

底肥量追肥期对夏大豆产量性状的影响*

李永孝 李佩珽

(山东农科院作物研究所)

提 要

用盆栽方法研究了底肥量、追肥期对夏大豆主要产量性状的影响。结果表明:底肥量、追肥期对夏大豆株荚数、株粒数、百粒重、株粒重都有极显著影响。底施 20 克·株⁻¹复合肥比不施底肥株产量增加 32%, 结荚末期追尿素 3 克·株⁻¹比不追肥株产量增加 43.2%。追肥期对株产量影响大小的顺序为:结荚末期>鼓粒中期>始花期>分枝期>不追肥。追肥过早,株荚数、株粒数都减少。底施 20 克·株⁻¹复合肥,于结荚末期追施氮肥,株产量最高。

关键词 夏大豆;底肥量;追肥期

对大豆施底肥和追肥,以提高籽粒产量,引起了国内外大豆专家的重视,并进行了许多研究。日本学者杉原进^[4]指出,大豆高产的决定因素是氮,始花前后各 10 天时段内供给氮可增加荚数,提高籽粒产量。解惠光^[3]指出,日本学者认为,施用氮肥是大豆增产的必要措施,氮素基肥和追肥的利用率分别为 27% 和 57—63%。Bashir, Al-ithawi 等^[6]认为,增加氮肥和水分供应可增加籽粒产量。Hassan, R. A. 等^[7]研究表明,施氮肥和磷肥可提高大豆籽粒产量。王瑛等^[1]研究指出,花荚期追肥可使大豆籽粒产量提高 26.6—47.8%。夏大豆的生态条件和生育特性与春大豆之间存在明显差异。因此,底肥用量和追肥时期对夏大豆主要产量性状的影响,与春大豆也将有明显不同,有待进一步研究。本文用盆栽方法研究了底肥量和追肥期对夏大豆主要产量性状的影响。获得了一些有价值的资料,可供生产参考。

材料与方 法

1991—1992 年用盆栽方法研究了夏大豆底肥量和追肥期对夏大豆主要产量性状的

* 本文于 1993 年 8 月 16 日收到。

This paper was received on Aug. 16, 1993.

影响。供试品种齐丰 84。种于白色瓷栽培缸内。缸高 36cm,内径 28cm,内装过筛土 15kg (含水量 10%)。试验采用底肥量和追肥期二因素随机区组试验。重复 4 次。底肥量设 0、10、20 克·株⁻¹复合肥(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)3 个处理,追肥期为:分枝期、始花期、结荚末期、鼓粒中期和不追肥 5 个处理。追肥量为尿素 3 克·株⁻¹。土壤养分为:全氮 0.097%、P₂O₅ 0.161%、水解氮、速效磷、速效钾分别为 46.32、51.43、122.44ppm,有机质 1.03%。始花前每 5 天浇一次水,始花后每 2 天浇一次水,每次供水量为 1.8kg·株⁻¹。6 月 8 日播种,出苗后每缸留苗 1 株。9 月中旬成熟。称重用日本产精度为 0.01 克的电子天平。

结果与分析

一、底肥量、追肥期对产量性状的影响

由表 1、2 看出,底肥量、追肥期对夏大豆株荚数、株粒数、百粒重、株粒重影响都很大,F 检验均在 0.01 水平上显著。其交互效应也在 0.05 水平上显著。但底肥量、追肥期对产量性状的影响程度是不同的。

表 1 底肥量和追肥期对夏大豆产量性状的影响
Table 1 Effects of amount of base fertilizer and stage of top dressing on yield charcters in summer soybean

追肥期 Stage of additional fertilizer	产量性状 Yield characters	重 复 Replication	底肥量(克·株 ⁻¹) Amount of base fertilizer(g/plant ⁻¹)											
			0cm				10cm				20cm			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
无 No	株荚数 Number of pods per plant		118	117	107	105	127	136	115	121	154	144	151	149
	株粒数 Number of seeds per plant		242	238	221	218	259	272	224	246	276	266	275	271
	百粒重(g) Weight of 100 seeds (g)		11.2	11.0	11.7	12.0	13.2	12.9	12.4	12.3	13.9	13.8	14.1	14.3
	株粒重(g) Weight of seeds per plant		27.1	26.2	25.9	26.2	34.2	35.1	27.8	30.3	38.4	36.7	38.8	38.7
分枝期 Branching stage	株荚数 Number of pods per plant		126	131	136	128	109	126	113	129	141	135	147	131
	株粒数 Number of seeds per plant		265	270	272	255	234	256	221	231	263	256	271	242
	百粒重(g) Weight of 100 seeds (g)		12.4	12.7	12.5	13.1	14.1	13.7	14.5	13.6	14.8	15.4	14.7	14.9
	株粒重(g) Weight of seeds per plant		32.9	34.3	34.0	33.4	33.0	35.1	32.0	31.4	38.9	39.4	39.8	36.1
始花期 Initial flowering stage	株荚数 Number of pods per plant		116	132	119	123	128	117	136	122	138	144	140	127
	株粒数 Number of seeds per plant		244	273	238	253	266	238	281	255	277	285	281	263
	百粒重(g) Weight of 100 seeds (g)		13.6	13.9	14.6	14.3	14.9	15.2	14.6	15.1	16.1	16.3	16.5	16.7
	株粒重(g) Weight of seeds per plant		33.2	37.9	34.8	36.3	39.6	36.2	41.3	38.5	44.6	46.5	46.4	43.9
结荚末期 Last pod formation stage	株荚数 Number of pods per plant		121	132	129	134	148	132	148	140	157	151	156	154
	株粒数 Number of seeds per plant		254	274	265	272	296	270	285	279	326	311	319	321
	百粒重(g) Weight of 100 seeds (g)		15.1	14.8	15.3	14.6	15.3	16.0	16.6	16.2	16.1	16.6	17.1	16.5
	株粒重(g) Weight of seeds per plant		38.4	40.6	40.5	39.7	45.3	43.2	47.2	45.2	52.5	51.6	54.5	53.0
鼓粒中期 Middle seed filling stage	株荚数 Number of pods per plant		119	114	122	115	140	144	138	132	150	154	152	155
	株粒数 Number of seeds per plant		241	239	253	237	279	288	289	271	302	313	308	314
	百粒重(g) Weight of 100 seeds (g)		14.9	14.7	14.3	14.6	14.7	15.0	14.2	15.4	16.2	15.9	16.3	16.6
	株粒重(g) Weight of seeds per plant		35.9	35.1	36.2	34.6	41.0	43.2	41.0	41.7	48.9	49.8	50.2	52.1

表 2 表 1 中资料的方差分析

Table 2 Analysis of variance for data of the table 1

变异来源 Source of variation	df	株荚数 Number of pods per plant		株粒数 Number of seeds per plant		百粒重(g.) Weight of 100 seeds (g.)		株粒重(g.) Weight of seeds per plant	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
区组 Block	3	28.772	<1	181.47	1.35	0.1971	1.31	1.70	<1
处理 Treatment	14	691.238	16.49**	2487.30	18.56**	8.6709	63.43**	203.23	75.40**
底肥量(A) Amount of base fertilizer (A)	2	3075.716	73.36**	6744.27	50.32**	21.6051	158.05**	611.53	226.90**
追肥期(B) Stage of additional fertilizer (B)	4	423.083	10.09**	3287.77	24.53**	18.8483	137.88**	351.27	130.33**
A×B	8	229.196	5.47**	1022.83	7.63**	0.3487	2.551*	27.133	10.07**
误差 Error	42	41.927	134.03		0.1367		2.695		
总和 Total	59	195.332	694.843		2.164		50.229		

1. 底肥量的影响:由表 3 看出,底施复合肥 0、10、20 克·株⁻¹处理间,株荚数、株粒数、百粒重、株粒重 Duncan 法测验均在 0.05 水平上显著(表中以 a、b、c……表示,以下同)。底施 20 克·株⁻¹复合肥与不施肥处理比较,株荚数、株粒数、百粒重分别增加 19.9%、14.3%、15.3%,株产量增加 32.0%。增施底肥后扩大了根系吸收表面积,提高了根系活性和叶片光合速率,增大了叶面积(本试验测),是使产量性状都增加的根本原因。

2. 追肥期的影响:由表 3 看出,5 个追肥期处理对株粒数、百粒重、株粒重的影响大小顺序均为结荚末期>鼓粒中期>始花期>分枝期>不追肥。对株荚数的影响,以结荚末期最大,不追肥最小,但始花期、分枝期追肥与不追肥之间几乎无差异。结荚末期追肥与不追肥比较,株荚数、株粒数、百粒重、株粒重分别增加 10.4%、15.4%、24.5%、43.2%。始花期追肥与不追肥比较,上述 4 个性状分别增 0.1%、4.8%、19.0%、24.1%。可见,结荚末期追氮肥可显著增加株荚数、株粒数、百粒重,是株粒重大幅度提高的根本原因。其中,追施氮肥对百粒重的影响最大。

二、不同底肥量条件下,追肥期对产量性状的影响

1. 不施底肥:由表 4 看出,在本试验土壤肥力水平下,分枝期追肥株荚数最多(与结荚末期和始花期追肥差异不显著),株粒数、百粒重、株粒重均以结荚末期最高。结荚末期追肥与不追肥比较,株荚数、株粒数、百粒重、株粒重分别增加 15.4%、15.9%、30.2%、51.3%。

2. 底施 10 克·株⁻¹复合肥:株荚数、株粒数、百粒重、株粒重均以结荚末期追肥最高,不追肥最低(株荚数分枝期追肥最低除外)。结荚末期追肥与不追肥比较,上述 4 个产量性状分别增 13.8%、20.0%、26.2%、41.7%。

表 3 不同底肥量、追肥期条件下夏大豆产量性状差异显著性测验(Duncan's)

Table 3 Significant test of yield characters under conditions of different base fertilizer and stage of top dressing in summer soybean (Duncan's)

底肥量(g. 株 ⁻¹) Amount of base fertilizer (g. plant ⁻¹)	株荚数 Number of pods per plant	株粒数 Number of seeds per plant	百粒重(g.) Weight of 100 seeds (g.)	株粒重(g.) Weight of seeds per plant (g.)
20	146.5 a	287.0 a	15.64 a	45.04 a
10	130.05 b	262.0 b	14.5 b	38.12 b
0	122.2 c	251.2 c	13.57 c	34.11 c
追肥期 Stage of top dressing				
结荚末期 Last pod formation stage	141.83 a	289.3 a	15.85 a	45.98 a
鼓粒中期 Middle seed filling stage	136.25 b	277.8 b	15.23 b	42.48 b
始花期 Initial flowering stage	128.67 c	262.8 c	15.15 b	39.85 c
分枝期 Branching stage	129.33 c	253.0 d	13.87 c	35.03 d
不追肥 No	128.5 c	250.7 d	12.73 d	32.12 e

表 4 不同底肥量条件下追肥期对夏大豆产量性状的影响及其显著性(Duncan's)

Table 4 Effect of stage of top dressing on yield characters and its significant test (Duncan's) under condition of different amount of base fertilizer in summer soybean

under condition of different amount of base fertilizer in summer soybean														
追肥期 Stage of additional fertilizer			株荚数 Number of pods per plant			株粒数 Number of seeds per plant			百粒重(g.) Weight of 100 seeds (g.)			株粒重(g.) Weight of seeds per plant(g.)		
			数值	显著性	与 CK 比 (%)	数值	显著性	与 CK 比 (%)	数值	显著性	与 CK 比 (%)	数值	显著性	与 CK 比 (%)
			不施底肥		No									
结荚末期	Last pod formation stage		129.0	ab	115.4	266.3	a	115.9	14.95	a	130.2	39.8	a	151.3
鼓粒中期	Middle seed filling stage		117.5	bc	105.1	242.5	bc	105.5	14.63	a	127.4	35.4	b	134.6
始花期	Initial flowering stage		122.5	ab	109.6	252.0	ab	110.0	14.10	a	122.8	35.3	b	134.2
分枝期	Branching stage		130.3	a	116.5	265.5	a	115.5	12.68	b	110.5	33.6	b	127.8
不追肥	No (CK)		111.8	c	100	229.8	c	100	11.48	c	100	26.3	c	100
底肥 10 克·株 ⁻¹ Base fertilizer 10g. per plant														
结荚末期	Last pod formation stage		142.0	a	113.8	282.5	a	120.0	16.03	a	126.2	45.2	a	141.7
鼓粒中期	Middle seed filling stage		138.5	a	111.0	281.8	a	119.7	15.0	b	118.1	41.7	b	130.7
始花期	Initial flowering stage		125.8	b	100.8	260.0	b	110.4	14.8	b	116.5	38.9	c	121.9
分枝期	Branching stage		119.3	b	95.6	250.3	bc	106.3	14.0	c	110.2	32.9	d	103.1
不追肥	No (CK)		124.8	b	100	235.5	c	100	12.7	d	100	31.9	d	100
底肥 20 克·株 ⁻¹ Base fertilizer 20g. per plant														
结荚末期	Last pod formation stage		154.5	a	103.3	319.3	a	117.4	16.6	a	118.6	52.9	a	138.5
鼓粒中期	Middle seed filling stage		152.7	a	102.1	309.3	a	113.7	16.4	a	117.1	50.3	b	131.7
始花期	Initial flowering stage		137.25	b	91.8	276.5	b	101.7	16.3	a	116.4	45.4	c	118.8
分枝期	Branching stage		138.5	b	92.6	258.0	c	94.9	15.0	b	107.1	38.6	d	101.0
不追肥	No (CK)		149.5	a	100	272.0	bc	100	14.0	c	100	38.2	d	100

3. 底施 20 克·株⁻¹复合肥:前述 4 个产量性状均以结荚末期追肥最高,株荚数以始花期追肥最低,株粒数以分枝期追肥最少,百粒重、株粒重均以不追肥最低。结荚末期追肥与不追肥比较,上述 4 个产量性状分别增加 3.3%、17.4%、18.6%、38.5%。

3 种底肥量情况下,均以结荚末期追施氮肥对 4 个产量性状影响最大;在株荚数、株粒数、百粒重三者中,追施氮肥对百粒重的影响最大。

三、不同追肥期条件下,底肥量对产量性状的影响

由表 5 看出,底施 20 克·株⁻¹复合肥与不施底肥比较。底肥施 20 克·株⁻¹复合肥,在各种追肥情况下,都能使株产量大幅度增加。但施底肥大幅度增加株产量的主要影响因素(产量构成因素)因追肥期不同而异。不追肥情况下,施底肥主要是大幅度增加株荚数(增加 33.7%),其次是增加了百粒重(增加 22.2%)。分枝期追肥情况下,施底肥主要是增加百粒重(增 18.0%),株粒数是减少的。施底肥而始花期追肥情况下,主要是提高了百粒重(增 16.3%),其次是增加了株荚数(12.2%)、株粒数(增 9.7%)。施底肥而结荚末期和鼓粒中期追肥情况下,主要是增加了株荚数(分别增加 19.8%、30.0%)、株粒数(分别增加 19.9%、27.5%),其次是提高百粒重(分别增加 11.0%、11.1%)。分枝期追肥情况下,底施 10 克·株⁻¹复合肥的株荚数、株粒数均比不施底肥的少,底施 20 克·株⁻¹复合肥的株荚数增加很少,株粒数减少。出现这种情况,可能由于追肥过早,使营养生长过盛,通风透光条件差,影响了花荚形成所致。由表 5 还可看出,底施复合肥 20 克·株⁻¹,结荚末期追尿素 3 克·株⁻¹,株粒重最高(52.9 克·株⁻¹)。

表 5 不同追肥期条件下,底肥量对夏大豆产量性状的影响及其显著性测验(Duncan's)

Table 5 Effect of amount of base fertilizer on yield characters and its significant test (Duncan's) under condition of different stage of top dressing in summer soybean

		追 肥 期 Stage of top dressing														
产量性状 Yield characters	底肥量 (克·株 ⁻¹) Amount of base fertilizer (g. plant ⁻¹)	不追肥 No			分枝期 Branching stage			始花期 Initial flowering stage			结荚末期 Last pod formation stage			鼓粒中期 Middle seed filling stage		
		性 状 值	显 著 性	与 CK 比 (%)	性 状 值	显 著 性	与 CK 比 (%)	性 状 值	显 著 性	与 CK 比 (%)	性 状 值	显 著 性	与 CK 比 (%)	性 状 值	显 著 性	与 CK 比 (%)
株荚数 Number of pods per plant	20 10 0(CK)	149.5 124.7 111.8	a b c	133.7 111.5 100	138.5 119.2 130.2	a b a	106.4 92.0 100	137.2 125.7 122.5	a b b	112.0 102.6 100	154.5 142.0 129.0	a b c	119.8 110.1 100	152.7 138.5 117.5	a b c	130.0 117.9 100
株粒数 Number of seeds per plant	20 10 0(CK)	272.0 250.2 229.7	a b c	118.4 108.9 100	258.0 235.5 265.5	a b a	97.2 88.7 100	276.5 260.0 252.0	a ab b	109.7 103.2 100	319.2 282.5 266.2	a b b	119.9 106.1 100	309.2 281.7 242.5	a b c	127.5 112.6 100
百粒重(克) Weight of 100 seeds (g.)	20 10 0(CK)	14.02 12.70 11.47	a b c	122.2 110.7 100	14.95 13.97 12.67	a b c	118.0 110.3 100	16.40 14.95 14.10	a b c	116.3 106.0 100	16.60 16.02 14.95	a b c	111.0 107.2 100	16.25 14.82 14.62	a b b	111.1 101.4 100
株粒重(克) Weight of seeds per plant (g.)	20 10 0(CK)	38.1 31.8 26.3	a b c	144.9 120.9 100	38.5 32.8 33.6	a b b	114.6 97.6 100	45.3 38.9 35.3	a b c	128.3 110.2 100	52.9 45.2 39.8	a b c	132.9 113.6 100	50.2 41.7 35.4	a b c	141.8 117.8 100

讨 论

1. 夏大豆施底肥可以增加株粒重,其原因可能是:底施 20 克·株⁻¹与底施 10 克·

株⁻¹复合肥比较,于始花期测试,根系体积,根系活跃吸收表面积可增加 50%以上,叶面积增加 40%,主茎粗增加 20%,叶片光合速率增加 8%。因而提高了形成花荚的生理机能。同时,根、茎、叶中积累的 N、P₂O₅、K₂O 含量也增加了 50%以上^[2],这对增花增荚提供了养分供应保证。因此,施底肥比不施底肥株荚数、株粒数、百粒重、株粒重都显著增加(表 3)。

2. 昆野昭晨^[5]指出,大豆吸收的肥料要素 2/3 是在花期以后吸收的。夏大豆结荚末期至鼓粒中期对 N、P₂O₅、K₂O 的吸收量,分别占全生育期吸收量的 59.3%、67%、56%^[2]。我国夏大豆产区土壤中养分含量普遍较低,可被吸收利用的氮远不能满足夏大豆形成籽粒的需要。因此,结荚末期追肥能大幅度提高籽粒产量。

3. 由表 5 看出,始花期追肥比不追肥株荚数,增加不多或减少。观察结果表明,始花期追肥比不追肥的花荚脱落率明显增加。脱落后又可再生出花荚。底肥量小时,再生花荚可以弥补脱落的损失;底肥量大时,再生花荚弥补不了花荚脱落的损失。结荚末期和鼓粒中期追肥,则无落荚现象,还可再形成少量花荚,但大多为二粒荚和一粒荚,很少有三粒荚。始花期、结荚末期、鼓粒中期追肥都能显著地提高百粒重。在底肥量 20 克·株⁻¹时,始花期、结荚末期、鼓粒中期追肥,百粒重几乎无差异。

参考文献

- [1] 王瑛等,1984,中国油料,第 2 期
- [2] 李永孝等,1992,作物学报,18(6)
- [3] 解惠光,1990,大豆科学,9(2)
- [4] 杉原进,1979,农业科学,12 期
- [5] 昆野昭晨,1979,农业および园艺,第 54 卷,第 2—3 号
- [6] Bashir, Al-ithawi 等,1980, Agr. J. 72(5)
- [7] Hassan, R. A. 等,1980, Journal of Agricultural Sciences, Masoura of University 10(1)

EFFECTS OF AMOUNT OF BASE FERTILIZER AND STAGE OF TOP DRESSING ON YIELD CHARACTERS IN SUMMER SOYBEAN

Li Yongxiao Li Peiting

(Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

The effects of amount of base fertilizer and stage of top dressing on yield characters of summer soybean were studied by pot culture. The results indicated that the effects of amount of base fertilizer and stage of top dressing on pods per plant, seeds per plant, weight of 100 seeds and seed weight per plant were extremely significant. The yield of treatment of applying 20g/plant complex fertilizer as base fertilizer was 32% higher than that of treatment without application of base fertilizer, and the yield of top dressing treatment applying urea 3g/plant at late pod formation stage was 43.2% higher than that of treatment without top dressing. The effect of different stages of top dressing on yield per plant were as follows: late pod formation stage > middle seed filling stage > initial flowering stage > branching stage > without top dressing. If application of top dressing was too early, pods per plant and seeds per plant were reduced. In the treatment of applying 20g/plant complex fertilizer as base fertilizer and additional N fertilizer as top dressing at late pod formation stage, the yield per plant was higher than that of any other treatments.

Key words Summer soybean; Amount of base fertilizer; Stage of additional fertilizer