

不同玉米品种籽粒产量和秸秆体外干物质消化率研究

郜书静,张仁和,史俊通,薛吉全,马国胜,路海东,张兴华

(西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 【目的】了解玉米品种籽粒产量与秸秆饲用品质的关系。【方法】以 44 个玉米品种为材料,采用大田试验和近红外光谱技术相结合的方法,通过方差分析、频次分布和正态分布检测,分析玉米籽粒产量和秸秆体外干物质消化率(IVDMD)的变化特点,并应用聚类分析划分品种类型。【结果】品种间籽粒产量和秸秆 IVDMD 均存在极显著差异($P < 0.01$)。籽粒产量平均值为 $9\,264.9\text{ kg/hm}^2$,秸秆 IVDMD 符合正态分布 $N(0.446, 0.343^2)$,籽粒产量和秸秆 IVDMD 的变化分别为 $7\,024.5 \sim 11\,463.0\text{ kg/hm}^2$ 和 $38.60\% \sim 51.74\%$,两者间的相关性不显著($P > 0.05$)。以籽粒产量和秸秆 IVDMD 为分析变量,将 44 个玉米品种划分为 4 类:籽粒产量和秸秆 IVDMD 双低型(LGLS)、籽粒产量低秸秆 IVDMD 高型(LGHS)、籽粒产量高秸秆 IVDMD 低型(HGLS)、籽粒产量和秸秆 IVDMD 双高型(HGHS),各类型分别占样品总数的 18.18%,18.18%,43.18%和 20.46%。【结论】玉米籽粒产量与秸秆 IVDMD 无必然的相关性,可根据品种的利用目标对籽粒或秸秆进行分别选择;目前 HGHS 型品种相对较少,应加强此类型玉米品种的选育工作。

[关键词] 玉米品种;籽粒产量;秸秆;体外干物质消化率

[中图分类号] S513

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2009)05-0099-06

Grain yield and stover IVDMD of maize among different varieties

TAI Shu-jing, ZHANG Ren-he, SHI Jun-tong, XUE Ji-quan, MA Guo-sheng,

LU Hai-dong, ZHANG Xing-hua

(College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The study was done to understand the correlation between grain yield and stover IVDMD of maize. 【Method】Grain yield and stover IVDMD of 44 maize varieties were studied by applying field experiments and technique of near infrared reflectance spectroscopy. Through variance analysis, frequency distribution and testing of normality, variation characteristics of traits were analyzed. The varieties were classified by cluster analysis. 【Result】Significant ($P < 0.01$) varieties-dependent variations were observed for grain yield and stover IVDMD of maize. Mean value of grain yield was $9\,264.9\text{ kg/hm}^2$ and stover IVDMD was in accordance with normal distribution $N(0.446, 0.343^2)$. Ranges were $7\,024.5 \sim 11\,463.0\text{ kg/hm}^2$ and $38.60\% \sim 51.74\%$ respectively. Grain yield was not significant with stover IVDMD ($P > 0.05$). The varieties could be classified into 4 types: low grain yield with low stover IVDMD(LGLS), low grain yield with high stover IVDMD(LGHS), high grain yield with low stover IVDMD(HGLS), and high grain yield with high stover IVDMD(HGHS), their proportions being 18.18%, 18.18%, 43.18% and 20.46%, respectively. 【Conclusion】There was no inevitable correlation between grain yield and stover IVDMD

* [收稿日期] 2008-07-25

[基金项目] 国家“863”计划项目(2006AA100201);公益性行业(农业)科研专项(07-003-02-10);陕西省重大科技专项(2007ZDKG-03)

[作者简介] 郜书静(1980—),女,山东曲阜人,在读博士,主要从事玉米生理生态研究。

[通信作者] 薛吉全(1964—),男,陕西武功人,教授,主要从事玉米新品种选育和栽培技术研究。

of maize and it was feasible to select variety according to corresponding objectives. Maize varieties were short of HGHS type now, and it was suggested that breeding and selection for this type should be strengthened.

Key words: maize variety; grain yield; stover; IVDMD

玉米是集粮、饲、经和生物能源为一体的重要作物,其生产发展直接关系到国家粮食安全。长期以来,我国玉米的育种方向以提高籽粒产量和品质为主^[1-3],而忽视了秸秆产量的提高、饲用品质的改良及整株研究利用。玉米秸秆资源饲料化是现代畜牧业的发展方向^[4],因此在保证玉米籽粒产量的同时,提高秸秆产量和饲用品质,对于我国粮食安全和节粮型秸秆畜牧业的快速发展具有重要意义。品种选择是提高玉米产量和品质的最有效方法。体外干物质消化率(*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)是影响玉米秸秆饲用品质的首要因素^[5]。众多研究^[5-11]发现,品种对玉米产量和秸秆营养价值有显著影响。Reddya 等^[12]和 Luis 等^[13]研究认为,秸秆品质优的玉米品种,其籽粒产量并不一定低。目前,全国种植的玉米品种繁多,但相关研究多集中于籽粒的产量和品质^[6-8,14-16],而有关秸秆饲用品质的研究较少^[5],而且同时考虑籽粒产量和秸秆 IVDMD 的研究尚未见报道。本研究以 44 个玉米品种为材料,采用大田试验和近红外光谱技术相结合的方法,分析玉米籽粒产量和秸秆 IVDMD 的变化特点,以为玉米品种选择和品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

收集目前普遍种植的玉米品种(杂交种)44 个(陕资 1 号、浚单 18、农玉 2 号、眉单 4 号、秦龙 11、秦龙 9 号、先玉 335、豫玉 2002、浚 795、陕单 902、登海 1 号、郑单 17、澳玉 3210、陕单 21、陕单 308、永玉 3 号、金海 5 号、登海 11、冀玉 9 号、京单 28、雅玉 8 号、陕单 2185、登海 9 号、户单 4 号、沈单 16、郑单 958、豫玉 22、农大 3138、户单 2000、富友 9 号、农单 5 号、浚单 22、陕单 8806、正大 12、陕单 6615、东单 60、秀青 73-1、浚单 20、长城 799、安玉 13、沈玉 17、

陕单 9 号、农大 108 和秦龙 14),由西北农林科技大学农学院玉米所提供。

1.2 试验方法

44 个玉米品种于 2007-06-10 种植于西北农林科技大学农作物新品种示范园。随机区组设计,小区面积 3 m×6 m,种植密度 60 000 株/hm²,4 行区,每处理 3 次重复,其他管理同一般大田。在玉米籽粒乳线消失、基部黑层出现时取样,每小区收获 20 个具有代表性的果穗进行籽粒考种计产,同时每小区取 5 株具有代表性的秸秆,在 105 ℃下杀青 30 min,65 ℃下烘干至恒质量。所有秸秆样品采用高速万能植物粉碎机粉碎,过孔径 0.45 mm 的样品筛后,装入塑料袋中密封,备用。

秸秆 IVDMD 采用 DA7200 二极管阵列近红外光谱分析仪(Perten Inc., Sweden)测定,结果以干基(%)表示。将一定量样品倒入直径 75 mm 的分析杯内,表面刮平,进行扫描。为消除样品的不均匀性,减小误差,每个样品重复 3 次,每次重复扫描 2 次,结果取平均值。

1.3 不同玉米品种的聚类分析^[17]

以玉米籽粒产量和秸秆 IVDMD 为分析变量,采用系统聚类分析,将数据在 0~1 内标准化,计算欧式距离,指定聚类方法为最长距离法,对 44 个玉米品种进行聚类分析,形成聚类树形图。

1.4 统计方法

采用 DPS6.55 软件^[17]对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种籽粒产量和秸秆 IVDMD 的差异

从表 1 可以看出,不同玉米品种间籽粒产量和秸秆 IVDMD 的差异均达极显著水平($P < 0.01$),从而说明遗传因素对以上 2 个性状的影响是真实存在的,可进一步分析品种间这 2 个性状的差异。

表 1 不同玉米品种间籽粒产量和秸秆 IVDMD 的方差分析

Table 1 Variance analysis of grain yield and stover IVDMD among different maize varieties

变异来源 Source	自由度 df	F 值	F value
		籽粒产量 Grain yield	秸秆 IVDMD Stover IVDMD
区组间 Blocks	2	5.294	1.259
品种间 Varieties	43	2.439**	160.877**

注: ** 表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: ** significant at 0.01 level of probability.

2.2 玉米籽粒产量和秸秆 IVDMD 的变化

利用 DPS6.55 软件的 Box 功能,对 44 个玉米品种籽粒产量和秸秆 IVDMD 的分布特征进行考察,形成 Box 图(图 1)。经 Kolmogorov-Smirnov 正态分布测试检测和频次分布分析,籽粒产量的观测量与预期积累分布之间存在显著差异,不符合正态分布,秸秆 IVDMD 符合正态分布(图 2)。

由图 1-a 和图 2-a 可知,44 个玉米品种籽粒产量的平均值为 9 264.9 kg/hm²,最小值为 7 024.5 kg/hm²,最大值为 11 463.0 kg/hm²,极差 4 438.5

kg/hm²,最大值较最小值高 63.19%,变异系数为 12.14%。其中有 14 个品种分布于 8298.6~10 353.3 kg/hm²,占样品总数的 31.82%。

由图 1-b 和图 2-b 可知,44 个玉米品种秸秆 IVDMD 符合正态分布 $N(0.446, 0.343^2)$,最小值为 38.60%,最大值为 51.74%,平均值为 44.61%,极差 13.14%,最大值较最小值高 34.04%,变异系数为 7.70%。在 95%置信区间内,秸秆 IVDMD 为 43.22%~46.01%。

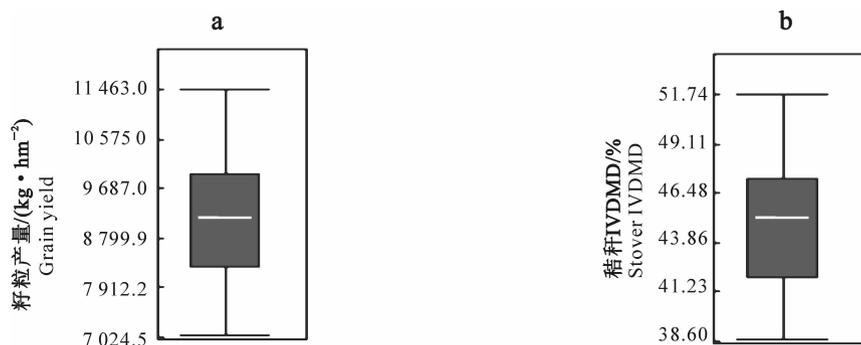


图 1 玉米籽粒产量(a)和秸秆 IVDMD(b)分布的 Box 图

Fig. 1 Boxplots about grain yield(a) and stover IVDMD(b) of maize

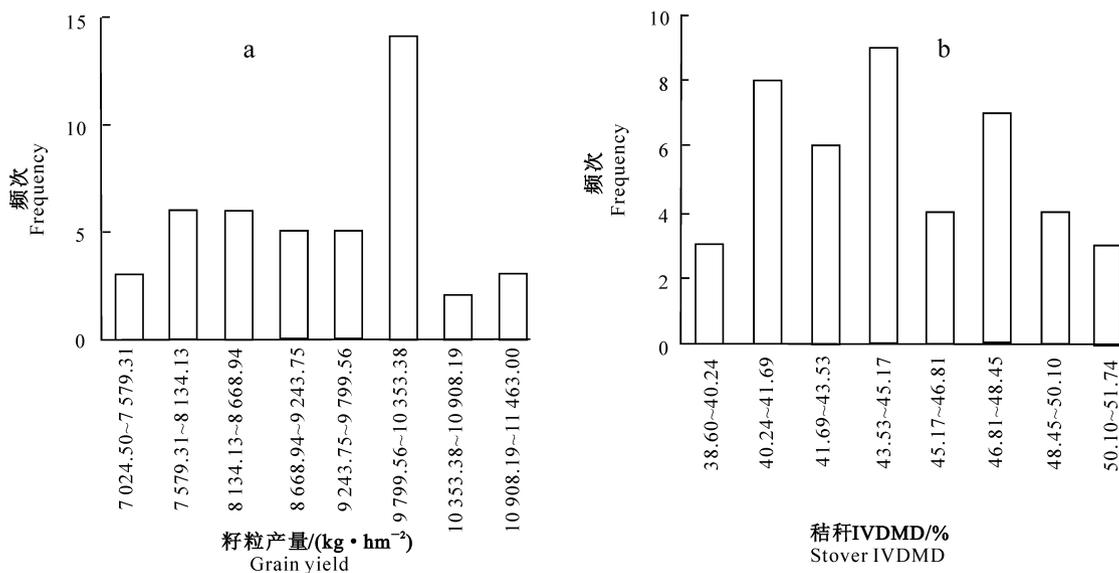


图 2 玉米籽粒产量(a)和秸秆 IVDMD(b)的频次分布

Fig. 2 Frequency distribution for grain yield(a) and stover IVDMD(b) of maize

2.3 玉米籽粒产量与秸秆 IVDMD 的相关性分析

玉米籽粒产量与秸秆 IVDMD 的相关性分析如图 3 所示。从图 3 可以看出,玉米籽粒产量与秸秆 IVDMD 具有一定的相关性,但相关性不显著($P >$

0.05),说明籽粒产量与秸秆 IVDMD 关系不密切。选择品种时,可根据品种の利用目标对籽粒或秸秆进行分别选择。

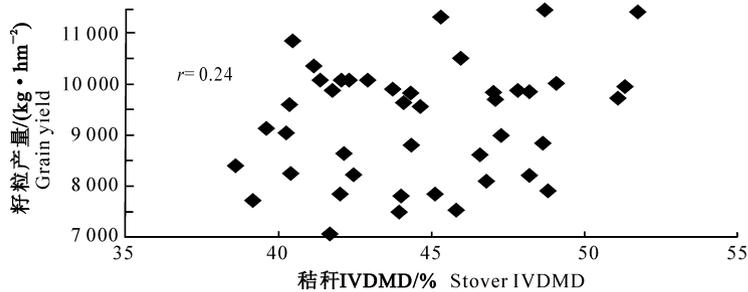


图 3 玉米籽粒产量和秸秆 IVDM 的相关性

Fig. 3 Correlation between grain yield and stover IVDM of maize

2.4 不同玉米品种的聚类分析

类树形图如图 4 所示。

44 个玉米品种籽粒产量与秸秆 IVDM 的聚

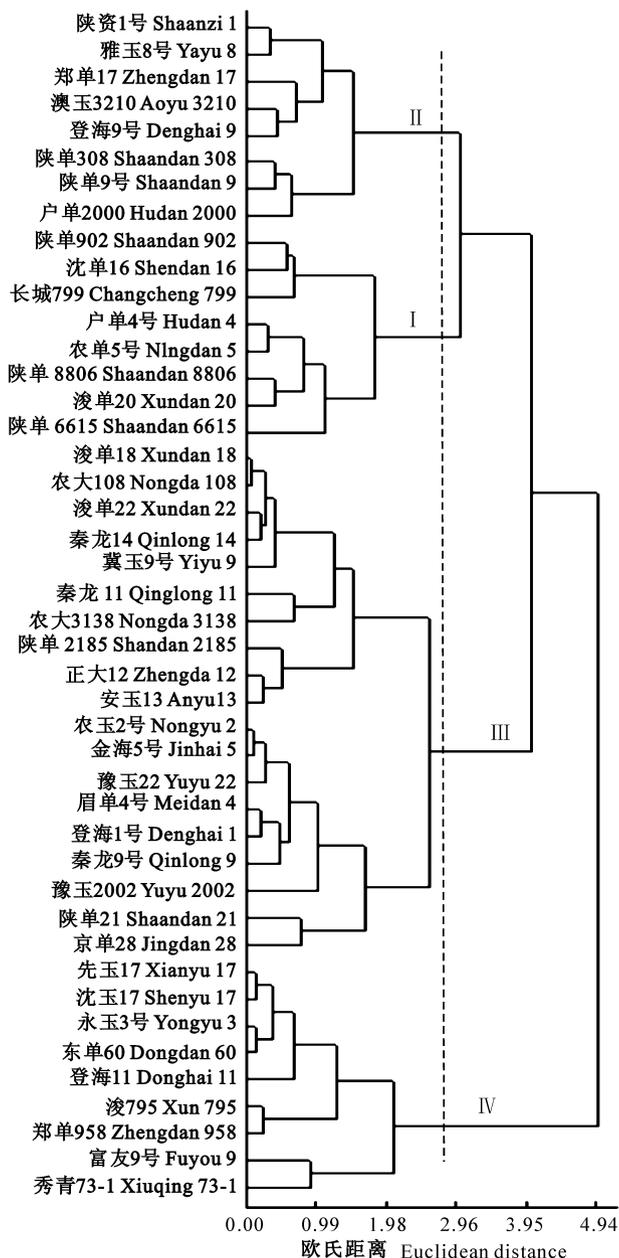


图 4 44 个玉米品种籽粒产量与秸秆 IVDM 的聚类树形图

Fig. 4 Dendrogram of hierarchical cluster analysis for grain yield and stover IVDM of 44 maize varieties

从图4可以看出,44个玉米品种可划分为4类:第Ⅰ类玉米品种为籽粒产量和秸秆 IVDMD 双低型(LGLS),共8个品种,包括陕单902、沈单16、长城799、户单4号、农单5号、陕单8806、浚单20和陕单6615,籽粒产量平均值为7 830.0 kg/hm²(变幅为7 024.5~8 388.0 kg/hm²),秸秆 IVDMD 平均值为41.55%(变幅为38.60%~43.99%);第Ⅱ类品种为籽粒产量低秸秆 IVDMD 高型(LGHS),共8个品种,包括陕资1号、雅玉8号、郑单17、澳玉3210、登海9号、陕单308、陕单9号和户单2000,籽粒产量平均值为8 256.0 kg/hm²(变幅为7 510.5~8 979.0 kg/hm²),秸秆 IVDMD 平均值为47.17%(变幅为45.13%~48.81%);第Ⅲ类玉米品种为籽粒产量高秸秆 IVDMD 低型(HGLS),共19个品种,包括浚单18、农大108、浚单22、秦龙14、冀玉9号、秦龙11、农大3138、陕单2185、正大12、安玉13、农玉2号、金海5号、豫玉22、眉单4号、登海1号、秦龙9号、豫玉2002、陕单21和京单28,籽粒产量平均值为9 849.0 kg/hm²(变幅为8 656.5~11 332.5 kg/hm²),秸秆 IVDMD 平均值为42.70%(变幅为39.71%~45.97%);第Ⅳ类玉米品种为籽粒产量和秸秆 IVDMD 双高型(HGHS),共9个品种,包括先玉335、沈玉17、永玉3号、东单60、登海11、浚795、郑单958、富友9号和秀青73-1,籽粒产量平均值为10 203.0 kg/hm²(变幅为9 705.0~11 463.0 kg/hm²),秸秆 IVDMD 平均值为49.10%(变幅为46.99%~51.74%)。LGLS、LGHS、HGLS和HGHS 4个类型分别占样品总数的18.18%,18.18%,43.18%和20.46%。由此可见,HGLS型品种相对较多,而HGHS型品种相对较少。

3 讨论

本研究验证了玉米品种间籽粒产量和秸秆 IVDMD 存在遗传差异的结论,这与白琪林等^[5]、李建奇等^[6-8]、Lauer 等^[9]、Ruiz 等^[10]及 Adugna 等^[11]的研究结果相一致,也为品种选择提供了可能。

本研究中,44个玉米品种秸秆 IVDMD 平均值为44.61%,表现为较低。另外,从各类型所占比例可以看出,HGLS型品种相对较多,而HGHS型品种相对较少,这充分反映了我国玉米育种目前重视提高籽粒产量而忽视改良秸秆饲用品质的现状。

本研究发现,玉米籽粒产量和秸秆 IVDMD 相关性不显著,这与 Adugna 等^[11]的研究结果相一致,

同时验证了 Reddy 等^[12]和 Luis 等^[13]的研究结果,即秸秆品质好的玉米品种,其籽粒产量并不一定低,可以达到籽粒产量和秸秆品质的协同提高,筛选出双高型(HGHS)品种。

玉米产量和品质受遗传因素、环境因素和栽培管理措施的共同影响^[18-19]。Hegy 等^[20]指出,尽管玉米品种间的营养价值存在差异,但对这些品种类型划分受环境变化和地点的影响。本研究是在一年一点试验基础上,对籽粒产量和秸秆 IVDMD 的变化进行了分析,对研究结果须要通过多年多点试验进行进一步的验证。

4 结论

本试验条件下,品种对玉米籽粒产量和秸秆 IVDMD 具有极显著影响。44个玉米品种籽粒产量平均值为9 264.9 kg/hm²,变化幅度为7 024.5~11 463.0 kg/hm²,秸秆 IVDMD 符合正态分布 $N(0.446, 0.343^2)$,变化幅度为38.60%~51.74%。籽粒产量与秸秆 IVDMD 有一定的相关性,但相关性不显著($P < 0.05$)。以籽粒产量和秸秆 IVDMD 为分析变量,将44个玉米品种可划分为LGLS、LGHS、HGLS和HGHS 4种类型,其中HGHS型品种所占比例相对较低,应加强此类型玉米品种的选育工作。

[参考文献]

- [1] 田清震,张世煌,李新海,等. 玉米育种发展动态[J]. 玉米科学,2007,15(1):24-28.
Tian Q Z, Zhang S H, Li X H, et al. Technology development and strategy in maize breeding [J]. Journal of Maize Sciences, 2007, 15(1): 24-28. (in Chinese)
- [2] 杨伟光. 玉米高产育种研究[J]. 玉米科学,2006,14(2):10-12, 15.
Yang W G. Maize breeding for high yield [J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(2): 10-12, 15. (in Chinese)
- [3] 白永新,陈保国,张润生,等. 普通玉米品质育种的现状分析与综合评价[J]. 玉米科学,2003,11(2):50-53.
Bai Y X, Chen B G, Zhang R S, et al. The situation analysis and integrated evaluation of quality breeding in normal corn [J]. Journal of Maize Sciences, 2003, 11(2): 50-53. (in Chinese)
- [4] 李浩波. 秸秆饲科学[M]. 西安:西安地图出版社,2002:1-10.
Li H B. Straw feed science [M]. Xi'an: Xi'an Map Press, 2002: 1-10. (in Chinese)
- [5] 白琪林,陈绍江,戴景瑞. 我国常用玉米自交系秸秆品质性状及其相关分析[J]. 作物学报,2007,33(11):1777-1781.
Bai Q L, Chen S J, Dai J R. Stalk quality traits and their correlations of maize inbred lines in China [J]. Acta Agronomica

- Sinica, 2007, 33(11):1777-1781. (in Chinese)
- [6] 李建奇. 不同类型品种对春玉米产量、品质的影响 [J]. 种子, 2006, 25(12):58-60.
Li J Q. Effect of different types of spring maize varieties on yield and quality [J]. Journal of Seed, 2006, 25(12):58-60. (in Chinese)
- [7] 李建奇, 黄高宝, 牛俊义. 不同类型玉米品种的产量与品质筛选研究 [J]. 中国种业, 2004(2):39-40.
Li J Q, Huang G B, Niu J Y. Selection of yield and quality from different types of maize varieties [J]. Journal of Chinese Seed Industry, 2004(2):39-40. (in Chinese)
- [8] 李建奇. 不同玉米品种的品质、产量差异及机理研究 [J]. 玉米科学, 2007, 15(4):13-17, 33.
Li J Q. Study on quality and genetic affected yield and the mechanisms of different maize varieties [J]. Journal of Maize Sciences, 2007, 15(4):13-17, 33. (in Chinese)
- [9] Lauer J G, Coors J G, Flannery P J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras [J]. Crop Sci, 2001, 41:1449-1455.
- [10] Ruiz O, Beltran R, Salvador F, et al. Nutritive value and forage yield of corn hybrids for silage [J]. Agricultural Science, 2006, 40(1):87-92.
- [11] Adugna T, Trygve B, Frik S. The effect of variety on maize grain and crop residue yield and nutritive value of the stover [J]. Animal Feed Science and Technology, 1999, 79:165-177.
- [12] Reddy B, Sanjana P, Bidinger F, et al. Crop management factors influencing yield and quality of crop residues [J]. Field Crops Research, 2003, 84(1):57-77.
- [13] Luis M, Burak R, Torrecillas M. Identifying inbred lines capable of improving ear and stover yield and quality of superior silage maize hybrids [J]. Crop Sci, 2002, 42:365-372.
- [14] 何代元, 何 琴, 刘经纬, 等. 我国普通玉米品种品质现状分析 [J]. 杂粮作物, 2007, 27(5):329-330.
He D Y, He Q, Liu J W, et al. Analysis about quality of corn varieties [J]. Rain Fed Crops, 2007, 27(5):329-330. (in Chinese)
- [15] 杜双奎, 魏益民, 张 波, 等. 玉米品种籽粒品质性状研究 [J]. 中国粮油学报, 2006, 21(3):57-62.
Du S K, Wei Y M, Zhang B, et al. Study on kernel properties of com varieties [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 21(3):57-62. (in Chinese)
- [16] 王空军, 张吉旺, 刘 鹏, 等. 玉米不同品种粗蛋白质含量与产量的研究 [J]. 中国农业科学, 2005, 38(5):916-921.
Wang K J, Zhang J W, Liu P, et al. Crude protein content and yield of fifty maize varieties widely planted in the north of China [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2005, 38(5):916-921. (in Chinese)
- [17] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京:北京科学出版社, 2002.
Tang Q Y, Feng M G. Statistic analysis and data processing system(DPS) [M]. Beijing: Beijing Science Press, 2002. (in Chinese)
- [18] 刘淑云, 董树亭, 胡昌浩, 等. 玉米产量和品质与生态环境的关系 [J]. 作物学报, 2005, 31(5):571-576.
Liu S Y, Dong S T, Hu C H, et al. Relationship between ecological environment and maize yield and quality [J]. Acta Agronomica Sinica, 2005, 31(5):571-576. (in Chinese)
- [19] 边秀芝, 任 军, 刘慧涛, 等. 生态环境条件对玉米产量和品质的影响 [J]. 玉米科学, 2006, 14(3):107-109, 132.
Bian X Z, Ren J, Liu H T, et al. Effect of ecological condition to yield and quality of maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(3):107-109, 132. (in Chinese)
- [20] Hegyi Z, Spitko T, Szoke C, et al. Studies on the adaptability of maize hybrids under various ecological conditions [J]. Cereals Research Communications, 2005, 33:689-696.