



张茂明. 氮肥对大豆合农 134 叶部性状及干物质积累的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(7):25-29.

# 氮肥对大豆合农 134 叶部性状及干物质积累的影响

张茂明

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/三江平原主要作物育种栽培重点实验室, 黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**为明确合理的氮肥施用时期和施用比例,以大豆合农 134 为试验材料,设置纯氮不同施用时期和比例处理方式,研究分期、不同方式施用氮肥对始花期(R1)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)、盛粒期(R6)大豆叶部性状及干物质积累的影响。结果表明,最佳的施氮方式为处理 2[种肥  $2.0 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、始花期追施  $1.0 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、始花期喷施  $1.0 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、盛花期不施],其次为处理 3[种肥  $2.0 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、始花期追施  $1.0 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、始花期喷施  $0.5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 、盛花期喷施  $0.5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ ]。处理 2 与处理 3 在盛荚期(R4)、盛粒期(R6)的叶面积指数分别为 3.75, 3.60 与 2.75, 2.65;光合速率分别为  $22.5, 23.1 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  与  $15.9, 16.3 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ;干物质积累分别为  $35.2, 34.9 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$  与  $57.8, 56.9 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。这两个处理的叶部性状及干物质积累在大豆生长的关键期盛荚期(R4)、盛粒期(R6)优于其他处理。该处理方式能够有效提高氮肥的利用效率,利于大豆形成良好的叶部性状和干物质的积累。

**关键词:**大豆;氮肥;叶面积;光合速率;干物质积累

大豆在整个生长过程中需要较多的氮肥,所需氮素有 3 种来源,自身固氮、土壤氮和肥料氮,三者之间既相辅相成,又相互制约,共同为大豆提供生长发育所需的氮素营养<sup>[1]</sup>。大豆在生育初期自身固氮能力较弱,需从土壤和肥料中吸收氮素,过量和不适时期的氮肥施入可抑制大豆固氮作用,影响大豆生长发育和产量提升<sup>[2-4]</sup>。大豆缺氮时,外观生长缓慢,分枝减少,植株短小,老叶片首先变为黄色,有时叶脉也失绿变黄,严重时叶片脱落,造成减产和品质下降<sup>[5]</sup>。在研究作物光合与产量之间的关系中,光合速率和叶面积指数是必须考虑的因素,晚熟品种能比早熟品种积累较多的干物质,这与晚熟品种营养体较大、光合面积大且光合时间长有着直接的关系<sup>[6]</sup>。

郭泰等<sup>[7]</sup>研究表明,大豆开花前吸收氮素仅占全生育期的 16.6%,到开花结荚期吸收达到 73.4%。目前,大豆生产过程中氮肥施用方式多样,无统一标准,如产区种植户多将氮肥作种肥一

次性施用,在开花期追施少量氮肥;黑龙江省垦区农场将氮肥作基肥一次性施用,在大豆生育后期喷施叶面肥 1~2 次。前期研究氮素分期施用有利于大豆根瘤的形成<sup>[1]</sup>;郭泰等<sup>[7]</sup>研究认为氮素后移施用对大豆增产效果显著,明显降低了油分含量,使蛋白质含量显著提高;李灿东等<sup>[8]</sup>研究认为叶面喷施氮肥有利于大豆籽粒干物质积累及产量形成。但在保持氮素施用总量不变的前提下,种肥、追肥、喷施等不同方式分期施用,分析氮肥对大豆叶部性状及干物质积累影响的研究鲜见报道。本研究以大豆合农 134 为研究对象,根据大豆的生育特点,研究不同氮肥处理方式对大豆叶部性状及干物质积累的影响,旨在明确合理的氮肥施用时期和施用比例,以期为大豆生产中合理施用氮肥提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

参试品种为大豆合农 134。合农 134 尖叶、紫花、亚有限结荚习性,株高 82 cm,出苗至成熟生育日数 120 d 左右,需  $\geq 10^\circ\text{C}$  活动积温 2 400  $^\circ\text{C}$  左右。该品种由黑龙江省农业科学院佳木斯分院选育,并于 2020 年经国家农作物品种审定委员会审定推广。自推广以来,合农 134 以其高产、高油、广适性等特点深受广大种植户的欢迎<sup>[9-10]</sup>。

收稿日期:2023-01-27

基金项目:黑土地保护与利用科技创新工程专项(XDA281-00000);黑龙江省自然科学基金(LH2021C091);黑龙江省应用技术与开发计划(GA20B104);黑龙江省主要作物有害生物监测预警与综合防控技术研究(GY2022-ZB0050)。作者简介:张茂明(1975—),男,硕士,副研究员,从事大豆栽培及植物保护研究。E-mail:zkzmm@163.com。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2022 年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院 9 号试验地进行,前茬作物为高粱。试验采用随机区组设计,共设 7 个处理(其中处理 7 为对照)(表 1),每个处理 6 行区,行长 5 m,垄距 68 cm,3 次重复,重复内随机排列,机械开沟,人工单行双粒点播,株距 5 cm,出苗后间苗、定苗<sup>[11]</sup>。试验所用肥料为硫酸钾(50%)、尿素(N 含量 46%),过磷酸钙(18%)。各处理间氮肥、磷肥、钾肥施用总量相同,即每 667 m<sup>2</sup>纯氮 4 kg,纯磷 5 kg,纯钾 3 kg。除氮肥外,磷肥和钾肥均作为种肥一次性施入种下 7~8 cm 处,对照的氮肥作种肥一次性施入,其他处理氮肥在不同时期按不同施用量、不同方式分期施入,具体见表 1。

追肥时在垄台上距大豆植株 15 cm 开一条深 15 cm 的沟,将氮肥均匀施入沟中后覆土。喷施氮肥时将计算好的尿素加入水中稀释成 2% 浓度的溶液,人工使用电动喷雾器均匀喷施。

表 1 各处理氮肥用量及施用方式  
单位:kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>

处理	种肥 纯氮	始花期 追氮	始花期 喷氮	盛粒期 喷氮
1 (N:3.0,0,1.0,0)	3.0	0	1.0	0
2 (N:2.0,1.0,1.0,0)	2.0	1.0	1.0	0
3 (N:2.0,1.0,0.5,0.5)	2.0	1.0	0.5	0.5
4 (N:1.0,2.0,0,1.0)	1.0	2.0	0	1.0
5 (N:1.0,2.0,0.5,0.5)	1.0	2.0	0.5	0.5
6 (N:0,3.0,0,1.0)	0	3.0	0	1.0
7 (N:4.0,0,0,0)	4.0	0	0	0

1.2.2 测定项目及方法 在大豆生育期中的始花期[(R1)有 1 朵花]、盛花期[(R2)主茎上有 2 个全展叶、有 1 朵花]、盛荚期[(R4)主茎上有 4 个全展叶、有 1 个 2 mm 荚]、盛粒期[(R6)主茎上有 4 个全展叶、有 1 节 1 荚充满]<sup>[12-13]</sup>,选取每个处理中的连续 4 行用于性状测定。

叶面积指数测定:利用 Yaxin-1241 叶面积仪对叶面积进行测量,折算出叶面积指数<sup>[14]</sup>。

光合速率测定:采用美国 CID 公司生产的 C1-301PS 光合作用测定仪。每个生育时期测定 1 次,每一叶片重复多次,取其平均值。测定时间为上午 9:00—12:00,下午 14:00—16:00。测定条件为:光强 PAR>1 200 μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>(光饱和点以上),空气相对湿度 70%~80%,空

气二氧化碳浓度 350±10 μL·L<sup>-1</sup>,每次测定前,对仪器进行严格标定,仪器稳定后再进行实际测量,测定过程中,发现不稳定数值先剔除,及时进行空白测量和仪器标定<sup>[15]</sup>。单位:μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>。

干物重测定:分别于始花期(R1)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)、盛粒期(R6)取有代表性的 10 株样品,同时选取长势一致的 10 株,田间挂牌标记,以备下次取样用,干物重测量采用烘箱烘干法,将取来的样品在子叶痕以下去除根部,地上部分样品 105 ℃ 杀青 30 min,然后在 65 ℃ 下烘干至恒重<sup>[16]</sup>。

1.2.3 数据分析 用 Excel 2013 软件对数据进行处理和作图,利用 DPS 7.05 数据处理软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥处理叶面积指数变化

由图 1 可知,大豆品种合农 134 不同氮肥处理各生育期叶面积指数在 R1 至 R2 期是缓慢上升期,R2 至 R4 期是快速上升期,R4 期后叶面积指数下降,表明此期后叶片开始走向衰老死亡叶面积指数降低。

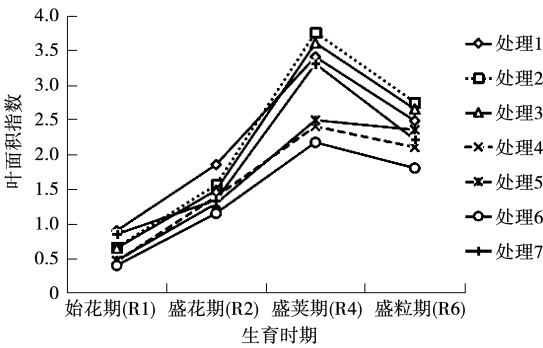


图 1 不同氮肥处理各生育时期叶面积指数变化

处理 2、处理 3 在始花期(R1)叶面积指数较低,但在盛花期(R2)至盛荚期(R4)快速上升超过其他处理,并一直保持到大豆生育后期,说明始花期(R1)追施或喷施氮肥对大豆整个生育期保持良好的叶面积指数具有重要作用。处理 4、处理 5、处理 6 叶面积指数在整个生育期均保持较低水平且上升相对缓慢;说明如果基肥或种肥不足,花期追施氮肥对叶面积指数影响不大。处理 1、处理 7 在始花期(R1)叶面积指数较高,说明充足的氮肥使其在此期具有较高的叶面积指数,但叶面积指数上升速度较慢,在盛荚期(R4)开始低于处理 2 和处理 3。对照处理 7 的叶面积指数

在盛粒期(R6)下降速度最快,表示该处理叶片衰老最快。

由图1中盛荚期(R4)至盛粒期(R6)各线段的斜率可知,处理4、处理5、处理6此期叶面积指数虽然低于处理1、处理2、处理3,但下降的速度低于处理1、处理2、处理3,说明处理4、处理5、处理6在始花期追施较多的氮肥有利于延缓大豆叶片的衰老,延长最大叶面积持续时间。

2.2 不同氮肥处理对大豆光合速率的影响

由表2可知,大豆品种合农134不同氮肥处理各生育期光合速率变化较大,始花期(R1)、盛花期(R2)光合速率较低,呈上升趋势,至盛荚期(R4)达到最大光合速率,随后开始下降。始花期(R1)、盛花期(R2)处理1、处理7、处理2、处理3光合速率较高,处理4、处理5、处理6光合速率较低,表明这两个时期大豆光合速率高低与种肥施

氮水平高低有关,施氮肥较多的处理,光合速率较高。由处理1与对照处理7比较可知,始花期喷施氮肥对提高始花期和盛花期大豆的光合速率作用明显;盛荚期(R4)各处理光合速率达到峰值,始花期追施氮肥的处理2、处理3、处理4、处理5和处理6光合速率上升较快,尤其是处理2、处理3、处理4、处理5的光合速率超过了处理1,且与未追施氮肥的处理1、处理7间差异极显著( $P<0.01$ )。说明始花期追施氮肥能够极显著提高大豆盛荚期(R4)的光合速率。盛花期(R2)光合速率较高的处理1、处理7在盛荚期(R4)上升迟缓;各处理大豆的光合速率在盛粒期(R6)皆呈下降趋势。始花期追施或喷施氮肥的处理2、处理3、处理4、处理5、处理6光合速率较盛荚期(R4)下降缓慢,而没有追施氮肥的处理1及没有进行氮肥后移施用的对照处理7光合速率下降较快。

表2 不同氮肥处理对大豆光合速率的影响

处理	光合速率/( $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )			
	始花期(R1)	盛花期(R2)	盛荚期(R4)	盛粒期(R6)
1(N:3.0,0,1.0,0)	5.35±0.21 A	15.40±1.13 A	17.20±1.12 D	11.20±0.85 C
2(N:2.0,1.0,1.0,0)	4.88±0.33 C	12.30±1.01 C	22.50±1.98 A	15.90±1.52 A
3(N:2.0,1.0,0.5,0.5)	4.62±0.18 D	11.80±1.32 CD	23.10±1.77 A	16.30±1.37 A
4(N:1.0,2.0,0,1.0)	4.57±0.25 D	9.14±0.92 D	18.60±1.78 C	14.30±0.89 B
5(N:1.0,2.0,0.5,0.5)	4.19±0.37 E	9.25±0.89 D	20.10±1.29 B	13.90±1.23 B
6(N:0,3.0,0,1.0)	3.12±0.15 F	6.58±0.67 E	13.40±1.56 E	10.70±0.79 C
7(N:4.0,0,0,0)	5.18±0.26 B	13.70±1.12 B	17.10±1.36 D	6.10±0.56 D

注:表中大写字母表示同一生育期不同处理间在 $P<0.01$ 水平差异极显著。下同。

所有处理的大豆叶面积指数、光合速率均呈单峰曲线的变化趋势,始花期(R1)至盛花期(R2)、盛荚期(R4)是上升期,盛荚期(R4)达到峰值,盛荚期(R4)至盛粒期(R6)开始下降,表明大豆叶片在盛荚期(R4)后开始走向衰老死亡。

2.3 不同氮肥处理对大豆干物质积累量的影响

由表3可知,始花期(R1)干物重较高的为处理2、处理3,较低的为处理6,总体变化趋势为处理2和处理3>处理1和处理7>处理4和处理5>处理6,由此可知适量的种肥氮能够显著提高R1期的干物质积累量。进入盛花期(R2)后,各处理干物重均增加,始花期追施氮肥的处理2、处理3、处理4、

处理5干物质积累量较高,分别比对照(处理7)增加57.9%、50.3%、5.7%和8.8%,处理2与处理3之间差异极显著,处理4与处理5差异不显著。说明始花期喷施氮肥及喷施氮肥的多少均可以显著影响盛花期的干物积累;进入盛荚期(R4)后,各处理干物积累量继续增加,氮肥后移施用的处理干物积累量增加较快,干物积累量普遍高于对照处理,各处理按干物积累量从高到低顺序为:处理2、处理3、处理4略高于处理5、处理1和处理6,处理7干物质积累量最低;盛粒期(R6)各处理干物质积累量顺序整体上与R2期相似,但处理2和处理3之间、处理4和处理5之间差异不显著。

表3 不同氮肥处理对大豆干物质积累量的影响

处理	干物质积累量/(g·株 <sup>-1</sup> )			
	始花期(R1)	盛花期(R2)	盛荚期(R4)	盛粒期(R6)
1(N:3.0,0,1.0,0)	11.2±0.92 B	17.1±1.16 C	29.5±1.96 D	47.6±2.89 C
2(N:2.0,1.0,1.0,0)	13.7±1.35 A	25.1±1.93 A	35.2±2.01 A	57.8±3.35 A

表 3 (续)

处理	干物质积累量/(g·株 <sup>-1</sup> )			
	始花期(R1)	盛花期(R2)	盛荚期(R4)	盛粒期(R6)
3 (N:2.0,1.0,0.5,0.5)	13.8±1.46 A	23.9±2.04 B	34.9±2.39 AB	56.9±2.99 A
4 (N:1.0,2.0,0,1.0)	8.2±0.18 D	16.8±1.36 CD	35.5±2.58 A	51.6±2.04 B
5 (N:1.0,2.0,0.5,0.5)	7.7±0.22 D	17.3±1.15 C	33.8±2.07 B	51.4±3.69 B
6 (N:0.3,0,0,1.0)	5.6±0.11 E	13.9±1.02 E	31.5±3.09 C	44.3±3.81 D
7 (N:4.0,0,0,0)	10.3±0.91 C	15.9±1.33 D	24.6±2.12 DE	41.2±3.03 DE

3 讨论

光合产物要转化为籽粒产量,首先是干物质的积累,只有较高的干物质积累乘以相应的经济系数才能转化为最终的产量。干物质积累是大豆产量形成的基础,干物质积累多最后往往表现为产量较高,干物质积累是大豆产量形成的基础<sup>[17-19]</sup>。本研究结果显示,从始花期(R1)至盛粒期(R6)各氮肥处理的地上干物重积累量变化均呈上升趋势,各时期不同氮素处理间地上干物质积累量差异达极显著水平。适量的种肥氮能够显著提高 R1 期的干物质积累量,其干物质积累量较高氮处理和不施氮处理增加显著;盛粒期(R6)处理 4(N:1.0,2.0,0,1.0)和处理 5(N:1.0,2.0,0.5,0.5)、处理 2(N:2.0,1.0,1.0,0)和处理 3(N:2.0,1.0,0.5,0.5)之间差异没有达到显著性水平,说明鼓粒期喷施氮肥对盛粒期干物质积累量影响不大。由以上结果可知,大豆作为一种需氮量较大的作物,在生长期施用适量的基肥或种肥氮加之始花期追施及喷施一定量的氮肥,能够显著提高地上部分干物质积累量,为丰产丰收打下良好的基础。反之过量和施用氮肥时期不适宜反而会抑制大豆固氮作用,影响大豆的生长发育,进而影响大豆的产量。这与刘丽君等<sup>[20]</sup>研究认为种肥高施氮肥对不同品种大豆的根瘤形成均有抑制作用,姚玉波等<sup>[21]</sup>研究认为高氮促进肥料氮的吸收,抑制根瘤固氮,杜天庆等<sup>[22]</sup>研究认为生土地上氮肥用量的增加降低了根瘤个数的结果相一致。

没有施入种肥氮的处理 6(N:0.3,0,0,1.0)大豆叶面积指数、光合速率、干物质积累量在始花期(R1)、盛花期(R2)、盛荚期(R4)、盛粒期(R6)4 个重要生育期均位于 7 个处理中较低水平;处理 4(N:1.0,2.0,0,1.0)、处理 5(N:1.0,2.0,0.5,0.5)的种肥施入量为总量的 25%,花期与盛粒期追施或喷施 50%~75%,其叶面积指数、光合速率、干物重在整個生育期均低于处理 2(N:2.0,1.0,1.0,0)、处理 3(N:2.0,1.0,0.5,0.5)。

说明适量的种肥氮是大豆初期生长发育重要的营养来源,供给大豆根、茎、叶的生长,为大豆整个生育期健康生长提供良好的基础,这与郭海龙等<sup>[23]</sup>研究认为在大豆生育前期土壤氮和肥料氮是根、茎、叶片氮素的主要来源,在生育后期根瘤固氮开始增加结果相一致。说明适量的种肥氮具有不可或缺的作用。

追施氮肥的时效期为 45~60 d,理论上讲喷施氮肥具有速效性。研究表明生产中在控制总氮量保持不变的前提下,种肥施入 50%、始花期追施 25%、始花期至盛粒期喷施 25%的处理方式能够满足大豆不同生育时期对氮肥的需求。然而大豆种植户对于多次追肥较为抵触,认为始花期追施可以结合中耕进行。因此大豆具体生产应用中的氮肥喷施可以结合大豆防治病虫害的杀菌剂、杀虫剂等利用无人机进行。

4 结论

本研究表明,处理 2[种肥施纯氮 2.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>、始花期追施纯氮 1.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>、始花期喷施纯氮 1.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>、盛花期不施氮,即 N:2.0,1.0,1.0,0]和处理 3[种肥施纯氮 2.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>、始花期追施纯氮 1.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>、始花期和盛花期分别喷施纯氮 0.5 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,即 N:2.0,1.0,0.5,0.5]在大豆整个生育期均保持了较高的叶面积指数、光合速率,在大豆生长发育关键的盛荚期(R4)、盛粒期(R6)保持了较好的叶部性状,充分地进行光合作用,为大豆生长发育提供较多的营养,即在总施氮量不变的情况下,减少种肥氮的施入量,适当增加始花期的施入量,有利于延缓大豆叶片的衰老及干物质积累的形成,提高氮肥的利用效率,能够为大豆丰产打下良好的基础。

参考文献:

[1] 张茂明,顾鑫,杨晓贺,等. 不同氮肥处理对大豆合农 85 根瘤的影响[J]. 中国种业,2022(4):105-107.  
[2] 李灿东,郭泰,王志新,等. 叶面施氮对大豆“合丰 50”叶片叶绿素含量及干物质积累的影响[J]. 中国土壤与肥料,2014(5):43-46.  
[3] 刘丽君,孙聪姝,刘艳,等. 氮肥对大豆结瘤及叶片氮素积累



的影响[J]. 东北农业大学学报, 2005(2):133-137.

[4] 姚玉波, 马春梅, 张磊, 等. 施氮水平对大豆吸收利用氮素及产量的影响[J]. 东北农业大学学报, 2009(4):6-10.

[5] 谢甫锦, 张玉先, 郑伟, 等. 图说大豆生长异常与诊断[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018:27.

[6] 高阳, 傅积海, 章建新, 等. 施氮量对高产春大豆光合特性及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2020(14):34-40.

[7] 郭泰, 刘秀芝, 郑殿峰, 等. 氮素后移施肥对大豆产量及品质的影响[J]. 大豆科学, 2015, 34(1):168-171.

[8] 李灿东, 郭泰, 王志新, 等. 大豆叶面施氮对合丰 55 叶片叶绿素含量及干物质积累的影响[J]. 作物杂志, 2013(6):69-72.

[9] 郭美玲, 郭泰, 王志新, 等. 高油大豆新品种合农 134 的选育及亲本系谱分析[J]. 种子科技, 2021, 39(11):3-5, 11.

[10] 郭美玲, 郭泰, 王志新, 等. 高油大豆新品种合农 134 转化优势与推广措施[J]. 中国种业, 2022(1):56-58.

[11] 申晓慧, 姜成, 张敬涛, 等. 不同氮肥水平下大豆叶片光谱反射率与叶绿素含量的相关性研究[J]. 大豆科学, 2012, 31(1):73-75, 80.

[12] 何大智, 俞玮, 陈维, 等. 新品种安豆 10 号最佳播期和密度研究[J]. 中国种业, 2022(9):93-97.

[13] FEHR W R, CAVINESS C E. Stages of soybean development [R]. Special Report 80, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economic Experiment Station, 1977:1-11.

[14] 张晓艳, 杜吉到, 郑殿峰, 等. 密度对大豆群体叶面积指数及干物质积累分配的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(1):96-100.

[15] 王弼琨, 于德彬, 赵洪颜, 等. 超高产大豆发育期不同节位叶片净光合速率与 SPAD 值变化分析[J]. 大豆科学, 2022(2):172-178.

[16] 宋英博. 高水肥密植条件下大豆地上部干物重变化动态[J]. 黑龙江农业科学, 2010(9):118-119.

[17] 伞昱, 王岩, 姚星州, 等. 模拟氮沉降对大豆干物质积累及叶片氮代谢的影响[J]. 大豆科学, 2022, 41(6):710-717.

[18] 姜君学. 施硫水平对大豆干物质积累和光合特性的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2022.

[19] 田艺心, 高凤菊, 曹鹏鹏, 等. 黄淮海夏大豆干物质积累、转运及产量对播期的响应特征[J]. 中国农学通报, 2022(6):20-25.

[20] 刘丽君, 孙聪姝, 刘艳, 等. 氮肥对大豆结瘤及叶片氮素积累的影响[J]. 东北农业大学学报, 2005(2):133-137.

[21] 姚玉波, 马春梅, 张磊, 等. 施氮水平对大豆吸收利用氮素及产量的影响[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(4):6-10.

[22] 杜天庆, 苗果园. 氮肥施用量对生土地大豆生物性状和产量的影响[J]. 山西农业科学, 2006(3):53-55.

[23] 郭海龙, 马春梅, 董守坤, 等. 春大豆生长中对不同氮源的吸收利用[J]. 核农学报, 2008(3):338-342.

# Effects of Nitrogen Fertilizer Treatments on Leaf Traits and Dry Matter Accumulation of Soybean Henong 134

ZHANG Maoming

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Main Crop Breeding and Cultivation in Sanjiang Plain, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to clarify the reasonable period and proportion of nitrogen fertilizer application, soybean Henong 134 was used as the experimental material, and different nitrogen fertilizer treatment methods were set up to study the effects of different stages and methods of nitrogen fertilizer application on the leaf traits and dry matter accumulation of large beans during the initial flowering period (R1), full flowering period (R2), full pod period (R4), and full grain period (R6). The results showed that the optimal nitrogen application method was treatment 2 [ $N\ 2.0\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of seed fertilizer,  $N\ 1.0\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of topdressing at the beginning of flowering,  $N\ 1.0\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of spraying at the beginning of flowering, and no application at the peak of flowering], followed by treatment 3 ( $N\ 2.0\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of seed fertilizer,  $N\ 1.0\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of topdressing at the beginning of flowering,  $N\ 0.5\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of spraying at the beginning of flowering, and  $N\ 0.5\ kg\cdot(667\ m^2)^{-1}$  of spraying at the peak of flowering]. The leaf area indices of treatment 2 and treatment 3 during the full pod stage (R4) and full grain stage (R6) were 3.75, 3.60 and 2.75, 2.65, respectively; The photosynthetic rates are  $22.5$  and  $23.1\ \mu mol\ CO_2\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}$  and  $15.9$ ,  $16.3\ \mu mol\ CO_2\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}$  respectively; The accumulation of dry matter was 35.2, 34.9 g per plant, and 57.8, 56.9 g per plant, respectively. The leaf traits and dry matter accumulation of these two treatments were superior to other treatments during the critical stages of soybean growth, such as full pod stage (R4) and full grain stage (R6). This treatment method effectively improves the utilization efficiency of nitrogen fertilizer, which is conducive to the formation of good leaf traits and dry matter accumulation in soybeans.

**Keywords:** soybean; nitrogen fertilizer; leaf area; photosynthetic rate; dry matter accumulation