

中国花生核心种质中高油酸材料的分布和遗传多样性

任小平, 廖伯寿, 张晓杰, 雷 永, 黄家权, 晏立英, 陈玉宁, 姜慧芳

(中国农业科学院油料作物研究所/农业部油料作物生物学重点实验室, 武汉 430062)

摘要:利用代表花生基础资源的核心种质分析花生高油酸资源的分布和遗传多样性, 结果表明: 在花生核心种质中油酸含量高于 57% 的种质 40 份, 主要分布在密枝亚种(普通型 25 份和龙生型 8 份), 少数分布在疏枝亚种(珍珠豆型 6 份和中间型 1 份); 除了 10 份资源来源于国外(ICRISAT 7 份, 美国 1 份, 日本 1 份和韩国 1 份), 其他种质资源来源于中国 12 个省市。同时发现高油酸种质中 3 份资源的粗脂肪在 55% 左右, 分别是 Zh. h4094(油酸 66.70%, 粗脂肪 54.99%), Zh. h4029(油酸 63.50%, 粗脂肪 55.58%) 和 Zh. h4319(油酸 59.70%, 粗脂肪 56.04%); 基于植物学和产量性状分析, 前 5 个主成份(PC) 可以解释 81.17% 的变异。聚类分析表明, 在阈值为 0.1942 时, 可分为 8 个组。因此中国花生核心种质中高油酸种质存在丰富的遗传多样性, 而且分布较广, 高油酸种质的获得为花生高油酸育种提供基础材料。

关键词:花生; 核心种质; 高油酸; 遗传多样性

Distributing and Genetic Diversity of High Oleic Acid Germplasm in Peanut (*Arachia Hypogaea* L.) Core Collection of China

REN Xiao-ping, LIAO Bo-shou, ZHANG Xiao-jie, LEI Yong, HUANG Jia-quan,

YAN Li-ying, CHEN Yu-ning, JIANG Hui-fang

(Department of Peanut Oil Crop Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Oil Crops Biology, Ministry of Agriculture, Wuhan 430062)

Abstract: Cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) is a widely cultivated commercial plant in the world, which is also an important source of protein and edible oil. Identification of distributing and genetic diversity of high oleic acid germplasm in China peanut (*Arachia Hypogaea*) core collection is important to high oleic acid breeding. There were 40 accessions of germplasm that mean oleic acid content of two years is over 57%, which contains 6 accessions of ssp. *fastigiata* (var. *vulgaris*, 6), 33 accessions of ssp. *hypogaea* (var. *hypogaea*, 25 and var. *hirsute*, 8) and 1 intermediate. Except for 7 accessions coming from ICRISAT, 1 accession coming from America, 1 accession coming from Japan, and 1 accession coming from Korea, the other come from 12 provinces in China. We also discovered three accessions germplasm with high oleic acid and oil content, which are Zh. h4094 (oleic acid = 66.70%, oil content = 54.99%), Zh. h4029 (oleic acid = 63.50%, oil content = 55.58%) and Zh. h4319 (oleic acid = 59.70%, oil content = 56.04%). Based on botanical and yield traits, the first five principal components (PCs) explained 81.17% variation, and based on dendrograms produced in NTSYS-pc 2.10e software, the varieties were classified into 8 groups in value being 0.1942. So, there was abundant genetic diversity of high oleic acid in Chinese peanut core collection. Varieties of high oleic acid Acquired was one strategy to improve oil quality of peanut and to develop high oleic fatty acid using plant breeding techniques.

Key words: Peanut (*Arachis Hypogaea* L.); Core collection; High oleic acid; Genetic diversity

收稿日期: 2010-09-14 修回日期: 2011-02-23

基金项目: 农作物种质资源保护项目 (NB07-2130135-33.34); 植物种质资源平台项目 (2005DKA21002-13, 2005DKA21001-20); 国家科技支撑计划 (2006BAD13B05-2); 国家自然科学基金项目 (30571132); 中国农业科学院院长基金项目 (1610172011004)

作者简介: 任小平, 硕士, 从事花生种质资源研究。E-mail: renxp1972@hotmail.com

通讯作者: 姜慧芳, 博士, 研究员, 从事花生种质资源研究。E-mail: peanutlab@oilcrops.cn

廖伯寿, 博士, 研究员, 从事花生遗传育种研究。E-mail: lbo@shou@hotmail.com

花生 (*Arachis hypogaea* L.) 是世界范围内广泛栽培的油料作物和经济作物之一, 是油脂和蛋白质的重要来源。中国是世界上重要的花生生产国, 年总产约 1430 万 t, 占全球总产的 40% 以上^[1]。中国花生近 55% 用于榨油, 近 5 年来全国花生油年产量 230 万 t 左右, 占国产植物油的 23%^[2]。花生油含有丰富的油酸、亚油酸等营养物质, 其营养价值与橄榄油相媲美^[3]。研究表明, 油酸 (OA) 为单不饱和脂肪酸 (MUFA), 具有降低高血脂症患者血脂水平以及预防心血管疾病的作用, 可降低血清总胆固醇 (TC)、血压 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDLC), 并保持高密度脂蛋白胆固醇 (HDLC) 不降低^[4]。

随着生活水平的提高, 人们对花生油的营养价值越来越重视, 但是花生的品质育种比较滞后, 特别是高油酸育种, 其主要原因是高油酸的资源分布及遗传多样性研究比较少。在过去, 花生种质资源并没有系统评价高油酸种质的分布和遗传多样性, 主要原因是需要检测的花生种质资源份数过于庞大。为了解决该问题, 建立代表花生种质资源多样性的核心收集品和微核心收集品^[5-10]。核心和微核心收集品提高资源鉴定评价效率, 减少评价资源的份数, 增加找到有益基因的可能性, 加速高油酸育种的进程。花生核心和微核心收集品成功用于抗性资源的鉴定, 如番茄斑萎病毒^[11]、晚疫病^[12], 耐旱鉴定^[13]、耐寒鉴定^[14]、早熟鉴定^[15], 获得很多耐寒、耐旱、早熟、抗黄曲霉等性状的优异种质资源, 为这些性状的育种奠定基础。本研究以中国花生核心种质为材料, 进行脂肪酸含量分析, 获得富含高油酸的花生品种, 并对高油酸种质进行植物学性状的多样性, DNA 遗传多样性, 遗传稳定性研究, 为资源有效利用提供基础及花生高油酸育种提供理想种质资源。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以全套中国花生核心种质资源 (576 份) 为试验材料, 保存在中国农业科学院油料作物研究所花生种质资源课题组。

1.2 试验方法

1.2.1 脂肪酸分析 2006-2007 年连续 2 年在湖北武汉种植中国花生核心种质 576 份, 成熟收获后晒干。选取成熟饱满无发芽、无破损、无病斑的新鲜干花生种子, 由农业部油料及制品质量监督检验测试中心按 GB/T14488.1-1993 分析脂肪酸。2009 年对筛选的高油酸种质分别在四川南充、广西南宁、湖北武

汉种植。收获后, 由农业部油料及制品质量监督检验测试中心分析含油量。

1.2.2 高油酸种质植物学性状的调查 2006-2007 年连续 2 年将鉴定出的高油酸材料种植于中国农科院油料所试验农场, 对主要农艺性状 (主茎高、侧枝长、有效枝长、总分枝数、单株结果数、结果分枝数、百果重、百果仁重、百仁重、小区产量) 进行调查, 调查方法和标准按《花生种质资源描述规范和数据标准》^[16] 进行。采用 SPSS 软件进行主成分分析。

1.2.3 SSR 反应体系及程序 DNA 的提取选取花生健康幼叶, 用 CTAB 法提取基因组 DNA^[17]。SSR 引物序列由上海生物技术公司合成。PCR 反应按本实验室建立的优化体系进行, 反应总体积为 10 μ l, 含 10mmol/L Tris-HCl (pH 8.3), 50mmol/L KCl, 10-20 ng 基因组 DNA, 10-40 pmol/L 引物对, 2-4mmol/L MgCl₂, 300-400 mol/L dNTP (上海) 和 0.8-1.2 U Taq DNA 聚合酶 (上海)。反应程序依照 Touch Down^[18] 的方法, 共 48 个循环, 每 2 个循环退火温度降低 1 $^{\circ}$ C, 起始退火温度为 65 $^{\circ}$ C。

1.2.4 统计分析 以 0、1、9 统计 SSR 扩增带型, 并建立相应的数据库。在相同迁移率位置上, 有带记为 1, 无带记为 0, 缺失记为 9。再根据不同分析软件的格式要求作相应转换。遗传距离应用 NTSYS-pc V2.0 软件^[19] 进行计算和树状聚类图利用 Mega 软件绘制。

2 结果与分析

2.1 中国花生核心种质中高油酸种质的分布

中国花生核心种质油酸平均含量为 50.2%, 变幅为 37.56%~67.17%。油酸含量大于 57.5% 的种质资源有 40 份 (表 1), 主要分布在密枝亚种 (普通型 25 份, 龙生型 8 份), 疏枝亚种的材料较少 (珍珠豆型 6 份)。而且高油酸材料的来源分布较广, 除了 7 份材料来源于其他国家或国际组织外, 33 份材料来源于中国的 12 个省, 其中河南省和四川省各 5 份, 广东省和黑龙江省各 4 份, 山东省 3 份。油酸含量最高的材料是来源于广东的 Zh. h2645, 为 67.17%, 其次为来源于 ICRISAT 的 Zh. h5729, 为 66.80%。同时发现 3 份材料油酸和粗脂肪都较高的材料, 分别为 Zh. h4094 (油酸含量 66.70%, 粗脂肪 54.99%)、Zh. h4029 (油酸含量 63.50%, 粗脂肪 55.58%) 和 Zh. h4319 (油酸含量 59.70%, 粗脂肪 56.04%)。另外, 经过多年多点鉴定油酸含量和亚

油酸含量在年份和地域间差异并不明显,油酸和亚油酸量总和在 80% 左右。因此,高油酸种质的油酸

含量比较稳定,而且在中国分布比较广,对中国不同区域开展高油酸育种具有重要的理论意义。

表 1 中国花生核心种质高油酸资源的基本信息

Table 1 Primary information of high oleic acid germplasm in China peanut core collection

统一编号 Unified code	类型 Variety	来源 Source	粗脂肪(%) Oil content ^a	油酸(%) Oleic Acid ^b	亚油酸(%) Linoleic acid ^c
Zh. h2645	普通型 <i>Hypogaea</i>	广东 Guangdong	51.57	67.17	16.20
Zh. h5729	普通型 <i>Hypogaea</i>	ICRISAT	51.77	66.80	15.00
Zh. h3972	普通型 <i>Hypogaea</i>	美国 America	50.32	66.70	14.70
Zh. h4094	普通型 <i>Hypogaea</i>	ICRISAT	54.99	66.70	14.60
Zh. h1438	普通型 <i>Hypogaea</i>	日本 Japan	51.87	64.30	15.80
Zh. h2288	龙生型 <i>Hirsuta</i>	浙江 Zhejiang	49.57	64.30	17.20
Zh. h2480	普通型 <i>Hypogaea</i>	河南 Henan	50.08	64.10	16.00
Zh. h1056	普通型 <i>Hypogaea</i>	河南 Henan	51.52	64.00	16.00
Zh. h1011	普通型 <i>Hypogaea</i>	山东 Shandong	50.72	63.90	17.30
Zh. h5122	普通型 <i>Hypogaea</i>	海南 Hainan	51.46	63.80	16.90
Zh. h0610	龙生型 <i>Hirsuta</i>	江西 Jiangxi	52.20	63.50	16.50
Zh. h0883	普通型 <i>Hypogaea</i>	山东 Shandong	50.28	63.50	16.50
Zh. h4029	普通型 <i>Hypogaea</i>	ICRISAT	55.58	63.50	17.00
Zh. h2374	龙生型 <i>Hirsuta</i>	广东 Guangdong	52.32	63.10	16.70
Zh. h5693	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	Korea	51.85	62.70	18.60
Zh. h1182	普通型 <i>Hypogaea</i>	江苏 Jiangsu	50.65	62.60	16.90
Zh. h2667	普通型 <i>Hypogaea</i>	广东 Guangdong	51.48	62.60	18.60
Zh. h2468	普通型 <i>Hypogaea</i>	河南 Henan	51.38	62.50	18.10
Zh. h2910	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	ICRISAT	52.92	62.50	19.30
Zh. h4833	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	黑龙江 Helongjiang	50.04	62.50	18.40
Zh. h2292	龙生型 <i>Hirsuta</i>	浙江 Zhejiang	48.22	61.90	16.10
Zh. h2319	龙生型 <i>Hirsuta</i>	江西 Jiangxi	48.19	61.80	19.00
Zh. h1684	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	河南 Henan	53.04	61.70	16.60
Zh. h2235	龙生型 <i>Hirsuta</i>	四川 Sichuan	48.91	61.70	18.10
Zh. h2574	普通型 <i>Hypogaea</i>	安徽 Anhui	50.72	61.70	19.40
Zh. h0582	龙生型 <i>Hirsuta</i>	四川 Sichuan	48.54	61.50	18.20
Zh. h2193	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	黑龙江 Helongjiang	51.35	61.50	18.90
Zh. h2673	普通型 <i>Hypogaea</i>	广东 Guangdong	50.93	61.50	20.40
Zh. h4997	普通型 <i>Hypogaea</i>	四川 Sichuan	50.99	60.40	18.20
Zh. h4117	普通型 <i>Hypogaea</i>	ICRISAT	50.04	60.10	18.40
Zh. h0585	龙生型 <i>Hirsuta</i>	四川 Sichuan	49.22	60.00	19.20
Zh. h0990	普通型 <i>Hypogaea</i>	山东 Shandong	49.42	60.00	19.90
Zh. h4319	普通型 <i>Hypogaea</i>	ICRISAT	56.04	59.70	19.20
Zh. h2730	普通型 <i>Hypogaea</i>	黑龙江 Helongjiang	50.84	59.50	20.70
Zh. h2800	中间型 <i>Intermediate</i>	湖北 Hebei	51.37	59.20	20.90
Zh. h2728	普通型 <i>Hypogaea</i>	黑龙江 Helongjiang	51.18	58.90	21.10
Zh. h3657	珍珠豆型 <i>Vulgaris</i>	ICRISAT	52.20	58.90	19.40
Zh. h2504	普通型 <i>Hypogaea</i>	四川 Sichuan	49.81	58.60	18.40
Zh. h1031	普通型 <i>Hypogaea</i>	河南 Henan	50.78	58.40	20.90
Zh. h5616	普通型 <i>Hypogaea</i>	广西 Guangxi	51.23	57.70	22.40

a、b 和 c 分别表示粗脂肪、油酸和亚油酸在武汉、南宁和南充的平均值

a, b and c stand for mean of oil content, oleic acid, linoleic acid in Wuhan, Nanning and Nanchong respectively

2.2 高油酸种质的主要植物学性状和产量性状

40份高油酸种质资源的主茎高平均值为59.81cm,变幅39.60~93.20cm;侧枝长平均值为70.06cm,变幅48.95~108.30cm;百果重平均值为179.88g,变幅99.8~242.75g;百仁重平均值为70.11g,变幅为39.60~98.85g;产量平均值为2717.65kg/hm²,变幅1298.78~4086.06kg/hm²(表

2)。百果重在200g以上的有14个品种,前3位是Zh. h4029(242.75g)、Zh. h0883(241.20g)、Zh. h2800(239.75g)。产量在3000kg/hm²以上的品种有10个,前3位是Zh. h0883(4086.06kg/hm²)、Zh. h1182(3955.00kg/hm²)、Zh. h2910(3741.00kg/hm²)。因此高油酸种质在植物学性状和产量性状上存在丰富的遗传多样性。

表2 中国花生核心种质高油酸资源表型性状分析及主成分分析

Table 2 Phenotypic analysis and PCA of high oleic acid germplasm in China peanut core collection

性状 Trait	平均值 Mean	变幅 Range	主成分 Component				
			1	2	3	4	5
特征根 Latent root	-	-	6.459	3.382	2.708	1.492	1.382
可解释的变异 Variation explained	-	-	33.994	17.798	14.251	7.852	7.272
主茎高(cm) Plant height	59.81	39.60~93.20	0.167	-0.794	-0.231	-0.006	0.445
侧枝长(cm) Primary branch length	70.06	48.95~108.30	-0.312	-0.814	0.251	0.134	0.232
有效枝长(cm) Effective branch length	9.84	4.95~18.37	-0.572	0.143	0.155	0.699	-0.272
总分枝数 Total branch	12.01	4.35~17.75	-0.086	0.208	0.903	-0.224	0.080
单株结果数 Total pods per plant	10.54	3.50~18.35	0.010	0.573	-0.470	0.245	0.428
结果分枝数 Branch with pods	4.68	2.95~9.00	-0.075	0.672	0.045	-0.022	0.498
百果重(g) 100-pod weight	179.88	99.80~242.75	0.949	-0.148	0.088	0.167	0.016
百果仁重(g) Seed weight per 100-pod	133.60	76.85~181.35	0.935	-0.098	0.021	0.114	-0.109
百仁重(g) 100-seed weight	70.11	39.60~98.85	0.955	-0.012	-0.083	-0.009	-0.106
小区产量(kg/hm ²) Yield	2717.65	1298.78~4086.06	0.286	0.622	-0.127	0.091	0.303

对10个主要植物学性状和产量性状进行主成分分析(表2),结果显示,在所有的主成分构成中,信息主要集中在前5个主要成分,其累积贡献率达81.167%。其中主成分1贡献率和特征值最大,分别为33.994%和6.459,主成分2贡献率和特征值为17.798%和3.382,主成分3贡献率和特征值为14.251%和2.708,主成分4贡献率和特征值为7.852%和1.492,主成分5贡献率和特征值最小,分别为7.272%和1.382。从表2可以看出,主成分1的特征向量中,载荷较高的表型性状有百果重、百果仁重和百仁重;主成分2的特征向量中,载荷较高的表型性状有单株结果数、结果分枝数和小区产量,而主茎高和侧枝长载荷较高,但为负值;主成分3的特征向量中,载荷较高的表型性状有总分枝数;主成分4的特征向量中,载荷较高的表型性状有有效枝长;主成分5的特征向量中,载荷较高的表型性状有主茎高和结果分枝数。

2.3 高油酸种质的SSR遗传多样性

22对SSR引物在40份高油酸种质资源扩增获得80条多态性条带,平均每对引物扩增3.6364条多态性条带。遗传距离大于0.6的组合有117个,大于0.5的组合有66个,遗传距离小于0.2的组合有75个。表明高油酸种质资源存在丰富的遗传多

样性。最大遗传距离为0.72,在Zh. h4029与Zh. h5122和Zh. h4029与Zh. h4833之间。

40份高油酸种质资源聚类分析表明,在阈值为0.1942时可分为8个组群(图1)。组群1包含2份来源于ICRISAT和韩国的珍珠豆型品种与6份来源于中国6省市的珍珠豆型、龙生型和普通型品种。组群2包含4份不同来源的普通型品种和1份中间型品种。组群3包含4份普通型品种和1份来源于广东的龙生型品种。组群4包含5份品种,分别为1份珍珠豆型、2份龙生型和2份普通型品种。组群5包含3份来源于河南、四川和ICRISAT的普通型品种。组群6包含8份普通型品种,分别来源于美国、日本、ICRISAT和中国广东、中国山东。组群7包含2份珍珠豆型、1份龙生型和1份普通型品种。组群8包含2份来源于浙江的龙生型品种。

3 讨论

本研究以中国花生核心种质为材料,系统分析其油酸含量的遗传变异,获得高油酸材料40份(油酸含量 $\geq 57.0\%$)。主要分布在密枝亚种(普通型和龙生型),疏枝亚种的材料较少^[10]。这些材料分布在中国12个省、自治区、市,其中河南省和四川省各5份,广东省和黑龙江省各4份,山东省3份,表

明中国花生高油酸材料的分布较广,而且油酸含量比较稳定,对中国各花生产区开展高油酸育种具有重要意义。同时发现 3 份油酸和粗脂肪都较高的材料,分别为 Zh. h4094、Zh. h4029 和 Zh. h4319。因此,利用花生核心种质发掘高油酸材料是有效的,这将对进一步分析核心种质发掘高油、抗黄曲霉等其他重要性状的种质资源具有参考价值。

植物学性状及 SSR 标记分析表明中国花生核心种质中高油酸材料存在丰富的遗传多样性。遗传距离大于 0.6 的组合有 117 个,大于 0.5 的组合有 66 个,遗传距离小于 0.2 的组合有 75 个。最大遗传距离为 0.72,在 Zh. h4029 与 Zh. h5122 和 Zh. h4029

与 Zh. h4833 之间。因此,在对这些优良品种进行遗传改良时,可以选择这些亲缘关系较远、遗传距离较大的种质,扩大我国花生品种改良的遗传基础。

4 结论

中国花生核心种质中高油酸材料存在丰富的遗传多样性,而且中国花生高油酸材料的分布较广。获得 3 份油酸和粗脂肪都较高的材料,分别为 Zh. h4094、Zh. h4029 和 Zh. h4319,有利于中国花生品质改良。遗传距离最大的 2 对材料(Zh. h4029 与 Zh. h5122 和 Zh. h4029 与 Zh. h4833)对花生油酸的基础研究提供理想的基础材料。

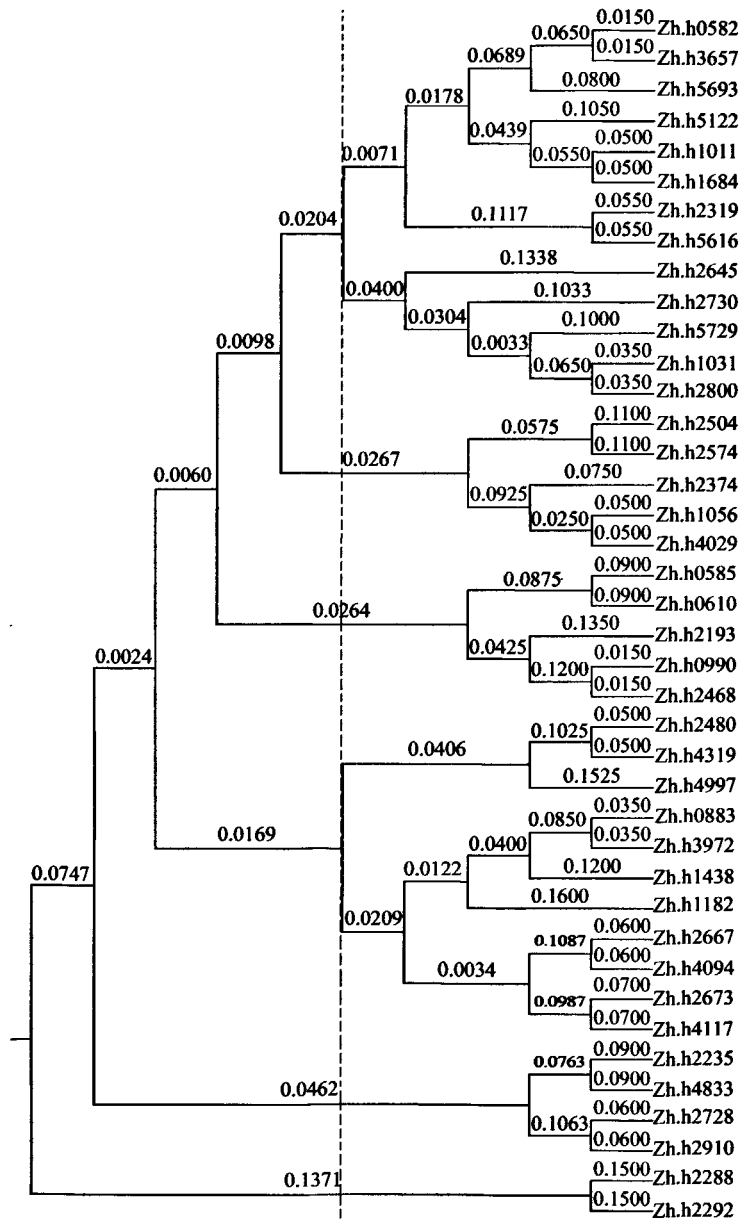


图 1 中国花生核心种质中 40 份高油酸资源的关系

Fig. 1 Dendrogram of 40 accessions of high oleic acid in China peanut core collection

参考文献

- [1] 廖伯寿. 花生在中国食物安全和农业发展中作用的经济分析[J]. 粮食与油脂, 2001(10):28-29
- [2] 王耀波, 张艺兵, 张鹏, 等. 入世后中国花生发展前景及促进出口的对策[J]. 花生学报, 2003, 32(增刊): 24-29
- [3] 姚云游. 花生油与橄榄油营养价值的比较[J]. 中国油脂, 2005, 30(4):66-68
- [4] 苏宜香, 郭艳. 膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况[J]. 中国油脂, 2003, 28(1):31-34
- [5] Holbrook C C, Anderson W F, Pittman R N. Selection of a core collection from the US Germplasm collection of peanut[J]. Crop Sci, 1993, 33:859-861
- [6] Holbrook C C, Dong W B. Development and evaluation of a mini core collection for the US peanut germplasm collection[J]. Crop Sci, 2005, 45:1540-1544
- [7] Upadhyaya H D, Ortiz R, Bramel P J, et al. Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical and morphological descriptors[J]. Gene Resour Crop Evol, 2003, 50: 139-148
- [8] Upadhyaya H D, Bramel P J, Ortiz R, et al. Developing a mini core of peanut for utilization of genetic resources[J]. Crop Sci, 2002, 42:2150-2156
- [9] 吕建伟, 姜慧芳, 任小平, 等. 国际半干旱热带地区作物研究所花生微核心种质含油量及脂肪酸分析与鉴定[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(5):555-559
- [10] 姜慧芳, 任小平, 黄家权, 等. 中国花生小核心种质的建立及高油酸基因源的发掘[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(3): 287-291
- [11] Anderson W F, Holbrook C C, Culbreath A K. Screening the core collection for resistance to tomato spotted wilt virus[J]. Peanut Sci, 1996, 23:57-61
- [12] Holbrook C C, Anderson W F. Evaluation of a core collection to identify resistance to late leaf spot in peanut[J]. Crop Sci, 1995, 35:1700-1702
- [13] Upadhyaya H D. Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut[J]. Crop Sci, 2005, 45: 1432-1440
- [14] Upadhyaya H D, Nigam S N, Singh S. Evaluation of groundnut core collections to identify sources of tolerance to low temperature at germination[J]. Plant Genet Resour, 2001, 14: 165-167
- [15] Upadhyaya H D, Reddy L J, Gowda C L, et al. Identification of diverse groundnut germplasm; Sources of early maturity in a core collection[J]. Field Crops Res, 2006, 97:261-271
- [16] 姜慧芳, 段乃雄. 花生种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006:11-36
- [17] 陈本银, 姜慧芳, 任小平, 等. 野生花生抗青枯病种质的发掘及分子鉴定[J]. 华北农学报, 2008, 23(3):170-175
- [18] 陈本银, 姜慧芳, 廖伯寿, 等. 野生花生种质的 SSR 遗传多样性[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(4):296-303
- [19] 刘金, 关建平, 徐东旭, 等. 小扁豆种质资源 SSR 标记遗传多样性及群体结构分析[J]. 作物学报, 2008, 34(11): 1901-1909
- [4] 孙春梅, 李绍伟, 任丽, 等. 花生品种品质分析及品质育种方向[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(11):2005-2006
- [5] 单世华, 万书波, 邱庆树, 等. 我国花生种质资源品质性状评价[J]. 山东农业科学, 2007(6):40-42
- [6] 刘立峰, 耿立格, 王静华, 等. 河北省花生地方品种农艺性状和品质性状的遗传分化[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(2):190-194
- [7] 徐宜民, 甘信民, 曹玉良, 等. 花生主要营养品质性状和农艺性状配合力的研究[J]. 中国农业科学, 1995, 28(2): 15-23
- [8] 夏友霖, 赖明芳, 曾彦, 等. 花生生产量和品质性状的配合力及相对遗传力分析[J]. 西南农业学报, 2006, 19(2): 260-264
- [9] 张晓杰, 姜慧芳, 任小平, 等. 中国花生核心种质的主成分分析及相关分析[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(3): 298-304
- [10] 孟庆立, 关周博, 冯佰利, 等. 胡银岗谷子抗旱相关性状的主成分与模糊聚类分析[J]. 中国农业科学, 2009, 42(8): 2667-2675
- [11] 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
- [12] 赵银月, 耿智德, 保丽萍, 等. 云南省大豆地方品种资源的主成分分析及聚类分析[J]. 湖南农业大学学报, 2007, 33(8): 120-122
- [13] 白志英, 李存东, 孙红春. 小麦代换系抗旱生理指标的主成分分析及综合评价[J]. 中国农业科学, 2008, 41(12):4264-4272
- [14] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [15] 孙宪印, 吴科, 钱兆国. 黄淮冬麦区北片水地供试小麦品种(系)主要品质性状的主成分分析和聚类分析[J]. 山东农业科学, 2006(1):24-26
- [16] 张晓煜, 刘静, 王连喜. 枸杞品质综合评价体系构建[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3):416-421
- [17] 王新超, 陈亮, 杨亚军. 广西茶树资源生化成分多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(3):309-314
- [18] 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
- [19] 胡兴雨, 陆平, 贺建波, 等. 黍稷农艺性状的主成分分析与聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(4):492-496
- [20] Kris-Etherton P M, Pearson T A, Wan Y, et al. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentration[J]. Am J Nutr, 1999, 70: 1009-1015
- [21] 王有武, 魏凌基, 艾尼瓦尔. 春小麦谷蛋白亚基-醇溶蛋白电泳谱带及主要品质指标的主成分分析和聚类分析[J]. 石河子大学学报:自然科学版, 2004, 22(4):277-281
- [22] 韩立德, 盖均镛, 邱家驹. 采用大豆感官品质性状遗传变异及品质育种目标性状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(1): 16-20

(上接第 512 页)

作者: [任小平](#), [廖伯寿](#), [张晓杰](#), [雷永](#), [黄家权](#), [晏立英](#), [陈玉宁](#), [姜慧芳](#), [REN Xiao-ping](#), [LIAO Bo-shou](#), [ZHANG Xiao-jie](#), [LEI Yong](#), [HUANG Jia-quan](#), [YAN Li-ying](#), [CHEN Yu-ning](#), [JIANG Hui-fang](#)

作者单位: [中国农业科学院油料作物研究所/农业部油料作物生物学重点实验室, 武汉, 430062](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)

年, 卷(期): 2011, 12(4)

参考文献(19条)

1. [刘金;关建平;徐东旭](#) [小扁豆种质资源SSR标记遗传多样性及群体结构分析](#) 2008(11)
2. [陈本银;姜慧芳;廖伯寿](#) [野生花生种质的SSR遗传多样性](#) 2008(04)
3. [陈本银;姜慧芳;任小平](#) [野生花生抗青枯病种质的发掘及分子鉴定](#) 2008(03)
4. [姜慧芳;段乃雄](#) [花生种质资源描述规范和数据标准](#) 2006
5. [Upadhyaya H D;Reddy L J;Gowda C L](#) [Identification of diverse groundnut germplasm: Sources of early maturity in a core collection](#)[外文期刊] 2006
6. [Holbrook C C;Anderson W F](#) [Evaluation of a core collection to identify resistance to late leaf spot in peanut](#)[外文期刊] 1995
7. [Anderson W F;Holbrook C C;Culbreath A K](#) [Screening the core collection for resistance to tomato spotted wilt virus](#) [外文期刊] 1996
8. [姜慧芳;任小平;黄家权](#) [中国花生小核心种质的建立及高油酸基因源的发掘](#) 2008(03)
9. [吕建伟;姜慧芳;任小平](#) [国际半干旱热带地区作物研究所花生微核心种质含油量及脂肪酸分析与鉴定](#) 2010(05)
10. [Upadhyaya H D;Bramel P J;Ortiz R](#) [Developing a mini core of peanut for utilization of genetic resources](#) 2002
11. [Upadhyaya H D;Ortiz R;Bramel P J](#) [Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical and morphological descriptors](#)[外文期刊] 2003
12. [Upadhyaya H D;Nigam S N;Singh S](#) [Evaluation of groundnut core collections to identify sources of tolerance to low temperature at germination](#) 2001
13. [Upadhyaya H D](#) [Variability for drought resistance related traits in the mini core collection of peanut](#)[外文期刊] 2005
14. [Holbrook C C;Dong W B](#) [Development and evaluation of a mini core collection for the US peanut germplasm collection](#)[外文期刊] 2005
15. [Hoibrook C C;Anderson W F;Pittman R N](#) [Selection of a core collection from the US Germplasm collection of peanut](#) 1993
16. [苏宜香;郭艳](#) [膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况](#) 2003(01)
17. [姚云游](#) [花生油与橄榄油营养价值的比较](#) 2005(04)
18. [王耀波;张艺兵;张鹏](#) [人世后中国花生产业发展前景及促进出口的对策](#) 2003(增刊)
19. [廖伯寿](#) [花生在中国食物安全和农业发展中作用的经济学分析](#) 2001(10)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201104005.aspx