

始花期追施尿素对菜用大豆品质的影响

张惠君, 路 茸, 王海英, 敖 雪, 谢甫缙

(沈阳农业大学 农学院, 辽宁 沈阳 100866)

摘要: 选用3个早熟和1个晚熟菜用大豆品种, 探讨了始花期不同尿素追施量(0、75、150 kg·hm⁻²)对菜用大豆籽粒可溶性糖、蛋白质和脂肪积累的影响。结果表明: 从鼓粒到籽粒成熟, 菜用大豆籽粒的可溶性糖含量总体呈上升趋势, 脂肪积累呈现“S”型曲线变化, 蛋白质含量总体呈上升趋势, 但后期出现小幅下降。早熟品种籽粒的可溶性糖含量在开花后25~32 d上升最快, 晚熟品种在开花后25~39 d上升速度较快, 之后上升速度明显减慢。早熟品种籽粒的蛋白质含量在开花后25~32 d上升最快, 之后上升速度明显减慢。始花期追施适量尿素有利于提高菜用大豆籽粒可溶性糖、脂肪和蛋白质的平均积累速率和最大积累速率, 过量施肥虽然可以提高菜用大豆籽粒可溶性糖、脂肪和蛋白质的平均积累速率, 却降低了其可溶性糖和蛋白质的最大积累速率。始花期追施尿素有利于提高菜用大豆成熟籽粒中可溶性糖、脂肪和蛋白质的含量, 且中等施肥水平比高施肥水平更有利于成熟籽粒中可溶性糖、脂肪和蛋白质含量的增加。

关键词: 菜用大豆; 尿素; 可溶性糖; 脂肪; 蛋白质

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)05-0804-05

Effect of Topdressing Urea at Beginning of Bloom on Seed Quality of Vegetable-Type Soybean Cultivars

ZHANG Hui-jun, LU Rong, WANG Hai-ying, AO Xue, XIE Fu-ti

(Agronomy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: Three early-maturity and one late-maturity vegetable-type soybean were used as materials to study the effect of urea topdressing at R1 on dynamic accumulation and final content of soluble sugar, fat and protein in soybean seed. From seed-filling to mature stage, soluble sugar content increased, fat content showed “S” curve, protein content increased and decreased a little at the end of growth stage. For the early-maturity cultivars, seed soluble sugar content accumulated mostly during the 25-32 days after blooming, while 25-39 days for the late-maturity cultivar. The seed protein accumulated mostly during 25-32 days after blooming for the early-maturity cultivar. Topdressing urea at the beginning of bloom could increase the average accumulation rate and the maximum accumulation rate of seed soluble sugar, fat and protein, and the middle fertilizer level (75 kg·ha⁻¹) was more effective than that of the high fertilizer level (150 kg·ha⁻¹).

Key words: Vegetable-type soybean; Urea; Soluble sugar; Fat; Protein

菜用大豆的品质性状是影响经济效益的重要性状之一。目前, 国际市场要求的菜用大豆品质性状主要包括外观、食用、营养和保健品质^[1], 其中外观品质较为重要, 同时对食用和营养品质也有较高要求^[2]。菜用大豆富含蛋白质、各种氨基酸、多种维生素和钙、铁、磷等多种矿物质^[3], 随着经济的发展、种植业结构调整和人们生活水平的提高, 农业生产对菜用大豆品质提出了更多更高的要求。

诸多研究表明, 施氮肥对菜用大豆的品质有一定的影响。施用氮肥可使菜用大豆荚长缩短、荚宽增加、豆荚变大; 籽粒的蛋白质和蔗糖含量随氮肥

用量的增加而相应增加; 随着氮肥施用量增加, 其籽粒的蛋白质含量显著上升; 不同菜用大豆品种对氮肥用量的反应不同^[4]。籽粒中蛋白质含量高低是衡量菜用大豆品质的重要标准之一, 而可溶性糖含量的高低则是衡量菜用大豆口感的一项重要指标^[5]。章建新等^[6]的研究表明, 施氮处理的籽粒可溶性糖含量均呈先增后减趋势, 以开花期施氮量为90 kg·hm⁻²时, 可溶性糖含量最高; 菜用大豆籽粒中的淀粉与蛋白质含量呈显著负相关。随着施氮量的增加, 籽粒中淀粉含量呈增加趋势。王红波等^[7]的研究表明, 在覆膜条件下以施氮量

收稿日期: 2011-08-03

基金项目: 辽宁省科技厅科技基金资助项目(2008201004)。

第一作者简介: 张惠君(1968-), 女, 副教授, 从事大豆产量生理研究。E-mail: zhj20047@sina.com。

通讯作者: 谢甫缙(1966-), 男, 教授, 博士生导师, 从事大豆株型育种与栽培研究。E-mail: snssoybean@yahoo.com.cn。

90 kg · hm⁻²时,品质及效益最高。该文以 3 个早熟和 1 个晚熟菜用大豆品种为试材,探讨了始花期不同尿素追施量对菜用大豆籽粒可溶性糖、蛋白质和脂肪积累的影响,旨在为菜用大豆的高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试品种

选用引自日本的菜用大豆品种 4 个,其中早熟

品种 3 个:沈农引 48,沈农引 70 和沈农引 88(生育期分别为 95、95 和 90 d),晚熟品种 1 个:沈农引 111(生育期为 124 d)。

1.2 试验设计

试验于 2008 和 2009 年在沈阳农业大学试验地进行,供试土壤为沙壤土,土壤基础肥力见表 1。试验采取随机区组设计,以尿素作为肥料,于始花期追施。尿素设 0、75、150 kg · hm⁻² 3 个水平(分别用 N1、N2 和 N3 表示),3 次重复,5 行小区,行长 4 m,

表 1 供试土壤基本肥力

Table 1 Soil condition for the experiments

年份 Year	全氮 Total N/g · kg ⁻¹	速效氮 Active N/mg · kg ⁻¹	全磷 Total P/g · kg ⁻¹	速效磷 Active P/mg · kg ⁻¹	全钾 Total K/g · kg ⁻¹	速效钾 Active K/mg · kg ⁻¹
2008	2.70	35.00	1.21	13.10	5.47	151.21
2009	1.83	38.44	0.80	21.00	5.12	148.37

行距 0.6 m,小区面积 12 m²,种植密度均为 15 万株 · hm⁻²。2008 年于 4 月 29 日播种,9 月 3 日收早熟品种,10 月 4 日收晚熟品种;2009 年于 5 月 4 日播种,8 月 21 日收早熟品种,9 月 27 日收晚熟品种。常规田间管理。

1.3 测定项目与方法

菜用大豆籽粒形成后,每隔 7 d 取有代表性的生长均匀的豆荚(二粒荚),于 105℃ 下杀青 30 min,然后于 80℃ 下烘干 12 h 左右至恒重,取籽粒供各种营养成分含量(可溶性糖、脂肪、蛋白质)的测定。

1.3.1 可溶性糖含量测定 可溶性糖含量测定采用蒽酮法^[8],取籽粒 0.1 g,放入三角瓶,加 25 mL 蒸馏水,沸水浴 20 min,取出冷却放入 100 mL 容量瓶中,用热蒸馏水冲洗残渣数次,定容至 100 mL,取待测液 0.5 mL 加蒸馏水 0.5 mL,加蒽酮试剂 5.0 mL 显色 15 min,用 721 型分光光度计测定 620 nm 下的光密度值。

$$\text{可溶性糖含量}(\%) = \frac{x \times 100 \times 100}{0.5 \times m \times 10^6}$$

x:查标准曲线得样品液中糖含量(μg);m:样品质量(mg)。

1.3.2 脂肪含量的测定 脂肪含量测定采用索氏提取法^[8],将豆粒烘干粉碎,称 1 g 粉末,以乙醚为提取液进行抽提,抽提 8 h,停止反应,取出滤纸包,在通风处使乙醚挥发,再置 105℃ 烘箱中烘干至恒重,在干燥器中冷却至室温后称重,计算脂肪含量。

$$\text{脂肪含量}(\%) = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m}$$

m₁:抽提前纸包干重(g);m₂:抽提后纸包干重

(g);m:干样重(g)。

1.3.3 蛋白质含量测定 蛋白质含量测定采用半微量凯氏定氮法^[8],将豆粒烘干粉碎,称 0.3 g 粉末,用混合催化剂,浓 H₂SO₄ 联合消煮,蒸馏,滴定。

$$\text{蛋白质含量}(\%) = \frac{c(V - V_0) \times M \times ts \times 10 \times 6.25}{m}$$

C:H₂SO₄ 标准溶液的浓度(mol · L⁻¹);V:滴定待测液时消耗 H₂SO₄ 标准溶液的体积(mL);V₀:空白消耗 H₂SO₄ 标准溶液的体积(mL);M:氮的摩尔质量(g · mol⁻¹);m:干样重(g);ts:分取倍数,消煮液总体积/吸取试液体积。

1.4 数据分析

用 EXCEL 2003 进行原始数据处理和制图,用 DPS 7.05 数据处理软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 籽粒品质性状的积累

2.1.1 可溶性糖 从鼓粒到籽粒成熟,供试菜用大豆品种籽粒的可溶性糖含量总体呈上升趋势,早熟品种沈农引 48、沈农引 70 和沈农引 88 籽粒可溶性糖含量在开花后 25~32 d 上升最快,之后上升速度明显减慢;晚熟品种沈农引 111 籽粒可溶性糖含量在开花后 25~39 d 上升速度较快,此后也仍有较明显的上升。

为了探讨施肥对菜用大豆籽粒可溶性糖积累速率的影响,根据籽粒可溶性糖的积累量,用 Logistic 方程 $Y = k / (1 + e^{-bx})$ 进行了动态模拟(表 2),各方程的相关指数均达到显著或极显著水平,说明籽粒可溶性糖积累动态可以用 Logistic 方程来模拟。

根据方程求出了各施肥处理菜用大豆籽粒可溶性糖的平均积累速率和最大积累速率(表2)。

表2 不同施肥水平下菜用大豆品种籽粒可溶性糖积累动态

Table 2 Dynamics of seed soluble sugar accumulation of vegetable-type soybean cultivars under different fertilizer levels

施肥处理 Fertilizer treatment /kg · hm ⁻²	品种 Cultivar	动态方程 Dynamic equation	相关指数 R ²	平均积累 速率 AAR /% · d ⁻¹	最大积累 速率 MAR /% · d ⁻¹
N1	沈农引 48Shennongyin48	$y = 12.6 / (1 + e^{2.79-0.14t})$	0.9564	0.3591	0.4457
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 12.3 / (1 + e^{2.09-0.20t})$	0.9531	0.3580	0.6421
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 11.5 / (1 + e^{2.32-0.19t})$	0.9903	0.3306	0.5433
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 14.5 / (1 + e^{1.01-0.15t})$	0.9530	0.4151	0.5390
N2	沈农引 48Shennongyin48	$y = 12.9 / (1 + e^{2.55-0.18t})$	0.9931	0.3694	0.5782
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 12.9 / (1 + e^{2.24-0.21t})$	0.9974	0.3723	0.6669
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 11.9 / (1 + e^{3.75-0.16t})$	0.9745	0.3420	0.5681
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 14.9 / (1 + e^{1.02-0.15t})$	0.9931	0.4294	0.5570
N3	沈农引 48Shennongyin48	$y = 12.5 / (1 + e^{4.07-0.20t})$	0.9980	0.3591	0.6238
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 12.5 / (1 + e^{5.39-0.15t})$	0.9556	0.3563	0.4701
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 11.9 / (1 + e^{3.58-0.14t})$	0.9885	0.3411	0.4279
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 14.6 / (1 + e^{1.06-0.15t})$	0.9936	0.4180	0.5582

AAR: average accumulation rate; MAR: maximum accumulation rate

由表2可以看出,在不同施肥水平下,籽粒可溶性糖的平均积累速率为 N2 > N3 > N1,最大积累速率大小顺序为 N2 > N1 > N3。方差分析结果表明:籽粒可溶性糖的平均积累速率,各施肥处理间差异显著($P = 0.0364$)、品种间差异极显著($P = 0.0081$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著($P = 0.1823$)。籽粒可溶性糖的最大积累速率,各施肥处理间差异显著($P = 0.0423$)、品种间差异不显著($P = 0.2060$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著($P = 0.2431$)。说明追施尿素可以提高菜用大

豆籽粒可溶性糖的平均积累速率和最大积累速率,但过量施肥虽然可以提高菜用大豆籽粒可溶性糖的平均积累速率,却会导致其最大积累速率降低。

2.1.2 脂肪 从鼓粒到籽粒成熟,供试菜用大豆品种的籽粒脂肪积累均呈现“S”型变化。不同施肥处理下,各品种籽粒的脂肪含量大小顺序为 N2 > N3 > N1。对籽粒脂肪积累进行了动态模拟(表3),结果表明,籽粒脂肪积累动态也符合 Logistic 曲线变化规律。根据模拟方程求出了各施肥处理菜用大豆籽粒脂肪的平均积累速率和最大积累速率(表3)。

表3 不同施肥水平下菜用大豆品种籽粒脂肪积累动态

Table 3 Dynamics of seed fat accumulation of vegetable-type soybean cultivars under different fertilizer levels

施肥处理 Fertilizer treatment	品种 Cultivar	动态方程 Dynamic equation	相关指数 R ²	平均积累 速率 AAR /% · d ⁻¹	最大积累 速率 MAR /% · d ⁻¹
N1	沈农引 48Shennongyin48	$y = 22.2 / (1 + e^{1.24-0.08t})$	0.9918	0.4821	0.5886
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 21.7 / (1 + e^{1.26-0.10t})$	0.9935	0.5495	0.5906
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 21.5 / (1 + e^{1.21-0.10t})$	0.9833	0.5643	0.5849
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 25.1 / (1 + e^{1.20-0.06t})$	0.9861	0.3448	0.5649
N2	沈农引 48Shennongyin48	$y = 21.6 / (1 + e^{1.14-0.12t})$	0.9915	0.5321	0.5980
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 21.5 / (1 + e^{1.24-0.12t})$	0.9874	0.5378	0.5991
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 21.4 / (1 + e^{1.19-0.12t})$	0.9757	0.6264	0.5894
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 25.8 / (1 + e^{1.24-0.05t})$	0.9848	0.3465	0.5723
N3	沈农引 48Shennongyin48	$y = 21.9 / (1 + e^{1.21-0.10t})$	0.9921	0.5304	0.5923
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 21.7 / (1 + e^{1.26-0.10t})$	0.9938	0.5370	0.5923
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 21.4 / (1 + e^{1.17-0.11t})$	0.9761	0.6078	0.5857
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 25.5 / (1 + e^{1.22-0.05t})$	0.9881	0.3424	0.5666

与不施肥处理相比,籽粒脂肪的平均积累速率和最大积累速率均有所提高,且以 75 kg · hm⁻² 施肥水平下最高。方差分析结果表明:籽粒中脂肪的平均积累速率,各施肥处理间差异显著($P = 0.0326$)、品种间差异极显著($P = 0.0003$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著($P = 0.1622$)。籽粒脂肪的最大积累速率,各施肥处理间差异不显著($P = 0.2406$)、品种间差异不显著($P = 0.0862$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著($P = 0.2163$)。说明追施尿素可以提高菜用大豆籽粒脂肪的平均积累速率和最大积累速率,且中等施肥水平比高施肥

水平更有利于籽粒脂肪的平均积累速率和最大积累速率的提高(表3)。

2.1.3 蛋白质 从鼓粒到籽粒成熟,供试品种籽粒的蛋白质含量总体呈上升趋势,但后期出现小幅下降。籽粒中蛋白质含量,在开花后 25 ~ 32 d 上升最快,之后上升速度明显减慢,籽粒成熟后期蛋白质含量有略微减少。不同施肥处理下,各品种籽粒的蛋白质含量大小顺序为 N2 > N3 > N1。

对籽粒蛋白质积累进行了 Logistic 方程模拟,并根据模拟方程求出了各施肥处理下籽粒蛋白质的平均积累速率和最大积累速率(表4)。

表 4 不同施肥水平下菜用大豆品种籽粒蛋白质积累

Table 4 Dynamics of seed protein accumulation of vegetable-type soybean cultivars under different fertilizer levels

施肥处理 Fertilizer treatment	品种 Cultivar	动态方程 Dynamic equation	相关指数 R ²	平均积累 速率 AAR /% · d ⁻¹	最大积累 速率 MAR /% · d ⁻¹
N1	沈农引 48Shennongyin48	$y = 43.6 / (1 + e^{6.09-0.18t})$	0.9987	1.2437	2.0028
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 43.0 / (1 + e^{3.81-0.24t})$	0.9853	1.2449	2.6102
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 43.4 / (1 + e^{9.13-0.14t})$	0.9995	1.2380	1.5262
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 43.1 / (1 + e^{4.48-0.11t})$	0.9921	1.2171	1.2319
N2	沈农引 48Shennongyin48	$y = 44.3 / (1 + e^{5.18-0.19t})$	0.9589	1.2677	2.1770
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 44.2 / (1 + e^{2.97-0.23t})$	0.9997	1.2657	2.5028
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 44.2 / (1 + e^{6.77-0.23t})$	0.9622	1.2637	2.5001
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 43.3 / (1 + e^{5.29-0.11t})$	0.9890	1.2249	1.2099
N3	沈农引 48Shennongyin48	$y = 43.6 / (1 + e^{5.29-0.11t})$	0.9890	1.2477	1.2185
	沈农引 70Shennongyin70	$y = 43.8 / (1 + e^{3.66-0.23t})$	0.9975	1.2466	2.5544
	沈农引 88Shennongyin88	$y = 43.7 / (1 + e^{7.35-0.18t})$	0.9751	1.2409	1.9457
	沈农引 111Shennongyin111	$y = 43.0 / (1 + e^{4.59-0.12t})$	0.9958	1.2180	1.3250

由表 4 可以看出,在不同施肥水平下,籽粒蛋白质的平均积累速率为 N2 > N3 > N1,最大积累速率为 N2 > N1 > N3。方差分析结果表明:籽粒蛋白质的平均积累速率,各施肥处理间差异显著 ($P = 0.0225$)、品种间差异极显著 ($P = 0.0001$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著 ($P = 0.0602$)。籽粒蛋白质的最大积累速率,各施肥处理间差异极显著 ($P = 0.0086$)、品种间差异极显著 ($P = 0.0001$)、施肥与品种间的交互作用差异不显著 ($P = 0.1551$)。说明追施尿素可以提高菜用大豆籽粒蛋白质的平均积累速率和最大积累速率,但过量施肥虽然可以提高菜用大豆籽粒蛋白质的平均积累速率,却不利于其最大积累速率的提高。

2.2 成熟籽粒的品质含量

2.2.1 可溶性糖 在菜用大豆籽粒成熟时,测定其

表 5 不同施肥水平下菜用大豆品种籽粒中可溶性糖、脂肪和蛋白质含量

Table 5 Seed soluble sugar, fat and protein contents of vegetable-type soybean cultivars under different fertilizer levels (%)

品种指标 Quality index	品种 Cultivar	施肥处理 Fertilizer treatment			平均 Mean
		N1	N2	N3	
可溶性糖 Soluble sugar	沈农引 48	12.57	12.93	12.57	12.69
	沈农引 70	12.53	13.03	12.47	12.68
	沈农引 88	11.57	11.97	11.94	11.83
	沈农引 111	14.53	15.03	14.63	14.73
	平均值 Mean	12.80	13.24	12.90	12.98
脂肪 Fat	沈农引 48	20.60	20.93	20.73	20.75
	沈农引 70	20.67	20.97	20.73	20.79
	沈农引 88	20.47	20.63	20.50	20.53
	沈农引 111	19.77	20.03	19.83	19.88
	平均值 Mean	20.38	20.64	20.45	20.49
蛋白质 Protein	沈农引 48	43.53	44.37	43.67	43.86
	沈农引 70	43.57	44.3	43.63	43.83
	沈农引 88	43.33	44.23	43.43	43.66
	沈农引 111	42.60	42.87	42.63	42.70
	平均值 Mean	43.26	43.94	43.34	43.51

籽粒中可溶性糖含量(表 5)。结果表明,各施肥处理间差异极显著 ($P = 0.0001$),不同品种间差异极显著 ($P = 0.0001$),施肥与品种的交互作用差异不显著 ($P = 0.1729$)。说明追施尿素处理对菜用大豆成熟籽粒中可溶性糖的含量有影响,不同菜用大豆品种,成熟籽粒中的可溶性糖含量有差异。

新复极差分析表明,不同品种成熟籽粒中可溶性糖的含量为沈农引 111 > 沈农引 48 > 沈农引 70 > 沈农引 88,晚熟菜用大豆品种沈农引 111 籽粒可溶性糖含量最高,晚熟品种与早熟品种之间籽粒可溶性糖含量差异极显著。不同施肥处理下籽粒的可溶性糖含量为 N2 > N3 > N1,说明适量追施尿素可以提高菜用大豆成熟籽粒中可溶性糖的含量。

2.2.2 脂肪 对不同施肥处理下成熟籽粒中脂肪的含量(表5)进行了方差分析,结果表明,各施肥处理间差异极显著($P=0.0001$),不同品种间差异极显著($P=0.0001$),施肥与品种的交互作用差异不显著($P=0.4927$)。新复极差分析表明,不同品种成熟籽粒中脂肪的含量为沈农引70 > 沈农引48 > 沈农引88 > 沈农引111,早熟菜用大豆品种沈农引70和沈农引48籽粒中脂肪含量较高,晚熟品种沈农引111籽粒中脂肪含量最低,晚熟品种与早熟品种之间籽粒脂肪含量差异极显著。不同施肥处理下籽粒脂肪含量为 $N_2 > N_3 > N_1$,追施尿素有利于提高菜用大豆成熟籽粒的脂肪含量,且施肥量为 N_2 ($75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)时效果最好。

2.2.3 蛋白质 各施肥处理间成熟籽粒中蛋白质的含量(表5)差异极显著($P=0.0001$),不同品种间差异极显著($P=0.0001$),施肥与品种的交互作用差异不显著($P=0.1097$)。新复极差分析表明,不同品种成熟籽粒中蛋白质的含量为沈农引48 > 沈农引70 > 沈农引88 > 沈农引111,早熟菜用大豆品种沈农引48和沈农引70籽粒中蛋白质含量较高,晚熟品种沈农引111籽粒中蛋白质含量最低,晚熟品种与早熟品种之间籽粒蛋白质含量差异极显著。

不同施肥处理下籽粒中蛋白质含量为 $N_2 > N_3 > N_1$,追施尿素有利于提高菜用大豆成熟籽粒中蛋白质的含量,且施肥量为 N_2 ($75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)时更有利于菜用大豆籽粒中蛋白质含量的提高。

3 结论与讨论

从鼓粒到籽粒成熟,供试菜用大豆品种籽粒的可溶性糖含量总体呈上升趋势;脂肪积累均呈现“S”型变化;蛋白质含量总体呈上升趋势,在后期出现小幅下降。早熟品种籽粒的可溶性糖含量在开花后25~32 d上升最快;晚熟品种在开花后25~39 d上升速度较快,之后上升速度明显减慢。籽粒中蛋白质含量在开花后25~32 d上升最快,之后上升速度明显减慢,籽粒成熟后期蛋白质含量略有减少。上述结论与以往的有关研究结果^[9-10]相吻合,说明生育期的长短不会改变籽粒品质积累的动态规律。

菜用大豆是以鲜食为主的专用型品种,鼓粒期较快的营养物质积累速度更有利于提高菜用大豆的经济价值。该研究结果表明,始花期追施尿素有利于提高菜用大豆籽粒营养物质的平均积累速率和最大积累速率,且中等施肥水平比高施肥水平效果更好。

参考文献

- [1] 王丹英,汪自强. 菜用大豆品质研究概况[J]. 大豆通报,2001(2):2. (Wang D Y, Wang Z Q. Survey of study on quality of vegetable soybean[J]. Soybean Bulletin, 2001(2):2.)
- [2] 李之国,张彩英,常文锁. 不同来源菜用大豆的品质研究[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(2):183-187. (Li Z G, Zhang C Y, Chang W S. Study on quality of vegetable soybean from different sources[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2006, 7(2): 183-187.)
- [3] 王丹英,汪自强. 播期、密度、氮肥用量对菜用大豆产量和品质的效应[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2001,27(1):69-72. (Wang D Y, Wang Z Q. Effect of sowing time, plant density and nitrogen fertilizer application on yield and quality of vegetable soybean[J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Science Edition), 2001, 27(1):69-72.)
- [4] 姜忠君,郭荣利,赵清艳. 不同氮肥用量对菜用大豆品质的影响[J]. 黑龙江农业科学,2006(5):66-68. (Jiang Z J, Guo R L, Zhao Q Y. Effects of different amount of nitrogen fertilizer on quality of vegetable[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2006(5): 66-68.)
- [5] 付洪波,方哲洙,唐健,等. 小粒豆栽培密度、施肥量与产量的关系分析[J]. 吉林农业科学,2002,27(3):28-31. (Fu H B, Fang Z R, Tang J, et al. Analysis of the relationship of cultivation density, fertilizer application and yield of small grains beans[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2002, 27(3):28-31.)
- [6] 章建新,李宁,薛丽华,等. 氮肥对菜用大豆产量和品质的影响[J]. 新疆农业大学学报,2007,31(1):6-10. (Zhang J X, Li N, Xue L H, et al. Effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of vegetable soybean[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2007, 31(1):6-10.)
- [7] 王红波,章建新,张佩林,等. 氮肥施用对覆膜菜用大豆产量和品质的影响[J]. 新疆农业大学学报,2007,30(3):31-35. (Wang H B, Zhang J X, Zhang P L, et al. Effects of nitrogen fertilizer application on yield and quality of mulching vegetable soybean [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2007, 30(3): 31-35.)
- [8] 黄学林,陈润政. 种子生理实验手册[M]. 北京:农业出版社,1990:16-20,25-26,40-48. (Huang X L, Chen R Z. Seed physiology laboratory manual[M]. Beijing Agricultural Press, 1990:16-20, 25-26, 40-48.)
- [9] 李之国,李喜焕,马峙英,等. 不同熟期菜用大豆籽粒生化物质积累规律及适宜采摘期研究[J]. 大豆科学,2007,26(4):196-199. (Li Z G, Li X H, Ma Q Y, et al. Study on biochemical substances accumulation in different maturing vegetable soybean grain and the optimum picking period[J]. Soybean Science, 2007, 26(4):196-199.)
- [10] 张圣平,刘世崎,谷卫刚. 菜用大豆荚果发育过程中主要营养成分的变化[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(1):97-100. (Zhang S P, Liu S Q, Gu W G. Changes of main nutritional components in vegetable soybean pods during fruit development[J]. Journal of Shandong Agricultural University (Nature Science Edition), 2005, 36(1):97-100.)