

不同基因型大豆植株氮素积累变化动态研究

刘业丽¹, 栾怀海¹, 何琳¹, 胡国华^{1,2}, 刘丽君²

(1. 黑龙江省农垦科研育种中心, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:为了阐明大豆品种间氮素积累及运转规律, 以东农 42、黑农 35、垦丰 9 号、东农 46 和秣食豆为材料, 研究不同基因型大豆氮素积累分配差异。结果表明: 不同基因型大豆品种叶片和茎秆氮素含量呈降—升—降的变化趋势; 荚皮氮素含量呈下降趋势; 籽粒氮素含量呈上升趋势。各营养器官氮素含量表现为荚皮>叶片>茎秆。不同基因型大豆叶片和茎秆氮素积累量变化动态基本一致, 呈单峰曲线。荚皮中氮素积累量呈先升高后下降的趋势; 籽粒氮素积累量呈持续增长趋势。成熟时全株氮素含量表现为秣食豆>黑农 35>东农 42>东农 46>垦丰 9 号。高蛋白品种的营养体氮素积累峰值、氮素运转量及运转效率显著高于蛋白质含量低的品种, 但氮收获指数相差很小。不同器官的氮素运转量和运转效率对籽粒的贡献率均表现为叶片>茎秆>荚皮。

关键词:大豆; 氮素积累; 氮素运转; 运转效率

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2014)03-0030-04

大豆是含氮极丰富的作物, 氮素直接或间接地参与大豆主要生理过程, 在产量形成和蛋白质积累中起着关键作用。Spaeth 和 Sinclair 研究表明, 不同品种在氮素积累和分配方面存在差异, 籽粒发育不同程度地依靠贮存在营养器官内的氮, 氮的再转运量受源的控制而不是库, 高蛋白品种对氮有较高需求^[1-2]。关于籽粒的形成过程中大豆植株氮素积累, 前人的研究结论基本一致, 即籽粒中氮的百分含量呈上升趋势, 营养器官中氮百分含量呈下降趋势^[3-6]。籽粒发育之前的营养体部分积累的氮量因品种而异, 且与植株大小直接相关^[7]。品种间氮素积累及运转存在明显差异, 高蛋白品种氮素积累高峰值高且出现的较晚, 而且转运效率也明显高于低蛋白品种^[8-12]。该试验以不同基因型大豆为材料, 研究其氮素积累与分配的差异及规律, 以期为优质大豆生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为选用高油大豆品种垦丰 9 号、东农 46, 高蛋白大豆品种东农 42、黑农 35, 半野生

大豆秣食豆 5 个品种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于东北农业大学实验实习基地进行, 采用随机区组设计, 5 个大豆品种, 3 次重复。小区为 12 行区, 行长 6 m, 行距 0.7 m, 小区道 1 m。播种方式为人工精量双条点播。施肥量: 磷酸二铵 150 kg·hm⁻², 硫酸钾 75 kg·hm⁻²。田间管理同生产田。

1.2.2 取样及测定方法 分别于苗期(V₄)、始花期(R₁)、盛花期(R₂)、初荚期(R₄)、盛荚期(R₅)、鼓粒期(R₆)及生理成熟期(R₈), 选择天气晴好的上午取样。在每个生育时期取株型一致的植株 5~10 株, 按照不同器官处理, 105℃杀青 0.5 h 后, 65℃下烘干至恒重, 粉碎用于测定氮素含量。

全氮测定采用半微量凯氏定氮法, 氮素的运转量=营养体氮素积累峰值-成熟时营养体氮素积累值; 氮素运转效率(%)=氮素运转量/营养体氮素积累峰值×100; 氮素收获指数(%)=籽粒氮/成熟时全株氮素积累值×100。

2 结果与分析

2.1 不同基因型大豆氮素含量变化动态

不同基因型大豆氮素含量变化趋势见图 1~图 4, 叶片和茎秆氮素含量呈降—升—降的变化趋势。叶片氮素含量 V₄至 R₁期下降而后上升 R₄期达到最大而后又迅速下降。叶片在 R₄期以前

收稿日期: 2013-11-06

第一作者简介: 刘业丽(1981-), 女, 山东省淄博市人, 硕士, 助理研究员, 从事大豆遗传育种研究。E-mail: 13936196261@163.com。

通讯作者: 刘丽君(1971-), 女, 博士, 副教授, 从事大豆栽培生理研究。E-mail: kaoyanyouji@163.com。

是氮素的主要积累器官,后期自叶片中向外转移,进行氮素的重新分配。整个生育期不同大豆品种叶片氮素含量顺序为:东农 46>垦丰 9 号>秣食豆>黑农 35>东农 42。茎秆氮素含量苗期至 R_2 期下降,然后上升, R_4 期最大。茎秆是养分的输导组织,中后期可能是由于同化产物的就近供应或自身稀释作用使其氮素含量下降。整个生育期不同大豆品种茎秆氮素含量顺序为:黑农 35>东农 42>东农 46>垦丰 9 号>秣食豆。各品种荚皮氮素含量变化呈下降趋势,高蛋白品种黑农 35 和东农 42 下降较快,下降幅度较大。说明黑农 35 和东农 42 荚皮中的氮素向籽粒中转移速度较快,强度较大。籽粒开始形成,成为最有竞争力的库,荚皮作为源不断地向籽粒中转移养分。不同基因型大豆籽粒氮素含量随生育期逐渐增加直至收获。黑农 35 籽粒氮素含量上升较快,说明黑农 35 的氮素运转效率较快。不同大豆品种籽粒氮素含量顺序为:黑农 35>东农 42>垦丰 9 号>东农 46>秣食豆。不同品种各器官整体平均氮素含量表现为:籽粒>荚皮>叶片>茎秆。

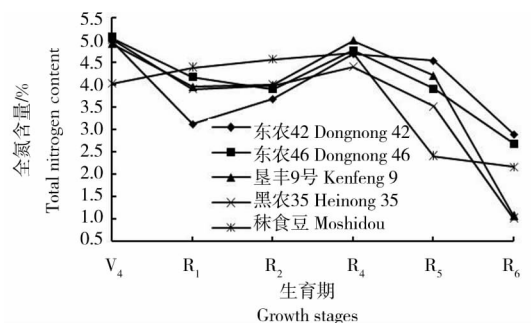


图 1 不同基因型大豆叶片含氮量变化动态
Fig. 1 Dynamic change of nitrogen content in leaves of different soybean varieties

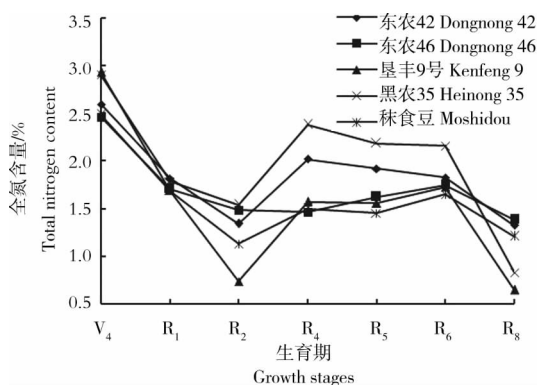


图 2 不同基因型大豆茎秆含氮量变化动态
Fig. 2 Dynamic change of nitrogen content in stems of different soybean varieties

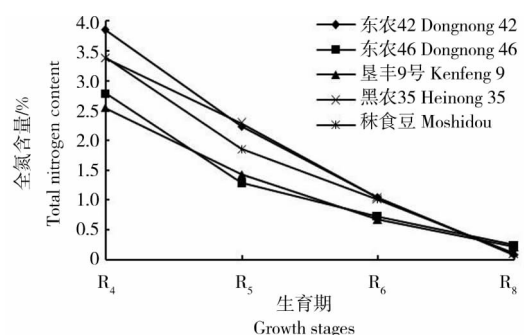


图 3 不同基因型大豆荚皮含氮量变化动态
Fig. 3 Dynamic change of nitrogen content in pod sheds of different soybean varieties

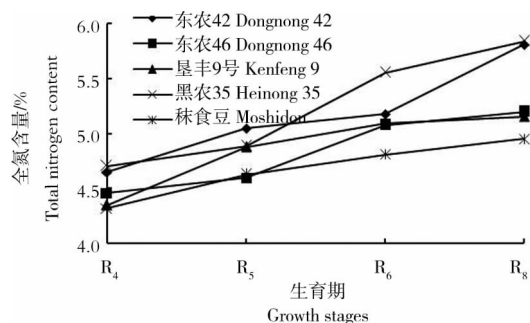


图 4 不同基因型大豆籽粒含氮量变化动态
Fig. 4 Dynamic change of nitrogen content in seeds of different soybean varieties

2.2 不同基因型大豆氮素积累量动态变化

不同基因型大豆各营养器官氮素积累量的变化动态(见图 5~图 8)基本一致,均呈单峰曲线变化。叶片氮素积累量峰值出现在 R_4 期。半野生大豆叶片的氮素积累量各时期明显高于其它栽培大豆,由于大豆氮素积累量是受干物质和氮素含量影响,半野生大豆作为饲用大豆,营养器官干物质积累较其它品种多。茎秆氮素积累量峰值出现在 R_6 期。茎秆氮素积累量 R_4 期至 R_6 期一直维持在较高水平, R_6 期后迅速下降,氮素向荚果中转

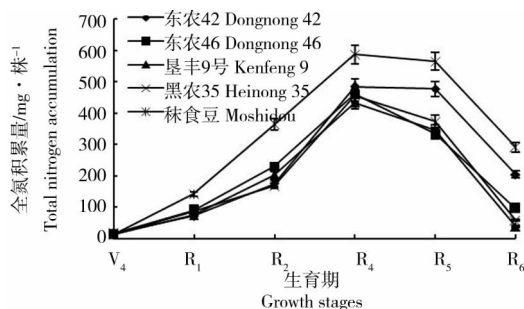


图 5 大豆叶片氮素积累量变化动态
Fig. 5 Dynamic change of nitrogen accumulation in leaves

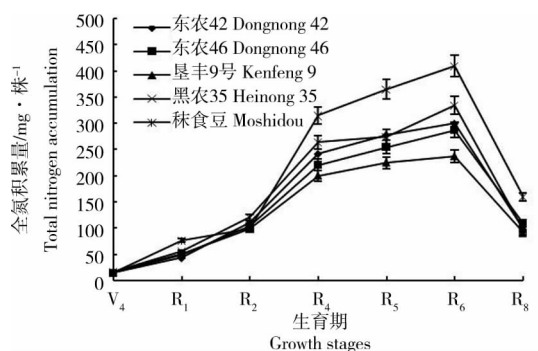


图6 大豆茎秆氮素积累量变化动态

Fig. 6 Dynamic change of nitrogen accumulation in stems

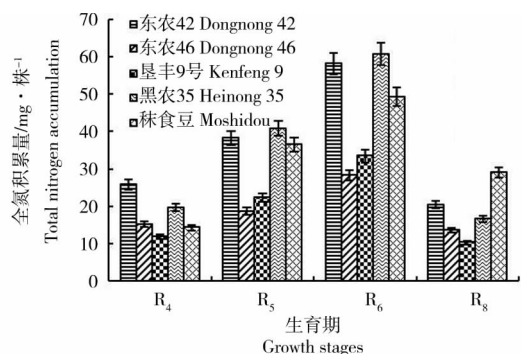


图7 大豆荚皮氮素积累量变化动态

Fig. 7 Dynamic change of nitrogen accumulation in pod sheds

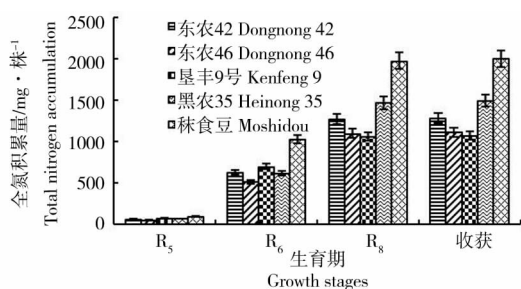


图8 大豆籽粒氮素积累量变化动态

Fig. 8 Dynamic change of nitrogen accumulation in seeds

移。不同品种茎秆氮素积累量表现为:秣食豆>黑农 35>东农 42>东农 46>垦丰 9 号。荚皮中氮素积累量呈先升高后下降的趋势, R_6 期最高。 R_8 期黑农 35 和东农 42 下降幅度较大。籽粒氮素积累量呈持续增长趋势。不同品种籽粒氮素积累量表现为:秣食豆>黑农 35>东农 42>东农 46>垦丰 9 号。

综上所述,大豆茎、叶及荚皮均是氮素营养的贮藏器官,当籽粒形成以后,随着籽粒发育对养分需求逐渐增加,这些器官所贮存的养分发生转移,供给籽粒发育所需。叶片氮素积累量峰值期为 R_4 期,而茎秆为 R_6 期,即叶片氮素发生转移早于茎秆。其转移数量及强度将对大豆产量和质量的形成起重要作用。就不同器官的氮素积累量顺序而言表现为:籽粒>叶片>茎秆>荚皮。半野生大豆有较高的干物质积累量,黑农 35 和东农 42 都有较高的氮素含量和干物质积累量,因此成熟时全株氮素含量(包括籽粒)表现为:秣食豆>黑农 35>东农 42>东农 46>垦丰 9 号。

2.3 不同基因型大豆氮素运转和利用率的差异

不同基因型大豆植株营养器官氮素积累、运转与籽粒的产量和蛋白质积累量有着密切的关系。籽粒中的氮有很大一部分是从植株营养器官中的氮转移而得来的,因此营养器官的氮素积累峰值、氮素运转量、氮收获指数、运转效率及运转氮对籽粒氮的贡献率是籽粒形成过程中营养器官中的氮向籽粒运转输送的重要指标。由表 1 可以看出,除秣食豆外,不同基因型大豆营养器官氮素运转量表现为:叶片>茎秆>荚皮。蛋白质含量高的品种的营养体氮素积累峰值氮素运转量及运转效率显著高于蛋白质含量低的品种,但氮收获指数相差很小。

表 1 不同基因型大豆氮素运转量、运转率和氮素收获指数比较

Table 1 Comparison on quantity and efficiency and harvest index of nitrogen translocation

品种 Varieties	部位 Parts	植株氮素运转量/mg Quantity of nitrogen translocation	植株氮素运转率/% Ratio of nitrogen translocation	氮素收获指数/% Nitrogen harvest index
黑农 35 Heinong35	叶片	288.54	63.17	67.70
	茎秆	224.22	66.99	
	荚皮	24.34	59.63	
东农 42 Dongnong 42	叶片	308.96	63.73	70.34
	茎秆	201.84	67.19	
	荚皮	17.87	46.72	

续表 1
Continuing Table 1

品种 Varieties	部位 Parts	植株氮素运转量/mg Quantity of nitrogen translocation	植株氮素运转率/% Ratio of nitrogen translocation	氮素收获指数/% Nitrogen harvest index
东农 46 Dongnong 46	叶片	231.36	50.15	72.48
	茎秆	189.86	66.06	
	荚皮	5.08	27.21	
垦丰 9 号 Kenfeng 9	叶片	232.00	53.37	68.45
	茎秆	146.35	61.60	
	荚皮	12.11	54.21	
秣食豆 Moshidou	叶片	223.46	38.03	58.26
	茎秆	249.18	60.86	
	荚皮	7.47	20.50	

3 结论与讨论

该研究发现不同品种之间、不同器官之间氮素含量、氮的运转效率及转运氮量存在差异,除半野生大豆外,不同基因型大豆营养器官氮素运转量、氮的运转效率表现为:叶片>茎秆>荚皮。由此可以推断,叶片和茎秆氮素的运转量在籽粒氮及蛋白质积累中起着重要作用,增加二者的氮素转运量并使其在籽粒形成后期氮素更完全地转运输出,有利于提高籽粒蛋白质含量,是大豆高蛋白的生理基础。沈成国等^[13]研究表明,花后高蛋白品种营养器官衰老过程中氮的再分配优于低蛋白品种,这是形成高蛋白含量籽粒的重要原因之一。该研究表明,高蛋白品种各营养器官氮素积累峰值持续时间长于另外 2 个高油品种,半野生大豆各营养器官氮素积累峰值较高持续时间也长,由于半野生大豆营养器官干物质积累较多所致。营养器官氮素积累峰值、运转量,以高蛋白品种最高,其次是高油品种,半野生大豆最低,表明高蛋白品种比其它品种积累更多的氮、固定更多的氮,向籽粒中转运更多的氮。这一结果与 Leffel^[6]、Salado-Navarro 等^[5]的研究结果一致。

参考文献:

[1] Spaeth S C, Sinclair T R. Variation in nitrogen accumulation and distribution among soybean cultivars[J]. Field Crops Research, 1983, 7: 1-12.
[2] Vasilas B L, Nelson R L, Fuhrmann J J, et al. Relationship

of nitrogen utilization patterns with soybean yield and seed-fill period[J]. Crop Sci. , 1995, 35: 809-803.
[3] Sinclair T R, deWit C T. Photosynthate and nitrogen requirement for seed production by various[J]. Crop Sci. , 1975, 18: 565-567.
[4] 王立刚, 刘景辉, 刘克礼, 等. 大豆氮素积累、分配与转移规律的研究[J]. 作物杂志, 2004(5): 20-22.
[5] Salado-Navarro L R, Hinson K, Sinclair T R. Nitrogen partitioning and dry matter allocation in soybeans with different seed protein concentration[J]. Crop Sci. , 1985, 25: 451-455.
[6] Leffel R C, Bolgiano P B, Thibea D J. Nitrogen metabolism of normal and high-seed-protein soybean[J]. Crop Sci. , 1992, 32: 747-750.
[7] Minchin F R, Summerfield R J, Newes M C P. Carbon metabolism, nitrogen assimilation, and seed yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in an adverse temperature regime [J]. J. Exp. Bot. , 1980, 31: 1327-1347.
[8] 刘晓冰, 金剑, 张秋英, 等. 不同大豆基因型氮素积累运转研究简报[J]. 大豆科学, 2001, 20(4): 298-301.
[9] 吴魁斌, 沈国清. 对大豆氮素利用率及体内分配规律的研究[J]. 现代化农业, 1998(12): 9-10.
[10] 孙太靖, 龚振平, 马春梅. 大豆植株氮素积累与转运动态的研究[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(5): 517-521.
[11] 金剑, 刘晓冰, 王光华, 等. 氮素积累、分配与大豆产量的关系[J]. 大豆通报, 1998(6): 25.
[12] 孙羽, 刘丽君, 祖伟, 等. 硫素营养对大豆氮素积累及品质的影响[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(4): 389-394.
[13] 沈成国, 余松烈, 于振文. 一次性结实植物的衰老与氮再分配[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(4): 288-296.