

油用牡丹主要表型性状的相关分析

刘艺平,黄志远,梁露,贺丹,王佩佩,张琳,孔德政

(河南农业大学 林学院,河南 郑州 450002)

摘要:为探讨油用牡丹主要表型性状和单株产量的变异性及相关性,以产油量较好、观赏性较佳的36份牡丹种质为供试材料,对25个表型性状进行变异性、相关性和主成分分析。结果表明,油用牡丹表型数量性状变异系数为9.1%~83.1%,其中,产量性状的变异系数较高,为17.3%~83.1%;25个性状间存在不同程度的相关性,相关系数介于-0.67~0.96;前5个主成分的累积量达到74.816%,第一主成分主要反映植株的产量性状和果实性状。表明单株种子产量、有效聚合蓇葖果数、单株种子粒数和单株花朵数应作为选育油用牡丹的首要指标。

关键词:油用牡丹;表型性状;相关分析

中图分类号:S685.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2019)06-0099-07

Correlation Analysis of Main Phenotypic Traits of Oil Peony

LIU Yiping, HUANG Zhiyuan, LIANG Lu, HE Dan, WANG Peipei, ZHANG Lin, KONG Dezheng

(College of Forestry, Agricultural University of Henan, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To explore the variability and correlation of the main phenotypic traits and yield per plant of oil peony. Thirty-six peony varieties with good oil production and good ornamental properties were used as test materials, and variability, correlation and principal component analysis were performed on 25 phenotypic traits. The results showed that: The variability of phenotypic quantitative traits ranged from 9.1% to 83.1%, and the coefficient of variation of yield traits ranged from 17.3% to 83.1%. There were different degrees of correlation between the 25 traits, and the correlation coefficient was between -0.67 and 0.96. The cumulative amount of the first five principal components reached 74.816%, and the first principal component mainly reflected the yield traits and fruit traits of the plants. The studies have shown that the yield per plant, the number of effective polymerization fruits, the number of seeds per plant and the number of flowers per plant should be the primary indicators for the selection of oil peony.

Key words: Oil peony; Phenotypic traits; Correlation analysis

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)因其花大色艳,被誉为“花中之王”,是我国的传统名花。近年来的研究发现,牡丹不仅具有良好的观赏价值,而且还具有很好的经济价值。尤其是研究发现,油用牡丹的牡丹籽油不饱和脂肪酸含量在90%以上,且营养价值很高,是迄今为止发现较为适合人体营养的油脂^[1]。但是目前对于油用牡丹的研究也大部分集中在栽培生理^[2-3]、产业发展^[4-5]、种子油的制备

工艺^[6-7]和种子的化学成分研究以及副产品开发及药用保健方面^[8-12],而对于油用牡丹产量性状的基因定位和分子育种等方面的研究报道很少^[13-14]。

表型是基因型和环境因素互作的结果,主要在个体水平上进行表达。表型性状包括形态学性状、生物化学成分特征、生化代谢特征、生理活性特征及环境适应能力等方面^[15]。研究植物的表型性状可以寻找优良性状的遗传材料,从而为遗传改良奠定基础^[16]。本研究以36份产油量较好、观赏性较佳

收稿日期:2019-01-20

基金项目:国家自然科学基金项目(31600568);河南省科技攻关项目(30500549)

作者简介:刘艺平(1977-),女,河南温县人,副教授,博士,主要从事园林植物栽培生理研究。E-mail:lyp_163@163.com

通信作者:孔德政(1964-),男,江苏南京人,教授,博士,主要从事园林植物应用研究。E-mail:kzxy303@163.com

的牡丹种质为试材,对 25 个表型性状进行变异性、相关性及主成分分析,为油用牡丹种质资源创新和新品种选育提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本研究选择的具有代表性的 36 份牡丹种质,均引种栽培于洛阳农林科学院 7 a 以上。油用牡丹的选择参考文献[17-19]中报道的性状稳定、产油量较好和观赏性较佳的种质(表 1)。

1.2 数据的选取与测量

田间调查试验于 2017 年 4—9 月进行。以单株

为 1 个样品,每株选取 3 个顶芽开花的萌蘖枝进行测定,每个样品选 3 株性状良好的植株作为 3 个重复。共测定 25 个性状,其中产量性状 9 个、果实性状 4 个、生长性状 12 个。产量性状包括单株产量(单株种子产量)、种子含油率、聚合蓇葖果数、有效聚合蓇葖果数、有效果实率、单个蓇葖果种子粒数、单株种子粒数、百粒干质量、种子含水量 9 个性状,果实性状包括聚合蓇葖果直径、蓇葖长、蓇葖宽、蓇葖果果形指数 4 个性状,生长性状包括株高、冠幅、单株花朵数、小叶数、复叶长、复叶宽、复叶长宽比、叶柄长、顶小叶长、顶小叶宽、顶小叶长宽比、花径 12 个性状。

表 1 36 份油用牡丹供试材料

Tab. 1 36 experimental materials of oil peony

序号 Serial number	编号 Number	名称 Name	花色 Color	序号 Serial number	编号 Number	名称 Name	花色 Color
1	XY	香玉	白色	19	YSZ	玉狮子	白色
2	FH	粉荷	粉色	20	YPZ	玉盘珍	白色
3	SJPH	似锦袍红	红色	21	BJ	白菊	白色
4	FL	粉丽	粉色	22	ZBB	紫斑白	白色
5	HDBC	蝴蝶报春	粉蓝色	23	YMTH	玉面桃花	粉色
6	FD	凤丹	白色	24	BXQ	白绣球	白色
7	QXB	青心白	白色	25	XM	熊猫	白色
8	BXFH	冰心粉荷	粉色	26	BHCX	百花丛笑	浅红色
9	CHZY	春红争艳	浅红色	27	FYQG	粉玉清光	红色
10	CZX	层中笑	紫红色	28	BHXY	冰壶献玉	白色
11	BYW	白燕尾	白色	29	LHD	蓝蝴蝶	粉蓝色
12	HBB	红斑白	红色	30	JPH	锦袍红	紫红色
13	XZST	雪中送炭	白色	31	MCJH	墨池金辉	墨紫色
14	MDY	牡丹宴	白色	32	YHFH	银红飞荷	红色
15	HHFC	荷花翡翠	粉紫色	33	DHBZ	大红宝珠	红色
16	RHSY	如花似玉	粉色	34	YJH	映金红	紫红色
17	ZYH	枣园红	红色	35	BZB	百丈冰	白色
18	ZBF	紫斑粉	粉色	36	YGB	夜光杯	紫黑色

1.3 数据处理

利用 Excel 整理原始数据,利用 SPSS 22.0 对测定的 25 个表型性状进行统计和分析,统计参数主要包括平均数、标准差、标准误差、最小值、最大值、变异系数。

2 结果与分析

2.1 油用牡丹表型性状的变异分析

从表 2 可以看出,大部分的表型数量性状存在明显的变异,变异系数为 9.1% ~ 83.1%,变异系数越大说明该项指标的变异越大^[20]。其中,单株产量变异系数最大,种子含油率的变异系数最小。产量性状的变异系数为 17.3% ~ 83.1%,单株种子粒数和单株种子产量的变异程度都很高,分别达到 74.2% 和 83.1%,单株种子粒数变幅为 56 ~ 2 350,

平均值为 686。果实性状的变异系数为 15.5% ~ 22.5%,变异系数均较小,表明果实性状变异程度较小。生长性状的变异系数为 13.9% ~ 38.2%,其中,顶小叶宽变异系数最大。在这些性状中,产量性状的变异系数均较高,说明不同品种之间产量性状之间具有丰富的变异。

2.2 油用牡丹表型性状的相关性分析

利用 Pearson 相关系数来分析两两性状之间的相关性,相关系数如表 3 所示,不同性状之间呈现不同的相关性。相关系数较大的有株高与冠幅(0.70)、花径(0.72),单株花朵数与聚合蓇葖果数(0.99)、有效聚合蓇葖果数(0.76),单株种子产量与有效聚合蓇葖果数(0.86)、单个蓇葖果种子粒数(0.78)、单株种子粒数(0.96)、蓇葖长(0.72),聚合蓇葖果数与有效聚合蓇葖果数(0.80),有效聚合蓇葖

表2 油用牡丹表型性状的统计分析
Tab. 2 Statistical analysis of phenotypic traits of oil peony

性状编号 Trait number	性状 Trait	平均数 Average	标准差 Standard deviation	标准误差 Standard error	最小值 Minimum	最大值 Maximum	变异系数/% Coefficient of variation
X1	株高/cm	91.59	19.52	1.10	51.60	148.90	21.3
X2	冠幅/m ²	122.16	24.70	1.39	58.10	201.30	20.2
X3	单株花朵数/个	40.12	14.26	2.41	24.56	83.61	35.5
X4	小叶数/片	9.78	1.95	0.11	5.00	17.00	19.9
X5	复叶长/cm	31.03	8.17	0.46	13.80	53.60	26.3
X6	复叶宽/cm	20.88	5.28	0.30	8.70	41.20	25.3
X7	复叶长宽比	0.70	0.19	0.01	0.35	1.46	27.4
X8	叶柄长/cm	14.97	4.21	2.51	7.41	98.93	28.0
X9	顶小叶长/cm	85.27	20.84	1.17	36.86	131.83	24.4
X10	顶小叶宽/cm	74.53	28.45	1.60	29.20	155.27	38.2
X11	顶小叶长宽比	1.26	0.43	0.02	0.63	2.81	34.1
X12	花径/cm	17.80	2.48	0.42	12.80	22.10	13.9
X13	单株种子产量/g	157.34	130.70	12.75	11.00	607.77	83.1
X14	种子含油率/%	0.22	0.02	0.003	0.17	0.26	9.1
X15	聚合蓇葖果数/个	40.76	15.81	1.54	15.00	85.00	38.8
X16	有效聚合蓇葖果数/个	27.79	13.66	1.33	8.00	71.00	49.2
X17	有效果实率/%	0.68	0.18	0.02	0.28	1.00	26.5
X18	单个蓇葖果种子粒数	23.00	11.00	0.59	2.00	64.00	47.8
X19	单株种子粒数	686.00	508.67	49.64	56.00	2 350.00	74.2
X20	百粒干质量/g	22.12	3.82	0.37	14.08	31.46	17.3
X21	种子含水量/%	33.41	7.42	0.72	0.00	55.22	22.2
X22	聚合蓇葖果直径/cm	71.52	13.98	0.79	38.56	111.15	19.6
X23	蓇葖果长/cm	35.73	8.02	0.45	18.23	59.28	22.5
X24	蓇葖果宽/cm	14.56	2.25	0.13	8.97	22.17	15.5
X25	蓇葖果果形指数	2.45	0.40	0.02	1.36	3.62	16.3

果数与单株种子粒数(0.91),单个蓇葖果种子粒数与单株种子粒数(0.83)、蓇葖果长(0.74)、蓇葖果宽(0.70),聚合蓇葖果直径与蓇葖果长(0.95)、蓇葖果果形指数(0.87),蓇葖果长与蓇葖果宽(0.79),这说明以上性状中存在极显著的相关性。

在产量性状中,单株种子产量与株高(0.61)、冠幅(0.48)、单株花朵数(0.59)、花径(0.46)、聚合蓇葖果数(0.64)、有效聚合蓇葖果数(0.86)、单个蓇葖果种子粒数(0.78)、单株种子粒数(0.96)、聚合蓇葖果直径(0.66)、蓇葖果长(0.72)、蓇葖果宽(0.67)、蓇葖果果形指数(0.47)12个性状呈极显著相关性($P < 0.01$)。在极显著正相关中,单株种子产量与单株种子粒数相关系数最大,为0.96;单株种子产量与花径相关系数最小,为0.46。单株种

子产量与复叶长宽比、顶小叶宽呈负相关。这说明单株种子产量与果实质量、果实数量、有效果实数、株高和冠幅等性状有直接关系。此外,百粒干质量与单株种子产量性状之间显著关系并不明显,与聚合蓇葖果直径(0.44)、蓇葖果长(0.46)、顶小叶长(0.59)等存在极显著关系。

2.3 油用牡丹表型性状的主成分分析

如表4所示,第一到第五主成分的初始特征值分别为8.866、4.011、2.351、1.976、1.500,所占方差比例分别为35.464%、16.045%、9.404%、7.903%、6.000%,这5个主成分的累积量达到74.816%,说明这5个主成分基本覆盖了所有的表型性状的主要信息。

表 3 油用牡丹表型性状间相关性分析

Tab. 3 Correlation analysis between phenotypic traits of oil peony

性状编号 number	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24
X2	0.70 **																							
X3	0.51 **	0.49 **																						
X4	0.23	0.17	0.20																					
X5	0.32	0.51 **	0.15	0.06																				
X6	0.42 *	0.45 **	-0.01	0.27	0.68 **																			
X7	-0.01	-0.19	-0.18	0.08	-0.67 **	0.06																		
X8	0.13	0.07	0.32	0.13	0.07	0.07	-0.04																	
X9	0.02	0.21	-0.07	-0.33	0.26	0.44 **	0.20	-0.16																
X10	-0.17	-0.18	-0.34 *	-0.33 *	0.12	0.35 *	0.20	-0.15	0.57 **															
X11	0.21	0.42 *	0.34 *	0.16	0.17	0.07	-0.08	0.02	0.22	-0.22	-0.64 **													
X12	0.72 **	0.48 **	0.46 **	0.29	0.45 **	0.44 **	-0.18	0.19	0.08	-0.19	0.30													
X13	0.61 **	0.48 **	0.59 **	0.14	0.29	0.10	-0.25	0.22	0.00	-0.24	0.28	0.46 **												
X14	0.21	0.11	0.05	-0.07	-0.05	-0.27	-0.20	0.09	-0.23	-0.16	-0.01	0.11	0.35 *											
X15	0.54 **	0.53 **	0.99 **	0.18	0.23	0.04	-0.24	0.34 *	-0.05	-0.32	0.33 *	0.45 **	0.64 **	0.06										
X16	0.56 **	0.41 *	0.76 **	0.23	0.20	-0.03	-0.31	0.35 *	-0.30	-0.39 *	0.21	0.39 *	0.86 **	0.35 *	0.80 **									
X17	0.23	0.01	-0.07	0.18	0.09	-0.12	-0.31	0.05	-0.47 **	-0.28	-0.08	0.08	0.54 **	0.50 **	-0.02	0.56 **								
X18	0.51 **	0.37 *	0.24	0.13	0.27	-0.30	0.15	-0.12	-0.30	0.24	0.43 **	0.78 **	0.37 *	0.31	0.59 **	0.64 **								
X19	0.55 **	0.43 **	0.58 **	0.16	0.25	0.01	-0.31	0.35 *	-0.17	-0.31	0.21	0.40 *	0.96 **	0.39 *	0.64 **	0.91 **	0.64 **	0.83 **						
X20	0.40 *	0.26	0.23	-0.06	0.27	0.41 *	0.12	-0.15	0.59 **	0.22	0.28	0.46 **	0.40 *	-0.13	0.22	0.10	-0.18	0.16	0.15					
X21	-0.10	-0.02	0.03	-0.40 *	-0.01	0.04	0.15	0.05	0.66 **	0.31	0.22	0.06	0.04	-0.15	0.01	-0.13	-0.34 *	-0.14	-0.06	0.35 *				
X22	0.47 **	0.53 **	0.27	-0.13	0.50 **	0.33	-0.28	0.19	0.39 *	-0.09	0.48 **	0.44 **	0.66 **	0.27	0.34 *	0.42 **	0.25	0.66 **	0.61 **	0.44 **	0.27			
X23	0.56 **	0.60 **	0.28	-0.04	0.47 **	0.32	-0.25	0.18	0.34 *	-0.15	0.47 **	0.51 **	0.72 **	0.29	0.35 *	0.47 **	0.34 *	0.74 **	0.66 **	0.46 **	0.19	0.95 **		
X24	0.50 **	0.46 *	0.22	0.28	0.32	0.19	-0.27	0.05	0.01	-0.23	0.24	0.43 **	0.67 **	0.28	0.28	0.52 **	0.55 **	0.70 **	0.63 **	0.32	-0.05	0.65 **	0.79 **	
X25	0.41 *	0.51 **	0.23	-0.31	0.42 *	0.30	-0.13	0.23	0.49 **	-0.04	0.51 **	0.37 *	0.47 **	0.23	0.29	0.24	0.00	0.50 **	0.42 *	0.39 *	0.32	0.87 **	0.82 **	0.30

注: * 表示 0.05 水平显著, ** 表示 0.01 水平显著。

Note: * indicates that the 0.05 level is significant, ** indicates that the 0.01 level is significant.

表 4 油用牡丹表型性状的主成分分析

Tab. 4 The principal component analysis of phenotypic traits of oil peony

主成分 Main ingredient	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方和载入 Extract square sum loading		
	合计 Total	方差比例/% Variance ratio	累积量/% Accumulation	合计 Total	方差比例/% Variance ratio	累积量/% Accumulation
			Accumulation			Accumulation
PC1	8.866	35.464	35.464	8.866	35.464	35.464
PC2	4.011	16.045	51.509	4.011	16.045	51.509
PC3	2.351	9.404	60.913	2.351	9.404	60.913
PC4	1.976	7.903	68.816	1.976	7.903	68.816
PC5	1.500	6.000	74.816	1.500	6.000	74.816
PC6	1.455	5.820	80.637			
PC7	1.044	4.175	84.812			
PC8	0.884	3.534	88.346			
PC9	0.664	2.655	91.001			
PC10	0.542	2.168	93.170			
PC11	0.430	1.721	94.890			
PC12	0.395	1.581	96.471			
PC13	0.289	1.157	97.628			
PC14	0.192	0.767	98.395			
PC15	0.110	0.439	98.834			
PC16	0.103	0.413	99.247			
PC17	0.079	0.314	99.561			
PC18	0.047	0.187	99.748			
PC19	0.031	0.122	99.871			
PC20	0.013	0.054	99.924			
PC21	0.010	0.041	99.965			
PC22	0.004	0.016	99.981			
PC23	0.003	0.013	99.994			
PC24	0.001	0.005	99.998			
PC25	0.000	0.002	100.000			

由表 5 可知, 主成分 1(PC1) 中贡献率高的为单株花朵数、单株种子产量、有效聚合蓇葖果数、单株

种子粒数、聚合蓇葖果直径、蓇葖长, 均在 0.80 以上, 由此可以看出, 第一主成分主要反映植株的产量

性状和果实性状。主成分2(PC2)中贡献率高的分别为复叶宽、顶小叶长、顶小叶宽、百粒干质量、种子含水量,均在0.50以上,可以看出,第二主成分主要反映植株的叶片性状和籽粒性状。主成分3(PC3)中贡献率高的分别为株高、冠幅、小叶数、顶小叶长

宽比、聚合蓇葖果数,该成分主要反映的是植株性状,与植株大小、株型关系密切。主成分4(PC4)中贡献率高的为小叶数、复叶长、复叶宽,主要反映了复叶形态。主成分5(PC5)中贡献率高的复叶长宽比、顶小叶宽、叶柄长,主要反映了叶部形态。

表5 油用牡丹性状主成分分析中前5个主成分的贡献率

Tab. 5 Contribution rates of the first five principal components of characters of oil peony

性状 Trait	主成分 Main ingredient				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
株高 Height	0.345	0.053	0.524	0.229	0.191
冠幅 Crown	0.217	0.219	0.612	0.183	-0.153
单株花朵数 Number of flowers per plant	0.911	-0.144	-0.070	-0.287	0.151
小叶数 Leaflet number	0.183	-0.347	0.425	0.513	-0.114
复叶长 Compound leaf length	0.501	0.347	-0.055	0.518	-0.170
复叶宽 Compound leaf width	0.293	0.571	0.160	0.646	0.082
复叶长宽比 Compound leaf aspect ratio	-0.348	0.199	0.226	-0.177	0.488
叶柄长 Petiole length	0.284	-0.163	0.206	-0.183	0.482
顶小叶长 Top leaflet length	0.075	0.924	-0.079	-0.138	0.082
顶小叶宽 Top leaflet width	-0.326	0.560	-0.229	0.193	0.644
顶小叶长宽比 Top leaflet aspect ratio	0.464	0.187	0.512	-0.293	-0.713
花径 Flower path	0.664	0.163	0.275	0.267	0.013
单株种子产量 Individual seed yield	0.896	-0.147	-0.080	-0.125	0.248
种子含油率 Seed oil content	0.330	-0.362	-0.450	-0.160	0.079
聚合蓇葖果数 Number of aggregated fruits	0.681	-0.133	0.576	-0.255	0.153
有效聚合蓇葖果数 Effective aggregation number	0.821	-0.437	0.156	-0.146	0.248
有效果实率 Effective fruit rate	0.423	-0.593	-0.539	0.196	0.095
蓇葖果种子粒数 Capsule seed number	0.783	-0.218	-0.373	0.032	0.006
单株种子粒数 Number of seeds per plant	0.866	-0.329	-0.109	-0.131	0.233
百粒干质量 100 dry weight	0.402	0.612	0.090	0.006	0.176
种子含水量 Seed moisture content	0.025	0.626	-0.050	-0.511	0.110

续表 5 油用牡丹性状主成分分析中前 5 个主成分的贡献率

Tab. 5 (Continued) Contribution rates of the first five principal components of characters of oil peony

性状 Trait	主成分 Main ingredient				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
聚合蓇葖果直径 Polymeric capsule diameter	0.813	0.352	-0.323	-0.127	-0.131
蓇葖长 Follicle long	0.869	0.280	-0.311	-0.044	-0.115
蓇葖宽 Follicle width	0.741	-0.081	-0.282	0.203	-0.024
蓇葖果果形指数 Capsule fruit shape index	0.653	0.485	-0.223	-0.274	-0.178

3 结论与讨论

变异系数的大小可间接反映出表型多样性的丰富程度, 变异系数大的则说明该性状在研究材料中变异幅度广泛, 间接说明了材料的多样性丰富。相反, 变异系数小的则说明其变异幅度较小, 间接说明了材料的多样性较差^[21]。本试验中测定的表型性状较多, 其变异系数为 9.1% ~ 83.1%, 说明这 36 份牡丹种质表现出较为丰富的遗传多样性。在这些测定的性状中, 单株种子产量的变异系数最高, 为 83.1%, 种子含油率的变异系数最小, 为 9.1%, 说明单株种子产量属于强度变异, 种子含油率相对来说变异较小, 这也说明了不同的牡丹品种产量之间存在很大的差异, 而产量的多少直接影响到油用牡丹的油用性, 这与崔虎亮等^[22]在油用牡丹单株产量和主要表型性状的相关性中的研究结果是一致的。

本研究中调查的性状比较多, 通过对表型性状 Pearson 相关性分析发现, 与单株产量相关的性状达到 15 个, 达到极显著水平 ($P < 0.01$) 的有株高、冠幅、单株花朵数、花径、聚合蓇葖果数、有效聚合蓇葖果数、有效果实率、蓇葖果种子粒数、单株种子粒数、聚合蓇葖果直径、蓇葖长、蓇葖宽、蓇葖果果形指数 13 个性状, 这说明了株高、冠幅、单株花朵数等这些生长性状在油用牡丹的选择性育种中起到了重要作用。

主成分分析是将原来具有相关性的性状转变为彼此独立的性状的多元统计方法, 它仅仅利用数个反映原性状内在联系且起主导作用的综合指标就可以达到利用多个性状科学地综合分析问题的目的^[23]。本研究中通过主成分分析发现, 产量性状和果实性状对主成分的贡献率基本均在 0.80 以上, 其中表型性状中的单株花朵数对主成分贡献率达到了 0.91, 这与相关性分析结果相一致。通过相关性和主成分分析, 表明在油用牡丹品种选育中, 单株种子

产量、有效聚合蓇葖果数、单株种子粒数和单株花朵数应作为首要指标。

参考文献:

- [1] 程安玮, 孙金月, 王维婷, 等. 牡丹籽油的研究进展 [J]. 食品科学技术学报, 2016, 34(3): 79-84.
- [2] 智利红, 许文营. 不同油用牡丹叶片光合特性、氮素吸收积累效应及产量分析 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(11): 105-109.
- [3] 杨玉珍, 李娟, 常可可, 等. 套种模式下不同株行距核桃对油用牡丹光合特性及产量的影响 [J]. 河南农业科学, 2019, 48(2): 105-111.
- [4] 张雪莲, 解志军, 朱长红, 等. 油用牡丹产业发展前景及策略分析 [J]. 农村经济与科技, 2015, 26(12): 67-68.
- [5] 朱恒星, 戴前莉, 李辉乾, 等. 基于 SWOT 分析的重庆市油用牡丹产业发展研究 [J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2016, 36(3): 166-169.
- [6] 张正周, 张驰松, 郑旗, 等. 油用牡丹籽油水酶法提取工艺的研究 [J]. 农业与技术, 2016, 36(3): 30-32, 46.
- [7] 姚欢欢. 油用牡丹种子油提取及剩余物综合利用 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.
- [8] ZHANG Wenxin, YIN Da, HUANG Dizhou, et al. Altitudinal patterns illustrate the invasion mechanisms of alien plants in temperate mountain forests of northern China [J]. Forest Ecology and Management, 2015, 351(1): 1-8.
- [9] 杨勇, 刘佳坤, 曾秀丽, 等. 四川牡丹部分野生居群种子脂肪酸组分比较 [J]. 园艺学报, 2015, 42(9): 1807-1814.
- [10] 赵奇, 郭运宏, 齐红志, 等. 油用牡丹丹皮提取液对鲜食玉米的保鲜效果 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(12): 137-142.
- [11] 王露, 赵笑笑, 申少斐, 等. 油用牡丹籽粕低聚芪类化合物大孔树脂富集与抑菌活性 [J]. 山西农业科学,

- 2019,47(4):563-567,572.
- [12] 申少斐,裴燕妮,张丽,等.油用牡丹籽仁中茋类化合物超声波提取及其抑菌活性研究[J].山西农业科学,2018,46(5):742-747.
- [13] 李健,胡永红.油用牡丹ISSR-PCR反应体系的建立和优化[J].分子植物育种,2017,15(8):3129-3135.
- [14] 郭琪,郭大龙,郭丽丽,等. SSR分子标记在牡丹亲缘关系研究中的应用与研究进展[J].植物学报,2015,50(5):652-664.
- [15] PRICE S C, SHUMAKER K M, KAHLER A L, et al. Estimates of population differentiation obtained from enzyme polymorphisms and quantitative characters [J]. Journal of Heredity, 1984, 75(2):141-142.
- [16] 王艺林,吕东,刘贤德,等.5个种源文冠果果实和种子表型性状变异分析[J].经济林研究,2018,36(3):38-47.
- [17] 罗建让,张延龙,郭丽萍,等.35个栽培牡丹品种油用
- 特性的评价研究[J].中国粮油学报,2016,31(10):60-65.
- [18] 李莉莉.甘肃油用紫斑牡丹品种资源调查及评价[D].兰州:甘肃农业大学,2016.
- [19] 王占营,王二强,郭亚珍,等.洛阳地区西北品种群油用型牡丹筛选初报[J].江西农业学报,2014,26(7):32-34.
- [20] 杜丽.28份玉簪种质资源SSR遗传多样性及形态变异研究[D].郑州:河南农业大学,2017.
- [21] 贺丹.紫薇遗传多样性研究及遗传连锁图谱的构建[D].北京:北京林业大学,2012.
- [22] 崔虎亮,黄弄璋,闫海川,等.油用牡丹单株产量和主要表型性状的相关性[J].华南农业大学学报,2017,38(2):86-91.
- [23] 卫尊征.小叶杨遗传资源评价及重要性状的SSRs关联分析[D].北京:北京林业大学,2010.

(上接第98页)

单958和浚单20均为高感品种,当年河南多个地区玉米南方锈病发生重,许多参试品种表现为高感,其比率达到78.91%。另外,由于锈病严重发生,对其他叶部病害的发病造成了一定影响,当年小斑病和弯孢霉叶斑病发生相对较轻。3a中筛选获得的玉米南方锈病高抗性品种只有13个,高抗种质资源相对匮乏,这与广西南宁和北京昌平对玉米种质资源抗南方锈病的鉴定结果一致^[9],需要不断挖掘新的抗病资源。

玉米镰孢穗腐病近年发生日益严重,本研究中鉴定的玉米品种对镰孢穗腐病抗性情况与山西省的鉴定结果基本一致^[10],高抗品种相对较少,应引起高度重视,育种单位应进一步加强对该病害的抗病育种工作。研究表明,玉米螟的穗部危害是造成玉米镰孢穗腐病发生的最主要原因^[11],因此,在目前高抗病品种较少的情况下,加强对玉米螟的防治显得尤为重要。

参考文献:

- [1] 金柳艳,孙华,石洁,等.2016年黄淮海地区主栽品种抗病监测与现状分析[J].玉米科学,2018,26(4):150-155.
- [2] 王晓鸣,石洁,晋齐鸣,等.玉米病虫害田间手册[M].北京:中国农业出版社,2010.
- [3] 王晓鸣,晋齐鸣,石洁,等.玉米病害发生现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J].植物病理学报,2006,36(1):1-11.
- [4] 石洁,王振营,何康来.黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势与原因分析[J].植物保护,2005,31(5):63-65.
- [5] 张昊,冯佳佳,孙丹丹,等.油菜素内酯提高玉米抗禾谷镰孢菌侵染的生理机制[J].华北农学报,2019,34(1):213-218.
- [6] 刘秀峰,吴红宇,楼辰军,等.部分玉米种质南繁区自然条件下抗锈性评价[J].山西农业科学,2019,47(3):425-427,436.
- [7] 刘杰,姜玉英,曾娟,等.2015年我国玉米南方锈病重发特点和原因分析[J].中国植保导刊,2016,36(5):44-47.
- [8] 卢振宇,陈明,张超,等.黄淮海地区玉米锈病的发生及综合防治措施[J].农业科技通讯,2016(8):153-155.
- [9] 陈文娟,李万昌,杨知还,等.玉米抗南方锈病种质资源初步鉴定及遗传多样性分析[J].植物遗传资源学报,2018,19(2):225-231.
- [10] 张治家,李永华.山西省玉米品种穗腐病抗性鉴定[J].北方农业学报,2017,45(6):75-78.
- [11] 夏志红,潘慧康,张兰新,等.玉米穗腐病与蛀穗螟虫发生的关系[J].华北农学报,1995,10(1):88-91.