

# 鲜食大豆农艺性状与鲜荚产量的灰色关联分析

缪亚梅, 王学军, 汪凯华, 陈满峰, 张秀梅 (江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏如皋 226541)

**摘要** [目的] 研究长江中下游气候条件下影响大豆产量的主要因素。[方法] 以江苏省南通市引进的7个推广品种为材料, 利用灰色关联度分析方法, 对9个农艺性状与鲜荚产量进行了关联度分析。[结果] 结果表明, 鲜食大豆农艺性状与产量关联度的大小依次为: 单株荚数 > 主茎节数 > 生育期 > 分枝数 > 鲜百率重 > 株高 > 多荚百分率 > 标准荚数 > 出仁率。单株荚数、主茎节数是影响鲜食大豆鲜荚产量的主要因素, 而出仁率、标准荚数、多荚百分率对产量影响则较小。[结论] 在产量构成因素中, 单株荚数、主茎节数、生育期对鲜荚产量的影响起主导作用。

**关键词** 鲜食大豆; 农艺性状; 鲜荚产量; 灰色关联度分析

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)36-15809-02

## Gray Correlation Analysis between the Agronomic Trait and the Yield of Fresh Soybean Pod

MAO Ya-mei et al (Yarjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu, Rugao, Jiangsu 226541)

**Abstract** [Objective] Main climatic factors affecting the soybean yield in middle/lower reaches of the Yangtze River were researched. [Method] The gray correlation analysis of 9 agronomic traits and yield of fresh pods of 7 leading soybean varieties introduced from Nantong City, Jiangsu Province, were analyzed. [Results] The results showed that the correlation degree of the agronomic trait of fresh soybean and its yield was: the number of pod per plant > the number of main stem > the growth period > the number of branch > the weight of fresh 100-grain > plant height > the percentage of multi-pod > the number of standard pod > the rate of grain to pod. The main factors affecting the fresh soybean yield was the number of pod per plant and the number of main stem. The fresh soybean yield was less affected by the rate of grain to pod, the number of standard pod and the percentage of multi-pod pollution. [Conclusion] In the yield components, the number of pod per plant, the number of main stem, the growth period played a leading role in the fresh pod yield.

**Key words** Fresh soybean; Agronomic trait; Fresh pod yield; Gray Correlation Analysis

随着人们生活水平的提高和膳食结构的改变, 鲜食大豆发展迅速, 市场需求量逐年增加, 种植面积不断扩大<sup>[1]</sup>, 在我国东部沿海省份, 鲜食大豆的种植、生产和加工已具规模, 成为当前出口创汇的重要农产品之一。目前我国已成为世界上最大的鲜食大豆生产国和出口国, 远销日本、东南亚、欧美等国家和地区。研究影响鲜食大豆鲜荚产量的主要因素及其关系, 对于提高育种效率、实现鲜食大豆大田高产均具有重要的意义。笔者以已定名的鲜食春大豆(春毛豆)品种为材料, 利用灰色关联度分析的方法, 对影响鲜食大豆产量的农艺性状进行分析, 试图找出在长江中下游气候条件下影响大豆产量的主要因素, 以期对鲜食大豆育种和栽培提供科学依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验材料** 供试材料为江苏省南通市引进的品种 9701、台湾75、优系三号、沈鲜七号、青酥二号、辽鲜一号、台湾292, 其中, 台湾292作为对照品种。

**1.2 试验方法** 2007年3月将供试品种播种于江苏沿江地区农科所试验田内, 田间设计按随机区组排列, 重复3次, 行长6.0 m, 行距0.4 m, 6行区, 种植密度为175 005株/hm<sup>2</sup>, 小区面积14.4 m<sup>2</sup>, 实收9.6 m<sup>2</sup>计产。田间记载和室内考种按统一标准进行, 调查和考种的性状为株高、生育期、分枝数、主茎节数、单株荚数、多荚百分率、标准荚数、鲜百粒重、鲜出仁率和鲜荚产量。

**1.3 数据分析方法** 首先, 确定参考数列与比较数列。按照灰色系统理论<sup>[2-3]</sup>将7个品种的9个性状视为一个整体, 即灰色系统, 将鲜荚产量作为参考数列, 记作X<sub>0</sub>, 其他8个农艺性状为比较数列, 记作X<sub>i</sub>(i=1, 2, 3, ..., 8)。

其次, 对原始数据进行无量纲化处理的均值转换。估算出7个品种的9个性状标准化均值采用公式:

$$X_i(k) = (X_i(k) - \bar{X}_i) / S_i$$

其中, X<sub>i</sub>(k)为第i个性状第k个品种的标准化均值; X<sub>i</sub>(k)为第i个性状第k个品种原始数据;  $\bar{X}_i$ 为第i个性状值的平均数; S<sub>i</sub>为第i个性状值的标准差。

第三, 估算参考数列与比较数列的绝对差值, 求出每个品种X<sub>0</sub>与X<sub>i</sub>对应点的绝对差值, 按照公式:

$$A_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$$

结果表明, A<sub>min</sub> = 0.041 4, A<sub>max</sub> = 3.437 6, A<sub>min</sub>和A<sub>max</sub>分别为绝对差值i(k)的最小值和最大值, A<sub>i</sub>(k)为第k个品种的参考数列与第i个性状第k个品种差的绝对值, 即参考数列与比较序列的差序列, 计算结果略。

第四, 计算灰色关联系数。估算每个品种各农艺性状与鲜荚产量的关联系数, 按照公式:

$$\xi_i(k) = (A_{min} + pA_{max}) / (A_i(k) + pA_{max})$$

式中, p为分辨系数, 文中取p=0.5。

第五, 估算鲜荚产量与各性状的灰色关联度。各性状与产量的关联度用公式:

$$r_i = 1/n。$$

## 2 结果与分析

**2.1 参试品种鲜荚产量与农艺性状表现** 由表1可看出, 不同品种之间鲜荚产量存在明显的差异, 变幅为4 320.0 ~ 5 800.5 kg/hm<sup>2</sup>, 以台湾292为对照, 比对照鲜荚产量高的只有优系三号, 台湾75由于病毒病发生严重, 产量最低。

**2.2 鲜食大豆鲜荚产量与农艺性状的关联关系** 由表2可看出, 同一品种不同性状间的关联系数是不一样的; 不同品种同一性状间的关联系数是不同的。高产品种的各项关联系数并不一定比中低产品种的大, 关联系数的值直接取决于参考数列X<sub>0</sub>和比较数列X<sub>i</sub>。

表1 供试品种鲜荚产量和主要农艺性状平均值

Table 1 The average values of the fresh pod yield and main agronomic characters of test cultivars

| 品种<br>Cultivars  | 鲜荚产量 $X_0$<br>kg/hm <sup>2</sup><br>Fresh pod yield | 株高 $X_1$<br>cm<br>Hart height | 生育期 $X_2$<br>d<br>Growth period | 分枝数 $X_3$<br>个<br>Branch number | 主茎节数 $X_4$<br>节<br>Node number of main stem | 单株荚数 $X_5$<br>个<br>Pod number per plant | 多荚百分率 $X_6$<br>%<br>Percentage of many pods | 标准荚数 $X_7$<br>个<br>Standard pod number | 鲜百粒重 $X_8$<br>100 grains<br>Fresh weight of 100 grains | 出仁率 $X_9$<br>%<br>Kernel rate |
|------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|---|---|--|--|-------------------------------|
| 9701             | 4 663.5   | 26.5                          | 92                              | 1.5                             | 8.0   | 16.8                                    | 63.93                                       | 472.4                                  | 56.30  | 54.48                         |
| 台湾75 Taiwan 75   | 4 320.0   | 56.4                          | 114                             | 1.3                             | 11.6  | 14.0                                    | 44.25                                       | 332.2                                  | 73.09  | 39.53                         |
| 优系三号 Youxi 3     | 5 800.5   | 21.0                          | 104                             | 1.6                             | 8.2   | 18.8                                    | 66.01                                       | 364.7                                  | 67.95  | 51.96                         |
| 沈鲜七号 Shenxian 7  | 4 750.5   | 18.6                          | 100                             | 2.2                             | 8.3   | 18.6                                    | 76.19                                       | 419.1                                  | 59.85  | 52.72                         |
| 青酥二号 Qingsu 2    | 4 401.0   | 21.8                          | 91                              | 3.3                             | 7.3   | 14.3                                    | 60.26                                       | 455.0                                  | 63.30  | 52.47                         |
| 辽鲜一号 Liaoxian 1  | 4 923.0   | 24.3                          | 100                             | 1.5                             | 8.0   | 15.1                                    | 75.32                                       | 400.3                                  | 63.35  | 52.68                         |
| 台湾292 Taiwan 292 | 5 751.0   | 32.0                          | 97                              | 2.2                             | 8.8   | 20.4                                    | 61.01                                       | 383.8                                  | 58.90  | 48.06                         |

表2 鲜荚产量与农艺性状的关联系数

Table 2 The correlation coefficients among fresh pod yield and agronomic characters

| 品种<br>Cultivars  | $\xi_1$ | $\xi_2$ | $\xi_3$ | $\xi_4$ | $\xi_5$ | $\xi_6$ | $\xi_7$ | $\xi_8$ | $\xi_9$ |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 9701             | 0.862 1 | 0.770 6 | 0.924 1 | 1.001 8 | 0.801 4 | 0.789 7 | 0.473 3 | 0.697 4 | 0.566 3 |
| 台湾75 Taiwan 75   | 0.342 2 | 0.365 7 | 0.958 4 | 0.341 4 | 0.955 7 | 0.684 6 | 0.810 9 | 0.375 5 | 0.614 1 |
| 优系三号 Youxi 3     | 0.452 7 | 0.662 2 | 0.465 1 | 0.494 4 | 0.731 0 | 0.580 1 | 0.428 3 | 0.743 8 | 0.608 0 |
| 沈鲜七号 Shenxian 7  | 0.796 9 | 0.836 2 | 0.714 0 | 0.960 1 | 0.623 8 | 0.532 6 | 0.734 2 | 0.875 0 | 0.681 8 |
| 青酥二号 Qingsu 2    | 0.830 1 | 0.901 4 | 0.366 7 | 1.004 6 | 0.948 1 | 0.755 4 | 0.462 2 | 0.651 8 | 0.558 0 |
| 辽鲜一号 Liaoxian 1  | 0.861 4 | 0.979 9 | 0.742 9 | 0.820 6 | 0.720 4 | 0.605 1 | 1.000 0 | 0.991 2 | 0.777 3 |
| 台湾292 Taiwan 292 | 0.610 2 | 0.497 5 | 0.637 1 | 0.585 2 | 0.971 0 | 0.510 5 | 0.488 5 | 0.442 2 | 0.485 1 |

**2.3 供试品种的农艺性状与鲜荚产量的关联度及排序** 由表3可知,鲜荚产量与农艺性状的关联度大小顺序依次为单株荚数>主茎节数>生育期>分枝数>鲜百粒重>株高>多荚百分率>标准荚数>出仁率。按照关联分析原则,关联度大的数列与参考数列的关系最为密切,关联度小的数列与参考数列的关系较为远些,也就是说关联度越大,则因素的相似程度就越高,反之则低<sup>[4]</sup>。在该分析中,单株荚数与鲜荚产量的关联度最大( $r=0.8216$ ),其次为主茎节数( $r=0.7440$ )、生育期( $r=0.7162$ ),表明单株荚数、主茎节数、生育期,3个农艺性状与鲜荚产量的关系较为密切,对产量的提高起着重要的作用;出仁率的关联度最小( $r=0.6129$ ),表明此性状与鲜荚产量的关系相对疏远;其他性状与产量关系一般。

表3 品种各因素与鲜荚产量的关联度( $r_i$ )及排序R

Table 3 The correlation degree between each factor and fresh weight yield of each cultivar and the ranking

| 因素 Factors                      | $r_i$   | R |
|---------------------------------|---------|---|
| 株高 Hart height                  | 0.679 4 | 6 |
| 生育期 Growth period               | 0.716 2 | 3 |
| 分枝数 Branch number               | 0.686 9 | 4 |
| 主茎节数 Node number of main stem   | 0.744 0 | 2 |
| 单株荚数 Pod number per plant       | 0.821 6 | 1 |
| 多荚百分率 Percentage of many pods   | 0.636 9 | 7 |
| 标准荚数 Standard pod number        | 0.628 2 | 8 |
| 鲜百粒重 Fresh weight of 100 grains | 0.682 4 | 5 |
| 出仁率 Kernel rate                 | 0.612 9 | 9 |

### 3 结论与讨论

(1) 目前,有关鲜食大豆与农艺性状相关分析的研究很

少,张君、王丕武等在研究大豆主要性状间的灰色关联度分析中认为,对单株产量影响最大的是单株粒数,其次是单株荚数和主茎节数,分枝数和株高对单株产量的影响较小<sup>[5]</sup>。笔者根据鲜食大豆的特点,在分析影响鲜荚产量因素中,没有考虑单株荚数,结果表明,在产量构成因素中,单株荚数、主茎节数、生育期对鲜荚产量的影响起主导作用,这与张君等结果趋势基本一致。

(2) 单株荚数、主茎节数、分枝数是鲜食大豆的重要性状,与鲜荚产量关联度较大,说明在鲜食春大豆(春毛豆)品种选育中,多荚、多分枝、多节位的品种更为高产。

(3) 虽然出仁率、标准荚数、株高和与鲜荚产量关联度不大,但高出仁率可提高鲜籽产量,大荚、大粒符合出口加工标准,而适当茎秆高度是保证高产的库与源,因此选育高出仁率、大荚、大粒和适当高度的鲜食大豆品种是重要的。

(4) 鲜食大豆产量与农艺性状的关联度分析,对于鲜食大豆中对性状的选择及鲜食大豆品种的选育和栽培管理等有重要意义。过去研究者多采用相关分析和回归分析等数理统计分析方法,要求样本容量大,并具有典型的理论概率分布,应用起来较困难。灰色关联分析方法具有不需满足某种理论分布、样本数量少、分析方法简单和结果准确等优点,对于鲜食大豆是一种较好的统计方法。由于不同品种间、不同地点、不同时间和环境条件下存在着产量本质的差别,影响的主要因素也会有所改变,灰色关联分析是对一个发展变化系统进行发展动态量化比较的一种分析方法<sup>[6]</sup>。因此,应根据具体的条件来具体分析,以便采取相应的技术措施,选育出符合市场需求的优良鲜食大豆品种。

[1] 白琼岩,杨恩庶,冯桂真,等.中国菜用大豆研究进展[J].中国农学通报,2006,22(8):377-380.

时间长且持续高温出现时段集中在7月下旬~8月上旬初,此时当地水稻正处于抽穗扬花期。持续高温天气使江淮地区部分正处于抽穗扬花盛期的中稻遭受严重危害,导致开花

后不灌浆,结实率严重不足。从表2可以看出,2003年江淮之间中稻空壳率>20%,其中滁州市达38.00%,均高于历年平均水平;中稻秕谷率达10%以上。

表2 一季稻产量结构对比分析

Table 2 The average yield structure comparison of single-season rice

| 地区<br>Areas       | 空壳率 % Percentage of unfilled grains |                                    | 秕谷率 % Abortive grain rate |                                    | 千粒重 g 1 000-grain weight |                                    |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                   | 2003年                               | 历年平均<br>Mean during the past years | 2003年                     | 历年平均<br>Mean during the past years | 2003年                    | 历年平均<br>Mean during the past years |
| 合肥市 Hefei City    | 24.00                               | 19.75                              | 8.00                      | 5.50                               | 28.03                    | 28.16                              |
| 滁州市 Chuzhou City  | 38.00                               | 25.40                              | 14.00                     | 15.20                              | 27.40                    | 30.76                              |
| 寿县 Shouian County | 23.00                               | 16.20                              | 12.00                     | 14.40                              | 26.19                    | 29.86                              |
| 六安市 Luan City     | 20.00                               | 16.50                              | 11.00                     | 10.67                              | 21.31                    | 23.48                              |

在开花灌浆时期水稻受到高温的影响,叶温升高,叶片的同化能力降低,植株的呼吸速率增加,灌浆期缩短,千粒重下降,导致秕粒率增加,引起明显减产<sup>[8]</sup>。2003年江淮之间盛夏高温持续时间长,且正处于中稻抽穗扬花盛期,使得当年中稻产量遭受严重危害。据统计,高温热害导致当年全省一季稻减产30%以上,合肥、滁州、六安、寿县中稻减产率分别达13%、58%、31%、48%。

### 3 结论与讨论

(1) 安徽夏季高温主要发生在7月中旬至8月上旬,安徽一季稻(中稻)孕穗~抽穗扬花期集中在7月下旬~8月中旬。

(2) 安徽江淮地区种植水稻以中稻为主,但栽培时间安排不尽合理,常年中稻抽穗开花期正好在7月下旬~8月上旬,易遭受高温危害。将栽培时间推迟10~15 d,其最佳抽穗扬花期安排在8月中旬,即可有效避开江淮之间7月下旬~8月上旬的高温期。这是江淮地区中稻防御高温热害的最有效和最易行的措施之一。

(3) 该文仅从温度这个气象条件探讨了高温热害对中稻生长的影响。事实上,水稻抽穗开花的气象因素不仅包括温

度,还有空气相对湿度、风速等气象因素。在评估高温危害对水稻产量的影响时,应综合考虑其他气象因子的影响。

### 参考文献

- [1] 安徽省地方志编写组. 安徽省志——气象志 M. 合肥: 安徽人民出版社, 1990: 9-11.
- [2] 许吟隆, 赵海燕, 姚凤梅, 等. 长江中下游高温事件对中稻产量构成要素影响的统计分析 J. 中国农业气象, 2005, 25(5): 20-23.
- [3] 中国科学院上海植物生理研究所人工气候室. 高温对早稻开花结实的影响及其防治 J. 植物学报, 1976, 18(4): 323-329.
- [4] 谭中和. 杂交籼稻开花期高温危害及对策的研究 J. 作物学报, 1985(2): 103-108.
- [5] 汪寿康, 汪更文, 汪又佳. 2003年水稻高温热害情况的调查 J. 安徽农学通报, 2004, 10(1): 27-35.
- [6] 陶炳炎, 汤志成, 彭钊安, 等. 杂交水稻与气象 M. 南京: 江苏科学技术出版社, 1983.
- [7] 王前和, 潘俊辉, 李晏斌, 等. 武汉地区中稻大面积空壳形成的原因及防止途径 J. 湖北农业科学, 2004(1): 27-30.
- [8] 杨太明, 陈金华. 江淮夏季高温热害对水稻生长的影响 J. 安徽农业科学, 2007, 35(27): 8530-8531.
- [9] 杨太明, 陈金华. 江淮之间夏季高温热害对水稻生长的影响 J. 安徽农业科学, 2007, 35(27): 8530-8531.
- [10] XIE B C, LIU B L, YIN J M, et al. Index identification of suitable temperature at the booting stage and accumulated temperature over 10 during the whole growth period in rice in the south of China [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(4): 64-67.
- [6] 张富厚, 郑跃进, 王黎明. 河南省夏大豆主要农艺性状的灰色关联分析 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4842-4843.
- [7] 汤亮, 朱艳, 鞠昌华, 等. 油菜地上部干物质分配与产量形成模拟模型 [J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 526-530.
- [8] FENG C B, ZHANG Y S, ZHAO S G, et al. Correlation analysis between the evapotranspiration quantity and climatic factors of artificial grassland in three riversources areas [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(5): 13-18.
- [9] 税红霞, 汤天泽. 油菜器官与产量关系的研究进展 [J]. 安徽农学通报, 2007, 14(16): 111-113.

(上接第15810页)

### 参考文献

- [2] 邓聚龙. 农业系统灰色理论与方法 M. 济南: 山东科学技术出版社, 1988: 39-74.
- [3] 郭瑞林. 作物灰色育种学 M. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 3-4.
- [4] 王淑荣. 灰色关联分析应用于大豆主要数量性状选择上的研究 J. 农业系统科学与综合研究, 1995, 11(1): 75-77.
- [5] 张君, 王丕武, 杨伟光. 大豆主要性状间的灰色关联度分析 J. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(1): 1-3.