

不同前茬对大豆生长发育及体内 常量元素含量的影响^{*}

程学刚 张玉红

(黑龙江省农垦科学院)

摘要 在玉米、小麦、大豆、苜蓿茬的同类土壤上种植大豆,并于大豆盛花、末花、结荚、鼓粒期取样测定其株高、干重,同时测试大豆植株体内氮、磷、钾、钙、镁的含量,大豆成熟后实收计产并测试子粒中常量元素的含量。试验结果,重茬大豆生产发育不良,营养代谢紊乱,前期钙、镁过量吸收并与磷、钾的含量呈负相关。植株生长后期钙吸收锐减,子粒中磷、钾、钙、镁的含量显著低于其它茬口的大豆,产量降低。各种前茬大豆植株及子粒中氮的含量变化不显著。

关键词 作物前茬 大豆 常量元素含量 子粒产量

中图分类号 S565.1 S344.6

本文从作物养分平衡原理入手,通过对种植在玉米、小麦、苜蓿、大豆茬口上的大豆植株生长过程中进行较系统地观测及体内氮、磷、钾、钙、镁营养元素测试分析,探讨不同前茬对后作大豆生长、产量、营养元素含量的影响,旨在不同前茬条件下,为种植大豆提供合理施肥的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与方法

试验地设在黑龙江省农垦科学院试验区,土壤类型为草甸黑土,种植区轮作顺序是小麦—小麦—大豆,小麦—玉米—大豆,苜蓿—苜蓿—大豆,小麦—大豆—大豆。各种植区在1992年小麦茬伏翻,玉米、大豆、苜蓿茬收获后秋翻地的基础上,1993年在上述4种茬口上统一种植品种为垦农4号的大豆,5月5日播种,播深5cm,垄距70cm,4种前茬试验面积均为667m²,设计保苗为30万株/hm²,播种时施磷酸二铵150kg/hm²作种肥,大豆生育阶段各茬口田间管理相同。10月11日收获。

1.2 测定内容与方法

1.2.1 大豆株高、茎叶干重的测定 在大豆盛花期(7月12日)、末花期(7月26日)、结荚期(8月7日)分别对4种前茬试验区采用对角线法取大豆全株样品,每区取6点,每点5株,测定大豆植株地上部分株高、茎叶干重(105℃杀青15分钟,60℃烘至恒重)。大豆鼓粒期采用同样方法取样测定株高,并分别测定茎叶干重和豆荚干重。

1.2.2 大豆植株养分含量的测定 在上述生物产量取样同时取大豆上部完全展平叶,烘干后粉碎,测定植株的氮、磷、钾、钙、镁含量,全氮采用扩散法,全磷采用钼锑抗比色法,钾、钙、镁采

* 收稿日期 1997-05-09

用原子吸收方法进行测定

1. 2. 3 大豆子粒产量测定 大豆成熟后实收脱粒清选后称重测产。
1. 2. 4 大豆子粒中营养元素含量分析 从每种前茬处理中随机抽取 4次重复大豆子粒样品,分别对各处理样品粉碎,测试氮、磷、钾、钙、镁含量,方法同生育期植株测定方法相同

2 结果与分析

2.1 不同前茬对大豆生长发育的影响

试验结果表明,尽管试验控制栽培条件相同,但由于前茬不同大豆生长发育差异显著,大豆重茬与小麦茬、玉米茬、苜蓿茬比较大豆植株矮小,营养生长不良。盛花期大豆株高重茬比玉米茬降低 10.3cm,比小麦茬降低 9.9cm,比苜蓿茬降低 14.2cm。结荚期差异更显著,与玉米、小麦、苜蓿茬比较,重茬大豆植株高度分别降低 18.7cm、27.5cm、30.7cm。但是在大豆结荚至鼓粒期,重茬大豆株高增长相对较快,此阶段重茬大豆株高增加了 12.8cm,而玉米茬、小麦茬、苜蓿茬只分别增加了 2.7cm、8.3cm和 6.1cm。结果看出重茬大豆生长中心后移,即物质分配重点从营养生长向生殖生长转移阶段重茬大豆的营养生长反而相对加快。

植株干重直接反映大豆光合产物干物质积累状况,从表 1看出,大豆植株干重与株高的试验结果相同,重茬大豆各生长阶段干物质积累量都比其它前茬处理低。盛花期大豆平均单株重量重茬比苜蓿茬、玉米茬、小麦茬分别降低 202.0%、52.4%和 33.5%。盛花期至结荚期植株进入营养生长与生殖生长并行时期,这时期小麦、玉米、苜蓿茬的大豆平均每日干物质积累量分别是 0.45g、0.39g和 0.40g,而大豆茬的大豆仅有 0.24g。

结荚至鼓粒阶段植株生长中心逐渐转移,营养生长渐慢生殖生长加快,此阶段玉米茬大豆单株茎叶干重增加 4.40g、小麦茬增加 3.59g、苜蓿茬增加 5.05g,而重茬大豆却增加了 8.49g。各种前茬不同生长阶段营养体干物质积累的动态变化与植株高度动态变化趋势一致。但从鼓粒期单株豆荚干重占茎叶干重的百分比来看,重茬大豆仅为 27.4%,而玉米茬的大豆是 42.3%、小麦茬的为 47.3%、苜蓿茬的为 62.3% (见表 1)。

表 1 不同前茬的大豆各生育期株高及株干重

前茬作物	盛花期		末花期		结荚期		鼓粒期		
	株高 (cm)	株干重 (g)	株高 (cm)	株干重 (g)	株高 (cm)	株干重 (g)	株高 (cm)	茎叶干重 (g)	豆荚干重 (g)
大豆	29.8	4.44	40.2	5.33	43.8	10.65	5.66	19.14	5.24
玉米	40.1	6.77	52.3	11.53	62.5	16.80	65.2	21.20	9.00
小麦	39.7	5.93	51.8	8.85	71.3	17.65	79.6	21.24	10.04
苜蓿	44.0	13.41	48.9	14.50	74.5	23.83	80.6	28.88	18.04

综合各种茬口种植的大豆生长发育动态变化,可以看出重茬使大豆前期生长发育缓慢,营养生长不良,中后期营养生长失调,日干物质积累量明显降低,生殖生长受抑制,营养物质向豆荚输入严重受阻,致使豆荚干重占茎叶干重的百分比显著低于其它茬口的大豆。

2.2 不同前茬对大豆各生长阶段植株体内氮、磷、钾、钙、镁含量的影响

表 2可以看出,大豆不同生长阶段植株体内氮的含量没有因前茬不同而表现出显著差异,但是磷、钾、钙、镁的含量却因大豆的前茬作物不同而各异,甚至含量变化趋势都表现出极大差异。盛花期至结荚期重茬大豆植株体内磷、钾含量始终低于其它前茬的大豆同期的含量。结荚期重茬大豆的磷、钾含量锐减,与末花期比较磷含量降低 42.2%、钾含量降低 40.2%。其它 3种前茬这阶段磷、钾含量一直保持较高水平,特别是钾含量苜蓿和小麦茬在结荚期达到吸收高

峰,与末花期比较钾含量分别增加 40.67%和 1.88%。此结果表明了重茬大豆在营养生长和生殖生长并行的旺盛生长阶段,磷、钾供给不足

表 2 不同前茬对大豆各生育期常量元素含量的影响

前茬作物	大豆生育期	常量元素含量				
		氮 N	磷 P	钾 K	钙 Ca	镁 Mg
玉米	盛花	4.438	0.446	2.574	1.152	0.363
	末花	4.565	0.397	2.534	1.117	0.354
	结荚	4.307	0.334	2.389	1.819	0.442
	鼓粒	3.523	0.261	1.705	2.146	0.229
小麦	盛花	4.778	0.442	2.637	1.030	0.360
	末花	4.399	0.391	2.602	1.187	0.350
	结荚	4.630	0.363	2.651	1.775	0.419
	鼓粒	3.807	0.313	1.715	2.316	0.235
苜蓿	盛花	4.193	0.409	2.376	1.143	0.394
	末花	4.739	0.412	2.191	1.206	0.385
	结荚	5.022	0.405	3.082	2.113	0.470
	鼓粒	4.244	0.339	1.534	2.141	0.313
大豆	盛花	4.641	0.363	1.816	1.932	0.653
	末花	1.612	0.374	2.073	1.363	0.810
	结荚	3.656	0.263	1.479	2.573	0.786
	鼓粒	4.551	0.366	1.786	1.850	0.558

进入以生殖生长为主的鼓粒期情况发生了变化,重茬大豆营养体中磷、钾含量又高于其它前茬,氮含量也有相同趋势。

钙元素在 4种前茬大豆体内变化趋势与磷、钾含量变化相反,重茬大豆生长前期体内钙含量明显高于其它前茬,盛花期含钙 1.932%,比同期玉米茬含钙高 67.7%,比小麦茬含钙高 87.5%,比苜蓿茬含钙高 69.0%,重茬大豆体内钙含量偏高的状况一直持续到结荚期。进入鼓粒期重茬大豆营养体内在氮、磷、钾含量增加的同时钙含量却较结荚期下降了 39.1%,而其它前茬钙吸收在鼓粒期达到高峰,玉米茬含钙量鼓粒期比结荚期增加 17.9%,小麦茬含钙量比结荚期增加 30.4%,苜蓿茬含钙量比结荚期增加 1.3%,实际苜蓿茬大豆进入结荚期钙的吸收量即明显增加,结荚期比末花期提高 75.2%。

4种前茬的大豆体内镁元素动态变化趋势一致,结荚期呈现出吸收高峰,但是重茬大豆各生长阶段镁含量都高于其它前茬。对此试验结果进一步分析发现钙、镁在重茬大豆体内含量变化表现出显著正相关 $r=0.960$,而其它前茬的钙、镁之间表现一定程度负相关,玉米茬 $r=-0.404$,小麦茬 $r=-0.560$,苜蓿茬 $r=-0.005$ 。重茬大豆生长阶段钙与钾、镁、氮的吸收又表现出负相关,钙钾 $r=-0.993$ 钙磷 $r=-0.908$ 钙氮 $r=-0.863$; 镁与钾、磷、氮吸收也表现出负相关,镁钾 $r=-0.919$ 镁磷 $r=-0.908$ 镁氮 $r=-0.851$ 。相关分析说明钙、镁连锁过量吸收严重抑制了钾、磷、氮素吸收利用。

植物体细胞内钾、钙、镁互相配合并保持适宜比例关系才能使细胞壁和原生质保持正常理化状态。细胞原生质胶体通过钾调节分散度、水化度、粘滞性及弹性,保持一定程度的膨胀,同

时使细胞壁变厚,抗逆性增强。钙在这方面的作用与钾相拮抗。重茬大豆钾钙平衡关系失调,钾、磷吸收受到抑制,使正常生理代谢受阻。磷素是细胞核等重要物质不可缺少的成分,缺磷时大豆细胞分裂、核蛋白合成受到影响,钾素虽不参予组织构成但在植株体内生理代谢方面起着重要作用,是多种酶的活化剂,缺钾会引起一系列的代谢紊乱,会使蛋白质合成受阻,植物体中可溶性氮积累,试验结果也表现出重茬大豆盛花期体内氮含量虽然较高但是由于磷、钾不足生长严重受抑制,植株矮小,干物质积累低于其它3种前茬。

大豆鼓粒阶段生长中心、物质分配都以生殖生长为主,茎叶中贮存的养分不断向豆荚输送,这阶段小麦、玉米、苜蓿茬的大豆营养生长基本停止,营养体内氮、磷、钾含量相对降低,为了满足豆荚发育,钙吸收达到高峰,因为豆荚细胞的中胶层由果胶钙构成,前期吸收的钙主要分布在较老的组织中,钙在植物体内再利用率极低。

重茬大豆鼓粒期钙含量锐减,氮、磷、钾在营养体中含量又相对增加,造成营养生长失调,生殖生长受阻。

2.3 不同前茬对大豆子粒产量及子粒中常量元素含量的影响

大豆实收计产结果是苜蓿茬产量最高 3 102.0kg/hm²,小麦茬居第二 2 701.5kg/hm²,玉米茬第三 2 652.0kg/hm²,大豆茬产量最低 2 457.0kg/hm²,重茬大豆比苜蓿茬、小麦茬和玉米茬分别减产 20.7%、9.0%和 7.3% (见表 3)。

表 3 不同前茬的大豆产量及子粒中常量元素含量

前茬作物	产量 (kg/hm ²)	子粒中常量元素含量 (%)									
		氮	LSD 5%	磷	LSD 5%	钾	LSD 1%	钙	LSD 1%	镁	LSD 1%
苜蓿	3102.0	6.131	b	0.706	ab	1.927	A	0.367	A	0.295	A
小麦	2701.5	6.246	b	0.749	a	1.894	A	0.356	A	0.293	A
玉米	2652.0	6.747	a	0.748	a	1.878	A	0.347	A	0.290	A
大豆	2457.0	6.434	ab	0.683	b	1.677	B	0.278	B	0.235	B

子粒中常量元素含量表现比较复杂,氮含量与产量关系不大,玉米茬子粒含氮 6.747%,大豆茬 6.434%,小麦茬 6.246%,苜蓿茬 6.131%,重茬大豆与其它前茬的大豆子粒中含氮量差异没有达到显著水平。子粒含磷量最高的是玉米茬和小麦茬,均为 0.748%,苜蓿茬和大豆茬子粒含磷量分别为 0.706%和 0.683%,大豆茬与小麦茬、玉米茬比较含磷量差异显著。

与产量变化趋势一致的是子粒中钾、钙、镁含量,3种元素在苜蓿茬大豆子粒中含量最高,其次是小麦茬、玉米茬、大豆茬,3种元素含量都最低,大豆茬子粒中钾、钙、镁含量与其它前茬比较差异极显著。

从表 3还可以看出,100kg大豆子粒中含磷量,重茬大豆比小麦茬、玉米茬减少 65.0g,比苜蓿茬减少 23.0g,含钾量和苜蓿茬、小麦茬、玉米分别减少 250.0g、214.0g和 201.0g;含钙量分别减少 89.0g、78.0g和 69.0g;含镁量分别减少 60.0g、58.0g和 55.0g。

大豆子粒养分一方面是由前期茎叶贮存的养分再分配获得,一方面由中后期根系吸收获得,茎叶中氮、磷元素向豆荚转移率达 50%~60%,而钾元素转移率达 44%,钙元素转移率极低。子粒常量元素含量结果进一步证实重茬大豆磷、钾养分不足,特别是钾严重亏缺。

值得提出的是大豆和苜蓿同属豆科植物,两种作物都具有与相应根瘤菌共生结瘤固氮的遗传特征,但是它们对后茬大豆一生的养分含量、生长发育影响有极大的差别,苜蓿茬对大豆常量元素综合供给能力提高,促进大豆生长,大豆茬养分供给失调,抑制大豆生长。

3 小结与讨论

3.1 不同前茬对大豆生长发育、营养代谢影响极大。重茬大豆子粒产量最低,生长发育不良,营养代谢紊乱,旺盛生长阶段钙、镁含量较高,磷、钾严重不足,子粒中氮含量较高,磷、钾、钙、镁含量显著低于其它前茬。

3.2 重茬大豆施肥不能简单化,在重视前期磷、钾补充的同时更应该注重调节养分平衡关系,磷、钾、钙、镁的适宜比例有必要进一步摸索,特别是大豆旺盛生长阶段适时补充磷、钾,促进钙、镁吸收及提高营养体养分再利用率对产量增加有重要作用。

参 考 文 献

- 1 邹邦基等.植物的营养.北京,农业出版社,1985
- 2 东北师范大学生物系.大豆生理.北京,科学出版社,1981
- 3 汪定淮等.作物养分平衡与高产栽培.北京,北京大学出版社,1994

Effect of Different Fore-crop on Growth and Development and Macro-element Content in Soybean

Cheng Xuegang Zhang Yuhong

(Heilongjiang Academy of Land Reclamation Science, Jiamusi)

Abstract Soybean [*Glycine max* (L.)] was grown in the same kind of soil with maize, wheat, soybean and alfalfa respectively, and plant height and dry weight of soybean were determined in full-blooming, last-flowering, podding and seed-filling, in the meanwhile, the content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in soybean plant was also determined. The yield was computed by actual harvesting and the macro-elements content in soybean seeds was determined after maturing. The results showed that soybean following soybean grew poor, and nutrient metabolism was disorder. Calcium and magnesium were overabsorbed and negatively correlated with phosphorus and potassium contents in earlier stage. The calcium absorbed by the plant of soybean following soybean was sharp-reduced in late growing stage. The contents of phosphorus, potassium, calcium and magnesium in seeds were significantly lower than those of soybean with other fore-crops. The yield of soybean following soybean reduced. The change of nitrogen content in plant and seed of soybean with different fore-crops was not significant.

Key words Fore-crop; Soybean; Macro-element Content; Seed Yield