

亚麻种质主要农艺性状主成分分析与综合评价^①

崔 翠, 周清元, 王利鹃,
谭尊飞, 龚 静, 谢旭容

西南大学 农学与生物科技学院, 重庆 400716

摘要: 综合评价引进的亚麻品系(种), 为亚麻栽培、育种研究和生产利用提供科学依据. 以 49 份亚麻品种(系)为材料, 分别于 2013—2014 年度和 2014—2015 年度调查其 10 个主要农艺性状, 分析其遗传多样性、估算主要农艺性状的主成分, 并以前 2 个主成分和欧式距离为基础, 进行种质资源聚类分析和综合评价. 得出 49 份亚麻种质各主要农艺性状的遗传多样性指数两年变化大于 1.00. 在两个年度中, 49 份亚麻种质的 10 个主要农艺性状前 2 个主成分累计贡献率分别达到 71.94% 和 72.80%, 其中第 1 主成分为产量及其构成要素, 方差贡献率分别达到 45.45% 和 50.07%; 第 2 主成分为株高及纤维工艺长度因子, 贡献率分别为 25.49% 和 22.73%. 根据品种(系)第 1 主成分表现, 在两年中评选出前 10 的优良品系, 其中 6 个相同, 分别为 1349, 1348, 1340, 1343, 1347 及 1341. 以第 1 主成分和第 2 主成分做二维排序散布图, 对 49 份亚麻品种(系)的产量和纤维长度品质进行了综合评价, 鉴定出适宜油用和纤维用亚麻. 49 份亚麻种质在欧式遗传距离为 11.00 左右时均可分为 4 大类, 其中第 1 大类在两年度中分别包含 13 个和 18 个品种(系), 第 2 大类分别包含 11 个和 15 个品种(系), 第 3 大类均含 12 个品种(系), 第 4 大类分别包含 13 个和 4 个品种(系). 通过遗传多样性分析、主成分二维排序和欧式遗传距离分析, 较好地评价 49 个参试亚麻种质的遗传特点及其在两个年度条件下的性状表现, 为亚麻品种推广和改良提供了科学依据.

关 键 词: 亚麻; 主成分分析; 聚类分析; 种质资源评价

中图分类号: S325

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)12-0010-09

亚麻(*Linum usitatissimum* L.) 是亚麻科亚麻属一年生草本纤维作物^[1], 可分为油用型、纤维用型和兼用型 3 类. 在我国, 亚麻主要种植于黑龙江、内蒙古、山西、河北、甘肃等华北及西北地区^[2]. 有研究表明, 亚麻籽富含 ω -3 脂肪酸^[3], 其含量是深海鱼油 ω -3 脂肪酸含量的 2 倍, 具有抗癌、预防和治疗高血压、糖尿病、心脑血管疾病、肥胖症、激素依赖性癌症等多种功效^[4-7]. 近年来, 亚麻栽培区域不断扩大, 在西南地区, 如重庆、云南等地开始有零星栽培^[8-9]. 品种选择和栽培技术是制约西南地区亚麻种植的主要因素. 优异种质资源是生产利用、品种创新和生物技术研究的物质基础, 对弥补现有作物品质缺陷有重要作用. 深入分析种质资源遗传基础是遗传育种和栽培推广研究的重要组成, 尽管各种同功酶标记和 DNA 分子标记已被广泛应用于亚麻种质资源的鉴定和分类研究^[10-13], 但是农艺性状的鉴定和描述仍然是种质资源研究最基本的方法和途径^[14]. 基于农艺性状的系统聚类分析已广泛应用于种质资源分类, 如花生^[15]、油菜^[16]、小麦^[17]、玉米^[18-19]、高粱^[20]、水稻^[21]、甜瓜^[22]、野生茶^[23]、红麻^[24]等, 有的作物已经开展了核心种质库的建立和研究工作^[25]. 主成分分析在引进多变量的同时将复杂因素归结为几个主成分, 可减少统计的复杂性, 得到更加科学有效的信息^[26]. 亚麻种质资源的收集、保存和创新, 是拓展栽培种遗传基础和提

① 收稿日期: 2016-03-22

基金项目: 高等学校学科创新引智计划(B12006); 重庆市社会民生与创新项目(cstc2015shmszx80026); 西南大学博士启动基金(SWU112074); 中央高校基本科研业务费专项(XDJK2014C150).

作者简介: 崔 翠(1974-), 女, 内蒙古赤峰人, 副教授, 博士, 主要从事作物栽培与生态的研究.

高亚麻遗传育种水平的紧迫任务和重要条件. 2010 年以来, 我们从国内外引进和收集亚麻种质资源, 以期在重庆高温多湿条件下, 为重庆亚麻遗传育种、栽培生产提供更广泛的研究材料, 并拓展亚麻种植区域. 本研究以 49 份不同来源的亚麻种质后代选系为材料, 连续两年对农艺性状表现进行分析, 通过主成分和系统聚类方法分析其遗传多样性、性状表现和遗传关系, 为进一步研究和利用这些优良的种质资源提供依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

1301—1349 是从黑龙江、内蒙、宁夏等地收集到的不同来源的亚麻种质资源后代选系(见表 1), 共 49 份.

表 1 亚麻种质编号与来源

编号	品种/品系	编号	品种/品系	编号	品种/品系
1301	小营子红胡麻	1318	Col72	1335	Yk0520-28
1302	梁底 1 号	1319	双 7	1336	VENUS
1303	油坊地黄胡麻	1320	05k5313-5	1337	DC035
1304	温都 1 号	1321	抗- 4	1338	DC036
1305	吉亚 1 号	1322	05k4996	1339	林西小红胡麻
1306	周亚 10 号	1323	05k5326	1340	林西白胡麻
1307	陇亚 10 号	1324	9801-1-17	1341	海苔白胡麻
1308	吉亚 2 号	1325	依罗娜	1342	新井红胡麻
1309	轮选 2 号	1326	agros	1343	红光 1 号
1310	吉亚 3 号	1327	K6531-2	1344	梁底 2 号
1311	陇亚 8 号	1328	西选 1 号	1345	梁底红胡麻
1312	戴安娜	1329	05l299	1346	西选 5 号
1313	坝选 3 号	1330	05k5316	1347	西选 3 号
1314	吉亚 4 号	1331	05l281	1348	西选 7 号
1315	德国 2 号	1332	05k5245	1349	西选 149 号
1316	黑亚 14 号	1333	Diane-4		
1317	A0529-10	1334	05k4972-1		

1.2 田间试验

于 2012 年 10 月至 2013 年 5 月和 2013 年 10 月至 2014 年 5 月连续两年度在重庆市北碚区西南大学教学实验农场随机区组设计种植 49 个亚麻材料, 3 次重复, 每个小区面积 1.2 m², 条播. 试验地土壤为旱地紫色土, 地势平坦, 肥力中等. 常规田间管理.

1.3 农艺性状调查与数据收集

亚麻成熟后收获, 从每小区中间随机收获 20 株用于考种, 并测定小区产量. 待亚麻自然风干后考察其株高、茎粗、分支数、分支起点、纤维工艺长度、单株蒴果数、每株粒数、千粒质量; 采用索氏提取的萃取方法测定含油量^[27], 参考郑裴鸿等^[28]的方法测定纤维工艺长度.

1.4 数据分析

1.4.1 主要农艺性状的变异统计和多样性分析

采用 Microsoft Excel 计算各性状最大值、最小值、平均值、极差、变异系数. 用 DPS7.05 进行方差分析和显著性检验. 根据每个性状极差(SD)分为 10 级, 中间每级相差 0.1 SD. 采用 Microsoft Excel 计算次数分布. 各性状的遗传多样性主要采用 shannon's 信息指数(H')进行评价, $H' = -\sum P_i \ln P_i$, P_i 表示第 i 种变异类型出现的频率^[23].

1.4.2 主成分分析、聚类分析和综合评价

采用 SPSS16.0 进行主成分分析^[24], 利用 DPS7.05 进行聚类分析. 聚类时将原始数据先进行标准化转换, 然后在绝对值距离上采用离差平方和方法进行系统聚类分析.

2 结果与分析

2.1 遗传多样性分析

49 个亚麻种质 10 个主要农艺性状两年表型数据及其变异系数见表 2. 10 个性状在不同年度间最大值、最小值、平均值及其变异系数变化不大, 但是各个性状间变异幅度差距明显, 其中分枝数、分枝起点、单株蒴果数、单株粒数、产量两年变异系数平均值大于 50%, 表现出广泛的遗传变异. 从 49 个不同播期下亚麻种质的 10 个性状的频次分布来看(表 3), 各性状均表现连续分布, 呈现数量性状的特点. 在 2013—2014 年度中, 其多样性指数变化范围为 1.11~1.42, 平均值 1.34; 2014—2015 年度的遗传多样性指数变化范围为 1.15~1.44, 平均值 1.34. 从遗传多样性指数来看, 两个年度 10 个性状 shannon's 信息指数均大于 1.0.

表 2 各主要农艺性状的变异统计

性 状	2013—2014 年度					2014—2015 年度				
	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数/%	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数/%
株高/cm	229.98	94.10	110.89	19.42	17.51	216.95	85.65	112.41	15.87	14.12
茎粗/mm	4.55	2.50	3.37	0.48	14.33	4.56	1.93	3.21	0.49	15.26
分枝数	2.43	0.10	1.08	0.54	50.08	2.30	0.00	1.03	0.39	37.86
分枝起点/cm	4.08	0.05	1.94	1.18	60.77	4.64	0.03	1.68	1.11	66.07
工艺长度/cm	96.90	52.80	77.56	8.20	10.57	93.83	55.69	76.47	8.59	11.23
单株蒴果数	99.00	10.10	36.09	19.62	54.36	91.50	9.50	35.12	18.05	51.40
单株粒数/粒	583.29	73.70	213.92	112.07	52.39	585.10	74.00	234.94	124.19	52.86
千粒质量/g	8.81	2.86	5.85	1.36	23.31	8.27	3.50	5.63	1.17	22.56
产量/kg	33.57	3.74	12.83	6.82	53.19	36.20	2.60	13.92	7.73	55.53
含油量/%	55.00	22.00	33.00	4.80	14.56	53.00	20.00	34.00	4.89	14.41

表 3 亚麻种质的各主要农艺性状的频次分布和多样性

性状	频 率/%										多样性 指数 H'
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2013—2014 年度											
株高	8.16	22.45	10.20	8.16	14.29	14.29	6.12	10.20	2.04	4.08	1.40
茎粗	6.12	18.37	6.12	14.29	22.45	10.20	8.16	8.16	2.04	4.08	1.39
分枝数	8.16	4.08	22.45	22.45	8.16	12.24	8.16	6.12	6.12	2.04	1.38
分枝起点	18.37	6.12	6.12	10.20	12.24	14.29	6.12	6.12	16.33	4.08	1.42
工艺长度	8.16	22.45	10.20	8.16	14.29	14.29	6.12	10.20	2.04	4.08	1.40
单株蒴果数	6.12	18.37	6.12	14.29	22.45	10.20	8.16	8.16	2.04	4.08	1.39
单株粒数	22.45	18.37	20.41	16.33	12.24	2.04	4.08	0.00	0.00	4.08	1.26
千粒质量	2.04	4.08	16.33	12.24	22.45	12.24	10.20	4.08	14.29	2.04	1.37
产量	20.41	14.29	18.37	20.41	6.12	10.20	6.12	0.00	2.04	2.04	1.32
含油量	4.08	6.12	22.45	38.78	22.45	4.08	0.00	0.00	0.00	2.04	1.11
2014—2015 年度											
株高	12.24	4.08	8.16	10.20	4.08	12.24	16.33	10.20	12.24	10.20	1.44
茎粗	2.04	6.12	10.20	16.33	22.45	26.53	10.20	4.08	0.00	2.04	1.29
分枝数	16.33	12.24	8.16	26.53	6.12	4.08	8.16	4.08	6.12	8.16	1.39
分枝起点	26.53	22.45	18.37	4.08	10.20	6.12	4.08	6.12	0.00	2.04	1.29
工艺长度	2.04	2.04	6.12	16.33	20.41	14.29	10.20	12.24	8.16	8.16	1.39
单株蒴果数	14.29	16.33	18.37	12.24	18.37	4.08	8.16	4.08	0.00	4.08	1.35
单株粒数	6.12	14.29	14.29	26.53	12.24	10.20	10.20	0.00	2.04	4.08	1.34
千粒质量	2.04	12.24	20.41	22.45	10.20	4.08	6.12	8.16	10.20	4.08	1.38
产量	16.33	16.33	12.24	24.49	10.20	4.08	8.16	4.08	0.00	4.08	1.34
含油量	2.04	0.00	14.29	32.65	32.65	10.20	2.04	2.04	2.04	2.04	1.15

2.2 主成分分析

49 份材料各性状间的主成分、特征值、方差、累积贡献率见表 4. 两个年度第 2 主成分的方差值较大, 累积贡献率分别达到 71.94% 和 72.80%, 且第 1 主成分的方差贡献率最高, 分别解释变异 45.45% 和 50.07%, 占主导地位. 两年度第 1 主成分中茎粗(0.73 和 0.62)、分枝数(0.66 和 0.70)、单株蒴果数(0.83 和 0.85)、单株粒数(0.86 和 0.85)、产量(0.89 和 0.97)的特征向量均为较大的正值, 株高(−0.24 和 −0.33)、工艺长度(−0.24 和 −0.39)均为负值. 两年第 1 主成分中产量的主成分载荷指数最高. 两年的产量水平提高、其植株的茎粗、分枝数、单株蒴果数和单株粒数也相应增加, 株高和工艺长度相应下降, 故称第 1 主成分为产量及其构成要素. 第 2 主成分中, 主成分遗传方差贡献率两年度分别为 25.49% 和 22.73%. 两年株高(0.90 和 0.82)和工艺长度(0.91 和 0.85)都是该主成分载荷指数最高的农艺性状指标, 说明亚麻随着株高的增加、其工艺长度相应增加, 第 2 主成分可以为株高及纤维工艺长度因子. 两个年度的前 2 个主成分因子已经累积贡献率大于 70%. 因此, 在分析各亚麻种质和对每个材料进行评价时, 主要考虑第 1 和第 2 主成分. 如果以收获亚麻籽粒产量为主要目的, 应主要考虑第 1 主成分因子, 加强对茎粗、分枝数、单株蒴果数、单株粒数的选择. 如果希望获得高工艺长度的亚麻, 应该考虑选取第 2 主成分因子, 加强对植株高度的选择. 以第 1 主成分作横坐标, 以第 2 主成分为纵坐标对两年的 49 份种质资源分别进行散点分布作图(图 1 和图 2), 可以非常直观地揭示出不同亚麻品种(系)间差异情况, 能更直观、简便地显示出各个品种在两个年度自然类型分类特点. 在二维排序图上, 横坐标数值越大, 表明其产量及其相关性状综合性越好; 纵坐标数值越大, 表明其工艺长度性状越好, 越能够选到适宜纤维用品种(系). 结果表明, 在 2013—2014 年度中, 第 1 主成分值排名前 10 的材料分别为 1302, 1349, 1305, 1348, 1340, 1309, 1343, 1347, 1322 和 1341, 其中 1302 和 1349 第 1 主成分最大, 且其第 2 主成分得分值也比较高, 是该年度综合性状表现最优良的材料, 在重庆地区适宜于油用和纤维用. 2014—2015 年度中第 1 主成分排名前 10 的材料分别为 1349, 1310, 1343, 1341, 1342, 1348, 1340, 1332, 1312 和 1347, 其中 1349 和 1310 第 1 主成分最大, 且其第 2 主成分得分值也比较高, 是该年度综合性状表现最优良的材料, 在该年度中也适宜于油用和纤维用. 两年排名前 10 的有 6 个材料相同, 分别是 1349, 1348, 1340, 1343, 1347 和 1341, 其中 1349 在两年度中表现最突出, 说明该材料在年度间表现出良好的适应性.

表 4 各农艺性状的主成分分析的特征向量及贡献率

性 状	2013—2014 年度		2014—2015 年度	
	第 1 主成分 PC1	第 2 主成分 PC2	第 1 主成分 PC1	第 2 主成分 PC2
株高	−0.24	0.90	−0.33	0.82
茎粗	0.73	0.42	0.62	−0.08
分枝数	0.66	0.16	0.70	0.49
分枝起点	0.35	0.10	0.69	0.30
工艺长度	−0.24	0.91	−0.39	0.85
单株蒴果数	0.83	0.42	0.85	0.26
单株粒数	0.86	−0.02	0.85	0.14
含油量	0.27	−0.24	0.21	−0.37
千粒质量	0.61	−0.02	0.44	−0.45
产量	0.89	0.04	0.97	0.08
特征值	4.54	2.50	5.01	2.27
方差/%	45.45	25.49	50.07	22.73
累积贡献率/%	45.45	71.94	50.07	72.80

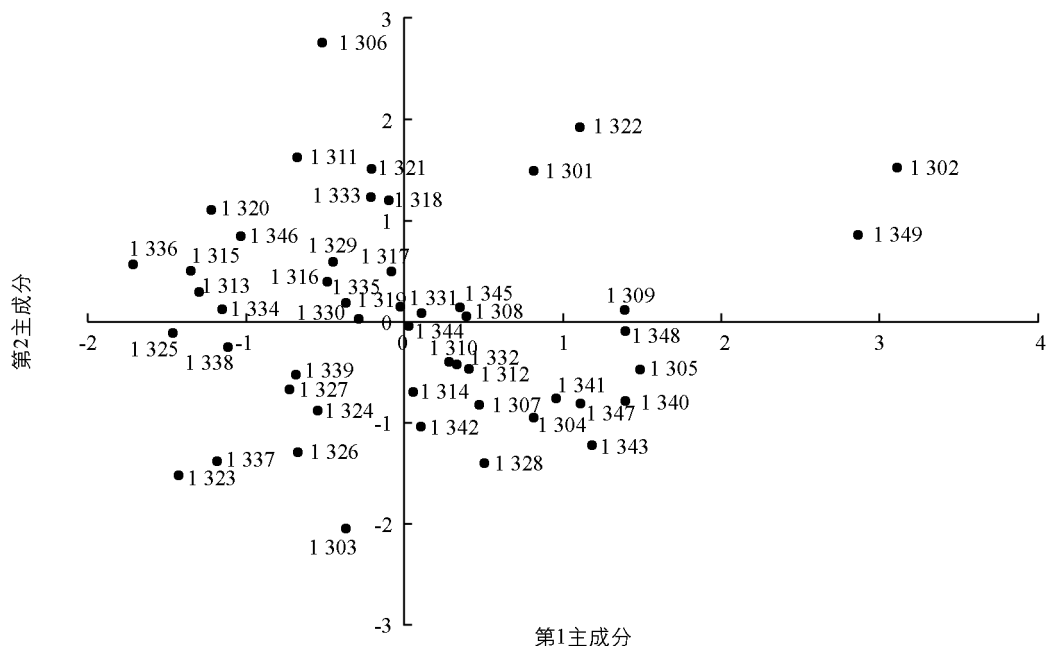


图 1 2013—2014 年度 49 个亚麻种质第 1,2 主成分二维排序图

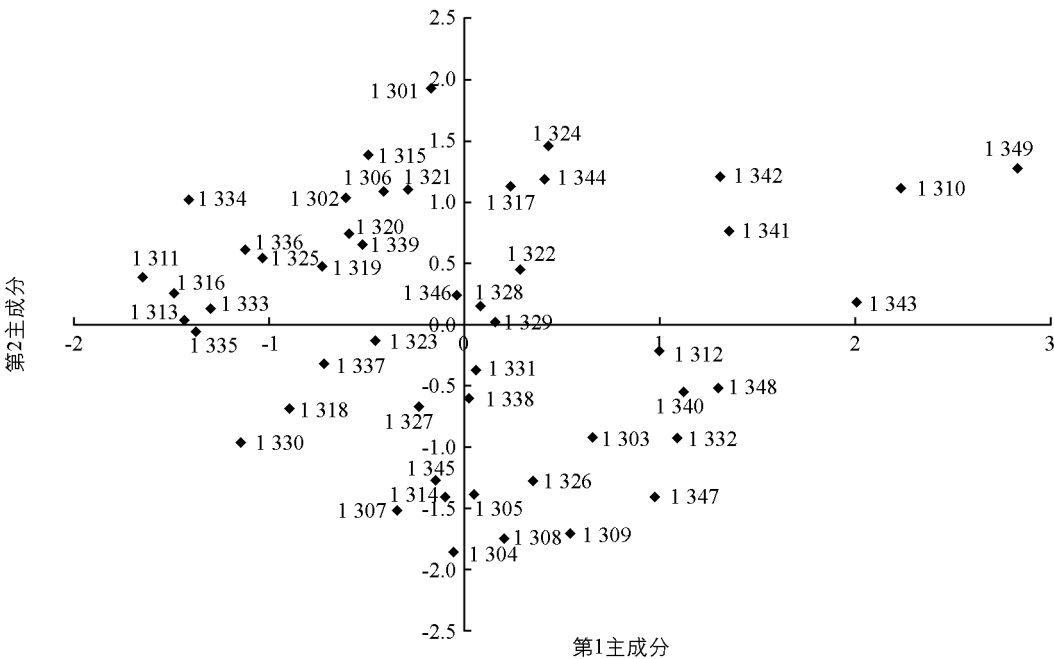


图 2 2014—2015 年度 49 个亚麻种质第 1,2 主成分二维排序图

2.3 聚类分析

49 个亚麻种质不同播期下 10 个农艺性状经标准化处理后, 计算其欧氏遗传距离、并利用离差平方法分别进行聚类分析. 两个年度在欧氏遗传距离 D_2 在 11 左右均可以将 49 个材料分为 4 大类(图 3). 在 2013—2014 年度中, 第 I 类包含 13 个材料, 分别为 1301, 1302, 1304, 1305, 1309, 1322, 1328, 1340, 1341, 1343, 1347, 1348 和 1349, 该类群植株最矮、茎秆粗壮、分枝数、单株蒴果数和单株粒数多、千粒质量较大、产量高; 第 II 类材料包含 1303, 1307, 1308, 1312, 1314, 1316, 1324, 1327, 1342, 1344 和 1345 共 11 个材料, 该类群植株矮、分枝起点高、含油量高、千粒质量较大、其余性状均表现中等; 第 III 类包含 1306, 1310, 1317, 1318, 1319, 1321, 1329, 1330, 1331, 1332, 1333 和 1335 共 12 个材料, 该类群植株较高、茎粗较粗、分枝数较少、分枝起点较低、工艺长度较长、单株蒴果数和单株粒数较多、千粒质量低; 第 IV 类包含 1311,

1313,1315,1320,1323,1325,1326,1334,1336,1337,1338,1339 和 1346 共 13 个材料,该类群植株高、茎纤细、分枝数少、分子起点低、工艺长度长、单株蒴果数和籽粒数少、产量低. 在 2014—2015 年度中,第 I 类包含 18 个材料,分别为 1301,1302,1312,1315,1317,1321,1322,1324,1326,1328,1329,1330,1331,1338,1339,1342,1344 和 1346,该类群株高较高、茎粗较小、分枝数较少、分枝起点部位较低、工艺长度长、单株蒴果数较少,单株粒数少、千粒质量小,产量低;第 II 类材料包含 1306,1311,1313,1316,1318,1319,1320,1323,1325,1327,1333,1334,1335,1336 和 1337 共 15 个材料,该类群株高高、茎粗小、分子起点低、工艺长度较长、单株蒴果和单株粒数中等、千粒质量低,产量偏低;第 III 类包含 1303,1304,1305,1307,1308,1309,1314,1332,1340,1345,1347 和 1348 共 12 个材料,该类群分枝数少、分子部位较低、单株蒴果数少,产量偏低;第 IV 类包含 1310,1341,1343 和 1349 共 4 个材料,该类群材料偏少,只有表现为植株高度低、茎粗状、分枝数多、分枝起点部位高、工艺长度短、单株蒴果数和单株粒数多,千粒质量大、产量高. 综合两年结果看,部分材料能够被聚类为同一类,部分材料部分性状在年度间差异明显,说明部分材料受到环境影响差异明显.

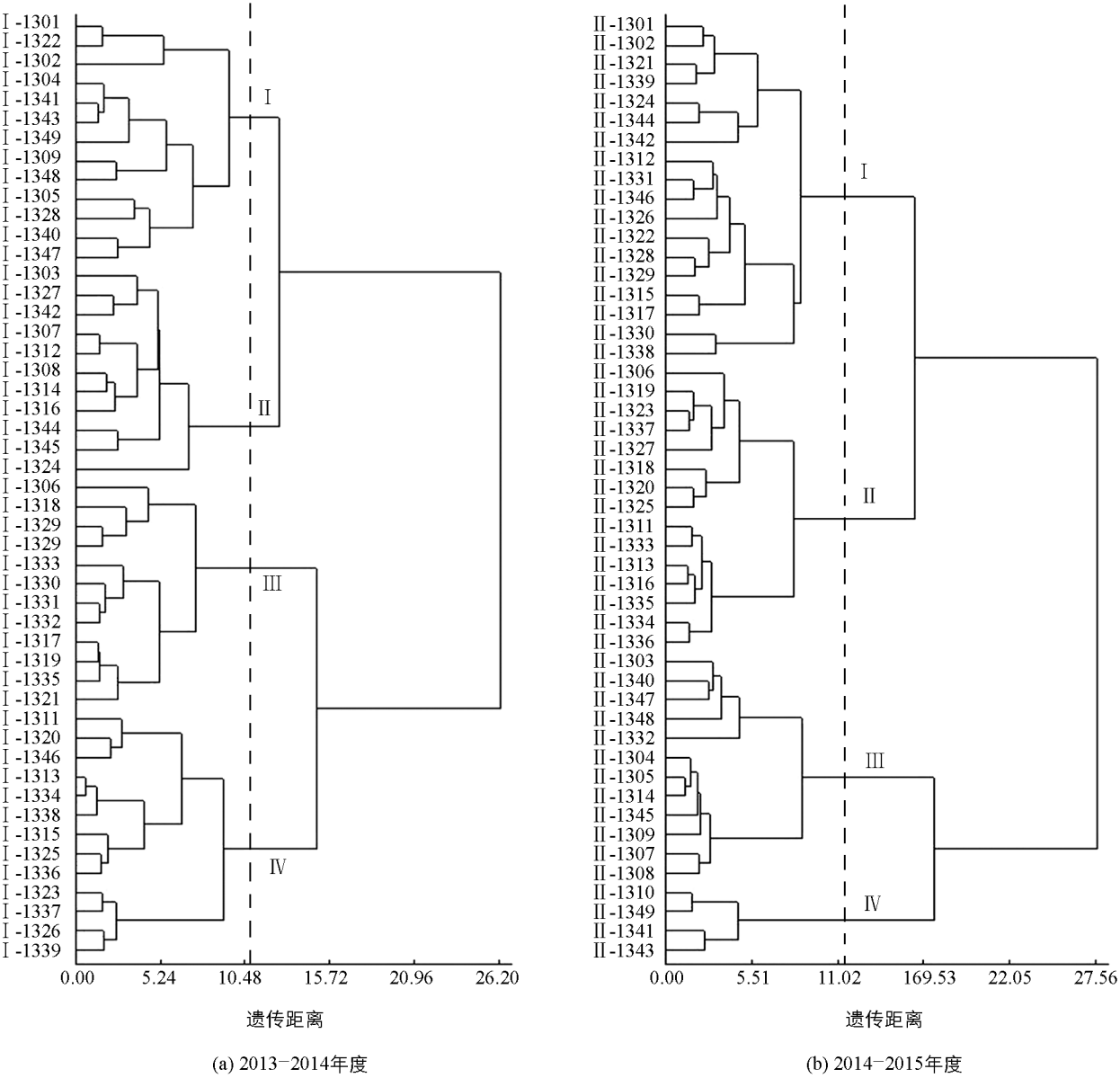


图 3 基于 10 个农艺性状的亚麻种质离差平方方法聚类分析图

3 讨 论

邓欣等^[29]研究发现亚麻的种子产量与分枝数、蒴果数、茎粗、千粒质量等呈正相关, 与工艺长度呈负相关, 结果表明纤维用亚麻和油用亚麻之间协同改良可能有一定的难度. 本研究以 49 份亚麻品种主成分分析表明, 两个年度的 2 个主成分均有互为独立的性状构成因子, 能够较客观地揭示亚麻种质 2 个主成分的向量特性. 主成分构成因子分析表明部分亚麻种质第 1 主成分和第 2 主成分均为正值, 说明只要具有合适的种质资源(如 1349), 纤维用和油用亚麻协同改良是切实可行的.

聚类分析将类似的品种归入同一类, 同类品种彼此间的遗传距离较小, 不同类型的品种有较大的差异, 杂交育种选择亲本时不宜在类群内, 而适宜在类群间进行. 选择遗传距离较远的亚麻品系对于亚麻遗传分析和育种研究具有重要的实践意义, 杜光辉等^[10]根据农艺性状和 ISSR 标记, 采用聚类分析方法将引种至云南昆明的 73 份亚麻种源分成 2 类; 李明^[13]采用 AFLP 方法将选取 18 个中国品种和 67 份来自世界各地的 85 份亚麻材料分为 4 类, 且将栽培种和 3 个野生种区分开来; 张辉等^[12]也采用 10 个农艺性状将 78 份核不育亚麻资源材料通过聚类分析分为 8 个类群. 因此, 不同的材料组成和聚类分析方法以及划分时遗传距离大小都会影响聚类类群数, 但均认为聚类能较真实地表现品种的综合性状, 通过聚类分析既可看出类群间相互关系, 又可了解类群内品系的亲疏远近, 只有聚类结果较稳定, 才能对亲本的合理利用提供客观依据^[12-13]. 本研究利用两年 10 个农艺性状对 49 份亚麻种质进行聚类分析, 虽然两年 49 份亚麻均可分为 4 类, 但是每类包含的亚麻种质存在着一定的差异, 聚类结果略有不同, 说明环境因素影响亚麻的生长发育, 也间接影响亚麻的类群划分. 究其原因, 主要是因为年度不同, 造成亚麻生长发育的每一个时期遇到的生态环境因子(如温度、湿度、光照、水分等)不同, 使得在复杂的生态因子变化影响下, 亚麻各农艺性状表现出现一定偏差, 且各品种对环境因子敏感程度不一样, 所以聚类分析结果不同, 因此, 在对种质进行聚类分析时, 应该进行多年多点试验, 综合考虑不同年份间不同材料的表现. 重庆是一个高温高湿地区, 尤其是在亚麻生长后期, 极易遇到高温胁迫和生理干旱胁迫, 都对亚麻生长发育造成影响, 因此通过品种(系)间综合评价和比较, 才能够筛选到适宜该特殊气候条件下稳定的亚麻种质用于育种和生产.

参考文献:

[1] 孟桂元, 贺再新, 孙焕良, 等. 顶端调控对亚麻农艺性状及抗倒伏变化的影响 [J]. 西北农业学报, 2012, 21(1): 88—93.

[2] 孙兰萍, 许 晖. 亚麻籽生氰糖苷的研究进展 [J]. 中国油脂, 2007, 32(10): 24—27.

[3] 邓乾春, 禹 晓, 黄庆德, 等. 亚麻籽油的营养特性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(4): 715—721.

[4] DAUN J K, BARTHET V J, CHORNICK T L, et al. Structure, Composition and Variety Development of Flaxseed [M] //Flaxseed in Human Nutrition. Champaign: AOCS Press, 2003: 1—40.

[5] SILVA F G D, O'CALLAGAHAN Y, O'BRIEN N M, et al. Antioxidant Capacity of Flaxseed Products: the Effect of in Vitro Digestion [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2013, 68(1): 24—30.

[6] UDENIGWE C C, ALUKO R E. Multifunctional Cationic Peptide Fractions from Flaxseed Protein Hydrolysates [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2012, 67(1): 1—9.

- [7] 郭永利, 范丽娟. 亚麻籽的保健功效和药用价值 [J]. 中国麻业科学, 2007, 29(3): 147—149.
- [8] 何超群, 唐地元, 张龙云, 等. 重庆市涪陵区亚麻试种情况初报 [J]. 中国麻业, 2003, 25(1): 12—13.
- [9] 杨光雁, 陆玉发. 云南纤维亚麻栽培技术 [J]. 中国麻业, 2003, 25(5): 219—222.
- [10] 杜光辉, 吴丽艳, 段继强, 等. 基于农艺性状和 ISSR 标记分析亚麻种源的变异及遗传关系 [J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(3): 11—19.
- [11] 康庆华, 关风芝, 王玉富, 等. 中国亚麻分子育种研究进展 [J]. 中国农业科学, 2006, 39(12): 2428—2434.
- [12] 张 辉, 斯钦巴特尔, 亢鲁毅, 等. 显性核不育亚麻种质资源聚类分析及核心种质库的建立 [J]. 华北农学报, 2012, 27(4): 118—122.
- [13] 李 明. 亚麻种质资源遗传多样性与亲缘关系的 AFLP 分析 [J]. 作物学报, 2011, 37(4): 635—640.
- [14] 刘 浩, 周闲容, 于晓娜, 等. 作物种质资源品质性状鉴定评价现状与展望 [J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 215—221.
- [15] 殷冬梅, 李拴柱, 崔党群, 等. 花生主要农艺性状的相关性及聚类分析 [J]. 中国油料作物学报, 2010, 32(2): 212—216.
- [16] 丁厚栋, 张尧锋, 余华胜, 等. 甘蓝型油菜种质资源的农艺性状聚类分析 [J]. 华北农学报, 2009, 24(Z1): 103—105.
- [17] 陈华萍, 王照丽, 魏育明, 等. 四川小麦地方品种农艺性状与品质性状的聚类分析 [J]. 麦类作物学报, 2006, 26(6): 29—34.
- [18] 唐海涛, 张 彪, 康继伟, 等. 四川省常用玉米自交系“棒三叶”农艺性状聚类分析 [J]. 玉米科学, 2007, 15(6): 32—36.
- [19] 祁志云, 杨 华, 邱正高, 等. 几个主要玉米自交系的配合力及聚类分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(2): 19—25.
- [20] 王黎明, 焦少杰, 姜艳喜, 等. 不同来源甜高粱种质资源的表型遗传多样性分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(2): 411—416.
- [21] 赵国珍, 刘吉新, 陈于敏, 等. 云南高原粳稻品质现状及淀粉 RVA 谱特性分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(11): 34—41.
- [22] 胡建斌, 马双武, 简在海, 等. 中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 612—619.
- [23] 林 立, 胡仲义, 王国明. 舟山群岛野生山茶种群遗传多样性的 ISSR 分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 594—599.
- [24] 陶爱芬, 祁建民, 林培青, 等. 红麻优异种质产量和品质性状主成分聚类分析与综合评价 [J]. 中国农业科学, 2008, 41(9): 2859—2867.
- [25] 张艳欣, 张秀荣, 孙 建. 油料作物种质资源核心收集品研究进展 [J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(1): 152—157.
- [26] 张鲁刚, 王 鸣. 甜瓜种质资源的 Q 型聚类分析及其主成分分析 [J]. 中国西瓜甜瓜, 1990 (1): 14—19.
- [27] 姚 虹. 索氏提取法测定脂肪含量方法改进 [J]. 中州大学学报, 1996, 13(4): 64—65.
- [28] 郑裴鸿, 孙建萍, 孟繁辉. 亚麻纤维长度及分裂度与粗纱煮漂工艺的关系 [J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2001, 17(2): 33—34.
- [29] 邓 欣, 邱财生, 陈信波, 等. 亚麻农艺性状与产量形成关系的多重分析 [J]. 西南农业学报, 2014, 27(2): 535—540.

The Cluster Analysis and Comprehensive Evaluation of Flax Germplasm Based on Principal Components of Agronomic Traits

CUI Cui, ZHOU Qing-yuan, WANG Li-juan,
TAN Zun-fei, GONG Jing, XIE Xu-rong

College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Evaluation, research and utilization of crop germplasm resource is an important component of genetic breeding. 49 flax germplasm varieties were collected as a material to study the genetic diversity and to analyze the principal component and cluster in 2013—2014 and 2014—2015. The results showed that the genetic diversity index of agronomic traits changes from 1.11 to 1.42 and from 1.15 to 1.44 under two years for 49 flax samples; the cumulative contribution rate of the first two principal components of the 49 flax varieties reaches 71.94% and 72.80% under two years. Variance contribution rate of the first principal component are the highest of all and be regarded as seed yield component factor, the data were 45.45% and 50.07%, and that of the second principal component were 25.49% and 22.73% which be regarded as plant height and fibre length factor. According to the first principal components of, the top 10 varieties (lines) fine lines in the two years were selected, of which six flax varieties were the same (1349, 1348, 1340, 1343, 1347 and 1341, respectively). First principal components and second principal components were used to carry out a two dimensional sort of scatter diagram and the yield and fiber length quality of 49 varieties (lines) were comprehensively evaluated. When Euclidean distance genetic level is about 11.00, the 49 flax varieties were classified to 4 groups through cluster analysis under two years. There are 13 and 18 flax varieties respectively in the first group, 11 and 15 flax varieties respectively in the second group, 12 flax varieties respectively in the third group, and 13 and 4 flax varieties respectively in the fourth group. Some of flax varieties under the two years were clustered in the same group, and the results showed that there are a little different genetic distance and ecological adaption to some extent for 49 flax varieties. The genetic characteristics and traits performance of 49 flax germplasm were studied through genetic diversity analysis, principal component ordination and Euclidean genetic distance analysis in this paper, so as to provide the scientific basis for the flax cultivar popularization and improvement.

Key words: flax; principal component analysis; cluster analysis; evaluation of germplasm resources

责任编辑 周仁惠

