

银杏栽培品种种子性状的变异及主成分分析

莫昭展, 曹福亮, 符韵琳

(1. 玉林师范学院, 广西玉林 537000; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏南京 210037; 3. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

摘要 [目的] 全面而准确地反映银杏品种的分类特点。[方法] 考察11个反映银杏种子性状的指标, 利用主成分分析法, 确定主成分个数, 建立主成分方程, 由此确定各品种的重要性状指标。[结果] 运用主成分分析方法将银杏种子性状转化为3个独立的指标, 降低银杏品种性状分析的难度。同时, 由于综合的信息量大, 增加分析的可靠性和稳定性。[结论] 该研究可为银杏核用品种分类和育种提供参考。

关键词 银杏; 种子性状; 变异; 主成分分析

中图分类号 S664.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)34-11096-05

Character Variation and Principal Component Analysis of Ginkgo Cultivar Seeds

MO Zhao-zhan et al (Yulin Normal College, Yulin, Guangxi 537000)

Abstract [Objective] The study aimed to overall and accurately reflect the classification characteristics of ginkgo cultivars. [Method] The principal component number was ascertained and the principal component equation was established through investigating 11 indices reflecting ginkgo seed characters by principal component analysis method, on which the important character indices of ginkgo cultivars were confirmed. [Result] The ginkgo seed characters were transformed into 3 independent indices by applying principal component analysis method to lower the difficulty of character analysis of ginkgo cultivars and increase reliability and stability of the analysis due to a lot of synthetic information. [Conclusion] The research could provide references for classification and breeding of nut-used ginkgo cultivars.

Key words Ginkgo; Seed character; Variation; Principal component analysis

银杏(*Ginkgo biloba* L.)是珍贵的经济树种,果、叶、材等用途广泛,有着较高的经济价值。同时,银杏是裸子植物中古老的子遗植物,不仅表现了强大的适应能力,而且形态至今改变很少。目前在核用品种分类方面,仍采用核形系数法。依据长宽比从大到小,将银杏分为5大类,即长籽、佛手、马铃、梅核和圆子^[1]。这种方法虽然较为直观,但由于种子的性状特征是多方面的,仅根据种核的长宽不能全面而准确描述核形特点。这是传统银杏分类的最大不足^[2]。为此,笔者考察了11个银杏种子性状的指标,利用主成分分析法确定主成分个数,建立主成分方程,确定各品种的重要性状指标,以期银杏核用品种的分类和育种提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料 广西13个栽培品种的种子根据《中国银杏志·银杏卷》^[3]采自广西灵川县海洋乡,其余采自江苏省邳州市银杏种用园试验基地,共采集62个品种,品种编号及名称见表1。每个品种选择5株,于2004年10月下旬采集刚刚成熟的种子,每株随机采集30粒种子。

1.2 方 法

1.2.1 测定指标与方法。测定的指标有8个,分别是种柄长度(cm)、种子长度(cm)、种子宽度(cm)、单粒种子重量(g)、种核长度(cm)、种核宽度(cm)、种核厚度(cm)、单粒种核重量(g)。依据所测指标计算种形指数(种子长度/种子宽度)、核形指数(核长/核宽)、出核率(单粒种核重/单粒种子重)。长宽厚指标用游标卡尺测量,精确到0.01 cm;重量指标用电子天平测量,精确到0.01 g。每个品种测30粒种子,5次重复,平均值作为该品种的测量值。

1.2.2 分析方法。在所分析的11个指标单位不一致,需从相关阵出发进行主成分分析(R分析)。主成分分析是从多

表1

栽培品种名称

编号	栽培品种	栽培地区	编号	栽培品种	栽培地区
CX1H	长兴1号	浙江	WDNY	皖大龙眼	安徽
CX2H	长兴2号	浙江	XCI6H	新村16	江苏
CX3H	长兴3号	浙江	XCI8H	新村18	江苏
CX4H	长兴4号	浙江	XC5H	新村5号	江苏
CX5H	长兴5号	浙江	XC9H	新村9号	江苏
DFZ	大佛指	江苏	XYZ	小圆子	江苏
DML	大马铃	山东	YWYX	鸭尾银杏	浙江
DLY	大龙眼	江苏	ZA5H	正安5号	江苏
DIFS1H	洞庭佛手1号	江苏	HBAL(D)	湖北安陆(大)	湖北
DIFS2H	洞庭佛手2号	江苏	HBAL(X)	湖北安陆(小)	湖北
DTH	洞庭皇	江苏	SDQC1H	山东庆春一号	山东
HBI-4	湖北1-4	湖北	XFZ	小佛指	江苏
HBI-5	湖北1-5	湖北	JDFX	尖顶佛手	江苏
HBI-6	湖北1-6	湖北	FBZZ5H	湖北邹庄5号	湖北
JXMH	莒县梅核	山东	FBZZ6H	湖北邹庄6号	湖北
MH	梅核	山东	SDDL Y	大龙眼	山东
M2H	马铃2号	江苏	XLY	小龙眼	江苏
M3H	马铃3号	江苏	YL9H	圆玲9号	山东
M4H	马铃4号	江苏	SZG	垂枝果	广西
LY	龙眼	江苏	TZG	桐子果	广西
SNFS	苏农佛手	江苏	ZPG	皱皮果	广西
TC202	郯城202	山东	ZZZ	珍珠子	广西
TC231	郯城231	山东	SPZ	算盘子	广西
TC300	郯城300	山东	JFS	家佛手	广西
TCML1H	郯城马铃1号	山东	LGFS	卵果佛手	广西
TCML2H	郯城马铃2号	山东	CBFS	长柄佛手	广西
TFML1H	铁富马铃1号	江苏	YDFS	圆底佛手	广西
TX1H	泰兴1号	江苏	DMH	大梅核	广西
TX2H	泰兴2号	江苏	MFG	棉花果	广西
TX3H	泰兴3号	江苏	QPG	青皮果	广西
TX4H	泰兴4号	江苏	WPG	黄皮果	广西

个存在一定相关关系的变量中选出几个新的综合变量,而新的综合变量又能反映原来多个变量所提供的主要信息,从而简化数据结构,寻找变量间的线性关系。由于主成分为综合变量,且相互独立,所以主成分值可较准确地反映各性状的综合表现,在科学研究中具有一定的理论和实际意义。根据测量值,计算各品种性状的平均值及变异系数。应用SAS(8.2)软件包中的主成分分析程序,由样本相关矩阵出发,对原始数据经标准化处理后,计算性状相关矩阵R的特征根和特

基金项目 江苏省科技项目(BC200413)。

作者简介 莫昭展(1974-),男,广西玉林人,博士,副教授,从事植物种质资源利用的教学与研究工作。

收稿日期 2007-06-05

征向量,并根据性状特征根和原变量个数计算每个主成分的贡献率和方差贡献率,以累积方差贡献率达到85%以上确定主成分个数,建立主成分方程,由此确定各品种的重要性状指标。

2 结果与分析

2.1 性状变异 从表2可以看出,各性状品种变异最大的

为单核重,变异系数达26.20%,最小的是种形系数,变异系数为10.16%,从大到小依次为单种重>单核重>种柄长>出核率>种子宽>核长>核形系数>种长>核宽>核厚>种形系数。由此可知,前4个变异量大的性状指标中,除种柄长与形状有关外,其余3个指标即单种重、单核重、出核率,均与种子重量性状有关,说明各品种间种子重量性状变

表2 银杏主要栽培品种的种子性状平均值及其变异系数

品种	统计量	柄长	种子				出核率	种核				
			长	宽	种形系数	单种重		核长	核宽	核厚	核形系数	单核重
CX1H	\bar{X}	2.78	3.22	2.56	1.26	13.06	0.18	2.81	1.72	1.41	1.63	2.41
	CV %	12.33	5.85	7.77	6.80	4.78	15.77	3.52	5.09	4.87	5.80	13.21
CX2H	\bar{X}	3.30	3.01	2.08	1.45	7.97	0.25	2.69	1.64	1.36	1.64	1.97
	CV %	10.57	3.55	4.37	5.55	52.59	63.69	4.50	6.59	5.51	5.44	31.80
CX3H	\bar{X}	3.44	3.16	2.25	1.40	9.62	0.26	2.74	1.55	1.37	1.77	2.48
	CV %	12.88	5.11	10.91	8.57	10.92	9.00	3.97	8.37	5.75	7.69	13.84
CX4H	\bar{X}	3.31	3.07	2.13	1.44	8.14	0.27	2.61	1.47	1.27	1.78	2.16
	CV %	14.97	4.40	11.22	10.17	12.65	9.79	3.67	4.62	4.59	3.78	17.03
CX5H	\bar{X}	4.47	3.28	2.61	1.26	13.90	0.21	2.85	1.76	1.46	1.62	2.91
	CV %	10.30	3.72	6.07	5.60	6.43	17.14	4.23	5.44	5.73	6.53	33.05
DFZ	\bar{X}	3.79	2.95	2.29	1.29	8.77	0.22	2.48	1.70	1.35	1.46	1.89
	CV %	12.32	5.03	8.10	8.30	26.40	46.21	3.91	4.86	3.81	5.24	25.81
DML	\bar{X}	3.79	2.95	2.29	1.29	8.77	0.22	2.48	1.67	1.35	1.48	1.89
	CV %	12.85	4.57	4.70	5.19	10.66	10.26	4.21	5.23	4.90	4.88	7.45
DNY	\bar{X}	3.37	2.62	2.19	1.20	7.56	0.31	2.22	1.57	1.42	1.41	2.32
	CV %	14.13	3.40	4.20	3.85	20.49	20.97	3.19	4.12	4.09	4.40	9.39
DIFS1H	\bar{X}	1.75	3.53	2.83	1.25	7.94	0.18	2.51	1.46	1.18	1.72	1.41
	CV %	8.58	13.46	3.62	4.98	40.45	14.79	3.10	5.74	4.98	6.20	18.52
DIFS2H	\bar{X}	3.61	3.24	2.58	1.26	12.11	0.21	2.74	1.67	1.37	1.64	2.50
	CV %	15.72	3.46	3.88	4.08	26.04	48.49	3.37	4.94	4.80	4.44	15.61
DIH	\bar{X}	4.00	3.26	2.72	1.20	13.65	0.20	2.75	1.79	1.46	1.54	2.75
	CV %	16.62	3.15	3.46	4.02	10.57	10.42	3.22	4.58	4.01	4.69	13.12
HBI-4	\bar{X}	2.61	2.71	2.32	1.17	9.94	0.25	2.24	1.68	1.42	1.33	2.49
	CV %	14.43	6.38	7.14	6.41	5.07	6.44	2.67	4.69	4.38	4.66	7.47
HBI-5	\bar{X}	2.66	2.90	2.73	1.06	12.46	0.15	2.33	1.79	1.47	1.30	1.92
	CV %	12.59	4.37	4.73	2.92	24.07	21.73	3.11	6.65	6.55	5.24	20.09
HBI-6	\bar{X}	3.10	3.00	2.94	1.02	13.02	0.16	2.33	1.80	1.45	1.29	2.03
	CV %	6.85	11.92	10.74	8.60	8.01	16.73	9.29	7.68	9.99	8.29	16.12
JXMH	\bar{X}	4.19	2.76	2.13	1.30	6.92	0.27	2.42	1.45	1.24	1.67	1.88
	CV %	11.97	5.10	4.90	5.92	63.52	34.66	4.31	5.75	4.45	5.65	13.13
MH	\bar{X}	2.65	2.83	2.35	1.20	8.57	0.19	2.32	1.49	1.24	1.55	1.62
	CV %	9.33	3.38	5.61	6.14	9.69	19.07	2.97	6.54	5.62	6.34	15.20
M2H	\bar{X}	4.04	3.10	2.54	1.22	10.83	0.23	2.65	1.86	1.45	1.43	2.48
	CV %	10.82	4.30	11.04	7.45	8.03	14.25	3.94	5.98	5.93	4.60	9.34
M3H	\bar{X}	3.51	3.00	2.43	1.23	10.15	0.20	2.63	1.80	1.44	1.46	2.04
	CV %	12.78	3.26	3.75	4.55	8.67	14.69	3.84	4.55	5.36	5.49	3.26
M4H	\bar{X}	3.34	2.88	2.57	1.12	10.02	0.25	2.38	1.67	1.38	1.42	2.48
	CV %	14.03	4.78	4.07	4.92	12.77	21.84	3.99	6.25	6.43	5.20	5.96
LY	\bar{X}	2.42	2.55	2.67	0.96	10.34	0.24	1.99	1.79	1.49	1.11	2.50
	CV %	14.07	4.93	5.26	4.16	10.00	17.14	4.55	5.46	4.42	4.76	13.77
SNFS	\bar{X}	4.08	2.84	2.10	1.35	6.93	0.28	2.41	1.45	1.26	1.66	1.95
	CV %	12.81	6.33	5.12	7.33	48.41	25.49	4.59	5.91	4.96	6.35	13.82
TC202	\bar{X}	3.83	2.93	2.29	1.28	8.25	0.23	2.48	1.63	1.30	1.52	1.88
	CV %	9.58	4.31	4.73	4.23	11.37	22.63	4.23	5.54	5.29	4.62	18.30
TC231	\bar{X}	3.35	2.76	2.59	1.07	10.13	0.23	2.25	1.72	1.45	1.31	2.29
	CV %	11.21	4.13	4.01	3.59	23.87	23.97	3.18	3.99	4.91	5.18	14.59
TC300	\bar{X}	3.32	2.73	2.54	1.08	9.83	0.23	2.23	1.70	1.44	1.31	2.27
	CV %	11.71	4.56	5.04	5.08	31.93	42.19	4.88	7.67	6.56	6.65	19.71
TCM1H	\bar{X}	3.37	2.84	2.50	1.14	9.48	0.24	2.36	1.66	1.34	1.42	2.28

接下表

续表2

品种	统计量	柄长	种子				出核率	种核				
			长	宽	种形系数	单种重		核长	核宽	核厚	核形系数	单核重
TCM2H	CV %	14.07	4.27	4.59	4.39	9.96	17.30	4.11	6.69	5.05	6.29	7.48
	\bar{X}	3.93	3.16	2.45	1.29	10.32	0.24	2.55	1.64	1.38	1.56	2.44
TFM1H	CV %	13.08	3.09	4.87	4.77	11.53	17.65	2.75	5.85	5.49	4.99	7.55
	\bar{X}	3.56	3.17	2.89	1.10	14.96	0.20	2.54	1.86	1.48	1.37	2.99
TX1H	CV %	9.06	3.39	4.42	5.56	19.46	29.62	3.23	5.61	4.16	6.56	8.00
	\bar{X}	4.08	2.85	2.14	1.33	7.73	0.29	2.43	1.51	1.31	1.61	2.22
TX2H	CV %	11.63	5.99	11.75	11.81	19.60	29.96	3.06	4.71	4.43	4.88	8.69
	\bar{X}	4.08	2.83	2.12	1.34	8.10	0.28	2.49	1.54	1.35	1.62	2.31
TX3H	CV %	9.56	8.22	11.55	9.50	3.35	2.60	3.36	4.91	4.46	5.49	4.29
	\bar{X}	4.18	2.80	2.14	1.31	7.85	0.27	2.38	1.54	1.31	1.54	2.15
TX4H	CV %	10.88	6.60	10.21	8.37	6.33	3.87	3.83	5.80	5.13	5.31	5.77
	\bar{X}	3.87	2.87	2.21	1.30	8.67	0.19	2.60	1.51	1.23	1.72	1.62
WDNY	CV %	15.47	12.05	14.65	20.27	7.45	4.59	2.78	6.92	4.04	7.53	6.43
	\bar{X}	4.04	2.86	2.84	1.01	13.52	0.22	2.26	1.82	1.56	1.24	2.95
XC16H	CV %	10.30	4.07	4.67	3.05	32.64	42.84	3.44	3.33	4.64	4.46	18.77
	\bar{X}	3.20	2.63	2.37	1.11	8.63	0.25	2.22	1.62	1.33	1.37	2.17
XC18H	CV %	14.43	5.06	3.94	4.68	12.50	5.17	4.22	5.45	4.98	5.73	14.63
	\bar{X}	3.24	2.67	2.46	1.09	9.25	0.24	2.24	1.61	1.36	1.39	2.24
XC5H	CV %	14.67	4.83	3.85	4.06	13.77	5.81	3.99	3.72	4.39	4.92	15.91
	\bar{X}	3.16	2.72	2.42	1.12	9.09	0.26	2.27	1.67	1.36	1.36	2.38
XC9H	CV %	11.71	4.42	4.41	3.74	2.24	12.28	5.17	6.41	6.01	6.75	11.49
	\bar{X}	3.30	3.00	2.32	1.29	9.08	0.26	2.65	1.57	1.31	1.69	2.35
XYZ	CV %	12.13	3.22	6.78	6.96	8.90	5.40	3.23	5.81	5.53	7.02	10.31
	\bar{X}	4.25	3.37	2.75	1.22	13.66	0.21	2.87	1.78	1.47	1.61	2.93
YVYX	CV %	18.74	4.43	5.43	4.76	7.48	12.18	3.68	6.49	4.64	5.19	7.38
	\bar{X}	4.62	3.35	2.67	1.26	14.51	0.22	2.85	1.88	1.49	1.52	3.13
ZA5H	CV %	14.73	5.21	7.87	6.12	2.55	8.84	3.80	5.84	4.30	6.71	8.29
	\bar{X}	3.38	2.72	2.66	1.03	10.23	0.19	2.16	1.61	1.32	1.34	1.97
HBAL (D)	CV %	12.16	3.64	3.64	3.61	37.95	15.84	3.93	3.93	3.83	4.07	22.98
	\bar{X}	3.05	2.00	1.90	1.05	11.30	21.42	2.21	1.67	1.37	1.32	2.42
HBM (X)	CV %	11.93	4.84	7.68	6.97	22.77	29.48	4.00	6.68	5.38	6.31	19.62
	\bar{X}	3.00	1.85	1.75	1.06	6.25	19.68	1.63	1.31	1.16	1.24	1.23
SDQC1H	CV %	12.53	4.38	8.46	8.02	15.16	24.38	3.94	4.97	4.71	5.19	25.30
	\bar{X}	2.90	2.80	2.10	1.33	8.51	22.80	2.43	1.40	1.17	1.74	1.94
XFZ	CV %	11.85	7.14	4.18	4.67	23.87	15.34	3.50	5.03	4.65	5.16	11.79
	\bar{X}	3.60	2.25	1.70	1.32	5.04	21.23	1.87	1.12	0.97	1.67	1.07
JDFX	CV %	15.59	4.33	4.82	4.83	13.89	21.78	3.09	4.74	4.40	4.60	12.06
	\bar{X}	2.90	2.70	2.00	1.35	8.12	22.04	2.35	1.41	1.20	1.67	1.79
FBZZ5H	CV %	10.47	7.13	6.79	5.81	31.86	24.37	5.57	6.69	6.99	6.40	16.45
	\bar{X}	2.35	2.35	1.95	1.21	5.59	21.12	1.99	1.25	1.04	1.59	1.18
FBZZ6H	CV %	10.98	3.65	6.80	6.05	8.80	16.00	3.58	5.69	5.63	5.48	9.27
	\bar{X}	2.48	2.40	1.70	1.41	6.56	18.29	1.95	1.35	1.13	1.44	1.20
SDDL	CV %	13.63	5.35	4.82	5.47	23.73	21.49	4.38	5.87	5.27	5.44	11.18
	\bar{X}	2.50	2.50	2.08	1.20	7.04	19.18	1.82	1.34	1.16	1.36	1.35
XLY	CV %	10.83	4.34	4.59	4.30	22.39	29.60	4.10	5.73	5.59	5.48	17.53
	\bar{X}	2.43	1.80	1.70	1.06	4.75	21.26	1.48	1.25	1.05	1.18	1.01
YL9H	CV %	12.07	3.58	4.62	4.91	13.65	21.52	3.37	6.05	4.90	5.95	7.67
	\bar{X}	2.97	2.42	2.15	1.13	9.98	20.04	2.20	1.50	1.23	1.47	2.00
SZG	CV %	10.69	6.94	11.17	9.89	9.76	12.14	3.41	5.14	4.67	5.23	6.25
	\bar{X}	3.00	2.40	2.50	0.96	10.51	21.22	2.00	1.81	1.50	1.10	2.23
TZG	CV %	13.40	7.06	7.75	9.33	17.53	17.53	3.48	5.23	4.55	5.91	13.27
	\bar{X}	3.10	2.70	2.60	1.04	8.32	22.12	2.10	1.80	1.49	1.17	1.84
ZPG	CV %	12.84	4.16	5.01	4.92	8.31	7.83	4.13	5.31	5.31	6.23	12.57
	\bar{X}	3.55	2.90	2.60	1.12	8.48	26.65	2.40	1.78	1.47	1.35	2.26
ZZZ	CV %	15.21	4.43	5.65	4.83	15.99	12.29	3.80	5.42	4.26	5.32	12.89
	\bar{X}	3.20	2.30	2.20	1.05	5.05	29.50	1.80	1.30	1.08	1.38	1.49
	CV %	13.93	4.75	11.07	9.37	11.79	9.39	3.82	6.50	5.17	5.74	15.44

接下表

续上表

品种	统计量	柄长	种子				出核率	种核				
			长	宽	种形系数	单种重		核长	核宽	核厚	核形系数	单核重
SPZ	\bar{X}	3.10	3.00	2.75	1.09	12.03	9.81	2.30	2.20	1.82	1.05	1.18
	CV %	11.31	4.38	7.08	6.95	16.41	31.67	4.07	5.15	4.77	5.89	29.43
JFS	\bar{X}	3.80	2.80	2.50	1.12	9.18	26.91	2.20	1.62	1.40	1.36	2.47
	CV %	13.49	3.98	4.45	4.52	15.58	15.62	3.70	4.68	4.49	4.64	8.42
LGFS	\bar{X}	2.40	2.60	2.30	1.13	8.90	21.57	2.15	1.52	1.30	1.41	1.92
	CV %	12.15	8.46	3.75	4.53	33.25	31.64	3.23	5.34	4.89	5.32	17.06
CEFS	\bar{X}	5.62	3.12	2.63	1.19	11.80	19.92	2.50	1.51	1.30	1.66	2.35
	CV %	15.52	4.76	5.30	5.21	7.82	8.43	2.95	4.64	4.19	4.68	10.29
YDFS	\bar{X}	3.60	2.70	2.10	1.29	7.60	23.68	2.30	1.30	1.20	1.77	1.80
	CV %	9.72	8.14	7.74	5.76	16.04	19.23	6.20	7.17	8.27	6.77	18.11
DMH	\bar{X}	3.10	2.90	2.60	1.12	14.90	19.46	2.20	1.88	1.50	1.17	2.90
	CV %	10.65	4.24	5.25	6.03	36.60	26.87	3.64	6.15	5.03	6.00	14.16
MFG	\bar{X}	3.70	2.51	2.22	1.13	12.88	20.81	2.20	1.71	1.42	1.29	2.68
	CV %	11.80	3.78	7.40	6.00	8.35	14.47	3.89	5.26	5.64	5.04	6.30
QPG	\bar{X}	3.35	2.48	2.18	1.14	7.10	21.13	1.90	1.40	1.20	1.36	1.50
	CV %	14.05	4.86	4.67	4.54	11.38	19.49	4.27	5.85	5.42	4.98	9.86
WPG	\bar{X}	3.20	2.58	2.24	1.15	8.77	21.53	2.20	1.60	1.30	1.38	1.89
	CV %	11.19	5.32	4.93	5.78	29.89	24.06	4.41	5.72	5.13	5.49	16.06

注: \bar{X} 为平均值, CV 变异系数。

异较形态变异大。

从品种内来看, 变异系数所揭示的各性状变异幅度最大为出核率, 变异系数是19.61%, 最小的是核长3.90%, 由大到小依次为出核率 > 单种重 > 单核重 > 种柄长 > 种宽 > 种形系数 > 核宽 > 核形系数 > 种长 > 核厚 > 核长。依据平均变异系数的不同, 可以将这些指标分为2类: 一类变异系数较大, 具体有出核率(19.61%)、单种重(17.71%)、单核重(13.69%)、种柄长(12.45%); 另一类变异系数则相对较小, 有种宽(6.31%)、种形系数(6.11%)、核宽(5.59%)、核形系数(5.57%)、种长(5.19%)、核厚(5.13%)、核长(3.90%)。与品种间变异一样, 除去种柄长为形态指标外, 变异较大的均为重量性状。由此可见, 与银杏种子(核)重量相关的性状变异较大, 而与形状相关的性状则较为稳定。

2.2 主成分分析

2.2.1 特征根与贡献率。主成分的特征根和贡献率是选择主成分的依据。表3列出了银杏种子11个原性状指标转化为11个主成分的信息。从表3可以看出, 第1个主成分的特征根为5.1285, 方差贡献率为46.6%, 代表了全部性状

表3 银杏主要栽培品种种子性状的特征根

主成分	特征根	差值	贡献率	累积贡献率
1	5.128 5	2.039 6	0.466 2	0.466 2
2	3.088 9	1.969 7	0.280 8	0.747 0
3	1.119 3	0.510 7	0.101 8	0.848 8
4	0.608 6	0.166 2	0.055 3	0.904 1
5	0.442 3	0.053 0	0.040 2	0.944 3
6	0.389 4	0.296 0	0.035 4	0.979 7
7	0.093 4	0.012 9	0.008 5	0.988 2
8	0.080 5	0.039 6	0.007 3	0.995 5
9	0.040 9	0.035 1	0.003 7	0.999 3
10	0.005 8	0.003 4	0.000 5	0.999 8
11		0.002 4	0.000 2	1.000 0

信息的46.6%, 是最重要的主成分。第2个主成分的特征根为3.0889, 方差贡献率为28.1%。第3个主成分的特征根为1.1192, 方差贡献率为10.2%。其他主成分的贡献率依次明显减少。前3个主成分的累积方差贡献率为84.9%, 把银杏种子的主要特征性状的信息基本反映出来。

表4 银杏主要栽培品种种子性状相关矩阵的特征向量

主成分	种柄长(x_1)	种长(x_2)	种宽(x_3)	种形系数(x_4)	单种重(x_5)	出核率(x_6)	核长(x_7)	核宽(x_8)	核厚(x_9)	核形系数(x_{10})	单核重(x_{11})
第1主成份	0.185 2	0.331 5	0.383 6	-0.078 1	0.400 4	-0.091 6	0.306 6	0.397 4	0.389 5	-0.059 2	0.355 8
第2主成份	0.277 5	0.295 5	-0.117 8	0.511 4	-0.067 1	0.243 3	0.381 2	-0.170 6	-0.162 6	0.536 8	0.086 9
第3主成份	0.385 1	-0.261 6	-0.123 2	-0.176 1	-0.051 9	0.728 6	-0.141 8	0.008 2	0.080 1	-0.184 7	0.377 9

2.2.2 主成分函数。主成分是原变量的正规化线性组合。主成分中各性状载荷值的大小体现了各性状在主成分中的重要程度。表4列出了前3个主成分各性状相关矩阵的特征向量。前3个主成分的函数表达式分别为:

$$y_1 = 0.185 2 x_1 + 0.331 5 x_2 + 0.383 6 x_3 - 0.078 1 x_4 + 0.400 4 x_5 - 0.091 6 x_6 + 0.306 6 x_7 + 0.397 4 x_8 + 0.389 5 x_9 - 0.059 2 x_{10} + 0.355 8 x_{11} \quad (1)$$

$$y_2 = 0.277 5 x_1 + 0.295 5 x_2 - 0.117 8 x_3 + 0.511 4 x_4 -$$

$$0.067 1 x_5 + 0.243 3 x_6 + 0.381 2 x_7 - 0.170 6 x_8 - 0.162 6 x_9 + 0.536 8 x_{10} + 0.086 9 x_{11} \quad (2)$$

$$y_3 = 0.385 1 x_1 - 0.261 6 x_2 - 0.123 2 x_3 - 0.176 1 x_4 -$$

$$0.051 9 x_5 + 0.728 6 x_6 - 0.141 8 x_7 + 0.008 2 x_8 + 0.080 1 x_9 - 0.184 7 x_{10} + 0.377 9 x_{11} \quad (3)$$

从函数表达式可以看出, 在第1主成分中, 按系数值的大小排列, 单种重(x_5)、核宽(x_8)、核厚(x_9)、种宽(x_3)和单核重

(x_{11})5 个性状具有较大的正系数值,而种形系数(x_4)、核形系数(x_{10})和出核率(x_6)3 个性状具有负系数值。可以认为,第1 主成分主要反映了银杏种子性状中的种(核)宽和种(核)重指标。第1 主成分值大,表明该品种种(核)宽和种(核)重数值大。在第2 主成分中,系数值较大的指标有5 个,按其大小排列分别为种形系数(x_4)、核形系数(x_{10})、核长(x_7)、种长(x_2)、和种柄长(x_1),且全部为正值,表明第2 主成分反映的是种(核)的长度性状。第2 主成分的值大,则说明该品种的种(核)长度较长。在第3 主成分中,出核率(x_6)的载荷最大,达0.728 6,在所有主成分中系数值最大。种柄长(x_1)、单核重(x_{11})也有较大的正系数值,而种宽(x_3)、种形系数(x_4)、核长(x_7)、种长(x_2)、核形系数(x_{10})则为负系数值,但其载荷相对较小。由于这些性状指标为出核率、单核重或与之关系密切,因此第3 主成分主要反映了银杏品种的种(核)重量性状

指标。第3 主成分值大,则表明该品种的出核率、单核重等数值较大。

2.2.3 主成分值分析。由表5 可知,第1 主成分值最小值为3.219(山东小龙眼,JXMH),最大值为10.317(铁富马铃1号,TFML1H),平均值为6.711 7;第2 主成分最小值为5.937(湖北1-5,HBI-5),最大值为10.378(泰兴一号,TFX1),平均值为8.295 7;第3 主成分最小值为9.691(算盘子,SPZ),最大值为22.501(江苏大龙眼,DNY),平均值为16.154 6。这些分析结果与实际情况是相符的。主成分的生物学内涵表明,上述3 个主成分已较好地综合了银杏种子的11 个主要性状特征,代表性达到84.9%。经过主成分分析,将11 个性状转化为3 个独立的指标,降低银杏品种性状分析的难度,具有很强的直观性。同时,由于综合的信息量大,具有较强的代表性,增加了分析的可靠性和稳定性。

表5 银杏主要栽培品种的主成分值

主成分	CX1H	CX2H	CX3H	CX4H	CX5H	DFZ	DML	DNY	DIFS1H	DIFS2H	DIH
1	8.860	5.832	6.700	5.704	9.545	6.539	6.529	5.053	6.255	8.417	9.399
2	7.305	9.355	9.674	9.901	8.381	8.354	8.368	10.323	7.171	8.156	7.927
3	12.776	17.741	18.555	19.083	15.386	15.651	15.647	22.501	11.625	14.830	14.623
主成分	HBI-4	HBI-5	HBI-6	JXMH	MH	M2H	M3H	M4H	NY	SNFS	TC202
1	6.581	8.602	9.040	5.052	6.210	7.799	7.426	6.946	6.894	4.989	6.170
2	8.555	5.937	6.055	10.078	7.343	8.664	7.840	8.760	7.824	10.330	8.737
3	18.078	10.611	10.880	20.027	13.240	16.810	14.428	17.954	17.471	20.690	16.572
主成分	TC231	TC300	TCM1H	TCM2H	TFML1H	TX1H	TX2H	TX3H	TX4H	WDNY	XCI6H
1	9.157	6.878	6.658	7.329	9.968	5.429	5.663	5.578	6.524	9.125	5.975
2	6.591	8.160	8.629	8.963	7.413	10.378	10.329	9.984	7.901	7.765	8.763
3	10.990	16.788	17.443	17.209	14.431	21.139	21.002	20.228	13.467	16.180	18.276
主成分	XCI8H	XC5H	XC9H	XYZ	YWYX	ZA5H	HBA(D)	HBM(X)	SDQC1H	XFZ	JDFX
1	6.403	6.224	6.345	9.474	9.947	7.237	7.006	4.294	5.831	3.713	5.613
2	8.515	9.018	9.509	8.449	8.485	7.175	7.459	7.068	8.638	8.319	8.387
3	17.582	19.030	18.644	15.659	15.941	13.885	15.729	14.391	16.232	15.480	15.709
主成分	FBZZ5H	FBZZ6H	SDDL Y	XLY	YL9H	SZG	TZG	ZPG	ZZZ	SPZ	JFS
1	4.008	4.664	5.001	3.219	6.624	7.144	6.216	6.225	3.373	9.103	6.377
2	7.834	7.138	7.118	7.307	7.414	7.193	7.743	9.314	9.846	7.945	9.369
3	14.900	12.869	13.552	15.362	14.414	15.454	15.982	19.466	21.559	9.691	19.849
主成分	LGFS	CBFS	YDFS	DMH	MFG	QPG	WPG				
1	6.057	8.504	5.366	9.598	8.317	5.158	6.166				
2	7.668	8.409	9.026	6.871	7.523	7.801	7.881				
3	15.294	15.057	17.190	14.029	15.378	15.351	15.575				

3 结论与讨论

3.1 性状变异分析 银杏为雌雄异株。长期以来,国内以生产种子为主要经济栽培目的,因此,需要对银杏的种子性状进行研究。一些学者对银杏的种子性状进行了一定研究。朱益川等研究表明,不同类型的银杏品种以单核重的遗传变异幅度最大,变异系数为18.91%~30.04%,以出仁率的变异幅度最小,变异系数为2.45%~3.19%,种核性状的变异系数从大到小依次为单核重>核型指数(长宽比)>核宽>核厚>核长>厚率(厚宽比)>出仁率^[4]。陈鹏等认为,不同品种类型间的种仁中与品质密切相关的干物质、支链淀粉、直链淀粉、粗蛋白及可溶性糖含量差异不显著,但其株间变异较大,最大变异系数达到24.79%^[5]。张云跃等对我国银杏全分布区200 个单株种核的5 个性状指标,即种核长度、种核宽

度、单核重量、核壳厚度和出仁率进行了统计。结果表明,银杏核性状的遗传变异幅度是各不相同的。变异系数所揭示的各性状变异幅度由大到小依次为单核重>壳厚度>果形>核长>核宽>出仁率。银杏种核性状的随机变异模式是自然群体残遗过程中遗传随机漂迁和人工选择的结果。从商品性的角度看,江苏南部栽培区生产的种核具有最高的商品价值^[6]。

该试验结果表明,品种内所表现出的各性状变异量由大到小依次为单种重>单核重>种柄长>出核率>种子宽>核长>核形系数>种长>核宽>核厚>种形系数,品种间则依次为出核率>单种重>单核重>种柄长>种宽>种形系数>核宽>核形系数>种长>核厚>核长。明显可以看出,

(下转第11103 页)

酸螯合铁,可减少仔猪死亡率,改善母猪体况,降低母猪经产淘汰率,减少母猪育成仔猪所需的饲料量,防止仔猪贫血、腹泻等疾病的发生。国外研究表明,经过4年半生产性试验,试验母猪饲喂氨基酸螯合铁可明显降低仔猪死亡率,改善母猪体况和降低母猪经产淘汰率;另外,微量元素氨基酸螯合物在保持动物繁殖性能正常的同时,还可以减少慢性子宫感染,降低胚胎死亡率,加快子宫组织恢复,改善母猪繁殖性能。

3 微量元素氨基酸螯合物存在的问题及展望

国内外的大量研究表明,微量元素氨基酸螯合物克服了单纯无机盐添加剂的种种缺陷,起到了补充微量元素和氨基酸的双重作用,有利于提高动物的生产性能,是一种理想的营养性添加剂,具有广阔的发展前景。但是,要达到推广普及应用,还需在以下方面加快研究步伐。

(1) 研究降低生产微量元素氨基酸螯合物成本的新工艺、新方法,进一步提高产品质量,完善产品质量检控体系,研制出适合我国资源的推广应用的有效的氨基酸螯合物添加剂。

(2) 继续研究微量元素氨基酸螯合物的作用机理,确定其在动物体内消化吸收的部位及其吸收后的代谢途径,并对螯合物与其他营养成分之间消化吸收及代谢的关系进行更深层的研究。

(上接第11100页)

前4个变异量大的性状指标中,除种柄长与形状有关外,单种重、单核重和出核率均与种子重量性状有关。这说明与银杏种子(核)重量相关的性状变异较大,而与形状相关的性状则较为稳定。这表明在遗传改良上,不同性状其改良的潜力是不一样的。从总体上看,通过选择提高种(核)重量性状较易获得成功。

该研究表明,银杏的出核率平均为0.22,即外种皮占种子总重量(鲜重)的绝大部分,达78%。利用银杏外种皮可以生产出多种新型的生物制剂、除草剂、生物农药、具有特殊疗效的化妆品、保健饮料等,脱毒以后还可以用于生产饲料添加剂。这不仅可以减少外种皮抛弃对环境造成的污染,而且可以减少化学农药的用量^[7]。而目前对银杏外种皮的基础研究还不够深入,应用研究才刚刚起步,因此注重银杏外种皮的应用研究,确定银杏外种皮的育种目标性状,选育出具优良的外种皮性状的优良品种,必将促进银杏产业的发展^[2]。

3.2 主成分分析 反映银杏种子性状的指标很多,它们之间相互关联而且所反映的侧重点又各有不同,因此,需要从这多个相互关联的性状指标中选出几个新的综合变量,而又不丢失原来多个性状指标所提供的主要信息,从而简化

(3) 由于动物所需要的微量元素并非全部以氨基酸螯合物的形式提供,且螯合物在某些不利条件如日粮营养不平衡、发生疾病和应激时更有效。动物在不同生理状态下(应激、高产、妊娠等)对微量元素氨基酸螯合物的需要量不同,所以应继续深入研究适合机体的最佳螯合物结构形式、最佳添加时间及剂量,以达到尽量缩短添加的天数和添加剂量的目的。另外,也应结合氨基酸螯合物的用量,对使用微量元素氨基酸螯合物的经济效益做出可行性评价。

总之,作为一种新型的营养性添加剂,微量元素氨基酸螯合物具有很好的应用前景。但是,微量元素氨基酸螯合物的推广应用要求研究与生产相结合,不可盲目进行该方面的研究工作。

参考文献

- [1] 杨建成,陈静,王鹏.微量元素氨基酸螯合物研究进展[J].饲料与畜牧,2001(4):20-23.
- [2] 袁森泉.金属元素氨基酸螯合物在猪日粮中的添加效果[J].畜禽业,1999(3):22-24.
- [3] 经荣斌,张牧,尤广凤,等.氨基酸螯合铜饲喂生长肥育猪的试验[J].江苏农学院学报,1995(3):47-50.
- [4] 徐建雄,李家铨,蔡勤军,等.蛋氨酸铁在猪营养中的应用研究[J].上海农学院学报,1993,10(3):200-204.
- [5] 张书贤,骆世军.氨基酸微量元素螯合物在畜禽鱼类中的应用[J].江西畜牧兽医杂志,1996(4):55-56.
- [6] 刘春海.螯合物添加剂的研究进展[J].国外畜牧科技,1991,18(5):33-36.

数据结构,降低分析难度。主成分分析无疑提供了极佳的手段。在所获得的11个主成分中,第1个主成分的特征根为5.1285,方差贡献率为46.6%,第2个主成分的特征根为3.0889,方差贡献率为28.1%,第3个主成分的特征根为1.1192,方差贡献率为10.2%。这3个主成分的累积方差贡献率为84.9%。第1主成分主要反映了银杏种子性状中的种(核)宽和种(核)重指标,第2主成分反映的是种(核)的长度性状,第3主成分主要反映了银杏品种的种(核)重量性状指标。经过主成分分析,将11个性状转化为3个独立的指标,降低银杏品种性状分析的难度,具有很强的直观性。同时,由于综合的信息量大,具有较强的代表性,增加了分析的可靠性和稳定性,为银杏核用品种分类和育种提供了参考。

参考文献

- [1] 何凤仁.银杏的栽培[M].南京:江苏科学技术出版社,1989.
- [2] 曹福亮.中国银杏[M].南京:江苏科学技术出版社,2002.
- [3] 郭善基.中国果树志·银杏卷[M].北京:中国林业出版社,1993.
- [4] 朱益川,赵世远.四川银杏类型划分及优良单株选择[J].四川林业科技,1999,20(2):75-80.
- [5] 陈鹏,何凤仁,余碧钰.银杏种核形状及其种仁成分的分析研究[J].江苏农业科学,1999,20(3):30-33.
- [6] 张云跃,马常耕,林睦就,等.我国银杏遗传变异研究之一——种核性状的群体间和群体内变异[J].林业科学,2001,37(4):35-40.
- [7] 石启田.银杏外种皮研究及开发利用前景[J].林业科技开发,2002,16(3):23-25.