



# 东北大豆种质群体花荚器官脱落的差异及其与主要农艺性状的相关分析

孙晓环,王燕平,宗春美,白艳凤,齐玉鑫,王晓梅,任海祥,杜维广

(黑龙江省农业科学院 牡丹江分院/国家大豆改良中心牡丹江试验站,黑龙江 牡丹江 157041)

**摘要:**花荚器官脱落是影响大豆产量的重要因素之一。以314份东北大豆种质群体为试材,研究了不同种质之间花荚脱落的差异及其与主要农艺性状的相关分析。结果表明:东北大豆种质间花荚器官脱落存在丰富的遗传多样性,花荚脱落率变异系数为24.37%,平均花荚脱落数、平均花荚脱落率分别37.67个,34.30%,变幅分别为11.33~92.57个,16.29%~57.94%。花荚脱落数随熟期变晚有增多趋势;花荚脱落率随熟期变晚有增大趋势。花荚脱落率与主要农艺性状相关性最大为主茎节数(0.442),其次为株高(0.423)。各性状与花荚脱落率的相关程度依次为主茎节数>株高>单株粒重>粒数>空瘪荚数>单株荚数>分枝数。研究结果可为创制花荚脱落率低的高产新品种提供新思路。

**关键词:**大豆;花荚器官脱落;种质;相关分析

## Difference of Flower and Pod Organ Abscission and Its Correlation Analysis Between Main Agronomic Characters in Soybean in Northeast of China

SUN Xiao-huan, WANG Yan-ping, ZONG Chun-mei, BAI Yan-feng, QI Yu-xin, WANG Xiao-mei, REN Hai-xiang, DU Wei-guang

(Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Mudanjiang Experiment Station of the National Center for Soybean Improvement, Mudanjiang 157041, China)

**Abstract:** The flower and pod organ abscission is one of the important factors affecting soybean yield. The 34 soybean germplasm resources in Northeast, were selected as experimental materials to study the difference of flower and pod organ abscission and its correlation with main agronomic characters. The results showed that there was abundant genetic diversity in flower pod organ abscission between different soybean germplasm in Northeast of China, the coefficient of variation of flower pod abscission rate was 24.37%, average of flower pod abscission number and average of flower pod abscission rate were 37.67, 34.30%, and the range of variation were 11.33-92.57, 16.29%-57.94%, respectively. The number of flower pod abscission and flower pod abscission rate increased gradually with the maturing period. The largest correlation coefficient among the main agronomic characters was the number of nodes of main stems(0.442), followed by plant height(0.423). The correlation of each trait and flower and pod abscission were determined in order to be nodes in main stem > plant height > weight per plant > seeds per plant > empty pod per plant > pods per plant > branches number. The results could provide basis for improving soybean yield and breeding new cultivated varieties.

**Keywords:** Soybean; Flower and pod organ abscission; Germplasm resources; Correlative analysis

大豆[*Glycine max*(L.) Merr.]是我国重要的油和食用蛋白源,国内需求量非常大。然而,中国大豆单产水平较低,平均单产低于世界平均单产水平,种植效益差。同时,中国大豆需求逐年增高,所以解决大豆单产问题迫在眉睫,而降低花荚脱落率是提高单产最有效途径之一。我国种植大豆地区广泛,东北大豆种植面积约占全国大豆种植面积的50%,东北大豆的产量直接影响我国大豆总产值。因此,利用东北大豆种质群体进行大豆花荚器官脱落分析,对于拓宽研究东北大豆种质资源的遗传多样性和筛选花荚脱落率低或高的资源具有重要

意义。

目前,国内外学者对植物花器官有一些相关研究,主要针对分子机理<sup>[1-9]</sup>、开花时间<sup>[10]</sup>、花空间分布<sup>[11]</sup>、花荚器官脱落防治<sup>[12]</sup>等方面。不同类型的大豆花荚器官脱落方面的研究甚少,宋宏书<sup>[13]</sup>等发现不同结荚习性品种坐荚率基本一致。章建新<sup>[14]</sup>等以早(基18)、中(黑农41)、晚(吉育60)熟3个亚有限型品种为试材进行研究,花期长短、开花数量和花荚器官脱落率对产量影响较大。花荚器官脱落率与结荚习性无关,但与花数、植株繁茂性和成熟期有关。而大豆花荚器官脱落与农艺性状相

收稿日期:2018-05-23

**基金项目:**黑龙江省博士后青年英才计划项目(LJBHTZ1618);黑龙江省科技计划省院合作项目(YS15B13);农业部东北作物基因资源与种质创制重点实验室开放课题(CXGC2018KFKT006-2);黑龙江省院级科研项目(2017XQ05);黑龙江省应用技术与开发计划(GA18B101)。

**第一作者简介:**孙晓环(1983-),女,硕士,助理研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: xaozm@yeah.net。

**通讯作者:**任海祥(1964-),男,硕士,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: rhx725@163.com。

关性的研究还鲜见报道。

为此,本研究以 314 份东北大豆种质为材料,研究东北大豆种质群体花荚器官脱落的差异及其与主要农艺性状的相关性。同时,筛选出具有花荚脱落率低和花荚脱落率高的代表性品种,为高产大豆新品种培育和构建花荚器官脱落作图群体及花荚器官脱落机理研究提供材料平台和依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2015 和 2016 年均以 314 份东北大豆种质(品系或品种)为试材。试材分为极早熟、中早熟、早熟、中熟、中晚熟、晚熟(MG000/MG00/MG0/MGI/MGII/MGIII)6 个熟期组。

1.2 试验设计

试验在黑龙江省农业科学院牡丹江分院大豆试验园区进行,采用完全随机区组设计,行长 3 m,行距 65 cm,株距 10 cm,3 次重复,按 Fehr<sup>[15]</sup>提出的大豆生育时期的鉴定方法进行调查。

1.3 方法

大豆花蕾较小,开花时,花紧密地排列成一簇,直观难辩其花的个数。如果人为把花蕾分开,可能会提高花蕾脱落几率,完整收集花荚是比较困难的。本试验在前人研究基础上<sup>[16-17]</sup>,利用自制纱网收集法,在大豆始花期之前,将室内制作好的长方

体纱网套落于植株四周,底部在田间人工缝制,利用四根细竹竿将纱网固定,使网内通风透光条件良好。每隔 7 d 调查一次,及时整理出网内掉落叶片,防止腐烂,确保统计数据的准确性。

1.4 数据分析

各性状数据参照《大豆种质描述规范和数据标准》<sup>[18]</sup>,花荚脱落率(%) = 平均单株花荚脱落数/平均单株花荚总数 × 100<sup>[19]</sup>。

采用 Microsoft Excel 2010 分析东北大豆种质的表型数据,用 SPSS 20.0 和 SAS 9.2 进行描述统计、方差分析和相关分析<sup>[20-24]</sup>。

2 结果与分析

2.1 东北大豆种质群体花荚器官脱落的特征分布及其表现

对东北大豆种质花荚器官脱落正态分布检测和特征分布进行分析,结果发现:东北大豆种质群体花荚器官脱落频率符合正态分布,不同熟期组种质花荚器官脱落数和花荚器官脱落率呈显著差异,花荚脱落数随熟期变晚呈逐渐增多的趋势;花荚脱落率随熟期变晚呈逐渐增高的趋势。东北大豆种质平均花荚脱落数、平均花荚脱落率分别 37.67 个、34.30%,变幅分别为 11.33 ~ 92.57 个和 16.29% ~ 57.94%(表 1)。

表 1 花荚器官脱落统计分析  
Table 1 Statistical analysis of flower and pod organ abscission

| 性状<br>Trait                         | 熟期<br>MG | 次数<br><i>f</i> | 平均值<br>Mean | 标准差<br><i>SD</i> | 变异系数<br><i>CV</i> | 变幅<br>Range   |
|-------------------------------------|----------|----------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|
| 花荚脱落率                               | 000      | 24             | 28.21 d     | 4.59             | 16.27             | 20.85 ~ 37.77 |
| Flower and pod<br>abscission rate/% | 00       | 34             | 29.17 d     | 6.67             | 22.88             | 17.19 ~ 47.27 |
|                                     | 0        | 124            | 33.10 c     | 8.24             | 24.91             | 16.29 ~ 57.94 |
|                                     | I        | 71             | 36.61 bc    | 7.62             | 20.80             | 22.11 ~ 52.11 |
|                                     | II       | 42             | 37.87 b     | 6.82             | 18.00             | 23.24 ~ 55.40 |
|                                     | III      | 19             | 42.46 a     | 8.99             | 21.18             | 24.86 ~ 56.40 |
| 总计 Total                            |          | 314            | 34.30       | 8.36             | 24.37             | 16.29 ~ 57.94 |
| 花荚脱落数                               | 000      | 24             | 21.04 d     | 5.97             | 28.36             | 12.23 ~ 33.80 |
| Flower and pod<br>abscission number | 00       | 34             | 25.35 d     | 8.93             | 35.23             | 11.53 ~ 51.00 |
|                                     | 0        | 124            | 34.85 c     | 15.44            | 44.30             | 11.33 ~ 90.60 |
|                                     | I        | 71             | 43.77 b     | 15.89            | 36.30             | 13.8 ~ 78.93  |
|                                     | II       | 42             | 48.60 ab    | 13.70            | 28.19             | 20.07 ~ 78.90 |
|                                     | III      | 19             | 52.22 a     | 16.27            | 31.17             | 29.37 ~ 92.57 |
| 总计 Total                            |          | 314            | 37.67       | 16.71            | 44.35             | 11.33 ~ 92.57 |

## 2.2 东北大豆种质群体花荚器官脱落率的差异互作分析

表2 方差分析结果表明花荚脱落率的年份、基因型、年份与基因型互作均达到极显著水平,表明

这些农艺性状在不同年份和基因型间存在一定的差异,其表达均受基因型和年份互作的影响。花荚脱落数的基因型达到极显著水平,说明不同种质的花荚脱落数有明显差异。

表2 种质花荚性状方差分析  
Table 2 ANOVA of flower pod characters

| 变异来源<br>Variation source | 花荚脱落率<br>Flower and pod abscission rate |           | 花荚脱落数<br>Flower and pod abscission number |         | 单株荚数<br>Pods per plant |           |
|--------------------------|---|-----------|---|---------|------------------------|-----------|
|                          | DF                                      | F         | DF  | F       | DF                     | F         |
|                          |   |           |   |         |                        |           |
| 年份 Year                  | 1                                       | 231.43 ** | 1   | 0.42    | 1                      | 187.17 ** |
| 重复(年份) Repeat(Year)      | 2                                       | 0.93      | 2   | 1.22    | 2                      | 8.65      |
| 基因型 Gene                 | 331                                     | 2.36 **   | 331                                       | 5.16 ** | 331                    | 29.03     |
| 年份×基因 Year×Gene          | 102                                     | 1.47 **   | 102                                       | 1.12    | 102                    | 0.66      |
| 误差 Error                 | 1503                                    |           | 1523                                      |         | 1503                   |           |

\*\* 代表 0.01 水平上的显著性。  
\*\* represent significance at 0.01 probability level.

## 2.3 鉴定出花荚脱落率差异品种

经过两年的花荚器官脱落分析的综合表现,选出 15 份花荚脱落率低的材料和 15 份花荚脱落率高

的材料(表3)。这些种质比较有代表性,可作为创制花荚脱落率低的高产品种受体亲本或供体亲本及构建花荚脱落的作图群体的亲本。

表3 花荚脱落率差异品种筛选  
Table 3 Selection of different varieties of flowers and pods abscission

| 种质<br>Germplasm resource | 花荚脱落率<br>Flower and pod abscission rate/% | 种质<br>Germplasm resource | 花荚脱落率<br>Flower and pod abscission rate/% |
|--------------------------|---|--------------------------|---|
| 登科 3 号 Dengke 3          | 15.37                                     | 辽豆 20 Liaodou 20         | 49.98                                     |
| 丰收 12 Fengshou 12        | 16.88                                     | 通农 4 号 Tongnong 4        | 50.35                                     |
| 合丰 29 Hefeng 29          | 16.92                                     | 吉育 73 Jiyu 73            | 50.43                                     |
| 丰收 1 号 Fengshou 1        | 18.15                                     | 长农 11 Changnong 11       | 51.21                                     |
| 北丰 3 号 Beifeng 3         | 18.35                                     | 垦丰 23 Kenfeng 23         | 51.32                                     |
| 抗线 8 号 Kangxian 8        | 18.85                                     | 吉育 43 Jiyu 43            | 52.8                                      |
| 垦农 18 Kennong 18         | 19.48                                     | 吉育 30 Jiyu 30            | 53.24                                     |
| 合农 63 Henong 63          | 19.67                                     | 辽豆 15 Liaodou 15         | 55.72                                     |
| 合丰 43 Hefeng 43          | 20.04                                     | 铁丰 28 Tiefeng 28         | 60.11                                     |
| 九丰 4 号 Jiufeng 4         | 20.17                                     | 辽豆 17 Liaodou 17         | 48.75                                     |
| 绥农 3 号 Suinong 3         | 20.19                                     | 合丰 33 Hefeng 33          | 48.83                                     |
| 铁荚四粒黄 Tiejiasilihuang    | 20.54                                     | 绥农 33 Suinong 33         | 48.92                                     |
| 合丰 50 Hefeng 50          | 21.12                                     | 长农 22 Changnong 22       | 49.06                                     |
| 黑农 41 Heinong 41         | 21.45                                     | 牡丰 1 号 Mufeng 1          | 49.15                                     |
| 合丰 55 Hefeng 55          | 22.36                                     | 群选 1 号 Qunxuan 1         | 49.62                                     |

## 2.4 东北大豆种质花荚脱落率与主要农艺性状的相关分析

对 314 份东北大豆种质的花荚脱落率与主要农艺性状进行了相关分析。除了花荚脱落数以外,各

性状与花荚脱落率的表型相关程度依次为主茎节数>株高>单株粒重>粒数>空瘪荚数>单株荚数>分枝数(表4)。

表 4 花荚脱落率与主要农艺性状的相关分析

Table 4 Correlation analysis between flower and pod abscission rate and main agronomic characters

| 性状<br>Character                              | 株高<br>Plant height | 分枝数<br>Branches number | 主茎节数<br>Nodes in main stem | 单株粒数<br>Seeds per plant | 空瘪荚数<br>Empty pod per plant | 单株粒重<br>Yield per plant | 花荚脱落数<br>Number of flower and pod abscission | 单株荚数<br>Pods per plant | 花荚脱落率<br>Flower and pod abscission rate |
|--|--------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|------------------------|---|
| 株高<br>Plant height                           | 1                  |                        |                            |                         |                             |                         |  |                        |   |
| 分枝数目<br>Branches number                      | 0.398 **           | 1                      |                            |                         |                             |                         |  |                        |   |
| 主茎节数<br>Nodes in main stem                   | 0.910 **           | 0.433 **               | 1                          |                         |                             |                         |  |                        |   |
| 单株粒数<br>Seeds per plant                      | 0.648 **           | 0.412 **               | 0.671 **                   | 1                       |                             |                         |  |                        |   |
| 空瘪荚数<br>Empty pod per plant                  | -0.293 **          | 0.073                  | -0.151 **                  | -0.037                  | 1                           |                         |  |                        |   |
| 单株粒重<br>Yield per plant                      | 0.689 **           | 0.358 **               | 0.731 **                   | 0.764 **                | -0.027                      | 1                       |  |                        |   |
| 花荚脱落数<br>Number of flower and pod abscission | 0.595 **           | 0.143 *                | 0.620 **                   | 0.507 **                | -0.058                      | 0.540 **                | 1  |                        |   |
| 单株荚数<br>Pods per plant                       | 0.558 **           | 0.379 **               | 0.564 **                   | 0.700 **                | 0.052                       | 0.554 **                | 0.465 **                                     | 1                      |   |
| 花荚脱落率<br>Flower and pod abscission rate      | 0.423 **           | -0.010                 | 0.442 **                   | 0.251 **                | -0.087                      | 0.359 **                | 0.890 **                                     | 0.062                  | 1                                       |

\*, \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关。  
\*, \*\* represent significance at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

在 314 份东北大豆种质中,株高较低、主茎节数较少的种质,其花荚脱落率较低。花荚脱落率的相关系数与株高、主茎节数、粒数、粒重和花荚脱落数间存在显著的相关关系。多元回归分析表明,花荚脱落数( $X_1$ )、单株荚数( $X_2$ )和株高( $X_3$ )与花荚脱落率( $y$ )呈现明显的线性回归关系: $y = 31.426 + 0.542X_1 - 0.277X_2 + 0.18X_3$ 。计算间接通径系数,并做出通径分析表。间接通径系数 = 直接通径系数  $\times$  相关系数。花荚脱落率与单株荚数呈负相关,花荚脱落率均随花荚脱落数和株高的增加而增加。节数、粒数和粒重在遗传相关分析中与花荚脱落率也呈极显著正相关,但没有进入逐步回归分析方程,说明这 3 个性状与花荚脱落率的关系并不十分密切。

通径分析结果表明(图 1), $P_1$ (花荚脱落数) $\rightarrow y$

(花荚脱落率)、 $P_2$ (单株荚数) $\rightarrow y$ (花荚脱落率)、 $P_3$ (株高) $\rightarrow y$ (花荚脱落率)的直接通径系数分别为  $-0.462, 0.360, 1.083$ ,即株高对花荚脱落率的贡献率较大。

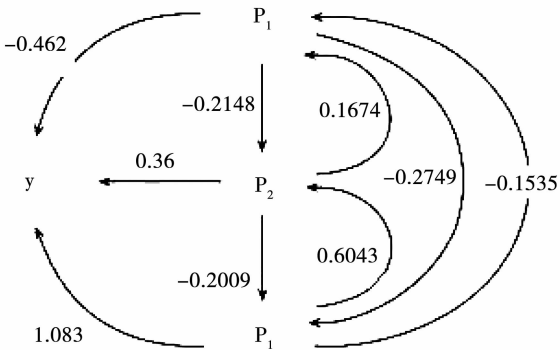


图 1 花荚脱落率通径分析

Fig. 1 Path analysis of flower and pod abscission rate

3 讨论

3.1 东北不同种质(品种)花荚器官脱落差异比较

本研究初步揭示了不同生育时期大豆种质(品种)花荚器官脱落的差异,结果表明东北大豆种质间花荚器官脱落存在丰富的遗传多样性,不同种质间花荚脱落率差异较大(16.29%~57.94%)。其中,登科3号、丰收12、合丰29、丰收1号、北丰3号、抗线8号、垦农18、合农63的花荚脱落率均不超过20%,可以用来作为花荚脱落率低的高产品种的亲本。

研究发现早熟大豆种质比中晚熟大豆种质的花荚脱落率更低,此结论与盖钧镒等<sup>[25]</sup>观点相同,他们认为花荚脱落率与与花数、植株繁茂性和成熟期有关。章建新等<sup>[14]</sup>认为晚熟品种具有花期长,开花节数多,始荚期晚,结荚期明显后移等特点。本研究认为晚熟品种单株荚数虽然多,但是总开花数较多,花期较长,花荚脱落数较多是造成花荚脱落率高的根本原因。

3.2 东北大豆花荚脱落率及主要农艺性状相关性

东北大豆种质资源群体主要农艺性状有较为丰富的遗传变异。花荚器官脱落率与主要农艺性状的表型相关程度依次为主茎节数>株高>单株粒重>粒数>空瘪荚数>单株荚数>分枝数。花荚脱落率与主茎节数和株高存在显著正相关。从花荚脱落率和农艺性状通径分析也可以看出,株高对花荚器官脱落率的影响最重要,株高较低的种质,其花荚脱落率也较低。王敏等<sup>[26]</sup>研究发现抗旱品种植株高大、单株成荚多、单株成粒多、单株产量高。本研究通径分析表明:株高对花荚器官脱落率的影响最重要。 $P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow y$ 和 $P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow y$ 的间接通径系数均为正值,说明单株荚数的增加可通过花荚脱落数影响花荚脱落率;同样,而 $P_3 \rightarrow P_2 \rightarrow y$ 为正值,说明株高的增加能通过单株荚数影响花荚脱落率。

上述花荚器官脱落率与主茎节数和株高存在显著正相关,应该正确的理解。不是强调主茎节数越少,株高越低是理想的株型,而是增加有效主茎节数和合理株高的条件下来理解这种相关。正如想提高表观收获指数,必需在保证生物产量的前提下提高表观收获指数,道理是相同的。利用上述花荚脱落率及主要农艺性状相关性来降低花荚器官脱落率,达到提高产量的目的。

4 结论

本研究认为花荚脱落率与单株荚数呈负相关,

花荚脱落率随花荚脱落数和株高的增加而增加。从东北大豆种质自然群体中鉴定出花荚器官脱落率高和花荚脱落率低的代表性材料,这些材料稳定性较好,为挖掘花荚脱落率方面的改良潜力,培育高产品种和创制花荚脱落率的作图群体提供了新思路 and 材料平台;初步揭示了不同生育时期大豆种质资源花荚脱落率的差异,为以后科研人员对种质资源的筛选和花荚器官脱落遗传解析的研究提供依据。

参考文献

[1] Suzuki M, Fujino K, Nakamoto Y, et al. Fine mapping and development of DNA markers for the *qPDH1* locus associated with pod dehiscence in soybean [J]. Molecular Breeding, 2010, 25 (3):407-418.

[2] Bleecker A B, Patterson S E. Last exit: Senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis* [J]. Plant Cell, 1997, 9 (7): 1169-1179.

[3] 王翔,陈晓博,李爱丽,等. 植物器官脱落分子生物学研究进展[J]. 作物学报,2009,35(3):381-387. (Wang X, Chen X B, Li A L, et al. Advances in molecular biology study of plant organ abscission[J]. Acta Agronomica Sinica, 2009, 35(3): 381-387. )

[4] Lyu S W, Wu W G, Wang M H, et al. Genetic control of seed shattering during African rice domestication [J]. Nature Plants, 2018, 4:331-337.

[5] 王欢,孙霞,岳岩磊,等. 东北春大豆花荚脱落性状与 SSR 标记的关联分析[J]. 土壤与作物,2014,3(1):32-40. (Wang H, Sun X, Yue Y L, et al. Association mapping of flower and pod abscission with SSR markers in Northeast spring sowing soybeans [J]. Soil and Crop, 2014, 3(1): 32-40. )

[6] 徐琰,孙晓环,孙霞,等. 大豆花荚脱落及单株荚数的 QTL 定位[J]. 土壤与作物,2015,4(2):25-30. (Xu Y, Sun X H, Sun X, et al, QTL mapping of flower and pod abscission and pod number per plant in soybean [J]. Soil Crop, 2015, 4(2): 25-30. )

[7] Wang X B, Li Y H, Zhang H W, et al. Evolution and association analysis of *GmCYP78A10* gene with seed size/weight and pod number in soybean [J]. Molecular Biology Reports, 2015, 42(2): 489-496.

[8] 向仕华,王吴彬,何庆元,等. 多环境下野生大豆染色体片段代换系群体农艺性状相关 QTL/片段的鉴定[J]. 中国农业科学,2015,48(1):10-22. (Xiang S H, Wang W B, He Q Y, et al. Identification of QTL/segments related to agronomic traits using CSSL population under multiple environments [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(1): 10-22. )

[9] Begum S N, Takeshi I. Effect of different concentrations of Fagon on production and abscission of reproductive organs, growth, and yield in soybean (*Glycine max* L.) [J]. Field Crops Research, 2002, 78(1): 41-45. )

[10] 苏黎,董钻,宋书宏. 大豆不同类型品种开花次序观察再报[J]. 杂粮作物, 2004, 2(24): 84-85. (Su L, Dong Z, Song S H. The second report of blooming sequence of different soybeans [J]. Rain Fed Crops, 2004, 2(24): 84-85. )

- [11] 赵双进,唐晓东,赵鑫,等. 大豆开花落花及时空分布的观察研究[J]. 中国农业科学,2013,46(8):1543-1554. ( Zhao S J, Tang X D, Zhao X, et al. Observation and research on the temporal and spatial distribution of flowering and flower dropping of soybean[J]. Scientia Agricultura Sinica,2013,46(8): 1543-1554. )
- [12] 石连旋,刘立侠,朱长甫,等. 不同株型大豆形态与花荚脱落率的研究[J]. 东北师大学报(自然科学版),2005,37(3): 81-84. ( Shi L X, Liu L X, Zhu C F, et al. Studies on morpho, flower and pod abscission rate of different soybean plant -types [J]. Journal of Northeast Normal University(Natural Science Edition), 2005,37(3): 81-84. )
- [13] 宋书宏,董钻. 不同大豆品种开花结荚习性比较[J]. 中国农业科学,2002(11):1420-1423. ( Song S H, Dong Z. Comparative study on blooming sequence and podding habit of soybeans[J]. Scientia Agricultura Sinica,2002(11):1420-1423. )
- [14] 章建新,李金霞,崔可夫,等. 不同熟期大豆品种花荚形成和时空分布[J]. 新疆农业大学学报,2012,35(2):93-98. ( Zhang J X, Li J X, Cui K F, et al. Formation of flower and pod and space-time distribution of soybean varieties in different maturation periods [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University,2012,35(2):93-98. )
- [15] Fehr W R, Caviness C E, Burmood D T, et al. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* L. Merr. ) [J]. Crop Science,1971,11(6):929-931.
- [16] 胡润芳,林国强. 菜用大豆落花落荚率与品种生育阶段的关系[J]. 中国农学通报,2009,25(20):116-117. ( Hu R F, Ling G Q. The relationship between the flower and pod abscission rate of vegetable soybean and the reproductive stage of species[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009,25(20):116-117. )
- [17] 胡志辉,汪艳杰,陈禅友. 喷施细胞分裂素对豇豆花荚脱落率及花荚酶活性的影响[J]. 植物科学学报,2016,34(3):439-445. ( Hu Z H, Wang Y J, Chen C Y. Effects of spraying cytokinin on abscission rate and enzymic activity of flowers and pods of cowpea[J]. Plant Science Journal,2016,34(3):439-445. )
- [18] 邱丽娟,常汝镇. 大豆种质描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:9-11. ( Qiu L J. Chang R Z. Descriptors and date standard for soybean (*Glycine max* L. Merr. ) [M]. Beijing:Chinese Agricultural Press,2006:9-11. )
- [19] 刘来福,毛盛贤,黄远樟. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社,1984:112-113. ( Liu L F, Mao S X, Huang Y Z. Crop quantitative genetics[M]. Beijing: Agriculture Press,1984:112-113. )
- [20] 傅蒙蒙,王燕平,任海祥,等. 东北春大豆熟期组的划分与地理分布[J]. 大豆科学,2016,35(2):181-192. ( Fu M M, Wang Y P, Ren H X, et al. A study on criterion, identification and distribution of maturity groups for spring-sowing soybeans in Northeast China[J]. Soybean Science,2016,35(2):181-192. )
- [21] 张勇,傅蒙蒙,杨兴勇,等. 东北大豆种质群体在克山的表现及其潜在的育种意义[J]. 大豆科学,2016,35(6):881-889. ( Zhang Y, Fu M M, Yang X Y, et al. Performance and breeding potential of the Northeast China soybean germplasm population in Keshan area[J]. Soybean Science,2016,35(6):881-890. )
- [22] 程延喜,孙晓环,郑朝春,等. 东北大豆种质群体在长春的表现及其潜在的育种意义[J]. 大豆科学,2017,36(2):165-173. ( Cheng Y X, Sun X H, Zheng C C, et al. Performance and breeding potential of the Northeast China soybean germplasm population in Changchun area[J]. Soybean Science,2017,36(2):165-173. )
- [23] 任海祥,白艳凤,王燕平,等. 东北大豆种质群体在牡丹江的表现及其潜在的育种意义[J]. 大豆科学,2017,36(3):335-344. ( Ren H X, Bai Y F, Wang Y P, et al. Performance and breeding potential of the Northeast China soybean germplasm population in Mundanjiang area [J]. Soybean Science, 2017, 36 ( 3 ) : 335-344. )
- [24] 邢光南,谭连美,刘泽稀楠,等. 大豆地方品种叶片叶柄茸毛性状的形态变异及其与豆卷叶螟抗性的相关分析[J]. 大豆科学,2012,31(5):691-696. ( Xing G N, Tan L M, Liu Z X N, et al. Morphological variation of pubescence on leaf blade and petiole and their correlation with resistance to bean pyralid lamprosema indicata fabricius in Soybean Landraces[J]. Soybean Science,2012, 31(5):691-696. )
- [25] 盖钧镒. 有限与无限结荚习性夏大豆开花结荚特性的研究[J]. 南京农学院学报,1984(4):6-17. ( Gai J Y. Bloom and pod set in determinate and indeterminate summer soybeans[J]. Journal of Nanjing Agricultural College,1984,4:6-17. )
- [26] 王敏,杨万明,侯燕平,等. 不同类型大豆花荚期抗旱性形态指标及其综合评价[J]. 核农学报,2010,24(1):154-159. ( Wang M, Yang W M, Hou Y P, et al. Morphological indexes of drought resistance of soybean accessions and its comprehensive evaluation on flowering and podding stage[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2010,24(1):154-159. )