

施氮对高产春大豆氮素吸收分配的影响^{*}

章建新 倪 丽 翟云龙

(新疆农业大学农学院, 乌鲁木齐 830052)

摘要 以高油品种黑农41为材料研究了高产条件下,氮肥对春大豆植株氮素吸收的影响。结果表明,始花期施氮肥促进氮素吸收,提高氮素的积累速率,推迟氮素积累高峰期,氮素积累总量增加,促进氮素向子粒分配,提高子粒产量和蛋白质含量。在施氮量为0-90kg/hm²范围内,每生产100kg子粒,氮、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)吸收量略增,三者之间的比率稳定,约为1:0.28:0.69,再增加氮肥施用量,钾的吸收比率明显下降。

关键词 春大豆;氮素;吸收分配

中图分类号 S 147.2 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2005)01-0038-05

关于大豆养分吸收分配动态,徐本生^[1]、董钻^[2,3]和史占忠^[4]等对大豆植株养分百分含量变化、养分含量动态以及养分吸收速率等均进行了研究,但是,由于受供试品种特性、试验条件和栽培措施等方面的影响,不同研究者的报道不尽相同。毕远林^[5]研究了大豆氮、磷、钾吸收与分配情况,认为不同生育阶段氮素吸收与积累量最大值在结荚至鼓粒期,占总量的47.74%,氮的积累速率,在始花期至盛花期和结荚期至鼓粒期出现两个高峰。以上研究结果大都是在东北地区非灌溉及产量较低条件下获得的。新疆光热资源充足,加上良好的灌溉条件,十分有利于大豆获得高产,近年不断出现产量在4500kg/hm²左右的高产田^[6]。然而由于对高产大豆的氮素吸收分配规律不清楚,导致大豆高产施肥的盲目性。生产上常出现因过量施用氮肥,群体过大而倒伏,导致低产、低效。本文以高油品种黑农41为材料,系统地研究了高产条件下氮素的吸收、分配动态变化,旨在揭示高产条件下大豆的氮素吸收分配规律,为高产大豆的合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

试验地区5月至9月≥10℃的有效积温为3016.6℃,同期的日照时数为1448.9h、降雨量为263.5mm,无霜期152d左右^[7]。

试验地土壤为壤土,土壤有机质含量65.3g/kg,速效氮70.3mg/kg,速效磷48.9mg/kg,速效钾266.6mg/kg。

试验于2003年在新疆农业大学试验农场进行。试验设5个处理(表1),重复三次,田间按随机区组排列。小区长6m,宽2.8m,面积16.8m²;行距40cm,株距8cm,留苗30万株/hm²。供试品种为黑农41号。4月20日播种,始花期用20%乳油壮丰安1:500倍液化控2次(间隔7d),灌水6次,其余按常规管理,9月10日收获。以各重复实收产量平均计产。

表 1 各处理施氮时期及施氮量

Table 1 The quantity and date of nitrogen fertilizer applied of different treatment

处理 Treatment	开花期施氮量 (kg/hm ²) Nitrogen fertilizer applied of R ₁	始粒期施氮量 (kg/hm ²) Nitrogen fertilizer applied of R ₅
1	0	0
2	45	0
3	90	0
4	135	0
5	135	45

从始花期开始,每隔15天左右取样一次,每次选取5株,测定地上部分的干物质重量,将各时期所取样品按叶片、茎秆及叶柄、荚皮和子粒分别烘干、

* 收稿日期: 2004-09-22
基金项目: 国家“十五”攻关项目(2001EP050007)和新疆维吾尔自治区科技兴农办资助项目
作者简介: 章建新(1962-),男,教授,博士生导师,主要从事作物栽培生理教学和研究工作。

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

粉碎、研磨, 进行养分分析。用 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ 法消煮样品, 全氮含量测定用凯氏定氮法。

2 结果与分析

2.1 各器官氮素百分含量变化动态

叶片氮素百分含量随着大豆的生育进程而呈现下降的趋势。施氮处理花期叶片氮素含量均高于对照, 但其后期降幅大, 至成熟期各处理叶片氮素含量

又均低于对照(图 1)。各处理茎秆及叶柄的氮素百分含量(图 2), 生育期间各施氮处理的氮素浓度均高于对照, 随着生育进程后移, 氮素浓度直线下降, 成熟期低于照。始粒期各处理荚皮的氮素百分含量均低于对照, 随后迅速下降, 至成熟期略有回升, 并且均高于对照(图 3)。各施氮处理的子粒氮素百分含量均明显高于对照, 各处理的子粒氮素百分含量变化呈现高-低-高的变化过程(图 4)。

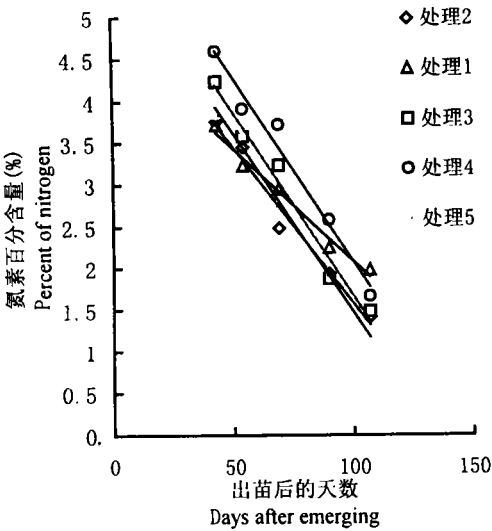


图 1 叶片氮素百分含量动态

Fig. 1 Trends of nitrogen percent in the leaf

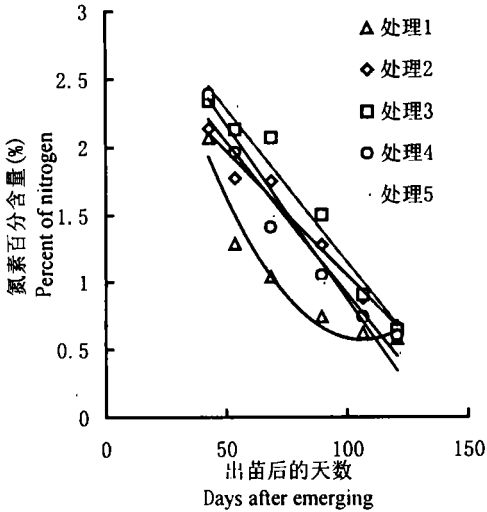


图 3 荚皮氮素百分含量动态

Fig. 3 Trends of nitrogen percent in the pod

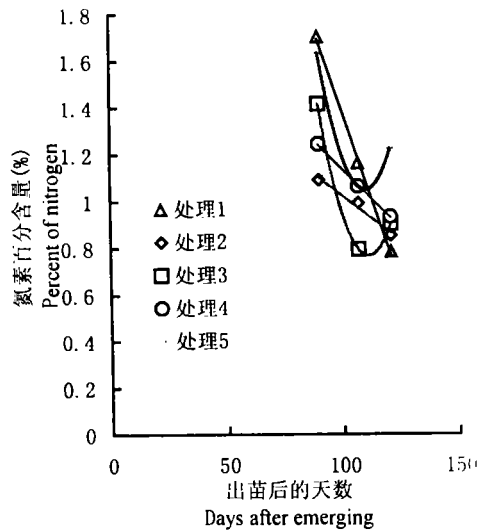


图 2 茎及叶柄氮素百分含量动态

Fig. 2 Trends of nitrogen percent in stem and stipe

可见, 施氮肥在前期促进氮素吸收, 增加叶片中的氮素浓度, 后期使更多的氮素转向生殖器官作用, 提高子粒中的氮素含量。

2.2 氮素积累量动态变化

不同时期各器官养分含量能反映植物对各种养

分吸收和积累的状况。各时期施氮处理的氮素积累量均明显高于对照, 并且随着施氮量的增加, 氮素积累量增加, 以处理 3 达到最高点, 再继续增加施氮量, 处理 4 和 5, 氮素积累量略降低(见图 5)。

不同生育阶段单株日均积累量见表 2。全生育

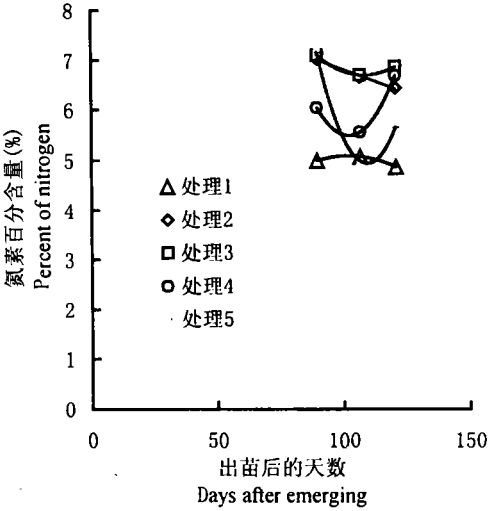


图 4 子粒氮素百分含量动态

Fig. 4 Trends of nitrogen percent in the seed

表 2 不同时期单株氮素日均积累量(mg/株·d)

Table 2 The nitrogen accumulation per day of one plant in different period(mg/plant·d)

生育阶段	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
Growth phase	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 5
出苗-始花 V _E -R ₁	0.98	0.95	1.09	1.35	1.02
始花-盛花 R ₁ -R ₂	4.09	8.82	11.36	7.45	10.18
盛花-始荚 R ₂ -R ₃	7.60	15.80	18.47	13.53	16.93
始荚-始粒 R ₃ -R ₅	11.43	15.24	17.76	17.24	14.00
始粒-满粒 R ₅ -R ₆	11.00	16.88	18.35	16.47	16.53
满粒-成熟 R ₆ -R ₈	10.64	11.14	23.36	25.07	14.79

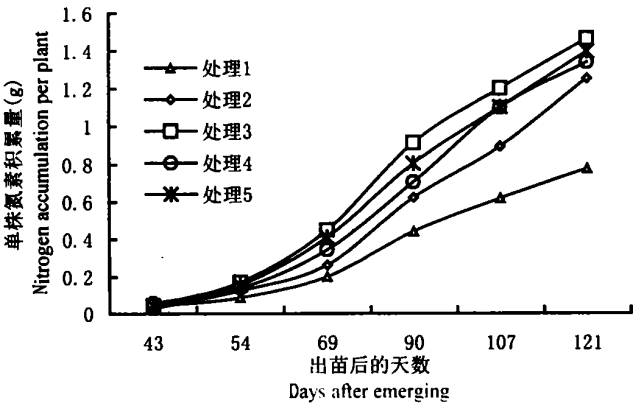


图 5 全株氮素含量的变化

Fig.5 Changes of the content of nitrogen per plant

表 3 各处理氮素积累方程

Table 3 The equation of nitrogen accumulation of different treatment

处理		N	R	lna/b
Treatment				
1	$Y=0.980/(1+72.71e^{-0.0495x})$	-0.9923	58.71	
2	$Y=1.463/(1+57.12e^{-0.0489x})$	-0.9988	64.41	
3	$Y=1.885/(1+49.01e^{-0.0445x})$	-0.9895	67.85	
4	$Y=1.704/(1+62.07e^{-0.0476x})$	-0.9848	61.52	
5	$Y=1.531/(1+54.65e^{-0.0482x})$	-0.9960	72.33	

期内 5 个处理氮素的日均积累量平均为 3.59kg/hm²·d, 最大积累速率为 7.52kg/hm²·d。各个时

表 4 氮素在各器官中的分配率

Table 4 The distribution rate of nitrogen in different apparatus

生育时期	器官	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5
Stage of growing	Apparatus	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 5
花期 Flowering	叶片 Leaf	71.89	70.73	71.34	71.25	72.76
	茎及叶柄 Stem and stipe	28.11	29.27	28.66	28.75	27.24
始荚期 Start podding	叶片 Leaf	77.58	74.34	69.25	71.50	71.36
	茎及叶柄 Stem and stipe	22.42	25.66	30.75	28.5	28.64
始粒期 Start graining	叶片 Leaf	63.42	63.92	54.94	59.02	56.27
	茎及叶柄 Stem and stipe	23.81	22.92	28.62	21.87	24.74
	荚粒 Pod	12.78	13.17	16.44	19.11	18.99
	子粒 Seed	49.65	59.06	64.72	60.48	67.46
鼓粒期 Graining	叶片 Leaf	19.56	14.84	7.58	17.33	10.91
	茎及叶柄 Stem and stipe	7.46	13.46	11.23	7.92	5.21
	荚皮 Pod	23.33	12.64	16.47	14.27	16.42
	子粒 Seed	64.57	81.90	84.30	74.52	76.65
鼓粒后期 Anaphase graining	叶片 Leaf	17.25	7.50	5.39	10.88	9.14
	茎及叶柄 Stem and stipe	6.66	4.60	4.71	6.59	5.57
	荚皮 Pod	11.52	6.00	5.60	8.01	8.65
	子粒 Seed	64.57	81.90	84.30	74.52	76.65
成熟期 Maturity	荚皮 Pod	7.08	5.90	5.41	5.49	7.59
	茎及叶柄 Stem and stipe	4.69	3.80	2.79	2.57	2.27
	子粒 Seed	88.22	90.30	91.80	91.94	90.14

期施氮处理氮素日均积累均高于对照, 全生育期内处理 3 氮素积累速率为 $4.05\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{d}$, 而对照仅为 $2.29\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{d}$, 处理 3 比对照高 40% 以上。可见施用氮肥能提高大豆植株氮素积累速率。

以出苗后的天数为自变量(X), 同期氮素积累量为因变量(Y), 用 Logistic 方程模拟氮素积累过程(见表 3)。施氮处理的氮素吸收高峰期均较对照推迟 6~14d, 其中以氮肥积累量最大的处理 3 较对照推迟 9d, 约在出苗后的 68d。

表 5 大豆的需肥量及氮、磷、钾比例

Table 5 The quantity of nitrogen fertilizer and the rate of nitrogen, phosphor and kalium of soybean

处理 T treatment	产量 Yield(kg /hm ²)	每 hm ² 吸收养分总量 Nutrient gross absorbed per hm ² (kg)			100kg 大豆吸收养分 Nutrient absorbed of 100kg soybean seed(kg)			氮磷钾比例 Rate of N : P : K		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	4048. 65Cc	233. 20	64. 73	161. 42	5. 50	1. 53	3. 81	1	0. 28	0. 69
2	4588. 20Bb	374. 95	100. 69	259. 05	7. 11	1. 91	4. 91	1	0. 27	0. 69
3	5012. 55Aa	438. 32	122. 32	289. 71	7. 46	2. 08	4. 93	1	0. 28	0. 66
4	4752. 25Ab	400. 68	99. 88	234. 00	7. 25	1. 81	4. 24	1	0. 25	0. 58
5	4870. 50Aa	357. 69	92. 54	209. 55	6. 25	1. 62	3. 66	1	0. 26	0. 59

注: 每 hm² 养分吸收量= 单株吸收量× 株数/hm²; 大、小写字母分别为 0. 01、0. 05 水平差异显著性。
Note: Nutrient gross absorbed per hm²= Nutrient absorbed per plant number of plants per hm²; Capital letters indicate 0. 01 significant level; small letters indicate 0. 05 significant level.

皮的氮素分配率则有随施氮量增加而下降的趋势。

2.4 氮、磷、钾吸收比例

各处理每生产 100kg 大豆所需 N 为 5. 50 – 7. 46kg, P₂O₅ 为 1. 53 – 2. 08kg, K₂O 为 3. 660 – 4. 93kg; 氮磷钾吸收比例约为 1: 0. 25 – 0. 28: 0. 58 – 0. 69, 各施肥处理单位面积吸收的养分和每生产 100kg 大豆子粒所摄取的养分数量较对照明显增多; 同时, 随着氮肥施用量的增加, 钾的比例有下降的趋势。在产量为 5012. 55kg/hm² 的条件下, 吸收总氮、磷、钾量分别为 438. 32kg/hm²、122. 32kg/hm²、289. 71kg/hm²; 每生产 100kg 大豆所需氮素为 7. 46kg, 磷为 2. 08kg, 钾为 4. 93kg; 氮、磷、钾吸收比例约为 1 : 0. 28 : 0. 66。

3 讨论与结论

本研究结果表明, 在 4500kg/hm² 左右的高产条件下, 始花期施氮肥在前期促进氮素吸收, 提高氮素的积累速率, 推迟氮素积累高峰期, 大豆的氮素积累总量增加, 增加叶片中的氮素浓度; 后期使更多的氮素转向生殖器官, 提高子粒中的氮素含量, 降低茎秆和叶柄中的氮素含量; 同时提高产量和子粒中的蛋白质含量。

2.3 氮素在各器官中的分配

各器官中氮素分配率见表 4。花期和始荚期叶片中氮的积累量均占单株总积累量的 70%, 可见这一时期氮的积累主要集中于叶片中; 结荚后养分逐渐向子粒中转移, 子粒中分配率不断增大, 而茎、叶及荚皮中氮的分配率则不断减小。

成熟期 90% 左右的氮素集中在子粒中, 施氮能促进植株内的氮素向子粒中的分配, 各施氮处理子粒的氮素分配率平均比对照高出 2% 左右, 茎秆和荚

董钻等(1996)在东北产量为 3300 – 3580. 5kg/hm² 的条件下获得每生产 100kg 大豆子粒吸收 N 为 8. 71 – 9. 29kg, P₂O₅ 为 1. 97 – 2. 47kg, K₂O 为 3. 24 – 3. 63kg 的结果。与此结果相比, 在 4048 – 5012kg/hm² 高产条件下, N 吸收量减少 1. 83 – 3. 21kg, P₂O₅ 吸收量减少 0. 39 – 0. 44kg, K₂O 吸收量却增加 0. 44 – 1. 31kg。这可能是由于新疆灌溉条件, 肥水条件可以得到有效的控制, 避免了徒长, 茎秆强壮、经济系数提高的缘故。

在施氮量为 0 – 90kg/hm² 的范围内, 每生产 100kg 子粒产量的氮、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)吸收量略增, 三者之间的比率稳定, 约为 1 : 0. 28 : 0. 69, 再进一步增加氮肥施用量, 每生产 100kg 子粒产量的氮、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)吸收量略减, 磷、钾的吸收的相对比率也下降, 钾吸收相对比率比磷下降更明显。由于钾含量与大豆茎秆的抗倒性有密切的关系, 因此, 大豆高产田施肥, 应注意配合钾肥的施用。

参 考 文 献

1 徐本生. 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.
2 董钻, 谢甫娣. 大豆氮磷钾吸收动态及模式研究 [J]. 作物学报, 1996, 22(1): 89– 95.

3 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, 1989, 15(2): 167 – 173.

4 史占忠. 大豆植株全氮 磷钾含量变化分析[J] . 大豆科学, 1989, 4(3): 369 – 373.

5 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.

6 罗赓彤. 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 – 273.

7 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴[M] . 北京: 中国统计出版社. 2004.

EFFECT ON NITROGEN FERTILIZER APPLICATION TO THE ABSORPTION
AND DISTRIBUTION OF NITROGEN IN SPRING SOYBEAN

Zhang Jianxin Ni Li Zhai Yunlong

(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052)

Abstract The effect of nitrogen fertilizer application to the absorption of nitrogen of soybean plant under the high yield condition, taking high oil content soybean vaviety, Heinong 41 as material, was studied. The result showed that nitrogen fertilizer application in R₁ advanced the absorption of nitrogen and increased the nitrogen accumulation speed. Nitrogen fertilizer application in R₁ could put off the fastigium of nitrogen accumulation, and improved the gross of the nitrogen accumulation. Nitrogen fertilizer application in R₁ could improve the yield and protein of seed. The absorption of nitrogen, phosphor(P₂O₅) and kalium (K₂O) for producing 100kg seed improved slightly within the range of 0 – 90 kg/hm². The rate among nitrogen, phosphor and kalium was about 1 : 0. 28 : 0. 69 steadily. The uptake rate of kalium decreased if the application of nitrogen was increased any more.

Key words Spring soybean; Nitrogen; Absorption and distribution