

# 黑龙江省玉米品质性状与农艺性状的灰色关联分析

李伟忠<sup>1</sup>, 徐佳<sup>2</sup>, 安英辉<sup>1</sup>, 姜森<sup>1</sup>, 蒋洪蔚<sup>1</sup>, 胡国华<sup>1,3</sup>, 陈庆山<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农垦科研育种中心, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 黑龙江垦丰种业有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**选取黑龙江省中、晚熟玉米对照品种及杂交组合共 160 份, 采用灰色关联分析方法, 对影响玉米营养品质(脂肪、蛋白质和淀粉含量)的主要农艺性状进行研究。结果表明:不同品质性状与农艺性状关联程度差异不大, 最大关联度均小于 0.9; 同一农艺性状与不同品质性状关联程度不同, 穗粗与脂肪和淀粉含量关联序相同, 均排在第二位, 但关联度存在一定差异。品质育种应侧重穗粗与株高较佳的种质, 其次选择生育期、行粒数与出籽率适宜的材料, 协调其它农艺性状, 改良玉米营养品质。试验明确了玉米主要农艺性状与营养品质的关联程度, 为品质育种提供理论依据。

**关键词:**玉米; 品质性状; 农艺性状; 关联度分析

**中图分类号:** S513

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2011)09-0001-03

黑龙江省是全国玉米生产大省, 随着产量逐年提高, 玉米已从单纯的粮食作物向工业原料、饲料和加工业方向发展, 对玉米品质的要求也逐渐严格。玉米品质是由多因素相互作用决定的。分析各农艺性状与玉米品质性状的关系, 弄清其对籽粒品质影响的主次和依存关系意义重大。

灰色系统理论是由邓聚龙<sup>[1]</sup>教授创立的, 现已在小麦、大豆和水稻等作物品种的综合评判方面得到了广泛应用<sup>[2-5]</sup>。应用于玉米品种综合评价的研究多集中在产量相关农艺性状方面<sup>[6-8]</sup>。

运用灰色关联分析法对作物品质与农艺性状关联分析的研究较少<sup>[9-10]</sup>。李淑华等<sup>[11]</sup>运用灰色系统理论, 对吉林省 40 份玉米地方种质资源中籽粒的淀粉、脂肪、蛋白质、赖氨酸含量及与百粒重、出籽率、生育日数之间的关系进行了分析。孙志超等<sup>[12]</sup>运用灰色关联度分析方法, 分析了玉米淀粉含量和性状的关系, 并排出顺序。

为解决玉米品质育种工作中急需优良种质资源, 明确主要农艺性状与品质性状的相关关系, 选用 160 个玉米品种(组合), 测定其籽粒营养成分,

采用灰色关联分析法对供试材料的脂肪、蛋白质、淀粉含量与主要农艺性状进行关联分析, 明确黑龙江省玉米的营养成分及其与相关性状的关系, 为玉米品质育种提供基础材料, 以加快玉米品质育种步伐。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选取优良玉米杂交种亲本自交系与自选玉米自交系, 采用不完全双列杂交法, 配制杂交组合, 经过淘汰筛选最终确定试验材料为包括中熟至晚熟对照品种及组合共 160 份(见表 1), 依据对照品种生育期将供试材料分为 5 部分, 对照品种为龙单 13、兴垦 3 号、郑单 958、先玉 335, 表 1 中所示材料数目不包含对应的对照品种。

表 1 依对照品种生育期划分供试品种(组合)

生育期划分	龙单 13- ≤龙单 13	兴垦 3 号- 兴垦 3 号	郑单 958- 郑单 958	郑单 958- 先玉 335	≥先玉 335
	44	48	15	38	11

### 1.2 方法

1.2.1 田间试验方法 试验于 2010 年在黑龙江省农垦科研育种中心育种基地进行。前茬为大豆, 2 行区, 行长 5 m, 3 次重复, 随机区组设计, 播种及田间管理措施略高于一般生产田。株高、穗位高、生育期、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、出籽率、百粒重等田间调查项目及室内考种的具体标准参照高会林等的研究<sup>[13]</sup>。籽粒脂肪、蛋白质、淀粉含量由 Foss-1241 近红外谷物分析仪测定。

收稿日期: 2011-05-19

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项资助项目(2009 03003); 引进国际先进农业科学技术计划(948 计划)资助项目(2006G01)

第一作者简介: 李伟忠(1979-), 男, 黑龙江省绥化市人, 博士, 助理研究员, 从事玉米分子生物技术与常规育种研究。E-mail: liweizhong1979@126.com。

通讯作者: 胡国华(1951-), 男, 上海市人, 研究员, 博士生导师, 从事大豆遗传育种研究。E-mail: Hugh757@vip.163.com。

## 1.2.2 数据分析方法

$$\text{数据标准化公式: } x_i(k) = \frac{x'_i(k) - \bar{x}_i}{s_i} \quad (1)$$

其中,  $x_i(k)$  为标准化后的结果,  $\bar{x}_i$  为同一性状平均值,  $x'_i(k)$  为原始数据,  $s_i$  为同一性状平均值。关 联 系 数 的 计 算 公 式:  $L_{oi}(k) =$

$$\frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \Delta_{\max}} \quad (2)$$

其中, 母序列  $x_0$  与其它子序列  $x_1 - x_{16}$  的关联系数表示为  $L_{oi}(k)$ , 最小差值  $\Delta_{\min}$ , 最大差值  $\Delta_{\max}$ , 分辨系数  $\rho = 0.5$ , 最后, 求解关联度的公式

$$\text{为: } r_{oi} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{oi}(k) \quad (3)$$

式中, 母序列  $x_0$  与其它子序列  $x_1 - x_{16}$  的关

联度可表示为  $r_{oi}$ , 资源个数为  $N$ , 关联系数  $L_{oi}(k)$ 。

## 3 结果与分析

## 3.1 原始数据整理和统计

由表 2 可知, 穗位高与百粒重变异程度较大, 均超过 20%, 说明材料间差异较大; 其它性状变异程度较小; 籽粒营养品质的变异程度均不大, 各材料间淀粉含量差异最小。农艺性状变异系数从大到小依次为穗位高 > 百粒重 > 穗行数 > 行粒数 > 穗长 > 株高 > 穗粗 > 生育期 > 出籽率, 品质性状变异系数由大到小依次为蛋白质含量 > 脂肪含量 > 淀粉含量。

表 2 玉米主要农艺性状和品质性状表型数据

农艺性状	平均	标准差	峰度	偏度	最小值	最大值	变异系数/%
株高/cm	314	33.42	0.70	-0.71	200	365	10.64
穗位高/cm	129	27.40	-0.67	0.15	70	200	21.31
生育期/d	124	6.44	-0.84	-0.09	107	137	5.20
穗长/cm	19.6	2.57	-0.48	-0.03	13.2	26.4	13.09
穗粗/cm	5.1	0.51	-0.26	-0.12	3.9	6.4	10.10
穗行数/行	16	2.44	0.13	0.53	12	24	15.37
行粒数/粒	40	5.26	0.29	-0.36	22	52	13.11
出籽率/%	83.73	4.06	0.18	-1.53	64.77	91.91	4.85
百粒重/g	37.09	7.58	0.05	-0.62	14	52	20.45
脂肪含量/%	4.59	0.33	0.19	0.03	3.70	5.49	7.18
蛋白质含量/%	10.80	0.82	-0.07	0.34	8.96	13.59	7.55
淀粉含量/%	67.58	0.65	-0.08	-0.03	65.89	69.42	0.96

注: 变异系数/% = 标准差/平均数 × 100。

## 3.2 关联系数及关联度

运用 DPS 2000 计算出籽粒脂肪、蛋白质、淀粉含量与其它农艺性状的关联系数及关联度, 并进行排序(见表 3)。综合分析表明, 不同品质性状与所有农艺性状的关联度差异不大。所有农艺性状与蛋白质含量的关联度较低, 出籽率与其排

在第一位, 关联度为 0.750 5, 出籽率与脂肪含量关联排最后一位(第 9 位), 关联度为 0.770 4, 百粒重与淀粉含量的关联序排最后一位(第 9 位), 关联度为 0.774 4; 所有关联度中, 生育期与脂肪的关联度最大, 为 0.811 5。

表 3 玉米品质性状和农艺性状之间的关联度与关联序

性状	株高	穗位高	生育期	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	出籽率	百粒重
	/cm	/cm	/d	/cm	/cm	/行	/粒	/%	/g
脂肪	0.7821	0.7962	0.8115	0.7932	0.8082	0.7917	0.7826	0.7704	0.8065
关联序	8	4	1	5	2	6	7	9	3
蛋白质	0.7280	0.7085	0.7125	0.7215	0.7145	0.7256	0.7378	0.7505	0.7227
关联序	3	9	8	6	7	4	2	1	5
淀粉	0.8047	0.7882	0.7885	0.7848	0.7971	0.7950	0.7885	0.7857	0.7744
关联序	1	6	5	8	2	3	4	7	9

对表 3 不同品质性状进行横向分析表明: 不同品质性状与农艺性状关联程度差异不大, 最大关联度均未达到 0.9。

(1) 与脂肪含量相关联的农艺性状排在前三位的是生育期、穗粗与百粒重, 是影响脂肪含量最重要的农艺性状, 其它逐渐减弱, 具体排序为生育

期>穗粗>百粒重>穗位高>穗长>穗行数>行粒数>株高>出籽率。

(2)与蛋白质含量相关的农艺性状排在前三位的是出籽率、行粒数与株高,是与蛋白质含量关系最密切的农艺性状,其它依次降低。具体排序为出籽率>行粒数>株高>穗行数>百粒重>穗长>穗粗>生育期>穗位高。

(3)与淀粉含量相关的农艺性状排在前三位的是株高、穗粗与穗行数,是与淀粉含量关联程度最大的农艺性状,其它逐个变小。具体排序为株高>穗粗>穗行数>行粒数>生育期>穗位高>出籽率>穗长>百粒重。

对表 3 不同农艺性状进行纵向分析表明:同一农艺性状与不同品质性状关联程度不同;穗粗与脂肪、淀粉含量关联序相同,均排在第二位,但关联程度有差异。

#### 4 讨论

灰色关联分析是依据两指标数据序列的变化是否具有协同的趋势,以及这种协同的强弱来判断关联强度的,与一般相关系数不同,它的优势是适用于数据不完全的动态过程,分析适应性广。灰色系统理论中的关联度分析法是指导评价玉米新品种选育及应用的重要依据和方法之一,它克服了以往只对某个优良品种的产量性状进行常规评估,使众多主要性状处于孤立分散状态以及单位不同、数值大小不一、难以相互比较的弊端,该法将诸多性状加以综合比较,有利于优良品种的选用,在育种上具有非常重要的意义<sup>[14]</sup>。

该试验选用黑龙江省 160 份玉米品种(组合)进行灰色关联分析,样本数量远高于其它现有文献研究的数量,分析结果与生产实际更加相符。由于玉米品质的形成受多因素共同作用,品种、环境、栽培技术等都会对品质产生影响,在分析性状间关系时应该结合各种因素综合分析。李晓辉等<sup>[15]</sup>研究表明,在东北早熟玉米育种过程中,应当侧重株高、穗长、生育期和穗位高的选择。

#### 5 结论

选育高油玉米首先要增加生育期、穗粗与百粒重等农艺性状的选择压力,以其它农艺性状适中为宜。

选育高蛋白玉米品种应以出籽率、行粒数与株高等农艺性状为主,以其它农艺性状为辅,进行

定向选择。

选育高淀粉玉米应优先考虑株高、穗粗与穗行数等农艺性状,其它农艺性状次之。

综合评价品质性状与农艺性状的灰色关联度,通过普通玉米育种向品质育种方向发展,首先应定向选择穗粗与株高较佳的种质,其次为生育期、行粒数与出籽率,平衡其它农艺性状的选择,根据品质性状及与其相关性状之间的关系选用适宜的种质,协调所有影响因素,加快选育优质玉米新品种的进程,提高育种效率。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 刘宁涛, 邵立刚, 王岩, 等. 春小麦几个数量性状与产量的灰色关联分析[J]. 黑龙江农业科学, 2007(6): 4-6.
- [3] 徐泽茹, 曹金锋, 王茹芳, 等. 大豆产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 河北农业科学, 2010, 14(2): 1-2, 4.
- [4] 姚素梅, 王维金. 应用灰色关联度分析影响两系杂交稻结实率的生理因素[J]. 生物数学学报, 2007, 22(1): 157-163.
- [5] LI Yanyan, FENG Zhen, ZHAO Lanyong, et al. The grey analysis, kriging and selection index of flower yield in Rugosa rose [J]. Agricultural Sciences in China, 2007, 6 (12): 1420-1425.
- [6] 胡铁欢. 不同农艺性状对玉米产量影响的灰色关联度分析[J]. 河北农业科学, 2009, 13(6): 20-21, 45.
- [7] 吴丽丽. 玉米产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 黑龙江农业科学, 2010(7): 27-29.
- [8] 王磊, 李尚中, 赵刚, 等. 干旱地区玉米产量性状与产量的灰色关联度分析[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(8): 45-47.
- [9] 汤飞宇, 程锦, 黄文新, 等. 中绒陆地棉主要产量与品质性状的灰色关联分析[J]. 作物杂志, 2006(6): 37-38.
- [10] 刘满英, 方丽娜, 方玉霖, 等. 籼稻新品种的灰色关联度分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(8): 3953-3954.
- [11] 李淑华, 孙志超, 荆少凌, 等. 玉米地方种质资源品质及与相关性状的灰色关联分析[J]. 吉林农业科学, 2006, 31(6): 3-5.
- [12] 孙志超, 荆绍凌, 刘文国. 玉米淀粉含量和性状的关联度分析[J]. 玉米科学 2006, 14(增刊): 81-83.
- [13] 高会林, 高玮, 杨桂英. 玉米育种试验调查记载项目及标准[J]. 农业与技术, 2003, 23(4): 40-47.
- [14] Jang Tingjie, Huang Min, Zhou Jiamin, et al. Grey relational grade analysis between grain yield and main agronomic traits of hybrid rice [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2009, 40(4): 348-350.
- [15] 李晓辉, 周佳民, 邵彦宾, 等. 东北早熟春玉米农艺性状与产量和营养品质的灰色关联度分析[J]. 现代农业科技, 2008(19): 198-200.

## $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 射线诱变选育早熟和高产及优质大豆新品种黑河 52

鹿文成, 闫洪睿, 张 雷, 贾鸿昌, 梁吉利, 韩德志, 朱海芳

(黑龙江省农业科学院 黑河分院/国家大豆产业技术体系黑河综合试验站, 黑龙江 黑河 164300)

**摘要:**1998 年以黑河 18 为母本, 绥 97-7049 为父本进行杂交, 1999 年用  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线 0.14 kGy 辐照大豆  $F_2$  风干种子, 经多代按系谱法进行选择, 选育成早熟、高产和适应性强的新大豆品种黑河 52。于 2010 年 3 月通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定并命名。该品种具有早熟、高产稳产、秆强、不炸荚、适应性广和适宜机械收获等突出特点, 区域试验平均产量为  $2\,092.6\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 比对照品种黑河 43 增产 8.1%, 生产试验平均产量  $2\,420.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 比对照品种黑河 43 增产 8.5%。该品种的成功选育表明辐射诱变与常规杂交相结合的育种技术是选育早熟高产优质大豆新品种的有效方法。

**关键词:**  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线诱变; 早熟; 大豆; 黑河 52

**中图分类号:** S565.103.52

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2011)09-0004-03

黑龙江省北部高寒区土质肥沃, 雨量充沛, 光照充足, 较适宜大豆生长。该区大豆种植覆盖黑

龙江省第三、四、五、六积温带, 特别是第四积温带覆盖区域最大, 推广品种较多, 但由于农村种植规模小、机械力量弱、技术不规范, 又缺少完善的社会服务体系, 使优良品种和先进的栽培技术应用受到制约, 过去推广的品种混杂退化较快, 优良品种没能规范性地应用是限制大豆大面积高产的一个重要原因。针对该区大豆生产存在的问题, 选育适宜该区早熟、高产和优质的大豆新品种, 是解

**收稿日期:** 2011-05-23

**基金项目:** 黑龙江省科技厅资助项目 (GB01B102-01-03); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目 (CARS-04)

**第一作者简介:** 鹿文成 (1971-), 男, 黑龙江省黑河市人, 硕士, 副研究员, 从事大豆遗传育种研究。E-mail: hhlwc@sinac.com。

## Grey Relational Analysis on Agronomic Traits and Quality Traits of Maize in Heilongjiang

LI Wei-zhong<sup>1</sup>, XU Jia<sup>2</sup>, AN Ying-hui<sup>1</sup>, JIANG Sen<sup>1</sup>, JIANG Hong-wei<sup>1</sup>,  
HU Guo-hua<sup>1,3</sup>, CHEN Qing-shan<sup>3</sup>

(1. Crop Research and Breeding Center of Land Reclamation of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150090; 2. Heilongjiang Kenfeng Seed Company Limited, Harbin, Heilongjiang 150090; 3. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** 160 middle and late-maturity control varieties and crossing combinations in Heilongjiang province were used to analyze the contribution of major agronomic traits to quality traits (oil, protein and starch content) by grey relational analysis. The results showed that: The differences of the correlating degrees between different quality traits and agronomic were not significant, all the three largest correlating degrees were less than 0.9. Correlating degrees of an agronomic trait to different quality traits were different. The correlative order of ear diameter to oil content and starch content both were second, but the correlating degrees were different. These results indicated that the maize breeding should focus on directional selecting of plant height and ear diameter, followed by growth duration, grain number per row and produce grain rate, combining with other traits to improve the quality of maize. It defined the correlative degree of main agronomic traits and quality traits aim to offer reference for breeding maize hybrid with good quality and high yield.

**Key words:** maize; quality trait; agronomic trait; grey relational analysis