

中国冬油菜品系主要性状主成分分析及 育种策略初探

王健胜¹,李静婷¹,侯桂玲¹,王 婕²,赵干卿¹,杨风岭¹

(1. 平顶山学院,河南 平顶山 467000; 2. 三门峡市农业科学研究所,河南 三门峡 472000)

摘要:以2004—2010年参加国家冬油菜新品种区域试验的所有品系为材料,分全国范围及不同区域环境对其主要品质性状、产量性状、抗逆性状进行了详细的主成分分析。结果表明,油菜主要性状主成分分析结果在不同区域环境间差异明显,其中抗逆性状差异最大,其次是产量性状,品质性状差异相对较小;同时,各个区域环境下获得的油菜主成分分析结果与全国范围的分析结果间也存在一定差异。可见,全国范围内油菜主要性状的主成分分析结果对指导不同区域环境下油菜育种价值有限甚至会产生较大偏差,而多种区域环境下油菜主要性状的主成分分析结果对不同区域油菜育种水平和效率的提升甚为关键。此外对不同环境下油菜育种策略的选择进行了初步探讨。

关键词:冬油菜; 主要性状; 主成分分析; 育种策略

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004 - 3268(2015)07 - 0048 - 05

Principal Components Analysis of Main Traits for Chinese Winter Rapeseed Lines and Discussion of Rapaseed Breeding Strategies

WANG Jiansheng¹, LI Jingting¹, HOU Guilin¹, WANG Jie², ZHAO Ganqing¹, YANG Fengling¹

(1. Pingdingshan University, Pingdingshan 467000, China;

2. Sanmenxia Academy of Agricultural Sciences, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: With the winter rapaseed lines that took part in the national regional trials test of winter rapaseed during 2004—2010 as material, the detail principal components analysis was carried out for quality traits, yield traits and resistance traits from the whole country and the different region. The great difference was found for the main traits among the different regions, of which the greatest difference was found for resistance, the next were yield traits and quality traits. Some difference was also found between the principal components analysis of every region and that of the whole country. So, this research suggested that the result of principal components analysis based on the whole country had the limited value or even resulted in the great deviation for the direction of rapaseed breeding, and it was very important for improving breeding efficient and level that carrying out principal components analysis for the different environments. The breeding strategies for the different environments were also discussed in this research.

Key words: winter rapaseed; main traits; principal components analysis; breeding strategies

油菜是世界重要的油料作物,也是潜在的能源作物^[1]。中国是世界上的主要油菜生产国和消费国^[2],但中国的油菜籽却主要依靠进口。近年来,随着我国人民生活水平的不断提高和油菜加工业的

快速发展,国内对油菜籽的需求量日益增大,同时对油菜品质提出了更高的要求。因此,我国油菜育种面临着提高产量和改善品质的双重压力^[3]。
油菜性状遗传分析是开展高效油菜育种的重要

收稿日期:2014 - 12 - 02
基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(KJT142102110171);平顶山学院国家基金培育项目(PXY - PYJJ - 2014002)
作者简介:王健胜(1978 -),男,陕西礼泉人,讲师,博士,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:wjsheng1998@163.com

基础。宋稀等^[4]对高密度种植油菜重要农艺性状与产量的关系进行了分析,结果认为,高密度油菜的选育重点应加强对结角密度和主花序有效角果数的选择,努力提高单株有效角果数和每角粒数,同时适当减少无效分枝数。王瑞等^[5]分析了甘蓝型油菜主要性状的遗传相关性,结果发现,每角粒数、一次有效分枝数、单株有效角果数等多个性状均是影响单株粒质量的主要遗传因子,因此认为通过单个性状选择不能对单株粒质量进行有效改良。张芳等^[6]对国家审定冬油菜品种的产量与主要性状进行了分析,结果发现,单株角果数和千粒质量的增加是油菜产量提高的主要原因。可以看出,前人研究主要集中于油菜农艺性状遗传分析或相关性分析上^[7-14]。主成分分析作为一种重要的分析方法,已被大量应用于主要作物农艺性状遗传分析中,通过主成分分析可以掌握不同农艺性状在特定育种目标下的地位和作用,从而选择对育种目标贡献较大的少数农艺性状进行重点研究和改良,提高作物育种效率和育种水平。我国的油菜种植区根据油菜生育特点和自然生态条件的差异可分为四大区,即长江上游区、长江中游区、长江下游区和黄淮区。由于油菜农艺性状表现是遗传和环境共同作用的结果,同一性状在不同环境下的表现差异较大,因此开展不同环境下油菜主要性状的遗传分析有利于较全面地掌握性状在特定环境下的具体遗传特点,为制定适合该区域的油菜育种策略提供重要依据,而此前开展这方面的研究甚少。为此,本研究利用大量油菜品系对其在不同环境下的主要农艺性状进行较为详细的主成分分析,以期为今后油菜育种和品种审定提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料及数据来源

供试材料为 2004—2010 年参加国家冬油菜新

品种区域试验的所有品系,共计 838 个,其中长江上游区 196 个,长江中游区 257 个,长江下游区 252 个,黄淮区 133 个。调查性状主要包括 3 大类 13 个性状,分别为品质性状(芥酸含量、硫苷含量和含油量)、产量性状(有效角果数、角果粒数、千粒质量、单株产量、株高、分枝数和生育期)和抗逆性状(菌核病抗性、病毒病抗性和抗寒性)。所有数据来源于国家冬油菜新品种区域试验总结报告。

1.2 数据分析

数据分析采用 SPSS 18.0 软件进行,主要对所有性状进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 冬油菜品质性状的主成分分析

为了充分了解不同环境下冬油菜品质性状中起主导作用的性状,对各个环境下油菜的芥酸含量、硫苷含量和含油量 3 个主要品质性状进行了主成分分析。从表 1 可以看出,对全国而言,硫苷含量是主成分因子,其贡献率达 77.419%,说明就全国油菜品质来说,硫苷含量是主要的限制因子。在长江上游区,芥酸含量是主成分因子,其贡献率是 56.978%,表明芥酸含量是该地区油菜品质性状的主要限制因子。对长江中游区和长江下游区来说,其主成分因子都是硫苷含量,其贡献率分别是 50.566% 和 60.262%,表明硫苷含量是这 2 个地区油菜品质性状的主要限制因子。与其他地区不同,黄淮区油菜品质性状存在 2 个主成分因子,其第一主成分因子是硫苷含量,而第二主成分因子是含油量,这 2 个因子累积贡献率较高,达到了 79.524%。可见,不同环境下油菜品质性状的主成分因子不尽相同,即油菜品质在不同环境下有不同的限制因子。因此,在今后的油菜品质育种中应该根据不同环境制定不同的育种目标,从而有效地改善油菜品质。

表 1 国家冬油菜品质性状的主成分分析

区域	项目	性状	主成分		
			芥酸含量	硫苷含量	含油量
全国	贡献率/%			77.419	
	累积贡献率/%			77.419	
	特征向量	芥酸含量		0.811	
		硫苷含量		0.987	
		含油量		0.831	
长江上游区	贡献率/%		56.978		
	累积贡献率/%		56.978		
	特征向量	芥酸含量	0.919		
		硫苷含量	0.915		
		含油量	-0.163		

续表 1 国家冬油菜品质性状的主成分分析

区域	项目	性状	主成分		
			芥酸含量	硫苷含量	含油量
长江中游区	贡献率/%			50.566	
	累积贡献率/%			50.566	
	特征向量	芥酸含量		0.761	
		硫苷含量		0.862	
		含油量		-0.442	
长江下游区	贡献率/%			60.262	
	累积贡献率/%			60.262	
	特征向量	芥酸含量		0.926	
		硫苷含量		0.939	
		含油量		-0.262	
黄淮区	贡献率/%			42.628	36.896
	累积贡献率/%			42.628	79.524
	特征向量	芥酸含量		0.757	-0.444
		硫苷含量		0.829	0.255
		含油量		0.136	0.919

2.2 冬油菜产量性状的主成分分析

从表 2 可以看出,就全国范围来说,油菜产量性状有 3 个主成分,其第一主成分是单株产量,第二主成分是角果粒数,而第三主成分是千粒质量,这 3 个因子累积贡献率达到了 77.220%,表明单株产量、角果粒数、千粒质量是我国油菜产量改良的主要限制因子。

表 2 国家冬油菜产量性状的主成分分析

项目	性状	主成分		
		单株产量	角果粒数	千粒质量
贡献率/%		36.911	24.737	15.572
累积贡献率/%		36.911	61.648	77.220
特征向量	有效角果数	0.830	-0.368	0.194
	角果粒数	0.317	0.658	-0.290
	千粒质量	-0.097	0.398	0.867
	单株产量	0.874	0.047	0.352
	株高	0.096	-0.819	0.064
	分枝数	0.791	-0.204	-0.237
	生育期	0.622	0.539	-0.177

由表 3—6 可以看出,不同环境下油菜产量性状的主成分分析结果差异较大。长江上游区的油菜产量性状存在 4 个主成分,其第一主成分是分枝数,第二、三、四主成分分别是有效角果数、角果粒数、株高,这 4 个因子累积贡献率为 80.229%,说明改善与这 4 个性状对提高长江上游区的油菜产量十分重要。对长江中游区来说,油菜产量性状有 2 个主成分,第一主成分是单株产量,第二主成分是生育期,这 2 个因子累积贡献率是 63.024%,说明提高长江中游区油菜产量应重视对这 2 个性状的改良。长江下游区油菜产量性状有 3 个主成分,其中有效角果数是第一主成分,角果粒数和千粒质量分别是第二主成分和第三主成分,这 3 个因子累积贡献率为

76.246%。可见,这 3 个主成分性状是长江下游区油菜产量提高的主要限制因子。

表 3 长江上游区冬油菜产量性状的主成分分析

项目	性状	主成分			
		分枝数	有效角果数	角果粒数	株高
贡献率/%		24.745	22.374	18.138	14.972
累积贡献率/%		24.745	47.119	65.257	80.229
特征向量	有效角果数	0.135	0.814	-0.165	-0.459
	角果粒数	0.303	-0.058	0.908	0.147
	千粒质量	-0.876	0.029	-0.085	0.167
	单株产量	-0.361	0.711	0.543	-0.087
	株高	0.315	0.290	-0.046	0.756
	分枝数	0.775	0.228	-0.204	-0.046
	生育期	0.154	-0.508	0.270	-0.455

表 4 长江中游区冬油菜产量性状的主成分分析

项目	性状	主成分	
		单株产量	生育期
贡献率/%		38.716	24.308
累积贡献率/%		38.716	63.024
特征向量	有效角果数	0.796	0.468
	角果粒数	0.371	-0.743
	千粒质量	-0.526	0.063
	单株产量	0.830	0.002
	株高	0.681	-0.398
	分枝数	0.706	0.405
	生育期	-0.103	0.778

表 5 长江下游区冬油菜产量性状的主成分分析

项目	性状	主成分		
		有效角果数	角果粒数	千粒质量
贡献率/%		39.881	20.469	15.896
累积贡献率/%		39.881	60.350	76.246
特征向量	有效角果数	0.888	-0.029	0.209
	角果粒数	-0.254	-0.062	0.787
	千粒质量	-0.106	-0.570	0.781
	单株产量	0.887	0.009	0.292
	株高	0.497	0.498	0.514
	分枝数	0.833	0.009	-0.211
	生育期	0.510	-0.488	-0.033

表 6 黄淮区冬油菜产量性状的主成分分析

项目	性状	主成分		
		单株产量	角果粒数	有效角果数
贡献率/%		25.529	21.182	17.777
累积贡献率/%		25.529	46.711	64.488
特征向量	有效角果数	0.164	-0.023	0.842
	角果粒数	0.264	0.720	-0.346
	千粒质量	0.489	-0.640	-0.266
	单株产量	0.862	0.236	0.157
	株高	0.682	-0.365	0.147
	分枝数	-0.396	0.016	0.517
	生育期	0.295	0.605	0.176

从表 6 可以看出,黄淮区油菜产量性状也存在 3 个主成分,其第一主成分是单株产量,第二和第三主成分分别是角果粒数和有效角果数,这 3 个主成分累积贡献率为 64.488%,这 3 个因子是该区油菜产量改良的主要目标。

2.3 冬油菜抗逆性状主成分分析

从我国油菜抗逆性状总的分析结果(表 7)来看,我国油菜抗逆性状的第一主成分是菌核病发病率,其特征向量贡献率非常高,达到了 97.344%,表明在抗逆性方面,菌核病发病率对我国油菜影响最大。因此,控制菌核病发病率对改善我国油菜的抗逆性尤为重要。

表 7 国家冬油菜抗逆性状主成分分析

项目	性状	主成分
		菌核病发病率
贡献率/%		97.344
累积贡献率/%		97.344
特征向量	菌核病发病率	0.997
	菌核病病指	0.992
	病毒病发病率	0.981
	病毒病病指	0.987
	受冻率	0.969
	冻指	0.993

由表 8—10 可见,长江上游区油菜抗逆性状有 2 个主成分,其第一主成分是菌核病发病率,第二主成分是病毒病病指,其累积贡献率为 79.475%,这说明欲提高长江上游区油菜抗病性必须重视对这 2 个性状的改良。影响长江中游区油菜抗逆性状的因子主要包括菌核病病指、受冻率和病毒病病指,它们分别为该地区油菜抗逆性状的第一、第二和第三主成分,其累积贡献率达 98.087%。因此,控制这 3 个性状对提高该地区油菜抗逆性至关重要。对于长江下游区油菜抗逆性状,其第一主成分是病毒病发病率,第二和第三主成分分别是菌核病病指和冻指,这 3 个主成分累积贡献率为 96.061%。可见,改善这 3 个性状是长江下游区油菜抗性育种的重点。

表 8 长江上游区冬油菜抗逆性状主成分分析

项目	性状	主成分	
		菌核病发病率	病毒病病指
贡献率/%		58.954	20.521
累积贡献率/%		58.954	79.475
特征向量	菌核病发病率	0.845	-0.421
	菌核病病指	0.742	-0.462
	病毒病发病率	0.791	0.464
	病毒病病指	0.440	0.790
	受冻率	-0.844	0.029
	冻指	-0.860	-0.010

表 9 长江中游区冬油菜抗逆性状主成分分析

项目	性状	主成分		
		菌核病病指	受冻率	病毒病病指
贡献率/%		40.694	33.416	23.977
累积贡献率/%		40.694	74.110	98.087
特征向量	菌核病发病率	0.772	0.206	-0.591
	菌核病病指	0.813	0.119	-0.558
	病毒病发病率	0.766	-0.256	0.571
	病毒病病指	0.769	-0.237	0.574
	受冻率	0.069	0.961	0.223
	冻指	0.059	0.950	0.270

表 10 长江下游区冬油菜抗逆性状主成分分析

项目	性状	主成分		
		病毒病发病率	菌核病病指	冻指
贡献率/%		46.839	29.896	19.326
累积贡献率/%		46.839	76.735	96.061
特征向量	菌核病发病率	0.515	0.846	0.020
	菌核病病指	0.493	0.858	0.068
	病毒病发病率	0.787	-0.357	0.464
	病毒病病指	0.746	-0.296	0.567
	受冻率	-0.752	0.319	0.517
	冻指	-0.749	0.157	0.592

由表 11 可见,黄淮区油菜抗逆性状的第一主成分是冻指,这说明与病毒病、菌核病相比,冻害给黄淮区油菜造成的影响最严重,病毒病病指和菌核病病指分别是第二和第三主成分,这三者的累积贡献率达到了 96.213%。因此,在黄淮区油菜的抗逆性研究中,降低冻害和病害的病指是主要方向之一。

表 11 黄淮区冬油菜抗逆性状主成分分析

项目	性状	主成分		
		冻指	病毒病病指	菌核病病指
贡献率/%		44.732	33.034	18.447
累积贡献率/%		44.732	77.766	96.213
特征向量	菌核病发病率	0.691	-0.620	0.364
	菌核病病指	0.648	-0.646	0.395
	病毒病发病率	0.537	0.750	0.332
	病毒病病指	0.477	0.780	0.348
	受冻率	0.760	-0.012	-0.600
	冻指	0.833	0.098	-0.475

3 结论与讨论

农艺性状遗传分析是油菜育种的重要基础,同时也为油菜育种策略的选择和实施提供了有效的科学依据。通过总结前人关于油菜主成分分析方面的研究^[15-17]发现,以往研究主要集中于对全国区域或者特定环境下油菜农艺性状的分析,这些研究结果对全国范围内多种环境条件下油菜育种的应用价值和效果是有限的。因此,开展不同环境下油菜主要农艺性状的主成分分析对油菜育种效率的整体提升非常重要。本研究对我国冬油菜四大主产区油菜主要性状进行了较为系统深入的主成分分析,结果发现,不同区域环境下油菜性状主成分分析结果差异较大,同时,全国范围内与各个区域环境下的分析结果差异明显,如果将全国范围内的分析结果应用于不同区域环境下的油菜育种,其指导价值将极为有限,有的甚至会产生较大的偏差,这在一定程度上也说明了开展不同区域环境下油菜农艺性状分析的重要性。

本研究结果显示,无论油菜产量性状、品质性状还是抗逆性状,其不同区域环境下主成分分析结果均差异较大,这为不同区域环境下油菜育种策略的选择提供了有效的科学依据。在品质性状方面,对长江上游区而言,芥酸含量应作为该区油菜品质改良的重点突破方向,但对其他 3 个油菜主产区来说,硫苷含量改良对这些区域油菜品质提高甚为关键,另外,黄淮区油菜也要重视含油量的提高。产量性状表现较为复杂,长江上游区油菜育种应侧重于提高分枝数、有效角果数和角果粒数;而在长江中游区,单株产量和生育期是该区域油菜产量提高的主要限制因子;对长江下游区而言,油菜产量提高的主要限制因子是有效角果数、角果粒数和千粒质量;对黄淮区来说,提高油菜产量应从单株产量、角果粒数和有效角果数着手。油菜的抗逆性受环境条件的影响较大,因此不同区域油菜抗逆性育种的策略差异更大,长江上游区应以控制菌核病发病率和病毒病病指为主,长江中游区应重视降低菌核病病指和受冻率,长江下游区油菜抗性育种应以控制病毒病发病率和菌核病病指为主,黄淮区由于其所处区域环境温度的影响,应以改善油菜的抗冻性为主,同时也要注意控制病毒病病指和菌核病病指^[18]。由此可见,对我国不同区域油菜育种而言,育种者应该根据所处环境的特点采取适合该地区油菜育种的相应策略,只有这样,油菜育种的效率和水平才能得到进一步的提高和改善。

参考文献:

- [1] 张书芬,朱家成,王建平,等.选育高油高产油菜品种,大力发展油菜生物柴油[J].河南农业科学,2006(9):52-55.
- [2] 成拴狮,杜春芳,李建勋.对发展山西省油菜生产的思考[J].山西农业科学,2009,37(5):11-13.
- [3] 刘唐兴.油菜品质育种的目标与方法[J].现代农业科技,2007(8):95-97.
- [4] 宋稀,刘凤兰,郑普英,等.高密度种植专用油菜重要农艺性状与产量的关系分析[J].中国农业科学,2010,43(9):1800-1806.
- [5] 王瑞,李加纳,谌利,等.甘蓝型黄籽油菜主要性状的遗传相关分析[J].中国油料作物学报,2003,25(3):8-11.
- [6] 张芳,赵永国,谷铁城,等.2001—2010 年国家审定冬油菜品种的产量与主要性状分析[J].中国油料作物学报,2012,34(3):239-244.
- [7] 牛妍,赵志刚,余青兰,等.芥菜型油菜和白菜型油菜种间杂种遗传分析[J].植物遗传资源学报,2013,14(4):715-722.
- [8] 李少钦,王健胜,张文学,等.甘蓝型油菜优良亲本对杂种后代产量性状的遗传效应分析[J].中国油料作物学报,2011,33(6):545-549.
- [9] 柳世君,程辉,蓝黎明,等.灰色局势决策法多因素综合评估在甘蓝型油菜自交系一般配合力早期测定中的筛选应用[J].天津农业科学,2007,13(3):26-30.
- [10] 武兰芳.应用灰色关联度分析评价油菜杂交种[J].山西农业科学,1998,26(3):77-80.
- [11] 梁成强,程辉,罗祥生,等.甘蓝型优质油菜籽粒含油量和千粒质量相关性分析[J].天津农业科学,2007,13(4):20-22.
- [12] 张建模,邹小云,宋来强,等.杂交油菜主要产量性状与品质性状的关系研究[J].江西农业学报,2006,18(6):16-20.
- [13] 彭鹏飞,李云昌,胡琼,等.甘蓝型油菜的抗裂角性鉴定及品种筛选[J].华北农学报,2009,24(6):223-226.
- [14] 金以龙,熊明军,叶紫云,等.早熟油菜品种比较试验研究[J].现代农业科技,2014(16):38,42.
- [15] 朱宗河,郑文寅,张学昆.甘蓝型油菜耐旱相关性状的主成分分析及综合评价[J].中国农业科学,2011,44(9):1775-1787.
- [16] 韩继祥,刘后利.甘蓝型油菜杂种主要农艺性状和品质性状的主成分分析[J].华中农业大学学报,1993,12(5):427-432.
- [17] 段利云,王通强,阳标仁,等.甘蓝型油菜主要农艺性状的主成分和聚类分析[J].山地农业生物学报,2007,26(5):381-385.
- [18] 魏志文,张梅梅,赵艳霞,等.真菌激发子诱导油菜抗菌核病研究[J].河南农业科学,2014,43(8):72-76.