

滴灌条件下大豆高产施肥管理技术研究

高玉山¹, 孙云云¹, 才源², 刘方明¹, 窦金刚¹, 侯中华¹, 刘慧涛^{1*}

(1. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033; 2. 吉林省生物研究所, 长春 130000)

摘要:在滴灌的条件下, 通过设置不同的施肥量, 研究其对大豆干物质积累、株高及产量的影响。结果表明: 氮、磷、钾三种元素合理搭配施用, 大豆的生物量和产量等达到最佳效果, 通过二次回归方程分析, 得出大豆膜下滴灌经济施肥量为氮(N) 78 kg/hm²、磷(P₂O₅) 76 kg/hm²、钾(K₂O) 86 kg/hm²; 产量为 3 434 ~ 3 536 kg/hm²。

关键词:滴灌; 大豆; 施肥量; 产量

中图分类号: S565.106

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)01-0016-04

Research on Fertilizer Management under Drip Irrigation of High-Yield Soybean

GAO Yushan¹, SUN Yunyun¹, CAI Yuan², LIU Fangming¹, DOU Jingang¹, HOU Zhonghua¹, LIU Huitao^{1*}

(1. Agricultural Resources and Environment Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Jilin Biological Research Institute, Changchun 130000, China)

Abstract: Effects of different fertilization rate on dry matter accumulation, plant height and yield under drip irrigation of soybean were studied in the paper. The results showed that the biomass and yield of soybean was best when the optimum fertilizing quantity of soybean under drip irrigation was N 83.8 kg/ha, P₂O₅ 93 kg/ha, K₂O 98.7 kg/ha, and the yield was 3434-3536 kg/ha.

Key words: Drip irrigation; Soybean; Fertilizer amount; Yield

在大豆的增产措施中, 合理施肥是一项关键措施。农民通常把增加化肥用量作为提高农业产量的主要手段。调查结果表明, 从1978年起, 我国化肥用量几乎呈直线上升, 但是化肥用量的增加远远高于产量增长速度。大量的肥料投入不但给环境带来严重的破坏和污染, 而且没有收到预想的增产效果。滴灌和施肥两项技术有效地结合是目前栽培技术研究中的一项热门课题^[1-3], 在滴灌条件下, 肥料施入量对大豆的生理指标和产量构成有显著影响^[4-6]。本试验采用膜下滴灌方式, 研究不同施肥量对大豆生理性状、产量的影响, 为建立大豆膜下滴灌养分高效管理技术提供理论依据。

收稿日期: 2016-10-25

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203012-4-3); 现代农业物种业发展专项资金项目(2013-2015)

作者简介: 高玉山(1974-), 男, 研究员, 硕士, 主要从事膜下滴灌水肥一体化技术研究工作。

通讯作者: 刘慧涛, 男, 硕士, 研究员, E-mail: liuhuitao558@sohu.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验采用的大豆品种是吉育86。

1.2 试验设计

1.2.1 试验地点

试验地点设在吉林省西部乾安县赞字乡父字村, 属于半干旱生态类型, 中温带大陆性季风气候, 光热资源充足, 年平均日照时数为 2 867 h, 年均气温 5.6℃, ≥10℃积温 2 885℃·d, 平均无霜期为 146 d。气候特点是干旱多风, 有效降水量不足 400 mm, 蒸发量为 1 875 mm。夏季降雨主要集中在 7、8 月份, 占年降水量的 72%。土壤为淡黑钙土。

1.2.2 试验方法

试验在遮雨大棚内进行, 采用膜下滴灌大垄双行种植方式, 整个生育期灌水量为 400 mm, 试验设计采用“3414”法, 3 个因素(氮、磷、钾), 4 个

水平。0水平为不施肥,2水平为当地常规灌溉常规高产田施肥量的70%(N:75 kg/hm²;P₂O₅:90 kg/hm²;K₂O:90 kg/hm²),1水平=2水平×0.5,3水平=2水平×1.5(该水平为过量施肥水平),共14个处理见表1。试验采用随机区组试验设计,试验小区面积

表1 “3414”试验方案处理

处理	处理内容	编码		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2
3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2
4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2
5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2
6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2
7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2
8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1
10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3
11	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2
12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2
13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1
14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1

20.4 m²。施肥方式采用滴灌随水施肥,苗期施入总肥量的10%,分枝期施入总肥量的15%,开花期施入总肥量的20%,结荚期施入总肥量的25%,鼓粒期施入总肥量的25%,成熟期施入总肥量的5%。

1.3 研究方法

(1)生物量测定:采用烘干称重法测定生物量。

(2)叶绿素含量测定:采用叶绿素仪测定大豆主要生育期的叶绿素含量。

(3)测产:在每处理中间行内,选取生长正常、不缺苗的区域,量取10 m²收获,折算14%的含水量后的公顷产量。

(4)考种:选取区内有代表性的10株进行考种,测量荚数、粒数、粒重、百粒重,计算粒荚比。

2 结果与分析

2.1 不同施肥量对大豆生物量的影响

不同施肥量对大豆生物量的影响见表2,从结荚期到鼓粒期,处理6(N₂P₂K₂)的生物量最高,鼓粒期总干物重比对照增加了114.0%,叶干物重比对照增加了71.8%,茎干物重比对照增加了59.6%,荚干物重比对照增加了192.3%。

表2 不同处理对大豆生物量的影响

g

处理	结荚期			鼓粒期			
	总重	叶	茎	总重	叶	茎	荚
1	17.2	3.7	13.5	38.7	3.9	19.3	15.5
2	18.6	3.4	15.2	53.7	4.2	20.3	29.2
3	20.2	4.0	16.1	73.5	5.2	40.2	28.1
4	28.8	6.1	22.7	59.3	5.3	25.5	28.5
5	36.0	5.8	30.2	77.3	6.8	29.4	41.1
6	44.7	8.6	36.1	82.8	6.7	30.8	45.3
7	39.0	4.9	34.1	78.3	4.5	29.3	44.5
8	29.5	5.1	24.4	71.0	5.6	23.5	41.9
9	32.0	4.1	27.9	78.3	5.8	32.5	40.0
10	31.4	6.2	25.2	81.5	5.9	37.4	38.2
11	40.8	5.2	35.6	81	6.6	33.7	40.7
12	21.4	5.3	16.1	50.1	3.4	21.9	24.8
13	22.5	5.5	17.0	44.1	5.7	22.2	16.2
14	32.8	6.0	26.7	72.8	6.2	25.8	40.8

2.2 不同施肥量对大豆株高、叶绿素含量的影响

主要营养元素氮磷钾的不同施入量对大豆株高、叶绿素含量的影响见表3,不同施肥量对大豆开花期、鼓粒期的株高都有所影响。开花期至鼓

粒期,各处理的株高均高于处理1(对照),处理6的株高与处理1间存在显著差异;各处理的叶绿素含量均高于处理1(对照),处理6的叶绿素含量与处理1间存在显著性差异。

表3 不同处理对大豆株高、叶绿素含量的影响

处理	株高 (cm)		叶绿素 (SPAD)	
	开花期	鼓粒期	开花期	鼓粒期
1	99 e	126 ef	34.5 j	34.1 i
2	107 ed	133 de	35.8 i	35.0 h
3	111 bcd	126 ef	37.2 h	37.7 ef
4	116 ab	136 cd	39.1 ef	38.4 de
5	115 bcd	140 abcd	41.3 b	40.1 b
6	119 a	146 a	42.8 a	41.6 a
7	109 bcd	145 ab	40.2 c	39.0 cd
8	116 ab	141 abc	39.9 cd	38.4 de
9	109 bcd	139 abcd	42.3 a	40.1 b
10	105 de	138 bcd	37.9 gh	36.2 g
11	109 bcd	139 abcd	39.2 de	38.5 cd
12	108 cd	139 abcd	37.5 h	38.7 cd
13	114 abc	119 f	38.4 fg	39.2 c
14	109 bcd	123 f	37.5 h	37.4 f

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

2.3 不同施肥量对大豆产量和产量构成的影响

不同施肥量对大豆产量的影响见图1, 处理6、处理11、处理10、处理7产量较高, 处理6产量最高, 达到3 565 kg/hm², 比对照增产85.1%, 与其他处理间存在极显著性差异。

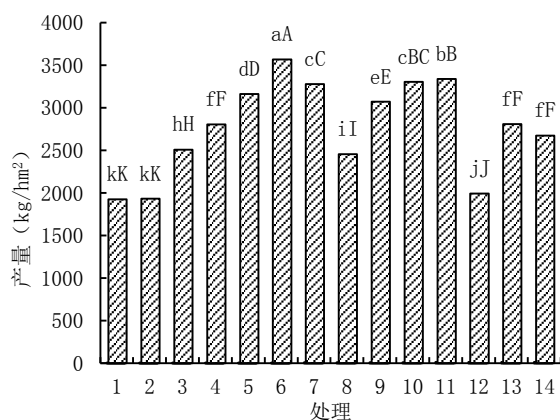


图1 不同处理对大豆产量的影响

大豆不同施肥量与肥料水平效应见图2~图4。

选用处理2、3、6、11, 分析确定当地最佳施磷、钾肥量下的大豆氮肥效应方程及氮肥施用量。建立氮肥效应数学模型, 一元二次回归方程: $Y = -0.2316X^2 + 38.802X + 1918$, 计算结果最高产量氮用量为83.8 kg/hm², 产量为3 543 kg/hm²; 按照氮肥每公斤5.22元计算, 氮肥经济施用量为78 kg/hm², 产量为3 536 kg/hm²。

选用处理4、5、6、7, 分析确定当地最佳施氮、钾肥量下的大豆磷肥效应方程及磷肥施用量。

建立磷肥效应数学模型, 一元二次回归方程: $Y = -0.0796X^2 + 14.806X + 2767.9$, 计算结果最高产量P₂O₅用量为93 kg/hm², 产量为3 456 kg/hm²; 按照P₂O₅肥每公斤5.40元计算, P₂O₅肥经济施用量为76 kg/hm², 产量为3 434 kg/hm²。

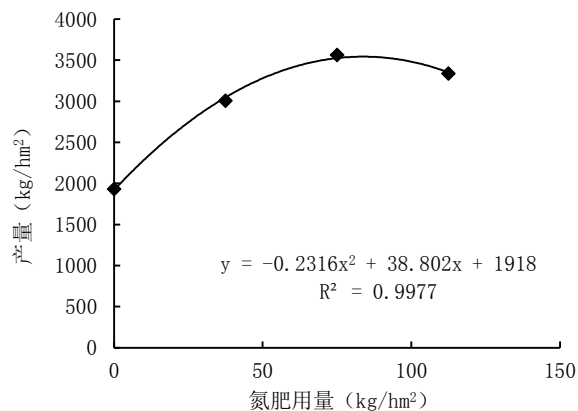


图2 氮肥水平与大豆产量效应

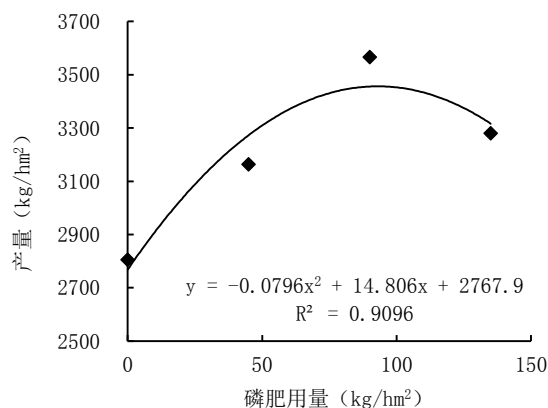


图3 磷肥水平与大豆产量效应

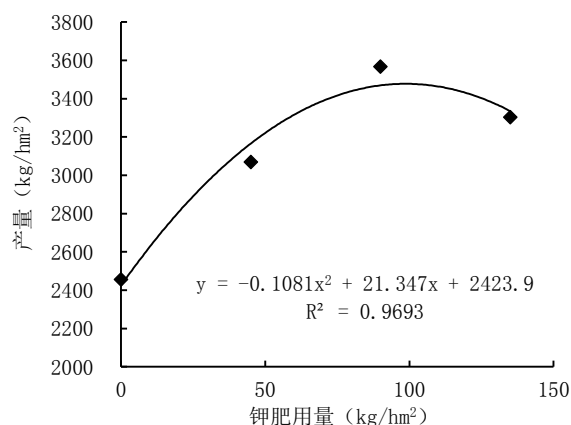


图4 钾肥水平与大豆产量效应

选用处理6、8、9、10, 分析确定当地最佳施氮、磷肥量下的大豆钾肥效应方程及钾肥施用量。建立钾肥效应数学模型, 一元二次回归方程: $Y = -0.1081X^2 + 21.347X + 2423.9$, 计算结果最高

产量 K_2O 用量为 98.7 kg/hm^2 , 产量为 $3\,478\text{ kg/hm}^2$; 按照 K_2O 肥每公斤 5.67 元计算, 钾肥经济施肥量为 86 kg/hm^2 , 产量为 $3\,459\text{ kg/hm}^2$ 。

不同施肥量对大豆产量构成的影响见表 4, 处理 6 单株荚数最多, 单株粒数最多, 百粒重最高, 比处理 1 (对照) 重 15.5%。处理 8 瘪荚率最高, 偏施氮肥、未施钾肥造成大量元素比例失调, 对瘪荚的影响较大。

表 4 不同处理大豆产量构成的影响

处理	单株荚数 (个)	空荚率 (%)	单株粒数 (粒)	百粒重 (g)
1	14.1	1.2	34.6	23.1
2	19.4	2.0	47.2	24.7
3	22.1	1.0	47.2	24.3
4	21.1	3.1	50.5	23.5
5	24.9	3.2	58.5	24.8
6	32.0	0.7	74.9	26.6
7	24.4	0.7	66.1	25.6
8	21.1	3.3	68.0	25.5
9	23.8	1.7	61.1	23.3
10	24.4	0.9	54.8	25.5
11	29.9	1.9	57.5	25.5
12	23.5	0.9	53.0	23.3
13	18.9	1.1	33.0	19.4
14	19.0	1.1	40.3	21.4

3 结论与讨论

学者们对常规种植下大豆施肥制度研究较多, 邵彦宾等^[7]通过“3414”肥料效应田间试验建立相应的施肥模型, 确定大豆的施肥参数, 制定施肥方案, 对当地大豆生产起到了指导的作用。谢佳贵等^[8-9]研究表明, 平衡施肥对优质大豆生长发育有明显的促进作用, 平衡施肥显著提高了优质大豆产量。

滴灌中随水施肥技术是根据作物生长各阶段对养分的需求和土壤养分的供给状况, 准确将肥料补加和均匀施在作物根系附近, 并被作物根系直接吸收利用的一种施肥方法。该技术具有节本

增效显著, 不污染环境等优点, 是保证农业可持续发展的一种重要生产方式。关于滴灌条件下大豆施肥制度的研究较少, 姜妍等^[10]通过设置不同的肥料用量和施肥时期处理, 研究其对滴灌大豆氮素积累、分配、利用及产量的影响, 结果表明先施用种肥, 结荚期再施用滴灌肥, 施肥方式效果最佳, 产量最高, 其中种肥为尿素 37.5 kg/hm^2 、磷酸二铵 75 kg/hm^2 、硫酸钾 45 kg/hm^2 ; 滴灌肥为尿素 63.75 kg/hm^2 、磷酸二氢钾 66.75 kg/hm^2 。

本文基于大豆膜下滴灌“3414”肥效试验, 通过回归分析建立一元二次回归方程, 得出大豆膜下滴灌经济施肥量为氮 (N) 78 kg/hm^2 、磷 (P_2O_5) 76 kg/hm^2 、钾 (K_2O) 86 kg/hm^2 ; 经济产量为 $3\,434 \sim 3\,536\text{ kg/hm}^2$ 。在大豆生产中应该将经济施肥量作为推荐施肥量。

参考文献:

- [1] 谢伟, 黄璜, 沈建凯. 植物水肥耦合研究进展[J]. 作物研究, 2007, 21(5): 541-546.
- [2] 乔云发, 韩晓增, 苗淑杰, 等. 黑土区水肥耦合对大豆产量的影响[J]. 大豆通报, 2007(1): 25-27.
- [3] 马强, 宇万太, 周桦, 等. 不同水肥条件对大豆产量的影响[J]. 土壤通报, 2009, 40(6): 1311-1315.
- [4] 张洁, 丁志强, 李俊红, 等. 水肥对大豆叶绿素荧光动力学参数及其产量的影响[J]. 土壤与作物, 2013, 2(3): 122-126.
- [5] 毛洪霞, 张富仓, 何林望. 不同灌水量对滴灌大豆产量及品质的影响[J]. 新疆农垦科技, 2007(6): 35-36.
- [6] 周欣, 滕云, 王孟雪, 等. 东北半干旱区大豆水肥耦合效应盆栽试验研究[J]. 东北农业大学学报, 2007, 38(4): 442-445.
- [7] 邵彦宾, 刘美娜, 朱红伟. 大豆测土配方施肥肥料效应研究[J]. 现代农业科技, 2008(23): 185-186.
- [8] 谢佳贵, 王立春, 尹彩侠, 等. 平衡施肥对优质大豆产量和品质的影响[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 31-32, 35.
- [9] 郭庆元, 李志玉, 涂学文. 大豆高产优质施肥研究与应用[J]. 中国农学通报, 2003, 19(3): 89-96.
- [10] 姜妍, 刘燕, 刘伟, 等. 不同施肥处理对滴灌大豆干物质积累及产量与效益的影响[J]. 作物杂志, 2011(5): 61-64.

(责任编辑: 王昱)