

花生种质资源产量相关性状分析

张万年, 牛海龙, 王伟, 杨翔宇, 刘红欣, 李伟堂, 李玉发*

(吉林省农业科学院花生研究所(中国农业科技东北创新中心), 吉林 公主岭 136100)

摘要:以培育及收集的160份花生种质资源为研究对象,开展吉林省花生种质资源的试种、归类与筛选,运用变异分析、相关性分析、主成分分析、聚类分析对花生产量相关性状进行研究。变异分析结果表明,单株结果数、单株果重与主茎高的变异系数较高;相关性分析结果表明,产量与生育期、单株结果数、单株果重呈正相关,与主茎高、第一侧枝长、分枝数呈负相关;主成分分析结果表明,前3个主成分的累计贡献率为83.883%,包含了花生产量相关性状的大部分信息;聚类分析结果表明,160份花生种质资源可以分为3类;通过综合得分筛选出10份优异种质。上述结果为筛选适合吉林省种植的花生种质和培育花生高产品种提供材料支撑。

关键词:花生;农艺性状;变异分析;相关性分析;主成分分析;聚类分析

中图分类号:S565.2

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2025)04-0011-07

Analysis of Yield-Related Traits in Peanut Germplasm Resources

ZHANG Wannian, NIU Hailong, WANG Wei, YANG Xiangyu, LIU Hongxin, LI Weitang, LI Yufa*

(Peanut Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences(Northeast Agricultural Research Center of China), Gongzhuling 136100, China)

Abstract: In this study, 160 peanut germplasm specimens cultivated and collected were used as research materials to conduct trial planting, categorization, and screening of peanut germplasm resources in Jilin Province. Yield-related traits were analyzed using variation analysis, correlation analysis, principal component analysis, and cluster analysis. The results of variation analysis showed that the coefficients of variation for the number of single-plant fruits, single-plant fruit weight, and main stem height were relatively high. Furthermore, correlation analysis indicated a positive association between yield and fertility period, number of single-plant fruits, and single-plant fruit weight. Conversely, a negative association was observed between yield and main stem height, lateral branch length, and number of branches. Moreover, principal component analysis demonstrated that the cumulative contribution rate of the first three principal components was 83.883%. The analysis indicated that the first three principal components contained the majority of the information about peanut yield-related traits. Cluster analysis classified the 160 peanut accessions into three distinct groups. Ten elite germplasms were selected based on comprehensive scores. These results provide material support for selecting peanut germplasm suitable for cultivation in Jilin Province and breeding new high-yield peanut varieties.

Key words: Peanut; Agronomic trait; Variation analysis; Correlation analysis; Principal component analysis; Cluster analysis

花生子仁富含油脂、蛋白质、碳水化合物和脂肪酸等物质,是重要的油料作物和经济作物,主要分布在热带、亚热带和温带地区^[1-2]。随着我国油料供给需求的提高及消费结构升级,花生市场

需求持续增长,提升单产水平成为保障油料供给的主要方法,而花生育种的成效很大程度上取决于掌握、发掘和利用花生种质资源的程度^[3],其中优良种质资源的筛选与利用在花生新品种选育中起着非常重要的作用^[4]。因此,对花生种质资源进行收集、评价与创新利用,是保护花生种质资源、推动花生产业持续稳定发展的重要基础^[5]。我国自16世纪引种花生以来,积累了丰富的遗传资源,为品种改良提供了物质基础。近年来,通

收稿日期:2025-03-25

基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2024ZY006)

作者简介:张万年(1994-),男,研究实习员,硕士,主要从事花生育种研究。

通信作者:李玉发, E-mail: liyufa2000@163.com

通过对花生种质资源目标性状的综合评估来挖掘种质潜力。饶庆琳等^[6]通过对287份不同来源花生种质资源的11个品质性状进行全面分析和综合评价,为鲜食花生亲本选育提供了理论基础。Zhang等^[7]以57个主要在东北地区种植的花生品种作为试验材料,采用相关性分析、聚类分析、灰色关联度分析、隶属函数分析、主成分分析等多元统计方法评价发芽期、苗期和田间生长期的耐盐性,筛选出3个适宜东北地区种植的耐盐品种和4个盐敏感品种,为研究花生耐盐机制提供了优良的种质资源。薛云云等^[8]以72份来自山西本土的花生资源为材料,对其农艺性状及品质性状进行相关性分析、主成分分析和聚类分析,为花生本土化品种改良和培育提供了新的种质材料。

东北地区作为我国四大花生产区之一,由于黄曲霉毒素的污染风险明显低于其他产区,已成为公认的优质花生生产基地^[9]。近年来,花生已成为吉林省重要的油料作物和经济作物,种植面积逐年扩

大,吉林省花生种植面积占全国花生总播种面积的7.22%,年均种植面积约26万hm²^[10-11]。本研究以培育及搜集的160份不同来源的花生种质资源为材料,开展吉林省花生种质资源的试种、归类与筛选,运用变异分析、相关性分析、主成分分析、聚类分析对花生产量相关性状进行分析。研究结果不仅为吉林省高产花生品种选育提供核心种质,也为培育东北地区高产花生品种提供种质材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

160份花生种质资源来自我国12个省份,包括安徽省、福建省、广东省、河北省、河南省、黑龙江省、吉林省、辽宁省、山东省、山西省、云南省、四川省。其中地方品种20份,栽培品种117份,品系23份。上述品种全部由吉林省农业科学院花生研究所保存并提供,详见表1。

表1 试验材料名称
Table 1 Name of test material

序号	材料名称	序号	材料名称	序号	材料名称	序号	材料名称	序号	材料名称
No.	Name of material	No.	Name of material	No.	Name of material	No.	Name of material	No.	Name of material
1	皖花2号	33	安花9号	65	C-花选39	97	吉润花13	129	铁花9号
2	皖花4号	34	开农41	66	C-环10-3	98	吉润花1号	130	铁花4号
3	闽花18	35	开农111	67	C-品16	99	双辽红粒	131	铁花2号
4	粤0608-31-4	36	开农310	68	白城中粒	100	双英1号	132	铁花3号
5	粤油20	37	开农71	69	白花生	101	双英5号	133	铁花5号
6	粤油390	38	开农96	70	白沙1016	102	双英7号	134	小白沙
7	冀002-2-9	39	漂花104	71	白沙308	103	长白四粒红	135	龙花1号
8	冀0211	40	漂花107	72	白院花5号	104	靖宇黑花生	136	花冠1号
9	冀02-6	41	漂花18	73	白院花8号	105	靖宇小粒红	137	花育48
10	冀0607-17	42	漂花21	74	白院花9号	106	通榆小粒红	138	花育60
11	冀18-155	43	濮科花22	75	白院花10	107	通榆黑花生	139	花育959
12	冀18-7-3-1	44	濮科花5号	76	大安四粒红	108	蛟河青花生	140	花育9515
13	冀3-1-3	45	信花9号	77	东北王	109	蛟河黑花生	141	淮花9号
14	冀花10	46	信花14	78	扶花1号	110	V0410	142	环10-5
15	冀花2号	47	豫花23	79	扶花2号	111	V04-9	143	环10-6
16	冀花7号	48	豫花4号	80	扶花3号	112	YY2013	144	环10-8
17	冀花8号	49	豫花15	81	扶花7号	113	ZH1111	145	鲁花11
18	冀花9号	50	豫花22	82	黑花生	114	ZH1113	146	鲁花12
19	冀农花15	51	远杂9102	83	宏花309	115	ZH1114	147	鲁花14
20	冀农花12	52	远杂9307	84	宏花807	116	阜花10	148	鲁花15

续表 1

Table 1 Continued

序号 No.	材料名称 Name of material	序号 No.	材料名称 Name of material	序号 No.	材料名称 Name of material	序号 No.	材料名称 Name of material	序号 No.	材料名称 Name of material
21	冀农花 21	53	远杂 9847	85	花小宝	117	阜花 35	149	鲁花 8 号
22	冀农花 26	54	周花 13	86	吉 16098-8	118	锦花 10	150	鲁花 9 号
23	冀油 4 号	55	周花 7 号	87	吉扶 1 号	119	锦花 14	151	罗汉果
24	冀油 6 号	56	周科花 19	88	吉扶 2 号	120	锦花 26	152	潍花 27
25	郑农花 14	57	驻花 4 号	89	吉扶 3 号	121	锦花 27	153	宇花 7 号
26	郑农花 25	58	驻花 10	90	吉花 3 号	122	锦花 32	154	宇花 8 号
27	郑农花 28	59	驻花 11	91	吉花 4 号	123	锦花 7 号	155	宇花 9 号
28	宛花 11	60	驻花 16	92	吉花 55	124	莲花 12	156	誉宇 501
29	宛花 12	61	桦甸黑	93	吉花 56	125	辽花 1 号	157	誉宇 502
30	安花 12	62	桦甸红	94	吉农花 4 号	126	辽花 5 号	158	晋花 4 号
31	安花 14	63	C-13	95	吉农花 7 号	127	辽宁红粒	159	云花 1 号
32	安花 3 号	64	C-17	96	吉润花 8 号	128	阜花 1 号	160	云南黑花生

1.2 试验设计

试验材料于 2022–2024 年连续 3 年种植在吉林省农业科学院花生研究所试验基地 (124°18'E, 43°11'N), 每年 5 月中旬播种, 根据花生种质资源熟期适期收获。每个试验材料种植 3 行, 行长 4 m、行距 60 cm、株距 14 cm, 常规田间管理。测定的产量相关性状主要包括生育期、单株结果数、单株果重、单株仁数、单株仁重、果长、果宽、种子长、种子宽、主茎高、第一侧枝长、分枝数。农艺性状标准参考《花生种质资源描述规范和数据标准》^[12]。

1.3 数据分析

采用 Excel 2016、DPS v2.3.3 软件进行数据处理与分析, 利用 SPSS 21.0 进行变异分析、相关性分析、主成分分析、聚类分析。

2 结果与分析

2.1 花生种质资源产量相关性状变异分析

对 160 份花生种质资源的 13 个主要产量相关性状进行测定, 数据取 3 年平均值, 结果如表 2 所示。各性状之间变异幅度较大, 变异系数范围在 2.54%~82.10%, 其中单株结果数、单株果重与主茎高变异系数大, 分别为 79.86%、82.10%、50.82%, 说明单株结果数、单株果重与主茎高具有较大的遗传改良潜力。果长、果宽及生育期变异系数较低, 变异系数分别为 12.18%、11.98%、2.54%, 说明这几个性状的遗传特征较稳定。所有产量相关性状的遗传多样性指数均大于 1, 范围在 1.104~4.355, 说明种质来源较丰富。不同来源的花生种质资源主要产量相关性状变异范

表 2 花生种质资源产量相关性状变异情况

Table 2 Variation in yield-related traits in peanut germplasm resources

性状 Trait	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数/% CV	遗传多样性指数 H'
生育期/d	126.00	118.00	122.21	3.10	2.54	1.104
单株结果数/个	65.00	10.00	37.83	30.21	79.86	4.355
单株果重/g	105.00	20.00	61.17	50.22	82.10	3.647
单株仁数/个	146.00	40.00	74.00	16.24	21.95	2.548
单株仁重/g	61.95	38.92	49.76	2.31	14.64	3.495

续表 2

Table 2 Continued

性状 Trait	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数/% CV	遗传多样性指数 H'
果长/mm	50.40	22.88	34.25	5.20	12.18	1.934
果宽/mm	16.74	8.30	12.86	1.54	11.98	2.542
种子长/mm	27.12	10.09	15.44	2.39	15.48	2.457
种子宽/mm	11.67	6.91	8.10	1.11	13.70	1.987
主茎高/cm	41.50	10.10	23.04	11.71	50.82	1.541
第一侧枝长/cm	42.60	12.30	24.51	6.18	25.21	1.452
分枝数/个	11.00	3.00	5.94	1.81	30.47	1.741
产量/kg·hm ⁻²	4 998.75	1 784.21	3 357.89	504.17	15.01	2.547

围较大,具有较高的遗传多样性指数,说明 160 份花生种质资源具有丰富的表型性状,可为高产花生亲本选配及特异种质资源挖掘提供材料。

2.2 花生种质资源产量相关性性状相关性分析

对 160 个参试花生种质资源的 13 个产量相关性性状进行相关性分析,数据取 3 年平均值,结果如表 3 所示。结果表明,性状间存在不同程度的相关性。其中,产量与生育期、单株结果数、单株果

重呈正相关,与主茎高、第一侧枝长、分枝数、果长、果宽、种子长、种子宽呈负相关;生育期与单株果重、单株仁数呈正相关;果长、果宽与种子长、种子宽呈正相关,二者均与主茎高、第一侧枝长呈负相关;单株果重与单株结果数、单株仁数、单株仁重呈正相关;主茎高与第一侧枝长呈正相关。通过上述结果说明性状间存在一定相关性,可在品种选育时进行针对性选择。

表 3 花生种质资源产量相关性性状相关性分析

Table 3 Correlation analysis of yield-related traits in peanut germplasm resources

	GP	PPN	PPW	PNS	PPY	FL	FW	SL	SW	MSH	LB	BN
PPN	0.47											
PPW	0.45	0.73										
PNS	0.70**	0.47	0.55									
PPY	0.45	0.39**	0.50	0.63*								
FL	-0.56*	-0.17	-0.49	-0.59*	-0.33							
FW	-0.21	-0.26	-0.29	-0.33	-0.19	0.64*						
SL	-0.43	-0.46	-0.63*	-0.46	-0.10	0.81***	0.67*					
SW	-0.60*	-0.55	-0.61*	-0.77**	-0.37	0.62*	0.51	0.55*				
MSH	-0.08	0.03	0.06	0.39	0.30	-0.48	-0.65*	-0.32	-0.49			
LB	0.25	-0.05	-0.16	0.31	0.05	-0.59*	-0.75**	-0.40	-0.49	0.66*		
BN	-0.05	-0.46	-0.53	-0.27	0.18	0.23	-0.03	0.43	0.47	-0.04	0.08	
PY	0.44	0.60*	0.80***	0.31	0.10	-0.48	-0.17	-0.66*	-0.34	-0.21	-0.23	-0.60*

注:“*”表示 $P < 0.05$; “**”表示 $P < 0.01$; “***”表示 $P < 0.001$ 。GP: 生育期; PPN: 单株结果数; PPW: 单株果重; PNS: 单株仁数; PPY: 单株仁重; FL: 果长; FW: 果宽; SL: 种子长; SW: 种子宽; MSH: 主茎高; LB: 第一侧枝长; BN: 分枝数; PY: 产量。

Note: * indicates $P < 0.05$, ** indicates $P < 0.01$, and *** indicates $P < 0.001$. GP: growth period; PPN: per plant number of pod; PPW: per plant weight; PNS: per plant number of seed; PPY: per plant yield; FL: fruit length; FW: fruit width; SL: seed long; SW: seed width; MSH: main stem height; LB: length of first branches; BN: branches number; PY: plant yield.

2.3 花生种质资源产量相关性状主成分分析

对160份花生种质资源的13个产量相关性状进行主成分分析,数据取3年平均,结果如表4所示。前3个主成分累计贡献率为83.883%,包含了花生产量相关性状的大部分信息。主成分1方差贡献率为52.147%,单株果重的载荷值最大为0.921,其次是单株仁数为0.841、单株结果数为0.705,说明主成分1主要与单株果重、单株结果数相关。主成分2贡献率为21.478%,果长、果宽、种子长、种子宽的载荷值较大,分别为0.605、0.578、

0.615、0.725,说明主成分2主要与种子大小相关。主成分3贡献率为10.258%,主茎高的载荷值最大为0.625,其次是第一侧枝长,载荷值为0.504,说明主成分3主要与主茎高、侧枝长相关。通过主成分分析将13个产量相关性状浓缩为3个主成分因子,分别为单株果重、单株结果数制约因子,种子大小制约因子和主茎高、侧枝长相关制约因子。3个主成分可较好地代替13个性状对160个花生品种进行评价。

表4 花生种质资源产量相关性状主成分分析

Table 4 Principal component analysis of yield-related traits in peanut germplasm resources

性状 Trait	主成分1 PC1	主成分2 PC2	主成分3 PC3
生育期	0.512	0.547	0.017
单株结果数	0.705	0.325	-0.205
单株果重	0.921	0.485	-0.354
单株仁数	0.841	0.475	-0.241
单株仁重	0.702	0.405	-0.274
果长	0.413	0.605	0.102
果宽	0.424	0.578	0.305
种子长	0.485	0.615	0.104
种子宽	0.467	0.725	0.105
主茎高	0.125	-0.254	0.625
第一侧枝长	0.285	-0.245	0.504
分枝数	0.367	0.147	0.403
产量	0.425	0.478	0.158
特征值	4.516	1.987	1.021
贡献率/%	52.147	21.478	10.258
累计贡献率/%	52.147	73.625	83.883

2.4 花生种质资源产量相关性状聚类分析

对160份花生种质资源的13个产量相关性状进行系统聚类分析,结果如图1所示。当欧式距离为20时,160份花生资源可以聚为3类,其中第I类群包含60份种质资源,占比37.500%,与其他类群相比,其种子长、种子宽的数值较高,大部分普通型大粒花生分布在该类群中,该类群可作为培育大粒花生的基础材料来源。第II类群包含43份种质资源,占比26.875%,该类群单株结果数、果重明显高于其他类群,可用于培育高产品种备选材料。第III类群共有57份种质资源,占比35.625%,具有主茎高、分枝数多等特点,大部分多粒型花生分布在该类群中,因此该类群可作为培育多粒型花生的基础材料。

2.5 花生种质资源产量相关性状综合评价

根据主成分分析结果,将13个产量相关性状的标准化值代入3个主成分中, F (综合得分)=(主成分1的方差贡献率/总方差贡献率)×第1主成分得分+(主成分2的方差贡献率/总方差贡献率)×第2主成分得分+(主成分3的方差贡献率/总方差贡献率)×第3主成分得分。结果表明,160份种质资源的 F 值范围为-1.211~1.135, F 值越大,说明综合性状越好。 F 值位于前10的种质资源依次为:宇花8号(1.135)、冀花7号(1.101)、锦花10(1.005)、连花12(0.957)、郑农花25(0.897)、吉花56(0.857)、白院花8号(0.794)、冀花2号(0.758)、C-13(0.752)、花育48(0.714),综合得分前10即为本次筛选出的核心种质。

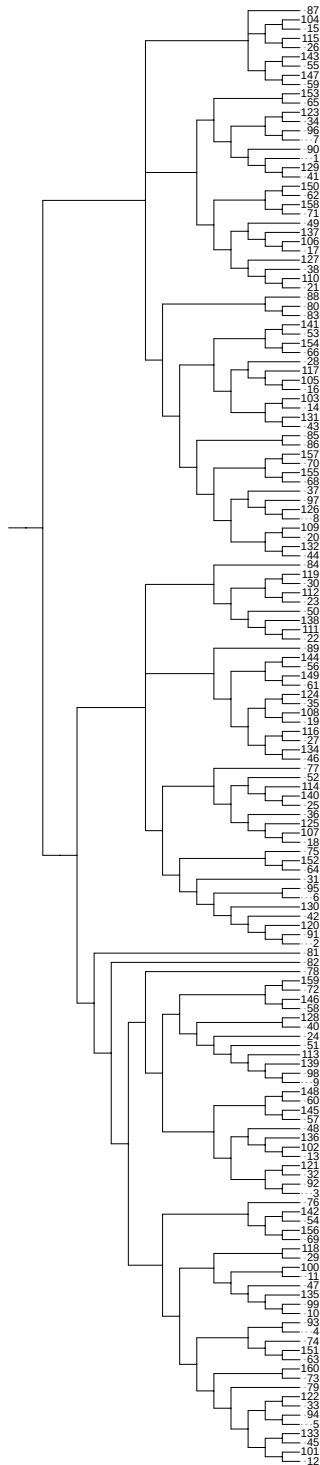


图1 花生种质资源产量相关性状聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of yield-related traits in peanut germplasm resources

3 讨论与结论

作物种质资源是作物育种、生物科学研究和农业生产的重要保障,种质资源作为基因的载体,在加快优良品种培育速度的同时,也大大促进了种业的快速发展^[13-14]。目前,我国保存各类型花

生种质资源近1万份,但与其他国家与国际组织相比,我国花生种质资源尤其是野生近缘植物资源相对贫乏^[15-16]。我国是花生生产、消费和出口的最大国家,花生种质资源的缺失严重制约了花生产业的发展^[17]。加强花生种质资源的收集与分析,结合花生表型性状进行研究,充分了解各性状的遗传信息及变异大小,可为优异资源的挖掘和利用提供理论和实践依据。

本研究共调查了160份不同来源的花生种质资源,产量相关性状变异范围较大。13个产量相关性状变异系数平均值为28.92%,其中单株结果数、单株果重变异系数为79.86%、82.10%,变异程度最高,说明其性状具有较大的遗传改良潜力,有利于高产花生种质资源筛选。13个产量相关性状的遗传多样性指数均大于1,表明160份种质资源的遗传信息丰富,为高产花生品种选育提供丰富的亲本材料。13个产量相关性状中,产量与生育期、单株结果数、单株果重呈正相关,与主茎高、侧枝长、分枝数呈负相关。在育种工作中,有针对性地选择生育期长、单株结果数高、主茎低的材料,有助于提高花生产量。同时,13个产量相关性状存在相互促进和制约的关系,前3个主成分的累计贡献率为83.883%。将13个产量相关性状浓缩为单株果重、单株结果数制约因子,种子大小制约因子,主茎高、侧枝长制约因子。主成分综合得分和各因子得分可作为育种过程中种质资源材料选择和评价的参考指标。聚类分析结果表明,160个花生品种分为3大类,每类间都存在较大的差异。第Ⅰ类群种子长、种子宽数值较大;第Ⅱ类群单株结果数、果重数值较大;第Ⅲ类群主茎高、分枝数数值较大。通过对花生种质资源产量相关性状进行综合评价筛选出的核心种质中,宇花8号、冀花7号、连花12、冀花2号、花育48为普通型大粒花生,可用于改良育种材料,提高百仁重及出米率;白院花8号、吉花56为多粒型花生,生育期较短,为培育早熟花生的理想材料;锦花10、郑农花25、C-13产量较高,为培育高产花生提供材料。在品种选育与利用时应注意亲本的遗传差异,协调各性状间关系,从而选育出优良的花生品种。

吉林省作为我国新兴花生产区之一,具有无霜期较短、黄曲霉毒素污染风险较低、病害较少等优点,非常适宜中早熟小粒花生品种裸地栽培,但本地花生种质资源遗传基础较狭窄,相关花生科研工作起步较晚^[18-19]。本研究通过对来自12个省份的160份花生材料在吉林省种植后的表现进行分析,发现这些种质资源的遗传信息丰

富,并筛选综合得分最高的核心种质,为吉林省及东北地区高产花生品种选育提供种质资源。

参考文献:

- [1] 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.
LIAO B S. A review on progress and prospects of peanut industry in China[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2020, 42(2): 161-166. (in Chinese)
- [2] 尤淑丽, 于树涛, 金振, 等. 花生品种(系)抗旱性鉴定技术研究[J]. 东北农业科学, 2023, 48(2): 18-22.
YOU S L, YU S T, JIN Z, et al. Research on drought resistance identification techniques of peanut varieties(lines)[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(2): 18-22. (in Chinese)
- [3] 万书波. 我国花生生产面临的机遇与科技发展战略[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(1): 7-12.
WAN S B. Opportunities facing peanut industry in China and strategies for its science and technology development[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2009, 11(1): 7-12. (in Chinese)
- [4] 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(4): 421-426.
JIANG H F, REN X P. Genetic diversity of peanut resource on morphological characters and seed chemical components in China[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2006, (4): 421-426. (in Chinese)
- [5] 陈明娜, 迟晓元, 潘丽娟, 等. 中国花生育种的发展历程与展望[J]. 中国农学通报, 2014, 30(9): 1-6.
CHEN M N, CHI X Y, PAN L J, et al. The development progress and prospects of peanut breeding in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(9): 1-6. (in Chinese)
- [6] 饶庆琳, 姜敏, 吕建伟, 等. 花生种质资源品质性状分析及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2024, 25(9): 1454-1467.
RAO Q L, JIANG M, LYU J W, et al. Analysis and comprehensive evaluation of quality characters of peanuts germplasm resources[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2024, 25(9): 1454-1467. (in Chinese)
- [7] ZHANG N, ZHANG H, REN J Y, et al. Characterization and comprehensive evaluation of phenotypic and yield traits in salt-stress-tolerant peanut germplasm for conservation and breeding[J]. Horticulturae, 2024, 10: 147.
- [8] 薛云云, 田跃霞, 张鑫, 等. 72份山西花生资源主要农艺和品质性状分析[J]. 花生学报, 2020, 49(4): 31-37.
XUE Y Y, TIAN Y X, ZHANG X, et al. Analysis on main agronomic and quality traits of 72 peanut resources in Shanxi of China[J]. Journal of Peanut Science, 2020, 49(4): 31-37. (in Chinese)
- [9] 何中国, 李玉发, 刘洪欣, 等. 东北早熟区花生生产科研产业的现状和发展策略[J]. 吉林农业科学, 2009, 34(4): 56-59.
HE Z G, LI Y F, LIU H X, et al. Current situation and strategy of production and scientific research of peanut in precocious district of northeast China[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2009, 34(4): 56-59. (in Chinese)
- [10] 牛海龙, 李玉发, 何中国, 等. 吉林省花生产业发展需求报告[J]. 东北农业科学, 2019, 44(3): 11-13.
NIU H L, LI Y F, HE Z G, et al. Report on the development needs of peanut industry in Jilin province[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2019, 44(3): 11-13. (in Chinese)
- [11] 张连喜, 杨翔宇, 李玉发, 等. 吉林省花生产业概况与发展建议[J]. 东北农业科学, 2021, 46(6): 83-86, 102.
ZHANG L X, YANG X Y, LI Y F, et al. General situation and development suggestion of peanut industry in Jilin Province[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2021, 46(6): 83-86, 102. (in Chinese)
- [12] 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: 3-10.
JIANG H F, DUAN N X. Descriptors and data standard for peanut(*Arachis* spp.)[M]. Beijing: China Agriculture Press Co., Ltd, 2006: 3-10. (in Chinese)
- [13] GUSTAFSSON C, WILLFORSS J, LOPES-PINTO F, et al. Identification of genes regulating traits targeted for domestication of field cress(*Lepidium campestre*) as a biennial and perennial oil-seed crop[J]. BMC Genomics, 2018, 19(1): 36.
- [14] 刘旭, 李立会, 黎裕, 等. 作物种质资源研究回顾与发展趋势[J]. 农学学报, 2018, 8(1): 1-6.
LIU X, LI L H, LI Y, et al. Crop germplasm resources: advances and trends[J]. Journal of Agriculture, 2018, 8(1): 1-6. (in Chinese)
- [15] 周小静, 任小平, 黄莉, 等. 花生种质资源研究进展与展望[J]. 植物遗传资源学报, 2020, 21(1): 33-39.
ZHOU X J, REN X P, HUANG L, et al. Research progress and prospect for peanut germplasm resources[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(1): 33-39. (in Chinese)
- [16] 唐荣华, 高国庆, 韩柱强. 花生种质资源数据库建立及应用研究[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(2): 71-73.
TANG R H, GAO G Q, HAN Z Q. Foundation and utilization of Guangxi peanut germplasm database[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 23(2): 71-73. (in Chinese)
- [17] 王移收. 我国花生产品加工业现状、问题及发展趋势[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(4): 498-502.
WANG Y S. The current situation, problems and development trend of peanut product processing industry in China[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2006, 28(4): 498-502. (in Chinese)
- [18] 杨翔宇, 何中国, 牟书靓, 等. 吉林省花生生产现状与发展对策[J]. 农业科技管理, 2020, 39(5): 63-66.
YANG X Y, HE Z G, MU S J, et al. Current status and development strategy of peanut industry in Jilin Province[J]. Management of Agricultural Science and Technology, 2020, 39(5): 63-66. (in Chinese)
- [19] 宁洽, 孙晓萍, 吕永超, 等. 吉林省花生网斑病发生调查及抗性鉴定[J]. 东北农业科学, 2025, 50(1): 5-9.
NING Q, SUN X P, LYU Y C, et al. Investigation on occurrence and resistance identification of peanut web blotch in Jilin province[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2025, 50(1): 5-9. (in Chinese)

(责任编辑:范杰英)