

26份黄麻种质资源产量性状的主成分 聚类分析及其评价

张加强, 陈常理, 骆霞虹, 金关荣

(浙江省萧山棉麻研究所, 杭州 311202)

摘要: 为了解所收集黄麻种质资源的产量性状及遗传多样性, 为黄麻育种和生产利用提供科学依据。本研究对 26 份黄麻品种(系)的 8 个产量性状进行主成分估算, 并以前 3 个主成分为基础, 分别作聚类分析和二维排序图。结果表明: 参试材料产量相关性状的变异系数为 2.54% ~ 14.70%, 其中, 皮厚、单株鲜皮重、单株鲜骨重、鲜皮晒干率、单株干皮产量 5 个产量性状的变异系数超过 10%, 说明产量性状的变异潜力较高。主成分分析表明, 单株鲜皮重因子、鲜皮晒干率因子、分枝高因子这 3 个主因子提供了原始性状 88.247% 的信息; 在欧氏距离聚类图中, 当取值 $D=2.15$ 时, 可把 26 个黄麻育成品种(系)分成 4 类, 第 I 类群包含 18 份材料, 占 69.23%, 第 II 类群包含 5 份材料, 占 19.23%, 第 III 类群只有 1 个品种(系), 第 IV 类群包括黄麻 179 和宽叶长果 2 份材料, 各个类群具有不同的特点, 在黄麻杂交育种上可根据不同类别的特点加以利用; 二维排序表明 9(09品-11)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、19(福黄麻1号)、21(黄麻831)、25(Y007-10)等 6 个高产品种(系)的 3 个主成分构成因子协调最好。将聚类分析和二维排序分析结合起来的分析方法, 能较好地为黄麻品种改良以及亲本利用提供科学依据。

关键词: 黄麻; 种质资源; 产量性状; 主成分分析; 聚类分析

Comprehensive Evaluation and Cluster Analysis on Yield Characters of 26 Jute Germplasm Resources Based on Principal Components

ZHANG Jia-qiang, CHEN Chang-li, LUO Xia-hong, JIN Guan-rong

(Cotton and Bast Fiber Crops Research Institute of Zhejiang Xiaoshan, Hangzhou 311202)

Abstract: In order to gain knowledge of genetic diversity of jute germplasm resources, and provide scientific evidence to the improvement of jute varieties. The yield characters of 26 jute varieties (strains) were investigated based on the principal of numerical classification, and the PCA (define) of 8 yield characters were analyzed. The scatter plot were drawn based on the first 3 principal (PC) and the clustering analysis was carried out based on the genetic coefficients. The results showed that the coefficient variation of 8 yield characters ranged from 2.54% to 14.70%, 5 yield characters of fiber bark thickness, fresh bark weight per plant, fresh bone weight per plant, fresh bark dry rate, dry bark weight per plant had a high coefficient of variation over 10%, there was variation potential on filed. Principle component analysis indicated that the first 3 PC accounted for 88.247% of variation among the strains, followed by fresh bone weight per plant factor, fresh bark dry rate factor, branching height factor. According to 3 principal components factors score, 26 strains could be divided into 4 categories while $D=2.15$, with 18 strains belonging to the first cluster, 5 strains belonging to the second cluster, 1 strains belonging to the third cluster and 2 strains belonging to the fourth cluster. Each group had different characteristics, these varieties (strains) could be used for castor breeding with different purposes. The scatter plot of the former three principal components indicated

收稿日期: 2015-07-02 修回日期: 2015-08-10 网络出版日期: 2016-04-06

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20160406.1415.044.html>

基金项目: 国家麻类产业技术体系建设专项资金(CARS19S05); 浙江省省级现代种业发展工程农作物种质资源保护项目(2014004); 杭州市科技发展计划项目(20140432B39)

第一作者主要从事麻类、花卉的育种、栽培及分子生物学研究。E-mail: zhangqiang414@126.com

通信作者: 金关荣, 主要从事麻类育种、栽培及利用研究。E-mail: jingr0@163.com

the coefficients of the first three PCs of 9(09 Pin-11), 11(89m5-83), 12(09 Fan-7), 19(Fuhuangma 1), 21(Fuhuangma 3), 25(Y007-10) were better than others. In general, cluster analysis and scatter plot based on PCs analysis together could make good comprehensive evaluation on jute strains, which could provide scientific evidence for the reasonable selection of germplasm resources for further jute breeding.

Key words: Jute; germplasm resources; yield characters; principal components; cluster analysis

黄麻(Jute)属椴树科(Tiliaceae)黄麻属(*Corchorus* L.), 是世界上最重要的韧皮纤维作物之一, 生产上栽培的黄麻品种有长果种(*Corchorus olitorius* L.) 和圆果种(*Corchorus capsularis* L.), 作为天然纤维, 具有产量高、质地柔软、抗菌、抑菌、易染色、抗静电、易降解等优良特性, 有“黄金纤维”之称^[1]。近年来已广泛应用于麻纺、造纸、板材、医药、能源、环保等领域^[2]。

在育种实践中, 育成品种(系)由于具有较多符合生产要求的重要性状, 因而被作为重要的种质资源^[3]。深入研究现有资源的种质基础及其遗传变异特性, 有利于确定育种目标, 扩大种质的利用^[4]。黄麻是以收获营养体为栽培目的, 黄麻产量由许多因素共同影响, 而最主要的是产量构成因素, 如株高、茎粗、皮厚等, 但相互关系比较复杂, 某单一性状的改良不可能使产量有较大幅度的增长^[5]。同时, 加上高代出圃品系数量多、类型复杂、种子量少, 如果缺乏定量的、综合的分析, 易受主观因素的影响, 造成判断失误, 使一些综合性状好的品系被淘汰^[6]。因此, 为了提高黄麻育种的选择效率, 有必要对不同性状间的相互关系及主要育成品种(系)间的遗传多样性进行分析。主成分分析法和聚类分析法是遗传育种和品种资源研究中普遍应用的两种方法, 目前在春小麦^[7]、冬小麦^[8]、水稻^[9]、加工番茄^[10]、云南红花^[11]、红麻^[12]、蓖麻^[13]、叶用芥菜^[14]等许多作物中均有应用, 在黄麻种质资源的数量性状评价分析方面只有少量报道^[15], 但在黄麻新品系鉴定方面则鲜见报道。近些年来, 一些学者在对作物品种(系)进行系统鉴定与综合评价时, 将二维排序分析方法引入其中, 即根据第1、第2或第3主成分贡献率大的特点, 以第1主成分为横坐标, 分别以第2或第3主成分为纵坐标作二维排序分析, 二维排序图可简洁、直观地反映供试材料分布特征, 较清楚地揭示出各品种性状表现等方面明显的差异及相近或相对的位置。目前, 该研究多集中在小麦^[8]、玉米^[16]、油菜^[17-18]、甘蔗^[19]、红麻^[12]、蓖麻^[13]、豆类^[20-23]、甜瓜^[24]、西葫芦^[25]、大蒜^[26]、猕猴桃^[27]、

胡椒属^[28]等作物上。目前, 关于黄麻数量性状前人研究较多, 但将黄麻育成品种作为研究对象的则较少, 而且前人研究多在相关性、品种聚类上^[15, 29-30]。同时将主成分分析、聚类与二维排序有机地结合起来对黄麻品种(系)的产量性状进行分析则鲜有报道。本研究以26份黄麻品种(系)为材料, 通过确定与产量相关的8个数量性状指标, 借助主成分分析、聚类分析及二维排序分析的数学方法, 获得产量性状的主成分组成, 利用主成分得分进行聚类分析和二维排序分析, 剖析供试品种(系)的类群特点, 并进行综合评价, 为黄麻种质资源的利用和遗传改良提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验的材料由中国农业科学院麻类作物研究所、福建农林大学、浙江省萧山棉麻研究所等单位提供, 共26个, 分别编号为1~26, 供试材料名称和来源见表1。

1.2 试验设计

试验于2010年5月至2011年10月在浙江省萧山棉麻研究所头蓬黄/红麻试验基地进行。土壤是1993年钱塘江边围垦的海涂地, 为砂质壤土。分别于2010年5月20日和2011年5月20日播种, 试验按完全随机排列, 重复3次, 试验小区面积6.67 m², 小区长5.13 m, 宽1.30 m, 四周设置保护行。田间管理同常规大田。试验地前茬作物为水稻。

1.3 考种与数据处理

于2010年10月8日和2011年9月28日黄麻工艺成熟期, 每小区随机取样20株, 测量株高、分枝高、茎粗、皮厚、单株鲜皮重、单株鲜骨重、鲜皮晒干率和单株干皮重等8个产量性状, 并计算其平均值、最大值、最小值、标准差、极差和变异系数。应用DPS 7.05软件进行主成分分析及欧氏距离聚类分析, 聚类方法采用UPGMA类平均法^[31]; 在主成分分析的结果基础上, 作二维排序分析, 评选出优良的品种(系)。

表 1 供试黄麻品种(系)代码、名称及来源

Table 1 The code, name and origins of 26 jute varieties

| 编号 Code | 品系名称 Variety name | 选育单位 Bred units | 编号 Code | 品系名称 Variety name | 选育单位 Bred units |
|------------|----------------------|--------------------|------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 09C 黄繁-9 | 福建农林大学 | 14 | 09 品-3 | 福建农林大学 |
| 2 | 09C 黄繁-4 | 福建农林大学 | 15 | 09 品-2 | 福建农林大学 |
| 3 | 09C 黄繁-3 | 福建农林大学 | 16 | 08CZX-4 | 福建农林大学 |
| 4 | 09C 黄繁-13 | 福建农林大学 | 17 | 中黄麻 1 号 | 中国农科院麻类所 |
| 5 | 09C 黄繁-12 | 福建农林大学 | 18 | MY-118 | 浙江省萧山棉麻研究所 |
| 6 | 09C 黄繁-11 | 福建农林大学 | 19 | 福黄麻 1 号 | 福建农林大学 |
| 7 | 09C 黄繁-8 | 福建农林大学 | 20 | 福黄麻 2 号 | 福建农林大学 |
| 8 | 09C 黄繁-7 | 福建农林大学 | 21 | 黄麻 831 | 福建农林大学 |
| 9 | 09 品-11 | 福建农林大学 | 22 | 闽黄 1 号 | 福建农林大学 |
| 10 | 09 品-5 | 福建农林大学 | 23 | 黄麻 179 | 福建农林大学 |
| 11 | 89m5-83 | 福建农林大学 | 24 | C2005-43 | 中国农科院麻类所 |
| 12 | 09 繁-7 | 福建农林大学 | 25 | Y007-10 | 中国农科院麻类所 |
| 13 | 09 品-10 | 福建农林大学 | 26 | 宽叶长果 | 中国农科院麻类所 |

2 结果与分析

2.1 产量性状分析

供试材料的 8 个主要产量性状的平均值及变异情况见表 2。由表 2 可以看出不同材料间变异系数存在很大差异,单株鲜骨重的变异系数最大为 14.70%,变幅为 103.5 ~ 216.9 g;其次为单株干皮重,其变异系数为 13.09%,变幅为 20.1 ~ 37.1 g;

皮厚变异系数为 12.29%,变幅为 1.0 ~ 1.4 mm;鲜皮晒干率变异系数为 12.14%,变幅为 17.1% ~ 25.9%;单株鲜皮重变异系数为 10.90%,变幅为 93.5 ~ 157.5 g;茎粗变异系数为 4.98%,变幅为 13.2 ~ 15.9 mm;分枝高变异系数为 4.79%,变幅为 271.3 ~ 340.9 cm;株高变异系数最小为 2.54%,变幅为 316.9 ~ 354.6 cm;这表明 26 个黄麻品种(系)各具特点,差异较明显,类型广泛。

表 2 参试黄麻品系主要产量性状的变异情况

Table 2 Variation of principal yield characters of jute varieties

| 性状 Characters | 最大值 Max. | 最小值 Min. | 极差 Range | 平均值 Mean | 标准差 SD | 变异系数(%) CV |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|
| 株高(cm) Plant height | 354.6 | 316.9 | 37.7 | 337.5 | 8.58 | 2.54 |
| 茎粗(mm) Stem diameter | 15.9 | 13.2 | 2.7 | 14.7 | 0.73 | 4.98 |
| 分枝高(cm) Branching height | 340.9 | 271.3 | 69.6 | 316.2 | 15.16 | 4.79 |
| 皮厚(mm) Fiber bark thickness | 1.4 | 1.0 | 0.4 | 1.2 | 0.15 | 12.29 |
| 单株鲜皮重(g) Fresh bark weight per plant | 157.5 | 93.5 | 64.0 | 132.9 | 14.48 | 10.90 |
| 单株鲜骨重(g) Fresh bone weight per plant | 216.9 | 103.5 | 113.4 | 145.8 | 21.44 | 14.70 |
| 鲜皮晒干率(%) Fresh bark dry rate | 25.9 | 17.1 | 8.8 | 20.4 | 2.48 | 12.14 |
| 单株干皮重(g) Dry bark weight per plant | 37.1 | 20.1 | 17.0 | 27.0 | 3.53 | 13.09 |

2.2 产量性状的相关性分析

对 26 份黄麻品种(系)的 8 个产量性状进行相关分析(表 3),从表 3 可以看出,单株干皮重与其他性状均呈正相关,且与单株鲜皮重、株高、单株鲜骨重、鲜皮晒干率达到显著或极显著水平。其中,株高与茎粗、分枝高呈显著正相关,与皮厚、单株鲜皮重、

单株鲜骨重呈极显著正相关;茎粗与皮厚、单株鲜皮重呈极显著正相关,而与鲜皮晒干率呈极显著负相关;分枝高与皮厚、单株鲜皮重呈极显著或显著正相关;皮厚与单株鲜皮重呈极显著正相关,而与鲜皮晒干率呈极显著负相关;单株鲜皮重与单株鲜骨重呈显著正相关。以上分析可以说明单株鲜皮

重、株高、单株鲜骨重、鲜皮晒干率这 4 个产量性状与黄麻单株干皮重有直接影响,而茎粗、分枝高以及皮厚也有影响,表明各产量性状间是相互联系、相互制约的。

表 3 黄麻产量性状的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of yield characters of jute

| 相关系数 Coefficient of association | 株高 Plant height | 茎粗 Stem diameter | 分枝高 Branching height | 皮厚 Fiber bark thickness | 单株鲜皮重 Fresh bark weight per plant | 单株鲜骨重 Fresh bone weight per plant | 鲜皮晒干率 Fresh bark dry rate | 单株干皮重 Dry bark weight per plant |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|---|---------------------------------|---------------------------------------|
| 株高 | 1 | 0.4545 * | 0.3932 * | 0.5561 ** | 0.6346 ** | 0.4784 ** | 0.0764 | 0.6224 ** |
| 茎粗 | | 1 | 0.2798 | 0.7746 ** | 0.6926 ** | 0.2392 | -0.5518 ** | 0.0610 |
| 分枝高 | | | 1 | 0.5083 ** | 0.4085 * | -0.2131 | -0.1455 | 0.2192 |
| 皮厚 | | | | 1 | 0.6618 ** | -0.0354 | -0.5921 ** | 0.0217 |
| 单株鲜皮重 | | | | | 1 | 0.4389 * | -0.3761 | 0.4937 * |
| 单株鲜骨重 | | | | | | 1 | 0.3027 | 0.6534 ** |
| 鲜皮晒干率 | | | | | | | 1 | 0.6168 ** |
| 单株干皮重 | | | | | | | | 1 |

* 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)

*, ** represent different significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively

2.3 主成分分析

用 DPS 数据处理系统解出的特征根和特征向量见表 4。从表 4 可以看出,前 3 个特征根累计贡献率已达 88.247%,其中第 1 主成分贡献率达 44.9019%,其特征向量主要是单株鲜皮重和皮厚,其向量间的关系表明,单株鲜皮重越重和鲜皮越厚,则干皮产量较高;第 2 主成分贡献率为 29.9378%,其性状特征根中鲜皮晒干率的贡献值较大,说明在第 2 主成分的各因子中,主要是黄麻的干皮产量高低与鲜皮晒干率关系最为重要;第 3 主成分贡献率为 13.4073%,特征向量中分枝高贡献较大,其向量间的关系表明,即黄麻植株分枝高越高,则干皮产量

越高。因此,在黄麻新品种选育时,应注意协调各性状间的关系,尤其是单株鲜皮重、鲜皮晒干率、分枝高与单株干皮产量之间的向量关系。

2.4 聚类分析

对 26 份黄麻材料的 3 个主成分进行系统聚类,结果见图 1。当聚类欧氏距离取值 $D = 2.15$ 时,可把 26 份材料分成 4 类,由图 1 和表 5 可以看出,第 I 类群包含 18 份材料,占 69.23%,包括 09C 黄繁 - 9、09 品 - 3、MY - 118、09C 黄繁 - 4、09C 黄繁 - 8、89m5 - 83、09 品 - 5、09 品 - 11、09C 黄繁 - 13、09 品 - 10、09C 黄繁 - 12、09 品 - 2、中黄麻 1 号、09C 黄繁 - 7、09C 黄繁 - 3、09C 黄繁 - 11、09 繁 - 7、

表 4 入选主成分的特征根和特征向量

Table 4 Eigenvalue and eigenvector of selected principal component

| 性状 Characters | 第 1 主成分 The first PC | 第 2 主成分 The second PC | 第 3 主成分 The third PC |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 株高 Plant height | 0.4208 | 0.2374 | 0.1251 |
| 茎粗 Stem diameter | 0.4281 | -0.2008 | -0.2894 |
| 分枝高 Branching height | 0.2853 | -0.1077 | 0.7399 |
| 皮厚 Fiber bark thickness | 0.4381 | -0.2794 | 0.0670 |
| 单株鲜皮重 Fresh bark weight per plant | 0.4817 | 0.0315 | -0.1196 |
| 单株鲜骨重 Fresh bone weight per plant | 0.2082 | 0.4562 | -0.4866 |
| 鲜皮晒干率 Fresh bark dry rate | -0.1834 | 0.5500 | 0.2672 |
| 单株干皮重 Dry bark weight per plant | 0.2395 | 0.5456 | 0.1617 |
| 特征值 Numerical value | 3.5922 | 2.3950 | 1.0726 |
| 贡献率 (%) Contribution rate | 44.9019 | 29.9378 | 13.4073 |
| 累计百分率 (%) Total account | 44.9019 | 74.8397 | 88.2470 |

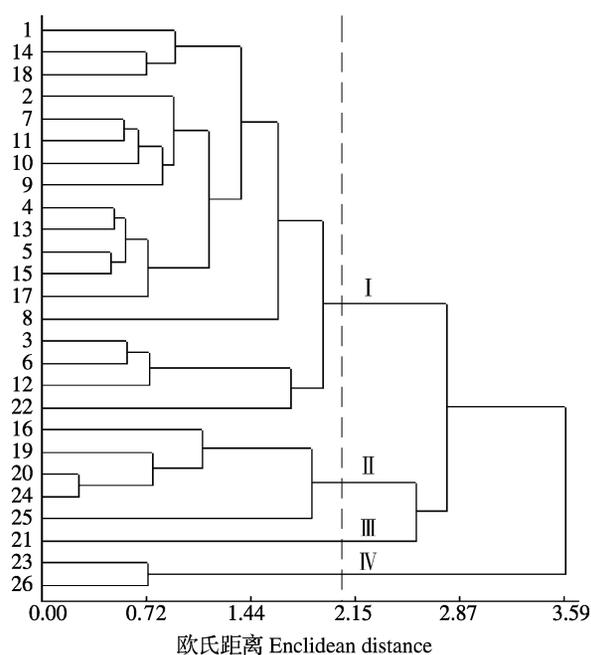


图 1 基于主成分分析的 26 份黄麻品种(系)的系统聚类图
Fig. 1 Cluster diagram of 26 jute varieties (strains) based on principal component analysis

闽黄 1 号等品种(系)。组群平均分枝高为 320.34 cm, 平均单株鲜皮重为 138.20 g, 平均鲜皮晒干率

为 18.98%; 变异系数最大的是单株鲜皮重; 这类材料主要特征是分枝高和单株鲜皮重最高, 鲜皮晒干率最低, 可作为选育分枝高和单株鲜皮重均较高的目标亲本加以利用。第 II 类群包含 5 份材料, 占 19.23%, 分别是 08CZX-4、福黄麻 1 号、福黄麻 2 号、C2005-43、Y007-10; 组群平均分枝高为 319.00 cm, 平均单株鲜皮重为 125.50 g, 平均鲜皮晒干率为 24.30%; 变异系数最大的是单株鲜皮重; 这类材料主要特征是分枝高度和单株鲜皮重较高, 鲜皮晒干率最高, 可根据育种目标作为高鲜皮晒干率杂交亲本利用。第 III 类群只有 1 个品种(系)组成, 即黄麻 831, 组群平均分枝高为 312.00 cm, 平均单株鲜皮重为 93.50 g, 平均鲜皮晒干率为 21.50%; 这类材料主要特征是分枝高度和鲜皮晒干率均较高, 单株鲜皮重最低, 可作为高鲜皮晒干率杂交亲本中间材料利用。第 IV 类群包括黄麻 179 和宽叶长果 2 份材料, 组群平均分枝高为 273.60 cm, 平均单株鲜皮重为 123.75 g, 平均鲜皮晒干率为 22.82%; 变异系数最大的是鲜皮晒干率; 这类材料主要特征是分枝高最低, 单株鲜皮重高, 鲜皮晒干率较高, 可作为鲜皮晒干率和单株鲜皮重均较高的杂交亲本中间材料加以利用。

表 5 各类型主要农艺性状的平均值

Table 5 Means of principal yield characters among different groups

| 类群 Groups | 性状 Characters | 变幅 Range | 平均值 Mean | 变异系数(%) CV |
|--------------|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| I | 分枝高(cm) Branching height | 320.3 ~ 340.9 | 320.34 | 2.98 |
| | 单株鲜皮重(s) Fresh bark weight per plant | 138.2 ~ 157.5 | 138.20 | 8.29 |
| | 鲜皮晒干率(%) Fresh bark dry rate | 19.0 ~ 20.8 | 18.98 | 6.19 |
| II | 分枝高(cm) Branching height | 307.6 ~ 325.2 | 319.00 | 2.12 |
| | 单株鲜皮重(g) Fresh bark weight per plant | 115.0 ~ 143.1 | 125.50 | 9.00 |
| | 鲜皮晒干率(%) Fresh bark dry rate | 23.7 ~ 25.9 | 24.30 | 3.84 |
| III | 分枝高(cm) Branching height | — | 312.00 | — |
| | 单株鲜皮重(g) Fresh bark weight per plant | — | 93.50 | — |
| | 鲜皮晒干率(%) Fresh bark dry rate | — | 21.50 | — |
| IV | 分枝高(cm) Branching height | 271.3 ~ 275.9 | 273.60 | 1.19 |
| | 单株鲜皮重(g) Fresh bark weight per plant | 123.1 ~ 124.4 | 123.75 | 0.71 |
| | 鲜皮晒干率(%) Fresh bark dry rate | 22.0 ~ 23.6 | 22.82 | 4.92 |

2.5 二维分析及其评价

本研究以第 1 主成分(单株鲜皮重)作横坐标, 分别以第 2(鲜皮晒干率)和第 3 主成分(分枝高)为纵坐标做成二维散点图(图 2、图 3), 可以直观地揭

示黄麻品种间基因型差异状况及各品种自然类型分类的特点。

结合前面的相关分析可知, 单株干皮重与单株鲜皮重、鲜皮晒干率呈显著或极显著正相关。在由

第1和第2主成分构成的供试品种二维排序图中(图2),品种的横坐标与纵坐标值越大,其鲜皮晒干率越高与单株鲜皮重越重。从图2可见,5(09C黄繁-12)、7(09C黄繁-8)、9(09品-11)、10(09品-5)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、15(09品-2)、16(08CZX-4)、17(中黄麻1号)、18(MY-118)、19(福黄麻1号)、21(黄麻831)、25(Y007-10)、26(宽叶长果)等14个品种(系)的第1主成分值(单株鲜皮重)较其他品种大,是具有较高单株鲜皮重的优良品种(系);而4(09C黄繁-13)、6(09C黄繁-11)、9(09品-11)、10(09品-5)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、18(MY-118)、19(福黄麻1号)、21(黄麻831)、25(Y007-10)、26(宽叶长果)等11个品种(系)的第2主成分值较其他品种大,是具有较高鲜皮晒干率的优良品种(系);其中,9(09品-11)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、18(MY-118)、19(福黄麻1号)、21(黄麻831)、25(Y007-10)、26(宽叶长果)等8个品种(系)是第1主成分值和第2

主成分值均较其他品种大,且具有较重单株鲜皮重和较高鲜皮晒干率的优良品种(系)。

结合表3中的相关分析可知,单株干皮重与单株鲜皮重呈极显著正相关,而与分枝高呈正相关。从第1和第3主成分二维排序图(图3)可以看出,在供试品种(系)中,2(09C黄繁-4)、3(09C黄繁-3)、4(09C黄繁-13)、6(09C黄繁-11)、8(09C黄繁-7)、9(09品-11)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、13(09品-10)、16(08CZX-4)、17(中黄麻1号)、19(福黄麻1号)、20(福黄麻2号)、21(黄麻831)、24(C2005-43)、25(Y007-10)等16个品种(系)的第3主成分值较其他品种大,是具有较高分枝高的优良品种(系);同时具有高单株鲜皮重与分枝高的品种(系)主要有9(09品-11)、11(89m5-83)、12(09繁-7)、16(08CZX-4)、17(中黄麻1号)、19(福黄麻1号)、21(黄麻831)、25(Y007-10)等8个。其中,25(Y007-10)是单株鲜皮重与分枝高度结合最好、表现最突出的优良品种(系)。

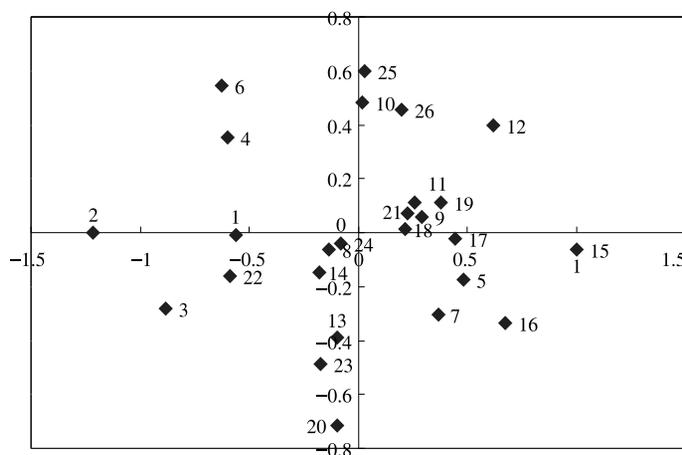


图2 第1、2主成分二维排序图

Fig. 2 Scatter plot based on the first and second PC

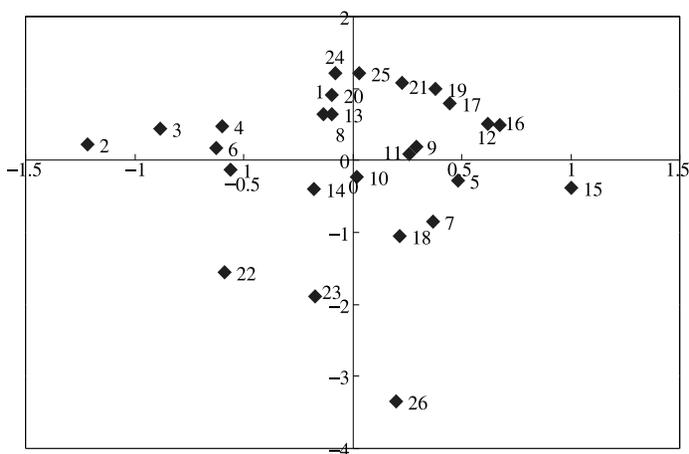


图3 第1、3主成分二维排序图

Fig. 3 Scatter plot based on the first and third PC

结合图 2 和图 3 的结果分析可知,在供试材料中,同时兼顾第 1 主成分、第 2 和第 3 主成分的品种(系)主要有 9(09 品-11)、11(89m5-83)、12(09 繁-7)、19(福黄麻 1 号)、21(黄麻 831)、25(Y007-10)等 6 个品种(系),它们是黄麻遗传改良上值得重视和可直接或间接利用的优良种质材料,也是有望选育升级为品种大面积推广的备选材料。

3 讨论

3.1 主成分分析

本研究通过对 26 份黄麻品种(系)的 8 个数量性状的主成分分析,确定单株鲜皮重因子、鲜皮晒干率因子、分枝高因子这 3 个主成分,其累计贡献率为 88.247%,代表了原始的绝大部分性状信息,从而能够对这些具有错综复杂网络关系的性状施行有效地降维。由于单株鲜皮重在黄麻产量性状中变化是比较大的,结合本研究相关分析结果可知,单株鲜皮重与株高、茎粗、分枝高以及皮厚呈显著或极显著正相关,因此,在黄麻选育中,应注意选择植株较高、中等茎粗、分枝高较高、韧皮较厚和晒干率较高的材料,除了着重对这些主要性状进行选择外,还要对次要性状综合分析利用,才能确保选育出符合育种目标的高产品种(系)^[32-36]。这与祁建民等^[29]、龚友才等^[30]的研究结果不一致,可能是因为所选群体品种、性状指标选择、土壤情况以及管理水平等原因不同所致。

3.2 系统聚类分析

在进行聚类分析时,选择的性状越多越能反映品种(系)的客观实际,但也会造成有些性状的差异会被另一些性状的差异所掩盖的现象出现^[8]。在主成分分析的基础上进行聚类,用尽可能少的主成分说明生物学的大部分信息,减少统计的复杂性,使结果更精确^[29]。本研究通过对 26 份黄麻材料的 3 个主成分进行系统聚类,将 26 份材料分成 4 类,各个类群各具特征,并对各类品种改良目标的针对性进行探讨。通过系统聚类分析,克服了仅以个别性状进行直观、经验性分类的弊端,也为选择黄麻高产育种中亲本选配提供了参考,在黄麻杂交育种上可根据不同类别的特点加以利用,如第 I 类群可作为选育分枝高和单株鲜皮重均较高的目标亲本加以利用,第 IV 类群可作为高鲜皮晒干率和重单株鲜皮重杂交亲本的中间材料加以利用。因此,在今后的黄麻高产育种中,可利用上述聚类图选择合适的亲本,检验其在选配亲本育种实践中的成效。

3.3 二维排序分析与评价

二维排序分析发现,26 份黄麻品种(系)中有 9(09 品-11)、11(89m5-83)、12(09 繁-7)、19(福黄麻 1 号)、21(黄麻 831)、25(Y007-10)等 6 个高产品种(系),同时兼顾第 1 主成分、第 2 和第 3 主成分,这些材料都是值得生产上应用推广的优良品种(系)^[37],或作为优良亲本在杂交育种中利用。通过比较主成分分析基础上的系统聚类和主成分基础上的二维排序分析,发现两种分析方法在揭示品种(系)相似性与差异上既有共性又有各自的特点。前者对供试材料相对遗传距离有一定的参考价值,后者对区分供试材料性状优劣具有清楚直观的特点^[12-13,24-29]。将两种方法综合应用可以更好地了解各材料的亲缘关系和优良品种的分布情况,为黄麻品种(系)遗传改良和种质利用提供科学客观的依据。

应当指出,表型鉴定和选择受环境及栽培因素影响较大,因此单从形态学上研究遗传多样性具有一定的局限性,同时,黄麻产量与有效株数有密切关系。因此,后面的研究必须对各类群中表现突出的优良品种(系)进行深入的比较分析,如将农艺性状、品质性状与分子标记技术相结合进行综合评价,再最终决定材料的取舍。

参考文献

- [1] 熊和平. 麻类作物育种学[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 156
- [2] 陶爱芬, 祁建民, 李小珍. 黄麻分子生物学研究进展及展望[J]. 中国麻业科学, 2010, 32(4): 232-237
- [3] 刘新月, 裴磊, 董双全, 等. 冬小麦种质材料主要农艺性状研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(33): 18-24
- [4] 程新奇, 郭安平, 肖瑞芝, 等. 黄麻种质资源的鉴定与利用分析[J]. 中国麻作, 1993(4): 1-8
- [5] 程新奇, 肖瑞芝, 余隆其, 等. 长果种黄麻资源高产种质的筛选[J]. 中国麻作, 1992(4): 7-11
- [6] 张彩英, 常文锁, 谢令琴, 等. 小麦高代新品种(系)鉴定的聚类分析[J]. 植物遗传资源科学, 2001, 2(4): 29-33
- [7] 王绘艳, 史雨刚, 马昊翔, 等. 30 份春小麦品系主要农艺性状的聚类分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(18): 60-64
- [8] 要燕杰, 高翔, 吴丹, 等. 小麦农艺性状与品质特性的多元分析与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 38-47
- [9] Bhati P K, Singh S K, Dhurai Amita Sharma S Y. Genetic divergence for quantitative traits in rice germplasm [J]. Electron J Plant Breed, 2015, 6(2): 521-527
- [10] 韩泽群, 姜波. 加工番茄品种多性状综合评价方法研究[J]. 中国农业科学, 2014, 47(2): 357-365
- [11] 郭丽芬, 徐宁生, 张跃, 等. 云南红花种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 219-225
- [12] 陶爱芬, 祁建民, 林培青, 等. 红麻优异种质产量和品质性状主成分聚类分析与综合评价[J]. 中国农业科学, 2008, 41(9): 2859-2867
- [13] 方平平, 郑鹭, 陶爱芬, 等. 蓖麻遗传资源产量与品质性状主成分聚类分析及其评价[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2011, 40(3): 232-236
- [14] 张加强, 骆霞虹, 陈常理, 等. 叶用芥菜种质表型性状的遗传

- 多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(3):535-540
- [15] Ashutosh S, Sonika Y, Mukherjee S. Genetic divergence within some genotypes of tossa jute (*Corchorus olitorius* L.) [J]. *Environ Ecol*, 2015, 33(2):749-752
- [16] 王敏, 徐萍, 刘新江, 等. 黄淮海地区夏玉米农艺性状与产量的通径分析[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(5):1229-1236
- [17] 张雪花, 李浩杰, 张锦芳, 等. 甘蓝型油菜耐湿性初步评价和主成分分析[J]. 中国油料作物学报, 2011, 32(2):98-103
- [18] 陈碧云, 许鲲, 高桂珍, 等. 中国白菜型油菜种质表型多样性分析[J]. 中国油料作物学报, 2012, 34(1):25-32
- [19] 刘新龙, 马丽, 蔡青, 等. 云南甘蔗品种表型性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(6):703-708
- [20] 慈敦伟, 张礼凤, 汪宝卿, 等. 大豆种质资源农艺性状和产量的年份间差异及其关系[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6):872-880
- [21] 贺晨帮, 宗绪晓. 豌豆种质资源形态标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1):42-48
- [22] 何玉华, 杨峰, 王丽萍, 等. 云南省地方蚕豆种质资源形态学遗传多样性分析[J]. 西南农业学报, 2014, 27(2):512-517
- [23] 张赤红, 曹永生, 宗绪晓, 等. 普通菜豆种质资源形态多样性鉴定与分类研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(1):27-32
- [24] 胡建斌, 马双武, 简在海, 等. 中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4):612-619
- [25] 雷逢进, 温祥珍, 李亚灵, 等. 西葫芦品种的株型研究及评价[J]. 西北农业学报, 2010, 19(11):104-109
- [26] 陈书霞, 周静, 申晓青, 等. 大蒜种质产量和品质性状主成分聚类分析与综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(3):429-434
- [27] 刘科鹏, 黄春辉, 冷建华, 等. ‘金魁’猕猴桃果实品质的主成分分析与综合评价[J]. 果树学报, 2012, 29(5):867-871
- [28] 郝朝运, 谭乐和, 范睿, 等. 中国部分胡椒属植物表型性状的数量分类[J]. 热带作物学报, 2012, 33(5):779-785
- [29] 祁建民, 李维明, 林荔辉, 等. 黄麻种质资源数量分类研究[J]. 作物学报, 1996, 22(5):587-594
- [30] 龚友才, 郭安平. 长果种黄麻主要亲本数量性状遗传变异与多元分析[J]. 中国麻作, 1992(4):1-7
- [31] 唐启义, 冯明光. DPS 统计分析系统: 实验设计、统计分析及数据发掘[M]. 北京: 科学出版社, 2006:603-610, 644-650
- [32] 郭安平, 龚友才. 长果种黄麻品种主要农艺性状与单株产量关系的分析[J]. 中国麻作, 1988(4):13-18
- [33] 郑云雨, 祁建民, 李维明, 等. 黄麻产量和纤维品质性状典型相关与双重筛选逐步回归分析[J]. 福建农业大学学报, 1994(1):17-20
- [34] 林元直, 祁建民. 圆果黄麻种质资源综合评估的层次分析法[J]. 福建农学院学报, 1992, 21(2):219-224
- [35] 祁建民, 王英娇, 郑云雨, 等. 黄麻数量性状相关遗传参数及其多元分析[J]. 中国麻作, 1990(4):4-10
- [36] 张加强, 骆霞虹, 陈常理, 等. 圆果种黄麻主要经济性状与纤维产量的相关及灰色关联分析[J]. 中国麻业科学, 2015(2):70-74, 79
- [37] 龚友才, 戴志刚, 陈基权, 等. 长果黄麻新品种‘Y007-10’选育研究[J]. 热带农业科学, 2013, 33(11):27-31