

河南省大豆品种磷素营养特性的差异研究

韩燕来, 李青松, 王宜伦, 汪强, 苗玉红, 谭金芳

(河南农业大学资源与环境学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 采用盆栽试验, 设置不施磷(P0)和施 0.15 mg P₂O₅/kg 土(P1)两个处理, 研究了 33 个河南省地方性大豆品种磷素营养特性的差异, 旨在为磷高效大豆种质资源的开发利用提供依据。结果表明: 根据大豆品种不同磷营养性状进行聚类分析, 可将磷胁迫条件下供试大豆品种分为 3 类, 其中第一类品种(产量高、磷吸收量大、磷利用效率中等)综合磷营养性状值最优; 磷充足条件下供试大豆品种可分为 4 类, 其中第一类品种(籽粒产量高, 磷吸收量大, 磷利用效率较高)综合磷营养性状值最好。相关分析表明, 大豆苗期与成熟期的磷吸收量之间的相关性达显著以上水平(P0, $r=0.5096^{**}$; P1, $r=0.3596^{*}$); 大豆苗期, 磷素吸收总量和植株生长量的相关性较高(P0, $r=0.8124^{**}$; P1, $r=0.8724^{**}$), 对生长起决定作用; 成熟期, 磷素利用效率对籽粒产量的影响有所增加, 但是磷素吸收总量对籽粒产量的影响仍大于磷素利用效率。

关键词: 大豆; 品种; 磷素营养特性;

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)01-0175-06

土壤缺磷已成为世界范围内限制农业生产发展的主要因子之一^[1]。据报道, 我国约 2/3 农田土壤严重缺磷^[2]。目前生产上解决土壤供磷不足的主要方式是施用磷肥, 然而我国磷矿资源十分有限, 据估算最多能维持 50 年^[1]。事实上土壤全磷含量并不低, 平均达 0.12%, 但可供作物吸收利用的有效磷却不足^[3]。研究表明, 不同作物或作物不同品种磷素营养特性存在着遗传上的差异^[4~12], 因此, 研究与评价不同作物或不同作物品种的磷素营养特性, 对于筛选磷高效基因型、充分利用土壤磷素, 缓解磷矿资源短缺的现状具有重要意义。

关于大豆磷营养基因型差异的报道较多, 但研究者或侧重于大豆对低磷的胁迫适应能力差异^[7], 或侧重于磷效率某一指标差异及其生理机制研究^[5, 8, 9], 并多结合地方性种质进行^[4, 8], 而对大豆不同生育期磷营养性状的差异及不同品种磷素营养特性的系统评价的研究较少。笔者选择河南省地方性大豆品种对其苗期与成熟期磷素营养性状的差异进行研究, 并对其磷营养特性进行评价, 为磷高效大豆种质资源的开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验供试大豆品种共有 33 个, 均是河南省地方性大豆品种, 其名称是商 951099、上蔡七月半、周 9311-3、西平红面豆、荻嘉豆-3、濮 8337、商丘滚

龙珠、郑 8431、清丰小白眉、泌阳红滚红豆、郑 8110-2、永城小花豆、郑州铁角青、濮 4488、中牟 80-7、宝 9202-2-7、通许平顶式、濮 920126、郑 91030、郑交 9061-1、兰号黄豆、郑 8516、周 91(6)-3015、221(18-49)、豫豆二号、信阳羊眼豆、正 9272-20、郑 77249、周 92027-2、栾川八月炸白豆、郑 80024-10、柘城紫花糙、郑 92029, 代号依次为 1~33, 由河南省农科院油料作物研究所李卫东研究员提供。

供试土壤为砂质潮土, 取自河南省新郑市。土壤的基本理化性状为: 有机质 10.7 g/kg, 全氮 0.8 g/kg, 碱解氮(N) 33.14 mg/kg, 速效磷(P) 3.87 mg/kg, 速效钾(K) 51.2 mg/kg, pH 6.98。

1.2 试验设计与方法

试验于 2004 年在河南农业大学科教园区进行, 采用盆栽试验, 设置不施磷(P0)和磷充足(P1)两个水平, 磷肥用量(P₂O₅) 0.15 g/kg 风干土; 各处理均另外供给氮肥(N) 0.10 g/kg 风干土, 钾肥(K₂O) 0.15 g/kg 风干土, Arnon 营养液 2 ml/盆。试验采用聚乙烯盆, 每盆装土 8 kg。2004 年 6 月 5 日播种, 出苗后去掉子叶, 以尽量消除种子中储藏磷素对植株生长的影响。6 月 15 日定苗, 每盆定苗 2 株, 每个品种单一磷素水平下重复 3 次。生长 1 个月于开花前(7 月 14 日)收获 1 株, 另 1 株生长至成熟。

1.3 分析项目和方法

1.3.1 土壤样品的测定 土壤有机质用浓硫酸-重铬酸钾氧化法测定; pH 值用 1:1 水土比, pH 计测

收稿日期: 2007-03-11

基金项目: 河南省农业综合开发项目(30200108); 河南农业大学博士启动基金资助项目(30200141)

作者简介: 韩燕来(1965-), 女, 河南西平人, 副教授, 从事作物营养与施肥技术研究。

定;碱解氮用碱解扩散法测定;速效磷用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提—钼兰比色法测定;速效钾用 1 mol/L 中性 NH₄OAC 浸提—火焰光度法测定。

1.3.2 植株样品的测定 样品粉碎后,以 H₂SO₄—H₂O₂ 消煮,钒钼黄比色法测定植株全磷。

1.4 有关指标的计算

磷利用效率=植株干物质积累量/植株磷素积累量

1.5 数据处理方法

采用 Excel 2003 和 DPS 统计分析软件对相关数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 供试大豆品种磷营养性状的差异

2.1.1 施磷对供试大豆品种苗期磷营养性状的影响 表 1 表明,两个磷水平下不同品种间苗期单株干物重、磷吸收量和磷素利用效率均有一定的变异。其中 P₀ 时以上指标品种间变异系数依次为 23.46%、38.9%、25.4%;P₁ 时以上各指标品种间变异系数均减小,分别降为 19.35%、23.8%、11.6%,说明缺磷时品种之间变异加大。

表 1 供磷水平对供试大豆品种苗期磷营养性状的影响

Table 1 Effect of P level on P nutrition traits of tested soybean varieties in seedling

编号 NO.	干物重 (g/株) Dry weight (g/plant)		磷浓度(mg/g) P concentration		磷积累量(mg/株) P accumulation (mg/plant)		磷利用效率(g/g) P utilization efficiency	
	P ₀	P ₁	P ₀	P ₁	P ₀	P ₁	P ₀	P ₁
	1	1.85	4.46	1.243	2.892	2.3	12.9	805.4
2	2.30	4.04	1.652	2.599	3.8	10.5	602.3	385.5
3	2.96	6.01	1.216	3.112	3.6	18.7	811.0	321.6
4	2.77	4.62	1.516	2.749	4.2	12.7	655.2	363.6
5	2.81	5.78	1.530	2.907	4.3	16.8	648.7	343.3
6	2.72	6.44	1.177	2.407	3.2	15.5	842.9	416.5
7	3.41	4.41	1.056	2.381	3.6	10.5	957.4	417.8
8	4.97	6.57	1.469	2.496	7.3	16.4	683.8	399.3
9	2.97	7.08	1.684	2.090	5.0	14.8	589.6	477.3
10	3.57	6.81	0.840	3.040	3.0	20.7	1188.9	329.4
11	3.85	4.43	1.507	2.596	5.8	11.5	662.8	386.5
12	3.63	4.03	1.846	2.333	6.7	9.4	538.0	428.8
13	3.51	4.86	1.709	2.572	6.0	12.5	581.3	387.8
14	3.95	5.09	1.544	3.045	6.1	15.5	645.8	328.7
15	3.64	3.98	2.088	2.312	7.6	9.2	479.3	430.5
16	4.03	5.59	1.464	2.844	5.9	15.9	680.4	352.7
17	4.22	4.21	1.611	2.945	6.8	12.4	617.8	338.3
18	4.86	5.58	1.584	2.617	7.7	14.6	627.7	380.9
19	3.84	4.05	1.068	2.519	4.1	10.2	945.7	395.7
20	2.26	4.91	1.460	2.505	3.3	12.3	680.1	398.3
21	2.20	4.42	1.091	3.190	2.4	14.1	918.8	313.4
22	3.08	6.14	1.753	2.720	5.4	16.7	575.5	368.0
23	2.35	4.71	1.617	2.654	3.8	12.5	616.8	376.6
24	3.14	6.48	2.166	2.531	6.8	16.4	462.5	394.9
25	3.53	6.04	1.360	2.136	4.8	12.9	730.6	469.7
26	3.84	4.78	1.484	2.636	5.7	12.6	670.2	380.1
27	3.47	4.79	2.075	2.526	7.2	12.1	483.2	395.6
28	5.03	6.87	2.485	2.868	12.5	19.7	402.3	348.4
29	3.6	3.99	1.722	2.206	6.2	8.8	579.7	452.1
30	4.47	5.92	2.148	3.125	9.6	18.5	491.5	320.5
31	4.3	7.17	1.884	2.859	8.1	20.5	531.9	349.8
32	4.39	6.16	1.777	2.922	7.8	18.0	562.9	342.7
33	3.98	4.6	2.035	2.261	8.1	10.4	493.6	450.0
平均 Mean	3.5	5.3	1.602	2.654	5.7	14.1	659.5	381.5
CV(%)	23.46	19.35	22.91	11.23	38.9	23.8	25.4	11.6
最大值 Max	5.03	7.17	2.485	3.190	12.5	20.7	1188.9	477.3
最小值 Min	1.85	3.98	0.840	2.090	2.3	8.8	402.3	313.4

施磷时单株干物重、磷吸收量总体呈增加趋势,而磷利用效率呈下降趋势,P1 时不同品种苗期干物重、磷积累量、磷利用效率分别是 P0 时的 0.99~2.41 倍、1.28~6.9 倍和 0.28~0.91 倍,可见品种之间各项指标对施磷的反应差异较大。

2.1.2 施磷对供试大豆品种成熟期磷营养性状的影响

影响 成熟期两个磷水平下品种间单株籽粒产量、磷吸收量和磷素利用效率均有一定的变异。其中 P0 时以上指标品种间变异系数分别为 42.0%、44.1%、24.8%;P1 时以上各指标品种间变异减小,变异系数分别降为 22.1%、16.5%、13.6%,同样表明缺磷时品种间磷素营养性状的变异加大。

表 2 供磷水平对供试大豆品种成熟期磷营养性状的影响

Table 2 Effect of P level on P nutrition traits of tested soybean varieties in harvesting

编号 NO.	干重 Dry weight (g/plant)				磷浓度 P concentration(mg/kg)				磷积累量 P accumulation (mg/plant)		磷利用效率 P utilization efficiency (g/g)	
	籽粒 Grain		秸秆 Straw		籽粒 Grain		秸秆 Straw		P0	P1	P0	P1
	P0	P1	P0	P1	P0	P1	P0	P1				
1	15.4	42.5	14.5	41.0	2.969	5.647	0.289	1.451	49.9	299.5	308.7	142.5
2	14.5	25.5	18.1	33.5	2.704	7.421	0.273	1.182	44.2	228.8	329.9	111.3
3	11.8	33.6	12.5	33.0	4.271	7.044	0.467	1.677	56.2	292.0	210.6	115.0
4	23	47	34.9	62.2	2.379	5.557	0.231	0.723	62.8	306.1	365.1	152.6
5	14.5	37.2	18.5	47.6	3.101	6.247	0.275	0.866	50.0	273.6	290.1	136.1
6	7.4	29.9	11.0	30.9	4.801	6.699	1.294	1.219	49.8	238.0	145.0	125.3
7	20.2	30.4	23.3	28.2	2.775	6.235	0.575	1.206	69.4	223.6	291.1	135.2
8	28.3	44.6	25.5	40.1	4.168	6.213	0.471	1.212	130.0	325.7	245.5	137.8
9	6.9	28.1	8.9	32.1	3.859	6.404	0.622	1.713	32.2	234.9	213.8	118.0
10	9.8	32.8	12.1	40.0	3.719	6.822	0.507	1.401	42.6	293.5	228.2	118.6
11	13.5	26.8	16.4	32.5	3.515	6.978	0.371	0.897	53.5	216.2	251.8	122.6
12	10.4	33.6	16.4	31.9	3.095	6.497	0.333	1.160	37.7	255.3	277.3	131.6
13	8	34.5	9.9	40.1	3.777	6.744	0.606	1.530	36.2	294.0	223.5	118.4
14	8.4	38.6	10.8	36.4	4.095	6.950	0.676	1.368	41.7	318.1	201.7	121.5
15	2.7	20	6.6	21.0	4.425	7.472	1.028	1.757	18.7	186.4	159.4	106.5
16	13.1	48	17.2	52.1	3.000	5.939	0.292	1.266	44.3	351.0	283.2	135.9
17	12.7	27.1	18.9	31.7	4.876	6.054	0.646	3.027	74.1	260.0	171.2	106.0
18	8.9	39.7	12.1	31.5	3.976	5.053	0.428	2.150	40.6	268.3	215.8	148.4
19	14.8	33	13.5	33.8	3.125	4.959	0.226	0.902	49.3	194.1	300.6	170.6
20	11	28	11.5	26.3	4.313	5.569	0.510	2.129	53.3	211.9	258.4	132.1
21	4.9	23.2	6.0	24.4	5.139	6.154	0.798	1.788	30.0	186.4	159.8	125.1
22	17.5	48.2	15.4	48.2	2.934	4.377	0.338	1.281	56.6	272.7	315.8	176.9
23	11.6	26.8	14.2	28.4	5.363	6.357	0.602	1.892	70.8	224.1	164.4	119.9
24	10.6	36.7	16.8	42.0	3.884	4.728	0.716	1.201	53.2	224.0	202.4	163.6
25	11	36.3	13.1	33.5	5.019	6.170	0.616	0.888	63.3	253.7	186.7	145.5
26	19.5	34.6	23.5	34.3	4.023	6.368	0.271	1.238	84.8	262.8	230.0	131.4
27	12.4	49.6	23.7	55.6	3.606	6.300	0.542	0.596	57.6	345.7	215.8	147.7
28	21.5	30.1	22.3	32.1	5.645	5.795	0.986	1.692	143.3	228.8	160.9	130.6
29	15.5	41.7	15.6	32.5	3.236	5.116	0.624	1.061	59.9	247.8	259.5	167.9
30	16.8	31	19.6	35.3	3.389	6.149	0.611	1.560	68.9	245.7	245.1	126.3
31	23.1	40.3	33.3	43.5	4.145	5.691	0.412	1.398	109.5	290.2	214.9	141.2
32	15.4	37.9	24.6	37.6	3.052	5.968	0.566	1.291	60.9	274.7	252.6	138.1
33	8.2	27.1	12.7	26.2	5.924	7.204	1.204	1.739	63.9	240.8	124.0	112.8
平均 Mean	13.43	34.68	0.389	0.615	0.056	0.141	5.067	21.068	59.4	259.7	233.4	133.7
CV(%)	41.98	22.11	23.10	12.28	47.88	33.85	46.30	19.43	44.1	16.5	24.8	13.6
最大值 Max.	28.3	49.6	0.592	0.747	0.129	0.303	12.136	31.250	143.34	351.04	365.06	176.94
最小值 Min.	2.7	20	0.238	0.438	0.023	0.060	1.195	14.278	18.74	186.35	123.96	106.01

与苗期相同,施磷时成熟期单株籽粒产量、磷吸收量总体呈增加趋势,而磷利用效率呈下降趋势,P1 时不同品种苗期干物重、磷积累量、磷利用效率分别是 P0 时的 1.40~7.40 倍、1.59~9.96 倍和 0.33~0.90 倍,可见成熟期品种之间上述各项指标对施磷的反应差异亦较大。

2.2 磷营养性状的相关分析

2.2.1 苗期供试大豆品种磷营养性状的相关分析

简单相关分析表明,苗期大豆干物质重与磷吸收量之间 P0、P1 水平下均呈极显著的正相关关系,相关系数分别为 0.8124 和 0.8724,而与磷利用效率相关系数分别为 -0.3048 和 -0.1410,均未达显著水平,说明苗期干物质重主要受磷吸收量的影响。

试验结果还表明,苗期磷吸收量与磷利用效率之间亦存在极显著的相关关系,P0、P1 水平下相关系数分别为 -0.7391 和 -0.5961,这说明磷吸收量与磷利用效率之间相互制约,两因子对干物重不总是协同起作用的。

2.2.2 成熟期供试大豆品种磷营养性状的相关分析 简单相关分析表明,P0、P1 水平下,成熟期大豆籽粒产量与磷吸收量、磷利用效率均呈极显著的正相关关系,其中与磷吸收量的相关系数较高,分别为 0.7958 和 0.8050,而与磷利用效率相关系数值较低,分别为 0.4877 和 0.6775。与苗期相比,成熟期大豆磷利用效率对籽粒产量的影响增加,但磷吸收量对其的影响仍较大。

相关分析表明,成熟期大豆磷吸收量与磷利用效率之间相关性不显著,P0、P1 水平下相关系数值分别为 -0.1022 和 -0.1232,这说明后期磷吸收量与磷利用效率之间的相互影响变小。

2.2.3 大豆苗期磷营养性状与成熟期磷营养性状之间的相关性 苗期干物重、磷吸收量与磷利用效率与成熟期籽粒产量、磷吸收量与磷利用效率之间的相关分析表明,除 P0 水平下两时期磷吸收量之间呈显著的正相关关系外($r=0.5096$),其它性状之间相关性均较差,说明磷营养性状的表达具有时间上的变异性。

2.3 供试大豆品种磷营养特性分类

以成熟期籽粒产量、磷素吸收量和磷素利用效率为分析变量,采用 Q 型(样本)聚类,将数据在 0~1 内标准化,计算欧式距离,对 33 个大豆品种进行分层聚类分析。

2.3.1 P0 水平供试大豆品种的分类 P0 时供试大豆品种可分为 3 类(图 1),即:(1)籽粒产量高,磷吸收量大,磷利用效率中等(对应值分别为 24.3 土

3.6 g/株, 127.6 ± 17.1 mg/株, 207.1 ± 42.8 g DW/g P)包括 8、31、28 号 3 个品种;(2)籽粒产量低,磷吸收量低,磷利用效率亦低(对应值分别为 9.0 ± 2.8 g/株, 48.7 ± 16.0 mg/株, 188.1 ± 32.1 g DW/g P)包括 3、27、24、17、23、25、6、33、9、13、14、18、10、15、21 共 15 个品种;(3)籽粒产量中等,磷吸收量中等,磷利用效率高(对应值分别为 15.7 ± 3.4 g/株, 56.4 ± 12.0 mg/株, 283.9 ± 36.3 g DW/g P),包括 1、19、2、22、5、16、12、20、11、29、32、7、26、30、4。

2.3.2 P1 水平供试大豆品种的分类 P1 时供试大豆品种可分为 4 类(图 2),即:(1)籽粒产量高,磷吸收量大,磷利用效率较高(对应值分别为 45.3 ± 3.5 g/株, 319.7 ± 25.1 mg/株, 143.0 ± 6.25 g DW/g P)包括 1、31、4、8、16、27 号 6 个品种;(2)籽粒产量低,磷吸收量低,磷利用效率亦低(对应值分别为 21.6 ± 2.3 g/株, 186.4 ± 0.03 mg/株, 115.8 ± 13.14 g DW/g P),包括 15、21 号 2 个品种;(3)籽粒产量较高,磷吸收量较低,磷利用效率高(对应值分别为 39.9 ± 6.6 g/株, 234.7 ± 33.5 mg/株, 169.8 ± 5.6 g DW/g P),包括 19、24、29、22 共 4 个品种;(4)籽粒产量较低,磷吸收量较高,磷利用效率较低(对应值分别为 31.9 ± 4.4 g/株, 254.2 ± 29.2 mg/株, 125.9 ± 11.2 g DW/g P),包括 2、9、33、11、23、17、6、30、12、26、7、28、20、3、10、13、14、5、32、18、25 共 21 个品种。

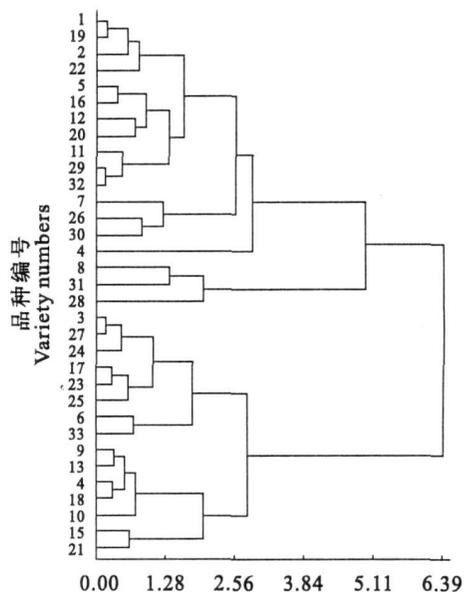


图 1 成熟期 P0 水平下大豆品种的聚类分析

Fig. 1 The dendrogram of 33 soybean cultivars

at P0 in harvesting.

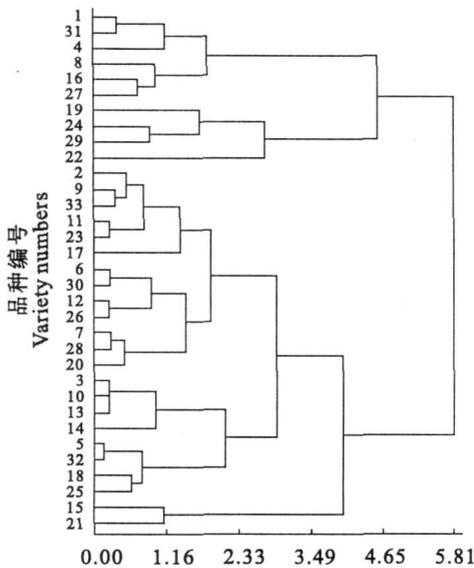


图2 成熟期P1水平下大豆品种的聚类分析

Fig.2 The dendrogram of 33 soybean cultivars at P1 in harvesting

比较两种磷水平下的分类结果可以看出,第一类与第二类是两种磷水平下共有的,但P0水平下的第三类、P1水平下的第三与第四类品种是各磷水平下独有的。此外还可看出,相同类型中,虽包含一些共同品种,但大部分品种是不同的,说明磷水平对磷的营养特性影响较大,不同磷水平下应有不同的分类。

3 讨论

试验结果表明,不同大豆品种磷营养特性存在很大的差异,既表现在干物质或籽粒产量方面,又表现在磷吸收量或利用效率方面,尤其是缺磷胁迫条件下,品种之间的差异进一步加大,这与前人在水稻、油菜、大豆等作物上的研究相似^[4~13],说明河南省地方性品种中也蕴藏着耐低磷基因资源,这为当地农业生产中开发利用磷营养高效型的大豆品种资源提供了依据。

对不同品种的营养特性进行评价对生产中因地制宜地选择品种、科学指导施肥以实现高产、高效、节约资源的多重生产目标有重要意义。尽管有关作物磷营养效率基因型差异及评价的研究很多^[4~13],但多是仅考虑产量、元素吸收量或利用效率等单个指标,未给出品种磷营养性状的综合评价结果。本文分别在缺磷与磷充足两个水平下对河南省地方性大豆品种磷营养性状进行了研究,并对其营养特性进行了分类,方便了实际应用。试验结果表明,P0、

P1时第一类品种的综合指标值是各类中最优的,因此是生产中应优先选用的品种;P0、P1时的第三类品种尽管综合指标值较低,但磷利用效率最高,亦可作为磷利用效率改良的基因资源加以利用。

一般认为磷为早期营养型,因此,在磷高效基因型筛选中,为减小工作量常先进行苗期初选,然后再进行后期筛选^[12]。本试验结果表明,两个磷水平下,苗期与成熟期磷吸收量之间的相关系数最高,其次是苗期干物重与后期籽粒产量之间,利用效率之间的相关性最低。各指标中只有苗期与成熟期磷积累量之间的相关性达显著及以上水平,从遗传控制的角度解释,这种现象可能与磷调控有关的基因在不同时期开关状态不同有关,因此两步筛选法在应用时因具体指标而异,此外在初选时还应当适当扩大筛选的范围以减少优良基因资源的漏选。

养分效率主要包括吸收效率与利用效率^[1],本研究表明,在苗期植株干物重与吸收量之间呈极显著的相关关系,而与利用效率之间相关性不显著,因此,苗期磷素吸收总量对生长起决定作用;而成熟期大豆籽粒产量与磷吸收量、磷利用效率均呈极显著正相关关系,说明磷利用效率在成熟期对大豆产量形成的作用增加,且与磷吸收效率协同影响产量。

参考文献:

- [1] 严小龙,张福锁.植物营养遗传学[M].北京:中国农业出版社,1997.7-80.
- [2] 李继云,刘秀娣,周伟,等.有效利用土壤养分元素的作物育种新技术研究[J].中国科学(B)辑,1995,25(1):41-48.
- [3] 李庄逵.中国土壤[M].北京:科学出版社,1985.145-146.
- [4] 童学军,严小龙.大豆磷效率与形态生理性状的关系[J].福建师范大学学报(自然科学版),2000,16(1):84-88.
- [5] 徐青萍,罗超云,廖红,等.大豆不同品种对磷胁迫反应的研究[J].大豆科学,2003,22(2):110-114.
- [6] 童学军,严小龙,卢永根,等.广东大豆地方种质磷效率特性研究[J].土壤学报,1999,36(3):404-412.
- [7] 李青松,刘翠霞,陈锋.砂质潮土上不同大豆品种低磷敏感性的差异[J].中国农学通报,2006,(5):189-192.
- [8] 丁洪,郭庆元,李志玉,等.大豆品种磷素积累和利用效率的基因型差异[J].中国油料,1997,19(4):52-88.
- [9] 丁洪,李生秀,郭庆元,等.酸性磷酸酶活性与大豆耐低磷能力的相关研究[J].植物营养与肥料学报,1997,3(2):123-127.
- [10] 郭玉春,林文雄,石秋梅,等.水稻苗期磷高效基因型筛选研究[J].应用生态学报,2002,13(12):1587-1591.
- [11] 李永夫,罗安程,王为木,等.不同供磷水平下水稻磷素吸收利用和产量的基因型差异[J].土壤通报,2005,36(3):365-369.
- [12] 段海燕,王运华,徐芳森,等.不同甘蓝型油菜品种磷营养效率的差异研究[J].华中农业大学学报,2001,20(3):241-245.

- [13] 段海燕,徐芳森,王运华.甘蓝型油菜不同品种磷运转和再利用差异的研究[J].中国油料作物学报,2002,24(4):46-49.
- [14] Wissuwa M, Ae N. Genotypic variation for phosphorus uptake from hardly soluble iron-phosphate in groundnut (*Arachis hypogaea* L.)[J]. Plant & Soil. 1998/1999,206(2):163-171.
- [15] Araujo A P, Teixeira M G, Almeida D L. de. Variability of traits associated with phosphorus efficiency in wild and cultivated genotypes of common bean[J]. Plant & Soil. 1998, 203(2): 173-182.

Studies on the difference of phosphorus nutrition characteristics among soybean varieties in Henan Province

HAN Yan-lai, LI Qing-song, WANG Yi-lun, WANG Qiang, MIAO Yu-hong, TAN Jin-fang
(College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The difference of phosphorus nutrition characteristics of 33 soybeans varieties were studied with pot experiment and with two phosphorus fertilizer (P_2O_5) rate treatments of P^0 (0 mg/kg) and P^1 (0.15 mg/kg) to provide evidence for exploration and utilization of soybeans phosphorus efficiency germplasm. The results showed that in P deficient condition, the tested soybean varieties were classified to three classes by dendrogram by those nutrition traits, among which class¹ (with highest seed yield and P accumulation quantity, and with medium P utilization efficiency) showed best complex phosphorus nutrient trait; in P abundant condition, the tested soybeans varieties were classified to four classes, among which class¹ (with highest seed yield and P accumulation quantity, and with higher P utilization efficiency) showed best complex phosphorus nutrient trait. Statistical analysis showed that the correlation between the plant P accumulation in seedling and harvesting reached over significant level (P^0 , $r=0.5096^{**}$; P^1 , $r=0.3596^*$); in seedling, the plant P accumulation had significant correlation with plant dry weight (P^0 , $r=0.8124^{**}$; P^1 , $r=0.8724^{**}$) and dominated the plant growth; in harvesting, the effect of P utilization on seed soybean yield increased; but which still was less than that of P accumulation.

Key words: soybean; variety; phosphorus nutrition characteristic

(上接第 174 页)

Analysis of measurement and coordination between cultivated land resources and urbanization development

REN Shu-hua, LU Xin-wei
(School of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Cultivated land resources and urbanization development go hand in hand. Take the city of Yan'an as an example, the paper has done the measurement analysis and coordination analysis between cultivated land area and urbanization from 1978 to 2004. It structures the relevance regression model of cultivated land area and urbanization level by using the SPSS, and calculates the coordination degree between cultivated land area and urbanization level based on the coordination degree model between economy and environment. The results indicated that there is reverse correlation between cultivated land area and urbanization level. The cultivated land area falls off with urbanization level rising. The coordination degree of cultivated land resources and urbanization level assumes the type of concessions in most ages. Cultivated land resources are kept within bearing the weight of force threshold value, and accepted in a short time.

Key words: cultivated land resources; urbanization; coordination degree; Yan'an