穗下部叶面积越大,穿插在间穴大豆植株中间的玉米叶片越多,大豆植株基部的相对光照强度越低,不良影响越大。另外,在叶面积相近的情况下,玉米植株较高,叶距较大,有较多的光照透过叶间空隙,可以减少对间穴大豆的遮光,故本研究中玉米株高对间穴大豆植株顶部的相对光强有一定程度的正相关关系。因此,在大豆与玉米间穴种植时,无论是选用平展型玉米还是半直立型玉米,都应选择穗下叶面积较小,植株较高的品种。

3.3 平展型玉米单株叶面积较大,但对间穴大豆遮光的叶面积相对较小

本研究中,平展型玉米比半直立型玉米穗下部叶面积大9.94%,穗上部叶面积大9.91%,既然玉米穗下部叶面积和穗上部叶面积与大豆产量呈负相关关系,为何同平展型玉米间种大豆的产量比同半直立型玉米间种大豆的产量要高呢?主要原因是,平展型玉米比半直立型玉米近植株叶面积相对较少,对间穴大豆的遮光叶面积相对较少。对此前面已作了定性的分析,这里试作定量讨论。

根据玉米不同株型的定义^[20],平展型玉米果穗以上叶片夹角约60°,果穗下部叶片夹角约75°;半直立型玉米果穗以上叶片夹角小于45°,果穗下部叶片夹角约60°。在本研究中,平展型玉米穗上部平均叶长56.3 cm,平均叶宽6.89 cm;穗下部平均叶长52.3 cm,平均叶宽6.37 cm。半直立型玉米穗上部平均叶长50.6 cm,平均叶宽6.98 cm;穗下部平均叶长45.6 cm,平均叶宽6.65 cm。就平展型玉米而言,穗上部玉米叶片的投影长度在植株(指茎秆,下同)48.8 cm(56.3 cm×Sin60°)以内,穗下部叶片的投影长度在植株50.5 cm(52.3 cm×Sin75°)以内。就半直立型玉米而言,穗上部玉米叶片的投影长度在植株35.8 cm(50.6 cm×Sin45°)以内,穗下部叶片的投影长度在植株39.5 cm(45.6 cm×Sin60°)以内。

因两种玉米株型叶片形状相似,在计算叶面积时乘矫正系数消除了叶端部分狭窄的影响,玉米叶面积对地面的投影遮光情况主要取决于叶片宽度和叶尖距植株的投影距离。玉米叶尖到植株的投影距离越长,宽度越小,对玉米植株近处遮光的比例越小;叶尖到植株投影距离越短,宽度越大,对玉米植株近处遮光的比例越大。间穴大豆距玉米植株很近,玉米植株附近投影遮光越多,对大豆越不利。在本研究中,平展型玉米比半直立玉米穗下部叶片窄 4.21%,叶尖到植株投影距离长 27.85%;穗上部叶片窄 1.29%,叶尖到植株投影距离长 36.31%。也就是说,在半直立型玉米穗下部叶面积全部分布在植株附近 39.5 cm 以内的情况下,平展型玉米穗下部叶面积至少有 27.85% 分布在植株 39.5 cm 以外,远远超过比半直立型多的 9.94%;在半直立型玉米穗上部叶面积全部分布在植株附近 35.8 cm 以内的情况下,平展型玉米穗上部叶面积至少有 36.31% 分布在植株 35.8 cm 以外,远远超过比半直立型多的 9.91%。因此,平展型玉米虽然叶面积比半直立型玉米大,但分布在距植株较远的面积比例更大,对距植株 25 cm 以内大豆的投影遮光面积远小于半直立型玉米。这也是本研究中大豆与平展型玉米间穴种植,植株顶部的相对光照强度比与半直立型玉米间穴种植高近 2 个百分点的主要原因。

综上所述,大豆与玉米间穴种植和间行种植,大豆植株与玉米植株的距离不同,玉米对大豆光照影响特点不同,在玉米品种株型和植株叶片面积分布上应有不同的要求。在大豆与玉米间行种植时,大豆植株与玉米植株相对较远,一般要求玉米植株较矮,叶片直立或半直立的品种;选用单株叶面积较小,尤其是穗上叶面积较小的品种,可以减少对大豆的不良影响。但在大豆与玉米间穴种植的条件下,大豆植株距玉米植株很近,应该选用那些植株较高,株型平展的品种;选用单株叶面积较小,尤其是穗下部叶面积较小的玉米品种,可以减少对大豆的不良影响。

参 考 文 献

[1] 苏艳红,黄国勤,刘秀英,等. 红壤旱地玉米大豆间作系统的增产增收效应及其机理研究[J]. 江西农业大学学报,2005,

27(2):210-213.

[2] 马骥,马淑云,程寅生,等. 玉米大豆间作效应分析[J]. 西北农业大学学报,1994,22(4):30-34.

[3] 何言章. 玉米间作大豆的密度配置及方式试验[J]. 贵州农业科学,1985(1):21-27.

[4] 刘伟明,叶安民. 春玉米+春大豆间作复合群体结构的优化[J]. 浙江农业学报,2004,16(3):131-135.

[5] 刘伟明. 春玉米春大豆间作种植技术研究[J]. 中国农学通报,2005,21(2):115-125.

[6] 陈颖,邹超亚. 玉米大豆间作复合群体优化配置与生产力研究[J]. 资源科学,1999,21(4):75-79.

[7] 刘鸿雁,赵致,王有荣,等. 麦肥地玉米大豆间作不同处理效应研究[J]. 中国农学通报,2001,17(3):41-43.

[8] 李少明,赵平,范茂攀,等. 玉米大豆间作条件下氮素养分吸收利用研究[J]. 2004,19(5):572-574.

[9] 季良,朱树秀,阿米娜. 玉米大豆混作系统氮素转移特性的研究[J]. 华北农学报,1996,11(2):56-61.

[10] 逢焕成,陈阜,张明亮. 玉米大豆间作复合群体光效应特征研究[J]. 耕作与栽培,1995,(4):4-6.

[11] 夏明忠. 不同光照强度下大豆产量和产量结构分析[J]. 大豆科学,1988,7(2):119-124.

[12] 张训忠,李伯航. 高肥力条件下夏玉米大豆间混作互补与竞争效应研究[J]. 中国农业科学,1987,20(2):34-42.

[13] Thomas W. Jurik, Kyujung Van. Microenvironment of a corn-soybean-oat strip intercrop system[J]. Field Crop Research,90(2004)335-349.

[14] K. Carruthers, Q. Fe, D. Cloutier, D. L. Smith. Intercropping corn with soybean, lupin and forager; weed control by intercrops combined with interrow cultivation[J]. European Journal of Agronomy,1998(8):225-238.

[15] K. Carruthers, B. Prithiviraj, Q. Fe, D. Cloutier, et al. Intercropping corn with soybean, lupin and forager; yield component responses[J]. European Journal of Agronomy,2000(10):103-115.

[16] 沈学年,刘巽浩编著. 多熟种植[M]. 北京:农业出版社,1983:61.

[17] Umezaki T, Yoshida T. Effect of shading on late maturing soybean[J]. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 1992,36:262-272.

[18] Krishna Sharma, Neelu Walia, Sharma K, et al. Growth and yield of soybean *Glycine max* (L.) Merrill, as influenced by light intensity and cytokinin[J]. Environment and Ecology, 1996, 14(2):307-310.

[19] 陈怀株,孙祖东,杨怀臻,等. 荫蔽对大豆主要性状的影响及大豆耐荫性鉴定方法研究初报[J]. 中国油料作物学报,2003,25(4):78-82.

[20] 谢星源,滕耀聪,段光华,等编著. 玉米丰产栽培技术[M]. 成都:四川科学技术出版社,1997:98-99.