

# 不同结荚习性大豆开花结荚鼓粒 进程的比较研究<sup>\*</sup>

苏 黎 张仁双 宋书宏

(辽宁省农业科学院 沈阳 110161)

董 钻 谢甫缙 王晓光

(沈阳农业大学 沈阳 110161)

## 摘 要

通过 3 年田间观测,比较研究了 3 种结荚习性不同的大豆品种(有限性铁丰 24 号 亚有限性辽豆 10 号 无限性沈豆 H-5064)开花、结荚、鼓粒进程。铁丰 24 号出苗后第 69.5 天始花,花期 18.5 天,植株中部先开花,渐次向上向下开放;辽豆 10 号出苗后第 52.5 天始花,花期 34 天,植株下部先开花,渐次向上开放;沈豆 H-5064 出苗后第 54.0 天始花,花期 40.5 天,开花次序与辽豆 10 号相同。铁丰 24 号全株结荚率为 33.53%、主花序、副花序、分枝的结荚率分别为 36.84%、48.94%、20.29%,主要结荚部位在植株的中上部;相应地,辽豆 10 号为 35.71%、55.81%、25.00% 和 0,中部结荚居多;沈豆 H5064 为 24.00%、35.92%、12.12% 和 6.67%,豆荚分布均匀。铁丰 24 号 辽豆 10 号、沈豆 H-5064 分别在开花后第 10-19 天、12-22 天、15-26 天豆荚伸长较快,基本接近品种的固有长度和宽度;豆荚厚度增长因品种籽粒灌浆进程而异。3 个品种自幼荚出现至豆荚长成所需时间基本相同(约 63 天)。3 个品种单粒的增重过程符合 Logistic 方程,前期增重缓慢,中期加快,后期又减慢,分别在开花后第 49.4 天、53.5 天、56.6 天籽粒积累速率最快。

**关键词** 大豆;结荚习性;开花;结荚;鼓粒;比较

前人对结荚习性不同的大豆品种的开花次序、结荚特性、鼓粒进程已进行过较多的报道。孙醒东 1936 年于南京、1951 年于保定详细观察了无限和有限结荚习性大豆品种的开花次序、开花持续天数、开花最盛日期,明确了无限性大豆由内向外循向上开花次序;有限

\* 本文于 1996 年 2 月 26 日收到。

This paper was received on Feb. 26, 1996.

性大豆由内向外循向下开花的次序(孙醒东, 1956) 盖钧镒(1984)对 12 个大豆品种 60 个单株的观察表明,有限性品种盛花期短,无限性品种盛花期长,且两种结荚习性大豆的开花次序相同,即均由下向上依次开放。Hanway 等(1971)报道,生产能力不同的 8 个大豆品种,其籽粒干物质积累速率是一致的。Egli(1975)的研究则表明,大豆品种之间在粒重积累速率上是有差异的,同一品种的粒重积累速率也因年份、播期而有较大的差异。昆野(1987)指出,大豆荚皮和籽粒重量的增加比其体积的增加稍迟,籽粒增重又比荚皮增重晚。汪炳良(1994)对矮生菜豆荚粒增重动态的研究也得到了同样的结论。

## 材料和方法

### 1 供试品种及试验设计

本试验于 1993 年至 1995 年先后在沈阳农业大学和辽宁省农业科学院试验田进行。供试品种为有限类型铁丰 24 号,沈农 91-24;亚有限类型辽豆 10 号;无限类型沈豆 H-5064 田间设计采用随机区组法。小区行长 5m,行距 60cm,穴距 20cm,每穴 2 株,5 行区,小区面积  $15\text{m}^2$ ,4 次重复(其中一重复为取样区)

### 2 田间调查项目

(1)生育时期观测:详细记载出苗期、始花期、盛花期、终花期、结荚期、鼓粒期、成熟期和收获期

(2)开花进程测定:从每一结荚习性品种中选有代表性的植株 3 株,自开花之日起,每日记载开花节位及开花数量。

(3)荚粒形成进程测定:在荚长 1-1.5cm 时,第一次取荚。之后,每隔 7 天取荚一次,每次取荚 20 个,测定豆荚的长、宽、厚度和鲜重。在每次取荚的同时,选择“相似荚”20 个以上,挂牌标记(为防止脱落,而多标记几个荚),以备下一次取样之用,如此直至成熟。当所取豆荚自然风干后,将豆荚剥开,荚皮、籽粒分别称重,最后统计,计算籽粒增重动态。

### 3 籽粒品质测定

籽粒蛋白质含量的测定采用半微量凯氏定氮法。脂肪测定采用残余法

## 结果与分析

### 一、不同结荚习性大豆开花进程的比较

#### 1. 出苗至始花日数

有限性大豆品种铁丰 24 号、亚有限性品种辽豆 10 号和无限性品种沈豆 H-5064 自出苗至始花日数分别为 69.5 天、52.5 天和 54 天。辽豆 10 号和沈豆 H-5064 和始花期比较接近,二者与铁丰 24 号之间差异达到 1% 显著水准。

#### 2. 始花期、终花期和开花持续时间

1995 年的气候条件下,铁丰 24 号、辽豆 10 号、沈豆 H-5064 均于 5 月 13 日出苗,但始花期和开花持续天数却有很大的差异。表 1 资料表明,铁丰 24 号始花期较晚,为 7 月 20-24 日,终花期为 8 月 9-10 日;辽豆 10 号始花期较早,为 7 月 5-6 日,终花期为 8 月

7-8日;沈豆 H-5064始花期也较早,为7月7日,终花期为8月13-17日。辽豆10号的开花持续时间(34天)、沈豆 H-5064的开花持续时间(40.5天)远远超过铁丰24号(18.5天)。由表1还可看出,结荚习性不同的3个品种,由终花至成熟所需日数却是很接近的。

表1 3种结荚习性品种的始花期、终花期和开花持续时间(1995)

Table 1 Comparison of flowering date, ending flowering date and flowering days among the 3 soybean varieties

品种 Varieties	样本 Sample plant	始花期 (月、日) Date of initial flowering	终花期 (月、日) Date of ending flowering	花期(天) Flowering days	成熟期 (月、日) Date of maturity	终花期-成熟期(天) Days from ending of flowering to maturity
铁丰24号 Tiefeng No. 24	No. 1 No. 2	7.20 7.24	8.9 8.10	21 16	9.30 93.0	52 51
辽豆10号 Liaodou No. 10	No. 1 No. 2	7.5 7.6	8.7 8.8	34 34	9.26 9.26	50 49
沈豆 H-5064 Shendou H-5064	No. 1 No. 2	7.7 7.7	8.17 8.13	43 38	10.4 10.4	48 52

对每日连续观测的单株开花数进行微机处理后,我们发现,每日开花数呈常态分布,铁丰24号在始花后第10天开花最多,单株每天平均开花达12.9朵;辽豆10号在始花后第14天开花最多,单株每天7朵;而沈豆 H-5064在始花后第21天开花最多,单株每天开花10.1朵。

### 3. 开花期生物产量的积累

表2 3个品种开花期生物产量积累(1995)

Table 2 Biological yield accumulation in flowering stages of 3 soybean varieties

品种 Varieties	始花期生物 产量(g) Biological yield in initial flowering	盛花期生物 产量(g) Biological yield in bloom stage	终花期生物 产量(g) Biological yield at ending of flowering	始花-盛花生物 产量积累(g) Biological yield accumulation from initial flowering	盛花-终花生物 产量积累(g) Biological yield accum- ulation from bloom to flowering ending
铁丰24号 Tiefeng No. 24	25.72	36.95	44.00	11.23	7.05
辽豆10号 Liaodou No. 10	10.40	25.86	31.95	15.46	6.09
沈豆 H-5064 Shendou H-5064	17.05	33.20	38.70	16.15	5.50

表2资料说明,不同结荚习性大豆品种始花期单株生物产量的储备是不同的,即实现由营养生长向生殖生长转变所积累的生物产量各不相同。有限性品种铁丰24号植株始花期生物产量储备多(25.72g),亚有限性和无限性品种植株则在生物产量储备较少(辽豆10号为10.40g;沈豆 H-5064为17.05g)的情况下即已开花。自始花至盛花,铁丰24号生物产量积累少(11.23g),而辽豆10号、沈豆 H-5064生物产量积累相对较多,分别为

15. 46g, 16. 15g 从表 2 还可看出, 在开花期, 3 个品种生物产量的积累主要是在始花至盛花期间完成的, 盛花至终花期间积累较少。

## 二、不同结荚习性大豆结荚状况的比较

### 1. 结荚部位

铁丰 24 号的主要结荚部位在植株的中上部, 尤其以顶部结荚居多; 辽豆 10 号的主要结荚部位在第 14-20 节, 第 14 节以下和第 20 节以上较少; 沈豆 H-5064 的豆荚分布相对比较均匀, 但以中上部较多。

从豆荚在主茎和分枝上的分布看, 亚有限性辽豆 10 号和无限性沈豆 H-5064 的豆荚主要集中在主茎上, 有限性铁丰 24 号豆荚虽然分布在主茎上, 但分枝上的豆荚也不在少数。

### 2. 结荚率

表 3 列举了 3 个大豆品种单株主茎主、副花序以及分枝上的开花数目和结荚数目。

表 3 结果表明, 辽豆 10 号单株开花数量为 140 朵, 结荚率为 35. 71%; 沈豆 H-5064 开花数多达 250 朵, 结荚率却只为 24%, 铁丰 24 号共开花 173 朵, 结荚率为 33. 58%。一般认为, 大豆结荚率因品种, 外界环境, 栽培措施而异, 至于与结荚习性有多大的关系, 因资料有限, 尚难做出定论。

表 3 不同结荚习性品种的开花结荚数及结荚率 (%) (1995)

Table 3 Comparison of number of flower, pod and rate of pod setting in soybeans with different podding habits

结荚习性 Podding	品种 Varieties	开花、结荚数 (朵、个) Number of flower and pod				结荚率 (%) Rate of pod set			
		全株 Total	主花序 Racemes	副花序 Sobraceme	分枝 Branches	全株 Total	主花序 Racemes	副花序 Sobraceme	分枝 Branches
		花 Flower	荚 Pod	花 Flower	荚 Pod	花 Flower	荚 Pod	花 Flower	荚 Pod
有限性 Determinate	铁丰 24 号 Tiefeng No. 24	173	57	47	69	33. 53	36. 84	48. 94	20. 29
	辽豆 10 号 Liaodou No. 10	140	86	8	46	35. 71	55. 81	25. 00	0. 00
亚有限性 Semideterminate	沈豆 H-5064 Shendou H-5064	250	142	33	75	24. 00	35. 92	12. 12	6. 67
	铁丰 24 号 Tiefeng No. 24	60	51	4	5				

从表 3 还可看出, 副花序的结荚数和结荚率均以铁丰 24 号为最高; 辽豆 10 号副花序的开花数和结荚数均最低; 沈豆 H-5064 副花序开花数虽多, 但结荚数却很少。由此可见, 副花序对于有限性大豆植株开花和结荚是比较重要的, 而对于亚有限性、无限性品种来说, 主花序则是植株的重要结荚部位。这一结论同盖钧镒 (1984) 研究结果基本一致。在生产上, 对于以主茎结荚为主的品种, 可以适当地增加其种植密度; 而对于分枝结荚较多且副花序所起作用较大的品种来说, 则不宜种植太密, 以适当稀植为好。

### 三、不同结荚习性大豆荚粒形成的比较

#### 1. 豆荚大小的变化

我们对豆荚生长进程的测定,是从幼荚长至 1.0- 1.5cm 时起开始第一次取样的。在豆荚长成之前共取样十余次。测定结果如图 1(a)、(b)、(c)所示。从图 1(a)可以看出,铁丰 24 号、辽豆 10 号和沈豆 H- 5064 的豆荚长度分别在开花后第 10- 19 天、12- 22 天、15- 26 天基本接近品种固有的长度(5.0cm; 4.8cm; 4.7cm),以后变化平缓。豆荚宽度的增长过程同豆荚长度的增长极其相似 [图 1(b)],即快速达到恒定水平,之后,宽度增长速度即明显减缓。与长度、宽度增长速度相比,豆荚厚度的增长过程则相对平缓。一直延续到豆荚变黄之前,而后又有所下降 [图 1(c)]。从图 1(c)还可看出,沈豆 H- 5064 豆荚厚度自始至终小于铁丰 24 号和辽豆 10 号,这于该品种籽粒偏小有关。在鼓粒初期,铁丰 24 号荚厚度大于辽豆 10 号,大约从开花后第 33 天之后,辽豆 10 号豆荚厚度超过了铁丰 24 号。这显然是二品种籽粒的灌浆进程不同所致。

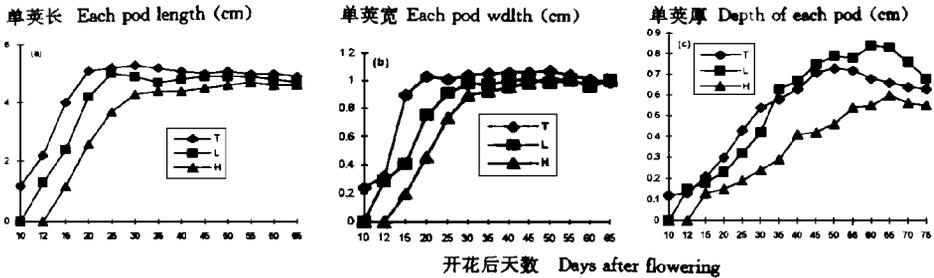


图 1 豆荚长度 (a)、宽度 (b)、厚度 (c) 变化曲线

Fig. 1 Length(a), width(b) and depth(c) accumulation of soybean pod

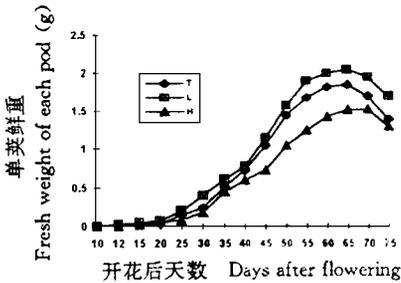


图 2 豆荚鲜重变化曲线

Fig. 2 Fresh weight accumulation of soybean pod

次。8次测定的结果如表 4 所示

根据表 4 资料进行统计的结果表明, (1)大豆籽粒干重的增长符合 Logistic 曲线方程; (2)铁丰 24 号、辽豆 10 号、沈豆 H- 5064 籽粒干重增长速率最快的时间分别出现在开花后的第 49.4 天、53.3 天、56.6 天。

#### 2. 豆荚鲜重的变化

铁丰 24 号、辽豆 10 号和沈豆 H- 5064 豆荚鲜重在开花后基本上呈直线上升趋势,分别于开花后第 65 天、67 天、71 天达到最大值,在达到最大鲜重值之后迅速下降 (图 2)。

#### 3. 籽粒干重的增长

从幼小的籽粒能够辨别时,即将其从幼荚中剥离出来称重。品种不同,第一次称重的时间也不完全一致:铁丰 24 号、辽豆 10 号和沈豆 H- 5064 3 个品种第一次籽粒称重分别是在开花之后第 24、26、29 天,之后每隔 7 天测定一

表 4 不同结荚习性大豆品种籽粒风干重的增长

Table 4 Seed weight accumulation of soybean with different podding habits

铁丰 24号 Tiefeng No. 24		辽豆 10号 Liaodou No. 10		沈豆 H- 5064 Shendou H- 5064	
开花后天数 Days after flowering	单粒重 One seed weight (mg)	开花后天数 Days after flowering	单粒重 One seed weight (mg)	开花后天数 Days after flowering	单粒重 One seed weight (mg)
24	0.36	26	0.85	29	1.02
31	6.96	33	8.48	36	9.66
38	26.79	40	19.32	43	20.00
45	91.79	47	55.09	50	47.46
52	126.07	54	99.15	57	81.36
59	153.25	61	139.66	64	113.56
66	178.45	68	188.14	71	145.76
73	210.13	65	210.85	78	175.25

## 4. 籽粒品质的变化

以结荚习性不同的 3 个品种沈农 91- 24(有限性), 辽豆 10号(亚有限性)和沈豆 H- 5064(无限性)为试材, 自第一次取样起(荚长 3.5- 4cm), 每隔 1周取样一次, 最后将历次所取的样品同时进行了品质测定, 所得结果列于表 5

从总的趋势看, 籽粒蛋白质含量的积累均表现为前期高, 中期下降, 后期略有回升; 而籽粒脂肪含量则是持续稳定增加的, 只是在接近成熟时, 稍有下降。

表 5 3 个大豆品种蛋白质(干基%)、脂肪(干基%)的积累(1995)

Table 5 Protein and fat accumulaton in seeds of 3 soybean varieties

第一次采样 后周数 Weeks after first sampling	沈农 91- 24 Shennong 91- 24		辽豆 10号 Liaodou No. 10		沈豆 H- 5064 Shendou H- 5064	
	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	蛋白质 Protein	脂肪 Fat
0 第一次采样	52.56	-	48.54	2.37	48.71	1.83
1	46.18	5.72	43.82	7.10	43.65	4.81
2	41.38	11.88	43.38	9.87	44.00	8.27
3	39.63	17.35	41.81	18.28	42.96	12.53
4	40.85	19.53	41.21	20.79	42.78	19.45
5	42.60	19.42	40.50	21.70	42.60	20.56
6	41.90	18.64	41.56	19.45	44.35	18.98
7	42.08	19.03	43.47	18.97		17.10

脂肪形成过程中存在快速积累阶段, 沈农 91- 24在第一次采样后 1- 4周脂肪含量迅速增加, 辽豆 10号、沈豆 H- 5064则在第一次采样后 2- 5周出现快速积累。沈农 91- 24籽粒蛋白质含量的开始增加期(采样后 3- 5周)晚于脂肪含量的快速积累期(采样后 1

- 4周),辽豆 10号和沈豆 H- 5064有同样的规律。

## 结 语

1. 不同结荚习性大豆在始花、盛花、开花持续时间诸方面是有差异的。有限性大豆始花晚,花期短,亚有限性和无限性大豆始花相对较早,花期也长。

2. 有限性大豆的开花次序由中部开始,逐渐向上向下开放;亚有限性和无限性大豆的开花次序均由下而上依次开放。有限性大豆的副花序结荚率高;亚有限性、无限性大豆的主花序结荚率高。

3. 有限性大豆在实现由营养生长向生殖生长转变时的生物产量积累多,而亚有限性和无限性大豆在生物产量储备较少的情况下即已进入生殖生长阶段。

4. 豆荚形成过程中,豆荚长度、宽度快速达到恒定水平之后,增长速度减缓。豆荚厚度的增长晚于豆荚长、宽的增长。在这方面,3种结荚习性大豆之间未发生有什么差异。

5. 籽粒干重的增长符合 Logistic 曲线方程。有限性品种铁丰 24号籽粒干重增长速率最快的时间比亚有限性品种辽豆 10号早,辽豆 10号又比无限性品种沈豆 H- 5064更早些。

6. 籽粒形成过程中,蛋白质含量(干基%)呈现前高,中降,降后略有回升趋势;脂肪含量(干基%)呈持续稳定增加趋势。在这方面,未发现在结荚习性之间有什么明显的差别。

## 参 考 文 献

- [1] 孙醒东,1956,大豆,科学出版社
- [2] 赖先齐,1963,中国农业科学,(3)47- 49
- [3] 曹大铭,1982,作物学报,8(2)81- 86
- [4] 祝其昌,1984,大豆科学,3(4)318- 326
- [5] 盖钧镒,1984,南京农学院学报,(4)6- 18
- [6] 孙卓韬,董钻,1986,大豆科学,(2)91- 101
- [7] 张秋荣,1984,大豆科学,(4)332- 338
- [8] 汪炳良,1994,园艺学进展,548- 553
- [9] 昆野昭晨,1979,苗以农译自《农业および园艺》,第54卷,第3- 4号
- [10] EgLi. D. B. 1975, Canadian Journal of Plant Science, 55(1): 215- 219
- [11] Hanway. J. J., and C. R. Weber, 1971, Agron. J 63 263- 266

## COMPARATIVE STUDIES ON FLOWERING POD SETTING AND SEED FILLING OF SOYBEANS WITH DIFFERENT PODDING HABITS

Su Li Zhang Renshuang Song Shuhong

(*Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang* 110161)

Dong Zuan Xie Futi Wang Xiaoguang

(*Shenyang Agricultural University, Shenyang* 110161)

### Abstract

Through field tests and observation in 3 years, comparative studies were made on flowering, pod setting and seed filling of three soybean varieties with different podding habits (Tiefeng No. 24, determinate; Liaodou No. 10, semi-determinate; Shendou H-5064, indeterminate).

The time of initial flowering of Tiefeng No. 24 occurred at 69 days after emergency, and it flowered for 18.5 days, initial flowers appeared on the middle part of the main stem, then other flowers bloomed gradually up and down along the stem. The time of initial flowering of Liaodou No. 10 occurred at 54 days after emergency, it was 34 days of flowering season, the flowering order was basically from the lower to the upper. The time of initial flowering of Shendou H-5064 occurred at 55 days after emergency, it had 40.5 days of flowering season, the flowering order was just the same as that of Liaodou No. 10. The rate of pod set of Tiefeng No. 24 was 33.53%, the rate of pod set of main raceme was 36.84%, those of subraceme and branch were 48.94%, 20.29% respectively, the main position at which pods set was on the upper part of the main stem; while those of Liaodou No. 10 were 35.75%, 55.81%, 25.00% and 0, the main position at which pods set was on the middle part of the main stem; those of Shendou H-5064 were 24.00%, 35.92%, 12.12% and 6.67%, the pods were distributed balance along the plant. The pod setting Tiefeng No. 24, Liaodou No. 10 and Shendou H-5064 increased faster from 10 days to 16 days, 12-21 days and 15-26 days after flowering respectively, and reached the given length and width were approximately the same. The three varieties have a similar period of pod growth (63 days approximately). The seed weight accumulations of the three varieties could be modelled by Logistic equation. The highest rates of seed weight accumulation occurred at 49.4, 53.3 and 56.6 days after flowering.

**Key words** Soybean; Podding habits; Bloom; Pod set; Pod filling; Pod filling; Comparison