

多效唑对繁茂度不同株型大豆产量及生理调控的影响

黄甜^{1,2}, 黄俊霞^{1,2}, 闫晓艳^{2*}, 孟凡钢², 吴兴宏², 张伟^{2*}

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院大豆研究所/大豆国家工程研究中心, 长春 130033)

摘要: 为了明确多效唑对繁茂度不同类型大豆产量及生理性状的影响, 以株型繁茂度不同的两个类型品种杂交豆5号和九农30为试验材料, 初花期喷施900 g/hm²多效唑, 分析多效唑对繁茂度不同品种类型大豆生理和农艺性状调控。结果表明, 多效唑提高了不同繁茂度大豆品种叶绿素含量、光合速率、气孔导度、蒸腾速率, 增加了茎粗、分枝数; 降低了大豆株高、中部节间长度及叶面积指数, 且对不同类型品种产量影响差异显著。繁茂型杂交大豆品种, 早发优势显著, 叶面积指数较大, 通过多效唑控制, 降低了叶面积指数, 增加叶片光合特性, 防止徒长, 利于田间透光, 显著增加单株粒重、百粒重, 从而显著增加产量。而收敛型品种最大叶面积指数接近最适叶面积指数范围, 喷施多效唑后, 叶面积指数进一步降低, 虽然增加叶片光合速率, 增加百粒重, 但单株粒重显著降低, 反而显著减产。说明施用多效唑增产效果与大豆冠层繁茂度密切相关, 应根据冠层发育特征在合理情况下施用。

关键词: 大豆; 多效唑; 繁茂度; 产量

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)03-0020-04

Effects of Paclobutrazol on Yield and Physiological Regulation of Soybean with Different Plant Types of Lush Degree

HUANG Tian^{1,2}, HUANG Junxia^{1,2}, YAN Xiaoyan^{2*}, MENG Fangang², WU Xinghong², ZHANG Wei^{2*}

(1. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences / National Engineering Research Center of Soybean, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to clarify the effects of paclobutrazol on the yield and physiological traits of different types of lush soybeans, the application of 900 g/hm² paclobutrazol on the physiological and agronomic traits of different types of lush soybeans was analyzed by using two varieties with different plant types of lush soybeans as experimental materials at the early flowering stage. The results showed that paclobutrazol increased the chlorophyll content, photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate, stem diameter and branching number of soybean varieties with different flourishing degrees. The plant height, middle internode length and leaf area index of soybean were decreased, and the effects on yield of different types of soybean varieties were significant. With the control of paclobutrazol, LAI was reduced, the photosynthetic characteristics of the leaves were increased, and the light transmittability in the field was prevented. The grain weight per plant and the grain weight per hundred grains were significantly increased, thus the yield was significantly increased. However, the maximum LAI of the convergent cultivars was close to the optimal LAI range, and the LAI was further decreased after the application of paclobutrazol. Although the leaf photosynthetic rate and 100-grain weight were increased, the grain weight per plant was significantly decreased, but the yield was significantly decreased. The results indicated that the yield increase effect of using paclobutra was closely related to the canopy prosperity of soybean and should be applied under reasonable conditions according to the characteristics of canopy development.

Key words: Soybean; Paclobutrazol; Lush degrees; Yield

收稿日期: 2019-06-27

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0201000); 吉林省重大科技攻关项目(20170201001NY)

作者简介: 黄甜(1994-), 女, 在读硕士, 研究方向: 作物高产栽培理论研究。

通讯作者: 闫晓艳, 女, 研究员, E-mail: yanxy8548@126.com

张伟, 男, 博士, 研究员, E-mail: zhangwei-flm@sohu.com

作物化学调控技术是通过施用外源生长物质,有目的地调控植物体内源激素系统,通过激素合成与代谢等内在机理调控植物的生长发育。应用适合的化控调节剂可以降低作物株高,提高抗倒伏能力,均衡冠层发育,提高作物产量,外源赤霉素处理促进大豆矮秆突变体F03的生长以及延迟F03由营养生长向生殖生长的转变^[1]。由于大豆叶片平展,叶粒对应关系密切,在水肥大的地块,植株冠层容易郁闭,导致花荚脱落^[2]。多效唑是一种使植株延缓生长的生物调节剂,它能够有效提高大豆叶片叶绿素含量和光合速率,降低株高,缩短节间长度,增加茎粗和有效分枝数,降低冠层繁茂度,改善田间通风透光条件,为大豆高产创造前提条件^[3-6]。郝曦煜等研究乙烯利调节绿豆主要性状和产量效果最好的处理是在收获前15 d喷施0.20%乙烯利。生产上可与喷施烯效唑联合使用调整绿豆植株更适宜机械化收获^[7]。大豆冠层繁茂度除受土壤生态环境影响外,不同品种冠层繁茂度也存在显著差异。喷施多效唑效果与品种类型密切相关,叶面积大、干物质生产能力强的圆叶品种增产效果好于尖叶品种^[8]。本研究为了明确多效唑对繁茂度不同品种类型大豆产量及相关性状的影响,以繁茂度显著差异的两个类型品种杂交豆5号和九农30为试验材料,分析喷施多效唑对繁茂度不同品种类型大豆生理和农艺性状的调控效果。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验品种为杂交豆5号和九农30。杂交大豆5号出苗至成熟127 d,圆叶,紫花,棕毛,亚有限结荚习性,植株生长繁茂;九农30出苗至成熟130 d,披针叶,白花,灰毛,亚有限结荚习性,植株生长收敛(图1)。



杂交豆5号

九农30

图1 不同类型品种R2期品种长势

1.2 试验设计

试验于2016~2017年在吉林省农业科学院公主岭试验基地进行。土壤类型为薄层黑土,0~30

cm土壤含有机质2.41%、全氮0.133%、有效氮182.56 mg/kg、速效磷30.22 mg/kg、速效钾126.33 mg/kg。试验田施用大豆复合肥200 kg/hm²,氮磷钾为1:1:1,4月25~30日播种。初花期喷施900 g/hm²多效唑。小区为6行区,行长5 m,行距60 cm,密度为18万株/hm²,小区按随机区组排列,3次重复。

1.3 试验测定

1.3.1 叶绿素和光合速率测定

使用活体叶绿素测定仪(SPAD 502),在盛花期(R2)、始荚期(R3)、盛荚期(R4)、鼓粒期(R6)测定不同生育时期植株主茎倒4叶叶片的叶绿素含量。使用LI-6400型便携式光合测定系统,在盛花期(R2)、盛荚期(R4),于晴好天气测定植株主茎倒4叶叶片的光合速率,测定时间为9:00~11:30。

1.3.2 叶面积指数和生物产量测定

使用LAI-2000冠层分析仪,在R2、R4、R5(始荚期)、R6期,测定叶面积指数(LAI),每小区测3个点,计算平均值。R3、R4、R6时期,取有代表性的植株6株,将茎、叶、叶柄、荚皮和籽粒分开,放入105℃烘箱中烘2 h,在75℃烘箱中烘干至恒重后称得干重,测得各器官生物产量。

1.3.3 测产和考种

大豆成熟期取每小区中间2行,每行取4 m,进行小区测产,测产面积为4.8 m²,折算成公顷产量。每小区分别连续取有代表性的植株10株,测定株高、节数、茎重、荚重、粒重、百粒重。

1.4 数据分析

采用Excel 2010进行数据整理和绘图,DPS 14.10进行统计分析,其中,方差分析为单因素方差分析,不同处理之间多重比较采用LSD方法。

2 结果与分析

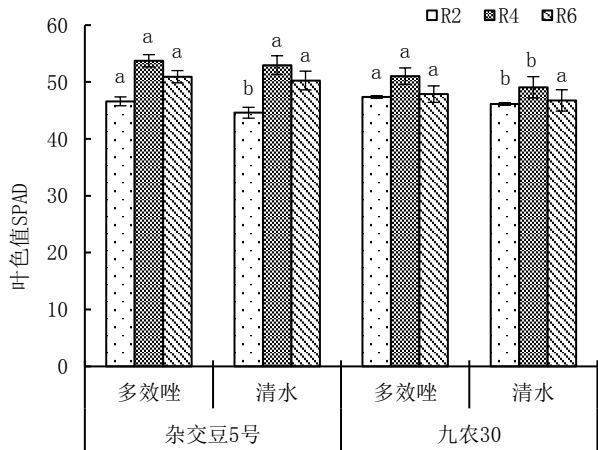
2.1 多效唑对不同株型大豆品种植株叶绿素含量和光合速率的影响

由图2可知,在大豆初花期喷施多效唑后,繁茂型大豆在R2期,叶绿素含量显著提高;R4期以后叶绿素含量差异不显著;收敛型大豆R2~R4期叶绿素含量显著提高,在R6期以后叶绿素含量无明显差异。这一结果与曾广文等^[9]研究一致,多效唑对收敛型大豆的叶绿素含量影响时间更长。

由表1可知,在大豆初花期喷施多效唑后,两种类型品种光合特性变化表现一致,在R2期,大豆净光合速率、气孔导度和蒸腾速率均有显著提高,

表1 多效唑对繁茂度不同类型大豆品种光合特性的影响

品种	化控	R2				R4			
		净光合速率	气孔导度	胞间CO ₂ 浓度	蒸腾速率	净光合速率	气孔导度	胞间CO ₂ 浓度	蒸腾速率
杂交豆5号	多效唑	19.90a	1.14a	313.7b	4.43a	22.02a	0.91a	283.8a	5.42a
	清水	18.08b	0.93b	322.7a	4.18b	21.42a	1.00a	287.9a	5.30a
九农30	多效唑	20.96a	1.08a	308.4b	4.59a	23.13a	1.26a	287.7a	5.53a
	清水	19.09b	0.90b	314.2a	4.26b	22.77a	1.13a	292.8a	5.56a



注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同

图2 多效唑对繁茂度不同类型大豆品种叶绿素含量的影响

大豆叶片的胞间CO₂浓度显著降低。在R4期,多效唑对两种类型大豆叶片光合速率、胞间CO₂浓度、气孔导度和蒸腾速率影响均无显著变化。

2.2 多效唑对不同株型大豆品种叶面积指数的影响

图3表明,繁茂型大豆品种各时期叶面积指数均显著高于植株收敛型大豆品种,杂交豆5号最大叶面积指数为7.21,九农30最大叶面积指数仅为5.32。喷施多效唑使两个类型大豆品种R2、

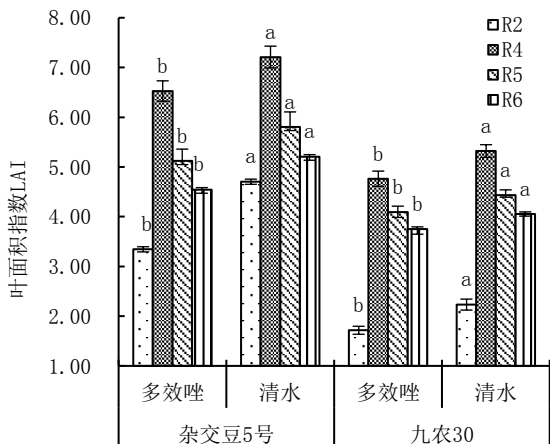


图3 多效唑对繁茂度不同类型大豆品种叶面积指数的影响

R4、R5、R6期叶面积指数均显著降低,繁茂型杂交豆5号叶面积指数下降9%~16%,R2期下降最大,下降差达1.36;收敛型大豆九农30叶面积指数下降4%~8%,R4期下降最大,下降差达0.56。多效唑对繁茂型大豆叶面积指数作用更明显。

2.3 多效唑对不同株型大豆品种生物产量的影响

由图4可知,在R3~R4期,繁茂型大豆品种喷施多效唑生物产量显著高于对照,在R6期与对照差异不显著;收敛型大豆品种喷施多效唑在R3时期生物产量显著高于对照,在R4~R6期与对照组差异不显著。由表2可知,在R3~R6期,繁茂型大豆荚的干重显著高于对照;收敛型大豆品种R3~R4期,荚的干重显著高于对照,R6期荚的干重反而显著低于对照。结合调查结果表明,喷施多效唑大豆生殖生长速度显著加快,使生殖生长前期单株生物产量显著提高,荚的积累速度显

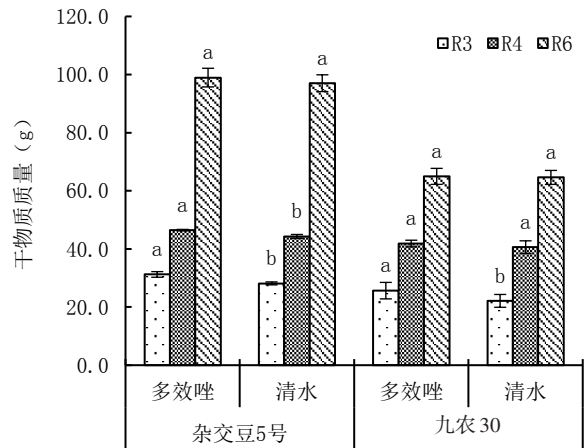


图4 多效唑对繁茂度不同类型大豆品种单株生物产量的影响

表2 多效唑对繁茂度不同类型大豆品种荚干重的影响

品种	化控	R3	R4	R6
杂交豆5号	多效唑	0.59a	2.58a	38.20a
	清水	0b	1.41b	35.84b
九农30	多效唑	0.70a	6.43a	26.65a
	清水	0b	4.88b	28.21b

著提前,繁茂型大豆可以保障整个生殖生长期荚果积累持续高于对照;收敛型大豆生殖生长前期,单株荚果积累速度快,显著高于对照,后期单株荚果的干重显著低于对照。

2.4 多效唑对不同株型大豆品种植株农艺性状的影响

表3 多效唑对繁茂度不同类型大豆农艺性状的影响

品种	化控	株高	节数	茎粗	分枝数	荚重	粒重	百粒重
杂交豆5号	多效唑	80.20b	21.98a	78.07a	1.01a	29.62a	23.55a	20.93a
	清水	88.83a	21.63a	66.07b	0.57b	26.30b	21.03b	19.30b
九农30	多效唑	92.60b	20.33a	74.35a	0.70a	25.73b	19.83b	18.83a
	清水	98.27a	19.97a	68.07b	0.33b	27.83a	21.38a	17.90b

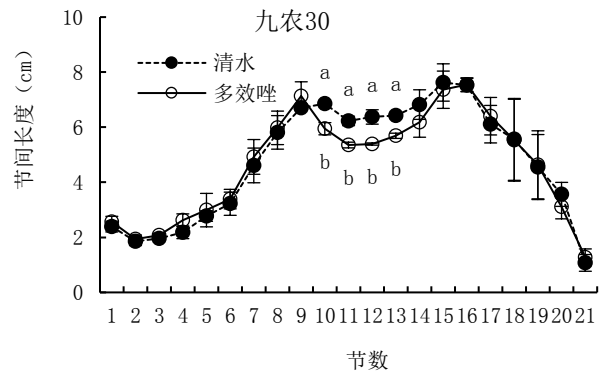
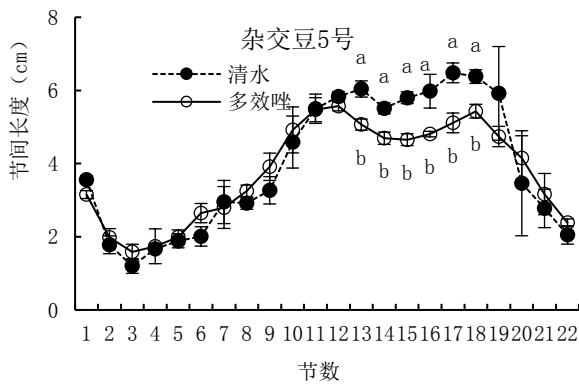


图5 多效唑对不同类型大豆节间长度的影响

由图5可知,多效唑显著控制了繁茂型大豆杂交豆5号植株13~18节,植株收敛型大豆九农30显著控制植株10~13节,对其他节位控制差异不显著,对繁茂度大的品种节位控制效果更强。

2.5 多效唑对不同株型大豆产量的影响

由图6可知,与对照组相比,经过多效唑的处理繁茂型杂交豆5号产量显著增加,每公顷增产337.3 kg,增产10.0%;收敛型大豆九农30产量表现为减产,每公顷减产157.3 kg,减产2.5%。表明多效唑对繁茂型大豆产量增产显著,对收敛型大豆反而会显著减产。

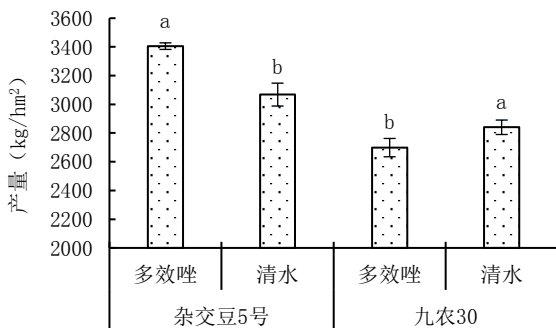


图6 多效唑对繁茂度不同类型大豆产量的影响

由表3可知,多效唑显著降低株高,增加茎粗、分枝数和百粒重,但对节数影响不显著,株高的降低主要是缩短了节间长度。对于繁茂度不同类型品种而言,多效唑使繁茂型大豆单株荚重、单株粒重显著增加,而使收敛型大豆单株荚重、单株粒重显著降低。

3 讨论

研究表明,始花期叶面喷施多效唑可以有效提高大豆叶片叶绿素含量和光合速率,降低株高,缩短节间长度,增加茎粗和有效分枝数^[10-14]。本试验主要研究多效唑对繁茂度不同类型品种产量及生理特征的影响。本研究表明,多效唑可以增加叶片叶绿素含量、净光合速率、气孔导度、蒸腾速率,显著降低叶面积指数、株高、缩短节间长度;增加生殖生长期前期生物产量和荚重,但由于不同类型品种生理发育特征差异不同,导致对其产量影响差异显著。繁茂型大豆杂交大豆品种,早发优势显著,叶面积指数较大,通过多效唑控制,降低叶面积指数,增加叶片光合特性,防止了徒长,塑造理想株型,显著增加单株粒重、百粒重,从而显著增加产量,与张伟等^[15]研究一致。对于收敛型品种,最大叶面积指数在最适叶面积指数范围内,喷施多效唑后,最大叶面积指数进一步降低,虽然增加叶片光合特性和百粒重,但降低单株粒重,反而显著减产。因此,多效唑要根据大豆冠层繁茂度情况使用,繁茂度(下转第33页)

- nal of Genomics, 2018, 508: 1-9.
- [17] 郑淑波. 小粒大豆芽生产性能比较及遗传多样性分析[D]. 长春:吉林农业大学, 2013.
- [18] Doyle J J, Doyle J L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue[J]. Phytochemical Bulletin, 1987, 19:11-15.
- [19] Peakall R and Smouse P E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research[J]. Molecular Ecology Notes, 2006, 6:288-295.
- [20] Burnham K D, Francis D M, Dorrance A E, et al. Genetic diversity patterns among phytophthoraresistant soybean plant introductions based on SSR markers[J]. Crop Science, 2002, 42(2): 338-343.
- [21] Liu K J, Muse S V. Power Marker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis[J]. Bioinformatics, 2005, 21(9):2128-2129.
- [22] Anderson J A, Churchill G A, Autrique J E, et al. Optimizing parental selection for genetic linkage maps[J]. Genome, 1993, 36(1):181-186.
- [23] Rohlf F J. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. NTSYS version 2. 11a[M]. New York: Applied Biostatistics Inc, 2002: 1-35.
- [24] Li Y, Guan R, Liu Z, et al. Genetic structure and diversity of cultivated soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) landraces in China [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2008, 117(6):857-871.
- [25] Liu M, Zhang M, Jiang W, et al. Genetic diversity of Shaanxi soybean landraces based on agronomic traits and SSR markers [J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(24):4823-4837.
- [26] Doldi M L, Vollmann J, Lelley T. Genetic diversity in soybean as determined by RAPD and microsatellite analysis[J]. Plant Breeding, 1997, 116(4):331-335.
- [27] Tantasawat P, Trongchuen J, Prajongjai T, et al. SSR analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genetic relationship and variety identification in Thailand[J]. Australian Journal of Crop Science, 2011, 5(3):283-290.

(责任编辑:刘洪霞)



(上接第23页)大的冠层增产效果显著。

4 结 论

多效唑降低繁茂型大豆叶面积指数,增加叶片叶绿素含量、净光合速率、气孔导度和蒸腾速率,降低株高、中部节间长度,改善了通风透光条件,有效地协调后期的光合利用能力,显著增加单株粒重、百粒重,进而增加产量。收敛型大豆品种叶面积指数已经接近最适范围,使用多效唑进一步降低叶面积指数,降低株高、中部节间长度,虽然增加叶片光合速率,但单株粒重降低,反而显著减产。

参考文献:

- [1] 王 英,何语涵,许晓敏,等.外源赤霉素对大豆矮秆品系 F03 生长发育的影响[J].东北农业科学,2019,44(3):1-4.
- [2] 李新民,许忠仁,杜维广,等.亚有限大豆源库关系的研究[J].大豆科学,1991,10(4):269-276.
- [3] 贾洪涛,党金鼎,刘风莲.植物生长延缓剂多效唑的生理作用机理及应用[J].安徽农业科学,2003(2):323-324.
- [4] 韩德复.多效唑的生理作用及作用机理[J].长春师范学院学报,1996(6):37-39.
- [5] 祁 勇.夏大豆全程化控效果研究[J].现代农业科技,2018(9):139-140.
- [6] 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.
- [7] 郝曦煜,肖焕玉,王英杰,等.不同时期喷施不同浓度乙烯利对绿豆产量及主要性状的影响[J].东北农业科学,2021,46(1):17-19,41.
- [8] 谢甫缙,郭小红,包雪艳,等.多效唑对大豆不同叶型近等位基因系产量和品质的影响[J].大豆科学,2010,29(6):948-952.
- [9] 曾广文,朱 诚,黄 涛,等.多效唑对大豆植株光合机构和光合速率的影响[J].浙江农业大学学报,1992(3):10-14.
- [10] 赵 婧,张 伟,邱 强,等.不同时期喷施多效唑对大豆农艺及生理性状的影响[J].大豆科学,2011,30(2):211-214.
- [11] 董华兵.多效唑对江汉平原披针形大豆主要农艺性状的影响研究初报[J].南方农业,2017,11(19):31-33.
- [12] 王 浩,姜 妍,李远明,等.不同化控处理对大豆植株形态及产量的影响[J].作物杂志,2014(3):63-66.
- [13] 成华伟,李广龙,周 君,等.不同用量多效唑对滴灌大豆农艺性状与产量的影响[J].新疆农业科技,2012(5):17-18.
- [14] 张海生,李秀珍,吴聚兰,等.不同浓度多效唑对晋遗31大豆农艺性状和产量的影响[J].大豆科学,2012,31(4):688-690.
- [15] 张 伟,邱 强,赵 婧,等.不同化控调节剂对杂交大豆产量及产量相关性状的调控效应[J].作物杂志,2015(4):81-84.

(责任编辑:王 昱)