

钾对大豆光合速率和产量的影响

陈喜凤, 李 岩, 王 楠, 岳 杨, 吴春胜

(吉林农业大学 大豆区域技术创新中心, 吉林 长春 130118)

摘要:在田间栽培的条件下,研究了不同施钾量对大豆光合作用和产量的影响。结果表明:施钾使大豆叶片的叶绿素含量、蒸腾速率和光合速率增加,同时也使叶面积指数、干物质积累量加大,株高、百粒重和产量提高,但过量的钾肥会使其降低。4个钾肥处理对光合特性及产量影响均存在着显著差异,施钾量 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理的叶绿素含量、光合速率、蒸腾速率、干物质积累量、产量等指标均表现出明显优势。总的来看,施钾处理的各项指标值均高于对照。

关键词:大豆;光合速率;产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)05-0043-04

大豆是需钾较多的作物^[1],钾对大豆的生长发育有重要的影响^[2]。钾元素参与大豆体内的一系列生理生化过程,因此,研究钾对大豆光合作用和产量的影响有着重要的意义。郑淑琴研究得出,钾对大豆叶绿素、光合作用强度和硝酸还原酶有明显的正效应,钾能显著提高大豆产量,改善大豆品质^[3]。Peaslee、Longstreth 认为钾离子对调解气孔开放有直接作用,钾能增大植株的气孔导度,提高光合和蒸腾速率^[5-6]。同时,许多学者还对大豆单叶光合速率及其与产量的关系进行了研究,并认为大豆叶片的光合速率与产量之间表现为正相关^[7-9]。在前人的研究基础上讨论了不同施钾量对大豆群体光合特性及产量的影响,为合理施用钾肥,实现大豆高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为长农 18,来自长春市农业科学院。土壤为典型黑土,基本理化指标为:全氮量 $1.645 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全磷量 $0.860 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $120.000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $16.500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $122.000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有机质 $26.900 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 6.8。

1.2 田间试验设计

于 2008 年在吉林农业大学大豆区域技术创新中心基地进行,设 4 个施钾(K_2O)水平,C1、

C2、C3、C4 分别为:0、15、30、 $60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,小区设 5 行区,行长 5.00 m,行距 0.65 m,重复 3 次,随机区组排列。所用钾肥为硫酸钾,含 K_2O 50%。施 N $40 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, P_2O_5 $60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,磷肥和钾肥作为底肥一次性施入,氮肥作为开花初期追肥。密度以该品种最佳密度为标准($22 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$)。除处理外,整个生育期内进行常规田间管理。

1.3 测定项目和方法

分别在 V4、R2、R4、R6 和 R7 期选取长势均匀的地上部分植株 3 株,105℃ 条件下杀青 1 h,80℃ 烘干至恒重,称重。使用 LI-2000 便携式冠层仪测定不同处理的叶面积指数。用叶绿素仪 CCM-200 测定叶片叶绿素含量,每个小区测定 5 株,取平均值,以叶绿素含量的相对值(CCM)表示。用 LI-6400 便携式光合测定仪,于 9:00~11:00 采用光照强度为 $1200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的固定红蓝光源,测定植株上数第 4 片 3 出复叶中间小叶的光合速率,每小区测定 5 株。成熟期每小区随机抽取 10 株考种。除去边行后,每小区实收 6 m^2 ,以 3 次平均值计产。

2 结果与分析

2.1 不同施钾量对大豆叶片叶绿素含量的影响

叶片叶绿素含量高低与光合作用密切相关,是反映大豆光合能力的重要指标。不同钾处理对长农 18 各生育期叶片叶绿素含量的影响见图 1,可看出,随着施钾量的增加,叶绿素的含量均有不同程度的增加,具体表现为,从 V4 期到鼓粒盛期随着施钾量的增加叶绿素含量逐渐增大,当施钾量增大到 C3 水平时叶绿素含量达到最大值,而后又下降,基本呈现 $\text{C3} > \text{C4} > \text{C2} > \text{C1}$ 的趋势。成熟期时 C4 处理条件下的叶绿素值最大,这可

收稿日期:2009-06-01

第一作者简介:陈喜凤(1984-),男,吉林省公主岭市人,硕士,主要从事作物优质高产理论与技术研究。

通讯作者:吴春胜(1956-),男,吉林省长春市人,学士,博士生导师,从事作物高产理论与技术研究。E-mail:wcs8131587@yahoo.com.cn。

能是此时的钾肥施用过多,导致生育前期营养生长阶段过长,致使生育后期植株贪青晚熟,因此叶片叶绿素含量较高。从整个生育期来看,施钾肥的大豆叶绿素含量均高于不施钾肥的处理。

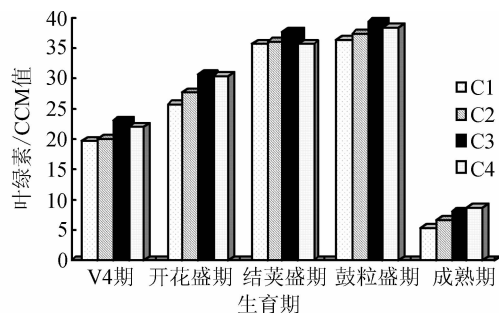


图1 不同施钾量对长农18叶片叶绿素含量的影响

2.2 不同施钾量对大豆叶片净光合速率的影响

光合作用是影响作物产量最重要的因素,一般认为,作物生物学产量中90%~95%的物质来自光合作用的产物。不同钾处理对长农18各生育期叶片净光合速率的影响见图2,可以看出,整个柱形图呈双峰曲线,即在整個生育期内大豆叶片出现2次光合高值,分别在开花盛期和鼓粒盛期。从V4期到鼓粒盛期,各时期内的光合速率值均随着施钾量的增加而逐渐增大,当施钾量增大到C3水平时光合值达到最大值,此后光合值随着施钾量的增加而降低。在成熟期时不同施钾量对大豆光合速率的影响与对叶绿素的影响变化趋势相同,即光合速率值C4>C3>C2>C1水平。

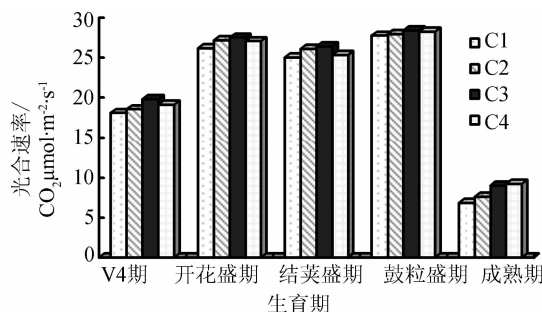


图2 不同施钾量对长农18叶片光合速率的影响

2.3 不同施钾量对大豆叶片蒸腾速率的影响

由图3可知,在整个生育期内,随着生长期的增加大豆叶片蒸腾速率值呈现逐渐降低的趋势,在V4期蒸腾速率值最高,成熟期最低,这与叶绿素含量和光合速率的变化趋势不同。在各生育时期中除了鼓粒盛期和成熟期蒸腾速率最大值出现在C4水平上,其它时期蒸腾速率最高值均出现在C3水平上,而在生育前期蒸腾速率随着钾肥

施用量的增加而增大,当施钾量达到C3水平后随施钾量增加而又降低。施肥处理蒸腾速率值均高于不施肥(C1)处理。

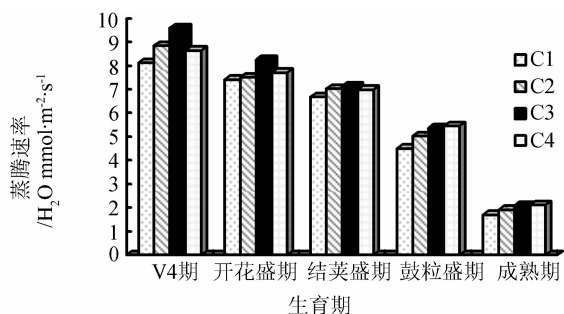


图3 不同施钾量对长农18叶片蒸腾速率的影响

2.4 不同施钾量对大豆群体叶面积指数的影响

试验表明(见图4),增施钾肥可以提高大豆群体的叶面积指数,施钾肥的大豆单株叶面积指数均高于不施钾肥的;在开花盛期、结荚盛期和鼓粒盛期叶面积指数均呈现C4>C3>C2>C1水平,而在鼓粒盛期则表现C3>C4>C2>C1。从开花盛期到鼓粒盛期叶面积指数变化曲线呈抛物线形,即先增高后降低;从开花盛期到结荚盛期叶面积指数逐渐增加达到最高值,而后从结荚盛期到鼓粒盛期又逐渐降低

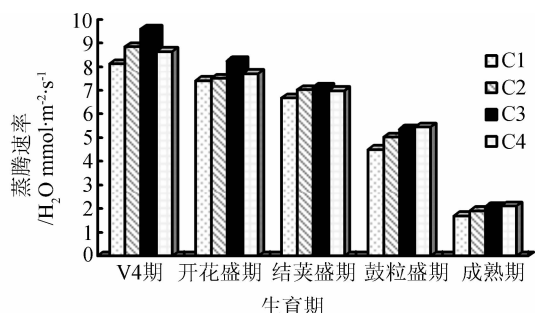


图4 不同施钾量对长农18单株叶面积指数的影响

2.5 不同施钾量对大豆单株干物质积累量的影响

由图5可知,在整个生育期中大豆单株干物质积累量呈现“S”形曲线变化,干物质积累量最快的时期是从开花盛期到结荚盛期,此时的曲线斜率最大。不同施钾量的单株干物质积累量变化趋势相似,但具体增长动态不同,各时期内C3施钾量水平的干物质积累量均高于其它几个水平,施钾量C1水平的积累量最低;C2和C4水平下的干物质积累量介于C3和C1水平之间,其数值高低交替变化。在成熟期干物质积累量都有所降低,分析原因主要是由于成熟期单株叶片和叶柄干枯脱落丢失所致。

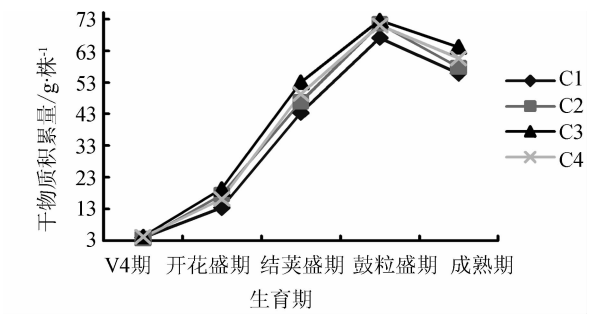


图5 不同施钾量对长农18整株干物质积累动态影响

2.6 产量和产量构成因素之间的关系

不同施钾处理对大豆的产量和产量性状指标

表 1 不同处理长农 18 产量及产量性状指标分析									
处理	株高/cm	茎粗/cm	节数 /节·株 ⁻¹	荚数 /荚·株 ⁻¹	单株粒数/粒	单株粒重/g	百粒重/g	产量 /kg·hm ⁻²	显著水平 5% 1%
C1	95.00	0.800	15.40	49.40	106.90	19.26	18.02	3655.65	c C
C2	100.23	0.809	16.17	50.14	116.57	22.26	19.10	3878.70	b B
C3	102.98	0.820	16.80	55.20	121.60	25.10	20.64	4074.45	a A
C4	104.90	0.814	16.60	51.80	118.40	23.44	19.80	3914.10	b B

表 2 不同处理长农 18 产量及产量性状指标之间的相关性								
性状	株高	茎粗	节数	荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重	产量
株高	1							
茎粗	0.89*	1						
节数	0.95*	0.98**	1					
荚数	0.67	0.92*	0.84	1				
单株粒数	0.91*	0.97**	0.99**	0.81	1			
单株粒重	0.90*	1.00**	0.99**	0.89*	0.99**	1		
百粒重	0.87	1.00**	0.98**	0.93*	0.96**	0.99**	1	
产量	0.84	0.99**	0.96**	0.90*	0.98**	0.99**	0.98**	1

注:表中**表示相关关系在1%上显著;*表示相关关系在5%上显著。

3 结论与讨论

该试验结果表明,施钾处理的长农18大豆叶片的叶绿素含量、光合速率、蒸腾速率都高于不施钾肥的,这样的结论在水稻上已得到了证实^[10-11]。随着施钾量的增加,叶片叶绿素含量、光合速率、蒸腾速率以及干物质积累量也都随之增加,但当施用量达到最大值时又有所下降,这是由于此时的钾肥用量过大导致钾毒害所致,因此,在实际生产中要控制钾肥的用量,避免盲目过量施用造成产量降低,肥料浪费,减少过量施肥造成的环境污染。

在该试验中不同处理条件下的产量值表现为C3>C4>C2>C1,产量最高值出现在施钾水平C3上,同时在V4期到结荚盛期叶绿素含量、光

见表4,各个性状之间的相关关系见表5。由表4可知,施肥处理的产量和产量指标均高于不施肥C1处理,C3处理的产量最高,分别与其它3个处理达到了极显著水平,C2和C4处理之间差异不显著。由表5可知,除了株高之外长农18的产量与其它各项指标均达到了显著程度,其中与茎粗、节数、单株粒数、百粒重达到了极显著的水平。百粒重与茎粗、节数、单株粒数、单株粒重也达到了极显著的程度。总的来看,大多数指标之间都在不同程度上达到了显著和极显著的水平。

合速率、干物质积累量也都在C3水平时达最高,但是单株叶面积指数并不是在C3水平时最高,而是全生育期内都是C4水平的最高,由此可见,叶面积指数大产量未必就高。这与常耀中、郝乃斌、李卫华、林蔚刚等人的研究结果相同^[12-15]。

对产量和产量性状指标的相关分析得出,产量与茎粗、节数、单株粒数、百粒重均呈显著正相关,都达到了极显著的水平,与单株荚数达到了显著水平。大多数产量性状指标之间也都在不同程度上达到了显著和极显著的水平。

参考文献:

[1] 汪自强,董明远. 不同钾水平下春大豆品种的钾利用效率研究[J]. 大豆科学,1996,15(3):202-207.

[2] 李舒凡,沈桂琴,许美德,等. 施钾对增强大豆抗旱性的影响[J]. 大豆科学,1993,12(4):302-308.

- [4] 郑淑琴. 钾对大豆生理效应及产量和品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2001(4): 25-27.
- [5] Longstreth D J, Nobel P S. Nutrient influences on leaf photosynthesis. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium for *Gossypium hirsutum* [J]. Plant Physiol, 1980, 65: 541-543.
- [6] Peaslee D E, Moss D N. Stomatal conductivities in K-deficient leaves of maize (*Zea mays* L.) [J]. Crop Sci., 1968, 8: 427-430.
- [7] Harrison S A, Boerma H R, Ashley D A, et al. Heritability of canopy apparent photosynthesis and its relationship to seed yield in soybeans [J]. Crop Science, 1981, 21: 222-226.
- [8] 杜维广, 王育民, 谭克辉. 大豆品种(系)间光合活性的差异及其与产量的关系[J]. 作物学报, 1982, 8(2): 131-135.
- [9] Ashley D A, Boerma H R. Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generations of a soybean cross[J]. Crop Science, 1989, 29: 1042-1045.
- [10] 蒋德安, 徐银发. 水稻光合速率、气孔导度和 Rubisco 活性的日变化[J]. 植物生理学报, 1996, 22(1): 87-93.
- [11] 饶立华, 薛建明, 薛建明, 等. 钾营养对水稻光合器功能的效应与谷粒产量的影响[J]. 植物生理学报, 1989, 15(2): 191-197.
- [12] 常耀中. 大豆群体合理摆布与产量关系研究[J]. 大豆科学, 1983(2): 132-139.
- [13] 郝乃斌, 杜维广. 高光效大豆光合特性的研究[J]. 大豆科学, 1989(3): 283-287.
- [14] 李卫华, 郝乃斌. 高产大豆品种的高光效特性[J]. 生物物理学报, 2000, 16(2): 421-426.
- [15] 林蔚刚, 王岫芳. 大豆不同群体叶面积与光强垂直分布初步分析[J]. 大豆科学, 1996, 15(1): 56-60.

Effects of Potassium on Photosynthesis Rate and Yield in Soybean

CHEN Xi-feng, LI Yan, WANG Nan, YUE Yang, WU Chun-sheng

(Innovation Center of Soybean Region Technology of Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: In field culture of this experiment, the effects of potassium rate on photosynthesis rate and yield were studied with soybean. The results indicated that chlorophyll content, transpiration rate and photosynthesis rate of the soybean were growing higher with the increasing of potassium. At the same time, LAI, dry matter accumulation, plant high, 100-kernel weight and yield of soybean were growing higher with the increasing of potassium too. But, excessive potassium fertilization, the trend was weaken. There were differences of photosynthesis rate and grain yield at the four potassium levels. The level of $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ treatment had apparent advantages in chlorophyll content, transpiration rate, photosynthesis rate, dry matter accumulation, yield, and so on. Generally speaking, those index value under potassium fertilization were higher than under no potassium fertilization.

Key words: soybean; photosynthesis rate; yield

农业部部长韩长赋一行视察黑龙江省农业科学院

2010年4月21日,农业部部长韩长赋一行在黑龙江省副省长吕维峰、省政府副秘书长金济滨、省农委主任王忠林的陪同下来黑龙江省农业科学视察指导工作。省农委副主任、院党组书记、院长韩贵清向韩长赋部长介绍了我院概况及近年来发展情况,黑龙江省农业科学院常务副院长张志,副院长苏俊,肖志敏,王贵江陪同。韩部长一行先后参观了院展览室、农业部谷物及制品质量监督检验测试中心、农业部脱毒马铃薯质量监督检验检测中心等国家级中心和重点实验室,并与科研人员亲切座谈,详细了解黑龙江省农业科技发展现状。

韩部长欣慰地说“我曾在2002年来过一次农科院,事隔八年,农科院的变化太大了,说明你们近年来有发展、有进步、有创新。”

在谈到今年的春耕生产时,韩部长表示“我现在非常关心东北地区能否及时春播,在播期推后、实播期缩短的前提下,是否能够保质保量的做好,建议农科院的专家在深入一线指导生产的同时,通过电视、广播等新闻媒体,给予各地区农民更加有针对性的指导。”韩部长希望黑龙江省农业科学院能够在黑龙江省农牧业发展当中,继续发挥技术领军作用,给现代农业发展提供有力的支撑,在全国农业科研和技术推广中发挥重要作用。