

西藏春播半冬性甘蓝型油菜光温特性的因子分析

宋丰萍¹,蒙祖庆^{1*},罗 涛²

(1. 西藏大学农牧学院,西藏 林芝,860000;2. 华中农业大学植物科学技术学院,湖北 武汉,430070)

摘要:为西藏高寒春油菜生产区的育种和引种提供光温特性方面的理论参考,采用因子分析方法,分析了18个半冬性甘蓝型油菜品种的营养生长期、蕾花期和角果成熟期的光温因子,评价半冬性甘蓝型油菜在西藏春播条件下的光温特性。结果表明:3个公因子(营养生长期光温因子、蕾花期光温因子、角果期光温因子)对变异的方差累计贡献率达100%,能真实反映9个光温指标及其相互关系。全生育期中,营养生长期光温因子对半冬性甘蓝型油菜生长影响较大,其次是蕾花期。与西藏相邻地域品种表现光温钝感,反之表现光温敏感。*t*检验结果表明,光温敏感型油菜品种表现较强势的营养个体和较长的生育期,而产量性状差异不显著。说明在西藏春播区选择光温钝感型半冬性甘蓝型油菜品种能够兼顾早熟和高产的育种目标。

关键词:春播;半冬性甘蓝型油菜;光温特性;因子分析

中图分类号:S565.401 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9084(2015)04-0481-08

Factor analysis on light and temperature characteristics of spring – sowing semi – winter rapeseed in Tibet

SONG Feng – ping¹, MENG Zu – qing^{1*}, LUO Tao²

(1. Tibet University Agricultural and Animal Husbandry College, Linzhi 860000, China;

2. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract:To understand light – temperature characteristics for introduced spring – sowing rapeseeds in Tibet, factor analysis was applied on 18 semi – winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars from the southern and eastern China. Results showed that the accumulated variance contribution rate of 3 common factors (light – temperature factors at vegetative stage, budding and flowering periods, silique stage) accounted for 100%, reflecting total 9 light – temperature indicators and their relationships. During the whole growth period, the most influenced period by light – temperature was nutritional period, followed by budding and flowering stages. Cultivars from regions adjacent to Tibet were light – temperature insensitive, the others were light – temperature sensitive. *t* test showed stronger vegetative growth and longer growth period of sensitive cultivars. But no significant yield difference was found. It could be concluded that in Tibet spring – sowing area, the semi – winter rapeseed insensitive to light – temperature could be used for breeding the high – yield and early – mature variety.

Key words:Spring sowing; Semi – winter rapeseed (*Brassica napus* L.); Light – temperature characteristics; Factor analysis

根据春化要求条件的不同,我国油菜主要分为冬性、半冬性及春性三种类型,其中冬性油菜主要分布在长江流域,而春性油菜主要在青海、甘肃、内蒙古、新疆、西藏等无霜期较短地区种植^[1,2]。西藏油菜生产以春性白菜型和芥菜型为主,具有抗逆性强、

适应性广的特点,但产量低品质差,种质遗传基础狭窄,已成为限制该区育种进展的主要因素^[3,4]。甘蓝型油菜是由我国内地引入西藏的新类型,具有丰产、优质、抗病性强等优点,多以冬性、半冬性型为主,遗传多样性丰富。前人尝试将冬性、半冬性油菜

收稿日期:2015-01-28
基金项目:国家自然科学基金(31360341)
作者简介:宋丰萍(1980 –),女,山东泰安人;硕士,讲师,主要从事作物栽培与育种研究,E – mail:498463550@qq.com
* 通讯作者:蒙祖庆,E – mail:mengzuqing@126.com

与春性油菜杂交,能有效扩大春性恢复系与不育系间的遗传差异,增强甘蓝型春油菜杂种优势。引种冬性、半冬性甘蓝型油菜品种可一定程度上拓宽种质遗传背景,为当地种质遗传改良奠定基础^[5,6]。光温生态特性是油菜育种和栽培中应关注的重要特性。探讨不同油菜品种的光温特性及产量形成可减少引种、育种工作的盲目性,有针对性的根据当地生态条件确定育种目标,利于提高产量。目前,国内外有关气候因子或光温条件对作物生产的报道较多^[7~13],而关于光温特性方面的报道较少。

因子分析是多元生物统计的一种,将多个变量通过降维转化为少数几个综合变量的统计分析方法。由于同时考虑诸多变量,因此能解释用单因素分析不能说明的问题,得出比单一变量对比分析更强有力的结论^[14]。该法对从繁多的数量性状中找

出主要因子具有重要作用,有利于提高研究工作的逻辑性与条理性。周鸿凯等应用因子分析研究杂交水稻的光温特性,真实地反映光温指标及其相互关系,从数理统计上进行定量表达,具有简便、准确、实用的特点^[15]。本研究应用因子分析方法,以春播18个半冬性甘蓝型油菜为研究材料,以生育期为基础,对半冬性油菜营养生长期、蕾花期和角果成熟期的光温因子指标进行分析,评价了春播半冬性油菜的光温特性,以期为西藏春播区油菜的引种和育种提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料及来源

半冬性甘蓝型油菜由西藏大学农牧学院农学教研室收藏和提供(表1)。

表1 参试材料名称与来源
Table 1 Name and origin of the tested rapeseed cultivars

序号 Code	品种名称 Name	选育单位 Breeder and origin
1	玉红油1号 Yuhongyou 1	云南省玉溪市红塔区种子管理站 Hongta Seed Control Station, Yuxi, Yunnan
2	沪油15 Huyou 15	上海市农业科学院 Shanghai Academy of Agricultural Sciences
3	浙双758 Zheshuang 758	浙江省农业科学院 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences
4	花油5号 Huayou 5	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
5	花油6号 Huayou 6	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
6	花油3号 Huayou 3	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
7	美油王999 Meiyowang 999	中国科学院 Introduced by Chinese Academy of Sciences
8	川油18 Chuanyou 18	四川省农业科学院 Sichuan Academy of Agricultural Sciences
9	沪油17 Huyou 17	上海市农业科学院 Shanghai Academy of Agricultural Sciences
10	沪油21 Huyou 21	上海市农业科学院 Shanghai Academy of Agricultural Sciences
11	浙大619 Zheda 619	浙江大学 Zhejiang University
12	南农油3号 Nannongyou 3	南京农业大学 Nanjing Agricultural University
13	苏油1号 Suyou 1	江苏省太湖地区农业科学研究所 Taihu Lake Area Institute of Agricultural Sciences
14	浙双72 Zheshuang 72	浙江省农业科学院 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences
15	A35	云南省玉溪市红塔区种子管理站 Hongta Seed Control Station, Yuxi, Yunnan
16	浙油50 Zheyou 50	浙江省农业科学院 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences
17	H19-4	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
18	中双10号 Zhongshuang 10	中国农业科学院油料作物研究所 Oil Crop Research Institute of CAAS
19	山油2号 Shanyou 2(CK)	西藏山南地区农业研究所 Shannan Academy of Agricultural Sciences, Tibet, China

1.2 实验设计

试验在西藏大学农牧学院试验农场进行。该农场毗邻林芝地区气象站,海拔2 970m,年平均气温8.8℃,≥10℃的有效积温2 000~2 200℃,无霜期160~180d。试验采用随机区组设计,2014年3月30日大田直播,各材料小区面积4m×2m,重复3次,定苗密度150 000株·hm⁻²。试验田为沙性土质,肥力较低,前茬为油菜,播种前施磷酸二铵450kg·hm⁻²、尿素75kg·hm⁻²作基肥,苗期追施尿素75kg·hm⁻²。2014年7月13日至8月25日依次收获。试验过程中施肥水平及栽培管理、病虫害防治均与一般生产管理相同。各产量性状及农艺性状

的测定全部按常规操作。

1.3 光温因子记载

光温因子:(1)营养生长期的积温(X1)、累计日极端温差(X2)、日照总时数(X3);(2)蕾花期的积温(X4)、累计日极端温差(X5)、日照总时数(X6);(3)角果成熟期的积温(X7)、累计日极端温差(X8)、日照总时数(X9)。相应气象数据采集自林芝地区气象站,由中国气象科学数据共享服务网提供。

其中,(1)营养生长期的积温是从播种到现蕾前一天一阶段日平均温度的累加;累计日极端温差是营养生长期每天最高温与最低温差值的累加;日

照时数是营养生长期每天的日照时数累加;(2)蕾花期的积温是从现蕾至终花一阶段日平均温度的累加;累计日极端温差是蕾花期每天最高温与最低温差值的累加;日照时数是蕾花期每天的日照时数累加。(3)角果成熟期积温是从终花至角果成熟一阶段日平均温度的累加;累计日极端温差是角果成熟期每天最高温与最低温差值的累加;日照时数是角果成熟期每天的日照时数累加。

1.4 各品种农艺性状考察

成熟时各小区随机取油菜植株 10 株。考察其株高、茎粗、有效分枝高度、一次有效分枝、二次有效分枝、主花序长度、主花序有效长度、每角果粒数、有效角果数、千粒重、单株产量等农艺性状指标,测定小区产量。

1.5 数据统计分析

因子分析按照 R 语言的方法步骤^[16],应用统计分析软件 R 进行数据分析,其中提取因子的方法为主成分分析方法,并对因子模型进行正交方差最大旋转。

方差分析进行不同品种各产量性状和农艺性状与对照间差异性分析,利用 R 软件完成。

t 检验进行光温钝感型与光温敏感型的产量性状、农艺性状、生育期性状的成组数据间比较,利用

R 软件完成。

2 结果与分析

2.1 因子分析

因子分析是用有限个不可观测的潜在变量解释原变量的相关性或协方差关系,这些潜在变量称为公因子,其生物学意义是一个新的综合性状。本研究因子分析中(表 2),前 3 个公因子特征值的累计贡献率为 100%(公因子 1 的贡献率为 34%,公因子 2 的贡献率为 33%,公因子 3 的贡献率为 32%),3 个公因子具有很大的共同度(0.94~1),表明此 3 个公因子能较好反映 9 个光温指标及其关系。在公因子 1 中营养生长期的积温(X1)、累计日极端温差(X2)、日照总时数(X3)具有较高的正载荷;公因子 2 中蕾花期的积温(X4)、累计日极端温差(X5)、日照总时数(X6)具有较高的正载荷;公因子 3 中角果成熟期的积温(X7)、累计日极端温差(X8)、日照总时数(X9)具有较高的正载荷。综合以上分析可知,公因子 1 对油菜生长发育影响较大,且以营养生长光温因子的影响为主导;公因子 2 中以蕾花期的光温因子的影响为主导;公因子 3 中以角果成熟期的光温因子的影响为主导。

表 2 正交方差最大旋转因子载荷阵和特征值及其累计贡献率
Table 2 Varimax rotated factor pattern, eigenvalue and cumulative proportion

指标 Index	公因子 1 Factor 1	公因子 2 Factor 2	公因子 3 Factor 3	共同度 h^2	剩余方差 δ^2
X1	0.97	0.15	0.16	0.995 8	0.004 2
X2	0.97	0.17	0.17	0.995 9	0.004 1
X3	0.97	0.18	0.18	0.996 9	0.003 1
X4	0.25	0.96	0.05	0.996 4	0.003 6
X5	0.05	0.99	-0.09	0.994 3	0.005 7
X6	0.19	0.98	0.01	0.996 5	0.003 5
X7	0.27	0.09	0.95	0.984 7	0.015 3
X8	0.18	0	0.95	0.938 5	0.061 5
X9	0.06	-0.12	0.99	0.005 2	0.004 8
特征值 Eigenvalue	3.03	2.98	2.89		
贡献率 Proportion/%	34	33	32		
累计贡献 Cumulative Proportion/%	34	68	100		

2.2 因子得分及参试油菜品种的光温型

根据公因子模型,可以计算每个公因子得分,本实验的公因子模型为 $I = (0.97X1 + 0.97X2 + 0.97X3 + 0.25X4 + 0.05X5 + 0.19X6 + 0.27X7 + 0.18X8 + 0.06X9)/3.03$,式中 $X1 \sim X9$ 为光温性状的标准化值。表 3 列出了参试品种的前 3 个公因子的得分,即 $I_1、I_2、I_3$,根据其特征值贡献率,计算参试品种的综合得分。

$$I_T = 0.34I_1 + 0.33I_2 + 0.32I_3$$

公因子得分是变量或样品在因子构成空间中的体现,能够直观地分类。参试品种的因子综合得分高,表明对光温因子的依赖性大,对温光要求较严格,适宜生长的光温范围较窄,即为光温敏感型;反之则为光温钝感型。表 3 中,综合得分(I_T)为正值的表示需求的光温条件在平均水平以上,负值表示在平均水平以下。本实验中综合得分较低,分值为负的有 7 个品种分别是 H19-4、花油 5 号、花油 6 号、A35、玉红油 1 号、川油 18、花油 3 号,分类为光

温钝感型。其余 11 个品种综合得分较高,分值为正,分类为光温敏感型。从分类中可以看出,参试的 18 个油菜品种,来源于四川、云南省的品种多属光

温钝感型,而来源于江苏、湖北、浙江、上海等长江中下游地区的品种多属光温敏感型。

表 3 参试品种因子标准得分系数
Table 3 Standardized scoring coefficients

品种 Cultivar	I_1	I_2	I_3	I_T
H19 - 4	-2.559 2	-0.422 6	0.070 9	-0.986 9
花油 5 号 Huayou 5	-0.022 4	-0.801 3	-1.455 2	-0.737 7
花油 6 号 Huayou 6	-0.735 9	-0.809 4	-0.638	-0.721 5
A35	-0.150 5	-0.773 3	-0.763 7	-0.550 7
玉红油 1 号 Yuhongyou 1	-0.166 2	-1.161 9	-0.292 2	-0.533 4
川油 18 Chuanyou 18	-0.156 8	-0.624 2	-0.831 9	-0.525 5
花油 3 号 Huayou 3	-1.543 8	0.039 1	0.151 6	-0.463 5
苏油 1 号 Suyou 1	1.618 5	-1.372 8	-0.112 4	0.061 3
沪油 15 Huyou 15	0.180 2	1.344 1	-1.009 8	0.181 7
沪油 17 Huyou 17	0.148 5	0.399 9	0.156 2	0.232 4
中双 10 号 Zhongshuang 10	0.910 6	0.259 9	-0.423 2	0.259 9
浙大 619 Zheda 619	0.100 6	1.254 1	-0.465 6	0.299 1
沪油 21 Huyou 21	0.028 1	-0.710 3	1.885 5	0.378 5
浙双 758 Zheshuang 758	0.817 3	0.133 9	0.236 3	0.397 7
南农油 3 号 Nannongyou 3	0.751 2	0.967 9	-0.262 7	0.490 8
浙油 50 Zheyou 50	0.580 1	-0.863 2	2.549	0.728 1
美油王 999 Meiyowang 999	-0.975	2.082 5	1.178 7	0.732 9
浙双 72 Zheshuang 72	1.174 7	1.057 6	0.026 3	0.756 8

2.3 光温敏感型和光温钝感型油菜品种的主要性状表现值

根据公因子综合得分分析结果,按照综合得分由低到高的顺序,将光温敏感和光温钝感品种的主

要性状表现值列于表 4。参试的 18 个品种有 14 个品种的产量高于对照,但未达到显著水平。光温钝感型品种中,除川油 18 以外,其它 6 个品种的产量均在 3 856kg/hm² 以上,高于对照;光温敏感型品种

表 4 光温钝感型 (LTIS) 和光温敏感型 (LTS) 油菜品种的产量性状表现
Table 4 Yield traits of light - temperature insensitivity (LTIS) type and light - temperature sensitivity (LTS) type

类型 Type	品种 Cultivar	单株有效果数 Effective silique	每角果粒数 Seeds per silique	千粒重 1 000 - grain weight/g	单株粒重 Yield per plant/g	产量 Yield / (kg/hm ⁻²)
LTIS	H19 - 4	209.6	23.33	3.92	15.48	3 856.09
	花油 5 号 Huayou 5	189.93	24.65	3.97	15.47	3 856.09
	花油 6 号 Huayou 6	193.8	25.69	4.1	16.44	4 543.94
	A35	241.53	28.09	3.74	17.85	4 481.41
	玉红油 1 号 Yuhongyou 1	147.73 *	26.07	3.95	11.13	3 856.09
	川油 18 Chuanyou 18	205.27	25.29	4.11	17.3	2 230.28
	花油 3 号 Huayou 3	229.13	28.61	3.91	18.92	4 481.41
	均值 Average	202.43	25.96	3.96	16.08	3 900.76
	苏油 1 号 Suyou 1	230.87	23.59	3.99	17.5	4 794.06
	沪油 15 Huyou 15	162.67 *	23.25	4.9	14.06	3 355.84
LTS	沪油 17 Huyou 17	197.6	21.65	5.27 *	20.05	4 189.59
	中双 10 号 Zhongshuang 10	269.6	21.94	4.42	20.65	2 855.59
	浙大 619 Zheda 619	216.6	29.91	3.51 *	16.32	2 146.91
	沪油 21 Huyou 21	135.00 *	25.19	5.47 *	14.22	3 564.28
	浙双 758 Zheshuang 758	291.38	26.03	4.09	20.95	2 522.09
	南农油 3 号 Nannongyou 3	196.27	27.07	4.91	21.89	3 981.16
	浙油 50 Zheyou 50	238.53	15.12 *	4.23	14.79	3 147.41
	美油王 999 Meiyowang 999	276.4	26.64	4.16	22.86	4 127.06
	浙双 72 Zheshuang 72	309.77	24.09	3.77	23.18	3 272.47
	均值 Average	229.52	24.04	4.43	18.77	3 450.59
	山油 2 Shanyou 2 (CK)	291.93	23.29	4.38	20.08	3 209.94

注: * 和 * * 分别表示在 0.05 水平和 0.01 水平上与 CK 差异显著;下同
Note: * and * * denote significant difference from CK at 0.05 and 0.01 probability levels respectively. Same as below

苏油 1 号具有较多的单株有效角果数,产量最高为 4 794.06kg/hm²,沪油 17 具有较大的千粒重,产量较高为 4 189.59kg/hm²;美油王 999 的单株有效角果数、每角果粒数、千粒重均表现较好,单株粒重较高,产量 4 127.06kg/hm²。因此品种光温型与产量间没有必然联系,光温敏感和光温钝感品种都可以作春播获得较高的产量。

与对照相比,光温钝感型品种单株有效角果数、千粒重和单株粒重均小于对照,每角果粒数和产量大于对照(表 4)。其中玉红油 1 号的单株有效角果数低于对照,其它品种各产量性状与对照无显著差异。光温敏感型品种单株有效角果数和单株粒重小于对照,每角果粒数、千粒重和产量大于对照;其中沪油 15 和沪油 21 的单株有效角果数显著低于对照,浙油 50 的每角果粒数显著低于对照,其它品种与对照无显著差异。

两光温型油菜品种间比较,光温钝感型品种的单株有效角果数、千粒重、单株粒重均低于光温敏感型品种,而每角果粒数和产量均高于光温敏感型品种。t 值检验结果表明,光温钝感型与敏感型的千粒重差异显著(t = -2.609 6, P < 0.05),光温钝感

型千粒重小于光温敏感型;其它产量性状差异均不显著。

与对照相比,光温钝感型品种的株高、主花序长、主花序有效长大于对照,有效分枝高度、茎粗、二次有效分枝数小于对照(表 5)。其中光温钝感型品种花油 5 号、花油 6 号的一次有效分枝数显著少于对照,而花油 5 号、花油 6 号及花油 3 号的均显著长于对照,其它钝感型品种的农艺性状与对照无显著差异。光温敏感型品种的株高、茎粗、一次有效分枝数、主花序长及主花序有效长大于对照,有效分枝高度和二次有效分枝数小于对照,其中光温敏感型品种沪油 15 的主花序长和沪油 21 的主花序有效长显著长于对照,其它敏感型品种的农艺性状与产量间无显著差异。

两光温型油菜间比较,光温钝感型品种的各茎枝性状,除主花序长度、二次有效分枝数大于敏感型,其它农艺性状,如株高、茎粗、有效分枝高度、一次有效分枝数均低于敏感型品种,经 t 值检验,除株高和二次有效分枝外,其它农艺性状差异均达显著水平(P < 0.01 或 P < 0.05)。表明相对光温钝感型品种,光温敏感型品种具有较大的营养个体。

表 5 光温钝感型(LTIS)和光温敏感型(LTS)油菜品种的茎枝性状表现
Table 5 Stem and branch traits of LTIS and LTS

类型 Type	品种 Cultivar	PH/cm	HPB/cm	SD/cm	FEB	SEB	LMI/cm	ELMI/cm
LTIS	H19-4	125.37	36.73	1.12	6.07	2.00	53.50	48.73
	花油 5 号 Huayou 5	157.90	37.29	1.17	4.33 *	3.13	81.47 **	72.33 **
	花油 6 号 Huayou 6	156.97	32.25	1.13	4.60 *	3.13	84.67 **	76.40 **
	A35	153.87	39.95	1.23	6.73	4.40	65.27 *	60.00 *
	玉红油 1 号 Yuhongyou 1	125.83	37.55	1.05	5.00	1.33	58.93	51.47
	川油 18 Chuanyou 18	116.57	24.50	1.45	5.93	3.53	51.29	44.61
	花油 3 号 Huayou 3	145.77	25.55	1.21	5.80	3.80	70.70 **	63.90 **
	均值 Average	140.33	33.40	1.19	5.49	3.05	66.55	59.63
LTS	苏油 1 号 Suyou 1	125.77	38.72	1.24	7.47	3.67	52.07	46.67
	沪油 15 Huyou 15	141.17	47.83	1.14	5.27	0.93	64.77 *	58.97
	沪油 17 Huyou 17	150.33	61.73	1.42	6.53	1.13	54.17	50.93
	中双 10 号 Zhongshuang 10	122.73	47.43	1.57	6.73	3.47	40.13	36.83
	浙大 619 Zheda 619	151.43	60.41	1.40	7.80	1.33	49.00	45.03
	沪油 21 Huyou 21	156.33	61.95	1.25	5.53	0.07	62.67	58.33 *
	浙双 758 Zheshuang 758	150.59	63.59	1.63	7.50	4.81	43.81	39.56
	南农油 3 号 Nannongyou 3	157.40	70.44	1.47	6.60	1.87	54.90	49.47
	浙油 50 Zheyou 50	139.33	60.30	1.44	7.47	3.80	40.23	36.47
	美油王 999 Meiyouwang 999	153.83	65.70	1.67	6.60	2.47	56.00	51.57
	浙双 72 Zheshuang 72	153.92	58.42	1.83	7.46	5.62	57.35	50.31
	均值 Average	145.71	57.87	1.46	6.81	2.65	52.28	47.65
	山油 2 Shanyou 2(CK)	133.97	60.03	1.37	6.73	4.33	44.30	39.50

注:PH:株高;HPB:有效分枝高度;SD:茎粗;FEB:一次有效分枝数;SEB:二次有效分枝数;LMI:主花序长度;ELMI:主花序有效长度。下同
Note:PH:Plant height; HPB:Height of primary branch; SD:Stem diameter; FEB:First effective branch number; SEB:Second effective branch number; LMI:Length of main inflorescence; ELMI:Effective length of main inflorescence. Same as below

表 6 光温钝感型 (LTIS) 和光温敏感型 (LTS) 油菜品种的生育期表现
Table 6 Growth period traits of LTIS and LTS rapeseeds / (month · day)

类型 Type	品种 Cultivar	播种期 Sowing	出苗期 Seedling	现蕾期 Budding	抽薹期 Blotting	初花期 Initial flowering	盛花期 Full – blooming	终花期 End flowering	成熟期 Maturing	生育期 Whole growth duration/d
LTIS	H19 – 4	3. 30	4. 11	5. 10	5. 16	5. 27	5. 31	6. 13	7. 13	105
	花油 5 号 Huayou 5	3. 30	4. 11	5. 18	5. 25	6. 1	6. 4	6. 20	7. 18	110
	花油 6 号 Huayou 6	3. 30	4. 11	5. 16	5. 23	5. 31	6. 3	6. 17	7. 18	110
	A35	3. 30	4. 11	5. 18	5. 25	6. 1	6. 4	6. 20	7. 21	113
	玉红油 1 号 Yuhongyou 1	3. 30	4. 11	5. 18	5. 22	5. 31	6. 3	6. 17	7. 20	112
	川油 18 Chuanyou 18	3. 30	4. 11	5. 18	5. 23	5. 31	6. 4	6. 22	7. 22	114
	花油 3 号 Huayou 3	3. 30	4. 11	5. 14	5. 16	5. 27	5. 31	6. 21	7. 25	117
LTS	苏油 1 号 Suyou 1	3. 30	4. 11	5. 24	5. 29	6. 6	6. 12	6. 25	7. 30	122
	沪油 15 Huyou 15	3. 30	4. 11	5. 20	5. 26	6. 3	6. 7	7. 11	8. 10	133
	沪油 17 Huyou 17	3. 30	4. 11	5. 20	5. 27	6. 8	6. 11	7. 4	8. 8	131
	中双 10 号 Zhongshuang 10	3. 30	4. 11	5. 22	5. 29	6. 7	6. 11	7. 6	8. 8	131
	浙大 619 Zheda 619	3. 30	4. 11	5. 20	5. 26	6. 8	6. 12	7. 10	8. 12	135
	沪油 21 Huyou 21	3. 30	4. 11	5. 20	5. 25	6. 5	6. 9	6. 24	8. 6	129
	浙双 758 Zheshuang 758	3. 30	4. 11	5. 22	5. 29	6. 10	6. 15	7. 5	8. 10	133
	南农油 3 号 Nannongyou 3	3. 30	4. 11	5. 22	5. 28	6. 9	6. 13	7. 11	8. 15	138
	浙油 50 Zheyou 50	3. 30	4. 11	5. 22	5. 27	6. 9	6. 12	6. 26	8. 12	135
	美油王 999 Meiyouwang 999	3. 30	4. 11	5. 18	5. 30	6. 11	6. 17	7. 15	8. 25	148
	浙双 72 Zheshuang 72	3. 30	4. 11	5. 24	5. 31	6. 11	6. 17	7. 16	8. 21	144
	山油 2 号 Shanyou 2	3. 30	4. 11	5. 20	5. 25	6. 3	6. 7	7. 5	8. 6	129

由表 6 可知,与当地推广品种山油 2 号(CK)相比,光温钝感品种的抽薹、现蕾、开花、成熟时间均表现较早,生育期天数比对照少 12 至 24d。光温敏感型品种的抽薹、现蕾、开花、成熟时间均表现较晚,个别品种与对照有相当表现。生育期天数最多比对照多至 19d。其中光温敏感型苏油 1 号表现较为特别,该品种现蕾、开花均表现较晚,但终花较早,后期成熟较快,生育期比对照缩短 7d,是敏感型品种中生育期表现最短的一个。t 值检验结果表明,光温钝感型品种的生育期极显著短于光温敏感型品种(t = -9. 125 4, P < 0. 01)。

3 讨论

本研究提取了 3 个影响油菜生长发育的公因子,分别是基本营养生长期光温因子、蕾花期光温因子、角果成熟期光温因子,3 个公因子对半冬性甘蓝型油菜的生长发育贡献分别是 34%、33%、32%,其

中营养生长期的载荷阵较大,其次是蕾花期和角果成熟期。这与蔡昆争和周鸿凯^[17,18]等有关光温因子或生态气候因子对水稻生长发育的影响结果较一致。但也有不同,本实验中的 3 个公因子差异较小,半冬性油菜生长发育 3 个阶段的光温作用较均衡,与前人研究差异主要表现在营养生长期的结论不同。可能是不同作物及品种光温特性差异所致。

罗俊杰^[19]等利用因子权重系数评价了胡麻栽培种的抗旱性,唐忠厚^[20]利用因子得分评价了不同甘薯块根的营养品质,周鸿凯^[15]等利用因子得分评价了杂交水稻的光温特性。本研究利用因子综合得分评价了春播半冬性油菜的光温特性。光温特性的评价结果与参试油菜品种的地域来源联系紧密。来自四川、云南的品种多属光温钝感型,而来源于江苏、湖北、浙江、上海等长江中下游地区的品种多属光温敏感型。地理位置上,四川、云南与西藏相邻,均属我国西南地区,油菜生长季节的光温条件较相

似,油菜生长发育的光温条件较宽泛,因此多属光温钝感型品种,而湖北、江苏、浙江、上海等长江中下游地区半冬性油菜对低温要求较严格,因此属光温敏感型。可从品种的来源地初步判断所引品种的光温生态型,便于指导引种和育种利用。

本实验利用两组数据 t 测验,分别从产量性状、农艺性状、生育期性状等方面比较了光温钝感与光温敏感型半冬性油菜品种的特点。其中光温敏感型品种表现较长的生育期,光温钝感型品种生育期较短。刘铁梅等^[21,22]利用油菜生长模型研究了油菜光温敏感性,冬性越强的品种春化效应曲线越陡,最适春化温度范围较小,因对温度反应较敏感,当春化天数累积到不超过特定品种生理春化时间的三分之一时,就会发生脱春化,油菜实际春化天数受到春化效应和脱春化的共同影响。本实验中春播半冬性油菜可能造成光温敏感型油菜品种的脱春化与春化的共同影响因而表现较长的基本营养生长期,现蕾开花均较晚,整个生育期较长;而光温钝感品种春化时间较快,现蕾开花较早,整个生育期较短。

本实验农艺性状比较表明,光温敏感型品种表现较强的营养个体,比如株高、茎粗、一次分枝数均大于光温钝感型品种和对照。刘后利等^[23]认为,冬性品种营养生长期相对缓慢,争取较多的时间用于苗期干物质的积累。油菜茎和分枝的分化,均在苗期进行,其中冬油菜区的油菜都有明显的缩茎段,茎节密集,而主茎叶片数与一次分枝数高度正相关。而生育期短的春性油菜缩茎段不明显,分枝相应减少。本实验条件下,光温敏感型油菜品种基本营养生长期相对较长,苗期主茎、分枝的分化准备时间较长,有利于生长发育进程中营养器官建成,因此表现较强势的营养个体。

本实验条件下,各产量构成中光温钝感油菜品种的千粒重显著低于光温敏感型,但总产量差异不显著。甘蓝型油菜品种光温型与产量间没有必然联系,光温敏感和光温钝感品种都可以作春播获得较高产量。官春云等^[24]认为要解决前后作物季节矛盾,充分利用光温土地资源,必须选育生育期较短并且产量较高的早熟作物品种,并以终花期早晚来进行熟期早期鉴定较为科学。因此,本研究认为春播半冬性甘蓝型油菜,选择光温钝感型油菜品种在西藏高寒地区能够兼顾早熟和高产的育种目标。

参考文献:

[1] 聂平,杜德志,徐亮,等.不同生态类型甘蓝型油菜的 SSR 遗传多样性分析[J].西北农业学报,2008,

12(4):109-113.

- [2] 姚艳梅.不同生态类型甘蓝型油菜若干性状的比较研究[J].青海大学学报:自然科学版,2011,29(6):1-4.
- [3] 王建林,胡书银,栾运芳,等.西藏油菜的生物多样性研究[J].西藏科技,2002(11):8-12.
- [4] 尼玛卓玛,次仁白珍.西藏油菜种质资源和育种技术研究进展[J].西藏农业科技,2006,28(4):25-29.
- [5] 姚艳梅,柳海东,徐亮,等.以半冬性甘蓝型油菜为亲本增强春性甘蓝型油菜杂种优势[J].作物学报,2013,39(1):118-25.
- [6] 杜德志,姚艳梅,胡琼,等.新型特早熟春性甘蓝型油菜的遗传多样性及其杂种优势[J].中国油料作物学报,2009,31(2):114-121.
- [7] Rapacz M. Cold-deacclimation of oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera*) in response to fluctuating temperatures and photoperiod[J]. Annals of Botany, 2002, 89(5):543-549.
- [8] Colbach N, Chauvel B, Durr C, et al. Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination. I. Effect of temperature and light[J]. Weed Research, 2002, 42(3):210-211.
- [9] Mila A, Murkowski A. Effect of elevated CO₂ concentration on winter oilseed rape tolerance to light stress at low and high temperature[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2005, 27(4):71.
- [10] Rapacz M, Wolanin B, Hura K, et al. The effects of cold acclimation on photosynthetic apparatus and the expression of *COR14b* in four genotypes of barley (*Hordeum vulgare*) contrasting in their tolerance to freezing and high-light treatment in cold conditions[J]. Annals of Botany, 2008, 101(5):689-699.
- [11] Butterworth M H, Semenov M A, Barnes A, et al. North-South divide: contrasting impacts of climate change on crop yields in Scotland and England[J]. Journal of the Royal Society Interface, 2010, 7(42):123-130.
- [12] Slaunwhite K L I, Qaderi M M. Single and interactive effects of temperature and light quality on four canola cultivars[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2013, 199(4):286-298.
- [13] 费志宏,吴存祥,孙洪波,等.以光周期处理与分期播种试验综合鉴定大豆品种的光温反应[J].作物学报,2009,35(8):1525-1531.
- [14] 曹槐,张晓林,刘世熙,等.烤烟矿质营养分布的因子分析[J].植物营养与肥料学报,2001,7(3):318-324.
- [15] 周鸿凯,何觉民,叶昌辉,等.杂交水稻光温特性的因子分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,

2009,37(9):110–116.

[16]

Kabacoff R. I. 高 涛,肖 楠,陈 钢(译). R in Action data analysis and graphics with R(R 语言实战)[M]. 北京:人民邮电出版社,2014.

[17]

蔡昆争,骆世明. 不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响[J]. 应用生态学报,1999,10(2): 193–196.

[18]

周鸿凯,郭建夫,黎华寿,等. 光温因子与杂交水稻生态群体的产量和品质性状的典型相关分析[J]. 应用生态学报,2006,17(4):663–667.

[19]

罗俊杰,欧巧明,叶春雷,等. 重要胡麻栽培品种的抗旱性综合评价及指标筛选[J]. 作物学报,2014,40(7):1 259–1 273.

[20]

唐忠厚,魏 猛,陈晓光,等. 不同肉色甘薯块根主要营养品质特征与综合评价[J]. 中国农业科学,2014, 47(9):1 705–1 714.

[21]

刘铁梅,胡立勇,赵祖红,等. 油菜发育过程及生育期机理模型的研究 I. 模型的描述[J]. 中国油料作物学报,2004,26(1):28–32.

[22]

胡立勇,刘铁梅,郑小林,等. 油菜发育过程及生育期机理模型的研究 II. 模型的检验和评价[J]. 中国油料作物学报,2004,26(2):52–56.

[23]

刘后利. 实用油菜栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.

[24]

官春云,靳芙蓉,董国云,等. 冬油菜早熟品种生长发育特性研究[J]. 中国工程科学,2012(11):4–12.

(责任编辑:郭学兰)