

大豆对磷素吸收规律的研究

王立刚¹, 刘克礼², 高聚林², 刘景辉², 张 胜²

(1. 中国农业科学院资源区划所, 北京, 100081; 2. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特市, 010019)

摘要 以北丰—14为供试品种, 采用五因素三水平实施方案, 系统的研究了大豆在不同密度、施肥量处理下, 各器官磷素含量和对磷素的吸收规律。结果表明: 随着生长发育进程的推进, 大豆各器官磷素浓度大小因器官而异, 均呈下降趋势; 大豆对磷素最高吸收速率出现在结荚至鼓粒期, 最高吸收速率为5.28mg/株·d, 吸收量约占全生育期总吸收量的30%~50%左右; 适宜密度和氮磷钾适量配施, 可显著提高大豆磷素的吸收量与吸收速度, 并能显著提高大豆的经济产量。

关键词 大豆; 磷素; 肥料

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2007)01-0030-06

STUDY ON THE LAW OF PHOSPHORUS ABSORPTION IN SOYBEAN

WANG Li-gang, LIU Ke-li, GAO Ju-lin, LIU Jing-hui, ZHANG Sheng

(1. Institute of Natural Resources and Regional Planning, CAAS, Beijing, 100081; 2. Inner Mongolia Agriculture University, Huhehaote, 010019)

Abstract The experiment studied phosphorus concentration in each soybean organ and the law of phosphorus absorption under different densities and fertilizer treatments, taking Beifeng-14 as test variety and adopting 5 factors and 3 levels treatment. The results were as following: As growing of soybean, the phosphorus concentration in different soybean organ were all descending; The largest absorption rate appeared form pod-setting to pod-filling, which was 5.28mg/d individual plant, occupied 30%~50% of the whole growth period absorption; suitable density and the mixture of nitrogen- phosphorus-kalium could increase the phosphorus absorption amount and rate, and also the soybean yield.

Key words Soybean; Phosphorus; Fertilization

磷是大豆籽粒合成所必须的组成成分, 磷在蛋白质代谢与碳水化合物间的相互转化中起着重要的作用, 因此磷素在大豆生长发育和产量形成中是不可缺少的要素^[1,2]。众多的研究表明, 在一定生态条件下, 大豆对磷素的吸收因品种、密度、氮、磷、钾肥施用量等栽培管理因素及其组合的不同而异, 并且随着大豆产量的提高, 对磷素的吸收量也有所增加^[3~7]。本研究旨在探讨大豆在高产栽培管理

条件下对磷素吸收、分配与转移的影响, 以明确高产大豆群体的需磷规律, 为大豆高产优化栽培磷素营养提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地

试验于1997~1998年在内蒙古农业大学教学

农场进行。前茬为甜菜,耕层为0~20cm,有机质含量2.43%,全氮0.13%,全磷0.096%,全钾0.363%,速效N 187mg/kg土,速效P 33.82mg/kg土,速效K 94.30mg/kg土,pH值7.7。

1.2 材料及处理

供试品种为北丰—14,设密度、施磷量、施钾量、

种肥氮量、追肥氮量五项处理,采用五因素三水平实施方案(表1),共12个处理组合,两次重复,随机区组排列。行距50cm,小区面积49.5m²。种肥氮磷钾肥在播种时(3/5)开沟一次性深施并与种子分开。氮肥追施在开花期前一次性进行。

1.3 取样时间与方法

表1 五因素三水平试验处理

Table 1 The test with five factors and three levels treatment

处理 Treatment	密度(万株/hm ²) Density (10 ⁴ plant/hm ²)	施磷量(kg/hm ²) P fertilizer (kg/hm ²)	施钾量(kg/hm ²) K fertilizer (kg/hm ²)	种肥氮量(kg/hm ²) N seed fertilizer (kg/hm ²)	追肥氮量(kg/hm ²) N top-dressing fertilizer (kg/hm ²)
高密度(1) High density	45	75	60	30	30
低密度(2) Low density	15	75	60	30	30
高施磷(3) High P fertilizer	30	150	60	30	30
未施磷(4) No P fertilizer	30	0	60	30	30
高施钾(5) High K fertilizer	30	75	120	30	30
未施钾(6) No K fertilizer	30	75	0	30	30
高施种氮(7) High N seed fertilizer	30	75	60	60	30
未施种氮(8) No N seed fertilizer	30	75	60	0	30
高追氮(9) High N top-dressing fertilizer	30	75	60	30	60
未追氮(10) No N top-dressing fertilizer	30	75	60	30	0
中量组合(11) Combinatorial fertilizer	30	75	60	30	30
未施肥(12) No fertilizer	30	0	0	0	0

在大豆生育期间,分别在苗期(6/6)、分枝期(23/6)、开花期(9/7)、结荚期(23/7)、鼓粒期(10/8)、成熟期(4/9)取样6次,每次取1m长样段,测定株数、分枝数。再从中选取有代表性的植株10株,按茎秆、叶片、叶柄、荚皮、籽粒五部分分别处理,测定其鲜重、叶面积、烘干至恒重后测干重,粉碎后供分析测定。

1.4 磷测定方法

H₂SO₄-H₂O₂ 消煮后,钒钼酸铵法测磷。

2 结果与分析

2.1 大豆各器官磷素含量的变化

大豆一生中各器官磷素浓度变化因器官而异(图1)茎秆、荚皮、籽粒中磷素浓度均呈递减变化,且茎秆中含磷量变化幅度小;而荚皮中磷素含量递减幅度较大。叶片和叶柄中磷素含量,苗期到分枝

期递增,以后磷素含量递减。从中可以看出,大豆开花结荚以前,磷在叶片等营养器官中居多,开花结荚后,磷素则多贮存在荚皮籽粒中(表2)。

由表2可见,不同密度与施肥种类及施肥量,大豆各器官磷素浓度不同。不同密度处理各器官磷素

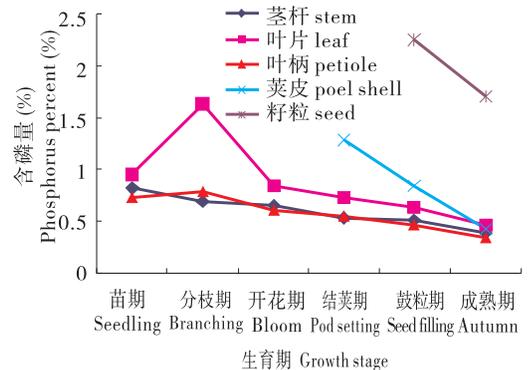


图1 大豆各生育时期不同器官含磷量的变化

Fig. 1 The change of phosphorus percent of different organ at each growth stage

表2 大豆在不同处理下各器官含磷量的变化(%) (干重基础)

Table 2 The change of phosphorus percent of different organ at each growth stage based on dry matter (%)

器官 Organ	处理 Treatment	苗期 Seedling stage	分枝期 Branching stage	开花期 Bloom stage	结荚期 Pod setting	鼓粒期 Seed filling	成熟期 Autumn
茎秆 Stem	1	0.7447	0.6312	0.6315	0.5094	0.4772	0.3617
	2	0.7056	0.579	0.5827	0.4774	0.4924	0.3919
	3	0.9405	0.7247	0.7197	0.5877	0.5289	0.4373
	4	0.6353	0.5681	0.5208	0.4835	0.4377	0.3624
	5	0.7627	0.6402	0.6229	0.5281	0.5185	0.4038
	6	0.628	0.5412	0.4879	0.3976	0.4311	0.3478
	7	0.8549	0.7084	0.6748	0.5042	0.4898	0.3784
	8	0.6856	0.5307	0.5274	0.4628	0.4235	0.3177
	9	0.7599	0.6822	0.6404	0.5681	0.5032	0.3881
	10	0.7026	0.6276	0.5072	0.473	0.419	0.3137
	11	0.823	0.6952	0.649	0.5376	0.5097	0.3892
	12	0.6273	0.5234	0.5017	0.4472	0.4194	0.3011
叶片 Leaf	1	0.9405	1.4493	0.7981	0.6273	0.549	0.4404
	2	0.8622	1.4102	0.7904	0.7074	0.5601	0.4572
	3	0.9796	1.7233	0.8812	0.7447	0.6273	0.5046
	4	0.8062	1.3885	0.7729	0.5542	0.491	0.3279
	5	0.9307	1.6059	0.8595	0.6791	0.5922	0.4683
	6	0.8504	1.4085	0.7852	0.6493	0.4879	0.4055
	7	0.9362	1.645	0.8225	0.7334	0.5604	0.4692
	8	0.8379	1.1753	0.7832	0.5882	0.5097	0.4103
	9	0.9422	1.5276	0.8125	0.7216	0.5826	0.4739
	10	0.8622	1.4088	0.7532	0.5428	0.4231	0.3933
	11	0.9473	1.6263	0.8497	0.7295	0.6292	0.4688
	12	0.8037	0.9405	0.7638	0.5027	0.4097	0.3024
叶柄 Petiole	1	0.738	0.7638	0.5871	0.5051	0.4507	0.3372
	2	0.6979	0.7825	0.6052	0.5263	0.463	0.3419
	3	0.7447	0.8167	0.6268	0.5995	0.5094	0.4126
	4	0.6094	0.6579	0.5485	0.3802	0.3528	0.2678
	5	0.7181	0.7051	0.6089	0.5325	0.4898	0.3795
	6	0.6623	0.6834	0.5294	0.3942	0.3724	0.2563
	7	0.7082	0.7108	0.6158	0.5611	0.4311	0.3244
	8	0.6238	0.6437	0.5612	0.4237	0.3721	0.2827
	9	0.7389	0.7578	0.6073	0.5521	0.4534	0.3291
	10	0.6739	0.6851	0.5368	0.4079	0.3332	0.2269
	11	0.7226	0.7855	0.6041	0.5534	0.4702	0.3425
	12	0.6013	0.6268	0.5185	0.3457	0.2941	0.1763
荚皮 Pod shell	1				1.0187	0.8189	0.2941
	2				0.923	0.8096	0.2357
	3				1.3319	0.8618	0.4507
	4				0.8709	0.7314	0.2385
	5				1.2536	0.8357	0.4279
	6				1.0579	0.7235	0.2013
	7				1.2927	0.8352	0.4337
	8				1.1362	0.7006	0.3137
	9				1.2713	0.8253	0.4254
	10				1.1291	0.7053	0.1972
	11				1.2842	0.8419	0.4296
	12				0.9062	0.6918	0.2031
籽粒 Seed	1					2.2174	1.4895
	2					2.1369	1.9592
	3					2.2723	1.9826
	4					1.3992	1.2594
	5					2.2375	1.8026
	6					1.5181	1.4062
	7					2.1941	1.5678
	8					1.4553	1.3329
	9					2.2306	1.646
	10					1.2059	1.1756
	11					2.2502	1.7057
	12					1.1125	1.0980

浓度无明显差异;高施磷量处理,各器官含磷量高。增施钾肥、氮肥均可提高大豆各器官磷素浓度,其中以钾肥对磷素浓度的影响最大,这是因为钾可促进

物质的合成与转化,促进其对磷素的吸收。氮对磷的吸收和运转有明显地促进作用,因而施氮处理,各器官磷的含量均有不同程度的提高。

在密度和 N、P、K 较适量配施处理下,群体发展动态合理,各时期营养元素吸收较均衡,开花前磷对茎、叶、分枝营养生长有促进作用,开花后对提高结荚率,增加粒重具有促进作用,因此,经济产量高。

2.2 大豆植株对磷素的吸收

大豆在不同密度、施肥处理下,各生育时期磷素吸收量、吸收速度、相对吸收量表现出相似的变化(表 3)。

表 3 大豆各生育时期磷素(P_2O_5)的吸收状况

Table 3 The characters of phosphor(P_2O_5) uptake at different growth stage in soybean

处理 Treatments	项目 Items	苗期 Seedling stage	苗期—分枝 Seedling- branching	分枝—开花 Branching- bloom	开花—结荚 Bloom-pod setting	结荚—鼓粒 Pod setting- seed filling	鼓粒—成熟 Seed filling- autumn
1	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0037	0.0153	0.014	0.020	0.054	-0.016
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.185	0.805	0.933	1.429	3.00	-0.14
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	3.46	14.30	13.08	18.69	50.47	-14.95
2	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0033	0.0247	0.039	0.055	0.117	0.025
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.165	1.30	2.6	3.93	6.50	1.00
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	1.26	9.43	14.90	20.99	44.66	8.78
3	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0042	0.0268	0.037	0.044	0.061	0.036
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.210	1.411	2.467	3.143	3.389	1.440
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	2.01	12.82	17.71	21.05	29.19	17.22
4	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0033	0.0207	0.021	0.025	0.049	0.004
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.165	1.089	1.40	1.786	2.722	0.16
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	2.68	16.83	17.08	20.32	38.84	3.25
5	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0031	0.0489	0.019	0.038	0.074	0.05
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.155	2.574	1.000	2.714	4.11	2.00
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	1.33	12.40	16.74	16.31	31.76	21.46
6	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0025	0.0165	0.028	0.030	0.039	0.015
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.125	0.868	0.867	2.143	2.167	0.600
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	1.91	12.59	21.38	22.90	29.77	11.45

(续表 3)

处理 Treatments	项目 Items	苗期 Seedling stage	苗期—分枝 Seedling- branching	分枝—开花 Branching- bloom	开花—结荚 Bloom-pod setting	结荚—鼓粒 Pod setting- seed filling	鼓粒—成熟 Seed filling- autumn
7	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0042	0.0248	0.030	0.033	0.061	0.034
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.21	1.305	2.000	2.360	3.389	1.36
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	2.5	13.26	16.04	17.65	32.33	18.18
8	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0033	0.0157	0.021	0.023	0.045	0.036
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.165	0.826	1.400	1.643	2.50	1.440
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	2.29	10.90	14.59	15.97	31.25	25.00
9	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0042	0.0188	0.029	0.041	0.094	0.036
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.21	0.99	1.93	2.93	5.22	1.44
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	1.88	8.43	12.87	18.52	42.16	16.14
10	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0038	0.0152	0.027	0.027	0.039	0.001
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.19	0.80	1.80	1.93	2.17	0.36
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	3.14	12.56	22.32	22.31	32.23	7.74
11	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0039	0.0231	0.037	0.039	0.095	0.041
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.195	1.22	2.47	2.79	5.28	1.64
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	1.63	9.66	15.49	16.31	39.76	17.15
12	吸收量(g/株) Uptake amount (g/plant)	0.0028	0.012	0.021	0.023	0.038	0.017
	吸收速率(mg/株·d) Uptake rate (mg/plant·day)	0.14	0.59	1.4	1.64	2.11	0.68
	吸收百分率(%) Uptake percent(%)	2.48	9.91	18.58	20.36	33.63	15.04

由表 3 可知,大豆出苗至分枝期,磷素吸收量少,速度慢,吸收量为总吸收量的 10%左右,但此期植株含磷量却较高,因而是大豆需磷敏感期。此时

缺磷,不仅抑制营养器官的生长,分枝的形成,而且影响花芽的分化。即使生育后期供给充足的磷,也难以消除缺磷的影响。因此在播种时,应施入一定

量的磷肥,既满足苗期植株对磷素的需要,又为后期的生长奠定了基础。磷素吸收高峰期在结荚—鼓粒期;平均日吸收磷素量达 2.11~6.50mg/株左右,吸收量约占全生育期总吸收量的 30%~50%左右。

各不同处理下,以密度适宜和氮磷钾适量配施处理(中量组合处理),其磷素的吸收量、吸收速度都高于其它处理,且经济产量最高。说明氮磷钾配施可促进植株对磷素的吸收,且磷肥对生育前期植株生长促进作用明显。

3 结论

3.1 大豆一生中各器官磷素浓度虽因器官而异,但随生育进程均呈下降趋势,其中,茎秆中含磷量变化幅度小,而荚皮中磷素含量递减幅度较大。增施钾肥、氮肥、磷肥均可提高大豆各器官磷素浓度,其中以钾肥对提高磷素浓度的影响最大,而种植密度对各器官磷素浓度影响不显著。

3.2 大豆植株磷素最高吸收速率出现在结荚至鼓

粒期,其峰值为 5.28mg/株·d,吸收量约占全生育期总吸收量的 30%~50%左右。密度适宜和氮磷钾适量配施,可显著提高大豆磷素的吸收量与吸收速度,并能显著提高大豆的经济产量。

参 考 文 献

- [1] 吴明才,肖昌珍,郑普英.大豆磷素营养研究[J].中国农业科学,1999,32(3):59-65.
- [2] 丁洪,李生秀.磷素营养与大豆生长和共生固氮的关系[J].西北农业大学学报,1998,26(5):67-70.
- [3] 董钻.大豆栽培生理[M].北京:中国农业出版社.1995,53-76.
- [4] 毕远林.大豆干物质积累与氮、磷、钾吸收与分配的研究[J].大豆科学,1999,18(4):331-335.
- [5] 史占忠.不同大豆品种氮磷钾吸收动态的研究[J].大豆科学,1989,4:369-374.
- [6] 董钻,谢甫绶.大豆氮磷钾吸收动态及模式的研究[J].作物学报,1996,1:91-95.
- [7] 索全义,王文玲,索凤兰.内蒙古东北旱作春大豆氮磷钾营养特性的研究[J].内蒙古农业科技,1998(增刊):205-207.

欢迎订阅 2007 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性学术期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊、“中国期刊方阵”期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊。本刊坚持以高新实效为原则,以服务科研、服务生产为宗旨,主要报道最新的农业科研成果、先进技术、发展趋势以及新产品、新品种等,能够全面反映黑龙江省特色、内容丰富、栏目新颖、信息量大、可读性强。设有作物育种、耕作栽培、土壤肥料、植物保护、园艺、质量安全、畜牧兽医、农业经济、综述、实用技术、信息等栏目以及各类广告业务宣传,如:新品种、新产品、重点实验室、研究所、企业简介等。本刊发行面广,读者群大:农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

刊为国际大十六开本,彩色四封,80页,双月刊,刊号:ISSN1002—2767,CN23—1204/S,邮发代号 14 61,广告经营许可证号:2301004010072,单月 10 日出版,每期定价 8.00 元,全年 48.00 元。全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订。

地 址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号 《黑龙江农业科学》编辑部

电 话:0451—86668373

E-mail:nykxl3579@sina.com

邮 编:150086