

## 商豆6号干物质积累和氮磷钾吸收特点的研究

张 琪

(商丘市农林科学院,河南 商丘 476000)

**摘 要:**以商豆6号为研究对象,探讨了高产夏大豆品种干物质积累和氮磷钾吸收特点。结果表明:在 $3\,784.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 产量水平下,商豆6号干物质积累以结荚~鼓粒期最快,占总积累量的53.68%,日均生长量 $450.55\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;结荚~鼓粒期氮、磷、钾吸收量最多,分别占总吸收量的47.27%、43.98%和46.54%;每生产100 kg籽粒,需要吸收N 8.25 kg、 $\text{P}_2\text{O}_5$  1.97 kg、 $\text{K}_2\text{O}$  4.24 kg。综合分析,商豆6号高产应特别注意营养生长期肥料的配施,磷钾肥要集中基施,始花期追施氮肥,中后期喷施叶面肥。

**关键词:**商豆6号;干物质积累;营养元素;吸收特点

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2013)03-0381-04

## Characteristics of Dry Matter Accumulation and N P K Absorption of Soybean Shangdou 6

ZHANG Qi

(Shangqiu Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shangqiu 476000, China)

**Abstract:** In this paper, dry matter accumulation and N P K uptake of Shangdou 6 were studied. The results showed that, under the yield level of  $3\,784.5\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , most dry matter, accounting for 53.68% of total, were accumulated from podding to seed filling, with average daily increasing rate of  $450.55\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The most amount of N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  and  $\text{K}_2\text{O}$  were absorbed between podding and seed filling, accounting for 47.27%, 43.98% and 46.54% of total, respectively. The production of 100 kg soybean seeds need 8.06 kg N, 1.97 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  and 4.18 kg  $\text{K}_2\text{O}$ . So the combined application of N P K fertilizers, with P and K as centralized base fertilizer, N topdressed in the beginning of flowering and sprayed foliar fertilizer at seed filling were necessary for high yield of Shangdou 6. This study provided a theoretical basis for the rational fertilization for high-yield cultivation of summer soybean.

**Key words:** Shangdou 6; Dry matter accumulation; Nutrient element; Absorption characters

关于夏大豆对氮磷钾的吸收特点曾有不少报道,如,张桂兰等<sup>[1]</sup>、徐本生等<sup>[2]</sup>对产量为 $2\,250\sim 2\,400\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的夏大豆籽粒干物质积累和氮磷钾吸收规律进行了探讨,李奇真等<sup>[3]</sup>研究了夏大豆施肥的生理基础,卢增辉<sup>[4]</sup>、张性坦等<sup>[5]</sup>研究了 $3\,931.5$ 和 $4\,500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 产量夏大豆的氮磷吸收特点及部分生理指标。本试验以商豆6号为研究对象,探讨夏大豆 $3\,750\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上产量的干物质积累和氮磷钾吸收特点,以为夏大豆的合理施肥提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

试验于2009年在商丘市农林科学院冯桥基点进行,供试品种为商豆6号。土壤类型潮土,土质粘壤,前茬作物为小麦,耕层土壤(0~20 cm)主要养分含量为:有机质 $10.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、全氮 $0.92\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $89.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $13.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效

钾 $116.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。6月5日采用40 cm等行距机械播种。6月10日出苗,2片复叶时定苗,保苗 $187\,500\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。浅耕灭茬前基施磷酸二铵 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,硫酸钾 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。始花期追施尿素 $112.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。生育后期结合防治病虫害,喷施1次磷酸二氢钾 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,其他田间管理同一般大田生产。

#### 1.2 测定项目与方法

分别于分枝期、开花期、结荚期、鼓粒期和成熟期取样,3次重复,每重复5株。将植株分成茎、叶、柄、花、荚和籽粒,分别在 $80^\circ\text{C}$ 下烘干称重,统计各期干物质积累与分配。将烘干的样品粉碎后测定氮、磷、钾含量,氮含量采用扩散法测定,磷含量采用钼蓝比色法测定,钾含量采用火焰光度计法测定<sup>[6]</sup>。计算经济系数及各阶段积累率,公式如下:

经济系数 = 单位面积籽粒产量 / 单位面积生物产量

各阶段积累率(%) = 各阶段积累量 / 最高积累量  $\times 100$ 。

收稿日期:2012-09-08

基金项目:国家农业科技成果转化资金(2010GB2D000289);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-004)。

作者简介:张琪(1958-),男,副研究员,从事大豆育种与栽培技术研究。E-mail:zhangqi8052@163.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生育时期干物质积累与分配

由表 1 可见,商豆 6 号出苗至分枝期苗小叶少,生长缓慢,干物质积累量出苗~分枝期(12 d)仅为 131.67 kg·hm<sup>-2</sup>;随着叶片数量增加,干物质积累量相应加快;分枝期~开花期(24 d)为 2 221.34 kg·hm<sup>-2</sup>,日均生长量 92.56 kg·hm<sup>-2</sup>;开花期~结荚期(13 d)为 3 477.57 kg·hm<sup>-2</sup>,日均生长量 267.51 kg·hm<sup>-2</sup>;进入鼓粒期总干物质积累达最大值 12 588.81,

kg·hm<sup>-2</sup> 结荚期~鼓粒期(15 d)积累 6 758.23 kg·hm<sup>-2</sup>,日均生长量 450.55 kg·hm<sup>-2</sup>,此阶段营养物质开始向荚粒聚集,花荚干重占干物质总量的 19.87%;鼓粒期~成熟期,叶片黄枯脱落,籽粒产量显著增加,叶片干物重明显降低,日均下降 29.75 kg·hm<sup>-2</sup>,最终生物产量 11 488.06 kg·hm<sup>-2</sup>,籽粒产量 3 784.50 kg·hm<sup>-2</sup>,经济系数 32.94%,其中,茎干重占总生物产量的 17.22%,叶干重占 18.87%,叶柄干重占 17.89%,荚皮干重占 13.06%,粒与茎(籽和荚皮之和)质量的比值 0.52。0.5 以上的粒茎比和 30% 左右的经济系数均为高产的重要指标。

表 1 各生育时期干物质积累与分配

Table 1 Dry matter accumulation and distribution in each period

生育时期 Growth stage	日期 (月-日) Date	茎 Stem /kg·hm <sup>-2</sup>	叶 Leaf /kg·hm <sup>-2</sup>	叶柄 Petiole /kg·hm <sup>-2</sup>	花(荚皮) Flower (Pod shell) /kg·hm <sup>-2</sup>	籽粒 Seed /kg·hm <sup>-2</sup>	总质量 Total mass /kg·hm <sup>-2</sup>	积累量 Accumulation /kg·hm <sup>-2</sup>	积累率 Rate of Accumulation /%	日均生长量 Average daily growth /kg·hm <sup>-2</sup>
分枝期 Branching	06-22	35.34	86.03	10.30	-	-	131.67	131.67	10.50	10.97
开花期 Flowering	07-16	642.36	1 199.53	511.12	-	-	2 353.01	2221.34	17.65	92.56
结荚期 Podding	07-29	1 783.29	2 253.28	1 478.87	315.14	-	5 830.58	3477.57	27.62	267.51
鼓粒期 Seed filling	08-13	2 956.03	3 702.96	3 428.24	2 501.58	-	12 588.81	6758.23	53.68	450.55
成熟期 Mature	09-19	1 978.71	2 168.25	2 055.54	1 500.76	3 784.50	11 488.06	-1100.75	-8.74	-29.75

表 2 不同生育时期各器官的养分含量

Table 2 Nutrient content of various organs at different growth stages( % )

营养元素 Nutritive element	器官 Organ	分枝期 Branching	开花期 Flowering	结荚期 Podding	鼓粒期 Seed filling	成熟期 Mature
N	茎 Stem	2.12	2.05	1.65	1.55	0.50
	叶 Leaf	4.51	5.14	4.97	4.36	1.31
	叶柄 Petiole	2.37	1.39	1.16	1.10	0.33
	花(荚皮) Flower(Pod shell)	-	-	2.93	2.67	0.87
	籽粒 Seed	-	-	-	-	6.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	茎 Stem	0.48	0.77	0.65	0.62	0.29
	叶 Leaf	0.52	0.79	0.69	0.61	0.35
	叶柄 Petiole	0.55	0.59	0.52	0.34	0.24
	花(荚皮) Flower(Pod shell)	-	-	0.57	0.67	0.41
	籽粒 Seed	-	-	-	-	1.32
K <sub>2</sub> O	茎 Stem	1.49	1.97	1.62	1.06	0.68
	叶 Leaf	0.69	1.38	1.54	1.15	0.59
	叶柄 Petiole	2.18	2.68	1.36	1.10	0.35
	花(荚皮) Flower(Pod shell)	-	-	0.99	1.95	1.70
	籽粒 Seed	-	-	-	-	2.62

### 2.2 不同生育时期各器官养分含量

由表 2 可知,商豆 6 号不同生育时期各器官中养分存在差异。营养器官总养分含量以开花期最高,随着生育阶段的推移,有逐渐降低的趋势。花荚中氮含量以结荚期最高,并随着生育进程的推进而逐渐降低;花荚中磷、钾含量均以鼓粒期最高;籽粒中养分含量氮>钾>磷。开花期~成熟期,氮和磷素含量表现为叶片>茎秆>叶柄,叶片等营养器官氮、磷素含量随着生育期推移而明显降低,成熟期籽粒含量超过茎、叶等营养器官。钾在整个生育期都保持较高的水平,分枝期和开花期营养器官的钾含量表现为叶柄>茎>叶,成熟期却表现为茎>叶>叶柄。

从表 2 还可以看出,开花期后,氮在叶片中的含量虽随着生育进程而降低,却始终保持较高含量。鼓粒期叶片氮含量仍保持在 4% 以上。据研究,茎叶转运到籽粒中的氮约为 60%<sup>[3]</sup>。可见,结荚鼓粒期叶片的含氮量与产量关系十分密切。

### 2.3 不同生育时期和生育阶段的养分积累

2.3.1 不同生育时期各器官的养分积累量 商豆 6 号不同生育时期各器官中的养分积累状况是不均衡的,其积累量与干物质量及养分含量有关。开花以前,尽管各器官中养分的绝对含量较高(表 2),但各器官养分积累量较少(表 3)。开花期以后,植株生长速度加快,干物质迅速增加,各器官养分积累

量也随着增加,至鼓粒期植株的氮、钾积累量达最大值,但磷积累量在鼓粒期后仍增加。从各器官养分积累量来看,鼓粒期之前各营养器官中的氮、磷、钾积累量随着生育期推进而增加,花荚中养分含量不断增加,且均于鼓粒期达最大值。而成熟期,茎、叶等营养器官中的养分积累量却明显下降,籽粒中养分显著增多,这说明茎、叶等营养器官中的养分在不断向籽粒中转移。

表 3 商豆 6 号不同生育时期各器官的养分积累量  
Table 3 Nutrient content of various organs at different growth stages of Shangdou 6 (kg·hm<sup>-2</sup>)

营养元素 Nutritive element	器官 Organ	分枝期 Branching	开花期 Flowering	结荚期 Podding	鼓粒期 Seed filling	成熟期 Mature
N	茎 Stem	0.75	13.17	29.42	46.11	9.89
	叶 Leaf	3.88	61.66	111.99	161.45	28.41
	叶柄 Petiole	0.24	7.10	17.15	37.71	6.78
	花(荚) Flower(Pod shell)	—	—	9.23	66.79	13.06
	籽粒 Seed	—	—	—	—	247.13
	合计 Total	4.87	81.93	167.79	312.06	305.27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	茎 Stem	0.17	4.95	11.59	18.33	5.74
	叶 Leaf	0.45	9.48	15.55	22.59	7.59
	叶柄 Petiole	0.06	3.02	7.69	11.66	4.93
	花(荚) Flower(Pod shell)	—	—	1.80	16.76	6.15
	籽粒 Seed	—	—	—	—	49.96
	合计 Total	1.68	17.45	36.63	69.34	74.37
K <sub>2</sub> O	茎 Stem	0.53	12.65	28.89	31.33	13.46
	叶 Leaf	0.59	16.55	34.70	42.51	12.79
	叶柄 Petiole	0.22	13.70	20.11	37.71	7.19
	花(荚) Flower(Pod shell)	—	—	3.12	48.78	25.51
	籽粒 Seed	—	—	—	—	99.15
	合计 Total	1.34	42.09	86.82	160.33	158.10

2.3.2 不同生育阶段养分积累量及日均积累量  
从表 4 看出,出苗~分枝期,夏大豆氮素的吸收量仅占总吸收量的 1.60%;分枝期以后对氮素的吸收量明显增多,开花~结荚期的 13 d 中,氮素吸收量占总吸收量的 28.13%;结荚~鼓粒期的 15 d 中,氮素吸收量占 47.26%。开花~鼓粒期共 28 d,氮素吸收量占总吸收量的 75.39%。因此,为获得夏大豆高产,追施氮肥是必要的,且氮肥追施时间不宜太早,可在始花期前追施,以满足夏大豆结荚~鼓粒期对氮素的大量需求。夏大豆对磷素的吸收状况与氮素相似,结荚~鼓粒期是吸收磷素的高峰期,此阶段磷素吸收量占总吸收量的 43.98%。鼓粒~成熟期还在继续吸收磷素,50.75%的磷素是在结荚以后吸收的。用磷肥作基肥,满足大豆中后期对磷素的大量需要,对增产是有益的。钾素也是结荚~鼓粒期吸收最多,占总吸收量的 46.54%。

表 4 商豆 6 号不同生育阶段养分积累量及日均积累  
Table 4 The nutrient accumulation and average daily accumulation at different growth stages of Shangdou 6

生育阶段 Periods in Growth	吸收量 Absorption/kg·hm <sup>-2</sup>			日均吸收量 Average daily absorption/kg·hm <sup>-2</sup>			占总吸收量 Percentage to total absorption/%		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
出苗~分枝 Emergence-Branching	4.87	0.68	1.34	0.41	0.06	0.11	1.60	0.91	0.85
分枝~开花 Branching-Flowering	77.06	16.77	41.56	3.21	0.70	1.73	25.24	22.55	26.29
开花~结荚 Flowering-Podding	85.86	19.18	43.92	6.60	1.48	3.38	28.13	25.79	27.78
结荚~鼓粒 Podding-Seed filling	144.27	32.71	73.51	9.62	2.18	4.90	47.26	43.98	46.50
鼓粒~成熟 Seed filling-Mature	-6.79	5.03	-2.23	-0.18	0.14	-0.06	-2.22	6.76	-1.41
出苗~成熟 Emergence-Mature	305.27	74.37	158.10	19.66	4.56	10.06	100	100	100

## 2.4 商豆 6 号的需肥量及氮磷钾比例

由表 5 可见,商豆 6 号在  $3\,784.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  产量水平下,对  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  的吸收量分别为 312.06,

$74.37$  和  $160.33\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;每生产  $100\text{ kg}$  籽粒需吸收  $\text{N}\,8.25\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\,1.97\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}\,4.24\text{ kg}$ ,三者比例为  $1:0.24:0.51$ ,因此对氮磷钾的需求量氮 > 钾 > 磷。

表 5 商豆 6 号需肥量及氮磷钾比例

Table 5 The manured requirement and the ratio of N: P: K of Shangdou 6

项目 Item	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
每公顷吸收养分总量 Total amount of nutrient absorption per hectare/kg	312.06	74.37	160.33
每百公斤大豆需要养分量 Nutrient demand of 100 kg soybeans/kg	8.25	1.97	4.24
N: P: K	1.00	0.24	0.51

## 3 结论与讨论

商丘市属于黄淮平原夏大豆区,适宜小麦、大豆一年两熟。试验用种商豆 6 号,6 月 5 日播种,6 月 10 日出苗,9 月 19 日成熟,全生育期 106 d。据 9 月 17 日调查,商豆 6 号株高 75.1 cm,复叶 15 片,单株荚数 68.8 个,单株粒数 141.8 粒,百粒重 16.86 g,测得理论产量为  $3\,810.3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,实际收获产量为  $3\,784.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

对商豆 6 号植株地上部氮、磷、钾吸收分配规律的研究表明,生产  $3\,784.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  大豆籽粒需吸收  $\text{N}$  素 312.06 kg、 $\text{P}_2\text{O}_5\,74.37\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}\,160.33\text{ kg}$ ;每生产  $100\text{ kg}$  大豆需要  $\text{N}\,8.25\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\,1.97\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}\,4.24\text{ kg}$ ,三者比例为  $1:0.24:0.51$ ,这与程素贞等<sup>[7]</sup>的研究结果基本一致。

商豆 6 号的干物质积累的特点是,前期植株生长缓慢,干物质积累少,随着生育进程的推移,植株生长速度加快,干物质积累逐渐增多,结荚至鼓粒期积累最快,日生长量  $450.55\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,占总积累量的 53.68%;植株对氮、磷、钾的吸收也呈这一规律,鼓粒期达最大值,分别占总积累量的 47.26%、43.98% 和 46.54%。据此,在高产水平下应特别注意大豆生育前期的肥料施用,尤其是磷、钾肥要集中基施,氮肥开花初期追施。为了防止叶片早衰,生育后期结合防治病虫害喷施磷酸二氢钾等,对充分发挥高产大豆品种的产量潜力是十分重要的。

夏大豆鼓粒~成熟期,植株地上部营养物质在运向籽粒过程中,氮、钾均有不同程度的损失,干物质出现负积累的现象,在徐本生等<sup>[2]</sup>、卢增辉等<sup>[4]</sup>和张性坦等<sup>[5]</sup>研究中已见报道,但原因有待进一步探讨。

## 参考文献

- [1] 张桂兰,朱鸿勋,龚光炎.主要农作物配方施肥[M].郑州:河南科学技术出版社,1991:126-200. (Zhang G L, Zhu H X, Gong G Y. The major crops recipe fertilization [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1991: 126-200.)
- [2] 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 distribution of nitrogen, phosphorus, potassium for summer soybean [J]. Soybean Science, 1989, 8(1): 47-53.)
- [3] 李奇真,孙克用,卢增辉,等.夏大豆施肥生理基础及高产栽培技术研究[J].中国农业科学,1989,22(4):41-48. (Li Q Z, Sun K Y, Lu Z H, et al. Physiological basis of the fertilization application and technology of the high-yielding cultivation in summer soybean [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1989, 22(4): 41-48.)
- [4] 卢增辉,常从云,戴蜀钰,等.夏大豆亩产 262.1 kg 生理指标研究[J].大豆科学,1994,13(3):185-192. (Lu Z H, Chang C Y, Dai S Y, et al. Studies on the physiological index of summer sowing soybeans yield 262.1 kg/mu [J]. Soybean Science, 1994, 13(3): 185-192.)
- [5] 张性坦,赵存,柏惠侠,等.夏大豆诱处 4 号公顷产 4 500 kg 生理指标研究[J].中国农业科学,1996,29(6):46-54. (Zhang X T, Zhao C, Bo H X, et al. Studies on the physiological index of summer soybean lure at No. 4 yield 4 500 kg/ha. [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1996, 29(6): 46-54.)
- [6] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983:244-249. (Agricultural Chemistry Professional Committee of Soil Science Society of China. The general analysis of soil agricultural chemistry [M]. Beijing: Science Press, 1983: 244-249.)
- [7] 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):241-246. (Cheng S Z, Luo X R. Studies on the uptake and distribution of Mo and N, P, K as well as each other relation for soybean [J]. Soybean Science, 1990, 9(3): 241-246.)