



化控和密度对套作大豆南黑豆 20 农艺性状和产量的影响

梁建秋, 于晓波, 张明荣, 吴海英, 冯 军, 刘国林

(南充市农业科学院 大豆研究所/国家大豆产业技术体系 南充综合试验站, 四川 南充 637000)

摘 要:在玉米-大豆带状带状套作模式下,为探寻大豆密度和烯效唑对大豆农艺性状和产量的影响,2016-2017 年以高蛋白黑色保健大豆品种南黑豆 20 为材料,设置大豆密度90 000,120 000,150 000和180 000 株·hm⁻²共 4 个梯度,在大豆分枝期用烯效唑 75 mg·kg⁻¹喷施处理大豆。两年结果表明,随着大豆密度增加株高增加,茎粗降低;单株有效荚、单株粒数、单株粒重等产量构成因子降低;产量先增加后降低,以密度150 000 株·hm⁻²产量最高;经济系数也随密度增加逐渐降低。同时,烯效唑各处理的株高低于对照;茎粗、产量普遍比对照高,部分差异达到显著水平。结果表明:品种南黑豆 20 的最适宜套作密度为150 000 株·hm⁻²,在该密度下能达到较高产量。分枝期喷施 75 mg·kg⁻¹烯效唑能够一定程度上降低大豆株高,增加茎粗,从而提高产量。

关键词:套作;密度;烯效唑;农艺性状;产量

Effect of Various Chemical Treatments and Density on Agronomic Traits and Yield of Inter-planting Soybean Cultivar Nanheidou 20

LIANG Jian-qiu, YU Xiao-bo, ZHANG Ming-rong, WU Hai-ying, FENG Jun, LIU Guo-lin

(Soybean Institute of Nanchong Agricultural Sciences/Nanchong Station of China Soybean Industrial Technology System, Nanchong 637000, China)

Abstract: To explore the effects of density and uniconazole on agronomic traits and yield of soybean in maize-soybean relay strip intercropping system, 2016 and 2017, high protein black health soybean cultivars Nanheidou 20 was planted at four densities (90 000,120 000,150 000 and 180 000 plants·ha⁻¹), spraying uniconazole(75 mg·kg⁻¹) at branching period in soybean. The two years results showed that with the increase of the density of soybean, plant height increased and stem diameter decreased, yield components such as available pods, seeds number and seed weight per plant decreased. The yield increased firstly and then decreased, with the highest yield of 150 000 plants·ha⁻¹, and the economic coefficient decreased with the increase of the density. At the same time it was also found that plant height of the uniconazole treatment were lower than that of the control group, the stem diameter and yield were higher than that of the control group, part of difference reached significant level. The results showed that 150 000 plants·ha⁻¹ is the most suitable intercropping density of Nanheidou 20, which can achieve a higher yield in the density. Spraying uniconazole(75 mg·kg⁻¹) at branching period can decreased plant height, increase the stem diameter to a certain extent, and therefore increase the yield of soybean.

Keywords: Intecropping; Density; Uniconazole; Agronomic trait; Yield

大豆是人类优质蛋白质和食用油脂的重要来源,随着国内需求的不断增加和种植面积的萎缩,供需矛盾日益突出^[1]。近年来我国西南地区套作大豆发展迅速,推动了全国间套作大豆发展,增加了大豆供给,显著提高了区域粮食生产能力^[2]。在玉米-大豆带状套作系统中,大豆因受到高位作物玉米对光照、水分、养分的竞争,形态建成和产量形成均受到严重影响^[3],往往表现为植株生长瘦长纤

细,易倒伏,结荚少等。运用化学控制手段调节植物光合产物的积累与分配,协调营养生长与生殖生长的关系,降低株高、培育壮苗,有利提高产量。烯效唑是继多效唑之后的一种新型的作物生长延缓剂^[4]。杜玉林^[5]的研究表明,初花期叶面喷施多效唑能改善大豆株型,延长叶片功能期,促进植株健壮生长,减少落花落荚,提高大豆产量。裴桂英等^[6]的研究表明,在分枝期、盛花期分别用烯效唑

粉进行化控,可明显降低株高,增加茎粗,增加单株粒数和百粒重,增产 16.4%。张喜民^[7]的研究表明,在大豆盛花期喷施多效唑,可以使植株高度显著降低,而且植株抗倒伏能力增强。闫艳红等^[8]研究表明经烯效唑处理的植株有降低株高,增加茎粗,增加分枝等的壮苗效应和使有效荚数和百粒重增加的增产效,其中以分枝期喷 75 mg·kg⁻¹效果最佳。

另外,大豆生产是群体生产,不同的群体密度对大豆个体的生长、发育和产量影响不同。单位面积产量受密度和单株产量的共同影响。过高的密度会提高群体内单株数量,但单株产量下降,过低密度降低群体内单株数量,但单株产量上升。张正翼^[9]研究了套作下不同密度和田间配置下的大豆产量,表明套作适宜密植能提高大豆群体产量。徐婷等^[10]通过研究播期和密度对套作大豆干物质积累及产量的影响,表明大豆单株干物质积累和籽粒产量均随着播期的推迟而下降,但可以通过密度的增加对群体产量进行补偿。密度影响大豆的农艺性状,因此构建合理的群体结构对于保证大豆群体产量有重要意义。

本文在玉米-大豆带状复合种植模式下,研究稀效唑和密度对四川省主导品种、黑色保健大豆南黑豆 20 的农艺性状、产量构成及产量和经济系数的影响,旨在找出适合四川生态气候条件的南黑豆

20 的最适宜套作密度,为四川东北地区套作大豆发展提供技术支撑和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

玉米品种为半紧凑型的圣玉 6 号,由四川省农科院作物所提供;大豆品种为高蛋白、黑色保健大豆品种南黑豆 20(蛋白含量 50.7%),由南充市农业科学院提供。

1.2 试验设计

试验于 2016、2017 年在四川省南充市西充县青狮镇进行。本试验采用两因素裂区试验设计,在玉米-大豆带状套作复合种植模式下进行,玉米采用宽窄行种植模式,窄行间距 0.4 m,宽行间距 1.6 m,穴距 0.4 m,每穴定 2 苗,即密度为 50 000 株·hm⁻²;大豆播于玉米宽行内。主处理为烯效唑浓度,2 个水平, B0:0 mg·kg⁻¹(即对照 CK), B1:75 mg·kg⁻¹;副处理为大豆密度(D),设置 4 个水平 D1-D4(表 1)。小区长 10 m,宽 4 m,面积 40 m²,3 次重复。玉米 3 月下旬播种,大豆 6 月中旬播种。大豆各小区要通过补种、补苗等措施以达到设定密度,烯效唑处理的小区在大豆分枝期用 75 mg·kg⁻¹烯效唑喷施。玉米 8 月上旬统一收获。各小区施肥水平一致,田间管理按常规进行。

表 1 各密度处理的田间配置
Table 1 Field configuration of each density treatment

编号 Number	密度 Density/(株·hm ⁻²)	行数 Rows	玉、豆行距 Row spacing between maize and soybean/cm	豆、豆行距 Soybean row spacing /cm	大豆穴距 Soybean hole distanc/cm	每穴株数 The number of plant in each hole
D1	90000	2	55	50	22.2	2
D2	120000	2	55	50	25.0	3
D3	150000	2	55	50	20.0	3
D4	180000	3	35	45	25.0	3

1.3 测定项目与方法

大豆成熟时,每小区取具有代表性的 20 株,考察株高、茎粗、有效分枝、主茎节数、节间长等形态性状指标和单株有效荚数、无效荚数、单株粒数、百粒重等产量性状指标。

计算各处理的经济系数,经济系数=籽粒产量/植株总生物量。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 DPS 6.55 软件进行数据处理和分析。

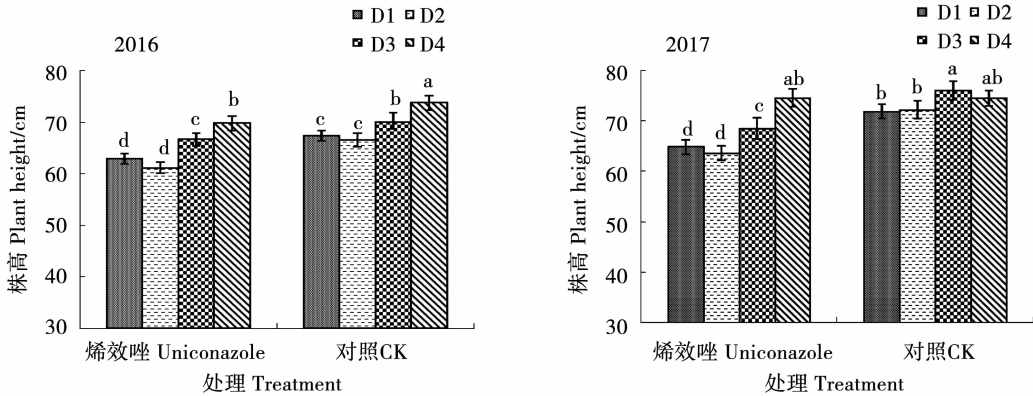
2 结果与分析

2.1 不同密度及烯效唑处理下大豆的农艺性状比较

2.1.1 株高 由图 1 可知:在两年试验结果中,无论是烯效唑处理还是对照,密度 D1 与 D2 间株高差异不显著,但从 D2 到 D4,随着大豆密度的增加,株高也逐步增加,在两年的烯效唑处理和 2016 年的对照处理中, D2、D3、D4 间株高差异均达到了显著水平。2016 年烯效唑处理 D4 的株高比 D2 增加了

14.10%,2017年烯效唑处理D4的株高比D2增加17.27%。同时发现,在相同密度下,绝大部分烯效唑处理的株高比相应对照低,且达到了显著水平,

如2017年烯效唑处理D2株高比相应对照降低了11.94%。



不同小写字母的值差异达5%显著水平,下同。
Values followed by a different letter are significantly different at $P < 0.05$. The same below.

图1 密度和烯效唑喷施对大豆株高的影响(2016和2017年)

Fig. 1 Effects of density and uniconazole spraying on plant height of soybean (2016 and 2017)

2.1.2 茎粗 从图2可知:两年试验结果中无论是烯效唑处理还是对照,密度D1与D2间茎粗差异不显著,但从D2到D4,随着大豆密度的增加,茎粗逐步降低,D2茎粗与D3、D4间差异达到了显著水平。2016年,烯效唑处理D4茎粗比D1降低了14.26%,对照D4茎粗比D1降低了14.94%;2017

年试验,烯效唑处理D4茎粗比D1降低了10.89%,对照D4茎粗比D1降低了9.02%。另外,在相同密度下,烯效唑处理的茎粗比相应对照粗,且大部分差异达到了显著水平,如2016年烯效唑处理D2茎粗比相应对照增加了11.34%。

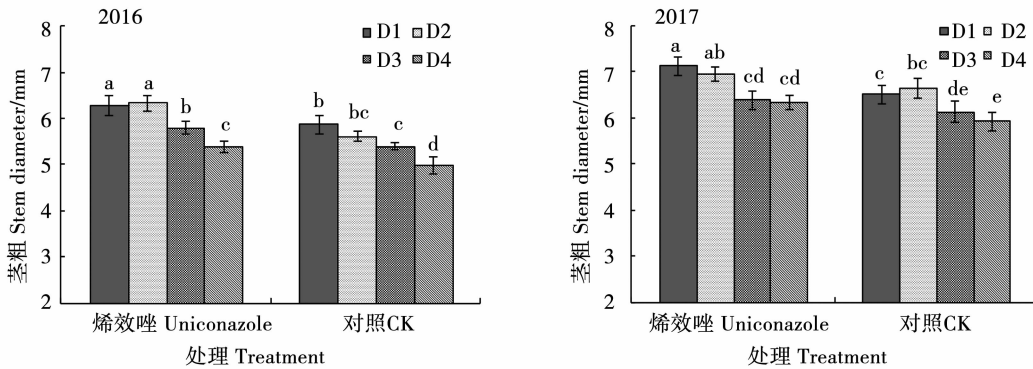


图2 密度和烯效唑喷施对大豆茎粗的影响(2016和2017年)

Fig. 2 Effects of density and uniconazole spraying on the diemeter of soybean (2016 and 2017)

2.1.3 始荚高 从图3可知,2016年无论是烯效唑处理还是对照,随着大豆密度的增加,始荚高也逐步增加,D1与D2、D2和D3差异不显著,但D1与D3、D4始荚高间差异达到了显著水平,烯效唑处理下D4始荚高比D1高31.35%,对照D4比D1高32.13%。此外,在相同密度下,烯效唑处理与对照处理的始荚高差异不显著。说明密度是对始荚高产生影响的主要因素,烯效唑对始荚高影响不明显。

2017年烯效唑处理的各密度间始荚高差异与2016年存在相同的趋势,但对照处理中以D2最低,它与D1、D3、D4间差异均达到了显著水平,在D1

和D2两个密度下,各烯效唑处理和对照间差异分别达到了显著水平。

2.1.4 主茎节数、分枝数和节间长 从主处理看,两年试验烯效唑处理的主茎节数均比对照低,但差异不显著;从副处理密度看,2016年主茎节数随密度增加而降低,D1与D3、D4间差异达显著水平,2017年各密度间主茎节数差异不显著。从主处理看,两年试验烯效唑处理的分枝数与对照的差异均不显著;从副处理密度看,2016年以D1分枝数最高,D4最低,D4分枝数比D1降低60.38%,D1与D4间差异达到显著水平;2017年以D2分枝数最

高,D4 最低,D4 分枝数比 D2 降低 51. 77% ,D1、D2 与 D3、D4 间差异达到显著水平。

从主处理看,两年试验烯效唑处理的节间长均比对照低,2016 年差异不显著,2017 年差异达到显

著水平;从副处理密度看,两年的节间长均随密度的增加而增加,D1 的节间长与 D3、D4 的差异达到显著水平。

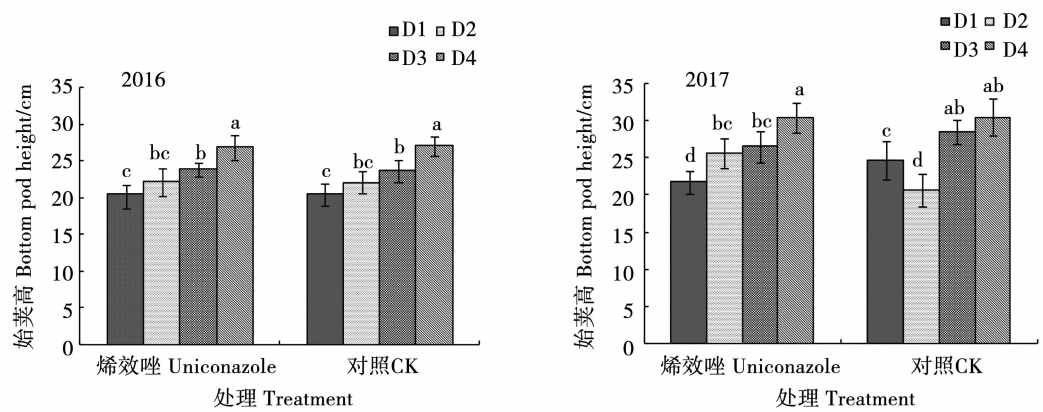


图3 密度和烯效唑喷施对大豆始荚高的影响(2016 和 2017 年)

Fig. 3 Effects of density and uniconazole spraying on the bottom pod height of soybean (2016 and 2017)

表 2 密度和烯效唑喷施对大豆的主茎节数、分枝数和节间长的影响

Table 2 Effects of density and uniconazole spraying on node number, branch number and internode length of soybean

处理 Treatment		2016 年			2017 年		
		主茎节数	分枝数	节间长	主茎节数	分枝数	节间长
		Node number	Branch number	Internode length/cm	Node number	Branch number	Internode length/cm
烯效唑 Uniconazole	D1	14. 71	2. 98	4. 67	15. 64	3. 82	4. 29
	D2	13. 83	3. 13	4. 78	14. 67	4. 07	4. 49
	D3	13. 65	1. 66	5. 33	15. 77	2. 08	4. 50
	D4	13. 49	1. 29	5. 56	15. 60	1. 94	4. 96
CK	D1	14. 77	3. 27	4. 93	16. 22	3. 53	4. 59
	D2	14. 36	3. 46	5. 03	15. 64	3. 84	4. 81
	D3	13. 95	1. 71	5. 41	15. 19	2. 29	5. 18
	D4	13. 33	1. 19	5. 95	15. 51	1. 86	5. 01
烯效唑 Uniconazole		13. 92 a	2. 27 a	5. 07 a	15. 42 a	2. 98 a	4. 56 b
CK		14. 10 a	2. 41 a	5. 33 a	15. 64 a	2. 88 a	4. 90 a
	D1	14. 74 a	3. 13 a	4. 80 c	15. 93 a	3. 68 a	4. 44 c
	D2	14. 10 ab	3. 30 a	4. 91 c	15. 16 a	3. 96 a	4. 65 bc
	D3	13. 80 b	1. 69 b	5. 37 b	15. 48 a	2. 19 b	4. 84 ab
	D4	13. 41 b	1. 24 c	5. 76 a	15. 56 a	1. 91 b	4. 98 a

同一列中标以不同字母的值差异达 5% 显著水平,下同。
Values followed by a different letter are significantly different at $P<0. 05$. The same below.

2. 2 不同密度及烯效唑处理下大豆产量及其产量构成比较

从表 3 可知,从主处理看,两年烯效唑处理产量均比对照高,2016 年差异达显著水平,2017 年差异不显著;从副处理密度看,两年表现出相同的趋势:

从 D1 到 D4,随着密度增加,产量先增加后降低,以 D3 产量最高,2016 年 D3 产量比 D1 增加 30. 75%。2017 年 D3 产量比 D1 增加 15. 06%。

从主处理看,2016 年烯效唑处理的单株有效荚、单株粒数、单株粒重、百粒重均显著高于对照;

2017 年烯效唑处理单株粒数、单株粒重、百粒重也显著高于对照,而烯效唑处理的单株有效荚与对照无显著差异;从副处理密度看,两年的产量构成变化均呈现相同的趋势,单株有效荚、单株粒数、单株粒重、百粒重均随着密度的提高而逐渐降低。2016、2017 两年密度间的单株有效荚变化均一致,各密度间差异均达到了显著水平。2016 年 D1 与 D2、D3、D4 间单株粒数差异达到了显著水平,D2、D3 间差异不显著,2017 年单株粒数各密度间差异均达到了显著水平。2016 年 D1、D2 间单株粒重差异不显著,

D2 与 D3、D4 间差异达到了显著水平,2017 年单株粒重各密度间差异均达到了显著水平。2016、2017 两年密度间的百粒重变化均一致,D1、D2 间无显著差异,D3、D4 间也无显著差异,但 D1、D2 显著高于 D3、D4。

由此可见:在相同密度下,烯效唑处理主要是通过提高单株粒数、单株粒重和百粒重等产量构成因素来达到提高产量的目的;而在一定密度范围内,单株有效荚、单株粒数及百粒重等产量构成因素随密度增高而降低。

表 3 密度和烯效唑喷施对大豆的产量及产量构成的影响

Table 3 Effects of density and uniconazole spraying on yield and yield components of soybean in different density											
		2016 年					2017 年				
处理		单株有效荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重	产量	单株有效荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重	产量
Treatment		Available pods per plant	Seeds number per plant	Seed weight per plant/g	100-seed weight/g	/(kg·hm ⁻²)	Available pods per plant	Seeds number per plant	Seed weight per plant/g	100-seed weight/g	/(kg·hm ⁻²)
烯效唑	D1	51.6	86.3	24.5	30.6	2160.8	44.8	72.3	24.9	34.7	2170.0
Uniconazole	D2	45.8	73.8	22.1	31.3	2458.4	38.2	67.2	22.2	34.2	2298.5
	D3	39.2	69.4	18.0	27.6	2753.1	36.1	64.8	19.8	32.0	2475.0
	D4	30.5	54.7	13.2	26.7	2504.3	28.5	49.6	15.9	32.2	2310.0
	D1	44.8	79.8	22.4	29.6	1968.5	44.5	78.2	23.2	30.1	2051.0
CK	D2	40.4	69.0	18.7	29.2	2213.4	40.7	67.8	20.1	30.1	2173.3
	D3	35.0	65.9	16.9	27.4	2645.8	34.2	53.7	14.2	27.6	2381.5
	D4	29.7	54.5	13.3	26.5	2443.0	31.5	45.2	12.1	27.9	2255.7
	D1	41.8 a	70.1 a	19.5 a	29.1 a	2469.2 a	36.9 a	63.5 a	20.7 a	33.3 a	2313.4 a
烯效唑 Uniconazole	CK	37.5 b	67.3 b	17.8 b	28.2 b	2317.7 b	37.7 a	61.2 b	17.4 b	28.9 b	2215.4 a
	D1	48.2 a	83.1 a	23.5 a	30.1 a	2064.7 c	44.7 a	75.3 a	24.1 a	32.4 a	2110.5 b
	D2	43.1 b	71.4 b	20.4 a	30.3 a	2335.9 b	39.5 b	67.5 b	21.2 b	32.2 a	2235.9 b
	D3	37.1 c	67.7 b	17.5 b	27.5 b	2699.5 a	35.2 c	59.3 c	17.0 c	29.8 b	2428.3 a
	D4	30.1 d	54.6 c	13.3 c	26.6 b	2473.7 b	30.0 d	47.4 d	14.0 d	30.1 b	22282.9 a

2.3 不同密度及烯效唑处理下大豆经济系数的比较

2016 年试验结果,同一密度下,烯效唑处理的经济系数与对照均无显著差异;在烯效唑处理中,随着密度增加经济系数逐渐降低,D4 的经济系数比 D1 降低 19.48%,D1 经济系数与 D2 差异不显著,D1 与 D3、D4 差异达显著水平;对照处理中,经济系数以 D1 最高,D4 最低,D1 与 D2、D4 间差异达显著水平,D1 与 D3 差异不显著,D2、D3、D4 间差异也不显著。2017 年试验结果,烯效唑处理密度 D1 和 D3

的经济系数与对照对应密度差异显著,烯效唑处理 D2 和 D4 的经济系数与对照对应密度差异不显著;在烯效唑处理中,随着密度增加经济系数逐渐降低,D4 的经济系数比 D1 降低 14.67%,D1、D2、D3 差异不显著,D1 与 D4 差异达显著水平;对照处理中,经济系数以 D1 最高,D3 最低,D1 与 D2、D3、D4 间差异达显著水平,D3 与 D4 差异不显著(图 4)。总的来说,两年的结果趋势大体一致:密度较高时,经济系数较低。

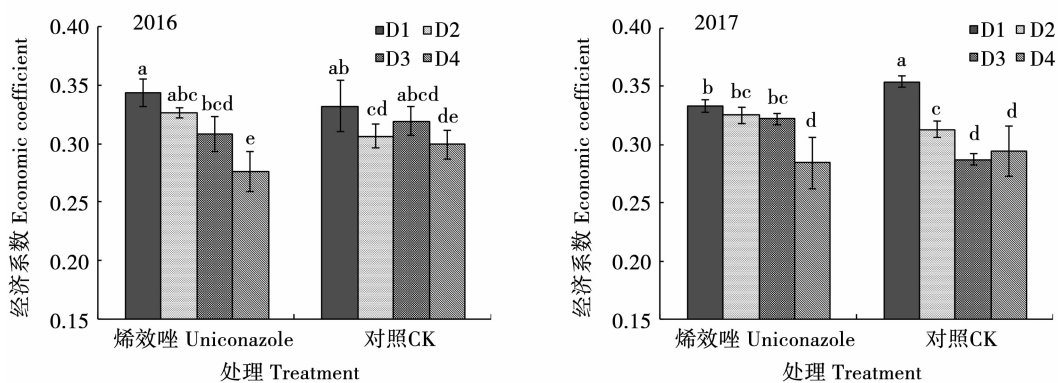


图 4 密度和烯效唑喷施对大豆经济系数的影响(2016 和 2017 年)

Fig.4 Effects of density and uniconazole spraying on economic coefficient of soybean (2016 and 2017)

3 讨论

合理的密度能够充分发挥个体生产潜力,最大限度的运用群体在增加单位面积产量上的作用,且能统一个体与群体间的矛盾,增加单位面积的荚数、粒数、粒重从而达到高产的目的^[11-13]。在玉米大豆套作模式下,豆苗因同时受到高位作物玉米和豆苗本身之间对光照、水分、养分的竞争吸收,往往植株瘦长、纤细、易倒伏,产量低,化控措施能够一定程度上缓解荫蔽条件下豆苗细弱的状况而达到增产的目的。

种植密度会影响大豆的农艺性状,张正翼^[9]研究表明:大豆株高随密度增加而增加,茎粗和分枝数随密度增加而减少;王程等^[14]研究表明:随着密度增加,大豆株高逐渐升高、而主茎节数和茎粗则相对减少。本研究得到了类似的结果:无论是烯效唑处理还是对照,从密度 D2 到 D4,随着密度的增加,南黑豆 20 的株高、始荚高、节间长逐渐增加,茎粗、有效分枝数逐渐降低。D1 与 D3、D4 间的株高、始荚高、节间长、茎粗、有效分枝差异绝大部分达到了显著水平。在同一个密度下,烯效唑处理的株高普遍低于对照,且绝大部分达显著水平;茎粗普遍比对照高,只有部分处理差异达到显著水平,这与陈大清^[15]、龚万灼^[16]、罗瑞萍^[17]的研究结果相似;而始荚高、主茎节数、有效分枝与对照差异却不明显。总的看来,株高和茎粗受密度影响较大,而烯效唑也能一定程度上降低株高、增加茎粗,从而起到壮苗的效果。而始荚高、主茎节数、有效分枝主要受密度的影响,受烯效唑影响较小。

密度影响单株产量,在一定密度范围内产量随密度增加而增加,达到一定峰值后,随密度增加而逐步下降^[14]。合理密植是通过增加群体密度,协调单株籽粒生产能力来提高总产量。化控措施能够一定程度上缓解高密度造成的植株细弱状态,起到

壮苗的作用。本研究表明:南黑豆 20 随着密度增加,大豆产量构成因素单株有效荚、单株粒数、单株粒重逐步降低,且大部分处理间差异达到显著水平,这与前期的研究结果一致^[18]。而且 D3、D4 的百粒重显著低于 D1、D2,小区产量从 D1-D3 逐步增加,在 D3 达到最高,在 D4 时产量有所下降。在相同密度下,烯效唑处理的产量比对照高,但差异不显著。说明在套作条件下,南黑豆 20 产量主要受密度影响较大,在 D3 时产量最高。烯效唑能起到壮苗作用,在一定程度上提高其产量。

4 结论

在西南地区主体模式玉米-大豆(40:160)带状套作模式下,品种南黑豆 20 在密度 D1~D4 (9 000~180 000 株·hm⁻²)密度下产量先增加后降低,在 D3 处理(150 000 株·hm⁻²)产量达到最高,该品种在此较高的密度下能够较好的发挥单株生产潜力,能够协调好个体与群体之间矛盾,通过保持较高的单株有效荚、单株粒数以及单株粒重,从而使单位面积产量达到最高。因此该密度是南黑豆 20 在此模式下的最适密度,而烯效唑在一定程度上能够缓解玉豆间、豆豆间的荫蔽和对光、热、水分竞争造成的植株高而纤细瘦弱的效果,降低株高、增加茎粗达到壮苗,从而起到增加产量的作用。

参考文献

[1] 雍太文,杨文钰,任万军,等. 发展套作大豆,促进四川大豆产业发展[J]. 作物杂志,2007,6: 5-8. (Yong T W, Yang W Y, Ren W J, et al. Develop relay-planting soybean, promote the development of soybean industry in Sichuan province[J]. Crops, 2007, 6: 5-8.)

[2] 杨文钰,雍太文,任万军,等. 发展套作大豆,振兴大豆产业[J]. 大豆科学,2008,27(1):1-7. (Yang W Y, Yong T W, Ren W J, et al. Develop relay-planting soybean, revitalize soybean industry [J]. Soybean Science, 2008, 27(1): 1-7.)

[3] Franklin K A,Whitelam G C. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants [J]. Annals of Botany, 2005, 96 (2): 169-175.

[4] 潘瑞炽. 植物生长延缓剂的生化效应[J]. 植物生理学通讯, 1996,32(1):161-168. (Pan R Z. The biochemical effect of plant growth retardant[J]. Plant Physiology Communications, 1996,32 (1):161-168.)

[5] 杜玉林. 大豆落花落荚的原因及预防[J]. 山东农机化,2005 (8):23. (Du Y L. The cause and prevention of soybean flower and pod shedding [J]. Shangdong Agricultural Mechanization, 2005(8):23.)

[6] 裴桂英,郭光,王永锋,等. 夏大豆化控时间和剂量研究初报[J]. 作物杂志,2001(5):17-19. (Pei G Y,Guo G, Wang Y F, et al. A preliminary report on chemical control time and does about summer soybean[J]. Crops,2001(5):17-19.)

[7] 张喜民. 多效唑(PP333)对大豆增产作用和生理效应的研究[J]. 大豆通报,2006(2):14-15. (Zhang X M. The study on the effect of Multi-effect azole (PP333) on soybean yield and physiological effect[J]. Soybean Bulletin, 2006(2):14-15.)

[8] 闫艳红,杨文钰,张静,等. 叶面喷施烯效唑对大豆产量及品质的影响[J]. 草业科学,2010,19(4):251-254. (Yan Y H, Yang W Y, Zhang J,et al. The effect of spraying uniconazole on the leaf on yield and quality of soybean[J]. Pratacultural Science, 2010,19(4):251-254.)

[9] 张正翼. 不同密度和田间配置对套作大豆产量和品质的影响[D]. 雅安:四川农业大学, 2008. (Zhang Z Y. The effects of different density and field configuration on the yield and quality of interplanting soybean[D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2008.)

[10] 徐婷,雍太文,刘文钰,等. 播期和密度对玉米-大豆套作模式下大豆植株、干物质积累及产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2014, 36(5): 593-601. (Xu T ,Yong T W, Liu W Y, et al. Effects of sowing time and density on soybean agronomic traits, dry matter accumulation and yield in maize-soybean strip intercropping system[J]. Chinese Journal of Oil Crop Science, 2014, 36(5): 593-601.)

[11] 张瑞忠,田岚. 大豆植株密度试验研究[J]. 东北农业大学学报, 1964(3):1-13. (Zhang R Z, Tian L. Study on soybean plant densities experiment[J]. Journal of Northeast Agricultural University , 1964(3):1-13.)

[12] 郭午,张雄久,牛裕洲. 大豆合理群体结构的探讨[J]. 吉林农业科学,1964,1(2):9-18. (Guo W,Zhang X J, Niu Y Z. Discussion of soybean reasonable population structure[J]. Jilin Agricultural Science, 1964, 1(2):9-18.)

[13] 刘金印,张恒善,王大秋. 大豆种植密度和群体结构的研究[J]. 大豆科学,1987,6(1):1-10. (Liu J Y,Zhang H S,Wang D Q. Studies on soybean plant density and its index of population structure[J]. Soybean Science, 1987, 6(1):1-10.)

[14] 王程,刘兵,金剑,等. 密度对大豆农艺性状及产量构成因素空间分布特征的影响[J]. 大豆科学,2008,27(6):936-942, 948. (Wang C,Liu B,Jin J,et al. Influences of planting density on agrinomic triats and spatial distribution of yield components across main stem in soybean[J]. Soybean Science, 2008,27(6): 936-942,948.)

[15] 陈大清,李亚男. 烯效唑对大豆生长特性和产量的影响[J]. 湖北农学院学报,2000,20(2):108-110. (Chen D Q, Li Y N. Effects of uniconazole on growth characteristics and yield of soybean[J]. Journal of Hubei Agricultural College,2000,20(2): 108-110.)

[16] 龚万灼,张正翼,杨文钰,等. 烯效唑干拌种对大豆形态特征和产量的影响[J]. 大豆科学,2007,26(3):370-372,373. (Gong W Z,Zhang Z Y. Efeects of uniconazole waterless dressed seed on the morphological chracters and yield of soybean[J]. Soybean Science, 2007,26(3):370-372,373.)

[17] 罗瑞萍,连金番,姬月梅,等. 烯效唑化控对玉豆间作大豆农艺性状及产量的影响[J]. 中国种业,2015(6):58-59. (Luo R P,Lian J P, Ji Y M,et al. Efeects of uniconazole chemical control on agrinomic triats and yield of soybean in the intercropping system of soybean and maizn[J]. China Seed Industry, 2015(6):58-59.)

[18] 梁建秋,于晓波,吴海英,等. 密度及烯效唑喷施对套作大豆南夏豆25抗倒性及产量的影响[J]. 大豆科学,2017,36(1):33-40. (Liang J Q, Yu X B, Wu H Y, et al. Impact of density and uniconazole on lodging resistance and yield of inter-planting soybean cultivar Nanxiadou 25 [J]. Soybean Science, 2017, 36 (1):33-40.)