

云南苦荞种质资源主要性状的遗传多样性分析

李春花¹, 尹桂芳¹, 王艳青¹, 孙道旺¹, 卢文洁¹, 陈蕤坤², 王莉花¹

(¹ 云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室/农业部西南作物基因资源与种质创制重点实验室, 昆明 650223; ² 筑波大学生命环境科学研究科, 日本筑波 3058572)

摘要: 为了从云南苦荞种质资源中挖掘优异种质资源, 拓宽苦荞遗传基础, 以 48 份苦荞种质资源为材料研究了 6 个主要农艺性状和 5 个品质性状的遗传多样性。结果表明, 云南的苦荞资源存在着丰富的遗传多样性, 6 个农艺性状中株粒重的变异系数为 34.4% 最大, 品质性状中总黄酮含量的变异系数为 51.72% 最大。聚类结果表明, 将 48 份材料聚为 3 大类, 可区分为低产型、矮秆高产型和中秆高产型。6 个主要农艺性状和 5 个品质性状的主成分分析结果表明, 前 3 个累计贡献率分别达 84.105% 和 80.332%, 各主成分性状载荷值反映了主要数量性状的育种选择潜力。综合分析种质资源的主要农艺性状, 可为云南苦荞种质资源的利用提供有效的科学依据。

关键词: 苦荞; 种质资源; 农艺性状; 品质性状; 遗传多样性

Analysis of Genetic Diversity of Main Characters of Tartary Buckwheat Germplasm Resources in Yunnan

LI Chun-hua¹, YIN Gui-fang¹, WANG Yan-qing¹, SUN Dao-wang¹, LU Wen-jie¹, CHEN Rui-kun², WANG Li-hua¹

(¹ Biotechnology and Germplasm Resources Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences/Yunnan Provincial Key Lab of Agricultural Biotechnology/Key Lab of Southwestern Crop Gene Resources and Germplasm Innovation, Ministry of Agriculture, Kunming 650223; ² Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba Japan 3058572)

Abstract: In order to explore the excellent germplasm resources from Yunnan tartary buckwheat germplasm resources, broaden the genetic basis of tartary buckwheat, six agronomic traits and five quality traits of 48 tartary buckwheat genotypes in Yunnan had been analyzed for genetic diversity. The results showed that the abundant genetic diversity existed among the tartary buckwheat in Yunnan, the variation coefficient of seed weight per plant in agronomic traits was 34.4% largest, and the variation coefficient of total flavonoids in quality traits was 66.7% largest. The results of the cluster analysis indicated that 48 accessions could be classified into 3 clusters including the low yield type, shorter plant height with high yield type and middle plant height with high yield type. The principal components analysis based on six agronomic traits and five quality traits, indicated the accumulation indices of respectively 84.105% and 80.332% from the top three principal components which reflecting the breeding potential of major quantitative traits. Comprehensive analysis of main traits provided scientific information for effective use of tartary buckwheat germplasm resources in Yunnan genetic resources.

Key words: Tartary buckwheat; germplasm resources; agronomic traits; quality traits; genetic diversity

苦荞 (*Fagopyrum tataricum* (L.) 2 X = 16) 属蓼科 荞麦属有 22 种^[1], 苦荞是荞麦属的两个栽培种之一, (Polygonaceae) 荞麦属 (*Fagopyrum*) 一年生草本植物。 含有对高血压、糖尿病有治疗效果、抗氧化、抗癌、抗

收稿日期: 2015-12-09 修回日期: 2016-01-26 网络出版日期: 2016-10-12

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20161012.0916.004.html>

基金项目: 国家燕麦荞麦产业技术体系 (CARS-08-C-2); 国家自然科学基金 (31460379); 云南省技术创新人才项目 (2014HB062)

第一作者主要从事作物遗传育种研究。E-mail: lichunhua2007@hotmail.com

通信作者: 王莉花, 主要从事荞麦新品种选育和病虫害防控等研究。E-mail: wanglihua70@hotmail.com

肿瘤、对各种酶有抑制作用的芦丁^[2],是粮药兼备的重要作物。近年来,随着人们的生活水平提高,苦荞的开发利用在中国的食品界和医药界掀起了热潮^[3],苦荞茶、面条、点心等健康食品的开发得到国内外食品加工企业的关注^[3-5]。云南是中国苦荞主产区,也是苦荞的起源中心之一,是遗传多样性和生态多样性中心^[6],其种质资源的种类和数量特别丰富,是少数民族地区和贫困地区群众的主粮。

优良新品种的选育及其利用是发展苦荞产业的重要途径。然而,国内外苦荞品种选育方法较为滞后,目前育成的品种多是利用混合选择^[7-10]和系统选育^[11]方法。而在水稻、小麦等主要作物的新品种选育中被普遍利用的杂交育种,尚未在荞麦育种中充分利用。杂交育种中选配杂交亲本尤为重要。要选配好杂交亲本必须先了解亲本主要性状的遗传特性。苦荞种质资源的遗传多样性对其育种工作有重要的意义。高金峰等^[12]利用主成分分析和聚类分析对西藏 80 份苦荞资源的主要农艺性状进行分析,并聚了株高较矮大粒型、株高中等小粒型、植株矮小大粒型和植株高大茎秆粗壮型等 4 个大类。李瑞国等^[13]利用因子与聚类分析方法,对 53 份苦荞种质资源的 12 个农艺性状进行了分析,并聚了宽粒类、抗倒类、粮用类、大粒非抗倒类以及厚壳类等 5 个分类。随着生物技术的飞速发展,分子标记技术在荞麦遗传多样性研究方面得到了广泛的应用^[14-17],但主要性状的特性依

然是苦荞育种以及种质资源利用研究的重要途径和方法。研究和了解云南苦荞资源多方面的遗传多样性特性,在区别各品种间性状的遗传差异,以及合理选配杂交亲本用于新品种选育以及保护苦荞核心种质等方面具有很重要的意义。

在遗传多样性分析中主成分分析和聚类分析是最普遍应用的方法之一^[18-19],在高粱^[20]、荞麦^[21]等小杂粮的种质资源研究中也广泛应用。为了解每份苦荞种质资源的主要农艺性状及成分,挖掘出更多的有益苦荞种质资源,更好地建设苦荞种质资源服务平台,有必要加大苦荞种质资源的评价力度。本研究对云南省农业科学院收集的 48 份苦荞种质资源进行了主要农艺性状和主要成分的主成分分析和聚类分析,探明云南主要苦荞种质资源的遗传基础,并为苦荞育种和遗传改良提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料及试验设计

本试验采用云南 16 个州市的 44 个县级市、县、自治县的 48 份云南地方种质资源(表 1)。2014 年 6 月 25 日在云南省昆明安宁市县街镇甸心村的试验基地内进行播种。该地区海拔为 1887 m,102°25'E,24°45'N。试验采用 3 次重复,随机区组排列,种植密度为 95 万株/hm²,条播,小区长 4 m,宽 0.8 m,每小区 2 行,行距 0.4 m,小区面积 3.2 m²。

表 1 供试的 48 份苦荞种质

Table 1 48 tartary buckwheat germplasms tested in the study

序号 No.	种质名称 Cermplasm name	序号 No.	种质名称 Cermplasm name	序号 No.	种质名称 Cermplasm name
1	富源苦荞	17	西畴苦荞	33	澜沧苦荞
2	呈贡苦荞	18	阿子营苦荞	34	盈江苦荞
3	姚安苦荞	19	腾冲苦荞	35	景谷苦荞
4	巍山苦荞	20	会泽苦荞	36	沧源苦荞
5	宜良苦荞	21	宁浪苦荞 1	37	麻栗坡苦荞
6	马楠苦荞	22	宁浪苦荞 2	38	元江苦荞
7	剑川苦荞	23	祥云苦荞	39	德钦苦荞
8	安宁大苦荞	24	丽江苦荞	40	永德苦荞
9	寻甸苦荞 1	25	怒水苦荞	41	新平苦荞 1
10	寻甸苦荞 2	26	宣威苦荞	42	新平苦荞 2
11	祥云苦荞	27	师宗苦荞	43	双江苦荞
12	贡山苦荞	28	泸水苦荞	44	昭苦 2 号
13	文山苦荞	29	中甸苦荞	45	迪庆苦荞
14	武定苦荞	30	屏边苦荞	46	施甸苦荞
15	大姚苦荞	31	元阳苦荞	47	兰坪苦荞
16	姚安苦荞	32	勐腊苦荞	48	金平苦荞

1.2 测定指标

每份材料从各小区中央部分随机选取 10 个单株,参照《荞麦种质资源描述规范和数据标准》^[22]统一的规范和标准调查株高、主茎节数、一级分枝数、株粒数、株粒重、千粒重等 6 个主要农艺性状。待子粒 70% ~ 80% 成熟时收获,并对种子进行 2 周的风干后测定株粒数、千粒重以及株粒重。蛋白质、粗纤维、粗脂肪、总淀粉以及总黄酮含量检测在农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)进行。

1.3 数据分析

遗传率是利用方差分析的结果,根据大泽良等^[23]的方法来推测。即,重复的自由度为 $b-1$,品种的自由度为 $v-1$,品种间的平均平方(MS)为 M_g ,误差的自由度为 $(b-1)(v-1)$,误差的平均平方(MS)为 M_e ,则分析的测定值为 $\sigma_g^2 = (M_g - M_e)/b$, $\sigma_e^2 = M_e$ 。这时遗传率可以用 $h^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2)$ 来表示。

数据采用 Excel、JMP 9.0.2 和 DPS 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状及品质性状的遗传多样性分析

表 2 结果表明,在各农艺性状上不同种质间存在极显著差异。利用 Tukey HSD 比较法进行不同种质间各性状的显著性差异分析。48 份种质的主要农艺性状中株高的分布范围为 149.1 ~ 183.4 cm,最矮的种质为 No. 44,最高的种质为 No. 16,变异系数为 5.0%;主茎节数的分布范围为 17.7 ~ 23.3 节,最少的种质为 No. 8,最多的种质为 No. 45,变异系数为 5.3%;一次分枝数的分布范围为 4.4 ~ 9.6 个,最少的种质为 No. 8,最多的种质为 No. 17,变异系数为 15.1%;株粒数的分布范围为 155.8 ~ 627.2 粒,最少的种质为 No. 46,最多的种质为 No. 45,变异系数为 30.8%;千粒重的分布范围为 16.4 ~ 22.4 g,最小的种质为 No. 25,最大的种质为 No. 13,变异系数为 6.6%;株粒重的分布范围为 2.7 ~ 12.4 g,最少的种质为 No. 25,最多的种质为 No. 45,变异系数为 34.4%。6 个农艺性状中变异系数最大的是株粒重,最小的是株高。

表 2 48 份苦荞种质主要农艺性状的种质间比较

Table 2 Germplasm comparison of major agronomic traits of 48 tartary buckwheat germplasm

种质序号 No.	株高(cm) PH	主茎节数(节) NMSS	一次分枝数(个) NFB	株粒数(g) NSP	千粒重(g) TKW	株粒重(粒) SWP
1	158.6 abc	20.4 abekde	7.2 abcdef	453.1 abcde	19.6 defghijk	8.7 abcde
2	164.2 abc	22.0 abc	8.1 abcde	405.3 abcdef	19.2 fghijkl	7.5 abcdefg
3	169.8 abc	19.9 bcde	8.3 abcde	412.0 abcdef	18.9 hijklm	7.6 abcdefg
4	163.4 abc	20.3 abcde	7.4 abcdef	350.4 abcdef	18.9 ghijklm	6.4 bcdefg
5	167.3 abc	20.0 abcde	7.0 abcdef	270.6 cdef	21.1 abcde	5.2 defg
6	153.0 bc	18.4 de	5.8 def	380.0 abcdef	20.3 bcdefgh	7.0 abcdefg
7	152.8 bc	19.6 bcde	6.2 bcdef	365.0 abcdef	18.9 ghijklm	6.9 bcdefg
8	163.4 abc	17.7 e	4.4 f	248.6 def	19.9 cdefghij	5.0 defg
9	168.2 abc	20.3 abcde	6.3 bcdef	238.4 def	20.7 bcdef	4.7 defg
10	154.9 bc	19.9 bcde	6.7 abcdef	249.0 cdef	19.8 cdefghij	5.4 defg
11	161.0 abc	22.0 abc	7.8 abcde	316.1 bcdef	19.6 defghij	5.7 defg
12	164.9 abc	19.3 bcde	7.3 abcdef	209.9 ef	16.7 op	3.4 efg
13	153.8 bc	20.0 abcde	6.4 bcdef	263.7 cdef	22.4 a	5.7 defg
14	168.3 abc	21.2 abcd	8.8 abcd	343.7 abcdef	20.3 bcdefgh	6.6 bcdefg
15	170.2 abc	21.7 abcd	8.6 abcde	448.3 abcde	19.9 cdefghij	8.5 abcde
16	183.4 a	21.4 abcd	6.2 bcdef	430.0 abcdef	18.9 ghijklm	7.5 abcdefg
17	177.8 ab	21.4 abcd	9.6 a	420.4 abcdef	19.8 cdefghij	7.9 abcdefg
18	158.9 abc	20.8 abcde	7.2 abcdef	303.7 cdef	20.6 bcdef	5.9 cdefg
19	155.9 bc	20.6 abcde	7.9 abcde	343.2 abcdef	19.6 defghijk	6.4 bcdefg
20	166.9 abc	20.9 abcde	5.7 ef	331.7 bcdef	21.1 abcde	7.0 abcdefg
21	162.0 abc	19.6 bcde	7.1 abcdef	451.9 abcde	19.3 fghijkl	8.3 abcdefg

表 2(续)

种质序号	株高 (cm)	主茎节数(节)	一次分枝数(个)	株粒数(g)	千粒重(g)	株粒重(粒)
No.	PH	NMSS	NFB	NSP	TKW	SWP
22	174.2 abc	19.6 bcde	6.4 bcdef	353.6 abcdef	20.6 bcdefg	7.0 abcdefg
23	154.8 bc	19.2 bcde	6.3 bcdef	257.7 cdef	20.4 bcdefgh	5.1 defg
24	149.2 c	18.7 cde	5.8 ef	237.8 def	17.9 klmnop	4.2 defg
25	169.0 abc	22.0 abc	6.9 abcdef	171.6 ef	16.4 p	2.7 g
26	163.6 abc	21.8 abcd	8.1 abcde	598.4 ab	19.8 cdefghij	11.6 ab
27	161.7 abc	19.6 bcde	5.9 def	243.7 def	19.9 cdefghij	4.7 defg
28	167.1 abc	20.7 abcde	6.3 bcdef	211.6 ef	19.6 efghijk	4.1 efg
29	169.1 abc	18.8 cde	6.1 cdef	305.6 cdef	19.3 fghijkl	6.4 bcdefg
30	164.4 abc	20.3 abcde	7.9 abcde	343.3 abcdef	20.0 bcdefghij	6.7 bcdefg
31	168.6 abc	21.7 abcd	8.3 abcde	296.9 cdef	20.0 bcdefghij	5.7 defg
32	177.8 ab	21.0 abcde	7.9 abcde	262.1 cdef	17.8 lmnop	4.5 defg
33	165.3 abc	21.4 abcd	8.3 abcde	202.2 ef	17.0 nop	3.3 efg
34	172.9 abc	20.4 bcde	7.2 abcdef	357.4 abcdef	19.9 cdefghij	7.1 abcdefg
35	178.7 ab	21.7 abcd	6.8 abcdef	237.3 def	17.7 lmnop	4.1 efg
36	177.3 ab	21.8 abcd	9.0 abc	285.7 cdef	19.8 cdefghij	5.4 defg
37	170.4 abc	20.2 abcde	7.9 abcde	338.4 bcdef	21.1 abcde	6.8 bcdefg
38	162.9 abc	20.7 abcde	8.2 abcde	406.9 abcdef	18.6 ijklmn	7.3 abcdefg
39	168.6 abc	20.3 abcde	7.7 abcde	382.3 abcdef	18.8 hijklm	6.9 bcdefg
40	169.8 abc	22.0 abc	7.1 abcdef	198.4 ef	17.4 mnop	3.3 efg
41	179.9 ab	19.3 bcde	9.2 ab	393.6 abcdef	21.7 ab	8.1 abcdefg
42	169.8 abc	21.2 abcd	8.1 abcde	395.3 abcdef	20.0 bcdefghij	7.8 abcdefg
43	164.2 abc	21.4 abcd	7.7 abcde	321.6 bcdef	21.3 abcd	6.7 bcdefg
44	149.1 c	19.9 bcde	7.7 abcde	535.9 abc	21.4 abc	11.3 abc
45	153.6 bc	23.3 a	7.6 abcde	627.2 a	20.1 bcdefghi	12.4 a
46	171.8 abc	21.7 abcd	7.4 abcdef	155.8 f	19.2 fghijkl	2.9 fg
47	159.0 abc	19.8 bcde	7.2 abcdef	499.3 abcd	20.3 bcdefgh	9.6 abcd
48	171.9 abc	22.2 ab	9.1 abc	220.7 def	18.3 jklmno	3.9 efg
变异系数(%) CV	5.0	5.3	15.1	30.8	6.6	34.4

PH: Plant height, NMSS: Number of the main stalk section, NFB: Number of first branch, NSP: Number of seeds per plant, TKW: Thousand kernel weight, SWP: Seed weight per plant, the same as below

表 3 结果表明,品质性状中,蛋白质含量的分布范围为 8.59% ~ 11.40%,最少的种质是 No. 3 和 No. 19,最多的种质是 No. 29,变异系数为 6.32%;粗纤维含量的分布范围为 0.93% ~ 1.44%,最少的种质是 No. 44,最多的种质是 No. 11,变异系数为 10.43%;粗脂肪含量的分布范围为 1.71% ~ 3.31%,最少的种质是 No. 2,最多的种质是 No. 29,变异系数为 12.60%;总淀粉含量的分布范围为 67.77% ~ 86.02%,最少的种质是 No. 47,最多的种质是 No. 29,变异系数为 3.64%;总黄酮含量分布范围为 0.08% ~ 0.61%,最少的种质是 No. 48 和 No. 43,最多的种质是 No. 1,变异系数为 51.72%。5 个品质性状中变异系数最大的是总黄酮含量,最小的是总淀粉含量。

表 3 48 份苦荞种质主要品质性状的遗传多样性分析

Table 3 Genetic diversity analysis of major quality traits of 48 tartary buckwheat germplasm

序号	蛋白质	粗纤维	粗脂肪	总淀粉	总黄酮
No.	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	PR	CF	CA	CS	TF
1	10.20	0.94	2.32	68.15	0.61
2	8.94	1.03	1.71	70.60	0.34
3	8.59	0.94	1.74	70.43	0.45
4	9.02	1.23	2.79	68.56	0.41
5	10.60	1.27	3.16	69.63	0.51
6	9.64	1.24	2.80	69.90	0.13
7	10.40	1.25	3.21	69.16	0.21
8	9.99	1.23	3.06	69.05	0.48
9	9.18	1.17	2.70	70.63	0.25

表 3(续)

序号 No.	蛋白质 (%) PR	粗纤维 (%) CF	粗脂肪 (%) CA	总淀粉 (%) CS	总黄酮 (%) TF
10	9.99	1.09	2.90	69.35	0.37
11	10.60	1.44	2.81	68.05	0.20
12	9.03	1.16	2.72	70.05	0.23
13	9.66	1.03	2.56	70.06	0.23
14	9.62	1.19	2.76	70.77	0.25
15	9.64	1.23	2.69	69.40	0.17
16	9.31	1.26	2.66	69.85	0.47
17	9.59	1.28	2.65	70.02	0.23
18	9.57	1.36	2.67	70.22	0.47
19	8.59	1.29	2.64	69.17	0.24
20	9.37	1.17	2.80	69.51	0.40
21	8.72	1.18	2.33	72.01	0.25
22	9.81	1.22	2.51	69.99	0.18
23	9.27	1.19	2.26	70.53	0.47
24	9.29	1.01	2.97	69.12	0.37
25	9.02	1.15	3.01	68.11	0.59
26	9.37	1.19	2.77	71.20	0.18
27	9.11	1.15	3.07	70.71	0.12
28	9.75	1.10	2.84	71.42	0.10
29	11.40	1.12	3.31	86.02	0.16
30	10.60	1.21	2.59	70.36	0.20
31	10.80	1.26	2.75	69.74	0.47
32	9.46	0.94	2.38	72.33	0.18
33	9.81	1.23	2.27	71.89	0.11
34	9.99	1.19	2.50	70.19	0.33
35	9.29	1.07	1.89	70.97	0.12
36	10.30	1.18	2.28	70.84	0.30
37	9.37	0.97	2.40	69.85	0.31
38	9.57	1.11	2.59	70.26	0.25
39	9.64	1.18	2.86	68.80	0.42
40	8.94	1.20	2.84	68.43	0.12
41	10.00	0.94	2.57	70.19	0.26
42	9.37	1.06	2.38	70.60	0.19
43	9.64	1.09	2.47	72.38	0.08
44	9.92	0.93	2.53	70.32	0.13
45	9.11	1.18	2.45	69.83	0.29
46	9.70	1.14	2.38	71.69	0.46
47	10.80	1.11	2.76	67.77	0.53
48	9.81	0.97	2.48	71.96	0.08
变异系数(%)CV	6.32	10.43	12.60	3.64	51.72

PR:Protein, CF: Crude fiber, CA: Crude axunge, CS: Crude starch, TF: Total flavonoids, the same as below

2.2 各农艺性状遗传率的测定

从表 4 可知,株高的遗传率 0.491 为最小,主茎节数和一次分枝数的遗传率分别为 0.566 和 0.592 均较小,表明这些株型的相关性状容易受环境影响,育种中不易在前期单株选拔。千粒重的遗传率 0.898 为最大,株粒数和株粒重的遗传率分别为 0.627 和 0.667 均较大,表明这些产量的相关性状受环境影响较小,育种中本应可以在前期选拔,但由于株粒数和株粒重是综合性状,所以最好在各农艺性状稳定后选拔,千粒重则可以在前期单株选拔。

表 4 48 份苦荞种质主要品质性状的遗传率

Table 4 Heritability of major quality traits of 48 tartary buckwheat germplasm

性状 Traits	遗传率 Heritability
株高 PH	0.491
主茎节数 NMSS	0.566
一次分枝数 NFB	0.592
株粒数 NSP	0.627
千粒重 TKW	0.898
株粒重 SWP	0.667

2.3 苦荞种质主要农艺性状及品质性状的主成分分析

利用 DPS 软件计算出 6 个主要农艺性状的特征向量及贡献率见表 5。根据各向量的绝对值将不同性状指标划分到不同的主成分之中,同一指标在各因子中的最大绝对值所在位置即为其所属主成分。从表 5 可以看出,在所有主成分构成中,主要信息集中在前 3 个主成分,其累计贡献率达 84.105%。

表 5 48 份苦荞种质 6 个农艺性状的主成分分析

Table 5 Principle components of 6 agronomic traits of 48 tartary buckwheat germplasm

性状 Traits	主成分 1 Component 1	主成分 2 Component 2	主成分 3 Component 3
株高 PH	-0.138	0.499	0.630
主茎节数 NMSS	0.095	0.593	-0.241
一次分枝数 NFB	0.240	0.565	0.047
株粒数 NSP	0.616	0.023	-0.188
千粒重 TKW	0.367	-0.279	0.709
株粒重 SWP	0.632	-0.056	-0.072
特征值 Eigen value	2.369	1.905	0.773
贡献率(%)Contribution	39.477	31.750	12.879
累计贡献率(%)Cumulative percentage	39.477	71.226	84.105

第1主成分特征值为2.369,贡献率为39.477%。株粒数和株粒重是主要指标,特征向量分别为0.616和0.633,这类性状主要与产量有关。第2主成分特征值为1.905,贡献率为31.750%。主茎节数和一次分枝数是主要指标,特征向量分别为0.593和0.565,这类性状主要与株型有关。第3主成分特征值为0.773,贡献率为12.879%。株高和千粒重是主要指标,特征向量分别为0.630和0.709,此类性状主要与倒伏和粒重有关。

5个主要品质性状的特征向量及贡献率见表6。从表6可以看出,特征值前3个主成分分别反映了总信息量的80.332%。

表6 48份苦荞种质5个主要品质性状的主成分分析

Table 6 Principle components of 5 major quality traits of 48 tartary buckwheat germplasm

性状 Traits	主成分1 Component 1	主成分2 Component 2	主成分3 Component 3
蛋白质 PR	0.576	-0.160	0.487
粗纤维 CF	0.446	0.397	-0.530
粗脂肪 CA	0.637	0.143	-0.109
总淀粉 CS	0.251	-0.678	0.129
总黄酮 TF	-0.011	0.581	0.674
特征值 Eigen value	1.667	1.432	0.918
贡献率(%) Contribution	33.337	28.634	18.362
累计贡献率(%) Cumulative percentage	33.337	61.970	80.332

第1主成分特征值为1.667,贡献率为33.337%。蛋白质和粗脂肪是主要指标,特征向量分别为0.576和0.637。第2主成分特征值为1.432,贡献率为28.634%。总淀粉是主要指标,特征向量为-0.678。第3主成分特征值为0.918,贡献率为18.362%。粗纤维和总黄酮是主要指标,特征向量分别为-0.530和0.674。

2.3 苦荞种质主要农艺性状及品质性状的聚类分析

由图1可以看出,依据主成分向量用欧式距离采用离差平方和法计算,在遗传距离42.19时,48份供试材料可分为3类。

第I类包括除No.26、44、45、47的44份苦荞种质。主要特点是株高在149.2~183.4 cm之间,主茎节数在17.7~22.2个之间,一次分枝数在4.4~

9.6个之间,株粒数在155.8~453.1粒之间,千粒重在16.4~22.4 g之间,株粒重在2.7~8.7 g之间。蛋白质含量在8.59%~11.40%之间,粗纤维含量在0.94%~1.44%之间,粗脂肪含量在1.71%~3.31%之间,总淀粉含量在68.05%~86.02%之间,总黄酮含量在0.08%~0.61%之间。该类苦荞种质具有株粒数和株粒重较少的低产特性以外,其他各性状的变动范围较大。

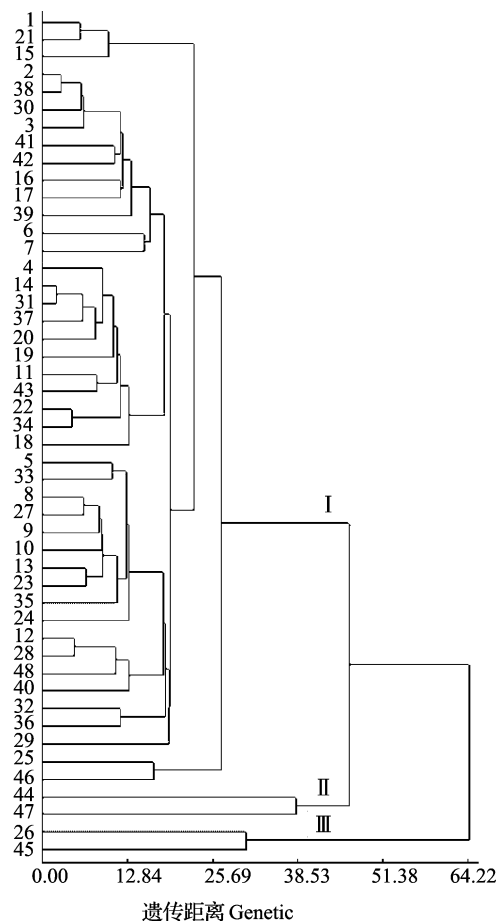


图1 苦荞种质聚类图

Fig.1 The cluster map of tartary buckwheat germplasm

第II类包括No.44和No.47的2份苦荞种质。主要特点是株高分别为149.1 cm和159.0 cm,主茎节数分别为19.9个和19.8个,一次分枝数分别为7.7个和7.2个,株粒数分别为535.9 g和499.3 g,千粒重分别为21.4 g和20.3 g,株粒重分别为11.3 g和9.6 g。蛋白质含量分别为9.92%和10.80%,粗纤维含量分别为0.93%和1.11%,粗脂肪含量分别为2.76%和2.53%,总淀粉含量分别为70.32%和67.77%,总黄酮含量分别为0.13%和0.53%。该类苦荞种质具有株高较矮,株粒数、千粒重、株粒重较大的矮秆高产特性,其他性状是中等的特性。

第Ⅲ类包括 No. 26 和 No. 45 的 2 份苦荞种质。主要特点是株高分别为 163.6 cm 和 153.6 cm,主茎节数分别为 21.8 个和 23.3 个,一次分枝数分别为 8.1 个和 7.6 个,株粒数分别为 598.4 g 和 627.2 g,千粒重分别为 19.8 g 和 20.1 g,株粒重分别为 11.6 g 和 12.4 g。蛋白质含量分别为 9.37% 和 9.11%,粗纤维含量分别为 1.19% 和 1.18%,粗脂肪含量分别为 2.77% 和 2.45%,总淀粉含量分别为 71.20% 和 69.83%,总黄酮含量分别为 0.18% 和 0.29%。该类苦荞种质具有株粒数和株粒重较大的中秆高产特性以外,其他性状都是中等的特性。

3 讨论

苦荞的育种、科研、生产以及优异材料的筛选中,种质资源的多样性是基础工作。遗传多样性直接影响新品种选育及品种改良的效果,而种质资源研究的最基本的方法和途径是农艺性状的鉴定和描述^[24]。国内外学者为了提高种质的利用效率,在不同作物中利用不同分析方法对收集的种质进行综合评价^[25-28]。本研究通过对 48 份云南苦荞种质资源的 6 个主要农艺性状和 5 个主要品质性状进行分析,结果表明株粒数、株粒重和总黄酮的变异系数较大,说明这些性状的遗传多样性丰富,资源可选范围大。在 48 份种质中 No. 13 的千粒重大,并且千粒重的遗传率也大,表明选大粒品种育种中 No. 13 可作为有望的后补材料。

本研究利用主成分分析和聚类分析方法,主要是为了避免主要农艺性状的研究以及杂交育种过程中亲本选配的盲目性,对作物杂交利用具有很好的指导意义^[29]。对 48 份云南苦荞种质的 11 个性状进行了聚类,共分 3 大类群。通过聚类,初步明确了供试苦荞种质资源的不同类型,根据不同育种目标可以较大程度提高育种效率。3 大类中,第Ⅰ类材料是株粒数和株粒重较少的低产类型,不适合选育高产品种,但是主要品质的含量及千粒重较高的种质都在此类,表明这类材料适合利用于单个性状的选拔和利用,并作为以这些性状为选拔对象的亲本。第Ⅱ类材料是株高矮,株粒数和株粒重较大矮秆高产类型,适合利用于筛选抗倒伏品种。第Ⅲ类材料是株高中等,株粒数和株粒重最大的中秆高产类型,适合利用于筛选高产品种。可以看出 3 大类是根据株高、株粒数及株粒重来分类的,这与李春花等^[30]以株高和生育期对 63 份云南苦荞资源分成 3 大类的结果有所不同。这两个结果反映了株高是苦荞分

类中的重要因素之一,其他性状是根据整体种质资源的遗传变异来决定的。研究结果还表明,表现较高产的第Ⅱ类和第Ⅲ类材料均分布在云南省的北部,可以说云南省北部的资源适合在昆明周边种植,并能达到高产。主成分分析结果表明,前 3 个主成分反映了所测性状的主要信息,其累计贡献率均达 80% 以上,3 个主成分包含的性状信息具有一定的相关性且各性状的载荷值表明主成分分析结果与供试资源和性状指标的选择均有关系。通过对苦荞种质多样性的研究,苦荞种质类型多样性较丰富,对不同性状进行差异化选择可为苦荞育种工作提供丰富的原始材料,一些优良种质经过系统选育可作为生产中推广品种的后备资源。

本研究通过对云南苦荞种质资源的主要性状的表型进行聚类分析,明确了 48 份云南苦荞种质资源类型,同时根据育种目标可以选择性状互补的亲本配置组合,使苦荞育种中亲本的选配更加完善。目前农艺性状虽对资源评价简单快捷,但易受到自然环境和人为因素影响,难以根据农艺性状来分析种质的遗传背景。在实际育种工作中,选配亲本材料不仅要根据地理距离和遗传差异,还要考虑当地实际情况进行各方面的考虑。因此,应根据现有苦荞资源丰富的表型多态性,结合分子生物学等方法进行更深入的研究,从中挖掘优异基因促进苦荞的遗传改良。

参考文献

- [1] Nagano M, Aii J, Campbell C G, et al. Genome size analysis of the genus *Fagopyrum* [J]. *Fagopyrum*, 2000, 17: 5-39
- [2] 安田俊隆. 9. ダツタンソバの利用開発. そばの栄養 [M]. 東京: 日本蕎麦協会, 2000: 44-48
- [3] 赵刚, 唐宇, 王安虎. 苦荞的成分功能研究与开发应用 [J]. 四川农业大学学报, 2001, 19(4): 355-358
- [4] 大澤 良. 7. そばの栽培と成分. 高ルチン品種の育成. そばの栄養 [M]. 東京: 日本蕎麦協会, 2000: 34-38
- [5] 大西近江. 5. 栽培植物の自然史—野生植物と人類の共進化—。ソバ属植物の種文化と栽培ソバの起源 [M]. 札幌: 北海道大学図書刊行会, 2001: 58-73
- [6] 林汝法. 中国荞麦 [M]. 北京: 农业出版社, 1994: 52-95
- [7] 吴页宝, 李财厚, 漆燕青, 等. 荞麦新品种“九江苦荞”的选育及其栽培技术 [J]. 江西农业科技, 1999(1): 14-15
- [8] 钟兴莲, 姚自强. 凤凰苦荞的选育及栽培要点 [J]. 作物研究, 2002, 16(1): 31-32
- [9] 赵钢, 唐宇, 王安虎. 苦荞新品种西荞 1 号的选育 [J]. 杂粮作物, 2002, 22(5): 262-264
- [10] 毛春, 程国尧. 苦荞新品种——威黑荞 1 号 [J]. 农技服务, 2004(6): 23
- [11] 农林水产省. 品种登录网站 [EB/OL]. [2015-10-10] (2014-05-16) <http://www.hinsyu.maff.go.jp/>
- [12] 高金峰, 张慧成, 高小丽, 等. 西藏苦荞种质资源主要农艺性状分析 [J]. 河北农业大学学报, 2008, 31(2): 1-5, 20

(下转 1007 页)