

新疆高产春大豆鼓粒的粒位差异研究

张艳伟¹, 薛丽华², 章建新¹, 楚光红¹, 谢 磊¹, 李 玲¹

(1. 新疆农业大学 农学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业科学院 粮食作物研究所, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要:为探明新疆高产春大豆鼓粒的粒位差异,明确粒重增加的规律,2015–2016年在田间研究了金元20、11-109、新大豆27和黑农61,4个中熟高产春大豆品种(系)主茎不同节组荚、同节异荚、三粒荚各粒的鼓粒进程及单粒重的变化规律。结果表明:不同品种(系)的主茎基部1~3节的荚最早开始鼓粒、鼓粒期最长、单粒重最低,顶部倒1~3节荚始粒期最晚、鼓粒期最短,单粒重介于基部1~3节与顶部倒4~6节之间,顶部倒4~6节荚的始粒期和鼓粒期介于基部1~3节与顶部倒1~3节之间,其单粒重最大。主茎荚始粒期、鼓粒期的差异随节位的差异而增大,节组间最大差异分别为9~24 d和6~15 d;同节位的大、中荚比小荚始粒期早、鼓粒期长、单粒重大;三粒荚各粒增重速度和单粒重均表现为中>远>近粒位;鼓粒进程及单粒重的差异表现为同株异节>同节异荚>同荚异粒。鼓粒过程对大豆产量的影响是通过影响单粒重实现的,鼓粒的粒位差异大,增加大豆单株鼓粒期,对高产有利。春大豆产量5 000~5 600 kg·hm⁻²的单株鼓粒期为45~60 d。

关键词:春大豆;高产;灌浆;空间差异

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2017.05.0710

Study on Seed Position Difference of Seed-bulging of High-yield Spring Soybean in Xinjiang

ZHANG Yan-wei¹, XUE Li-hua², ZHANG Jian-xin¹, CHU Guang-hong¹, XIE Lei¹, LI Ling¹

(1. Agronomy College of Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Grain Crops Research Institute of the Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract: This study aims to find out the increasing law of seed weight of high-yield spring soybean in Xinjiang. In the field experiment, 4 medium mature and high-yield spring soybeans (lines) including Jinyuan 20, 11-109, Xindadou 27, and Hei-nong 61, were chosen as materials, and the regularity of the stem of different section with pods, the same node with different pods and 3 seed pods of seed-bulging process, and single seed weight variation were investigated were investigated in 2015 and 2016. The result showed that the pod seed-bulging stage of the main stem with basal section (1st-3th) of different varieties (lines) were the earliest and longest, and the single seed weight was the lightest. At the top section (1st-3th) of the main stem, the initial seed stage of pod was the last, the seed-bulging stage was the shortest, and the single seed weight was between the basal section (1st-3th) and the top section (4th-6th). At the top section (4th-6th) of the main stem, the initial seed and seed-bulging stage of pod was between the basal section (1st-3th) and the top section (1st-3th), and the single seed weight was the biggest. The initial seed and terminal seed stage of pod in the main stem increased with the differences of the node. The maximum differences were 9-24 days and 6-15 days respectively. The initial seed stage, seed-bugling stage, seed-bugling rate and single weight of large and medium pods with the same node were better than pods. Both the weight gain rate and single seed weight of 3 seed pods were middle seed (s) > distal seed > seed. The difference in the seed-bugling process and single seed weight were the same plant with different nodes > the same node with different pods > the same pod with different seeds. The effect of seed-bugling process on yield was affected by single seed weight. Differences in the seed position of seed-bulging and increased single plant with seed-bugling stage were advantageous to high-yield. The seed-bugling stage of single plant with yield of 5 000–5 600 kg·ha⁻¹ was 45-60 days.

Keywords: Spring soybean; High-yield; Seed-bugling; Spatial difference

鼓粒是大豆产量形成的重要过程。鼓粒期的长短和鼓粒速度的快慢决定着最终的单粒重。灌浆期频繁的高温会导致粒重降低^[1-2],同化物质填充时期缺水也会导致籽粒体积缩小,大豆籽粒增重存在品种间差异^[3]。大豆单粒重^[4]和荚果厚度^[5]呈现明显的粒位效应。目前,对大豆鼓粒过程的粒位间差异研究较少。大豆粒位间单粒重差异的原因不清楚。新疆是我国大豆的高产区,并创造了春大豆高产记录^[6]。有关新疆超高产大豆的研究主要集中在干物质积累^[7-8]、花荚形成^[9]和根系生长^[10]等方面。探明高产大豆植株不同部位籽粒鼓粒进程的差异对于明确粒位间单粒重差异的原因

收稿日期:2017-05-01
基金项目:国家级大学生创新项目(201610758058);国家自然科学基金(31460333)。
第一作者简介:张艳伟(1995–),男,学士,主要从事大豆生理研究。E-mail:370818085@qq.com。
通讯作者:章建新(1962–),男,教授,博导,主要从事大豆高产栽培生理研究。E-mail:zjxin401@126.com。

及进一步增加粒重、提高产量有重要的意义。本文通过在田间系统地研究了 4 个高产春大豆品种(系)主茎节组间荚、同节荚间和同荚粒位间的鼓粒过程差异,旨在为大豆高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为金元 20、黑农 61、11-109 和新大豆 27 共 4 个品种(系)。

1.2 试验设计

试验于 2015 – 2016 年在新疆伊宁县农业科技示范园区(萨地克于孜乡)内进行。2015 年试验地为壤土,前茬玉米。0 ~ 20 cm 土层土壤有机质 1.59%、碱解氮 50.9 mg·kg⁻¹、速效磷 16.6 mg·kg⁻¹、速效钾 103.5 mg·kg⁻¹,于翻地前施重过磷酸钙 300 kg·hm⁻²。4 月 12 日人工开沟条播,行距按宽行 50 cm、窄行 30 cm 配置;第一片复叶全展时进行定苗,理论留苗数 30 万株·hm⁻²;定苗后田间铺设毛管,毛管按“1 管 2 行”配置,毛管位于窄行中间;整个生育期滴 4 次水(6 月 22 日、7 月 3 日、7 月 18 日、8 月 5 日),每次 750 m³·hm⁻²,累计灌水 3 000 m³·hm⁻²;分别在第一、二次滴水随水滴入尿素(含氮 46%) 150.0 kg·hm⁻²,累计施尿素 300.0 kg·hm⁻²。人工除草 3 次,9 月 16 日完全成熟时收获。田间随机区组排列,重复 3 次,小区面积 12 m²(长 5 m、宽 2.4 m,6 行)。

2016 年试验地为壤土,前茬玉米。0 ~ 20 cm 土层土壤有机质 1.73%、碱解氮 57.8 mg·kg⁻¹、速效磷 22.6 mg·kg⁻¹、速效钾 235 mg·kg⁻¹。4 月 11 日人工开沟条播。施肥量、株行距同 2015 年。生育期间滴 4 次水,分别在 6 月 13 日(750 m³·hm⁻²)、7 月 14 日(600 m³·hm⁻²)、8 月 5 日(750 m³·hm⁻²)、8 月 19 日(600 m³·hm⁻²)滴入,累计灌水 2 700 m³·hm⁻²,并分别在第一、二次随水滴入尿素 150.0 kg·hm⁻²,累计施尿素 300.0 kg·hm⁻²。人工除草 2 次,9 月 17 日完全成熟时收获。

1.3 测定项目与方法

在植株开始结荚时各品种(系)分别选取长势一致植株 90 株挂牌标记。自植株荚开始鼓粒起至粒重增长停止,每 3 d 各品种(系)取 3 标记株,将粒按 1 ~ 3 节、4 ~ 6 节、7 ~ 9 节、10 ~ 12 节、13 ~ 15 节、16 ~ 18 节和 19 ~ 21 节分组取全粒,计粒数后在 105℃ 下杀青 30 min,在 80℃ 下烘至恒重,感量 0.1 mg 的天平称重,计算各组的单粒重增加动态。

在盛荚期另选取各品种(系)90 株,同节按大(最先着生)、中(稍后着生)、小(最后着生)荚挂

牌,2015 年除金元 20 挂牌标记第 11 节位荚外,其余品种(系)均挂牌标记第 8 节荚;2016 年除金元 20 挂牌标记第 17 节位荚外,其余品种(系)均挂牌标记第 11 节荚。自该挂牌标记荚开始鼓粒至荚内粒重停止增加,每 3 d 各品种(系)取 3 挂牌标记荚,分别按大、中、小荚分组取全粒,计粒数后按上述方法烘干称重至粒重停止增加,计算各品种(系)第 8 节大、中、小荚的单粒重增长动态。

分别在盛荚期选取各品种(系)第 8 节大小相似的三粒荚各 90 个挂牌标记,自该挂牌标记荚内开始鼓粒至粒重增长停止,每 3 d 各品种(系)各取 3 个挂牌标记荚,按粒距荚柄由近到远的顺序分为近、中、远粒位。计粒数后按上述方法烘干称重,计算第 8 节荚各粒位单粒重增加动态。

成熟期各品种(系)分别实收 4.8 m²(中间 4 行),人工脱粒晾干称重,同时随机称取样 100 g 在 80℃ 下烘至恒重,测定含水量,计算折合产量(13.5% 含水量)。成熟期取连续且具有代表性的植株 20 株,室内逐株测定单株荚数及粒数,计算产量结构。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 进行数据分析;用 Excel 2013 绘图。

2 结果与分析

2.1 主茎节组间荚鼓粒进程及单粒重的差异

由图 1 和表 1 可见,2015 年各品种(系)主茎各组荚的始粒期均按自下而上的先后顺序,主茎各节组荚的鼓粒期及单粒重均存在显著差异。金元 20 主茎 4 ~ 6 节、7 ~ 9 节、10 ~ 12 节、13 ~ 15 节始粒期分别较 1 ~ 3 节晚 3,9,18 和 24 d,鼓粒期分别较 1 ~ 3 节缩短 0,3,12 和 15 d,随着节组的上移,金元 20 单粒重由 1 ~ 3 节的 176.5 mg 增加到 10 ~ 12 节的 264.5 mg,增加 49.9%,13 ~ 15 节较 10 ~ 12 节略降低(259.1 mg);新大豆 27 单粒重由 1 ~ 3 节的 236.3 mg 增加到 7 ~ 9 节的 265.9 mg,增加 12.5%,13 ~ 15 节较 10 ~ 12 节略降低,为 258.4 mg。其余品种(系)与金元 20 表现相似,金元 20、11-109、新大豆 27、黑农 61 的单株鼓粒期分别为 60,54,51 和 45 d。

2016 年金元 20 从第 7 节结荚,其主茎 10 ~ 12 节、13 ~ 15 节、16 ~ 18 节、19 ~ 21 节的始粒期分别较 7 ~ 9 节晚 0,3,9 和 9 d,10 ~ 12 节和 13 ~ 15 节荚的鼓粒期较 7 ~ 9 节延长 3 d,可能是徒长导致 7 ~ 9 节叶片过早脱落的结果,16 ~ 18 节、19 ~ 21 节的鼓粒期较 7 ~ 9 节缩短 3 d;金元 20 单粒重由 7 ~ 9 节

的 216.1 mg 增加到 16 ~ 18 节的 244.4 mg, 增加 13.1%, 19 ~ 21 节较 16 ~ 18 节略降低 (259.1 mg); 其余品种 (系) 与金元 20 表现相似; 金元 20、11-109、新大豆 27、黑农 61 的单株鼓粒期分别为 51, 48, 48 和 45 d。2016 年与 2015 年相比单株鼓粒期分别缩短 9, 6, 3 和 0 d。

主茎同株节组间始粒期、鼓粒期随节位的差异

增大而增大, 最大差异分别为 9 ~ 24 d、6 ~ 15 d; 同植株基部始荚 1 ~ 3 节荚的鼓粒期最长, 单粒重最低; 顶部倒 1 ~ 3 节荚鼓粒期最短, 单粒重介于基部始荚 1 ~ 3 节荚和顶部倒 4 ~ 6 节荚之间; 顶部倒 4 ~ 6 节荚鼓粒期介于基部 1 ~ 3 节和顶部倒 1 ~ 3 节之间, 粒重最大; 不同品种 (系) 单株鼓粒期 45 ~ 60 d (45 ~ 51 d), 品种间和年份间存在差异。

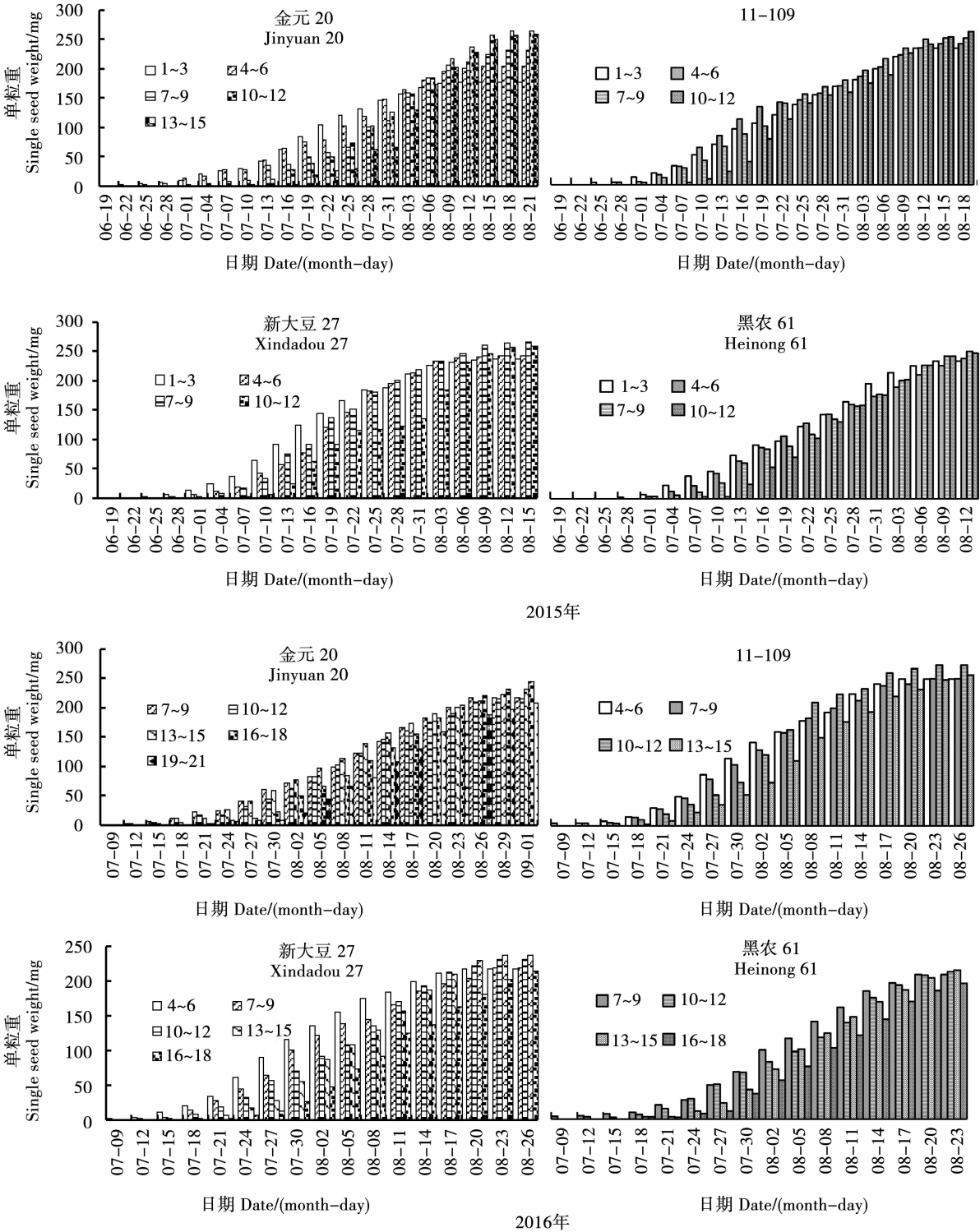


图 1 节组间荚单粒重增长动态

Fig. 1 The growth dynamics of single seed weight in each section

表 1 节组间荚鼓粒进程及单粒重的差异

Table 1 The difference of seed-bulging and single seed weight in the each section

年份 Year	品种(系) Variety (line)	节位 Node	始粒期 Initial seed stage /(month-day)	较始荚节晚 Latter than initial node/d	终粒期 Terminal seed stage /(month-day)	鼓粒期 Seed-bugling stage/d	单粒重 Weight per seed/mg	单株鼓粒期 Seed-bugling stage per plant /d
2015	金元 20	1 ~ 3	06 - 22	0	08 - 12	51	176.5 d	60
		Jinyuan 20	4 ~ 6	06 - 25	3	08 - 15	203.4 c	
			7 ~ 9	07 - 01	9	08 - 18	231.3 b	
			10 ~ 12	07 - 10	18	08 - 18	264.5 a	
			13 ~ 15	07 - 16	24	08 - 21	259.1 a	
	11-109	1 ~ 3	06 - 25	0	08 - 12	48	231.8 b	54
		4 ~ 6	06 - 28	3	08 - 15	48	239.3 b	
		7 ~ 9	07 - 01	6	08 - 15	45	248.9 ab	
		10 ~ 12	07 - 07	12	08 - 18	42	259.9 a	
	新大豆 27	1 ~ 3	06 - 25	0	08 - 12	48	236.3 b	51
		Xindadou 27	4 ~ 6	06 - 28	3	08 - 12	241.7 b	
			7 ~ 9	07 - 01	6	08 - 15	265.9 a	
			10 ~ 12	07 - 07	12	08 - 15	258.4 a	
	黑农 61	1 ~ 3	06 - 28	0	08 - 09	42	236.8 b	45
		Heinong 61	4 ~ 6	07 - 01	3	08 - 12	241.2 b	
			7 ~ 9	07 - 01	6	08 - 12	253.6 a	
			10 ~ 12	07 - 07	9	08 - 12	250.5 a	
2016	金元 20	7 ~ 9	07 - 12	0	08 - 26	45	216.1 b	51
		Jinyuan 20	10 ~ 12	07 - 12	0	08 - 29	215.1 bc	
			13 ~ 15	07 - 15	3	09 - 01	230.5 b	
			16 ~ 18	07 - 21	9	09 - 01	244.4 a	
			19 ~ 21	07 - 21	9	09 - 01	208.1 c	
	11-109	4 ~ 6	07 - 09	0	08 - 20	42	207.6 b	48
			7 ~ 9	07 - 12	3	08 - 23	207.9 b	
			10 ~ 12	07 - 15	6	08 - 23	227.4 a	
			13 ~ 15	07 - 18	9	08 - 26	213.2 b	
	新大豆 27	4 ~ 6	07 - 09	0	08 - 20	42	216.4 b	48
		Xindadou 27	7 ~ 9	07 - 12	3	08 - 23	217.8 b	
			10 ~ 12	07 - 15	6	08 - 23	231.0 a	
			13 ~ 15	07 - 18	9	08 - 23	235.9 a	
	黑农 61	7 ~ 9	07 - 21	12	08 - 26	36	213.6 b	
		Heinong 61	10 ~ 12	07 - 12	3	08 - 23	245.2 ab	
			13 ~ 15	07 - 18	9	08 - 23	250.1 a	
			16 ~ 18	07 - 18	9	08 - 23	252.8 a	
	黑农 61	7 ~ 9	07 - 09	0	08 - 20	42	245.2 ab	45
		Heinong 61	10 ~ 12	07 - 12	3	08 - 23	250.1 a	
			13 ~ 15	07 - 18	9	08 - 23	252.8 a	
			16 ~ 18	07 - 18	9	08 - 23	230.5 b	

始粒期为籽粒形成的日期;终粒期为粒重停止增长的日期;鼓粒期为始粒期与终粒期所间隔的天数;单株鼓粒期为植株基部组开始鼓粒至顶部组粒停止增重所间隔的天数。表中不同小写字母代表 0.05 水平差异显著 ($P < 0.05$),下同。

Initial seed stage is seed forming date; terminal seed stage is seed stopping date; seed-bugling stage is the number of days in which between the initial and terminal stages; seed-bugling per plant is the number of days in which the interval of the plant from the basal section began to the top section stopped. Different lowercase indicate significantly different at 0.05 probability level ($P < 0.05$), the same below.

2.2 主茎同节位不同荚间鼓粒进程及单粒重的差异

由图 2 和表 2 可见,同一品种(系)的同节(2015 年,金元 20 为 11 节,其余品种为 8 节;2016 年,金元 20 为 17 节,其余品种为 11 节)不同荚间的鼓粒进程存在明显的差异。2015 年表现为大荚(最先着生)、中荚(稍后着生)较小(最后着生)荚粒较早、鼓粒期长、粒重较大;大(中)荚的始粒期均较小荚早 3 d、籽粒停止增长日期与小荚粒相同,鼓粒期

均延长 3 d、粒重增加 1.0%~9.4%,品种间存在差异,且 11-109 和新大豆 27 的大中荚与小荚间的粒重差异大于金元 20 和黑农 61;2016 结果与 2015 年相似,但先着生大中荚与后着生小荚的鼓粒速度和最终单粒重差异小于 2015 年,11-109 的大中荚与小荚间的粒重差异大于其余品种(系)。同节位先着生(大)荚较晚着生(小)荚鼓粒早、鼓粒期长、最终粒重较大,品种间、同品种年份间均存在差异。

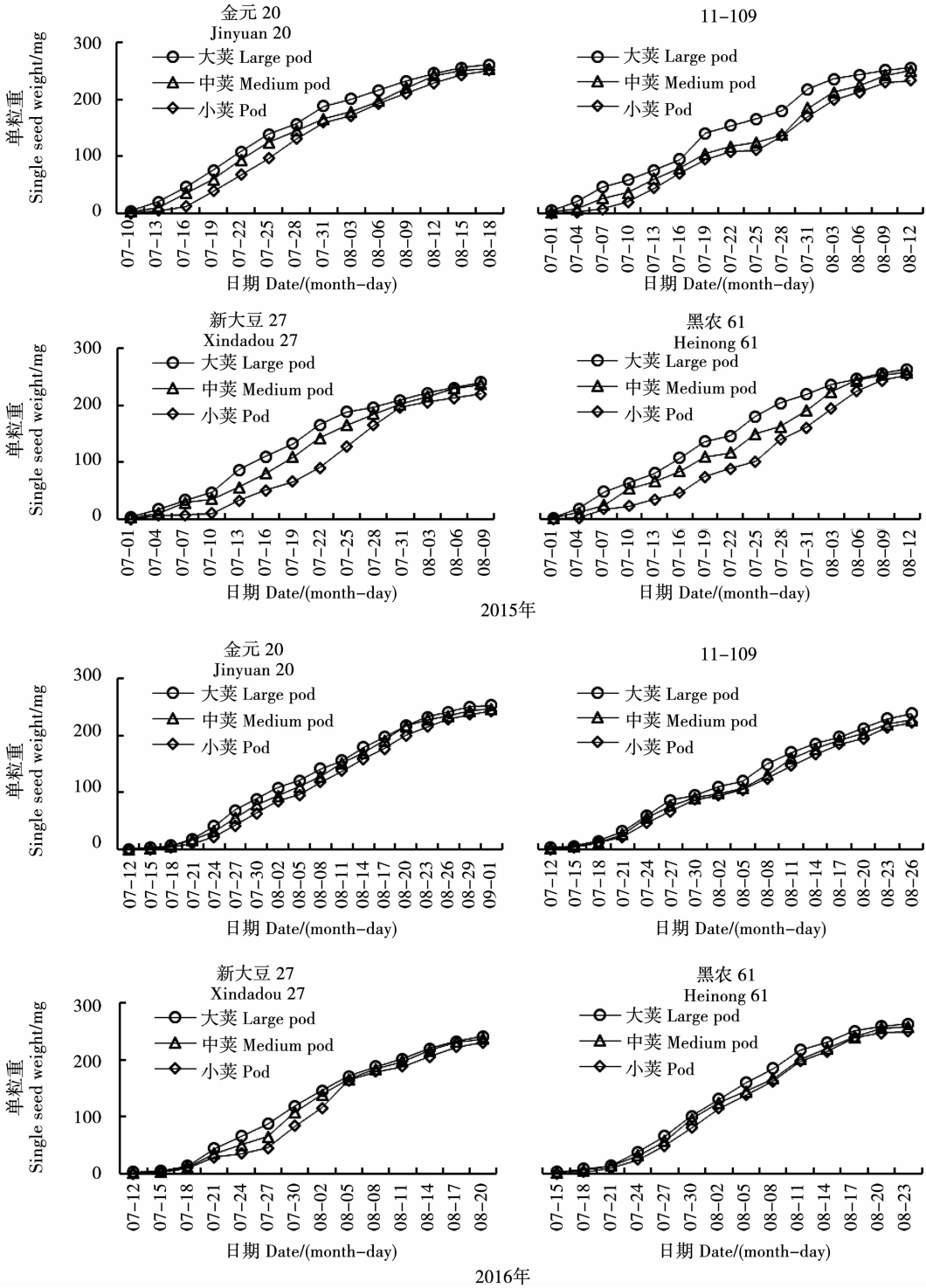


图 2 同节大、中、小荚单粒重增长动态

Fig. 2 The growth dynamics of single seed weight of large, medium pod and pod on the same node

表 2 同节大、中、小荚间鼓粒进程及单粒重的差异

Table 2 The difference of seed-bulging process and single seed weight in each large,medium pod and pod with same node

年份 Year	品种(系) Variety (line)	荚 Pod	始粒期 Initial seed stage /(month-day)	终粒期 Terminal seed stage /(month-day)	鼓粒期 Seed-bugling stage/d	单粒重 Weight per seed /mg	占小荚粒重 Account for pod/%
2015	金元 20(11 节) Jinyuan 20(11th)	大 Large pod	07-10	08-18	39	261.2 a	103.9
		中 Medium pod	07-10	08-18	39	254.0 ab	101.0
		小 Pod	07-13	08-18	36	251.4 b	-
	11-109(8 节) 11-109(8th)	大 Large pod	07-01	08-12	42	255.9 a	109.4
		中 Medium pod	07-01	08-12	42	250.5 ab	107.2
		小 Pod	07-04	08-12	39	233.7 b	-
	新大豆 27(8 节) Xindadou 27(8th)	大 Large pod	07-01	08-09	39	240.7 a	109.3
		中 Medium pod	07-01	08-09	39	236.9 ab	107.5
		小 Pod	07-04	08-09	36	220.3 b	-
	黑农 61(8 节) Heinong 61(8th)	大 Large pod	07-01	08-12	42	263.7 a	102.1
		中 Medium pod	07-01	08-12	42	258.3 ab	104.3
		小 Pod	07-04	08-12	39	253.0 b	-
2016	金元 20(17 节) Jinyuan 20(17th)	大 Large pod	07-15	09-01	48	253.0 a	104.0
		中 Medium pod	07-15	09-01	48	247.2 ab	101.6
		小 Pod	07-18	09-01	45	243.3 b	-
	11-109(11 节) 11-109(11th)	大 Large pod	07-12	08-26	45	239.3 a	107.4
		中 Medium pod	07-12	08-26	45	227.1 ab	101.9
		小 Pod	07-15	08-26	42	222.8 b	-
	新大豆 27(11 节) Xindadou 27(11th)	大 Large pod	07-12	08-20	39	241.2 a	104.7
		中 Medium pod	07-12	08-20	39	237.1 ab	103.0
		小 Pod	07-15	08-20	36	230.3 b	-
	黑农 61(11 节) Heinong 61(11th)	大 Large pod	07-15	08-23	39	263.6 a	105.7
		中 Medium pod	07-15	08-23	39	258.1 ab	103.5
		小 Pod	07-18	08-23	36	249.4 b	-

2.3 同三粒荚间鼓粒进程及粒重的差异

从图 3 可见,各品种(系)主茎中部节的三粒荚(近荚柄粒、中、远)粒间始粒期、终粒期及鼓粒期均表现为相同,鼓粒速度表现为中>远>近,两年结果一致。由表 3 可见,2015 年金元 20、11-109、新大豆 27 及黑农 61 鼓粒期分别为 39,45,39,42 d,中粒粒重较近粒增加 1.5%~10.1%,远粒粒重较近粒

增加 0.8%~5.5%;2016 年金元 20、11-109、新大豆 27、黑农 61 鼓粒期分别为 42,42,36,39 d,中粒粒重较近粒增加 4.3%~6.5%,远粒粒重较近粒增加 1.2%~3.2%。同一荚内不同粒位的粒重差异 2015 年大于 2016 年。三粒荚中粒的鼓粒速度最快,粒重最大、近粒鼓粒速度最慢,粒重最小,远粒介于二者之间。

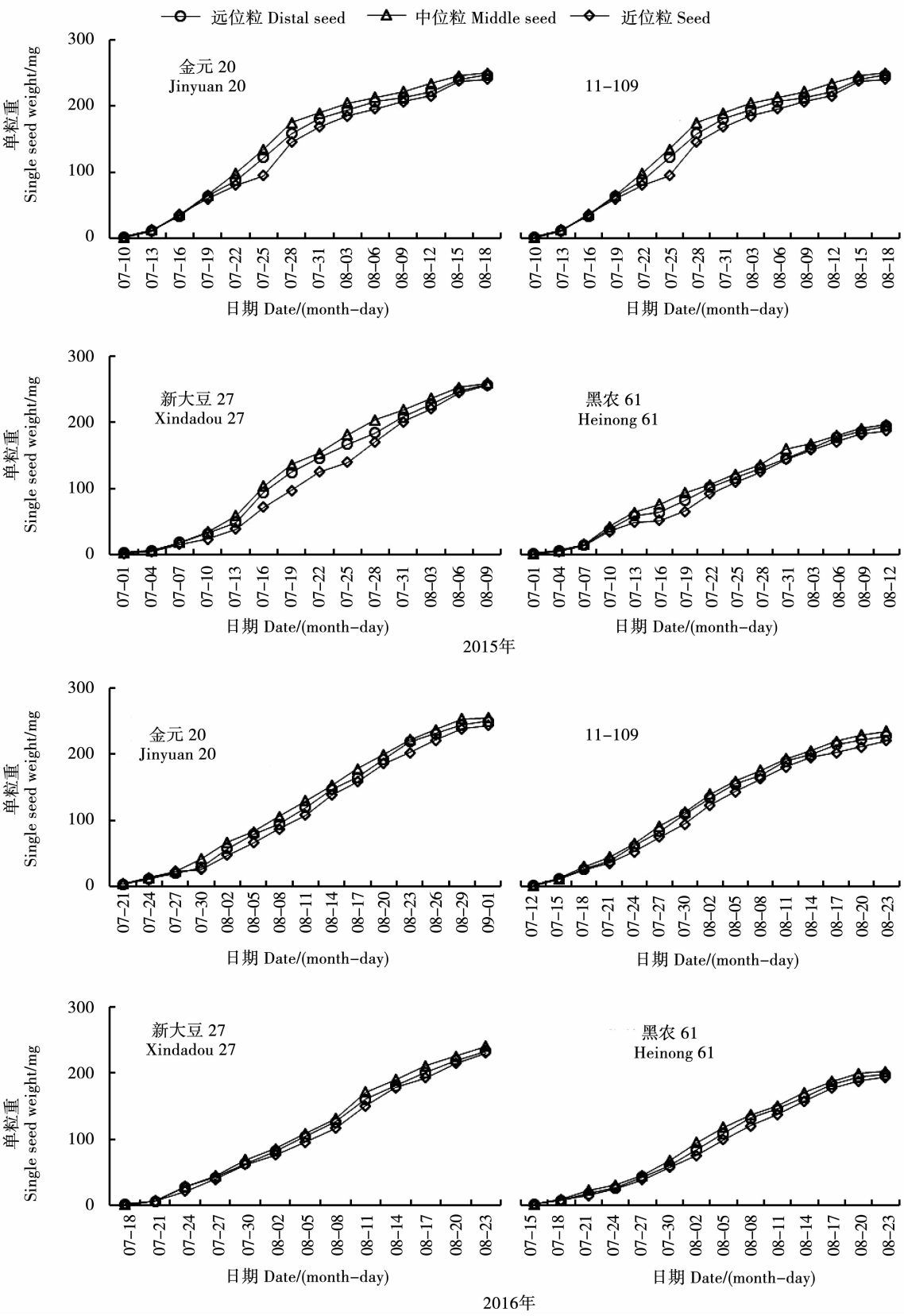


图 3 三粒荚各粒单粒重增长动态差异

Fig. 3 The weight dynamics difference of each single seed in 3 seeds pods

表 3 3 粒荚各粒鼓粒进程及单粒重的差异

Table 3 The difference of seed-bugling and each single seed weight in 3 seed pods

年份 Years	品种(系) Varieties (lines)	粒位 Seed position	始粒期 Initial seed stage /(month-day)	终粒期 Terminal seed stage /(month-day)	鼓粒期 Seed-bugling stage/d	单粒重 Weight per seed/mg	占近粒位 Account for seed/%
2015	金元 20(11 节) Jinyuan 20(11th)	远 Distal seed	07-10	08-18	39	247.0 a	102.7
		中 Middle seed	07-10	08-18	39	249.7 a	103.8
		近 Seed	07-10	08-18	39	240.5 b	-
	11-109(8 节) 11-109(8th)	远 Distal seed	07-01	08-15	45	232.5 ab	105.5
		中 Middle seed	07-01	08-15	45	242.4 a	110.1
		近 Seed	07-01	08-15	45	220.4 b	-
	新大豆 27 号(8 节) Xindadou 27(8th)	远 Distal seed	07-01	08-09	39	257.3 a	100.8
		中 Middle seed	07-01	08-09	39	259.0 a	101.5
		近 Seed	07-01	08-09	39	255.7 a	-
	黑农 61(8 节) Heinong 61(8th)	远 Distal seed	07-01	08-12	42	259.0 ab	103.8
		中 Middle seed	07-01	08-12	42	261.5 a	104.8
		近 Seed	07-01	08-12	42	249.5 b	-
2016	金元 20(17 节) Jinyuan 20(17th)	远 Distal seed	07-21	09-01	42	249.5 ab	102.4
		中 Middle seed	07-21	09-01	42	254.7 a	104.8
		近 Seed	07-21	09-01	42	243.6 b	-
	11-109(11 节) 11-109(11th)	远 Distal seed	07-12	08-23	42	227.7 ab	103.2
		中 Middle seed	07-12	08-23	42	234.9 a	106.5
		近 Seed	07-12	08-23	42	220.5 b	-
	新大豆 27 号(11 节) Xindadou 27(11th)	远 Distal seed	07-18	08-23	36	233.0 a	101.2
		中 Middle seed	07-18	08-23	36	240.3 a	104.3
		近 Seed	07-18	08-23	36	230.3 a	-
	黑农 61(11 节) Heinong 61(11th)	远 Distal seed	07-15	08-23	39	263.8 b	102.4
		中 Middle seed	07-15	08-23	39	269.6 ab	104.6
		近 Seed	07-15	08-23	39	257.7 b	-

2.4 不同品种春大豆产量及产量构成因素的比较

由表 4 可见,4 个品种(系)的产量差异显著。2015 年产量表现为金元 20(黑农 61,11-109) > 新大豆 27,单株粒数表现为金元 20(黑农 61) > 新大豆 27(11-109),收获株数与百粒重差异不显著,品种(系)间产量差异主要是单株粒数差异的结果;2016 年产量、单株粒数均表现为黑农 61,(新大豆 27、11-109) > 金元 20,百粒重表现为黑农 61(11-109) > 新大豆 27(金元 20),单株粒数表现为黑农 61(新大豆 27、11-109) > 金元 20,收获株数差异不显著,品种(系)间产量差异主要是单株粒数和百粒

重差异的结果;2016 年金元 20、11-109、新大豆 27、黑农 61 的产量分别比 2015 年降低 15.4%、1.6%、3.9%、6.9%,百粒重分别降低 6.1%、8.7%、14.1%、5.5%,单株粒数除金元 20 减少 13.1%外,11-109、新大豆 27、黑农 61 分别较 2015 年增加 11.7%、11.9%、0.9%。2016 年金元 20 较 2015 年减产是单株粒数和百粒重共同减少的结果、其它 3 个品种(系)2016 年减产是百粒重大幅度降低的结果。在收获株数和单株粒数相近的情况下,百粒重成为影响产量高低的决定因素。

表 4 产量及产量构成因素
Table 4 Yield and its compositions of soybean

年份 Years	处理 Treatment	收获株数 Plant /(10 ⁴ plants·hm ⁻²)	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight/g	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)
2015	金元 20 Jinyuan 20	28.2 a	40.0 a	83.2 a	24.4 a	5653.1 a
	11-109	29.5 a	32.7 b	74.3 b	25.3 a	5396.1 ab
	新大豆 27 Xindadou 27	28.9 a	34.7 b	71.2 b	25.6 a	5271.1 b
	黑农 61 Heinong 61	27.3 a	36.5 ab	76.9 ab	25.4 a	5333.6 ab
2016	金元 20 Jinyuan 20	28.9 a	27.8 c	72.3 b	22.9 b	4783.8 b
	11-109	27.9 a	35.7 b	83.0 a	23.1 a	5308.6 a
	新大豆 27 Xindadou 27	29.0 a	33.2 a	79.7 a	22.0 b	5063.7 a
	黑农 61 Heinong 61	27.6 a	36.8 a	77.6 ab	24.0 a	4962.9 ab

3 讨 论

随着大豆主茎的节数自下而上不断增加,各节陆续自下而上开花、结荚和鼓粒。春大豆上、下部节位上的籽粒单粒重略小,而中部节位籽粒单粒重较大^[4],夏大豆同一品种的同植株不同节间,最大荚果厚度、荚果增厚速率和鼓粒终期均存在明显差异^[5]。本研究结果表明,高产春大豆品种(系)主茎基部始荚1~3节荚最早开始鼓粒、速度慢、鼓粒期最长、粒重最低,顶部倒1~3节荚鼓粒开始最晚、鼓粒速度最快、鼓粒期最短、粒重介于基部始荚1~3节与顶部倒4~6节之间,顶部倒4~6节荚鼓粒速度和鼓粒期介于基部1~3节(始荚节为第一节)荚与顶部倒1~3节荚之间,粒重最大。籽粒快速灌浆与主茎中上部节位叶片最大叶面积,较长叶柄,更靠近冠层的外围而获得最大光截获,与中部节位荚粒重最大有关^[11-12]。基部节荚的灌浆速度低、粒重最小可能与其叶面积小,光照条件差有关。2016年各品种(系)的始荚节位提高、总节数较2015年增加,节组间的始粒期差异变小、单株鼓粒期缩短。可能由于2016年花荚期(6月、7月)降雨量大(分别为80和48mm),引起植株不同程度的徒长。

同一品种最大荚果厚度变异大小排序为植株间>株内异节间,同节异荚间>同荚异粒间^[5]。三粒荚的各粒间粒重存在明显差异^[4]。本研究结果表明,主茎同节位荚间均表现为大、中荚的始粒期、鼓粒期较小荚长3d,最终单粒重大于小荚粒。三粒荚的粒间鼓粒速度表现为中>远>近粒,鼓粒期相同,最终粒重表现为中>远>近粒;主茎荚鼓粒开始日期、鼓粒期、最终粒重的粒位间差异表现为节组荚间>同节荚间>同荚粒间。与李得孝等^[5]的

荚果厚度增加的差异结果相似。大豆同节位荚间、同荚粒间的最终单粒重差异是鼓粒过程的异步性导致的结果。

同一株大豆不同粒位的粒重差异是不同粒位的鼓粒期长短(开始和结束时间)及粒重增长速度(受内外环境条件的综合影响)共同作用结果。增加大豆主茎的开花结荚节数,是增加单株粒数和产量的重要途径^[13]。随着大豆主茎节数的增加,大豆主茎节位间荚鼓粒进程的差异也将随之增大,同时也可能延长其整株的鼓粒期,增加不同部位荚鼓粒的异步性,进而增大粒重的空间差异,可能导致整株的平均百粒重降低,而不利于产量的提高。在分析外界环境条件对大豆粒重的影响,以及采取增加粒重的措施时,应考虑植株不同节位粒鼓粒的异步性而导致的不同结果。本研究为减少工作量,将主茎自下而上按每3节荚的粒分为一组测定粒重增加动态,可能在某种程度上减少了整株各节位荚间鼓粒进程和粒重的差异。因此,实际上大豆主茎节位的鼓粒进程和粒重的差异要大于本研究结果。有关高产大豆的鼓粒规律有待进一步研究。

4 结 论

高产春大豆不同品种(系)的主茎基部1~3节荚始粒期最早、鼓粒期最长、单粒重最低,顶部倒1~3节荚始粒期最晚、鼓粒期最短,单粒重介于基部1~3节荚与顶部倒4~6节荚之间,顶部倒4~6节荚始粒期和鼓粒期介于基部1~3节与顶部倒1~3节之间,其单粒重最大;同节位先着生的大、中荚比晚着生的小荚始粒早、鼓粒期长、鼓粒速度快、单粒重大;3粒荚鼓粒速度和单粒重均表现为中>远>近粒;鼓粒进程的差异表现为同株异节>同节异荚

>同荚异粒,鼓粒进程的差异随节位差异而增大。鼓粒进程的差异及内外环境条件不同是导致植株不同粒位重差异的主要原因。鼓粒过程对产量的影响是通过影响单粒重实现的。

参考文献

[1] Egli D B, Leggett J E, Wood J M. Influence of soybean seed size and position on the rate and duration of filling[J]. Agronomy Journal, 1978,70:127-130.

[2] Spears J F, TeKrony D M, Egli D B. Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour [J]. Seed Science Technology, 1997, 25:233-244.

[3] 苏黎,张仁双,宋书宏,等. 不同结荚习性大豆开花结荚鼓粒进程的比较研究[J]. 大豆科学,1997,16(3):52-59. (Su L, Zhang R S, Song S H, et al. Comparative studies on flowering pod setting and seed filling of soybeans with different podding habits [J]. Soybean Science, 1997,16(3):52-59.)

[4] 李彦生,刘冰,张秋英,等. 大豆粒重的粒位效应及其空间分布特征[J]. 大豆科学,2010,29(2):218-222. (Li Y S, Liu B, Zhang Q Y, et al. Effect of seed position with pod on seed size and its spatial distribution across main stem in soybean[J]. Soybean Science, 2010,29(2):218-222.)

[5] 李得孝,刘修杰,胡超,等. 大豆节位和粒位对荚果厚度的影响[J]. 大豆科学,2014,33(6):841-847. (Li D X, Liu X J, Hu C, et al. Effect of node and seed position on pod thickness related indexes in soybean[J]. Soybean Science, 2014,33(6):841-847.)

[6] 罗赓彤. 中黄 35 在新疆创大面积高产纪录[J]. 大豆科学,2009,28(6):11-18. (Luo G T. Zhonghuang 35 reached high yield record of large area in Xinjiang[J]. Soybean Science, 2009,28(6):11-18.)

[7] 魏建军,罗赓彤,张力,等. 中黄 35 超高产大豆群体的生理参数[J]. 作物学报,2009,35(3):506-511. (Wei J J, Luo G T, Zhang L, et al. Physiological parameters of super-high yielding soybean cultivar Zhonghuang 35 [J]. Acta Agronomica Sinica, 2009, 35(3): 506-511.)

[8] 王维俊,章建新. 滴水量对中熟大豆超高产田干物质积累和产量的影响[J]. 大豆科学,2015,34(1):60-64. (Wang W J, Zhang J X. Effect of different quantities of drip irrigation on dry matter accumulation and yield of mid-mature soybean for super-high-yielding production[J]. Soybean Science, 2015,34(1):60-64.)

[9] 李春艳,伊力哈木,章建新. 滴水量对春大豆花荚形成及产量的影响[J]. 中国农业大学学报,2015,20(6):46-52. (Li C Y, Yi L H M, Zhang J X. Effects of drip irrigation on flowers pods and yield of spring soybean[J]. Journal of China Agricultural University, 2015,20(6):46-52.)

[10] 章建新,朱倩倩,王维俊. 不同滴水量对大豆根系生长和花荚形成的影响[J]. 大豆科学,2013,32(5):609-613. (Zhang J X, Zhu Q Q, Wang W J. Effect of drip irrigation quantities on roots growth and formation of flowers and pods in soybean[J]. Soybean Science, 2013, 32(5):609-613.)

[11] Koller H R. Analysis of growth with indistinct strata of the soybean community[J] . Crop Science, 1971, 11:400-402.

[12] Willcott J, Herbert S J, Li Z Y. Leaf area display and light interception in short season soybeans[J] . Field Crops Research,1984, 9:173-182.

[13] 章建新,周婷,贾珂珂. 超高产大豆品种花荚形成及其时空分布[J]. 大豆科学,2012,31(5):739-743. (Zhang J X, Zhou T, Jia K K. Formation and space-time distribution of flowers and pods for super-high-yielding soybeans[J]. Soybean Science, 2012,31(5):739-743.)