

# 燕麦种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析

张向前,刘景辉,齐冰洁,郭晓霞,焦伟红

(内蒙古农业大学农学院,呼和浩特 010018)

**摘要:**燕麦种质资源是燕麦育种的重要基础,对燕麦遗传多样性的研究不仅有助于种质资源的搜集、管理和利用,也有利于进行核心种质的研究。为了解不同地区燕麦种质资源在农艺性状上的遗传多样性,对74份皮、裸燕麦种质资源13个性状的遗传多样性进行了聚类分析与主成分分析。结果表明:各性状的遗传多样性指数较大,多样性指数最高的是主穗粒重,其次是千粒重和穗长;性状变异系数最大的是单株分蘖数,其后依次为单株粒重和主穗粒重,最小的为株高;根据品种间各性状的遗传差异,通过聚类分析将74份资源材料划分为5类,其中36份皮燕麦资源被分为2类,26份裸燕麦资源被分为2类,7份皮燕麦和5份裸燕麦被分为一类,其中,类群I可作为高产育种目标的亲本,类群III可作为粒型育种目标的亲本,类群IV、V可作为株高和小穗等育种目标的亲本;8个数量性状主成分分析的结果表明,前4个主成分对变异的累计贡献率达86.27%,第一主成分反应产量,第二主成分反应粒型,第三、第四主成分分别反应分蘖数和株高。

**关键词:**燕麦;种质资源;遗传多样性;聚类分析;主成分分析

## Cluster Diversity Analysis of the Main Agronomic Traits in Oat Germplasm

ZHANG Xiang-qian, LIU Jing-hui, QI Bing-jie, GUO Xiao-xia, JIAO Wei-hong

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018)

**Abstract:** Oats germplasm are the important basis of oat breeding. The research of oats genetic diversity not only contributed to the collection, management and utilization of germplasm, but also benefited to the conducting of the research of core collection. Genetic diversity of 74 accessions of hulled and naked oat, which were from different sources, were planted in Hohhot in Inner Mongolia Science and Technology Park, and analyzed by cluster analysis and principal component analysis for the purpose of investigating genetic diversity of agronomic characters. The results showed that the genetic diversity index of all traits were relatively large, grain weight per plant had the highest genetic diversity index, followed by TGW and panicle length. The variation coefficient of the tillering number per plant was the maximal, while grain weight per plant and the main spike grain weight was the next. The minimum genetic diversity index was presented by plant height. According to genetic difference of each characteristic among varieties, the 74 accessions could be classified into 5 categories by cluster analysis, 36 accessions of hulled oat were be classified into 2 categories. And 26 accessions of naked oat were classified into 2 categories. 7 accessions of hulled oat and 5 naked oat were classified into 1 category. The first group could be used as parents of high-yield breeding objectives, the third group could be used as parents of grain shape breeding objectives, the fourth and fifth could be used as parents of plant height and spikelet breeding objectives. The principal component analysis on quantitative characters showed that the accumulative contribution rate of the first four principal components accounted for 86.27% of the total variation accounted, the first principal component mainly reflected the yield, while the second

收稿日期:2009-05-07

修回日期:2009-08-07

基金项目:国家自然科学基金项目(30660084);内蒙古自然科学基金重大项目(200607010301);公益性行业(农业)科研专项经费(NYHYZX07-009-13);现代农业产业技术体系建设专项资金资助

作者简介:张向前,在读硕士,主要研究方向为耕作制度与农业生态系统。E-mail:zhangxiangqian\_2008@126.com

通讯作者:刘景辉,博士,教授,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail:cauljh@yahoo.com.cn

principal component reflected the grain shape. The third and fifth principal component reflected tiller number and plant height, respectively.

**Key words:** Oat; Germplasm; Genetic diversity; Cluster analysis; Principal component analysis

燕麦是禾木科燕麦属一年生草本植物,一般分为带稃型(皮燕麦)和裸粒型(裸燕麦)两种<sup>[1]</sup>。燕麦是世界性栽培作物,主要分布在五大洲 42 个国家,但集中产区是北半球的温带地区。世界各国栽培的燕麦以皮燕麦为主,我国栽培的燕麦以裸燕麦为主。裸燕麦的别名颇多,在我国华北地区称为莠麦;西北地区称为玉麦;西南地区称为燕麦,有时也称莠麦;东北地区称为铃铛麦。

中国种植燕麦历史悠久,遍及各山区、高原和北部高寒冷凉地带。历年种植面积 120 万  $\text{hm}^2$ ,其中裸燕麦 106.7 万  $\text{hm}^2$ ,占燕麦播种面积 92%<sup>[2]</sup>。主要种植在内蒙古、河北、山西、甘肃、陕西、云南、四川、宁夏、贵州、青海等省、自治区,其中前 4 个省、自治区种植面积约占全国总面积的 90%。种植燕麦有 210 个县,但集中产区是内蒙古自治区的阴山南北,河北省阴山和燕山地区,山西省太行山和吕梁山区,陕、甘、宁、青的六盘山、贺兰山和祁连山,云、贵、川的大、小凉山高海拔地区。近年来,全国播种面积下降到 100 万  $\text{hm}^2$ ,但由于新品种的不断推广和栽培技术水平的提高,667  $\text{m}^2$  平均产量从 50 kg 提高到 75 kg。且燕麦自古就有“食疗兼备”的功能,又因其具有耐寒、抗旱、耐脊薄、耐适度盐碱、不与小麦稻谷争夺耕地及农业风险系数低的优点,现已成为我国第五大粮食作物<sup>[3]</sup>。燕麦作为一种重要粮食作物和饲料作物,在世界禾谷类作物中,总产量仅次于小麦、水稻、玉米和大麦,位列第 5 位<sup>[4]</sup>。

内蒙古独特的地理环境与气候条件,非常适宜燕麦生产,是我国最大的燕麦生产区。当地生产的燕麦品质优良,深受燕麦加工企业和消费者的青睐,因此,围绕燕麦高产、优质的主题,育种学家和栽培学家进行了大量的研究。但燕麦育种中选择的多数农艺性状都是数量性状,它们不仅受遗传因子控制,而且很大程度上也受环境因素的支配,这就增加了选择的难度。因此,研究和探讨农艺性状间的遗传关系已成为许多数量遗传学家和育种工作者十分关注的问题。作物数量性状的多元遗传分析方法已被广泛应用于性状的遗传研究,在小麦<sup>[5]</sup>、水

稻<sup>[6]</sup>、谷子、高粱等多种作物上都有相关的研究报道。本研究旨在利用遗传变异、聚类分析<sup>[7-11]</sup>、主成分分析法<sup>[12]</sup>研究 74 个燕麦品种主要农艺性状间的遗传关系,为提高性状的选择效率提供帮助,为区域性燕麦品种更新和筛选工作提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

74 份燕麦材料均为各国或各地区主推和新育优良品种。材料主要包括 31 份裸燕麦与 43 份皮燕麦,供试材料的品种(系)名称及来源见表 1。以上材料均由内蒙古农业大学农学院郑克宽教授提供。

### 1.2 试验设计

试验于 2007 年在呼和浩特市园艺科技试验中心进行,位于 110°42'E、40°48'N,平均海拔 986 ~ 1100 m,属温带大陆性气候。特点是:冬季漫长严寒,夏季短暂酷热,昼夜温差大,雨热同季;光、温和水配合较好,光能资源丰富,日照充沛,全年日照时数 2970.5 h,年均气温 5.8℃;极端最高温 37.3℃,极端最低温 -32.8℃,生长季节平均温度 10℃ 以上,年降水量 417.5 mm,无霜期 135 d;土壤为沙壤土,前茬作物为马铃薯。4 月 20 日播种,采用随机区组设计,重复 3 次,每小区 4 行,行长 2 m,行距 25 cm,常规田间管理。

### 1.3 调查的性状

田间调查单株分蘖数、芒颜色、芒形状;收获时每小区取样 10 株室内考种,调查株高、主穗长、主穗小穗数、轮层数、单株粒重、粒色、粒形、主穗粒重、千粒重。统计分析的性状分为两类:第 1 类是质量性状,包括芒色、芒形、粒色、粒形、皮/裸性 5 个性状,分析各性状的频率分布和遗传多样性指数;第 2 类是数量性状,包括单株分蘖数、株高、主穗长、主穗小穗数、轮层数、单株粒重、主穗粒重、千粒重 8 个性状,计算平均值、标准差、变异系数、极差、最大值、最小值和遗传多样性指数。

表 1 供试燕麦材料的编号、名称和原产地

Table 1 The code, name and origin of oat cultivars in this experiment

编号 Code	品种(系) Varieties (lines)	原产地 Origin	皮/裸 Hulled /naked	编号 Code	品种(系) Varieties (lines)	原产地 Origin	皮/裸 Hulled /naked
1	休眠燕	加拿大	皮	38	大燕麦	甘肃	裸
2	无名 25	内蒙古	皮	39	额敏燕麦	新疆	裸
3	3465	不详	皮	40	野燕麦	甘肃	裸
4	Onyllian	丹麦	皮	41	莠麦	山西	裸
5	阿贾克斯	加拿大	皮	42	6518	不详	裸
6	Nidar	丹麦	皮	43	白铃铃麦	黑龙江	裸
7	Abad 148/33	丹麦	皮	44	加 10	加拿大	裸
8	SvalΦ03410	丹麦	皮	45	加 7	加拿大	裸
9	原 25	内蒙古	皮	46	加 9	加拿大	裸
10	苏维埃	前苏联	皮	47	加 8	加拿大	裸
11	永 118	日本	皮	48	加 5	加拿大	裸
12	苏维埃 339	前苏联	皮	49	加 4	加拿大	皮
13	福多-多余庆	日本	皮	50	加 6	加拿大	裸
14	Bl1xtl-EighlingBlit	瑞典	皮	51	加 3	加拿大	裸
15	沙湾燕麦	新疆	皮	52	加 2	加拿大	皮
16	温泉燕麦	新疆	皮	53	加 1	加拿大	皮
17	新源燕麦	新疆	皮	54	白燕 7 号	吉林	裸
18	The yielder	丹麦	皮	55	白燕 2 号	吉林	裸
19	燕麦(3)	河北	皮	56	燕科 1 号	内蒙古	裸
20	Sibsiac	丹麦	皮	57	MANIC	加拿大	皮
21	Express	丹麦	皮	58	CAPTAL	加拿大	皮
22	Victory record	丹麦	皮	59	NOVA	加拿大	皮
23	Cenad2 Toamna	罗马尼亚	皮	60	MARION	加拿大	皮
24	内农莠 1 号	内蒙古	裸	61	LAMAR	加拿大	皮
25	内燕 3 号	内蒙古	裸	62	SYLVA	加拿大	皮
26	保罗	美国	裸	63	ULTIMA	加拿大	皮
27	925	内蒙古	裸	64	APPALLACHES	加拿大	皮
28	6583	不详	裸	65	莠麦 4400	青海	裸
29	とちゆたか	日本	皮	66	9418	不详	裸
30	太丰	日本	皮	67	青永久 440	青海	皮
31	Fyris	丹麦	皮	68	草莠 1 号	内蒙古	裸
32	黄燕麦	日本	皮	69	白燕 5 号	吉林	裸
33	原 33	内蒙古	皮	70	YS0428	不详	裸
34	5662	不详	裸	71	坝莠 1 号	河北	裸
35	6218	不详	皮	72	白燕 4 号	吉林	裸
36	えん麦	日本	皮	73	YS0404	不详	裸
37	ハヤタ	日本	皮	74	冀张莠 2 号	河北	裸

## 1.4 数据处理

数据用 Excel 软件、DPSS8.0 软件和 SAS9.0 软件进行统计分析,不同品种间性状的差异用变异系数

表示,遗传多样性指数的计算采用 Shannon-Weaver 信息指数,计算公式: $H' = - \sum P_i \ln P_i$ ,其中  $P_i$  为某一性状第  $i$  个级别出现的概率<sup>[13-14]</sup>。为了便于数量

化和统计分析,将数量性状进行分级,质量性状予以赋值。在聚类过程中,种质间遗传距离为欧氏距离,聚类方法采用离差平方和法,同时,进行主成分分析和相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 燕麦种质资源形态多样性

由供试燕麦种质资源 5 个质量性状的遗传多样性分析看出(表 2):芒色以黄色和褐色为主,芒形以弯芒和无芒为主;粒色以黄色为主,白色居中,灰、褐、黄褐均较少;粒形以纺锤形最多,长纺锤形次之,圆筒形最少;皮/裸性状中,皮燕麦的频率为 0.581,裸燕麦的频率为 0.419。在 5 个质量性状中,芒色和芒形的遗传多样性指数最高,粒色、粒形次之,皮/裸性最低。

表 2 燕麦种质资源 5 个质量性状的遗传多样性分析

Table 2 Oat germplasm resources of 5 quality property genetic diversity of analysis

性状 Character	遗传多样性 指数 $H'$	频率分布 Frequency distribution				
		1	2	3	4	5
芒色	1.073	0.229	0.378	0.392	—	—
芒形	1.073	0.378	0.229	0.392	—	—
粒色	0.883	0.027	0.338	0.568	0.027	0.041
粒形	0.865	0.270	0.095	0.635	—	—
皮/裸	0.680	0.581	0.419	—	—	—

芒色:1 = 无色,2 = 褐色,3 = 黄色;芒形:1 = 无芒,2 = 直芒,3 = 弯芒;粒色:1 = 灰,2 = 白,3 = 黄,4 = 黄褐,5 = 褐;粒形:1 = 长纺锤,2 = 圆筒,3 = 纺锤;皮/裸:1 = 皮,2 = 裸  
Awn color:1 = colorless,2 = brown,3 = yellow; Awn shape:1 = no awn,2 = straight awn,3 = Curved awn; Grain color:1 = ash,2 = white,3 = yellow,4 = malacosoma,5 = brown; Grain shape:1 = long spindle,2 = cylinder,3 = spindle; Hulled/naked:1 = hulled,2 = naked

对供试燕麦种质资源 8 个数量性状的基本统计结果表明(表 3),主穗粒重的多样性指数最高为 2.07;其后依次是千粒重 > 穗长 > 单株粒重 > 单株分蘖数 > 轮层数 > 株高 > 主穗小穗数。不同材料间变异系数存在很大差异:单株分蘖的变异系数最大为 52.65%,分蘖数变幅为 1.00 ~ 6.00;其次为单株粒重和主穗粒重,变异系数为 51.31% 和 38.83%,变幅分别为 0.73 ~ 11.42g 和 0.47 ~ 3.24g;主穗小穗数和千粒重的变异系数分别为 21.09% 和 20.75%,变幅为 8.75 ~ 28.25 个和 14.40 ~ 44.35g;穗长和轮层数的变异系数为 18.05% 和 15.13%,变幅为 10.05 ~ 26.54 cm 和 3.50 ~ 7.50 层;株高的变异系数最大为 11.29%,变幅为 58.95 ~ 126.50cm。

表明供试燕麦品种间各性状差异较大,具有较丰富的多样性,可为燕麦品种选育提供很丰富的亲本材料,对燕麦产品的深度开发提供了较大的可选空间。

表 3 燕麦种质资源 8 个数量性状遗传多样性分析

Table 3 Oat germplasm resources of 8 amount properties genetic diversity of analysis

性状 Character	平均值 $\bar{x}$	最小值 Min	最大值 Max	标准差 $s$	极差 Range	变异 系数 (%) CV	遗传 多样性 指数 $H'$
株高(cm)	104.89	58.95	126.50	11.85	67.55	11.29	1.64
单株分蘖数	2.29	1.00	6.00	1.20	5.00	52.65	1.94
穗长(cm)	19.23	10.05	26.54	3.47	16.49	18.05	2.01
主穗小穗数	17.26	8.75	28.25	3.64	19.50	21.09	1.56
轮层数	5.59	3.50	7.50	0.85	4.00	15.13	1.93
单株粒重(g)	4.43	0.73	11.42	2.27	10.70	51.31	1.98
主穗粒重(g)	1.57	0.47	3.24	0.61	2.77	38.83	2.07
千粒重(g)	28.10	14.40	44.35	5.83	29.95	20.75	2.06

### 2.2 燕麦种质资源的聚类分析

利用 DPS8.0 数据统计软件,对 74 份燕麦种质资源的 13 个性状数据进行聚类(图 1),在欧氏距离 7.5 把供试材料分为 5 类,各类群的特征见表 4。

类群 I 包含 22 份材料,编号分别为 1、2、3、5、6、9、10、11、12、13、14、17、18、19、21、22、30、31、33、35、36、49。这一类的品种明显特征均为皮燕麦,芒色多为黄色直芒,黄色弯芒、褐色弯芒、褐色直芒的品种很少;粒形全部为圆筒形;粒色多为黄色和白色;株高中等,株高变异系数为 0.15,是几个种质群变异系数最大的;分蘖数变异系数最高,为 0.57;主穗较长,且变异系数为 0.23;主穗小穗数中等;轮层数较低;主穗粒重较高;单株粒重和千粒重均为几个种群中最高的,且各变异系数均较小。说明此类品种产量变化范围较大,可作为高产型燕麦育种目标的杂交亲本。在此类群内来源于丹麦的品种有 5 份,日本 4 份,内蒙古和加拿大各 3 份,前苏联 2 份,新疆和河北各 1 份。

类群 II 包含 11 份材料,编号分别为 26、38、39、43、44、45、46、47、48、50、51。这一类的品种均为裸燕麦,多为弯芒,其中芒色中,黄色、褐色各占一半;子粒多为纺锤形,粒色大部分为黄色;株高、分蘖数、主穗长和轮层数都为中等;主穗小穗数最低,且其变异系数也最低;单株粒重、主穗粒重和千粒重都为最低,平均分别为 2.90g、1.07g 和 25.00g。所以此类

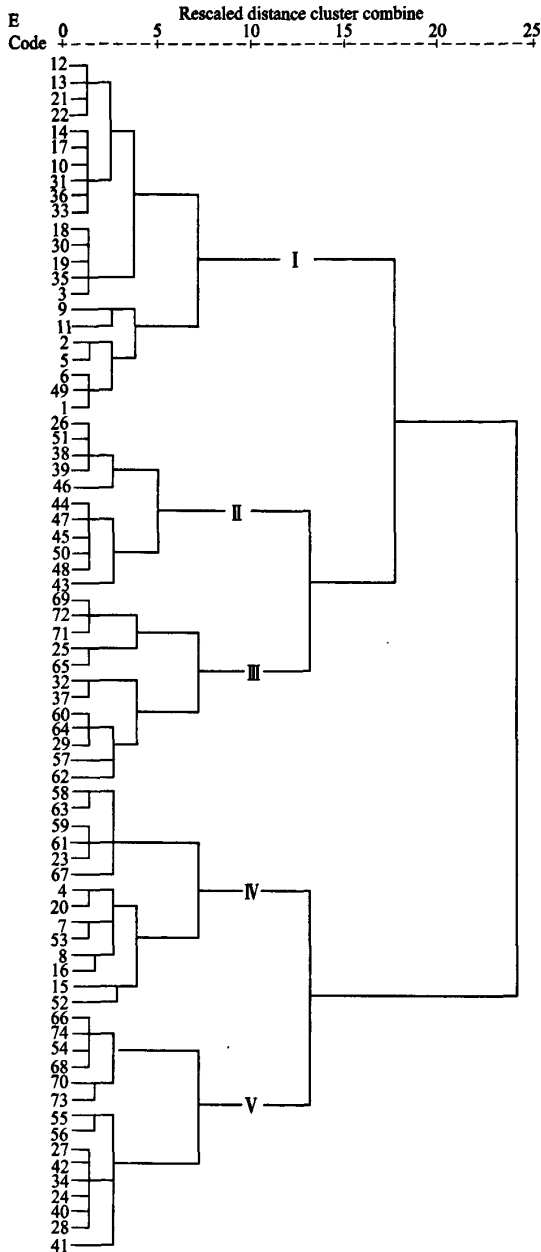


图1 基于13个性状的燕麦种质资源聚类

Fig. 1 Clustering analysis of based on 13 traits of oat germplasm of varieties

群多为低产品种,其中来源于加拿大的7份,新疆、甘肃、黑龙江和美国的各1份。

类群III包含12份材料,编号分别为25、29、32、37、57、60、62、64、65、69、71、72。这一类的品种中,7份为皮燕麦。且多为黄色直芒;子粒绝大部分为长纺锤形,粒色白色、褐色、黄褐色均有,但以黄色居多;株高最低为99.20cm,但变异系数较大;分蘖数中等;主

表4 燕麦种质资源各类群形态性状的特征

Table 4 Average and standard deviation of amount properties in different clusters

性状 Character	种质群 Germplasm groups				
	I	II	III	IV	V
株高(cm)	$\bar{x}$ 104.97	105.13	99.20	109.31	105.02
	CV(%) 0.15	0.09	0.15	0.05	0.07
单株分蘖数	$\bar{x}$ 2.53	2.36	2.26	2.00	2.03
	CV(%) 0.57	0.47	0.34	0.73	0.50
主穗长(cm)	$\bar{x}$ 19.93	19.24	17.07	19.33	20.12
	CV(%) 0.23	0.14	0.17	0.15	0.14
主穗小穗数	$\bar{x}$ 16.94	15.62	16.58	19.57	18.08
	CV(%) 0.20	0.13	0.23	0.14	0.26
轮层数	$\bar{x}$ 5.44	5.62	5.19	5.75	5.98
	CV(%) 0.15	0.09	0.18	0.14	0.16
单株粒重	$\bar{x}$ 5.58	2.90	4.61	4.86	3.72
	CV(%) 0.38	0.40	0.53	0.52	0.55
主穗粒重	$\bar{x}$ 1.84	1.07	1.50	2.01	1.40
	CV(%) 0.22	0.33	0.41	0.27	0.52
千粒重	$\bar{x}$ 31.62	25.00	29.95	27.14	25.39
	CV(%) 0.12	0.25	0.21	0.27	0.12
粒色	白、黄	黄	黄、白	黄	黄、白
粒型	纺锤	纺锤	长纺锤	长纺锤、圆筒、纺锤	长纺锤、圆筒、纺锤
芒色	褐、黄	褐、黄	褐、黄	无芒	无芒
形状	直、弯	直、弯	直、弯	无芒	无芒
皮/裸	皮	裸	皮、裸	皮	裸

$\bar{x}$ : 平均值; CV: 变异系数

穗长和轮层数均最低,平均数分别为17.07cm和5.19层;主穗小穗数较低;单株粒重和主穗粒重居中,但变异系数较高,分别为0.53和0.41;千粒重较高。其中来源于加拿大的4份,日本3份,吉林2份,青海、内蒙古、河北各1份。这一类群的种质资源可作为抗倒伏、大粒型等目标选育的杂交亲本。

类群IV包含14份材料,编号分别为4、7、8、15、16、20、23、52、53、58、59、61、63、67;这一类的品种全为皮燕麦,多无芒;子粒大多为长纺锤形,圆筒形和纺锤形较少,粒色大部分为黄色,小部分为白色,其中67号为褐色;平均株高为109.31cm,变异系数较小;单株分蘖数为2.00,但变异系数较大,为0.73,是5个类群中最大的;主穗长中等;主穗小穗数和主穗粒重最大,平均分别为19.57个和2.01g;轮层数和单株粒重较高;千粒重中等,但其变异系数较大,为0.27。这一类群的种质资源可作为高产量、高植株目标选育的杂交亲本。其中来源于加拿大的5

份,丹麦 3 份,新疆 2 份,日本、青海、河北、前苏联的各 1 份。

类群 V 包含 15 份材料,编号分别为 24、27、28、34、40、41、42、54、55、56、66、68、70、73、74。这一类的品种均为裸燕麦,均无芒;粒形多纺锤形、长纺锤形,粒色都为黄色;株高中等;分蘖数较低;主穗在 5 个类群中最长,平均为 20.12cm,但其变异系数较低为 0.14;主穗小穗数较多,变异系数较大为 0.26;轮层数最多;单株粒重、主穗粒重和千粒重均较低。这一类群的种质资源可作为增加主穗小穗数和轮层数等育种目标选育的杂交亲本。其中来源于吉林、内蒙古各 3 份,加拿大 2 份,山西、甘肃、河北和美国各 1 份。

由图 1 可见,具有相同来源、相近亲缘、相似生态类型的品种大多聚为同一类,表明遗传聚类能反映不同品种遗传型上的差异;不同地理来源的品种被分到同一类群和同一地理来源的品种被分到不同类群,表明遗传差异与地理来源无必然联系。

### 2.3 燕麦主要性状的主成分分析

对燕麦产量影响较大的 8 个主要农艺性状利用 SAS 9.0 进行主成分分析,其结果(表 5)显示,在所有的主成分构成中,主信息主要集中在前 4 个主成分,其累积贡献率达到 86.27%。主成分一贡献率最大,为 36.97%,其次为主成分二、三、四,贡献率分别为 24.29%、14.65%、10.35%。

表 5 燕麦主要农艺性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis of main quality properties in oat

项目	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4
株高	0.2981	-0.2399	-0.0706	0.8188
单株分蘖数	-0.0401	0.3632	0.7593	0.0536
主穗长	0.4255	-0.2699	0.2567	-0.0724
主穗小穗数	0.4831	-0.1478	-0.1255	-0.2305
轮层数	0.4159	-0.2549	0.1636	-0.4627
单株粒重	0.3553	0.4910	0.2437	0.1411
主穗粒重	0.4323	0.3544	-0.2565	0.1088
千粒重	0.0951	0.5329	-0.4299	-0.1847
特征值	2.96	1.94	1.17	0.83
贡献率	36.97%	24.92%	14.65%	10.35%
累计贡献率	36.97%	61.89%	75.92%	86.27%

由表 5 可知,第一主成分特征值为 2.96,贡献率为 36.97%。在第一主成分的特征向量中,载荷较高且符号为正的农艺性状有主穗小穗数、主穗粒重、主穗长、轮层数和单株粒重,其特征向量值分别为 0.4831、0.4323、0.4255、0.4159 和 0.3553。此类

性状均与产量有关,可称为产量构成因子;符号为负的农艺性状只有单株分蘖数,其载荷较小。说明在高产育种工作中,主穗小穗数、主穗粒重、主穗长、轮层数和单株粒重可进行独立选择,但单株分蘖数不能太高,而株高和千粒重要适中。由表 5 还可看出,在高产育种工作中,第一主成分应该越大越好。

第二主成分特征值为 1.94,贡献率为 24.92%。第二主成分的特征向量中,载荷较高且符号为正的农艺性状有千粒重、单株粒重、主穗粒重、单株分蘖数,此类性状与子粒大小有关,可称为粒重因子;载荷较高且符号为负的农艺性状有主穗长、轮层数、株高、主穗小穗数,说明主穗越长,轮层数越多,主穗小穗数越多,产量就越高。但主穗长、轮层数、主穗小穗数等主穗因子制约千粒重和单株粒重,而千粒重和单株粒重是影响植株产量的直接因素,因此,在育种时要适度把握。

第三主成分特征值为 1.17,贡献率为 14.65%。从载荷数值的大小看,第三主成分主要反映植株的分蘖数,因此,把第三主成分称为分蘖因子。由各载荷数值可看出,分蘖的多少是影响植株产量的重要因素,若过多追求分蘖数,会直接导致千粒重、主穗粒重、小穗数等的降低,不利于产量的提高。因此,第三主成分值适中为好,在育种过程中,要注意植株分蘖数的选择。

第四主成分特征值为 0.83,贡献率为 10.35%。从载荷数值的大小看,第四主成分主要反映植株的株高,因此把第四主成分称为株高因子。由各载荷数值还可看出,在一定范围内,随着株高的增加产量也会提高,但若株高过高,则会直接影响植株的轮层数、小穗数、千粒重等,反而会影响产量。所以,第四主成分值不能过高,饲用燕麦除外。

## 3 讨论

种质资源的遗传多样性是育种工作的基础,由于近年来育种进程的加快,使燕麦、小麦、玉米<sup>[17-19]</sup>等作物所用的种质资源主要集中在少数骨干亲本上,导致大部分新育成品种的一些主要性状的变异幅度较为狭窄,育种工作者已深刻认识到要继续提高燕麦的育种水平,必须提高育种基础材料的遗传多样性<sup>[15-16]</sup>。通过对 74 个燕麦品种(系)的 13 个形态性状的分析,表明供试的燕麦种质资源存在广泛的遗传多样性,其中,多样性指数最高是单株粒重,其次是千粒重和穗长;性状变异系数最大是单株分蘖数,其后依次为单株粒重和主穗粒重,最小的为

株高。由此可看出,对燕麦产量起决定作用的单株粒重、千粒重和主穗粒重的遗传多样性指数都很高,表明利用现有种质资源,对提高燕麦产量有较大的潜力。虽然如此,燕麦育种仍需要注意进一步加强新种质研究和拓展,以便为满足育种和相关研究的长期目标提供保证。

本文借助于聚类分析方法,依据 13 个性状对 74 个燕麦品种(系)进行了聚类分析,把 74 个燕麦品种(系)分成 5 类,使其性状相近的聚为一类。从而克服了仅以个别性状进行直观、经验性分类的弊端,是燕麦种质分类的有效方法。通过聚类分析,明确了燕麦种质资源的不同类型,根据育种目标可以选择性状互补的亲本配制组合,使燕麦育种中亲本的选配更趋合理。本文把 74 种燕麦种质资源分为 5 大类,其中 36 份皮燕麦资源被分为 2 类,26 份裸燕麦资源被分为 2 类,7 份皮燕麦和 5 份裸燕麦被分为 1 类,第 1 类群为高产育种目标的亲本,第 2 类群的有益性状不明显,第 3 类群为粒型育种目标的亲本,第 4、第 5 类群为株高和小穗等育种目标的亲本,从而为各类育种目标提供了一定的亲本材料。但由于农艺性状易受自然环境和人为因素的影响,并且反映的信息有限,以致于根据农艺性状来分析种质资源间的遗传变异,难以详细、准确地阐明其遗传变异情况。因此,应针对现有燕麦种质资源的极丰富的表型多态性,对其进行更深入的鉴定,充分利用各种细胞生物学及分子生物学方法,从燕麦种质资源中发掘有用基因,进行基因推导定位,并与常规育种相结合,挖掘和利用其育种潜力,为促进燕麦性状的遗传改良提供更可靠依据。

主成分分析法在小麦<sup>[17]</sup>、水稻<sup>[18]</sup>、大豆<sup>[19]</sup>等作物上的应用表明,主成分分析可将作物多个主要农艺指标转化为较少的几个主成分。由于这几个主成分提供了性状 85% 以上的信息,且是综合的、相对独立的指标体系,数值直观,容易分析。所以,将主成分分析用于作物农艺性状的评价和筛选,既能把握其综合性状表现,又能简化选择程序,且更具有科学性。

本文利用主成分分析法将燕麦的 8 个数量性状指标转化为 4 个综合指标,并找出 4 个综合因子来代表原来变量,简化数据,揭示变量之间的关系,为燕麦亲本选配提供了有利的科学依据。

从主成分分析看,前 4 个主成分对变异的累计贡献率达 86.27%,第一主成分反应产量,第二主成分反应粒型,第三、第四主成分分别反应分蘖数和株高。产量的构成主要在第一和第二主成分上,包含

的主要性状有主穗小穗数、主穗粒重、主穗长、轮层数和单株粒重。株高对燕麦的生产应用推广是很重要的,这个性状主要在第四主成分上。在选择燕麦品种时应注意产量高、子粒饱满和株高适中的品种,所以要着重对第一、二、四主成分的综合选择。

通过对燕麦品种(系)形态性状的研究,燕麦种质资源非常丰富,既有大粒品种,又有高产类型品种,还有矮秆品种等等,类型多种多样,可筛选出类型差异较大的不同种质材料。这些不同性状差异的品种为燕麦育种工作提供了丰富的原始材料,某些品种可作为生产中进一步推广应用的后备品种。

通过以上分析可总结出,在杂交或其他方法育种中,选配亲本材料可以依据主成份的排序,具体分析与全面评价每个亲本材料综合指标的优劣,根据燕麦的育种目标,结合聚类分析,合理地选配组合,以便尽快育出理想的、高产的、优质的燕麦新品种。

#### 参考文献

- [1] 杨海鹏,孙泽民.中国燕麦[M].北京:农业出版社,1989:1-5
- [2] 赵世峰,田长叶,王志刚,等.我国燕麦生产和科研现状及未来发展方向[J].杂粮作物,2007,27(6):428-433
- [3] 马艳明,刘志勇,白玉亭,等.新疆燕麦地方品种资源多样性分析[J].新疆农业科学,2006,43(6):510-513
- [4] 李浩兵,钟少斌,姚景侠.野燕麦的c带核型研究[J].江苏农学院学报,1998,19(2):35-38
- [5] 刘三才,郑殿升,胡琳,等.新引进意大利小麦品种农艺和品质性状的评价[J].植物遗传资源学报,2003,4(1):43-46
- [6] 周竹青,朱旭彤,王维金.影响小麦粒重的农艺性状、生理指标的主成分分析[J].生物数学学报,2002,17(1):92-96
- [7] 王亚娟,张秋芳,任志龙,等.小麦优异种质资源农艺性状综合鉴定与评价[J].麦类作物学报,2004,24(4):119-122
- [8] 张彩英,张丽娟,段会军,等.大豆种质资源的分类鉴定研究[J].中国油料作物学报,2002,24(1):33-37
- [9] 杨守臻,李初英,陈怀珠,等.广西春大豆地方品种农艺性状鉴定及聚类分析[J].广西农业科学,2005,36(1):71-74
- [10] 沈强云,许志斌,张宁文,等.宁夏春小麦品种主要农艺性状的遗传相关及主成分分析[J].宁夏农林科技,1997(4):7-10
- [11] 张学智,魏芝,杨珍.春性硬粒小麦品种农艺性状的聚类分析[J].作物品种资源,1998(4):14-18
- [12] 汤丰收,李蝴蝶.花生 35 个品种的主成分分析及遗传距离测定[J].河南农业科学,1992(4):5-8
- [13] 张礼凤,李伟,王彩洁,等.山东大豆种质资源形态多样性分析[J].植物遗传资源学报,2006,6(4):450-454
- [14] 郝黎仁,樊元,郝哲欧,等.SPSS 实用统计分析[M].北京:中国水利水电出版社,2002:280-285
- [15] Wang L X, Guan Y, Guan R X, et al. Establishment of Chinese soybean (*Glycine max*) core collections with agronomic traits and SSR markers [J]. Euphytica, 2006, 151, 215-223
- [16] 刘三才,郑殿升,曹永生,等.中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性[J].中国农业科学,2000,33(4):20-24
- [17] 庄萍萍,李伟,魏育明,等.波斯小麦农艺性状相关性主成分分析[J].麦类作物学报,2006,26(4):11-14
- [18] 孔德伟,陈德全,周良强,等.杂交水稻几个重要农艺及产量性状的主成分分析[J].中国农学通报,2005,27(8):117-119
- [19] 韩秉进,潘相文,金剑,等.大豆农艺及产量性状的主成分分析[J].大豆科学,2008,27(1):67-73

# 燕麦种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析

作者: 张向前, 刘景辉, 齐冰洁, 郭晓霞, 焦伟红, ZHANG Xiang-qian, LIU Jing-hui,  
QI Bing-jie, GUO Xiao-xia, JIAO Wei-hong  
作者单位: 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特, 010018  
刊名: 植物遗传资源学报   
英文刊名: JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES  
年, 卷(期): 2010, 11(2)

## 参考文献(19条)

1. 马艳明;刘志勇;白玉亭 新疆燕麦地方品种资源多样性分析[期刊论文]-新疆农业科学 2006(06)
2. 赵世锋;田长叶;王志刚 我国燕麦生产和科研现状及未来发展方向[期刊论文]-杂粮作物 2007(06)
3. 杨海鹏;孙泽民 中国燕麦 1989
4. 杨守臻;李初英;陈怀珠 广西春大豆地方品种农艺性状鉴定及聚类分析[期刊论文]-广西农业科学 2005(01)
5. 韩秉进;潘相文;金剑 大豆农艺及产量性状的主成分分析[期刊论文]-大豆科学 2008(01)
6. 孔德伟;陈德全;周良强 杂交水稻几个重要农艺及产量性状的主成分分析[期刊论文]-中国农学通报 2005(08)
7. 庄萍萍;李伟;魏育明 波斯小麦农艺性状相关性及其主成分分析[期刊论文]-麦类作物学报 2006(04)
8. 刘三才;郑殿升;曹永生 中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性[期刊论文]-中国农业科学 2000(04)
9. Wang L X;Guan Y;Guan R X Establishment of Chinese soybean(Clyeine, max)core collections with agronomic traits and SSR markers[外文期刊] 2006(2)
10. 郝黎仁;樊元;郝哲欧 SPSS实用统计分析 2002
11. 张礼凤;李伟;王彩洁 山东大豆种质资源形态多样性分析[期刊论文]-植物遗传资源学报 2006(04)
12. 汤丰收;李蝴蝶 花生35个品种的主成分分析及遗传距离测定 1992(04)
13. 张学智;魏芝;杨珍 春性硬粒小麦品种农艺性状的聚类分析 1998(04)
14. 沈强云;许志斌;张宁文 宁夏春小麦品种主要农艺性状的遗传相关及其主成份分析 1997(04)
15. 张彩英;张丽娟;段会军 大豆种质资源的分类鉴定研究[期刊论文]-中国油料作物学报 2002(01)
16. 王亚娟;张秋芳;任志龙 小麦优异种质资源农艺性状综合鉴定与评价[期刊论文]-麦类作物学报 2004(04)
17. 周竹青;朱旭彤;王维金 影响小麦粒重的农艺性状、生理指标的主成分分析[期刊论文]-生物数学学报 2002(01)
18. 刘三才;郑殿升;胡琳 新引进意大利小麦品种农艺和品质性状的评价[期刊论文]-植物遗传资源学报 2003(01)
19. 李浩兵;钟少斌;姚景侠 野燕麦的c带核型研究 1998(02)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zwcyxb201002009.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwcyxb201002009.aspx)