

芽用大豆育种性状指标的筛选与评价

厉志¹, 丛媛媛², 刘念析¹, 刘佳¹, 衣志刚¹, 王博¹, 刘宝权¹, 董志敏^{1*},
陈亮^{1*}

(1. 吉林省农业科学院大豆研究所, 长春 130033; 2. 吉林省农业科学院农业经济与信息研究所, 长春 130033)

摘要: 为了明确芽用大豆育种目标, 为选育豆芽专用品种提供参考, 本研究以初筛的 12 个芽用大豆品种(品系)为试验材料, 模拟工厂化大豆芽产品的培育工艺与条件, 采用人工气候箱培养技术, 对各供试大豆材料的种子特性和芽用特性指标进行了系统比较和分析。结果表明: 粒重、豆芽下胚轴长度和粗度只受大豆自身基因型的影响, 与环境、基因型环境交互无关; 不同质量级别的豆芽比例, 可以作为芽用大豆选育的筛选指标; 子叶破裂、较差豆芽比例高是豆芽质量降低的主因。相关分析结果表明: 粒重与优异及良好豆芽鲜重、下胚轴粗度呈极显著正相关; 优异豆芽比例与豆芽产出率呈极显著正相关; 下胚轴长度与优异豆芽比例呈极显著正相关, 下胚轴粗度与优异豆芽鲜重呈极显著正相关。本研究能够为芽用大豆品种的选育提供一个切实可行的育种后代筛选标准。

关键词: 大豆芽; 育种性状; 遗传变异; 相关分析

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)02-0007-05

Selection and Evaluation of Breeding Traits in Soybean Varieties Used for Sprout Production

LI Zhi¹, CONG Yuanyuan², LIU Nianxi¹, LIU Jia¹, YI Zhigang¹, WANG Bo¹, LIU Baoquan¹, DONG Zhimin^{1*},
CHEN Liang^{1*}

(1. Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Institute of Agricultural Economy and Information, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to identify the goals and provide references for the breeding selection of sprout varieties, twelve soybean genotypes selected by previous study were used for experimental materials. Under the processing conditions and technologies similar to industrial production, the characteristics of seed size and soybean sprouts were analyzed and compared systematically in the artificial climate incubator. The results showed that there were distinct differences in the 100-seed weight, hypocotyl length and diameter among various genotypes, but no relevance to the environmental factor and genotype-environment interaction effect. The percentages of soybean sprout with different quality levels can be used as selection criterion in soybean breeding for sprout. Damaged or cracked cotyledons and high percentage of low-quality sprouts were the primary cause of sprout quality reduction. The results of correlation analysis indicated that there were highly significant correlations among 100-seed weight, fresh weight of high-quality and average-quality sprouts, and hypocotyl diameter. There was a positive correlation between percentage of high-quality sprouts and sprout yield. A very significant positive correlation existed between hypocotyl length and percentage of high-quality sprouts. The hypocotyl diameter had significant positive correlation with fresh weight of high-quality sprouts. This study can provide practical criteria for selecting progenies in breeding soybean varieties used for sprout production.

Key words: Soybean sprouts; Breeding traits; Genetic variation; Correlation analysis

收稿日期: 2019-06-12

基金项目: 吉林省农业科技创新工程(CXGC2017TD0008); 吉林省农业科学院结余经费项目(y81990402)

作者简介: 厉志(1981-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事大豆品质育种研究。

通讯作者: 董志敏, 女, 博士, 研究员, E-mail: dongzhimin2005@126.com

陈亮, 男, 博士, 副研究员, E-mail: liangchen119@126.com

大豆芽是大豆种子在适宜的温度和充足的水分条件下,经过萌芽生长而成的一种芽苗蔬菜,其生产方法简单,直接依靠种子自身贮藏的养分生长,无需施用化肥、农药,易达到绿色食品所要求的标准^[1-4]。大豆芽的主要食用部分是大豆萌发后的下胚轴和子叶^[5],具有良好的风味、口感及较高的营养价值^[4,6]。大豆在萌生过程中消耗了种子内部大量的蛋白质、脂肪、碳水化合物等主要营养成分,因此豆芽含热量极低,维生素C和食物纤维等微量营养成分显著提高^[6-8]。

当前,市售豆芽原料豆普通大豆占比大,各品种间差异较大^[9]。芽用大豆育种与加工脱节,需进一步明确育种目标,选育芽用大豆专用品种,以提高豆芽的经济性及食用性。然而,相关研究主要集中在豆芽适合品种的筛选、营养物质变化等^[6-8,10-12],对芽用大豆育种的主要目标,诸如粒重、萌发率、种子活力、下胚轴长度、下胚轴粗度、豆芽产出率、未成芽率、种传真菌侵染率等的探讨并不深入。此外,霉菌侵染、豆芽外观级别、原料豆储存时间如何影响豆芽质量也未见报道。

本研究模拟工厂化豆芽生产工艺条件,采用人工气候箱培养技术,系统地比较不同品种大豆芽的生物产量、形态特征、霉菌侵染率、优异芽比例等芽用特性;分析大豆籽粒性状与豆芽产量的关系,并对评价芽用特性的各项指标进行相关分析。以期明确芽用大豆育种目标、选育豆芽专用品种提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

12个大豆材料是吉林省农业科学院大豆研究所2015年对来源于吉林省、黑龙江省和美国的65个大豆品种(系)的芽用特性进行比较分析,筛选出的重要芽用大豆品种资源材料。分别为小粒黄、东农690、龙小粒豆2号、合农58、绥小粒豆2号、Ngell、Vinton、MFS126、Corada、Norpro、0948-23、9537W。

1.2 试验方法

2016年5月将12个供试大豆材料分别种植于公主岭、敦化两地,完全随机区组设计,3次重复。2016年10月收获后,模拟工厂化大豆芽的培育工艺与条件,将12个供试大豆材料精选后置于发芽盒中,每个供试材料设置3个重复,每个重复500粒种子,发芽盒置于23℃恒温条件下避光培养5d,每8h淋水1次,使豆芽保持新鲜并减少霉菌侵染。发芽前对每个500粒干种子进行称重。

豆芽质量指标测定:将豆芽分为优异(竖直、子叶完整、下胚轴长度>7.5 cm)、良好(弯曲、子叶破损或裂开、下胚轴长度<7.5 cm)、较差(种子腐烂、霉菌侵染、下胚轴细短)3个级别记录每个处理的优异、良好、较差豆芽的百分比例,再分别测定各质量级别豆芽的鲜重、豆芽产出率(豆芽鲜重/种子重量),从各质量级别的豆芽中随机选出50根,测量其下胚轴的长度(第一个须根到子叶顶端的距离)和粗度。

霉菌侵染率测定:每个供试材料设置6个重复,每个重复10粒种子,无菌水淋洗1 min后置于PDA培养基,室温避光培养,记录霉菌侵染种子的数量,计算霉菌侵染率。

吸水率测定:每个供试材料10 g种子置于培养皿中,倒入50 mL去离子水,室温放置16 h,将充分吸水后的种子置于吸水纸上,去除多余的表面水,对吸涨后的种子进行称重,计算吸水率。

2 结果与分析

2.1 芽用大豆育种性状指标的方差分析

由表1、表2可知,12个参试大豆的百粒重在9.29~12.52 g之间,符合芽用大豆的籽粒大小标准。百粒重在基因型间存在极显著的差异,而与环境、基因型环境互作无关,这表明百粒重可以作为芽用大豆选育的指标。12个参试大豆的下胚轴长度在14.19~15.67 cm之间,粗度在1.60~1.95 mm之间。方差分析结果表明,下胚轴长度和粗度只受大豆自身基因型的影响,与环境、基因型环境互作无关,因此只要鉴定条件一致,二者可以作为芽用大豆育种的选择指标。12个参试大豆的吸水率在212.84%~226.09%之间。鉴于参试的12个大豆材料属于中小粒,而中小粒大豆本身就具有相似的吸水率,因此吸水率在基因型、环境间并未达到显著差异水平。这一结果表明吸水率不适合作为芽用大豆选育的筛选指标。霉菌侵染率与基因型、种子收获地点均无关,也不适于作为芽用大豆育种性状指标。三个质量级别的豆芽比例及鲜重在材料间均存在极显著差异,这说明遗传差异对豆芽质量级别的变化具有统计学意义,可以将不同质量级别的豆芽比例作为芽用大豆选育的筛选指标。此外,各参试材料的优异豆芽、良好豆芽比例及鲜重对环境变化存在极显著差异响应,因此针对优异、良好豆芽比例及鲜重这些性状的筛选,还应考虑具体的种植区、农事操作等环境因素。

表1 芽用大豆育种性状指标的平均值

基因型	百粒重 (g)	下胚轴 长 (cm)	下胚轴 粗 (mm)	吸水率 (%)	优异豆芽		良好豆芽		较差豆芽		霉菌侵 染率 (%)
					比例 (%)	鲜重 (g)	比例 (%)	鲜重 (g)	比例 (%)	鲜重 (g)	
小粒黄	9.29±	14.52±	1.95±	218.99±	58.14±	110.10±	40.05±	119.36±	28.66±	14.18±	33.67±
	0.31	0.61	0.12	21.55	1.89	10.18	2.50	6.34	2.44	0.75	2.85
东农690	10.02±	15.23±	1.76±	213.40±	45.87±	182.92±	32.69±	98.20±	17.90±	27.82±	32.32±
	0.44	0.63	0.06	17.19	6.82	11.43	3.19	9.27	6.15	3.12	6.59
龙小粒豆2号	9.88±	14.19±	1.69±	213.53±	32.55±	167.00±	42.85±	91.79±	11.91±	28.86±	25.40±
	0.19	0.21	0.02	19.16	2.34	8.35	4.73	3.01	4.13	1.30	2.45
合农58	11.42±	14.94±	1.83±	222.74±	40.93±	143.65±	41.47±	75.86±	8.82±	10.41±	26.05±
	0.38	0.31	0.11	10.11	2.58	7.05	4.23	10.13	2.13	1.35	4.31
绥小粒豆2号	10.78±	14.89±	1.82±	216.02±	42.09±	144.03±	34.43±	103.67±	11.69±	21.10±	28.47±
	0.36	0.28	0.09	14.37	2.18	14.71	4.17	9.09	2.81	1.59	4.05
Ngell	12.52±	14.75±	1.60±	215.84±	45.38±	172.23±	36.73±	112.00±	7.92±	6.54±	23.56±
	0.15	0.50	0.11	16.21	2.76	8.60	4.96	3.64	4.18	1.07	1.44
Vinton	12.01±	14.60±	1.65±	215.92±	42.40±	140.91±	34.66±	88.34±	11.17±	20.68±	39.28±
	0.10	0.45	0.07	17.63	2.30	20.76	1.61	12.87	3.60	3.96	3.40
MFS126	10.07±	14.91±	1.68±	219.43±	49.80±	128.12±	41.16±	90.16±	12.99±	17.08±	25.53±
	0.63	0.68	0.12	21.64	3.57	13.78	1.87	3.47	2.89	3.59	2.50
Corada	10.73±	14.60±	1.85±	213.93±	49.26±	86.52±	39.83±	68.15±	18.96±	9.71±	42.25±
	0.30	0.60	0.12	13.57	5.83	10.30	3.10	11.74	4.92	1.99	3.88
Norpro	10.26±	15.41±	1.80±	226.09±	41.57±	133.90±	41.60±	109.39±	23.41±	18.33±	23.48±
	0.36	0.25	0.10	19.63	6.87	12.24	1.90	12.08	3.59	0.90	3.19
0948-23	10.20±	15.46±	1.64±	216.61±	50.25±	158.02±	43.58±	72.45±	17.70±	31.25±	33.43±
	0.52	0.20	0.04	13.16	5.80	16.13	2.07	12.89	3.18	0.96	5.96
9537W	9.94±	15.67±	1.78±	212.84±	47.95±	127.49±	39.23±	94.45±	18.98±	19.79±	34.86±
	0.54	0.66	0.06	12.59	2.26	7.48	4.13	8.53	2.77	4.52	7.06
均值范围	9.29 ~	14.19 ~	1.60 ~	212.84 ~	32.55 ~	86.52 ~	32.69 ~	68.15 ~	7.92 ~	6.54 ~	23.48 ~
	12.52	15.67	1.95	226.09	58.14	182.92	43.58	119.36	28.66	31.25	42.25

表2 芽用大豆育种性状指标的方差分析

变异来源	自由度	百粒重	下胚轴长	下胚轴粗	吸水率	优异豆芽		良好豆芽		较差豆芽		霉菌侵染率
						比例	鲜重	比例	鲜重	比例	鲜重	
基因型	11	0.0005**	0.003**	0.004**	0.123	0.0002**	<0.0001**	<0.0001**	0.0004**	0.0007**	<0.0001**	0.2175
环境	1	0.288	0.793	0.577	0.465	0.0005**	0.0899	0.0003**	0.0001**	0.538	0.8573	0.8984
基因型×环境	11	0.419	0.361	0.729	0.662	0.086	0.2366	0.069**	0.0002**	0.733	0.5562	0.7391

注:**表示在0.01水平下差异显著,下同

2.2 芽用大豆育种性状指标的相关性分析

由表3可知,优异豆芽比例与豆芽产出率(0.53)、优异豆芽鲜重(0.94)极显著正相关;优异豆芽比例与良好豆芽鲜重(-0.38)、较差豆芽鲜重(-0.76)极显著负相关;下胚轴长度与优异豆芽比例极显著正相关(0.32),下胚轴粗度与优异豆芽鲜重极显著正相关(0.43)。由此可见,尽可能提

高优异豆芽的比例,能够有效提高商品豆芽的重量和质量。

百粒重与优异豆芽鲜重(0.42)、良好豆芽鲜重(0.47)、下胚轴粗(0.52)呈极显著正相关,这一结果说明中小粒大豆的籽粒大小与豆芽产出率及形态特性密切相关。此外,鉴于霉菌侵染率与其他芽用特性指标不相关,只要有效控制豆种附生

表3 芽用大豆育种性状指标的相关性分析

	百粒重	优异豆芽比例	优异豆芽鲜重	良好豆芽鲜重	较差豆芽鲜重	下胚轴长	下胚轴粗	吸水率	豆芽产出率	霉菌侵染率
百粒重	1.00									
优异豆芽比例	0.38**	1.00								
优异豆芽鲜重	0.42**	0.94**	1.00							
良好豆芽鲜重	0.47**	-0.38**	-0.22	1.00						
较差豆芽鲜重	-0.31**	-0.76**	-0.64**	-0.17	1.00					
下胚轴长	-0.16	0.32**	0.20	-0.03	-0.41**	1.00				
下胚轴粗	0.52**	0.20	0.43**	0.29	-0.16	-0.07	1.00			
吸水率	-0.11	-0.37**	-0.28	0.17	0.37	-0.21	-0.16	1.00		
豆芽产出率	-0.19	0.53**	0.64**	-0.09	-0.52**	0.14	0.39	-0.15	1.00	
霉菌侵染率	0.03	-0.03	-0.05	-0.07	0.18	-0.02	-0.01	0.18	-0.16	1.00

及豆芽萌生环境中的霉菌就能够提高豆芽质量。

以上分析结果表明:在芽用大豆选育过程中,应同时对几个显著相关的性状指标进行筛选,最终选育出优质高产速生的芽用大豆品种。

3 讨论

芽用大豆是一种专用型大豆,其主要用途是生产豆芽^[12]。围绕豆芽专用品种选育目标,韩国开展了广泛的种质发掘、性状遗传、基因定位等研究工作,所育成的芽用大豆品种在豆芽产量、下胚轴长度、种子萌发率等方面显著优于常规品种^[13-14]。目前,我国关于芽用大豆品种的选育目标没有统一规定,缺少有效可行的育种后代筛选标准^[2]。

从本研究可知,中小粒大豆不但具有较高的发芽率、吸水率和豆芽产出率,而且百粒重这一性状只受大豆自身基因型的影响,与环境、基因型环境互作无关。性状指标相关分析表明,粒重与豆芽产出率不相关,但有报道粒重与豆芽产出率极显著负相关^[15],这是因为本研究参试的12个大豆材料都属于中小粒(百粒重 9.29 g~12.52 g),与常规大豆相比,中小粒大豆材料自身有着较为一致的萌发率。此外,已有遗传研究表明:控制豆芽产出率与粒重的主效基因在同一条染色体上且紧密连锁,二者显著负相关,由此可见中小粒决定了芽用大豆品种的选育方向^[16]。一些研究也指出大粒品种豆芽的营养品质较好,例如蛋白质、可溶性糖等含量较高^[1,17-21]。今后,芽用大豆品种的选育工作应以中小粒作为基础,并兼顾其他营养品质性状^[9,12]。

下胚轴和子叶是豆芽的主要食用部分^[5],因此下胚轴长度及粗度、子叶完整度直接决定了豆芽

外观的质量级别。下胚轴弯曲或细短、子叶破损、种皮裂开、种脐附近霉菌侵染甚至种子腐烂是豆芽质量级别低的第一个主要原因。对供试材料的观察发现,导致烂种或烂芽的霉菌主要来源于种传和环境两个途径。对于种传附生的霉菌,可考虑用弱碱液浸种降低病菌致病活力和浓度^[22];对于生长环境中的霉菌感染,需控制好豆芽萌发的温度及湿度条件,有效降低霉菌侵染,提高豆芽质量。本研究还发现,随着萌发温度的升高,豆芽的下胚轴长度及粗度也随之增加。因此,在以下胚轴长度及粗度作为芽用大豆后代材料的筛选指标时,或者加工企业生产豆芽时,必须保持较为一致的温度、湿度、光照等培养条件。优异豆芽比例不高是豆芽质量级别低的第二个主要原因。优异质量级别的豆芽具有竖直、子叶完整、下胚轴较长的外观特征;优异豆芽比例高的参试材料,不但优异豆芽鲜重高,而且良好、较差豆芽的比例也低(数据未提供),因此可通过筛选高优异豆芽比例的后代材料,从而选育出具有高豆芽产出率的芽用大豆品种。豆芽质量级别的优劣也会直接影响加工企业豆芽产品的收率、成本等问题。

4 结论

在芽用大豆的选育过程中,粒重、下胚轴长度及粗度、优异及良好豆芽比例和鲜重、豆芽产出率可以作为后代筛选的性状指标。优异芽用大豆种质的豆芽可以参考以下标准:百粒重约 11 g,优良豆芽比例>53%,良好豆芽比例<35%,较差豆芽比例<12%,每克原料豆的豆芽产出率约 6.1 g,下胚轴长>13.5 cm,下胚轴粗约 1.8 mm。为了提高豆芽的产出率和商品质量,生产用种和生长环境

应清洁无霉菌污染,真正达到绿色食品的标准。

参考文献:

- [1] 倪资园,王昆仑,谢皓,等.大豆芽苗菜生物学性状比较与评价[J].北京农学院学报,2011,26(3):1-4.
- [2] 贲永青,陈俊,雷俊,等.大豆芽产量的小样品分析技术[J].大豆科技,2012(4):22-25.
- [3] 潘妍,贾红亮,晏春浩,等.浸泡条件对黄豆芽生长的影响及其大豆异黄酮含量[J].安徽农业科学,2015,43(35):153-155.
- [4] 田志刚,刘香英,范杰英,等.小粒大豆籽粒品质与豆芽品质的关系研究[J].东北农业科学,2016,41(3):95-98.
- [5] 张晓燕,鲁燕舞,魏圣军,等.光质对大豆芽苗菜生长和异黄酮含量及PAL活性的影响[J].大豆科学,2014,33(1):46-52.
- [6] 王慧,马春梅,龚振平.大豆品种与豆芽营养品质及产量的关系研究[J].大豆科学,2014,33(3):374-378.
- [7] 雷俊,郭娜,孙聚涛,等.高维生素C含量大豆芽用品种筛选[J].大豆科学,2012,31(5):771-774.
- [8] 谢皓,杨柳,饶文婷,等.大豆萌发过程中蛋白质和脂肪的动态分析[J].中国粮油学报,2012,27(9):21-24.
- [9] 刘玉兰,元明浩,李皖,等.芽用小粒大豆引种及芽用特性比较试验[J].现代农业科技,2017(19):36-37,43.
- [10] 康玉凡,王丽艳,肖伶俐,等.芽用大豆品种材料的种皮性状及生理特性[J].中国农业大学学报,2011,16(4):16-23.
- [11] 郭元新,宋玉,杨润强,等.发芽过程中大豆生理活性和GABA等物质含量变化及相关性研究[J].食品与发酵工业,2011,37(6):51-55.
- [12] 兰静,赵琳,郭燕枝,等.传统大豆加工制品对大豆原

料品质的要求[J].大豆科学,2015,34(4):731-735.

- [13] 聂智星,吴小园,张黎萍,等.大豆种质发芽特性和籽粒形态的遗传变异与相关分析[J].安徽农业科学,2008(9):3586-3588,3598.
- [14] Koo S C, Kim S G, Bae D W, et al. Biochemical and proteomic analysis of soybean sprouts at different germination temperatures [J]. J Korean Soc Appl Biol Chem, 2015, 58:397-407.
- [15] Ghani M, Kulkarni K P, Song J T, et al. Soybean Sprouts: a Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation [J]. Plant Breed Biotechnol, 2016, 4(4):398-412.
- [16] Lee J D, Shannon J G, Jeong Y S, et al. A simple method for evaluation of sprout characters in soybean [J]. Euphytica, 2007, 153:171-180.
- [17] 肖伶俐,康玉凡,陶礼明,等.不同大豆品种芽用特性比较[J].大豆科学,2008,27(6):955-959.
- [18] 罗珊,康玉凡,濮绍京,等.黑河地区55份大豆品种资源农艺性状和营养成分的聚类分析[J].大豆科学,2009,28(3):421-425.
- [19] 李若姝,刘香英,田志刚,等.大豆品种籽粒品质对豆浆加工特性的影响[J].东北农业科学,2017,42(1):50-55.
- [20] 裴友财,杨桐晖,焦苏淇,等.大豆化学诱变后M₂代主要品质性状的遗传变异及相关性分析[J].东北农业科学,2018,43(3):8-12.
- [21] 郑宇宏,陈亮,孟凡凡,等.吉林省不同年代大豆育成品种产量与品质性状变化趋势[J].东北农业科学,2016,41(6):45-49.
- [22] 张安华,陈涛,王萍,等.大豆芽菜产量构成与浸种条件的关联度分析[J].湖北农业科学,2016,55(9):2295-2298.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第2页)

5 推广应用

吉农糯111自问世以来,受到广大用户的一致好评,市场供不应求,为丰富百姓餐桌提供了优质的糯玉米新品种,在享受美味的同时也满足了人体对营养健康的膳食纤维的需求,适应了国家供给侧结构性改革、农村种植业结构调整的新形势,社会效益显著。吉林省鲜食玉米面积呈逐年上升趋势,近年致力于打造鲜食玉米品牌,开发玉米食品粗粮细作产品市场,提高综合效益。吉农糯111以其独特的口感和丰产稳产性应运而生,具有广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 龙德祥,任晓菊,李勤,等.鲜食玉米育种概况及新品种选育方法[J].中国种业,2018(1):21-23.

- [2] 史振声,钟雪梅.鲜食玉米新品种选育原理与技术技巧[J].玉米科学,2016,24(2):1-5.
- [3] 中国种子协会秘书处.第二届中国北方鲜食玉米大会在天津召开[J].中国种业,2016(8):81.
- [4] 龚魁杰,陈利容,张发军,等.鲜食玉米一二三产业融合发展之实践研究[J].农学学报,2018,8(4):91-96.
- [5] 李智海,祖文龙,李宁,等.复合杂交改良西双版纳鲜食小糯玉米研究初报[J].东北农业科学,2019,44(4):1-4,93.
- [6] 袁文姬,赵晓雷,周旭梅,等.waxy基因功能标记开发及在糯玉米育种中的应用[J].作物杂志,2020(4):99-106.
- [7] 赵久然.我国糯玉米育种及产业发展动态[J].玉米科学,2016,24(4):67-71.
- [8] 谢军,张兰荣,金明华.吉林省糯玉米种质资源利用特点研究[J].吉林农业科学,1990(4):21-26.
- [9] 付立中,胡国宏,冯家中.试论糯玉米新的育种目标及发展战略[J].吉林农业科学,2007,32(3):23-25,31.
- [10] 赵佃英,李寅书,胡婷婷,等.鲜食糯玉米主要农艺性状的遗传相关及通径分析[J].吉林农业科学,2011,36(1):4-7.

(责任编辑:刘洪霞)