

超高产大豆氮磷钾吸收分配动态及模式的研究

魏建军^{1,2}, 张 力¹, 杨相昆¹, 张占琴¹, 曹敏建²

(1. 新疆农垦科学院 作物所, 新疆 石河子 832000; 2. 沈阳农业大学 农学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:以新大豆1号、中黄35为材料,通过2006、2007年的田间试验,研究了超高产大豆氮磷钾吸收动态及模型,并比较了年份和品种之间的差异。结果表明:不同生育阶段大豆植株叶片、叶柄、茎秆的N和P₂O₅含量在年度和品种间的变化趋势没有大的区别,2006年新大豆1号K₂O的浓度一直表现出较高的水平;与2006年相比,2007年N、P₂O₅和K₂O的吸收时间明显前移;新大豆1号每生产100 kg籽粒2 a平均需N素8.28 kg,P₂O₅0.78 kg,K₂O 8.25 kg,中黄35为N 8.13 kg,P₂O₅0.58 kg,K₂O 4.38 kg。与其它地区的结果相比,N的摄取量相当,P₂O₅只有三分之一,K₂O的摄取量是内地的2倍;新大豆1号对K₂O的需求明显比中黄35偏多。N、P₂O₅的最快积累时间为出苗后第70~84天,其绝对含量的积累可用Logistic曲线方程加以描述。结果证明不同品种、不同生态环境条件和栽培措施影响主要养分特别是P₂O₅和K₂O的摄取。

关键词:大豆;氮、磷、钾;吸收;分配;模式

中图分类号:S565.1 文献标识码:A 文章编号:1000-9841(2010)03-0413-07

Dynamics and Models of N, P₂O₅, K₂O Absorption and Partition in Super-High Yielding Soybeans

WEI Jian-jun^{1,2}, ZHANG Li¹, YANG Xiang-kun¹, ZHANG Zhan-qin¹, CAO Min-jian²

(1. Crop Institute, Academy of Land-Reclaimable Sciences, Shihezi 832000, Xinjiang; 2. Agronomy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning, China)

Abstract:The purpose of this study is to explore the absorption dynamics and models of N, P₂O₅ and K₂O in high-yielding cultivation of soybean. By comparing the difference of two soybean cultivars between two years field experiments, the results showed that the contents of N and P₂O₅ did not remarkable changing in leaves, petiole and stem between different development stages in two years studies. Xindadou 1 maintained higher level of K₂O concentration in 2006 throughout the development stages. Besides, compared with 2006, the dates of N, P and K absorption moved up obviously in 2007. Xindadou 1 needed to absorb 8.28 kg of N, 0.78 kg of P₂O₅ and 8.25 kg of K₂O to produce 100 kg seeds. Likewise, Zhonghuang 35 needed to absorb 8.13 kg of N, 0.58 kg of P₂O₅ and 4.38 kg of K₂O to produce 100 kg seeds. Compared with other results, the absorbed quantity of N was equal, however, the absorption of P₂O₅ was one third and K₂O was two times higher. Furthermore, Xindadou 1 absorbed more K₂O than Zhonghuang 35 obviously. The fastest N and P₂O₅ absorption time was 10 to 12 weeks after emergence. The accumulation of N and P₂O₅ could be described by Logistic curve equation. Preliminary conclusions were drawn as follows: different varieties, ecological conditions and cultivation measures affected the absorbed quantity of nutrients, especially P₂O₅ and K₂O.

Key words:Soybean; N; P₂O₅; K₂O; Absorption; Partition; Models

氮、磷、钾是大豆体内含量较多的元素,对生长发育及产量都有重要作用。对于大豆植株氮、磷、钾的吸收动态,我国许多学者进行了系统研究:一些学者对夏大豆、南方春大豆、菜用大豆的干物质积累和氮磷钾吸收分配动态进行了研究^[1-3];董钻^[4]研究了大豆氮磷钾的动态吸收并建立了吸收模型;李永孝等^[5]明确了夏大豆干物质积累和氮磷钾吸收动态

与水肥的关系;刘鹏等^[6]研究了施钼或硼对大豆农艺性状、产量及氮磷钾吸收的影响;高聚林等^[7]系统的研究了旱作大豆在不同密度、施肥量处理下,氮、磷、钾平衡吸收关系。

新疆地处欧亚大陆腹地,属典型大陆性气候,光热资源丰富,为灌溉农业区。1999年罗庚彤等^[8]采用新大豆1号在新疆创造了5 956.2 kg·hm⁻²的全

国大豆高产纪录。2006年和2007年继续进行了高产栽培试验。2006年采用新大豆1号,产量达到 $5\,476.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,2006年和2007年采用新大豆1号和中黄35,产量分别达到 $4\,666.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $5\,577\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。在试验中,除了对有关群体生理参数进行跟踪观察测定,对超高产大豆的N、P、K积累也进行了测定。

目前对新疆特殊气候生态条件高产栽培下大豆氮、磷、钾养分吸收动态的研究少有报道。现对2006、2007年新大豆1号和中黄35植株氮磷钾吸收动态及模式进行研究,目的在于明确超高产大豆在不同年份、不同品种、不同生育阶段、不同器官的氮、磷、钾吸收动态,为大豆高产生理和关键栽培措施研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

新大豆1号,由新疆农垦科学院作物所选育;中黄35(中作122),由中国农业科学院作物所选育。

1.2 试验设计

试验于2006~2007年在新疆农垦科学院作物所试验地进行。2006、2007年均采用随机区组设计,3次重复。小区行长6 m,行距0.22/0.44 m宽窄行,6行区,小区面积 22 m^2 。

2005年秋天翻地前施有机肥(含N 2.3%、 P_2O_5 0.5%、 K_2O 1.3%) $37\,500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,硫酸钾 $22.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,尿素 $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,硫酸锌 $18.75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 作基肥。2006年4月23日采用播种机条播,施种肥磷酸二铵 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。出苗后追施二铵 $330\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。初花期、盛花期分别喷施15%多效唑可湿性粉剂 $0.225\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $0.45\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,全生育灌水量 $7\,694.5\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

2006年前作收获后,施有机肥 $30\,000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和复合肥(含N 28.1%、 P_2O_5 17.0%和 K_2O 3.6%) $750\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。2007年4月14日播种,方式同2006年。出苗后追施磷酸二铵 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。灌水量 $7\,087.5\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。初花期、盛花期分别喷施15%多效唑可湿性粉剂 $0.426\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.3 气象及土壤条件

2006年当地大豆生育期5~8月份平均气温 23.6°C ,降雨 97.2 mm ,日照时数 $1\,401.0\text{ h}$,光辐射量

$28\,233.9\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的活动积温 $2\,901.4^\circ\text{C}$;2007年当地大豆生育期5~8月份平均气温 23.2°C ,降雨 134.2 mm ,日照时数 $1\,259.5\text{ h}$,光辐射量 $26\,137.8\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的活动积温 $2\,851.6^\circ\text{C}$ 。试验地为壤土,2006年含有机质 $16.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全氮 $0.94\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全磷 0.096% 、全钾 $12.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、水解氮 $91.7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $18.8\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $244\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 8.19;2007年含有机质 $24\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全氮 $1.221\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全磷 0.098% 、全钾 $36.15\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、水解氮 $113.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $16\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $307\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 8.08。

1.4 测定项目与方法

按分枝期(V1)、始花期(R1)、结荚期(R3)、灌浆期(R6)和成熟期(R8)分别采样,每次采3点,每点取6株,测定产量。植株全氮用凯氏定氮法,全磷用钼锑抗比色法,全钾用火焰光度法测定,整株养分含量用茎、叶、叶柄、荚皮和籽粒含量计算。

1.5 数据分析

采用DPSv3.10软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 超高产大豆不同生育期植株体内养分含量变化

从表1可以看出,V1期2006年新大豆1号 K_2O 的含量较高外,N和 P_2O_5 浓度明显低于2007年的新大豆1号和中黄35;R1期养分含量差别不大;2006年新大豆1号在R3期 K_2O 的含量为9.17%,高于2007年新大豆1号和中黄35的7.71%和6.22%;R6期N的含量年度间相同; P_2O_5 和 K_2O 浓度,2006年新大豆1号明显高于2007年的新大豆1号和中黄35。籽粒和荚皮中 P_2O_5 浓度差别较大。成熟时,各器官N、 P_2O_5 的浓度较接近, K_2O 的浓度差别较大,2006年新大豆1号为15.43%,2007年新大豆1号和中黄35分别为8.04%和6.74%。

2006年和2007年新大豆1号R1期的叶片中N和 P_2O_5 浓度最高,分别达到4.22%、0.33%和4.70%,0.34%;中黄35在R3期N和 P_2O_5 浓度最高,分别为4.42%和0.31%。2006年新大豆1号V1期叶柄中 K_2O 的浓度最高(4.92%),2007年新大豆1号和中黄35R1期叶柄中 K_2O 浓度的分别为4.62%和4.54%。

表 1 不同年份、品种间主要生育期各器官中养分含量

Table 1 Nutrient content of each organ on different development stages of two soybean cultivar in 2006 and 2007
(Percentage of dry matter)

生育时期 Development stage	器官 Organs	新大豆 1 号(2006 年) Xindadou 1 (2006)			新大豆 1 号(2007 年) Xindadou 1 (2007)			中黄 35(2007 年) Zhonghuang 35 (2007)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
V1	叶片 Leaves	3.67	0.20	2.34	4.27	0.20	1.84	4.37	0.23	2.12
	叶柄 Petiole	1.52	0.12	4.92	2.64	0.22	3.50	2.83	0.24	3.95
	茎秆 Stem	2.61	0.22	3.82	3.14	0.20	2.51	3.50	0.24	2.95
	合计 Total	7.8	0.54	11.08	10.05	0.62	7.85	10.7	0.71	9.02
R1	叶片 Leaves	4.22	0.33	2.11	4.70	0.34	2.08	3.99	0.30	2.00
	叶柄 Petiole	1.91	0.21	5.10	1.93	0.25	4.62	1.37	0.20	4.54
	茎秆 Stem	2.30	0.30	3.11	2.78	0.30	3.10	2.36	0.28	2.96
	合计 Total	8.43	0.84	10.32	9.41	0.89	9.8	7.72	0.78	9.5
R3	叶片 Leaves	4.14	0.25	2.24	4.31	0.32	1.66	4.42	0.31	1.70
	叶柄 Petiole	1.26	0.13	4.36	1.40	0.20	3.31	1.48	0.21	3.16
	茎秆 Stem	1.57	0.16	2.56	1.43	0.18	2.14	1.36	0.23	1.76
	合计 Total	6.97	0.54	9.16	7.14	0.7	7.11	7.26	0.75	6.62
R6	叶片 Leaves	3.19	0.24	1.44	3.22	0.24	1.46	3.44	0.22	1.24
	叶柄 Petiole	1.02	0.12	2.35	0.88	0.10	2.04	0.96	0.15	1.58
	茎秆 Stem	0.96	0.12	1.36	1.03	0.12	1.01	1.25	0.22	0.85
	荚皮 Pod husk	1.24	0.17	3.68	1.71	0.18	2.51	1.31	0.22	2.99
	籽粒 Seeds	5.71	0.61	3.08	5.99	0.42	2.02	5.45	0.28	2.03
	合计 Total	12.12	1.26	11.91	12.83	1.06	9.04	12.41	1.09	8.69
R8	叶片 Leaves	1.45	0.12	0.95	2.53	0.18	1.07	1.9	0.14	0.831
	叶柄 Petiole	0.56	0.07	2.82	0.74	0.08	1.28	0.65	0.13	0.99
	茎秆 Stem	0.46	0.04	1.34	0.58	0.07	1.26	0.39	0.06	0.60
	荚皮 Pod husk	0.77	0.09	6.81	1.10	0.11	2.53	1.03	0.10	2.54
	籽粒 Seeds	5.83	0.64	3.51	5.47	0.41	1.90	5.39	0.34	1.78
	合计 Total	9.07	0.96	15.43	10.42	0.85	8.04	9.36	0.77	6.74

2.2 超高产大豆不同生育期各器官中养分积累状况

从表 2 可以看出,V1 期 2006 年新大豆 1 号叶片 N 的积累量为 0.85 g·m⁻²,低于 2007 年的 1.11 g·m⁻²和中黄 35 的 1.04 g·m⁻²,叶柄和茎秆 K₂O 的积累量为 0.24 g·m⁻²和 0.24 g·m⁻²,显著高于 2007 年的 0.101 g·m⁻²、0.18 g·m⁻²和中黄 35 的 0.10 g·m⁻²、0.16 g·m⁻²;R1 期 2006 年新大豆 1 号各器官 K₂O 的积累量高于 2007 年和中黄 35,N 和 P₂O₅ 的积累量差别不大;R3 期变化趋势比较明

显,2006 年新大豆 1 号总的 N、P₂O₅ 和 K₂O 积累量明显低于 2007 年中黄 35;R6 期新大豆 1 号 2006 P₂O₅ 的积累量达到 35.10 g·m⁻²,高于 2007 年的 23.64 g·m⁻²和中黄 35 的 23.03 g·m⁻²;成熟时 N 和 P₂O₅ 的积累量差别不大,新大豆 1 号 K₂O 的积累量分别为 28.119 g·m⁻²和 26.46 g·m⁻²,高于中黄 35 的 22.70 g·m⁻²,区别主要由于中黄 35 叶片、叶柄和茎秆 K₂O 的积累量比新大豆 1 号少,籽粒、荚皮的含量区别不大。

表 2 不同年份、品种间主要生育期各器官养分积累情况

Table 2 Nutrient accumulation status of two soybean cultivar at different development stage in 2006 and 2007/g · m⁻²

生育时期 Development stage	器官 Organs	新大豆 1 号(2006 年) Xindadou 1 (2006)			新大豆 1 号(2007 年) Xindadou 1 (2007)			中黄 35(2007 年) Zhonghuang 35 (2007)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
V1	叶片 Leaves	0.85	0.05	0.54	1.11	0.05	0.48	1.04	0.06	0.51
	叶柄 Petiole	0.07	0.01	0.24	0.08	0.01	0.10	0.07	0.01	0.10
	茎秆 Stem	0.16	0.01	0.24	0.23	0.02	0.18	0.19	0.01	0.16
	合计 Total	1.09	0.07	1.02	1.42	0.07	0.76	1.30	0.07	0.76
R1	叶片 Leaves	3.04	0.24	1.52	2.96	0.22	1.31	2.53	0.19	1.27
	叶柄 Petiole	0.32	0.04	0.84	0.26	0.03	0.62	0.17	0.03	0.56
	茎秆 Stem	0.52	0.07	0.71	0.55	0.06	0.61	0.39	0.05	0.48
	合计 Total	3.88	0.35	3.07	3.77	0.31	2.54	3.08	0.26	2.31
R3	叶片 Leaves	6.61	0.40	3.58	10.45	0.78	4.02	11.10	0.78	4.27
	叶柄 Petiole	0.79	0.08	2.74	1.78	0.26	4.21	2.11	0.30	4.50
	茎秆 Stem	1.39	0.14	2.26	1.83	0.23	2.73	1.64	0.28	2.12
	合计 Total	8.79	0.62	8.58	14.05	1.27	10.96	14.85	1.35	10.89
R6	叶片 Leaves	10.97	0.83	4.95	10.15	0.77	4.60	9.23	0.59	3.33
	叶柄 Petiole	1.68	0.20	3.86	1.41	0.16	3.26	1.65	0.26	2.72
	茎秆 Stem	2.63	0.33	3.72	3.44	0.40	3.37	3.16	0.56	2.15
	荚皮 Pod husk	3.34	0.46	9.91	4.11	0.43	6.05	3.02	0.51	6.90
	籽粒 Seeds	23.47	2.51	12.66	18.85	1.31	6.36	21.30	1.09	7.93
	合计 Total	42.08	4.32	35.10	37.95	3.07	23.64	38.36	3.01	23.03
R8	叶片 Leaves	4.76	0.39	3.12	7.46	0.53	3.14	4.39	0.32	1.92
	叶柄 Petiole	0.93	0.12	4.66	1.17	0.13	2.04	0.92	0.18	1.40
	茎秆 Stem	1.02	0.09	2.97	1.66	0.20	2.16	1.07	0.16	1.63
	荚皮 Pod husk	3.24	0.32	7.46	2.86	0.27	7.06	3.05	0.30	7.26
	籽粒 Seeds	28.59	2.14	9.91	33.53	2.12	11.07	31.06	2.13	10.49
	合计 Total	38.53	3.06	28.12	46.69	3.25	26.46	40.49	3.09	22.70

2.3 超高产大豆不同生育期对氮、磷、钾的吸收状况

由表 3 看出,新大豆 1 号在 2006 和 2007 年间不同生育期 N、P₂O₅ 和 K₂O 的吸收趋势整体相同,但存在一定差别。2007 年 N、P₂O₅ 和 K₂O 的吸收时间明显前移,R1 ~ R3 期 N、P₂O₅ 和 K₂O 的吸收分别占总吸收量的 25.00%、29.33% 和 22.66%,显著高于 2006 年 R1 ~ R3 期的 10.36%、5.00% 和 10.24%。2006 年 N、P₂O₅ 和 K₂O 的吸收主要集中在 R3 ~ R6 期,分别

占总吸收量的 81.17%、83.98% 和 54.71%,2007 年钾的吸收主要集中在 R3 期以后,2007 年从 R1 期就开始大量吸收钾素。

2007 年新大豆 1 号和中黄 35 不同生育期 N、P₂O₅ 和 K₂O 吸收的时间基本相同,不同的是新大豆 1 号钾素的吸收在整个生育期比较均匀,中黄 35 主要集中在 R1 ~ R6 期,R6 期以后吸收量非常小。

表 3 新大豆 1 号与中黄 35 不同生育期氮磷钾的吸收量

Table 3 Amount of N,P and K absorption in different growing stages for two soybean cultivar/g · m⁻²

生育期 Development stage		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		吸收量	占总吸收	吸收量	占总吸收	吸收量	占总吸收
		Absorption	量的比例	Absorption	量的比例	Absorption	量的比例
		amount/g · m ⁻²	Percentage of total	amount /g · m ⁻²	Percentage of total	amount /g · m ⁻²	Percentage of total
新大豆 1 号 (2006 年) Xinda dou1 (2006)	出苗 ~ V1	0.45	1.10	0.03	0.57	0.23	0.46
	V1 ~ R1	2.79	6.85	0.28	6.28	2.05	4.23
	R1 ~ R3	4.22	10.36	0.22	5.00	4.97	10.24
	R3 ~ R6	33.29	81.68	3.69	83.98	26.52	54.71
	R6 ~ R8	0.01	0.01	0.12	2.80	14.17	29.23
新大豆 1 号 (2007 年) Xindadou 1 (2007)	出苗 ~ V1	0.44	1.07	0.02	0.70	0.24	0.64
	V1 ~ R1	2.35	5.72	0.23	7.14	1.77	4.77
	R1 ~ R3	10.28	25.00	0.96	29.33	8.42	22.66
	R3 ~ R6	23.90	58.10	1.80	55.02	12.68	34.11
	R6 ~ R8	4.16	10.12	0.26	7.81	14.06	37.82
中黄 35 (2007 年) Zhonghuang 35 (2007)	出苗 ~ V1	0.72	1.70	0.04	1.36	0.42	1.85
	V1 ~ R1	1.78	4.21	0.19	6.16	1.55	6.80
	R1 ~ R3	11.76	27.89	1.09	36.16	8.58	37.72
	R3 ~ R6	23.52	55.76	1.65	54.60	12.14	53.40
	R6 ~ R8	4.41	10.45	0.05	1.73	0.05	0.23

2.4 N、P₂O₅ 和 K₂O 的理论积累量和积累速率

与 2006 年相比,新大豆 1 号 N 的积累量出苗 73 d 之内 2007 年高,之后相反,接近成熟时,2 a 的积累量相当。P₂O₅ 的积累量出苗 75 d 之内 2007 年偏大,之后 2006 年积累量超过 2007 年且积累速率不断加快,2 a 间的差距也逐渐加大。成熟时 2006 年 P₂O₅ 的理论积累量比 2007 年高 1.15 g · m⁻²,实际积累量高 1.12 g,理论值和实际值较为接近。K₂O 的积累量出苗 60 d 之内 2 a 接近,之后 2006 年超过 2007 年且持续到成熟。

2006 年和 2007 年相比,N 的积累速率在出苗 55 d 之内 2007 年快,56 ~ 92 d 2006 年快,93 d 到成熟 2007 年快。P₂O₅ 的积累速率在出苗 59 d 之内 2007 年快,60 ~ 106 d 到成熟 2006 年快,107 d 到成熟 2007 年积累速率快。K₂O 的积累速率在出苗 28 d 之内 2007 年快,29 ~ 120 d 2006 年快,121 d 到成熟 2007 年快。

新大豆 1 号和中黄 35 相比,N 积累量变化趋势和积累量都很接近;P₂O₅ 的变化动态也较接近,出苗后 65 d 之内二者的积累量接近,之后中黄 35 略高,到

成熟时新大豆 1 号的积累量比中黄 35 增加较多。

新大豆 1 号和中黄 35 相比,N 的积累速率在出苗 30 d 之内新大豆 1 号的积累速率快,31d ~ 90 d 中黄 35 快,91 d 至成熟新大豆 1 号快。P₂O₅ 的积累速率在出苗 36 d 之内新大豆 1 号快,37 ~ 76 d 中黄 35 快,77 d 至成熟新大豆 1 号快。K₂O 的积累速率在出苗 29 d 之内新大豆 1 号速率快,30 ~ 81 d 的中黄 35 快,82 d 至成熟新大豆 1 号的积累速率快。

2.5 养分吸收的最快时间和最大速率

根据分期取样测定的养分积累资料计算确定大豆植株吸收 N、P₂O₅ 和 K₂O 的最快时间和最大速率(表 4)。大豆植株吸收各种养分最快的时间不同:新大豆 1 号干物质、N、P₂O₅ 的最快积累时间一致,2006、2007 年均在出苗后第 77 ~ 84 天;但 K₂O 最快积累时间偏晚,2006 年在第 98 ~ 105 天,2007 年则出现在 126 ~ 133 天。中黄 35 干物质、N 最快积累时间与新大豆 1 号一致,P₂O₅ 偏早 4 d,而 K₂O 更早些。2006 年新大豆 1 号各营养成分的最快吸收速率大于 2007 年,新大豆 1 号与中黄 35 最快吸收速率相差不大。

表 4 养分吸收的最快时间和最大速率

Table 4 Time of the fastest nutrient absorption and the value of the highest absorption rate

		2006 新大 豆 1 号 Xin dadoul	2007 新大 豆 1 号 Xin dadoul	2007 中黄 35 Zhong huang35
吸收最快的时间 (出苗后天数)	N	75.11	77.33	76.08
Time of the fastest nutrient absorption (Days after emer- gence)	P ₂ O ₅	78.67	72.90	68.03
	K ₂ O	101.06	136.94	66.71
养分吸收的最大 速率	N	1.13	0.67	0.70
Highest absorption rate/g·m ² ·d ⁻¹	P ₂ O ₅	0.13	0.06	0.06
	K ₂ O	0.77	0.67	0.46

2.6 大豆的土壤氮磷钾摄取量

生产 100 kg 大豆籽粒从土壤中 N、P₂O₅ 和 K₂O 的摄取量列于表 5。2006、2007 年每生产 100 kg 新大豆 1 号籽粒,从土壤中摄取的 N 的量前者比后者少 0.17 kg,P₂O₅ 和 K₂O 2006 年比 2007 年分别多 0.22、2.19 kg。与中黄 35 相比,每生产 100 kg 籽粒,新大豆 1 号从土壤中摄取的 N、P₂O₅ 和 K₂O 分别比前者多 0.23、0.08、3.17 kg。

表 5 100 kg 大豆籽粒和相应秸秆的土壤养分摄取量

Table 5 Value of nutrient absorption for the production of 100 kg soybean seeds/kg

	2006 新大豆 1 号 2006 Xindadoul	2007 新大豆 1 号 2007 Xindadoul	2007 中黄 35 2007 Zhonghuang35
N	8.20	8.36	8.13
P ₂ O ₅	0.88	0.67	0.58
K ₂ O	9.74	7.56	4.38

3 结论与讨论

李绍曾^[9]研究结果显示,不同生育阶段大豆植株叶片、叶柄、茎秆的氮、磷含量具有相似的变化趋势,即苗期浓度较高,且随生育进程而提高,花期最高,然后逐渐降低,成熟期叶片、茎秆的氮、磷浓度降到最低值;大豆叶片钾浓度分枝期达到最高值;叶柄与茎秆的钾浓度的初花期最高,开花以后逐渐降低;花与莢的钾浓度变化较小,初花期达到最高值(3.38%),此后的浓度在 2.1%~2.6% 之间波动。该研究的结果基本与上述结果一致,但可以看出年份和品种间的一些差异。与 2007 年相比,2006 年新大豆 1 号 K₂O 的浓度一直表现出较高的水平;新大

豆号 1 号 2006 年和 2007 年 N 和 P₂O₅ 浓度最大值都出现在 R1 期的叶片,中黄 35 2007 年出现在 R3 期。

董钻等^[4]研究结果表明,大豆整个生育期 N、P₂O₅、K₂O 的积累速率呈现慢—快—慢的态势,钾的吸收高峰及完成吸收进程比氮、磷早一些,吸收氮最快的时期均大致在出苗后 60~70 d。李绍曾^[9]的研究表明,绥农 4 号春大豆品种盛花期(出苗后 61 d)之前所吸收的氮磷钾分别占全生育期总吸收量的 37%、0% 和 58%。该试验结果与上述研究基本一致,但年份间和品种间存在差异。与 2006 年相比,2007 年 N、P₂O₅ 和 K₂O 的吸收时间明显前移;2007 年新大豆 1 号钾素的吸收在整个生育期比较均匀,中黄 35 主要集中在 R1~R6 期,R6 期以后吸收量非常小。

1982~2002 年全国各大豆产区 14 个试验测定结果的平均值显示,大豆籽粒产量 2994 kg·hm⁻²,100 kg 大豆籽粒的 N、P₂O₅、K₂O 摄取量分别为 8.76 kg、1.90 kg 与 4.17 kg^[1,4,10-15]。作者所进行的大豆超高产栽培试验中,2006 年新大豆 1 号、2007 年新大豆 1 号和中黄 35 产量分别达到 5 695.2 kg·hm⁻²、4 666.5 kg·hm⁻²和 5 521.5 kg·hm⁻²,新大豆 1 号每生产 100 kg 籽粒平均需 N 素 8.28 kg,P₂O₅ 0.78 kg,K₂O 8.25 kg,氮、磷、钾比例为 1:0.09:1.04,中黄 35 每生产 100 kg 籽粒需 N 8.13 kg,P₂O₅ 0.58 kg,K₂O 4.38 kg,氮、磷、钾比例为 1:0.07:0.54。2 个品种对 N 和 P₂O₅ 的需求基本一致,但新大豆 1 号对 K₂O 的需求要比中黄 35 多。结果表明品种本身特性、生态环境条件和栽培措施对主要养分特别是 P₂O₅ 和 K₂O 的摄取量都有明显影响,这对大豆新品种选育和高产栽培都有一定的指导意义。

参考文献

[1] 徐本生,籍玉尘,杨建堂. 夏大豆的干物质积累和氮磷钾吸收分配动态的研究[J]. 大豆科学,1989,8(1): 47-53. (Xu B S, Ji Y C, Yang J T. Studies on the rules of dry matter accumulation and the absorption of nitrogen, phosphorus and potassium for summer soybean[J]. Soybean Science, 1989, 8(1): 47-53.)

[2] 蒋工颖,董钻. 大豆养分吸收动态及施肥效果的研究[J]. 作物学报, 15(2):167-173. (Jiang G Y, Dong Z. Studies on the trends of nutrient uptake and effect of fertilizer application on soybean[J]. Acta Agronomica Sinica, 1989,15(2):167-173.)

[3] 董钻,蒋工颖,张显,等. 大豆产量程序设计及栽培措施优化的研究第二报 大豆群体的养分吸收模式[J]. 辽宁农业科学,

- 1989(4):6-10. (Dong Z, Jiang G Y, Zhang X, et al. Yield program design and optimization in soybean[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 1989(4):6-10.)
- [4] 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, 22(1):89-96. (Dong Z, Xie F D. Studies on dynamics and models of N, P, K absorption in soybeans[J]. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(1):89-96.)
- [5] 李永孝. 山东大豆[M]. 济南:山东科技出版社, 1999. (Li Y X. Shandong Soybeans[M]. Jinan: Shandong Sci & Tech Press, 1999.)
- [6] 刘鹏, 杨玉爱. 钼、硼对大豆品质的影响[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(3):57-63. (Li P, Yang Y A. Effect of molybdenum or boron application on N, P, K absorption and yield in soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2000, 22(3):57-63.)
- [7] 高聚林, 刘克礼, 李惠智, 等. 大豆群体对氮、磷、钾的平衡吸收关系的研究[J]. 大豆科学, 2004, 23(2):106-110. (Gao J L, Liu K L, Li H Z, et al. Study on balance absorption of dry farming soybean plants to N, P, K[J]. Soybean Science, 2004, 23(2):106-110.)
- [8] 罗赓彤, 战勇, 刘胜利, 等. 新大豆 1 号和石大豆 1 号高产纪录的创造[J]. 大豆科学, 2001, 20(4):270-274. (Luo G T, Zhan Y, Liu S L, et al. The creation of the highest yield records on Xindadou No. 1 and Shidadou No. 1 of soybean cultivars[J]. Soybean Science, 2001, 20(4):270-274.)
- [9] 李绍曾, 楚奎锡. 大豆亩产五百斤的生育规律及综合技术措施[J]. 中国油料, 1985(3):37-41. (Li S Z, Chu K X. The reproductive law and comprehensive technical measures of soybean with per-mu yield of 500 kg[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1985(3):37-41.)
- [10] 许忠仁, 曾广骥. 美国密执安州的大豆栽培技术[J]. 大豆科学, 1984, 3(2):159-164. (Xu Z R, Zeng G J. Michigan United States soybean cultivation techniques[J]. Soybean Science, 1984, 3(2):159-164.)
- [11] 刘克礼, 高聚林, 王立刚. 大豆对氮、磷、钾的平衡吸收动态的研究[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(1):51-54. (Liu K L, Gao J L, Wang L G. Study on dynamic balance assimilation of N, P and K in soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2004, 26(1):51-54.)
- [12] 贺振昌. 高产大豆营养与施肥的探讨[J]. 中国农业科学, 1982, 16(1):65-70. (He Z C. Investigation on the nutrient and fertilizer require of a high yielding soybean[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1982, 16(1):65-70.)
- [13] 王滔, 孙淑燕, 陈存来. 大豆叶-荚关系与产量的研究初报[J]. 大豆科学, 1983, 2(1):67-74. (Wang T, Sun S Y, Chen C L. A preliminary study on leaves-pods relation and yield in soybean[J]. Soybean Science, 1983, 2(1):67-74.)
- [14] 程素贞, 罗孝荣. 大豆对钼与氮、磷、钾的吸收分配动态及相互关系的初步研究[J]. 大豆科学, 1990, 9(3):241-247. (Cheng S Z, Luo X R. Study on the untakened distribution of Mo and N, P, K as well as each other relation for soybean[J]. Soybean Science, 1990, 9(3):241-247.)
- [15] 赵政文, 马继凤, 李小红, 等. 南方春大豆不同生育期干物质积累与氮磷钾含量的变化[J]. 大豆科学, 1994, 13(1):53-60. (Zhao Z W, Ma J F, Li X H, et al. Dry matter accumulation and absorption and partition of nitrogen, phosphorous and potassium on different development stages in south spring soybean (Glycine Maxl.)[J]. Soybean Science, 1994, 13(1):53-60.)

2010 年《黑龙江农业科学》征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊。是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国科学引文数据库、中国核心期刊(遴选)数据库、CNKI 系列数据库、万方数据库、重庆维普中文科技期刊数据库和华艺电子出版事业群等多家权威数据库收录。

《黑龙江农业科学》现为月刊,每月 10 日出版,国内外公开发行。国内邮发代号 14-61,每期定价 5.00 元,全年 60.00 元;国外发行代号 BM8321,每期定价 8.00 美元,全年 96.00 美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅。全国各地邮局均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另外,编辑部现有少量 2007~2008 年合订本珍藏版。2007 年每册 80.00 元,2008 年每册 90.00 元,邮费各 10.00 元,售完为止。

地 址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部

邮 编:150086 电 话:0451-86668373 电子信箱:nykx13579@sina.com