

早熟棉品种的灰色关联分析

韩永亮, 路正营, 李世云*, 杨玉枫, 崔红印 (河北省邯郸市农业科学院, 河北邯郸 056001)

摘要 [目的] 明确各种性状对早熟棉花产量的影响, 找出高产育种的有效方法。[方法] 采用灰色关联度分析法, 对来源不同的 18 个早熟棉花品种(系)进行了分析, 并探讨了灰色关联度分析在早熟棉种质资源综合评价中的应用。[结果] 依据各品种的灰色关联序所进行的综合评价与品种的实际表现是基本一致的。[结论] 灰色关联度分析方法可以明确资源筛选中的育种目标与方向, 为早熟棉种质资源研究提供了参考。

关键词 灰色关联; 早熟棉; 农艺性状; 产量

中图分类号 S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)08-037-02

Grey Relational Grade Evaluation on Early Maturity Cotton Varieties

HAN Yong-liang, LU Zheng-ying, LI Shi-yun* et al (Handan Academy of Agricultural Sciences, Handan, Hebei 056001)

Abstract [Objective] The effect of various characters on yield of early maturity cotton varieties were understood to find out an effective method for high-yield breeding. [Method] The yield and main agronomic characteristics of 18 early maturity cotton varieties in Handan Academy of Agricultural Sciences were studied by using the grey relational grade analysis, and application of the grey relational analysis in early maturity cotton germplasm comprehensive evaluation was discussed. [Result] The comprehensive evaluation of each type based on the grey relational sequence was basically consistent with varieties of actual performance. [Conclusion] The grey relational grade analysis method can clear breeding target and direction of resource screening, and provide reference for early maturity cotton germplasm research and breeding.

Key words Grey grade analysis; Early maturity cotton; Agronomic characteristics; Yield

棉花是我国重要的经济作物之一, 是纺织工业的重要原料^[1]。棉花产量是由多种因素共同作用的结果, 分析各种因素之间的关系, 对有效地筛选、评价棉花种质资源, 对棉花新品种选育均有重要意义。灰色关联分析方法是邓聚龙教授 1982 年开发的重要的统计方法, 近年来在农业研究中已有应用, 但很少用于早熟棉花种质资源的研究。为此, 笔者使用灰色关联分析方法, 一方面对早熟棉花产量和主要产量性状进行分析^[2], 以明确各种性状对早熟棉花产量的影响, 另一方面对早熟棉品种进行综合评价, 试图找出高产育种的有效方法, 为早熟棉花育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 18 个育成早熟棉品种(系)为 BC6507、山农 SF10、中 425、赣早 1 号、赣早 2 号、BC6305、邯 232、中农 K30、邯 359、辽 4493、辽 14569、陕 1302、夏早 4 号、运早 N339、百棉 19、运早 N455、石早 2 号和中 50。

1.2 试验设计 试验于 2014 年在河北省邯郸市农业科学院试验场进行, 采取随机区组设计, 参试品种 18 个, 3 次重复, 行长 9.0 m, 平均行距 0.6 m, 3 行区, 小区面积 16.2 m², 四周设保护区^[2]。理论密度 8.25 万株/hm²。5 月 26 日直播, 前茬为试验地冬闲地, 土质为沙质壤土, 肥力中等, 地力均匀, 水利条件好, 田间管理一致。

表 1 棉花品种农艺性状平均值

品种	株高 cm	单株果 枝数 个	节位	单株结 铃数 个	生育 期//d	衣分 %	单铃重	转换后霜 前花率 %	转换后 病株率 %	转换病 情指数	籽棉 产量 kg/hm ²	皮棉 产量 kg/hm ²	密度 株/hm ²
BC6305	79.5	10.2	7.3	12.0	103	43.2	5.4	65.4	25.6	16.6	3 634.5	1 570.5	79 635
BC6507	65.6	9.7	5.5	10.6	95	39.7	5.2	71.5	41.1	30.0	2 088.0	828.0	81 480
百棉 19	67.5	9.6	5.8	10.4	91	41.1	4.9	76.5	38.2	31.0	2 539.5	1 044.0	87 030
赣早 1 号	72.0	10.2	5.4	9.9	91	40.6	5.2	71.3	34.3	23.5	2 175.0	883.5	81 480
赣早 2 号	77.5	10.6	6.1	11.8	106	43.2	5.1	57.3	35.3	23.7	3 042.5	1 314.0	83 325
邯 232	67.9	10.1	7.3	10.6	97	42.2	4.8	65.2	25.9	14.1	3 009.0	1 270.5	77 775
邯 359	69.9	9.4	7.1	12.4	96	41.7	4.7	74.5	31.9	18.9	2 799.0	1 167.0	79 620
辽 14569	78.9	9.4	5.6	11.7	98	40.7	5.3	69.6	24.4	16.4	2 904.0	1 182.0	75 915
辽 4493	66.1	8.4	6.1	9.3	98	41.1	5.5	65.8	36.8	27.4	2 401.5	987.0	77 775
山农 SF10	74.5	9.4	6.9	10.9	106	40.8	7.2	49.9	19.9	11.6	2 950.5	1 203.0	79 620
陕 1302	74.1	9.3	6.4	10.8	106	41.2	6.8	46.4	13.8	11.9	2 677.5	1 102.5	77 775
石早 2 号	70.5	9.1	5.7	9.5	92	42.6	5.4	79.9	34.3	24.4	2 457.0	1 047.0	81 480
夏早 4 号	73.9	10.4	4.9	10.3	89	41.1	4.5	77.4	19.7	12.3	2 157.0	886.5	81 480
运早 N339	61.6	9.7	3.9	9.5	87	42.3	4.7	80.9	27.2	21.9	1 902.0	805.5	79 620
运早 N455	65.1	8.9	5.2	10.1	98	43.0	4.6	77.4	22.2	16.2	2 539.5	1 092.0	77 775
中 425	69.0	10.3	6.5	10.7	93	42.8	5.6	73.2	24.0	14.1	2 680.5	1 147.5	77 775
中 50	65.1	9.3	5.9	9.5	91	41.9	5.1	80.7	36.2	25.1	2 124.0	889.5	79 635
中农 K30	71.9	8.5	7.2	11.5	106	40.0	4.9	58.2	39.5	24.0	2 740.5	1 096.5	83 325
理想品种	70.6	12.7	6.1	14.9	87	43.0	6.3	80.9	19.7	11.6	4 362.0	1 884.0	82 500

基金项目 农业部转基因生物新品种培育重大专项(2014ZX08005002-007)。

作者简介 韩永亮(1979-), 男, 河北磁县人, 助理研究员, 硕士, 从事早熟棉育种研究。* 通讯作者, 研究员, 从事棉花育种及高产栽培技术研究。

收稿日期 2015-01-26

1.3 调查方法 调查各棉花品种(系)的主要农艺性状, 包括单株果枝数、株高、单株铃数、节位、单铃重、衣分、病情指数、病株率、霜前花率、生育期、籽棉总产量和皮棉总产量, 其

中株高、单株果枝数、节位、单株结铃数为中期调查结果,病情指数和病株率在棉花发病高峰调查。进入收获期后,每个小区随机选取 50 铃进行考种,记载衣分、单铃重。

1.4 分析方法 根据灰色系统理论^[3],是根据各个因素曲线几何的形状相似程度来判断关联度,其关联度愈大,说明因素间变化态势愈接近,相互关系愈密切,因此将 18 个品种的 10 个农艺性状看作 1 个系统,每个性状为系统的 1 个因素,对产量的相关因素进行灰色关联分析。以籽棉总产、皮棉总产量为母序列,分别编号为 Y1 和 Y2,其他性状为子序列,分别编号为 X1, X2, X3, ..., X10^[4]。在 10 个性状中,病情指数、病株率、霜前花率为百分率,而且大多不在 30% ~ 70% 之内,因此在进入统计分析时进行平方根反正弦转换,使其接近正态分布(表 1)。由于各性状因素量纲不统一^[5],需将原始数据标准化,计算各农艺性状与产量的关联系数。根据因素数列的几何性状相似度判断因素间关联度大小。曲线越接近,说明相应序列间关系密切;反之,互相关系越疏远。

早熟棉花种质资源筛选的灰色关联度分析方法:以每个供试品种的实际密度、衣分、全生育期、株高、单株果枝数、单株结铃数、单铃重、转化后的病株率、黄萎病指等各项指标构成的数列作为比较数列,以构建的“理想品种”为参考数列,评价资源材料与理想品种之间的关联度。采用 DPS 2000 数据处理系统^[6]和 Excel 2007 对数据进行统计分析。

表 2 各品种产量与产量性状的关联度及位次

性状	皮棉		籽棉	
	产量关联度	位次	产量关联度	位次
单株结铃数	0.757 6	1	0.759 3	2
株高	0.750 5	2	0.760 2	1
节位	0.743 9	3	0.756 6	3
生育期	0.741 3	4	0.734 5	4
衣分	0.699 8	5	0.670 5	5
单铃重	0.655 0	6	0.634 3	6
单株果枝数	0.638 7	7	0.621 5	7
转换后霜前花率	0.581 7	8	0.573 7	8
转换后病株率	0.577 5	9	0.561 1	9
转换后病情指数	0.559 0	10	0.558 0	10

表 3 各品种与“理想品种”的关联度及位次

因子	关联系数	位次
中农 K30	0.788 4	11
中 50	0.765 3	15
中 425	0.817 0	5
运早 N455	0.805 6	8
运早 N339	0.751 4	18
夏早 4 号	0.765 2	16
石早 2 号	0.787 9	12
陕 1302	0.792 3	10
山农 SF10	0.808 9	7
辽 4493	0.793 6	9
辽 14569	0.839 7	3
邯 359	0.819 3	4
邯 232	0.843 4	2
赣早 2 号	0.811 0	6
赣早 1 号	0.765 9	14
百棉 19	0.785 4	13
BC6507	0.760 1	17
BC6305	0.890 8	1

2 结果与分析

2.1 早熟棉产量与产量性状的关联度分析 数据采用标准化^[7],分辨系数取 0.5,分别以皮棉产量、籽棉产量为参考数列 y0,单株结铃数等产量构成因素为比较数列 y1(由于种植密度并非遗传性状,并未参与灰色关联度的计算),计算出的关联度见表 2。结果表明,籽棉产量与主要农艺性状的关联顺序为:株高 > 单株结铃数 > 节位 > 生育期 > 衣分 > 单铃重 > 单株果枝数 > 霜前花率 > 病株率 > 病情指数;皮棉产量与主要农艺性状的关联顺序为:单株结铃数 > 株高 > 节位 > 生育期 > 衣分 > 单铃重 > 单株果枝数 > 霜前花率 > 病株率 > 病情指数;单株结铃数在皮棉产量中关联度的最大(0.775 6),其次为株高和节位;而株高在籽棉产量中的关联度最大(0.760 2),株高居第 2 位,节位为第 3 位;单株结铃数、节位、株高与产量的关联度较高,说明该 3 个性状对产量的影响较大。因此,在早熟棉新品种选育中,在兼顾其他性状的同时,应着重考虑该 3 个性状,提高选种效率。

2.2 早熟棉品种资源评价 以构造出一个理想品种作为参名数列。“理想品种”可以取比参试品种各性状之上限值略大的数值,或可根据育种目标而定。在该试验中根据各个性状在早熟棉育种目标的相对重要性,理想品种各性状值:株高、节位取均值,病株率、病指、生育期取最小值,皮棉产量、籽棉产量、单株结铃数取最大值的 1.2 倍,单株果枝数和单铃重为均值的 1.2 倍。种植密度选取理论密度 8.25 万株/hm²,数据采用标准化^[7],分辨系数取 0.5,经 DPS 软件^[6]分析,结果见表 3。与理想品种接近的是 BC6305、邯 232、辽 14569、邯 359、中 425、赣早 2 号、山农 SF10、运早 N455 和辽 4493,与理想品种差距较大的是陕 1302、中农 K30、石早 2 号、百棉 19、赣早 1 号、中 50、夏早 4 号、BC6507 和运早 N339。

3 讨论

早熟棉育种过程中,人们常面临多个不同性状之间的选择,总是试图找出哪些是主要的,哪些是次要的,通常利用传统的统计方法如相关分析和多元回归^[8-9],虽然这些方法是有效的,但需要大量的原始数据,而且需要的数据有一定的统计规律^[10-11],早熟棉生长过程中,由外部环境和一些未知的因素,如干扰抽样调查误差的影响^[12-13],使一些统计结果很难令人满意。因此,寻找一种实用的数学工具用于早熟棉花育种,使之与传统的统计学方法相结合,具有积极的现实意义。该研究中通过灰色关联分析方法以品种产量为参考序列,各产量性状为比较序列,通过简单的操作来找到性状与产量关联度的序列,可以更准确地反映各性状与产量的关系。在选育高产早熟棉品种时,应尽量选择结铃性强、株高稍高的品种。株高和节位适当高些有利于协调库源关系^[14],增加干物质积累,提高产量。同时考虑对棉花衣分、铃重和生育期等的选择^[15]。早熟棉育种中不仅要考虑各性状对产量的作用,还要注意各性状的协调一致,才能取得较高的产量。

对于资源材料的综合评价,引入“理想品种”经过灰色关

(下转第 42 页)

nmol/(mg 蛋白·hr)]的近20倍,说明 prolamins-box 元件可以保持启动子驱动报告基因在胚乳中本底水平的表达;同时研究证明随着启动子序列长度的增加,至-785 bp 启动子驱动报告基因达到最高 GUS 活性即 447.86 nmol/(mg 蛋白·hr),推测 ESP-like 元件与 RY motif 元件可能共同作用构成一个强胚乳特异性上调元件;而后则逐渐降低直至 173.68 nmol/(mg 蛋白·hr),由此推测在-785 bp 启动子上游和下游,分别有较强的下调和上调顺式作用元件,而 G-box 并未发挥其远端上调作用^[22]。

3 需要进一步研究的工作

对各显著启动子元件进行缺失突变分析和点突变分析,并对含有潜在的显著上调、下调顺式作用元件的区段进行更加精细地截取并进行转基因研究。

以转基因小麦为材料,通过凝胶组织分析鉴定具有显著上调、下调作用顺式作用元件的特异结合蛋白,以期找到新的反式作用因子,为深入研究小麦胚乳特异性表达调控机制提供新方向。

通过基因枪法将 pALP-17 载体转入小麦,进一步明确该小麦 *ALP type-B* 基因启动子在禾本科植物中的表达特性,为该启动子在基因工程中的应用奠定基础。

参考文献

- [1] 何中虎,晏月明,庄巧生,等.中国小麦品种品质评价体系建设与分子改良技术研究[J].中国农业科学,2006,39(6):1091-1101.
- [2] 杨春玲,关立,侯军红,等.小麦品质遗传研究进展与品种选育[J].麦类作物学报,2007,11(3):12-17.
- [3] BELTON P S. On the elasticity of wheat gluten[J]. Journal of Cereal Science,1999,29(2):103-107.
- [4] DOBRASZCZYK B J, MORGENSTERN M P. Rheology and the breadmaking process[J]. Journal of Cereal Science,2003,38(3):229-245.
- [5] HEY R L. Effect of flour quality characteristics on puff pastry baking performance[J]. Cereal Chem,1993,70:392-396.
- [6] SHEWRY P R, NAPIER J A, TATHAM A S. Seed Storage Proteins: Structures and Biosynthesis[J]. Plant Cell,1995,7(7):945-956.
- [7] PAYNE P I, CORFIELD K G, HOLT L M, et al. Correlations between the inheritance of certain high-molecular-weight subunits of glutenin and

bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat[J]. J Sci Food Agric,1981,32(1):51-60.

- [8] PAYNE P I. genetics of Wheat Storage Proteins and the Effect of Allelic Variation on Bread-Making Quality[J]. Annual Reviews in Plant Physiology,1987,38(1):141-153.
- [9] SHEWRY P R, TATHAM A S. Disulphide Bonds in Wheat Gluten Proteins[J]. Journal of Cereal Science,1997,25(3):207-227.
- [10] OSBORNE T B. The vegetable proteins[M]. London: Longmans, Green and Company,1924:667-674.
- [11] SHEWRY P R, HALFORD N G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization[J]. Soc Experiment Biol,2002,53:947-958.
- [12] ANDERSON O D, HSIA C C, ADALSTEINS A E, et al. Identification of several new classes of low-molecular-weight wheat gliadin-related proteins and genes[J]. TAG Theoretical and Applied Genetics,2001,103(2):307-315.
- [13] LI J R, WANG F, ZHAO X Y, et al. Analysis of Seed-expressed Sequence Tags in Triticum aestivum[J]. Acta Botanica Sinica,2004,46(3):363-370.
- [14] VENSEL W H, TANAKA C K, CAI N, et al. Developmental changes in the metabolic protein profiles of wheat endosperm[J]. PROTEOMICS,2005,5(6):1594-1611.
- [15] DREA S, LEADER D J, ARNOLD B C, et al. Systematic Spatial Analysis of Gene Expression during Wheat Caryopsis Development[J]. The Plant Cell,2005,17(8):2172-2178.
- [16] DUPONT F M, CHAN R, LOPEZ R, et al. Sequential extraction and quantitative recovery of gliadins, glutenins, and other proteins from small samples of wheat flour[J]. J Agric Food Chem,2005,53(5):1575-1584.
- [17] KAN Y, WAN Y, BEAUDOIN F, et al. Transcriptome analysis reveals differentially expressed storage protein transcripts in seeds of Aegilops and wheat[J]. Journal of Cereal Science,2006,44(1):75-85.
- [18] CHEN P, WANG C D, LI K X, et al. Cloning expression and characterization of novel avenin-like genes in wheat and related species[J]. Journal of Cereal Science,2008,48(3):734-740.
- [19] 陈鹏. 小麦及其近缘物种中新型储藏蛋白基因 *avenin-like* 的克隆和功能研究[D]. 武汉:华中科技大学,2008.
- [20] 陈鹏,汪长东,黄阜峰,等. 拟斯卑尔脱山羊草基因的克隆与表达研究[J]. 生物技术通报,2008(5):122-125.
- [21] 陈鹏,李茹,金刚,等. 三芒山羊草中新型储藏蛋白基因 *avenin-like* 的克隆及分析[J]. 生物技术,2009,19(4):1-3.
- [22] 宋斐. 胚乳特异性 *ALP type-B* 基因启动子的克隆及其功能分析[D]. 武汉:华中科技大学,2012.
- [23] 孙杨柳. 小麦储藏蛋白基因 *avenin-like b* 启动子的表达特性研究[D]. 武汉:华中科技大学,2011.

(上接第38页)

联分析,可在一定程度上确定品种相对于“理想品种”的亲缘关系远近,为组配杂交组合选育优良品种提供了理论参考。对于中低世代材料的选择是在一定的限制条件下进行的,运用灰色关联度分析可以提高选择的效率和准确度,可将田间表现与室内考种得到的数据资料相互结合起来,使育种材料的决选更加精确可靠。在该试验中,由于2014年邯郸市降雨分布均匀气温高、光照好,棉花生育期比常年早5~7d,有利于棉花长,而在供试的18个品种(系)田间表现中,邯232、邯359、中425比较突出,灰色关联分析结果与之基本一致。该试验中仅用农艺性状进行分析,并未结合品质性状,对品质性状还需进一步研究。

参考文献

- [1] 于振文. 作物栽培学各论[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 盖钧镒. 作物育种学各论[M]. 北京:中国农业出版社,1997.
- [3] 邓聚龙. 灰色系统(社会经济)[M]. 北京:国防工业出版社,1985.
- [4] 吴敏云,戴景瑞. 灰色系统理论在玉米育种上的综合应用[J]. 华北农

学报,1999,154(2):30-35.

- [5] 王淑荣. 灰色关联度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(1):75-77.
- [6] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [7] 周化如,吕晓刚,郝海荣,等. 不同数据变换方法对灰色关联度分析结果的影响[J]. 种子科技,2005(5):281-283.
- [8] 胡希远,李建平,宋喜芳. 空间统计分析在作物育种品系选择中的效果[J]. 作物学报,2008,34(3):412.
- [9] 卫云宗,刘新月,乔蕊清. 小麦创新种质综合评价[J]. 华北农学报,1999,14(4):17-24.
- [10] 赵淑贞,卢金宝. 灰色关联度在棉花新品种(系)比较试验中的应用[J]. 新疆农业科学,2001,38(5):243-246.
- [11] 刘民. 灰色关联度分析法在小麦产量相关因素分析中的作用[J]. 农业科技通讯,2010(5):64-65.
- [12] 马育华. 田间试验统计分析[M]. 北京:农业出版社,1985.
- [13] 刘守中,郭坤池. 福建省早杂优区试灰色聚类及灰色统计分析法[J]. 福建稻麦科技,1995(3):18.
- [14] 尹景本,薛春善,王盈. 应用灰色关联度分析棉花的产量与品质[J]. 安徽农业科学,2008,36(13):5245-5246,5253.
- [15] 杨玉枫. 杂交棉产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 河北农业科学,2012(10):24-26.