

陈志德, 沈 一, 梁 满, 等. 花生品种不同性状遗传多样性和稳定性分析[J]. 江苏农业科学, 2025, 53(15): 130–136.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.15.018

花生品种不同性状遗传多样性和稳定性分析

陈志德¹, 沈 一¹, 梁 满¹, 刘永惠¹, 沈 悦¹, 王晓军², 孙东雷², 卞能飞²,
丁 彬³, 冯梦诗³, 常 蕾³, 蒋 莹³

(1. 江苏省农业科学院经济作物研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏徐州 221131;
3. 江苏省农业科学院泰州农科所, 江苏泰州 225300)

摘要:为深入了解花生不同性状的遗传变异特性, 筛选 50 个性状差异明显的品种在南京、徐州和泰州 3 个环境下种植, 通过变异系数、显著性和聚类分析, 评价品种农艺、产量和品质性状的变异性和稳定性。结果表明, 不同农艺和产量性状的变异系数在 1.36% ~ 18.02% 之间, 不同脂肪酸含量变异系数在 2.44% ~ 130.97% 之间, 遗传多样性丰富。不同环境下农艺、产量和品质性状存在显著差异, 这种差异因性状而异, 但与生长期温度高低和积温多寡关系不明显。基于品质性状将 50 个品种分为 2 个类群, 其中第 I 类群油酸含量为 80.55%, 棕榈酸含量为 6.42%, 为高油酸低棕榈酸品种; 第 II 类群油酸含量为 45.93%, 棕榈酸含量为 11.54%, 为普通油酸高棕榈酸品种。基于农艺和产量性状将 50 个品种聚为 4 个类群, 第 I 类群为中小果品种, 第 II 类群为中大果品种, 第 III 类群为小果品种, 第 IV 类群为大果品种, 类群间荚果和籽仁大小差异明显, 如第 III 类群百果重为 127.31 g, 百仁重为 54.81 g; 第 IV 类群百果重为 264.52 g, 百仁重为 84.45 g。结果可为花生品种利用、高质品种选育和优质栽培提供参考。

关键词:花生; 农艺性状; 产量性状; 品质性状; 多样性; 稳定性

中图分类号:S565.203; S565.204 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)15-0130-07

花生是我国重要的油料作物, 对保障国家食用植物油安全供给具有重要作用^[1-2], 提高产量和含油量, 改善脂肪酸组成, 一直是花生育种研究的重要目标^[3-5]。株高、侧枝长、果枝数、结果数、荚果

重、种子重等是花生主要的农艺和产量性状^[6], 品质性状包括含油量、蛋白质含量、脂肪酸组分及含量等^[7]。花生不同性状遗传变异明显, 严鑫等的研究表明, 单株产量、百果重、百仁重等 13 个农艺性状的变异系数在 8.02% ~ 36.78% 之间, 平均 18.55%^[8]。李洁等分析表明, 主茎高、单株果枝数、单株结果数、百果重、百仁重和出仁率的变异系数均超过 10%, 其中单株结果数变异最大, 为

收稿日期: 2024-08-15

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(编号: CARS-13)。

作者简介: 陈志德(1965—), 男, 江苏宜兴人, 博士, 研究员, 主要从事花生遗传育种与栽培研究。E-mail: chen701865@aliyun.com。

[12] 吴 琪, 宁维光, 曹广英, 等. 花生荚果不同成熟度对籽仁品质性状的影响[J]. 花生学报, 2018, 47(2): 68–73.

[13] 郭 颂, 胡朋举, 宋亚辉, 等. 花生籽仁中 10 种氨基酸含量遗传与 QTL 定位分析[J]. 中国油料作物学报, 2025, 47(2): 363–369.

[14] 李向东, 王晓云, 张高英, 等. 花生衰老进程的研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(6): 121–127.

[15] 王亚琴, 梁承邳, 黄江康. 植物叶片衰老的特性、基因表达及调控[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(3): 87–90.

[16] 王吉伟, 漆栋良. 不同灌水施肥方式对玉米叶片生理特性和产量的影响[J]. 中国农学通报, 2020, 36(26): 1–8.

[17] 张智猛, 万书波, 戴良香, 等. 施氮水平对不同花生品种氮代谢及相关酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(2): 280–290.

[18] 谢美华, 罗中泽, 李 霖, 等. 干旱胁迫对不同玉米品种幼苗生

理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 58–60.

[19] 张智猛, 万书波, 孙奎香, 等. 氮素供应水平对小粒型花生氮素代谢及相关酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(2): 170–175.

[20] 王媛媛, 张佳蕾, 张 凤, 等. 硫肥不同用量对花生氮代谢的影响[J]. 花生学报, 2013, 42(1): 12–17.

[21] 范雪梅. 花后干旱和渍水下氮素对小麦籽粒品质形成的影响及其生理机制[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.

[22] 赵 辉. 花后高温和水分逆境对小麦籽粒品质形成的生理影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2006: 99–107.

[23] 李建敏, 王振林, 高荣岐, 等. 强、弱筋小麦籽粒形成期蔗糖、淀粉合成相关酶活性及其与氮代谢的关系[J]. 作物学报, 2008, 34(6): 1019–1026.

[24] 李卫华, 郝乃斌, 戈巧英, 等. C₃ 植物中 C₄ 途径的研究进展[J]. 植物学通报, 1999(2): 97–106.

37.96%, 出仁率变异最小, 为 12.05%^[9]。张小利等的研究表明, 19 个性状的变异系数在 4.21% ~ 43.42% 之间, 其中主茎高、单株总分枝数、单株荚果数和单株生产力变异丰富^[10]。殷冬梅等对 51 个花生骨干亲本的分析结果表明, 不同品种品质性状的变异系数差异明显, 其中油亚比变异最大, 为 32.67%, 硬脂酸含量次之, 山嵛酸、棕榈酸含量的变异较小^[11]。不同耕作方式也影响花生油脂品质, 花生玉米间作和花生玉米轮作的花生含油量和棕榈酸、亚油酸、二十四烷酸含量均高于连作, 油酸含量低于连作, 花生酸、花生烯酸含量与连作无显著差异^[12]。

花生的农艺、产量和品质特征大多是受遗传和环境综合影响的数量性状^[13-15]。张玉松等研究认为, 同一品种在冷凉区种植, 植株性状、产量、含油量和蛋白质含量均较温暖区均显著降低, 油酸、亚油酸、蔗糖含量均显著升高^[16]。严孜等的研究表明, 油酸含量受环境影响最小, 其次是蛋白质含量, 脂肪含量较易受环境和气候变化的影响^[17]。郭峰等的研究表明, 不同年份间花生二十四烷酸、山嵛酸、棕榈酸含量的变异系数较小, 油酸、亚油酸含量的变异系数较大^[18]。积温与花生脂肪含量呈极显著正相关^[19], 当外界温度降低后, 植物通过脂肪酸的不饱和程度来增加膜脂流动性, 以适应外界环境的变化^[20]。梁煜莹等研究发现, 蛋白质含量和油酸含量呈现随纬度升高而降低、亚油酸含量随纬度升高而升高的趋势^[21]。

关于花生农艺、产量和品质性状的遗传多样性研究已有大量报道, 但多数研究关注于地方资源或农家品种, 且大多在单一环境下进行鉴定。本研究筛选不同区域 50 个性状差异明显的品种种植在江苏省南京市、徐州市和泰州市 3 个环境下, 通过变异系数、显著性和聚类分析, 评价花生农艺、产量和品质性状的变异性和稳定性以及与温度的关系, 以期为花生品种的利用和优质栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

材料选自近年来我国长江花生片和北方花生片新品种联合鉴定试验, 共 50 个, 其中辽宁省 1 个, 河南省 16 个, 湖南省 1 个, 湖北省 6 个, 河北省 8 个, 山东省 7 个, 江苏省 11 个。

1.2 试验方法

试验于 2022 年分别在江苏省农业科学院六合

基地、江苏徐淮地区徐州农业科学研究所现代农业试验基地和江苏省农业科学院泰州市农业科学院试验基地进行, 试验地均为冬闲田, 地势平坦, 肥力中等。采用春播露地垄作(机械起垄)方式种植, 垄宽 85 cm, 垄高 20 cm, 每垄 2 行, 穴距 18 cm, 每穴播 3 粒, 留 2 苗。

参试品种随机排列, 1 次重复, 小区长 2.0 m, 宽 1.7 m, 面积 3.4 m²。田间管理参照当地花生大面积生产要求。依据品种田间成熟情况分批收获, 收获前每个品种取 5 株进行考种, 考察性状有株高、侧枝长、单株分枝数、单株果枝数、单株总果数、单株饱果数等, 待荚果自然晒干后测定百果重、百仁重和出仁率。

1.3 品质测定

从 3 个试点分别选取荚果样品, 人工剥壳后统一编号, 委托农业农村部油料及制品质量监督检验测试中心进行脂肪酸组分含量检测, 测定的脂肪酸组分有油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸、花生酸、花生烯酸、山嵛酸和二十四烷酸。

1.4 温度及统计

通过历史天气查询网站 (<http://www.tianqihoubao.com/>) 查询南京市六合区、泰州市区和徐州市区 2022 年 5—9 月的日最高温度和日最低温度, 按下列公式计算日平均温度、月平均温度、月活动积温和月 ≥ 10 °C 有效积温。

日平均温度 $T = (\text{日最高温度} + \text{日最低温度}) / 2$;

月平均温度 $= \sum T / D$;

月活动积温 $= \sum T$;

月 ≥ 10 °C 有效积温 $= \sum (T - 10 \text{ °C})$ 。

式中: T 为日平均温度; D 为某月天数。

1.5 显著性分析

以品种为因素 1, 试点为因素 2, 采用两项分组方差分析模型对试点间农艺和产量性状以及脂肪酸含量进行显著性分析。

1.6 聚类分析

采用 SPSS 26.0 对 50 个品种的农艺、产量和品质性状进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种农艺、产量和品质性状的变异

由表 1 可知, 不同品种农艺和产量性状的变异系数在 1.36% ~ 18.02% 之间, 其中全生育期变异

最小,分枝数变异最大;变异系数 <5.0% 的性状还有出仁率, >15.0% 的性状还有百果重和饱果数,分别为 16.43% 和 15.27%。可见,不同品种农艺和产量性状的遗传多样性较明显,且因性状而异。

表 1 花生品种农艺、产量和品质性状的变异

性状		平均值	标准误	变异系数 (%)
类别	名称			
农艺性状	全生育期(d)	130.87	1.78	1.36
	株高(cm)	42.34	5.19	12.25
	侧枝长(cm)	47.74	6.41	13.43
	分枝数(个/株)	9.02	1.63	18.02
产量性状	果枝数(个/株)	7.11	0.87	12.29
	总果数(个/株)	21.73	3.12	14.37
	饱果数(个/株)	15.44	2.36	15.27
	百果重(g)	182.06	29.92	16.43
品质性状	百仁重(g)	72.31	9.82	13.58
	出仁率(%)	66.88	3.09	4.61
	棕榈酸含量(%)	7.54	2.22	29.38
	硬脂酸含量(%)	4.00	0.52	13.10
	油酸含量(%)	72.94	14.72	20.19
	亚油酸含量(%)	9.92	12.99	130.97
	花生酸含量(%)	1.60	0.15	9.35
	花生烯酸含量(%)	1.04	0.18	17.61
	山嵛酸含量(%)	1.99	0.18	8.95
	二十四烷酸含量(%)	0.98	0.11	11.39
	蛋白质含量(%)	21.55	1.32	6.13
	不饱和脂肪酸含量(%)	83.89	2.05	2.44
	饱和脂肪酸含量(%)	16.11	2.04	12.66

不同脂肪酸含量的变异系数在 2.44% ~ 130.97% 之间,其中亚油酸含量最高,不饱和脂肪酸

含量最低。变异系数介于 5% ~ 10% 的性状有蛋白质、山嵛酸、花生酸含量, >20% 的性状有棕榈酸、油酸含量。不同品种饱和脂肪酸含量的平均值为 16.11%,变异系数为 12.66%;不饱和脂肪酸含量的平均值为 83.89%,变异系数为 2.44%。因此,不同脂肪酸含量遗传多样性明显,其中亚油酸含量变异最大,棕榈酸、油酸含量的变异也较大。

2.2 不同环境下农艺、产量和品质性状的显著性分析

由表 2 可知,泰州试点参试品种的全生育期为 135.18 d,极显著长于南京的 133.06 d 和徐州的 124.38 d,南京又极显著长于徐州;泰州和徐州试点的分枝数无显著差异,但均极显著多于南京。徐州试点的果枝数为 7.79 条,出仁率为 70.49%,极显著高于泰州;徐州试点的百果重为 189.85 g,与泰州差异不显著,极显著高于南京。南京试点的株高为 45.20 cm,极显著高于徐州和泰州,徐州与泰州差异不显著;南京试点的侧枝长为 49.35 cm,与徐州无显著差异,显著高于泰州。总果数和饱果数以南京试点为最高,极显著高于泰州,泰州又极显著高于徐州。南京试点的百仁重为 79.33 g,极显著高于徐州,徐州又极显著高于泰州。试点间分枝数、饱果数和出仁率的变异系数差异较大,其他性状差异较小。可见,不同环境下花生农艺和产量性状存在显著差异,且不同性状的差异性不同。

除油酸含量外,其他脂肪酸含量在试点间均存在显著或极显著差异(表 3)。棕榈酸、硬脂酸、花生酸、饱和脂肪酸含量均以南京试点为最高,极显著高于徐州和泰州,徐州与泰州差异不显著。山嵛

表 2 不同环境下农艺和产量性状的显著性分析

项目	徐州		泰州		南京	
	平均值 ± 标准误	变异系数 (%)	平均值 ± 标准误	变异系数 (%)	平均值 ± 标准误	变异系数 (%)
全生育期(d)	124.38 ± 2.03Ce	1.63	135.18 ± 5.02Aa	3.71	133.06 ± 1.42Bb	1.07
株高(cm)	41.37 ± 6.78Bb	16.40	40.45 ± 6.79Bb	16.79	45.20 ± 6.72Aa	14.87
侧枝长(cm)	47.93 ± 9.60Aab	20.02	45.94 ± 8.12Ab	17.68	49.35 ± 7.55Aa	15.30
分枝数(个/株)	9.17 ± 1.42Aa	15.45	10.04 ± 3.72Aa	37.03	7.86 ± 1.46Bb	18.53
果枝数(个/株)	7.79 ± 1.06Aa	13.67	5.75 ± 1.26Bb	21.94	7.78 ± 1.43Aa	18.32
总果数(个/株)	15.53 ± 1.90Cc	12.21	23.45 ± 4.44Bb	18.93	26.25 ± 5.24Aa	19.95
饱果数(个/株)	12.81 ± 1.76Cc	13.70	15.49 ± 2.30Bb	14.85	18.01 ± 4.69Aa	26.01
百果重(g)	189.85 ± 38.33Aa	20.19	187.88 ± 29.69Aa	15.80	168.46 ± 35.39Bb	21.01
百仁重(g)	72.69 ± 12.73Bb	17.51	64.90 ± 11.15Cc	17.18	79.33 ± 11.81Aa	14.89
出仁率(%)	70.49 ± 2.09Aa	2.96	62.43 ± 7.96Cc	9.05	67.74 ± 5.29Bb	7.81

注:横栏中标注不同大、小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。下表同。

酸、蛋白质含量也以南京试点为最高,极显著高于徐州和泰州,徐州与泰州也存在极显著差异。亚油酸、不饱和脂肪酸含量以徐州试点为最高,与泰州差异不显著,但极显著高于南京。从变异系数来

看,除蛋白质含量外,其他脂肪酸环境间的变异程度相对一致。由此可见,由南向北,蛋白质含量明显降低,多个饱和脂肪酸组分含量也有所降低,油酸含量差异小。

表 3 不同环境下品质性状的显著性分析

项目	徐州		泰州		南京	
	平均值 $\pm$ 标准误	变异系数(%)	平均值 $\pm$ 标准误	变异系数(%)	平均值 $\pm$ 标准误	变异系数(%)
棕榈酸含量(%)	7.31 $\pm$ 2.27Bb	31.06	7.43 $\pm$ 2.09Bb	28.19	7.88 $\pm$ 2.39Aa	30.36
硬脂酸含量(%)	3.91 $\pm$ 0.66Bb	16.84	3.93 $\pm$ 0.54Bb	13.81	4.16 $\pm$ 0.58Aa	14.06
油酸含量(%)	72.39 $\pm$ 15.57Aa	21.51	73.30 $\pm$ 14.55Aa	19.85	73.12 $\pm$ 14.55Aa	19.90
亚油酸含量(%)	10.69 $\pm$ 13.86Aa	129.59	9.89 $\pm$ 12.89ABab	130.31	9.16 $\pm$ 12.60Bb	137.49
花生酸含量(%)	1.60 $\pm$ 0.18Bb	11.09	1.60 $\pm$ 0.16Bb	10.40	1.65 $\pm$ 0.18Aa	11.14
花生烯酸含量(%)	1.12 $\pm$ 0.21Aa	18.98	1.03 $\pm$ 0.18Bb	17.63	0.98 $\pm$ 0.19Cc	19.07
山嵛酸含量(%)	1.98 $\pm$ 0.21Bb	10.57	1.91 $\pm$ 0.21Cc	11.01	2.06 $\pm$ 0.20Aa	9.73
二十四烷酸含量(%)	0.99 $\pm$ 0.16ABa	15.77	0.95 $\pm$ 0.12Bb	12.76	1.00 $\pm$ 0.11Aa	11.25
蛋白质含量(%)	17.39 $\pm$ 1.79Cc	10.28	21.89 $\pm$ 2.51Bb	11.46	25.36 $\pm$ 1.16Aa	4.56
不饱和脂肪酸含量(%)	84.21 $\pm$ 2.07Aa	2.46	84.22 $\pm$ 2.02Aa	2.39	83.26 $\pm$ 2.29Bb	2.75
饱和脂肪酸含量(%)	15.79 $\pm$ 2.07Bb	13.11	15.78 $\pm$ 2.02Bb	12.78	16.74 $\pm$ 2.29Aa	13.68

2.3 气温对农艺、产量和品质性状的影响

由图 1、图 2 可知,5、6 月徐州试点的平均温度、活动积温和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温均明显高于南京和泰州,南京和泰州差异较小,如 6 月徐州试点平均温度、活动积温和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温分别为 28.9、865.5 $^{\circ}\text{C}$ 和 565.5 $^{\circ}\text{C}$,南京试点分别为 27.3、

819.5 $^{\circ}\text{C}$ 和 519.5 $^{\circ}\text{C}$,泰州试点分别为 27.3、820.0 $^{\circ}\text{C}$ 和 520.0 $^{\circ}\text{C}$ 。7 月和 8 月徐州试点的平均温度、活动积温和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温明显低于南京和泰州,南京和泰州差异也不大。由此可见,研究区域花生生长期间温度高低和积温多寡与农艺、产量和品质性状的关系并不密切。

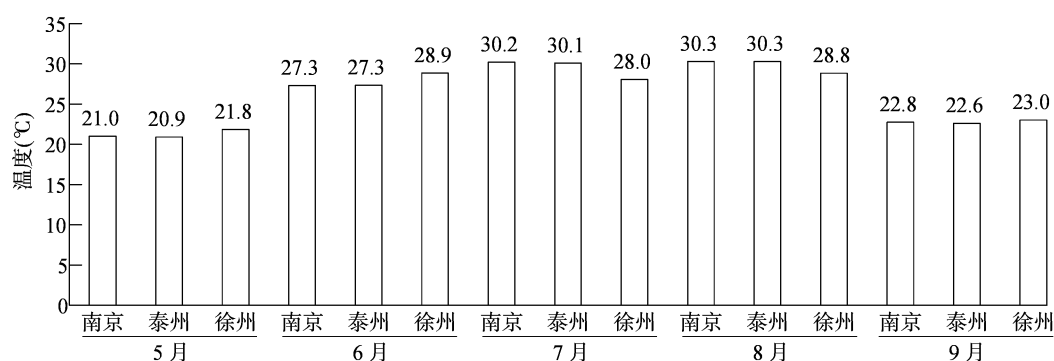
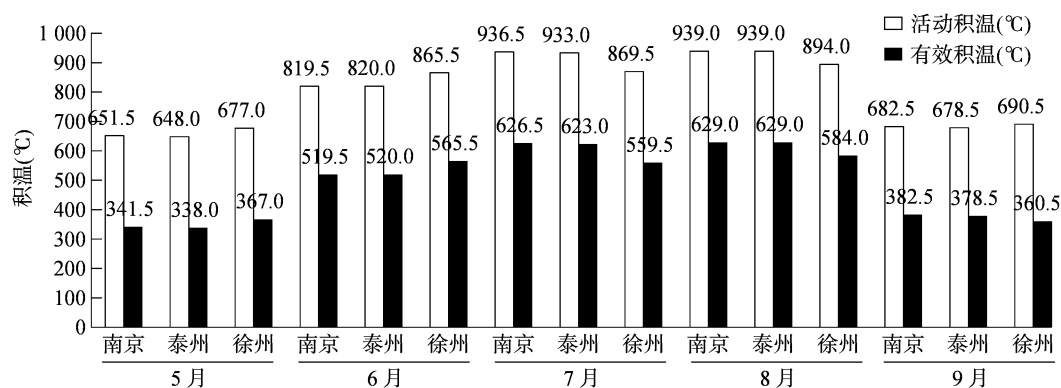


图1 南京、泰州和徐州试点 5—9 月的月平均温度

图2 南京、泰州和徐州试点 5—9 月的活动积温和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温

2.4 基于品质性状的聚类分析

基于 11 个品质性状对 50 个花生品种进行聚类分析,结果(图 3)显示,当欧氏距离为 10 时,50 个品种可分为 2 个类群,第 I 类群包含 39 个品种,第 II 类群包含 11 个品种。第 I 类群的棕榈酸、油酸含量和亚油酸含量分别为 6.42%、80.55% 和 3.19%,第 II 类群品种分别为 11.54%、45.93% 和 33.78%(表 4),类群间差异明显;不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸也有 4% 左右的差异。因此,第 I 类群为高油酸低棕榈酸品种,第 II 类群为普通油酸高棕榈酸品种。

2.5 基于农艺、产量性状的聚类分析

基于 10 个农艺、产量性状对 50 个品种进行聚类分析,结果(图 4)显示,当欧氏距离为 10 时,50 个品种可分为 4 个类群,第 I 类群包含 32 个品种,第 II 类群有 14 个品种,第 III 类群只有 1 个品种,第 IV 类群 3 个品种。对 4 个类群的农艺、产量性状进行分析,结果(表 5)表明,第 I 类群为中小果型品种,百果重为 167.46 g,百仁重为 68.22 g,且具有较高株高和较长侧枝;第 II 类群为中大果型品种,百果重为 201.67 g,百仁重为 80.31 g,也具有较高株高和较长侧枝;第 III 类群为小果型品种,百果重为 127.31 g,百仁重为 54.81 g,植株较矮、侧枝较短、单株分枝数少,单株总果数和饱果数较多;第 IV 类群为大果型品种,百果重为 264.52 g,百仁重为 84.45 g,具有较少的单株总果数和饱果数,植株较矮,侧枝也较短。

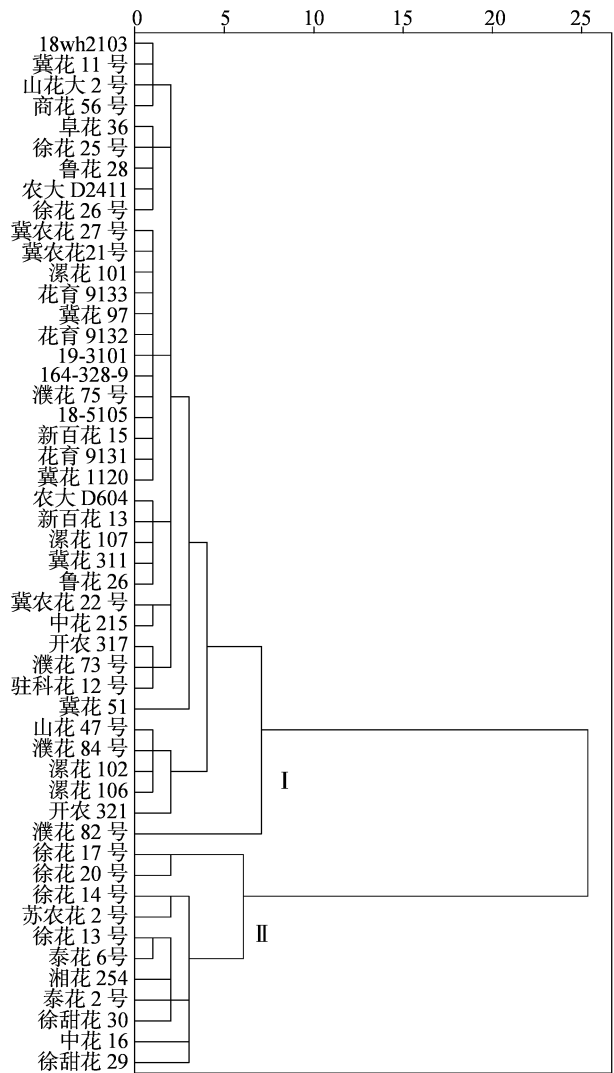


图3 基于品质性状的花生品种聚类分析

表 4 不同类群品种品质性状特征分析

类群	棕榈酸 含量(%)	硬脂酸 含量(%)	油酸含量 (%)	亚油酸 含量(%)	花生酸 含量(%)	花生烯酸 含量(%)	山萘酸 含量(%)	二十四烷酸 含量(%)	蛋白质 含量(%)	不饱和脂肪 酸含量(%)	饱和脂肪 酸含量(%)
I	6.42	4.06	80.55	3.19	1.63	1.12	2.02	1.01	21.61	84.86	15.14
II	11.54	3.79	45.93	33.78	1.50	0.75	1.85	0.86	21.34	80.47	19.53

3 讨论

3.1 花生不同性状的遗传多样性和稳定性

花生农艺性状和品质性状具有丰富的遗传多样性。姜慧芳等对我国 6 390 份栽培种花生资源的鉴定结果表明,不同类型品种农艺和品质性状存在显著的遗传分化,其中主茎高、百果重、百仁重以及硬脂酸、花生酸、花生烯酸、山萘酸含量的变异系数较高^[22]。严鑫等分析发现,232 份花生资源单株产量、百果重、百仁重等 13 个农艺性状的变异系数在

8.02% ~ 36.78% 之间,遗传多样性较丰富^[8];陈婷婷等也得出相似结论^[23-24]。

花生脂肪酸包括棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、花生酸、山萘酸、花生四烯酸等^[25],花生油品质主要由油酸、亚油酸和棕榈酸决定^[26]。花生脂肪酸含量是由多基因控制的数量性状,受基因型 and 环境的综合影响^[27]。陶宇等的研究表明,油酸含量、亚油酸含量、油亚比等 9 个性状的变异系数在 3.96% ~ 73.66% 之间,其中油亚比变异最大^[28]。本研究结果表明,不同品种农艺和产量性状的变异系数在

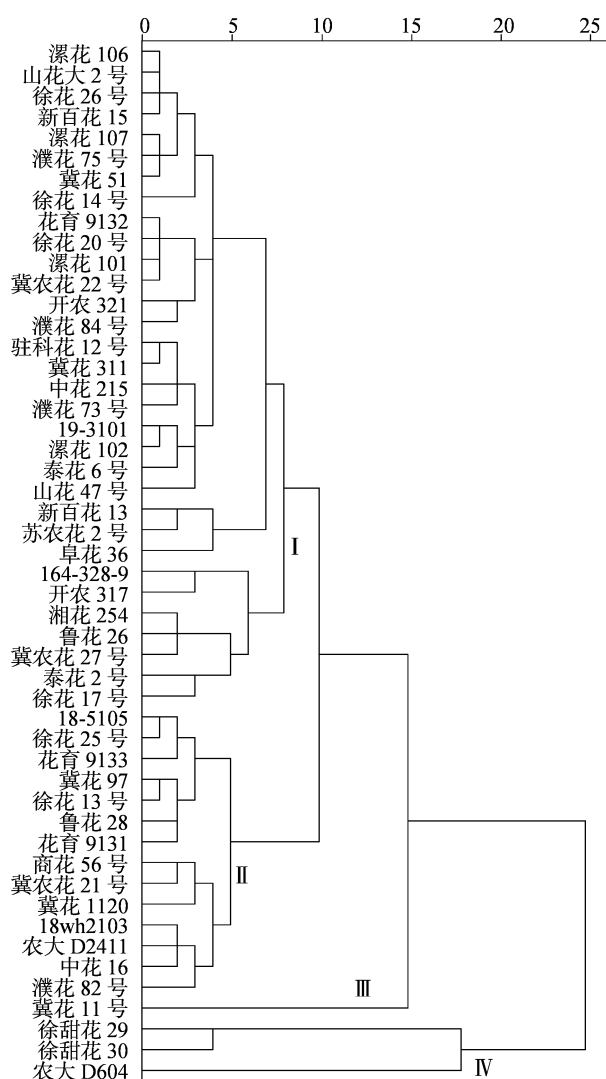


图4 基于农艺、产量性状的花生品种聚类分析

1.36%~18.02%之间,其中分枝数、百果重和饱果数的变异系数 $>15\%$, $<5\%$ 的有出仁率和全生育期。与多数研究相比,本研究涉及的农艺和产量性状的变异度较低,这可能与筛选的品种不同有关。在11个品质性状中亚油酸含量变异最大,变异系数达130.97%,其次是棕榈酸含量,变异系数为

29.38%,仅有不饱和脂肪酸含量的变异系数 $<5\%$ 。因此,本研究中品质性状的遗传多样性高于农艺和产量性状。

性状稳定性是评价花生品种适应性的重要指标。梁煜莹等报道,蛋白质含量与纬度呈极显著负相关,油酸含量与日平均气温呈显著或极显著正相关,亚油酸含量与纬度呈极显著正相关,与日平均气温呈极显著负相关^[21]。郭峰等通过连续3年的研究发现,不同脂肪酸组分受环境影响的程度不一样,这反映出不同脂肪酸组分应对环境变化的敏感性存在差异^[18]。王才斌等也发现,品种和环境均显著影响脂肪含量,其中环境的作用大于品种^[29]。本研究表明,3个试点花生的农艺、产量和品质性状存在显著差异,且不同性状的差异性不同,由南向北,蛋白质含量明显降低,多个饱和脂肪酸组分含量也有所降低。本研究中温度高低和积温多寡与农艺、产量和品质性状的关系并不密切,这表明花生农艺、产量和品质性状受环境影响的复杂性。

3.2 基于农艺、产量和品质性状的聚类分析

聚类分析能够把性质相近的个体归为一类,不同类的个体具有明显的异质性,已成为种质资源评价利用中常用的方法。刘卫星等将北方地区15个花生品种分为5个类群,各类群间存在较大的产量和品质差异^[30];张小利等通过聚类分析将115份花生种质资源分为3个类群,其中第Ⅰ类群为大果资源,可作为优质亲本加以利用^[10]。本研究基于11个品质性状将50个花生品种聚为2个类群,其中第Ⅰ类群为高油酸低棕榈酸含量品种,第Ⅱ类群为普通油酸高棕榈酸含量品种,二者的平均油酸含量相差34.62%,棕榈酸含量相差5.12%。高伟等曾报道,高油酸花生的棕榈酸含量较普通花生降低5%~6%,本研究结论与其一致,这也表明,高油酸品种具有较低的饱和脂肪酸含量^[31]。

表5 不同类群品种农艺和产量性状特征分析

类群	全生育期 (d)	株高 (cm)	侧枝长 (cm)	分枝数 (个/株)	果枝数 (个/株)	总果数 (个/株)	饱果数 (个/株)	百果重 (g)	百仁重 (g)	出仁率 (%)
Ⅰ	130.81	42.27	46.93	9.12	7.08	21.62	15.38	167.46	68.22	66.90
Ⅱ	131.29	44.04	51.50	9.07	7.37	22.39	15.97	201.67	80.31	66.92
Ⅲ	129.00	36.99	40.20	6.88	5.71	29.73	19.93	127.31	54.81	70.11
Ⅳ	130.22	36.89	41.29	8.46	6.66	17.28	12.12	264.52	84.45	65.50

本研究基于10个农艺、产量性状将50个品种聚为4个类群,第Ⅰ类群为中小果型品种,百果重为

167.46 g,百仁重为68.22 g;第Ⅱ类群为中大果型品种,百果重为201.67 g,百仁重为80.31 g;第Ⅲ类

群为小果型品种,百果重为 127.31 g,百仁重为 54.81 g;第Ⅳ类群为大果型品种,百果重为 264.52 g,百仁重为 84.45 g,类群间差异明显,如第Ⅳ类群与第Ⅲ类群品种百果重相差 137.21 g,百仁重相差 29.64 g。聚类分析结果可为品种的综合利用提供依据。

参考文献:

- [1] 万书波,张佳蕾. 中国花生产业降本增效新途径探讨[J]. 中国油料作物学报,2019,41(5):657-662.
- [2] 廖伯寿. 我国花生生产发展现状与潜力分析[J]. 中国油料作物学报,2020,42(2):161-166.
- [3] 李 星,杨 会,骆 璐,等. 栽培种花生单仁重 QTL 定位分析[J]. 作物学报,2023,49(8):2160-2170.
- [4] 郭建斌,吴 贝,陈伟刚,等. 花生品种主要脂肪酸含量在不同生态区的稳定性[J]. 作物学报,2019,45(5):676-682.
- [5] Yang Y Q, Li Y R, Cheng Z S, et al. Genetic analysis and exploration of major effect QTLs underlying oil content in peanut[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2023, 136(5):97.
- [6] 赵慧玲,周希萌,张 鲲,等. 花生重要农艺性状 QTL/基因定位研究进展[J]. 花生学报,2021,50(1):19-32.
- [7] Isleib T G, Pattee H E, Giesbrecht F G. Oil, sugar, and starch characteristics in peanut breeding lines selected for low and high oil content and their combining ability[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(10):3165-3168.
- [8] 严 鑫,姚四龙,卢选康,等. 232 份花生种质资源荚果和籽仁相关性状的遗传多样性分析[J]. 花生学报,2024,53(1):1-10.
- [9] 李 洁,聂红民,陈翠霞,等. 94 个花生新品种主要农艺性状遗传多样性分析[J]. 花生学报,2023,52(2):61-67.
- [10] 张小利,朱灵龙,李付振,等. 115 份花生种质资源农艺与品质性状鉴别及分析[J]. 浙江农业学报,2023,35(9):2033-2044.
- [11] 殷冬梅,张幸果,王 允,等. 花生主要品质性状的主成分分析与综合评价[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(4):507-512,518.
- [12] 杨坚群,甄晓宇,栗鑫鑫,等. 不同耕作方式对花生生理特性、产量及品质的影响[J]. 花生学报,2019,48(1):9-14.
- [13] 陈志德,谢吉先,王晓军,等. 3 个花生品种营养品质的稳定性分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(19):97-101.
- [14] 姜 骁,许 静,潘丽娟,等. 花生产量相关性状与气象因子多环境相关性分析[J]. 作物学报,2023,49(11):3110-3121.
- [15] Baring M R, Wilson J N, Burow M D, et al. Variability of total oil content in peanut across the state of Texas[J]. Journal of Crop Improvement, 2013, 27(2):125-136.
- [16] 张玉松,符明联,雷 永,等. 372 份花生种质资源的耐冷性评价及耐冷种质筛选[J]. 中国油料作物学报,2023,45(6):1247-1257.
- [17] 严 玫,韩锁义,董文召,等. 中国主要花生品种品质性状关联分析[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6):1064-1071.
- [18] 郭 峰,阮 建,王莹莹,等. 利用变异系数分析花生品质性状对环境变化的遗传稳定性研究[J]. 山东农业科学,2017,49(9):25-31.
- [19] 李新华,郭洪海,杨丽萍,等. 气象因子对花生品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(16):90-94.
- [20] 年洪娟,陈丽梅. 饱和脂肪酸在逆境胁迫中的作用[J]. 中国微生物学杂志,2012,24(8):760-762.
- [21] 梁煜莹,张加羽,姜 骁,等. 花生品质与气候环境的关系研究[J]. 植物遗传资源学报,2024,25(2):227-244.
- [22] 姜慧芳,任小平. 我国栽培种花生资源农艺和品质性状的遗传多样性[J]. 中国油料作物学报,2006,28(4):421-426.
- [23] 陈婷婷,王苗苗,黄 杨,等. 花生种质农艺、产量和品质性状的综合评价[J]. 花生学报,2020,49(4):38-46.
- [24] 饶庆琳,吕建伟,胡廷会,等. 花生种质资源表型鉴定及多样性分析[J]. 种子,2020,39(10):53-57,62.
- [25] Sun Z Q, Qi F Y, Liu H, et al. QTL mapping of quality traits in peanut using whole-genome resequencing[J]. The Crop Journal, 2022, 10(1):177-184.
- [26] Kamdar J H, Jasani M D, Chandrashekar A B, et al. Does improved oleic acid content due to marker-assisted introgression of *ahFAD2* mutant alleles in peanuts alter its mineral and vitamin composition? [J]. Frontiers in Plant Science, 2022, 13:942617.
- [27] Gor H K, Dhaduka L K, Raval L. Genetics of major biochemical components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. Electronic Journal of Plant Breeding, 2013, 4(4):1292-1297.
- [28] 陶 宇,卢选康,严 鑫,等. 227 个花生品种主要油脂性状的遗传多样性分析[J]. 花生学报,2024,53(1):11-18,42.
- [29] 王才斌,刘云峰,吴正锋,等. 山东省不同生态区花生品质差异及稳定性研究[J]. 中国生态农业学报,2008,16(5):1138-1142.
- [30] 刘卫星,张枫叶,贺群岭,等. 我国北方花生品种产量品质性状的综合评价及聚类分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):103-106.