

大豆重要农艺性状的发育动态分析

杜玉萍,孙德生,李文滨

(东北农业大学大豆研究所,国家教育部大豆生物学重点实验室,哈尔滨 150030)

摘要 利用中美栽培品种 Charleston 和东农 594 进行杂交,经多代自交,获得由 143 个株系组成的 RILs(recombinant inbred lines)群体。以亲本和 RIL 群体为研究材料,分析了大豆生长过程中株高、主茎节数、主茎荚数、百粒重、蛋白质含量、脂肪含量的发育动态。结果表明:株高、主茎节数都呈逐渐增加的变化趋势,在 8 月 6 日左右接近最终值。主茎荚数呈先增加后降低的变化,在 8 月 24 日达到最大值,之后由于荚的脱落开始下降。百粒重的变化呈“S”形曲线,在开花后 70 d 接近最终重量。蛋白质含量呈先降后升的变化趋势,在开花后 50~60 d 达最低值,以后开始回升。脂肪含量持续增加,开花后 70 d 达最大值。

关键词 大豆;农艺性状;发育动态

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)03-0338-05

DYNAMIC CHANGE OF AGRONOMIC TRAITS IN SOYBEAN

DU Yu-ping, SUN De-sheng, LI Wen-bin

(Soybean Research Institute of North - East Agriculture University, Key Laboratory of Soybean Biology Ministry of Education, Harbin 150030)

Abstract One hundred and forty three recombinant inbred lines(RILs) derived from a cross between soybean cultivars Charleston and Dongnong 594 were used to study developmental performance of plant height, nodes on main stem, pods on main stem, 100-seed weight, protein content and oil content with growth of soybean plant in parents and RIL population. The results showed that plant height and nodes on main stem increased continuously and reached nearly final level after August 6. Pods on main stem increased quickly before August 24 and then declined owing to abortion of young pods. 100-seed weight had a increasing of “s” line and reached final weight 70 days after flowering. Protein content showed a decline-and-then-increase trend and got it's lowest point 50~60 days after flowering. Oil content increased continuously and reached the highest level 70 days after flowering.

Key words Soybean; Agronomic traits; Dynamic change

大豆既是人类重要的植物蛋白和脂肪来源,又是重要的饲料作物。研究大豆产量、生育和品质性

状的发育规律,提高大豆产量,改良大豆品质是大豆育种的重要目标。大豆的多数性状是由多基因控制

收稿日期:2006-12-19

基金项目:863 项目(2003AA207060)

作者简介:杜玉萍(1980-),女,硕士,研究方向大豆分子标记。

通讯作者:李文滨教授,博士生导师。E-mail:wenbinli@yahoo.com

的数量性状,其表现很大程度上受环境的影响。

大豆株高、主茎节数对产量的形成有重要的影响,研究其发育规律有助于了解产量形成的机制。株高是多基因控制的数量性状,应用传统的统计分析方法,很多人对它的发育规律进行了研究。株高与产量的相关系数一般认为在 0.3~0.45 之间。多数实验得出株高和主茎节数与产量正相关。大豆主茎荚数、百粒重是重要的产量性状。潘瑞炽等^[1]在公主岭的气候条件下,以小金黄一号对百粒种子干重研究表明,从开花后 30d 到开花后 50d 百粒重迅速增加,50d 之后则增加较少。王岳琼^[2]以不同株型大豆的研究表明,籽粒干物质积累呈“S”型曲线。大豆蛋白质、油分是大豆的重要品质性状,也是重要的经济性状,研究其发育规律,改善大豆品质是大豆育种的重要目标之一。对于大豆种子在发育过程中,油分和蛋白质的积累,许多人对此进行了一定的研究。蛋白质含量的积累动态变化不同的人研究的结果不一致,而且还受生长的环境条件影响,脂肪含量的积累动态变化的研究结果趋向于一致。邱丽娟等^[3]用 3 个类型、5 个化学成份含量不同的品种进行观察表明,同一品种单粒种子蛋白质和脂肪毫克数的积累形式相同,但类型间存在差异;不同大豆品种新鲜种子的蛋白质和油分含量均随种子发育而呈增加趋势;在种子发育过程中,烘干种子的蛋白质含量的变化,在高蛋白质大豆中呈增加趋势,而在高油大豆中,则保持相对持平趋势;烘干种子的脂肪含量的变化,在高蛋白质大豆中无明显增加,而在高油大豆中则持续增加;兼用型大豆的蛋白质和油分含量的变化分别与高蛋白大豆和高油大豆相似。张恒善等^[4]认为在大豆发育过程中蛋白质、油分绝对含量呈递增曲线,其增加和积累速度受增加快慢和蛋白质、油分高低两个因素制约。

蛋白质相对含量呈“前急后缓”下降曲线,油分相对含量呈前低、中高、后降曲线,也有呈下降后稍有回升的特点。蛋白质含量呈现前高、中降或降后稍有回升趋势,油分含量初期高,成熟时亦高。苏黎等^[5]认为,籽粒蛋白质含量积累表现为前期高、中期下降,后期稍有回升,而籽粒油分含量则是持续稳定增加的,只是在接近成熟时稍有下降。王晓光^[6]应用 3 个结荚习性不同的品种对蛋白质、脂肪含量的积累研究表明,在大豆籽粒形成过程中,蛋白质的对含量呈“高一低一高”变化动态。大约在第一次取样后第 3~5 周,蛋白质含量降至最低值,而后开

始增长。随着籽粒的形成。脂肪含量一直呈增长趋势,而且自第一次取样后第 2 周开始快速增长;但籽粒成熟时却略有下降。陈丽华^[7]通过研究在不同肥力水平蛋白质、脂肪含量的积累,认为不同品种在不同肥力水平下蛋白质含量变化趋势是不一样的。在零肥水平下高蛋白品种东农 42 随生育进程一直呈上升趋势,而在中肥下则表现为先升高,后降低,而后又升高的变化趋势,在高肥水平表现先升高后降低的变化趋势。蛋白质含量一般的品种在三种肥力水平下都表现先降低后升高的变化。对于脂肪含量,三个品种在三个肥力水平下变化趋势一致,都是持续升高后期稍有下降。本文以两个地理和遗传远缘的品种(系)杂交得到的重组自交系群体为材料,分析了大豆生长过程中株高、主茎节数、主茎荚数、百粒重、蛋白质含量、脂肪含量的发育动态。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究以遗传差别比较大美国半矮秆大豆品种 Charleston 为母本,东农稳定大豆品系东农 594 (Dongnong 594)为父本,于 1996 年进行杂交得到杂种 F₁,1997 年种植 F₁单株自交得到 F₂,在 F₂共选出 200 株,并通过南繁加代和实验田种植得到 F_{2:12}代株系,建立重组自交系(RILs)。F₂代采用单粒传法的方式繁殖;在 F₃~F₁₂代采用株系内混合收获播种。由于田间种植和其它不可控制原因损失了部分株系,最终获得 143 个株系。

1.2 农艺性状

RILs 群体和亲本于 2006 年在东北农业大学香坊农场试验田种植,随机区组设计,5 m 行长,3 次重复,精量点播,株距 0.6 m,5 月 3 日播种,5 月 18 日左右出苗,进行田间调查,田间管理同一般大田,根据株系的熟期不同,分期收获。收获后进行室内考种。

1.2.1 株高和主茎节数的调查 从 50% 株系都已经展开第一片三出复叶(V2 期、6 月 16 日)开始,在每行中间挑选有代表性的 5 株挂上标牌,测量其从地面到生长点的高度,同时调查从子叶节算起的节数,每 10 d 测一次相同植株的高度和节数,直到大多数株系株高基本停止生长为止。

1.2.2 主茎荚数的调查 从 7 月 25 日开始(R3 期)调查挂牌 5 株的主茎荚数,以大于 2 cm 作为有效

荚,每 10 d 一次,直到 9 月 4 日大多数株系荚数不再增加。

1.2.3 百粒重、蛋白质含量、脂肪含量的测定

以株系内 50% 植株有花出现作为该株系的开花期,分别记录每一株系的花期,从开花后 30 d 开始,每 10 d 取一次样,取样时摘取每一株系内植株 5~7 节的荚,保证每个株系都在 200 粒以上,直至籽粒成熟。取完样后,剥出籽粒,称豆粒鲜重,并记录粒数,于 105 ℃ 烘箱内烘 30 min,然后置 70 ℃~80 ℃ 烘箱烘干至恒重,称豆粒干重,粉碎备用。蛋白质含量测定采用半微量凯氏定氮法,脂肪含量采用残余法。

2 结果与分析

2.1 群体及亲本农艺性状的发育动态

从大多数株系第一片三出复叶完全展开(V2) 6 月 16 日开始调查株高、节数的发育动态变化,从图 1、图 2,可以看出,群体和亲本株高、节数两形态性状的发育变化基本一致都是持续增加,群体均值接近父本东农 594(D),母本(C)前期略高于父本后期低于父本。在 7 月 16 日以后,株高、节数的群体均值逐渐超过了东农 594,表现了普遍的超亲优势,株高、节数的发育进程都呈现“慢、快、慢”的变化。8 月 6 日 Charleston 的节数已不再增加。

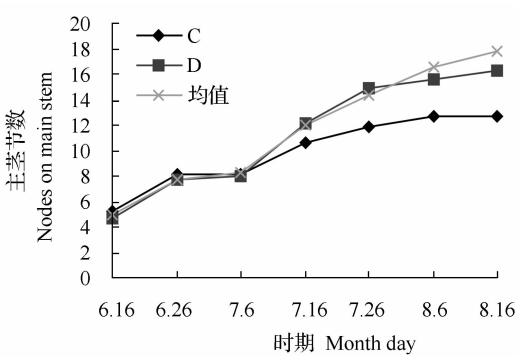


图 2 主茎节数的发育动态

Fig. 2 Dynamic change of nodes on main stem

本东农 594 (D) 的荚数多于母本 Charleston, 母本 Charleston 的荚数多于群体均值,只是在 8 月 24 日以后群体均值才与母本基本持平。可见大多数株系的荚数接近于母本水平。

从图 4 可以看出,从开花后 30d 百粒重持续增加,到开花后 70 d 趋近于恒重。从 50 d 到 70 d 百粒重增加比较快,这正好是大豆生长发育的鼓粒期。在最终时期东农 594 百粒重接近 20 g,Charleston 百粒重仅在 15 g 左右,群体均值在双亲的均值左右。

图 3 主茎荚数的发育动态

Fig. 3 Dynamic change of pods on main

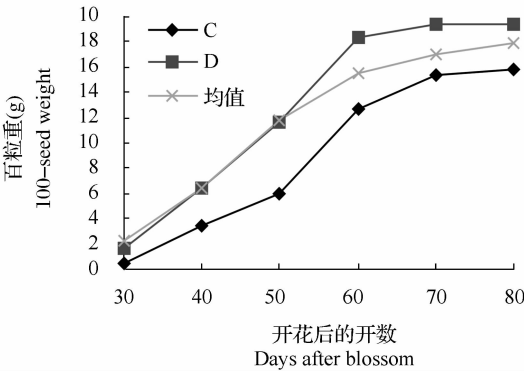


图 4 百粒重的积累动态

Fig. 4 Dynamic change of 100 - seed weight

图 1 株高的发育动态

Fig. 1 Dynamic change of plant height

从 7 月 25 日开始大多数株系都已经结荚,这时进行主茎荚数的发育调查。从图 3 可以看出,两亲本荚数持续增加,在 8 月 14 日达到最大值,而群体均值在 8 月 24 日达到最大值,之后由于荚的脱落荚数逐渐减少。群体均值最大值来的晚的原因可能是一些无限结荚习性品系顶部新荚的发育掩盖了其他株系荚的脱落,供给了均值的增加。群体均值的增加速度小于亲本。在每个发育时期都可以看到,父

从图 5 可以看出,亲本和群体均值的蛋白质含量都呈先降后升的变化,在 50 ~ 60d 达到含量的最低值,这与前人的研究结果基本一致。在各时期父本东农 594 的蛋白含量都高于母本 Charleston,群体均值介于两亲本之间。

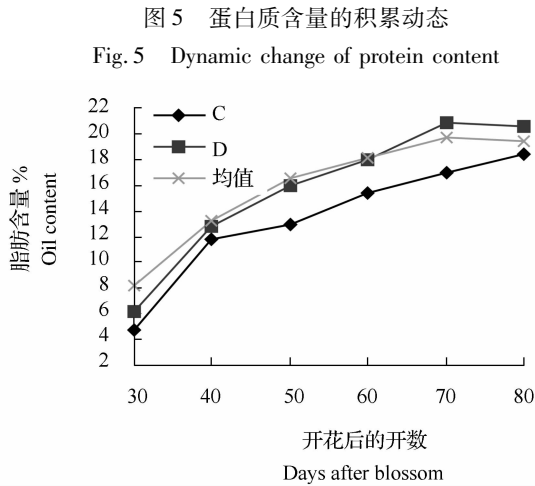


图 6 脂肪含量的积累动态
Fig.6 Dynamic change of oil content

从图 6 可以看出,亲本和群体均值的脂肪含量从开花后 30 d 持续增加,到 70 d 东农 594 和群体均值基本达到最大值,之后略有降低,而此时 Charleston 的脂肪含量还在增加,这可能是由于 Charleston 是晚熟品种,籽粒发育进程比较慢,脂肪含量达到最大值也比较晚。在各时期东农 594 的脂肪含量都高于 Charleston,脂肪含量的群体均值与东农 594 相近,在开花后 30 ~ 60 d 略高于东农 594,在 60 ~ 80 d 略低于东农 594。脂肪含量的这种变化规律与邱丽娟等^[3]的研究结果基本一致。

2.2 群体农艺性状的遗传相关分析

从表 1 可以看出,百粒重、脂肪含量与发育时期呈极显著正相关,株高、主茎节数与发育时期呈显著正相关,主茎荚数、蛋白质含量与发育时期相关性不明显。株高、主茎节数、主茎荚数、百粒重之间的正相关都达显著水平,甚至极显著水平。品质性状蛋白质含量、脂肪含量与产量性状百粒重,形态形状株高、主茎节数之间无显著相关性。蛋白质含量与主茎荚数呈显著负相关,而脂肪含量与主茎荚数呈显著正相关。蛋白质含量与脂肪含量之间呈极显著负相关。这些相关性与前人的研究结果基本相同。

3 讨论

虽然有一些关于大豆农艺性状的发育动态研究报道,但像本研究用 100 多份材料去研究重要农艺性状的发育动态还不多,本研究对群体和亲本的重要农艺性状的发育动态进行了分析,试图探索大豆生长发育的一般性规律。

表 1 群体农艺性状的相关分析
Table 1 Correlative analysis of agronomic traits in RIL population

性状 Traits	时期 Date	株高 Plant height	主茎节数 Nodes on main stem	主茎荚数 Pods on main stem	百粒重 100 – seed weight	蛋白质含量 Protein content
株高 Plant height	0. 8660 *					
主茎节数 Nodes on main stem	0. 8882 *	0. 9238 **				
主茎荚数 Pods on main stem	0. 6181	0. 3670 **	0. 3868 **			
百粒重 100 – seed weight	0. 9933 **	0. 4735 **	0. 4467 **	0. 1927 *		
蛋白质含量 Protein content	0. 2306	0. 0643	0. 0728	–0. 1383 *	0. 1603	
脂肪含量 Oil content	0. 9468 **	0. 0453	0. 1442	0. 1902 *	–0. 0301	–0. 2220 **

注: *, ** 分别表示在 0.05, 0.01 的显著水平
Note: *, ** indicate significant level at 0.05 and 0.01 respectively

株高和节数随着大豆的生长一直增加,在后期速度放慢,这与汪自强^[8] 研究结果基本一致,在亲本之间并没有发现周勋波^[9] 的研究结果,亚有限结荚习性品种的株高和节数最大生长速率均高于有限结荚习性品种,且出现高峰期较晚。象赵晋忠^[10] 的研究结果一样,在本研究中也发现在整个籽粒积累时期,百粒重总趋势是上升的,早熟品系(东农 594)的百粒重始终高于中晚熟品种(Charleston),并先于晚熟品种达到最大值。

本试验的结果表明,群体及亲本的蛋白质含量都是高、低、高的变化规律,只是在变化程度上稍有差别,这与张恒善^[4]、苏黎^[5]、王晓光^[6] 的结果基本一致。而与 Rubel^[12] 的蛋白质含量持续增加的研究结果不同。父本及群体均值的脂肪含量呈现前低、中高、后降的趋势,含量最高值出现在开花后 70d,这与邱丽娟等^[3]、Rubel^[12] 的研究结果基本一致,而母本 Charleston 的脂肪含量持续增加,这与雷勃钧^[11]、Yajdi – Samadi^[13] 的研究结论相似。这些不同可能是因为不同品种类型的大豆的生长发育存在差异。

在各性状的相关分析中,形态、产量性状与单株产量显著相关,品质性状与单株产量无显著相关,就是说,通过产量、形态性状的选择要比品质性状选择选出高产品种的机会大。蛋白质含量与脂肪含量的显著负相关在我们的研究中也得到验证。

参 考 文 献

[1] 潘瑞炽,徐淑敏. 大豆种子形成过程中脂肪的积累[J]. 植物

生理学通讯,1963,(2):33 – 35.

[2] 王岳琼. 不同株型大豆某些理化性状的研究[D]. 东北师范大学硕士学位论文,2003,21 – 23.

[3] 邱丽娟,王金陵,孟庆喜. 大豆种子发育过程中蛋白质和脂肪积累特点的初步研究[J]. 中国农业科学,1990,23(5):28 – 32.

[4] 张恒善,付艳华,孙志石. 大豆种子脂肪和蛋白质积累规律的研究[J]. 大豆科学,1993,12(4): 296 – 300.

[5] 苏黎,董钻,张仁双,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):237 – 243.

[6] 王晓光,董钻,谢甫绋. 荚粒形成和籽粒品质变化的比较[J]. 辽宁农业科学,2000,(3):1 – 3.

[7] 陈丽华,李杰,刘丽君,等. 大豆蛋白质的积累动态及其与产量形成的关系[J]. 东北农业大学学报,2002,33(2):116 – 124.

[8] 汪自强,Simon Cheche,董明远,等. 不同熟期春大豆若干生长性状比较研究[J]. 浙江农业大学学报,1999,18(2):284 – 288.

[9] 周勋波,吴海燕,姜德锋,等. 不同结荚习性大豆株型特征与产量表现[J]. 中国油料作物学报,2004,26(2):61 – 64.

[10] 赵晋忠. 不同大豆品种品质的生化研究[D]. 山西农业大学硕士研硕士学位论文,2003,18 – 21.

[11] 雷勃钧,尹光初,卢翠华,等. 大豆种子的发育及其脂肪蛋白质积累过程[J]. 中国油料,1988,(4):10 – 13.

[12] A. Rubel,R. W. Rinne,D. T. Canvin. Protein,oil and fatty acid in developing soybean seeds[J]. Crop Science,1972,12(6):739 – 741.

[13] Yajdi Samadi,Bahmam,R. W. Rinne et al. Components of developing soybean seeds:oil ,protein ,sugars ,starch ,organic acid , and animo acids [J]. Agronomy Journal,1997,69(3):481 – 486.