

石家庄地区 11 个谷子品种的品质相关及聚类分析

李珊珊¹, 张爱霞², 王桂荣³, 张新仕³, 师志刚⁴, 王慧军^{5*}

(1.河北农业大学 农学院, 河北 保定 071001; 2.浙江工商大学 食品与生物工程学院, 浙江 杭州 310035; 3.河北省农林科学院 农业信息与经济研究所, 河北 石家庄 050051; 4.河北省农林科学院 谷子研究所, 河北 石家庄 050031; 5. 河北省农林科学院, 河北 石家庄 050030)

摘 要:应用多元统计分析法,对石家庄地区种植的 11 个谷子品种的千粒重、糙米率、水分、蛋白质、脂肪、粗纤维、灰分、碳水化合物、微量元素含量进行了检测和系统分析,并通过主成分分析法建立模型进行分层综合评分。相关性分析结果表明:受遗传和环境的共同影响,同一品种各矿物质之间有显著正相关作用,且品种间差异较大;脂肪、蛋白质、粗纤维、碳水化合物含量差异相对较小;千粒重与蛋白质含量无显著相关关系。主成分分析结果显示,建立模型时需正向选择脂肪、蛋白质和灰分含量,负向选择水分、碳水化合物和粗纤维含量;建立模型后综合评分并聚类得出 11 个品种可聚为 3 类,第 1 类品质最优,最适宜石家庄地区种植,包括承谷 13 号、200131、冀谷 19、衡 2001、郑 06-6 和保 213,第 2 类品质最差,只有安 07-4117,第 3 类品质居中,包括 206058、安 047-4585、A2×测 351 变、沧 372。

关 键 词:谷子;品质性状;主成分分析;聚类分析;石家庄

中图分类号:S515

文献标志码:A

文章编号:1007-1032(2012)06-0580-07

Correlation and cluster analysis of quality traits in planted millets from Shijiazhuang

LI Shan-shan¹, ZHANG Ai-xia², WANG Gui-rong³, ZHANG Xin-shi³, SHI Zhi-gang⁴, WANG Hui-jun^{5*}

(1.College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001,China; 2.College of Food Science and Biotechnology, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310035,China; 3.Institute of Agriculture Information and Economics, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China; 4.Institute of Millet Crops of Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031,China; 5.Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050030,China)

Abstract: Using multi-factor statistical analysis, thousand kernel weights, brown rice rate, moisture, protein, fat, crude fiber, ash, carbohydrate and trace element content in millets planted in Shijiazhuang were detected and analyzed systemically, and a model for hierarchical comprehensive evaluation was established through principal component analysis. The results showed that influenced by heredity and environment, there was a significant positive relevance among minerals with significant differences among species; there was relatively small variation among fat, protein, crude fiber and carbohydrate; there was no significant correlation between thousand grain weights and protein content. Principal component analysis indicated fat, protein and ash content should be positively selected, while moisture, carbohydrate and crude fiber content should be negatively selected when establishing the evaluation model. Comprehensive evaluation using the established model showed that 11 varieties of millets could be classified into three categories, group 1 including varieties Chenggu-13, 200131, Jigu19, Heng2001, Zheng06-6 and Bao213 showed the best quality and was most suitable to be planted in shijiazhuang, group 2 consisted of variety An07-4117, showed the worst quality, and group 3 including varieties 206058, An047-4585, A2×Ce351 and Cang372 showed moderate quality.

Key words: millet; quality traits; principal component analysis; cluster analysis; Shijiazhuang

收稿日期:2012-08-11

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-07-12.5-A18);国家科学技术部项目(2011BAD06B02-3)

作者简介:李珊珊(1987—),女,新疆博乐人,硕士研究生,主要从事作物生产工程推广和农业经济研究,lishanshan8792@126.com;

*通信作者, nkywhj@126.com

目前,利用主成分分析法对小麦、水稻和玉米等大田作物^[1-5]的品质指标的研究较多,对谷子主要局限于农艺性状与产量的研究^[6-8],对各区域优质谷子品种的选育和评价方法的报道较少。笔者利用主成分分析法对石家庄地区种植的 11 个谷子品种的品质进行系统分析,以期找出高产、优质及微量元素含量较高的谷子品种,为谷子特色品种培育及区域化种植提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

供试谷子品种为安 07-4117、200131、承谷 13 号、衡 2001、郑 06-6、保 213、冀谷 19、安 047-4585、A2×测 351 变、沧 372、206058,均由河北省农林科学院谷子研究所提供。

1.2 试验设计

田间试验于 2009—2010 年在石家庄藁城实验站进行。试验设 3 次重复,采用随机区组排列,6~8 个行区,行距 0.4 m,小区面积 16 m²,收获时去掉边行及行头,实收面积为 13.34 m²。试验地有灌排条件,平播种植,前茬作物均为小麦,生长期无遮阴,播前造墒,播量 0.75 kg/(667 m²)。所施底肥为复合肥,25 kg/(667 m²),生长期间不再追肥,3~4 叶期间苗,5~6 叶期定苗,种植密度为 22.5 万株/hm²。

田间调查和室内考种均按国家谷子区域试验统一标准进行。选择代表性强,无虫蚀、霉变、碎粒的谷子作供试样品。测定前样品均采用筛、拣等方法去除杂质。

1.3 测定项目与方法

谷子千粒重采用文献[9]的方法测定;糙米率采用文献[10]的方法测定;水分含量采用文献[11]的方法测定;脂肪含量采用文献[12]的方法测定;蛋白质含量采用文献[13]的方法测定;灰分含量采用文献[14]的方法测定;粗纤维含量采用文献[15]的方法测定;铜、锰、铁、锌、镁含量采用文献[16]的方法测定;钾含量采用文献[17]的方法测定。碳水化合物含量为谷子总质量减去蛋白质、脂肪、水分、灰分和膳食纤维含量。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 进行数据处理,采用 SPSS 统计软件进行主成分分析、相关分析及聚类分析。

2 结果与分析

2.1 供试谷子品种的品质性状及变异系数

从表 1 可知,承谷 13 号千粒重最高,衡 2001 糙米率最高,安 07-4117 水分含量最高,冀谷 19 脂肪含量最高,沧 372 蛋白质含量最高,承谷 13

表 1 供试谷子品种的品质性状及变异系数

品种	Table 1 Quality traits and variation coefficients of millets tested								微量元素含量/(mg·kg ⁻¹)					
	千粒重/ g	糙米率/ %	水分/ %	脂肪 /%	蛋白质/ %	灰分/ %	粗纤维/ %	碳水化合物/ %	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
安 07-4117	2.09	71.30	7.62	3.75	3.09	2.37	1.33	81.85	8.87	32.53	3 313.86	1 489.29	13.56	54.82
200131	2.59	83.76	5.95	3.34	10.03	3.81	2.71	74.17	7.97	44.14	2 749.34	1 517.95	12.52	48.94
承谷 13 号	2.91	80.35	6.33	3.60	11.07	12.51	1.86	64.64	8.49	73.59	3 850.50	1 756.12	14.23	59.56
衡 2001	2.55	80.53	6.31	3.74	10.81	6.74	2.60	69.82	6.70	33.30	2 853.90	1 329.78	13.19	42.63
郑 06-6	2.53	79.44	6.91	3.86	10.93	8.20	2.52	67.59	6.71	35.56	2 467.51	1 467.59	14.22	45.98
保 213	2.42	78.31	6.73	3.23	10.48	12.51	2.39	64.67	10.10	61.59	1 884.37	1 630.25	17.40	54.99
冀谷 19	2.43	77.71	6.56	3.87	10.91	3.60	1.74	73.33	10.21	64.43	2 955.30	1 779.84	16.13	54.86
安 047-4585	1.81	80.40	6.41	2.36	10.07	7.09	3.69	70.38	4.41	2.44	1 681.20	916.68	6.67	32.12
A2×测 351 变	2.50	80.44	6.60	2.93	11.64	3.39	2.08	73.37	3.71	19.05	1 723.95	782.21	6.73	23.75
沧 372	2.48	61.10	6.19	2.86	11.86	2.33	2.29	74.48	6.21	39.26	1 306.61	1 219.01	10.35	45.55
206058	2.45	81.73	6.43	3.42	11.34	9.54	1.76	67.52	2.19	21.48	1264.23	584.19	4.61	13.84
平均值	2.43	77.73	6.55	3.36	10.20	6.55	2.27	71.07	6.87	38.85	2 368.25	1 315.72	11.78	43.37
标准差	0.27	6.05	0.42	0.46	2.32	3.62	0.61	4.83	2.48	20.24	814.31	380.30	3.97	13.77
变异系数/%	0.11	7.78	6.41	13.67	22.71	55.32	26.70	6.80	36.16	52.10	34.38	28.90	33.69	31.76

号和保 213 灰分含量最高,安 047-4585 粗纤维含量最高,安 07-4117 碳水化合物含量最高。各营养品质性状在品种间的差异较大,灰分、铁含量的变异系数在 52.10 % 以上,变异程度最高,含量变化范围最大;微量元素铜、钾、锰、锌、镁含量也呈现出较强的变异,变异系数在 28.90% ~ 36.16%;脂肪、蛋白质、粗纤维、碳水化合物含量变异程度相对较小,变异系数均小于 26.70%;水分的变异系数最小,为 6.41%。综合分析可知,不同谷子品种间的铁、铜、钾、锰、锌、镁含量的差异较大,说明不同品种因受遗传因素的影响,在同一生态环境下

对微量元素的吸收差异较大,这有利于筛选出富集某一或某几个微量元素的品种进行功能性营养食品的开发。

2.2 供试谷子品种品质指标的相关性分析

由表 2 可知,水分含量与蛋白质含量呈极显著负相关,脂肪与粗纤维含量呈显著负相关,碳水化合物含量与灰分呈极显著负相关,千粒重与蛋白质含量未达到显著相关水平,所以千粒重不能作为选择高蛋白谷子品种的指标,这与岳增富等^[18]的研究结果相似。

表 2 供试谷子品种品质指标间的相关系数

指标	相关系数						
	千粒重	糙米率	水分	脂肪	蛋白质	灰分	粗纤维
糙米率	0.151						
水分	-0.396	-0.206					
脂肪	0.475	0.149	0.348				
蛋白质	0.475	0.198	-0.764**	-0.247			
灰分	0.306	0.447	-0.097	0.086	0.304		
粗纤维	-0.363	0.247	-0.468	-0.618*	0.343	0.116	
碳水化合物	-0.422	-0.458	0.377	0.006	-0.660*	-0.910**	-0.277

由表 2 可知,各指标之间相关性较小,故可对 11 个谷子品种的主要营养成分及千粒重、糙米率等进行主成分分析,结果如表 3 所示。前 3 项指标特征根值大于 1,累积贡献率达 83.221 1%,大于 80%^[19],包括了谷子主要营养品质的绝大多数信息,可选取前 3 项进行主成分分析。

表 3 相关系数的特征根和贡献率

Table 3 Latent root and contribution rate of correlation coefficient			
主成分	特征根值	贡献率/%	累积贡献率/%
F1	3.255 3	40.691 5	40.691 5
F2	2.108 6	26.357 2	67.048 7
F3	1.293 8	16.172 4	83.221 1
F4	0.736 7	9.208 3	92.429 4
F5	0.276 1	3.451 2	95.880 6
F6	0.218 8	2.735 5	98.616 1
F7	0.110 7	1.383 9	100

运用 SPSS 软件进行主成分分析的不同谷子品种各营养指标的主成分载荷值列于表 4。由表 3、表 4 综合分析可知,主成分 F1 对总遗传信息的贡

献率最大,水分的特征向量载荷绝对值最大(需负向选择),其次为蛋白质(需正向选择);主成分 F2 的贡献率为 26.357 2%,主要包含了灰分和碳水化合物,灰分要进行正向选择,碳水化合物要进行负向选择;主成分 F3 的贡献率为 16.172 4%,其中脂肪的特征向量载荷绝对值最大,需正向选择;其次为粗纤维,需负向选择。根据分析结果及实际情况,选育优质品种时一次选择性状应为低水分含量和

表 4 主成分载荷值

Table 4 Loading value of principal components			
指标	载荷值		
	F1	F2	F3
千粒重	0.610	0.231	0.709
糙米率	0.117	0.320	0.008
水分	-0.925	0.000	0.227
脂肪	-0.195	0.034	0.880
蛋白质	0.876	0.325	-0.114
灰分	0.053	0.974	0.050
粗纤维	0.280	0.112	-0.834
碳水化合物	-0.396	-0.903	0.019

高蛋白质含量；二次选择性状应为高灰分含量和低碳水化合物含量；三次选择性状应为高脂肪和低粗纤维含量。这样选择与检测不仅能节省时间和成本，而且还能大大提高效率和可预知性。

2.3 供试谷子品种品质指标的主成分得分及综合排名

主成分得分系数即为每个主成分中各项指标所反映的权重值，如果第一主成分中千粒重绝对值最高，表示千粒重在第一主成分中将作为最重要的选择依据，依此类推。根据主成分计算公式及各指标得分系数(表 5) ,可得到前 3 个主成分与 8 项品质指标的线性关系。

表 5 主成分得分系数

指标	得分系数		
	F1	F2	F3
千粒重	-0.057 5	0.348 8	0.386 5
糙米率	0.379 7	-0.157 4	-0.053 1
水分	0.144 2	-0.445 8	0.065 1
脂肪	0.083 5	-0.075 5	0.408 6
蛋白质	-0.042 4	0.408 1	-0.004 8
灰分	0.451 7	-0.145 2	0.009 4
粗纤维	0.108 7	0.006 3	-0.416 3
碳水化合物	-0.352 6	-0.041 3	0.003 1

F1 : $y_1=-0.057\ 5\ x_{\text{千粒重}}+0.379\ 7\ x_{\text{糙米率}}+0.144\ 2\ x_{\text{水分}}+0.083\ 5\ x_{\text{脂肪}}-0.042\ 4\ x_{\text{蛋白质}}+0.451\ 7\ x_{\text{灰分}}+0.108\ 7\ x_{\text{粗纤维}}-0.352\ 6\ x_{\text{碳水化合物}}$ ；

F2 : $y_2=0.348\ 8\ x_{\text{千粒重}}-0.157\ 4\ x_{\text{糙米率}}-0.445\ 8\ x_{\text{水分}}$

表 6 供试谷子品种品质指标的主成分值、综合主成分值

供试谷子	主成分得分			综合主成分得分	主要营养排名
	F1	F2	F3		
安 07-4117	-1.180 09	-2.544 23	0.698 27	-3.026 050	11
200131	-0.334 22	0.710 49	-0.232 66	0.143 610	7
承谷 13 号	1.098 54	0.678 94	1.084 48	2.861 960	1
衡 2001	0.286 23	0.367 29	0.207 03	0.860 550	4
郑 06-6	0.755 19	-0.275 00	0.433 58	0.913 770	3
保 213	1.242 84	-0.320 45	-0.174 39	0.748 000	5
冀谷 19	-0.519 96	0.114 33	0.771 15	0.365 520	6
安 047-4585	0.426 09	-0.565 49	-2.679 11	-2.818 510	10
A2×测 351 变	-0.502 99	0.374 10	-0.171 88	-0.300 770	8
沧 372	-1.973 46	1.325 51	-0.297 70	-0.945 650	9
206058	0.701 83	0.134 50	0.361 22	1.197 550	2

$0.075\ 5\ x_{\text{脂肪}}+0.408\ 1\ x_{\text{蛋白质}}-0.145\ 2\ x_{\text{灰分}}+0.006\ 3\ x_{\text{粗纤维}}-0.041\ 3\ x_{\text{碳水化合物}}$ ；

F3 : $y_3=0.386\ 5\ x_{\text{千粒重}}-0.053\ 1\ x_{\text{糙米率}}+0.065\ 1\ x_{\text{水分}}+0.408\ 6\ x_{\text{脂肪}}-0.004\ 8\ x_{\text{蛋白质}}+0.009\ 4\ x_{\text{灰分}}-0.416\ 3\ x_{\text{粗纤维}}+0.003\ 1\ x_{\text{碳水化合物}}$ 。其中， x 为相应的成分经均值为 0、标准差为 1 标准化处理后的变量。

以主成分的特征值所占主成分特征值之和的比例为权重，按照模型公式 $y=0.406\ 915y_1+0.263\ 572y_2+0.161\ 724y_3$ ，计算主成分综合得分，并进行排序^[20]。在因子得分中，若得分为正数，代表综合品质高于一般水平。由表 6 可知，承谷 13 号、206058、郑 06-6、衡 2001、保 213、冀谷 19、200131 的品质高于一般水平，占供试品种的 63.64%，其余 4 个品种的得分为负数，代表综合品质低于一般水平。千粒重是决定谷子产量的重要因素之一，随着粒重的增加，谷子的品质，尤其是整米率也明显提高^[21]。结合表 1 中各品种的千粒重和糙米率来看，承谷 13 号在石家庄区域种植中表现出高产、质优的良好品质，千粒重最高，为 2.91 g，糙米率也较高，为 80.35%；沧 372 的排名较低，为第 9 位，糙米率最低，千粒重为平均水平，无论从品质和经济效益来讲，都不适宜在石家庄地区种植；200131 的糙米率最高，千粒重为次高，满足高产潜力的需求，具有相对较高的产投比，但其营养品质较差；安 047-4585 的千粒重最低，显著低于平均值，糙米率为中等，主要营养排名第 10，营养与产量指标均较低；安 07-4117 的主成分得分最低，

与排名第一的承谷 13 号的综合主成分值相差达 5.844 56, 千粒重、糙米率及其他各项营养指标均低于平均水平, 安 047-4585 和安 07-4117 均不适合在石家庄地区种植; 20658、郑 06-6、衡 2001 出米率和千粒重均超过平均值, 排名前 4, 较适宜石家庄地区种植。

2.4 供试谷子品种主要营养指标及千粒重、糙米率的聚类分析

由图 1 可以看出, 当聚合水平为 12 时, 可将 11 个品种聚合分为 3 类: 第 1 类所包括的品种数最多, 有 7 个品种, 分别是衡 2001、郑 06-6、冀谷 19、200131、A2×测 351 变、沧 372、安 047-4585; 第 2 类包括保 213、206058、承谷 13 号; 第 3 类只有 1 个品种, 为安 07-4117。综合表 1, 表 6 分析可知, 高产、优质的为第二类, 即保 213、206058 和承谷 13 号, 这 3 个优质品种适宜在石家庄地区种植, 安 07-4117 潜在产量和营养品质排名均最低, 此品种最不宜在石家庄地区种植; 其他品种居中, 可根据实际情况需要有选择的栽培。

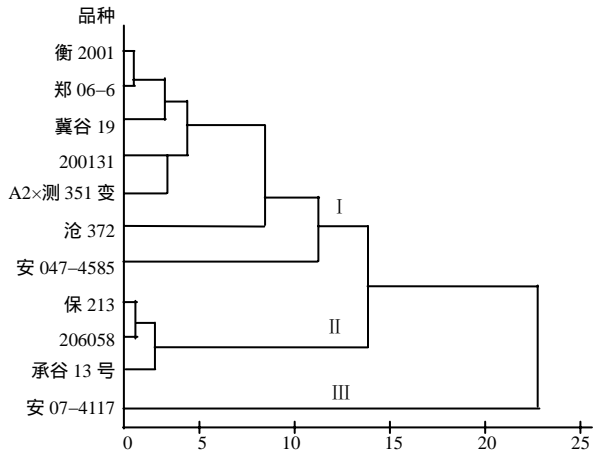


图 1 供试谷子品种的聚类
Fig.1 Clustering of millets based on quality indexes

2.5 各微量元素的相关分析

由表 7 可知, 同一品种各微量元素呈正向相关, 且 90% 以上达到了显著相关($\alpha=0.05$, $r=0.602$ 1) 水平。钾含量与铜、锰、锌含量呈显著正相关, 与镁含量呈极显著正相关($\alpha=0.01$, $r=0.734$ 8), 与铁含量相关不显著。铜、铁、镁、锰、锌相互之间都呈极显著正相关, 表明当其中任何一种微量元素较高时, 其他 4 种微量元素也较高, 这对于在同一地区

选择优质品种具有重要意义。选育富集微量元素的谷子品种时, 可检测这其中某一或某几个微量元素含量, 便可推测出品种微量元素是否较优, 这既节约了成本也节省了时间。同时, 谷子品种间各微量元素高度相关还表明, 谷子吸收微量元素受种质基因的影响较大, 这是以环境中微量元素含量为基值进行有序波动变化的表现。

表 7 微量元素的相关分析结果

微量元素	相关系数				
	Cu	Fe	K	Mg	Mn
Fe	0.801**				
K	0.656*	0.579			
Mg	0.960**	0.844**	0.753**		
Mn	0.953**	0.805**	0.635*	0.954**	
Zn	0.949**	0.778**	0.718*	0.971**	0.915**

运用 SPSS 软件中主成分分析法, 将表 1 中微量元素各值输入运算可得到表 8、表 9, 标准化后各得分函数: $y_1=0.2283x_{Cu}+0.2130x_{Fe}-0.0331x_K+0.1969x_{Mg}+0.2332x_{Mn}+0.1954x_{Zn}$;

$y_2=-0.2468x_{Cu}-0.2126x_{Fe}+1.2047x_K+0.0211x_{Mg}-0.3031x_{Mn}-0.0081x_{Zn}$ 。其中, y_1 、 y_2 分别为主成分 F1、F2 值, x 为各微量元素值。

表 8 微量元素相关系数的特征根值和贡献率

Table 8 Latent root and contribution rate of trace element correlation coefficient			
主成分	特征根值	贡献率/%	累积贡献率/%
F1	5.123 6	85.393 2	85.393 2
F2	0.479 3	7.988 7	93.381 8
F3	0.272 3	4.537 9	97.919 7
F4	0.076 3	1.271 9	99.191 6
F5	0.037 2	0.619 7	99.811 3
F6	0.011 3	0.188 7	100.000 0

表 9 微量元素初始因子载荷值及主成分得分系数

Table 9 Loading value of trace element initial factor and Component score coefficients				
微量元素	载荷值		得分系数	
	F1	F2	F1	F2
Cu	0.967	-0.131	0.228 3	-0.246 8
Fe	0.869	-0.202	0.213 0	-0.212 6
K	0.773	0.628	-0.033 1	1.204 7
Mg	0.993	-0.014	0.196 9	0.021 1
Mn	0.956	-0.163	0.233 2	-0.303 1
Zn	0.967	-0.015	0.195 4	-0.008 1

求得 $y=0.853932 \times y_1+0.79887 \times y_2$ ，并在 Excel 中计算 y 值 综合排名见表 10。承谷 13 号、安 07-4117、冀谷 19、衡 2001、200131、郑 06-6 的微量元素综合指标为正值，高于一般水平。结合表 1，承谷 13

号铁、钾、锌含量最高，冀谷 19 铜、镁含量最高，在选育功能性微量元素高的品种时，可根据实际需要在其中进行选择。

表 10 供试谷子的微量元素主成分值、综合主成分值及得分排名

Table 10 The principal components and comprehensive principal components of trace element					
供试谷子	y_1	y_2	y	微量元素排名	主要营养排名
安 07-4117	0.372 17	0.993 53	1.365 696	2	11
200131	0.306 59	0.256 65	0.563 241	5	7
承谷 13 号	0.899 06	1.020 45	1.919 511	1	1
衡 2001	0.001 77	0.610 52	0.612 287	4	4
郑 06-6	0.165 14	0.033 33	0.198 472	6	3
保 213	0.951 25	-1.536 24	-0.584 984	7	5
冀谷 19	0.986 76	-0.190 88	0.795 878	3	6
安 047-4585	-1.023 28	0.208 86	-0.814 425	8	10
A2×测 351 变	-1.076 79	0.067 00	-1.009 785	9	8
沧 372	-0.125 64	-1.178 38	-1.304 016	10	9
206058	-1.457 04	-0.284 85	-1.741 883	11	2

2. 6 供试谷子品种 14 个指标的聚类分析

综合微量元素及主要营养成分、千粒重和糙米率的排名分析(表 10)及其聚类分析(图 2),当聚合水平为 6 时可将 11 个谷子品种分为 3 类，第 1 类为品质最优品种，包括承谷 13 号、200131、冀谷 19、衡 2001、郑 06-6 和保 213，其中承谷 13 号的各营养指标及千粒重、糙米率均高于平均水平，综合得分最高，最适宜石家庄地区种植；第 2 类品质最差，只有 07-4117，此品种不仅低产、低质，微量元素含量也较低，不适宜石家庄区域种植；第 3 类品质居中，包括 206058、安 047-4585、A2×测 351 变、沧 372，种植时可根据实际情况选择。

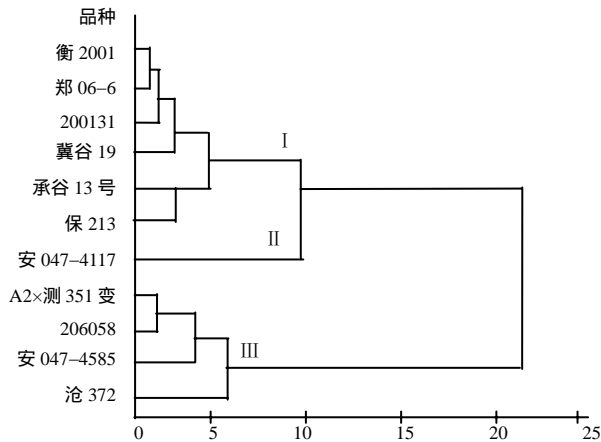


图 2 供试谷子品种综合品质指标的层次聚类

Fig.2 Clustering of the tested millets based on comprehensive quality indexes

3 讨 论

通过对石家庄地区种植的 11 个谷子品种的品质性状进行评价及相关分析可知，在谷子品种选育过程中不仅要考虑产量，还要考虑品质，并且根据实际情况有针对性的选择所需品种，不能只依靠千粒重来选择高蛋白品种。微量元素受种质遗传影响，变异系数较大，有利于针对功能性营养食品的开发进行品种繁育。各微量元素 90% 以上呈显著或极显著相关关系，表明其主要受环境的影响，并根据不同品种的吸收能力呈规律性的整体波动，这对于繁育富集矿物质品种，高效选择综合品质性状较佳的资源材料有重要意义。在同一地区选育富集微量元素的谷子品种时，可检测其中某一或某几个微量元素含量，便可推测出其他微量元素是否较高，这对于谷子品种的改良和选育具有重要的理论和现实意义。

分析显示，水分、灰分、粗纤维和碳水化合物含量与谷子品质呈负相关关系，蛋白质、脂肪与谷子品种呈正相关关系，在选育谷子品种时应第一选择低水分含量、高蛋白质含量的性状；其次选择高灰分含量的性状，再次选择低碳水化合物含量的性状；最后选择高脂肪含量、低粗纤维含量的性状，这样既可精简筛选程序，又可保证育种效率。

本研究利用主成分分析,聚类分析法评价石家庄地区种植的 11 个谷子品种的品质,分层筛选高质、高产、矿物质含量高的品种,其中综合排名最高的是承谷 13 号,此品种不仅保证了七大基本营养元素的水平,还具有较大的高产潜力和糙米率,最适宜在石家庄地区种植,200131、冀谷 19、衡 2001、郑 06-6 和保 213 也较适宜种植。不考虑矿物质含量,206058 也表现出潜在的高产和较优品质水平,与聚类分析结果相符,这对于石家庄地区乃至河北省的谷子品种选育具有重要现实意义。

参考文献:

- [1] 薛香,郜庆炉,杨忠强.小麦品质性状的主成分分析[J].中国农学通报,2011,27(7):38-41.
- [2] 王海龙,聂俊华,赵敬美,等.高肥力土壤小麦品质的主成分分析及施肥方案研究[J].河南农业大学学报,2007,41(4):377-381.
- [3] 邹德堂.黑龙江省稻米品质性状的主成分分析[J].东北农业大学学报,2008,39(3):17-21.
- [4] 柳艳霞,赵改名,司涛涛,等.河南地方玉米品种营养品质的主成分分析与评价[J].粮油加工,2007(1):60-62.
- [5] 邹学校,侯喜林,戴雄泽,等.辣椒地方品种的主成分分析及数量分类[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2004,30(3):243-246.
- [6] 袁峰,杨慧卿,王军,等.谷子产量相关性状的主成分分析[J].河北农业科学,2010,14(11):112-114.
- [7] 赵术伟.春谷数量性状遗传差异及其在育种上的应用[J].杂粮作物,2001,21(1):19-20.
- [8] 杨慧卿,王军,袁峰,等.西北春谷区中晚熟组谷子主要农艺性状的相关和通径分析[J].河北农业科学,2010,14(11):105-106,111.
- [9] GB5519—2008,谷物与豆类千粒重的测定[S].
- [10] GB/T21499—2008,大米、稻谷和糙米潜在出米率的测定[S].
- [11] GB/T21305—2007,谷物及谷物制品水分的测定常规法[S].
- [12] GB/T5512—2008,粮食中粗脂肪含量的测定[S].
- [13] GB5009.5—2010,食品中蛋白质的测定[S].
- [14] GB/T22510—2008,谷物、豆类及副产品灰分含量的测定[S].
- [15] NY/T13—1986,谷物籽粒粗纤维测定法[S].
- [16] GB/T14609—2008,谷物及其制品中铜、铁、锰、锌、钙、镁的测定[S].
- [17] GB/T5009.91—2003,食品中钾、钠的测定[S].
- [18] 岳增富.谷子主要性状与蛋白质含量相关性分析[J].杂粮作物,2002,22(5):257-258.
- [19] 侯景新,尹卫红.区域经济分析方法[M].北京:商务印书馆,2004.
- [20] 张玉.SPSS 软件和主成分分析法在牧草营养价值评价中的应用[J].安徽农业科学,2012,40(12):7186-7188.
- [21] 刘晓辉,王秀华.谷子生产潜力的基础研究.外界环境对不同谷子品种千粒重的影响[J].吉林农业科学,2002,27(1):8-12.

责任编辑: 罗 维

英文编辑: 罗 维