

白菜型冬油菜在北方寒旱区的适应性分析

陈姣荣¹, 孙万仓^{1*}, 方彦², 曾秀存¹, 武军艳¹,
李学才¹, 何丽¹, 赵彩霞¹, 史朋辉¹

(1. 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学研究测试中心, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 采用多点试验, 对白菜型冬油菜在北方地区的越冬率、生育期及产量进行比较, 以分析其适应性。结果表明, 不同冬油菜品种越冬率存在较大差异, 依次表现为陇油6号>陇油7号>陇油8号>陇油9号>天油2号(CK)>天油5号>天油8号>天油7号, 其中陇油6号和陇油7号越冬率最高, 分别为86.40%和85.53%, 明显高于CK, 而天油7号与天油8号的越冬率仅分别为54.07%和55.50%, 均低于CK; 同一参试品种在不同试点生育期差异较大, 如陇油6号在秦王川试点, 生育期长达300 d, 而在和田, 其生育期仅为251 d, 较秦王川试点提前49 d; 不同冬油菜品种间生育期差异也较大, 在秦王川, 陇油6号和陇油7号的生育期最长, 为300 d, 陇油8号为295 d, 而其它各参试品种的生育期均为290 d, 较陇油6号缩短了10 d; 在不同试点, 冬油菜农艺性状和含油率均存在较大差异。综合分析, 陇油8号、陇油7号、陇油6号的丰产性和稳定性最好, 其次为陇油9号; 不同生态区区域适宜种植的冬油菜品种也有差异, 其中陇油6号、陇油7号可成为北京及周边地区、新疆乌鲁木齐以西地区、甘肃中北部与河西走廊以及陕西靖边周边地区的主栽品种, 而新疆乌鲁木齐以南地区应以陇油8号与陇油9号为主栽品种, 天油2号、天油5号及天油8号也适宜在该地区种植。

关键词: 冬油菜; 越冬率; 生育期; 丰产性; 稳定性; 北方寒旱区

中图分类号: S565.4; S332 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)06-0017-06

陕、甘、宁、青、新等北方寒旱区, 干旱少雨, 热量不足, 植被稀疏, 土壤沙化严重, 生态环境恶劣。冬油菜作为该地区越冬作物可增加冬、春季植被的覆盖度, 有效减少沙尘来源, 缓解沙尘危害, 改善生态环境条件。同时, 冬油菜由于高含油率和优良的丰产性, 经济价值也远远高于同类春播油料作物, 而且由于冬油菜成熟早, 为复种创造了条件, 有利于改革传统的一年一熟制为二年三熟制或一年二熟制, 提高农业复种指数与经济效益, 对北方地区农业生产具有重要意义。但该区冬春严寒、气候干旱, 自然条件严酷, 冬油菜越冬十分困难。研究冬油菜在该区域的适应性, 选育和筛选适应该区生态条件的冬油菜品种是本区发展冬油菜生产的关键^[1-2], 关于冬油菜在北方寒旱区适应性研究已有报道。孙万仓等人对不同冬油菜类型在西北地区的越冬性等进行了分析比较, 认为不同白菜型冬油菜品种(系)抗寒性存在巨大差异^[3]。耿以工等对11份冬油菜品种在天津地区进行了适应性研究, 筛选出适宜天津地区栽培的抗寒品种^[4]。李强等人对冬油菜品种在新疆寒旱区进行了适应性分析, 结果表明白菜型冬油菜

在新疆地区表现出良好的适应性^[5-6]。本文于2008—2010年在北方寒旱区不同生态条件下就不同抗寒类型的冬油菜品种进行多点试验, 研究其适应性表现, 以期筛选适应不同生态条件的抗寒性强、丰产、稳产的冬油菜品种, 为北方地区冬油菜的发展提供品种保障。

1 材料及方法

1.1 材料及供种单位

供试品种共8个, 品种名称及提供单位见表1。其中天油2号为统一对照品种。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 试验设计 试验于2008—2010年在甘肃张掖(E1)、武威(E2)、景泰(E3)、秦王川(E4)、陇西(E5)、中梁(E6)、新疆阿勒泰(E7)、塔城(E8)、乌鲁木齐(E9)、和田(E10)、拜城(E11)、宁夏银川(E12)、北京通州(E13)和陕西靖边(E14)共14个试点进行, 各试点采用统一试验方案, 随机区组设计, 3次重复, 小区面积13.35 m², (5 m×2.67 m), 10行区。

1.2.2 田间观察记载项目^[7] 播种期、出苗期、枯

收稿日期: 2012-05-30

基金项目: 农业部国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903002-04); 国家高技术研究发展计划(863计划)项目“强优势油菜杂交种的创制与应用(2011AA10A104)”; 农业部现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-13)

作者简介: 陈姣荣(19—), 女, 硕士, 研究方向为作物遗传育种。E-mail: 360052864@qq.com。

* 通信作者: 孙万仓(19—), 男, 教授, 博士, 主要从事油菜育种及十字花科种质资源研究。E-mail: wangcangsun@yahoo.com.cn。

叶期、返青期、抽薹期、现蕾期、始花期、终花期、成熟期。统计单位面积冬前苗数与返青后苗数,计算越冬率。

1.2.3 考种项目^[7] 统计测定株高(cm)、分枝部位(cm)、一次分枝数(个)、二次分枝数(个)、主花序有效长度(cm)、全株有效角果数(个)、角果长度(cm)、

角粒数(粒)、千粒重(g)、单株产量(g/株),收获后计算小区产量等。

1.2.4 含油率测定 使用 FOSS 公司近红外光谱仪测定。

1.2.5 数据处理 试验数据用 DPS 数据软件进行处理。

表 1 试验材料及来源
Table 1 Names and sources of materials tested

品种 Cultivars	类型 Type	供种或选育单位 Source
陇油 6 号 Longyou 6	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	甘肃农业大学 Gansu Agricultural University
陇油 7 号 Longyou 7	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	甘肃农业大学 Gansu Agricultural University
陇油 8 号 Longyou 8	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	甘肃农业大学 Gansu Agricultural University
陇油 9 号 Longyou 9	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	甘肃农业大学 Gansu Agricultural University
天油 2 号 Tianyou 2(CK)	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	天水市农业科学研究所 Tianshui Institute of Agriculture
天油 5 号 Tianyou 5	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	天水市农业科学研究所 Tianshui Institute of Agriculture
天油 7 号 Tianyou 7	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	天水市农业科学研究所 Tianshui Institute of Agriculture
天油 8 号 Tianyou 8	白菜型油菜 <i>Brassica rapa</i>	天水市农业科学研究所 Tianshui Institute of Agriculture

2 结果与分析

2.1 抗寒性与越冬率

本项试验设在新疆、宁夏、陕北、北京及甘肃中部和河西走廊,共进行了 2 年 28 点次试验。试验结果表明,白菜型冬油菜具有优异抗寒性,在北方旱寒区越冬是有保障的(表 2)。但受不同地区极端低温的影响,不同冬油菜品种的越冬率变化较大,抗寒性强弱表现出较大差异。如在甘肃河东地区,所有参试品系均能越冬;但在河西地区,因海拔高度、极端低温不同,品种间越冬率差异很大。2008—2009 年参试品种越冬率为 46.37%~86.06%,平均越冬率为 64.05%,以陇油 6 号、陇油 7 号越冬率最高,分别为 86.06%、85.82%,天油 5 号、天油 7 号、天油 8 号越冬率最低,分别为 49.91%、46.37%、48.62%;2009—2010 年参试品种越冬率为 61.77%~86.74%,仍然以陇油 6 号、陇油 7 号越冬率最高,分别为 86.74%、85.53%。天油 5 号、天油 7 号、天油 8 号越冬率最低,分别为 62.29%、61.77%、62.38%。综合两年试验结果,陇油 6 号平均越冬率最高,达 86.40%,其次为陇油 8 号、陇油 7 号、陇油 9 号越冬率分别为 81.19%、81.03%、73.82%,对照天油 2 号越冬率为 63.13%。天油 5 号、天油 7 号、天油 8 号越冬率分别为 56.10%、54.07%、55.50%,均低于对

照天油 2 号。新疆阿勒泰、塔城、乌鲁木齐、宁夏银川等试点越冬率均在 81%~90%之间,陕北靖边、北京两年试验越冬率也均在 75%以上。

2.2 白菜型冬油菜的生育期

试验结果表明(表 3),不同试点间生育期差异较大,但基本可在 5 月底至 6 月中旬成熟。如陇油 6 号和陇油 7 号生育期为 251~300 d,在新疆和田生育期最短,为 251 d,在甘肃秦王川生育期最长,达 300 d;陇油 8 号在各试点生育期为 248~295 d,在新疆和田生育期最短,为 248 d,在甘肃秦王川生育期最长,达 295 d。陇油 9 号和天油号系列冬油菜在各试点生育期基本在 244~290 d 之间。

不同品种类型生育期也存在较大差异,以陇油 6 号、陇油 7 号生育期最长。如在北京试点,陇油 6 号和陇油 7 号生育期为 277 d,较其他品种长 4~7 d;靖边试点陇油 6 号和陇油 7 号生育期为 286 d,较其他品种长 4~6 d;银川试点,陇油 6 号和陇油 7 号生育期长达 285 d,陇油 8 号生育期 283 d,陇油 9 号 281 d、天油 2 号、天油 5 号、天油 7 号生育期为 279 d;在甘肃秦王川试点,陇油 6 号和陇油 7 号生育期达 300 d,陇油 8 号生育期 295 d,陇油 9 号及天油系列冬油菜生育期 290 d;乌鲁木齐试点陇油 6 号和陇油 7 号生育期 282 d,陇油 8 号、陇油 9 号生育期 278 d,天油系列冬油菜生育期 276 d。

表 2 白菜型冬油菜在北方旱寒区越冬率比较

Table 2 Comparison of winter survival rates of *B. rapa* winter rape cultivars in north dry and cold regions/%

试点 Sites	陇油 6 号 Longyou 6	陇油 7 号 Longyou 7	陇油 8 号 Longyou 8	陇油 9 号 Longyou 9	天油 2 号(CK) Tianyou 2	天油 5 号 Tianyou 5	天油 7 号 Tianyou 7	天油 8 号 Tianyou 8	平均 Average yield
张掖 Zhangye	97.20	96.03	90.57	70.17	46.73	46.73	43.93	45.37	67.09
武威 Wuwei	97.20	96.03	90.57	70.17	46.73	46.73	43.93	45.37	67.09
景泰 Jingtai	98.70	88.00	77.00	67.00	26.00	25.00	18.00	17.00	52.09
秦王川 Qinwangchuan	77.00	84.00	65.00	56.00	24.00	43.00	11.00	53.00	51.63
陇西 Longxi	86.20	87.43	81.67	78.08	72.96	73.93	69.78	75.50	78.19
中梁 Zhongliang	63.90	78.50	61.10	51.40	67.30	54.50	41.10	33.60	56.43
阿勒泰 Altai	81.20	81.00	68.50	58.50	43.40	33.40	42.90	36.00	55.61
塔城 Tacheng	85.40	84.00	78.00	58.50	43.00	33.00	42.00	36.00	57.49
乌鲁木齐 Urumqi	90.90	92.15	85.45	76.50	64.10	60.20	67.90	70.60	75.98
和田 Khotan	88.60	92.30	93.90	74.03	50.20	50.20	37.90	45.60	66.59
拜城 Baicheng	90.20	91.00	87.00	79.00	75.00	80.00	79.00	75.00	82.03
银川 Yinchuan	90.00	89.10	80.90	85.00	76.00	75.00	73.00	77.00	80.75
通州 Tongzhou	83.30	70.00	89.70	70.00	65.00	55.00	59.70	56.70	68.68
靖边 Jingbian	75.00	72.00	37.00	32.00	25.00	22.00	19.00	14.00	37.00
2008—2009 年平均越冬率 Winter survival rates of 2008—2009	86.06	85.82	77.60	66.17	51.82	49.91	46.37	48.62	64.05
张掖 Zhangye	98.00	96.00	96.00	92.00	70.00	88.17	83.97	87.50	88.96
武威 Wuwei	93.60	95.70	96.80	94.80	75.00	60.20	80.90	61.60	82.33
景泰 Jingtai	98.00	96.00	96.00	92.00	94.00	78.00	48.00	41.00	80.38
秦王川 Qinwangchuan	98.00	96.00	96.00	92.00	70.00	48.00	48.00	78.00	78.25
陇西 Longxi	82.00	85.70	93.90	95.80	87.90	43.40	67.90	79.00	79.45
中梁 Zhongliang	95.10	97.03	98.98	99.70	94.06	95.92	97.89	98.97	97.21
阿勒泰 Altai	95.70	96.90	98.00	88.80	95.10	69.90	77.00	65.30	85.84
塔城 Tacheng	88.10	73.33	81.88	85.86	80.58	70.92	64.66	58.08	75.43
乌鲁木齐 Urumqi	77.90	78.95	79.27	87.93	77.93	59.56	61.92	57.78	72.66
和田 Khotan	78.30	75.05	67.67	67.08	69.38	77.67	61.06	85.10	72.66
拜城 Baicheng	67.40	66.30	77.50	78.40	74.60	58.60	54.60	46.30	65.46
银川 Yinchuan	76.30	72.45	80.39	75.97	74.95	80.99	72.99	81.78	76.98
通州 Tongzhou	78.00	71.00	75.50	77.20	55.60	32.70	44.90	26.90	57.73
靖边 Jingbian	88.00	93.00	49.00	13.00	23.00	8.00	1.00	6.00	35.13
2009—2010 年平均越冬率 Winter survival rates of 2009—2010	86.74	85.24	84.78	81.47	74.44	62.29	61.77	62.38	74.89
2 年平均 Average winter survival rates	86.40	85.53	81.19	73.82	63.13	56.10	54.07	55.50	69.47
位次 Order of yield	1	2	3	4	5	6	8	7	—

表 3 2009—2010 年部分试点白菜型冬油菜的生育期比较

Table 3 Comparison of growth periods of *B. rapa* winter rape cultivars in 2009 and 2010/d

试点 Site	陇油 6 号 Longyou 6	陇油 7 号 Longyou 7	陇油 8 号 Longyou 8	陇油 9 号 Longyou 9	天油 2 号(CK) Tianyou 2	天油 5 号 Tianyou 5	天油 7 号 Tianyou 7	天油 8 号 Tianyou 8
北京 Beijing	277	277	273	270	270	270	270	270
靖边 Jingbian	286	286	282	280	280	280	280	280
银川 Yinchuan	285	285	283	281	279	279	279	281
秦王川 Qinwangchuan	300	300	295	290	290	290	290	290
乌鲁木齐 Urumqi	282	282	278	278	276	276	276	276
和田 Khotan	251	251	248	244	244	244	244	244

2.3 经济性状

试验结果表明,冬油菜在北方旱寒区表现出良好经济性状(表 4)。参试品种平均株高为 112.1~117 cm。陇油 8 号株高最高,天油 2 号最低;分枝部位为 21.0~14.5 cm,陇油 8 号最高,陇油 6 号最低;分枝数 10.8~13.2 个,陇油 9 号最多,天油 5 号最少;主花序长度 53.9~60.3 cm,陇油 7 号最长、天油 8 号最短;主花序角数 38.5~43.0 个,天油 2 号最多,天油 7 号最少;角果长度 6.1~6.7 cm,天油 8 号最长、天油 2 号和陇油 8 号最短;单株角果数 136.8~168.6 个,天油 7 号最多,天油 8 号最少;角粒数 20.7~23.1 粒,天油 8 号最多,天油 5 号和天油 7 号

最少;千粒重 2.7~3.1 g,陇油 9 号最大,陇油 7 号最小;单株产量介于 8.2~11.1 g,陇油 9 号最大,陇油 6 号最小。

2.4 含油率

由表 5 可知,参试品种平均含油率为 39.81%~41.13%。陇油 9 号含油率为 38.01%~46.01%,含油率为 41.13%。天油 8 号含油率在 37.25%~45.93%,平均含油率为 40.98%。陇油 8 号含油率为 38.01%~46.74%,平均含油率为 40.63%。陇油 6 号含油率在 37.3%~45.1%,平均含油率为 40.61%。其余品种含油率与 CK 天油 2 号相近,在 39%~40.0%。

表 4 2008—2010 年白菜型冬油菜的经济性状比较

Table 4 Comparison of economic characters of *B. rapa* winter rape cultivars in 2008 and 2010

名称 Cultivar	株高 Plant height /cm	分枝部位 Branch height /cm	分枝数/个 Number of branch	主花序 Main florescence		角果长度 Pod length /cm	单株角 果数/个 Total siliques per plant	角粒数 /粒 Seeds per silique	千粒重 1000-seed weight /g	单株产量 Yield Per plant /g
				长度 Length/cm	角数/个 Pods					
陇油 6 号 Longyou 6	115.2	14.5	13.0	60.2	39.7	6.3	145.2	21.4	2.9	8.2
陇油 7 号 Longyou 7	116.8	18.7	12.4	60.3	42.1	6.3	161.8	21.2	2.7	9.3
陇油 8 号 Longyou 8	117.0	21.0	11.8	58.4	41.2	6.1	136.8	22.7	2.8	9.4
陇油 9 号 Longyou 9	116.9	18.0	13.2	57.0	38.8	6.3	148.7	21.1	3.1	11.1
天油 2 号(CK) Tianyou 2	112.1	19.3	11.4	57.0	43.0	6.1	150.8	21.6	2.8	8.5
天油 5 号 Tianyou 5	113.9	20.7	10.8	55.0	42.6	6.3	154.8	20.7	2.9	8.6
天油 7 号 Tianyou 7	116.3	20.7	12.5	56.3	38.5	6.4	168.6	20.7	3.0	9.1
天油 8 号 Tianyou 8	112.7	18.4	12.3	53.9	40.6	6.7	158.4	23.1	2.9	9.2

表 5 2009—2010 年部分试点白菜型冬油菜的含油率比较

Table 5 Comparison of oil content of *B. rapa* winter rapeseed on 2009 and 2010 in part sites/%

试点 Site	陇油 6 号 Longyou 6	陇油 7 号 Longyou 7	陇油 8 号 Longyou 8	陇油 9 号 Longyou 9	天油 2 号(CK) Tianyou 2	天油 5 号 Tianyou 5	天油 7 号 Tianyou 7	天油 8 号 Tianyou 8	平均 Average yield
兰州 Lanzhou	39.3	41.7	41.0	44.4	38.7	41.4	43.3	41.6	41.4
陇西 Longxi	45.1	43.1	46.7	46.0	—	—	45.7	45.9	45.4
乌鲁木齐 Urumqi	37.3	37.8	—	39.3	40.0	37.7	38.4	37.3	38.3
阿勒泰 Altai	43.3	37.3	38.0	40.9	39.0	40.3	37.5	40.5	39.6
拜城 Baicheng	39.1	38.9	40.1	40.4	41.1	38.3	39.0	39.4	39.5
和田 Khotan	40.4	38.7	39.4	38.1	39.7	40.4	40.6	41.6	39.9
含油率变异范围 Range of oil content variation	37.3~ 45.1	37.3~ 43.1	38.0~ 46.7	39.3~ 46.7	38.7~ 41.1	37.7~ 41.4	37.5~ 45.7	37.3~ 45.9	38.4~ 45.4
平均 Average oil content	40.61	39.86	40.63	41.13	39.91	39.81	40.51	40.98	—

2.5 产量表现

2.5.1 各试点产量表现 由表 6 可知,2008—2010 年 14 个试点试验中,不同冬油菜品种的平均产量在 2 476.7 kg/hm² 左右。陇油 8 号 2 a 平均产量 2 882.8 kg/hm²,较 CK 增产 31.79%,在参试品种(系)中,居第一位;其次为陇油 7 号、陇油 6 号和陇油 9 号,平均产量分别为 2 827.5 kg/hm²、2 804.9

kg/hm² 和 2 787.5 kg/hm²,较 CK 增产 29.26%、28.23%和 27.43%。天油 5 号、天油 7 号和天油 8 号与 CK 相比,均减产。

试验中并非所有增产品种在 14 个试点中都增产,而是表现出强的特殊适应区域。如陇油 6 号、陇油 7 号在新疆阿勒泰试点的产量最高达 3 944.3 kg/hm²、3 988.5 kg/hm²,在中梁试点产量为 1 754.5

kg/hm²、1 993.0 kg/hm²,在武威、张掖试点陇油系列冬油菜品种的产量均高于天油系列冬油菜品种,而在中梁试点天油号系列的冬油菜品种的产量高于陇油号系列冬油菜品种。主要是由于试点间纬度、海拔和积温等地理条件和气候条件不同,参试品种的越冬率不同导致的单位面积收获群体大小不同所致。在天水中梁试点,所有品种均能够安全越冬,天

油系列品种生育期短,成熟较早,属自然成熟,经济性状优良,表现出较高的产量和良好的丰产性。而在河西走廊地区气候严寒,极端低温低,天油号系列品种抗寒性差,越冬率低,导致收获群体小,产量低;而陇油系列品种抗寒性强,越冬率高,收获群体大,产量也高于天油号系列。

表 6 2008—2010 年白菜型冬油菜在北方旱寒区产量比较

Table 6 Comparison of yield of *B. rapa* winter rapeseed in north drought and cold regions/(kg·hm⁻²)

地 点 Site	陇油 6 号 Longyou 6	陇油 7 号 Longyou 7	陇油 8 号 Longyou 8	陇油 9 号 Longyou 9	天油 2 号(CK) Tianyou 2	天油 5 号 Tianyou 5	天油 7 号 Tianyou 7	天油 8 号 Tianyou 8	平均 Average yield
张掖 Zhangye	3767.3	3816.8	3398.3	3849.8	1316.0	1711.2	1668.3	1714.8	2655.3
武威 Wuwei	3247.5	3201.0	3919.5	3810.0	1929.8	1420.8	1470.5	1548.0	2568.4
景泰 Jingtai	3160.5	3048.8	3160.5	3081.0	1789.0	1735.0	1495.8	1765.0	2404.4
秦王川 Qinwangchuan	2889.8	3300.0	3190.5	2201.3	1696.0	1565.2	1603.7	1373.5	2227.5
陇西 Longxi	1475.0	1542.5	1522.3	1481.0	2323.5	2216.3	2103.7	2537.0	1900.2
中梁 Zhongliang	1754.5	1993.0	2132.8	2060.8	2512.0	2458.9	2455.4	2397.1	2220.6
阿勒泰 Altai	3944.3	3988.5	3947.3	3492.9	2568.8	3492.8	2674.5	3278.3	3423.4
塔城 Tacheng	3287.3	3787.5	3259.5	3287.3	2500.5	2481.8	2241.0	2532.7	2922.2
乌鲁木齐 Urumqi	3798.8	3513.8	4049.3	4429.5	3514.8	2961.0	2918.0	3235.0	3552.5
和田 Khotan	2799.7	2691.8	3080.3	3782.3	3488.3	3648.0	3777.8	3508.0	3347.0
拜城 Baicheng	3462.8	3963.0	3259.5	3519.0	2926.0	2482.0	2833.8	2944.8	3173.8
银川 Yinchuan	2064.0	2180.3	1986.0	2127.8	2472.0	2449.5	1855.5	2100.8	2154.5
北京 Beijing	2068.3	1092.5	1907.0	1415.5	1209.0	924.3	859.1	1046.3	1315.2
靖边 Jingbian	1548.8	1465.3	1546.8	487.0	378.8	475.3	312.0	262.3	809.5
平均产量 Average yield	2804.9	2827.5	2882.8	2787.5	2187.4	2144.4	2019.2	2160.2	2476.7
较 CK ± % Compared to CK/%	28.23	29.26	31.79	27.43	0.00	-1.97	-7.69	-1.24	—
位次 Order of yield	3	2	1	4	5	7	8	6	—

2.5.2 丰产性和稳定性分析 品种稳定性分析结果表明,陇油 8 号、陇油 7 号、陇油 6 号和陇油 9 号品种丰产性效应显著高于对照天油 2 号。其中陇油 8 号效应值较天油 2 号高 694.131 kg/hm²,陇油 7 号效应值为 350.717,陇油 6 号效应值为 330.22,陇油

9 号效应值为 311.313,这四个品种(系)效应值均大于其他参试品系的效应值,说明陇油 8 号、陇油 7 号、陇油 6 号和陇油 9 号品种较其他试验品种(系)丰产性好(表 7)。

表 7 不同冬油菜品种丰产性及其稳定性分析

Table 7 Analysis of productivity and stability of *B. rapa* winter rape cultivars

品 种 Cultivar	丰产性参数 Productivity parameter		稳定性参数 Stability parameter		适应地区 Adaptive region	综合评价 Valuation
	平均产量/(kg·hm ⁻²) Average yield	效应 Effect	方差 Variance	变异度 Variability		
陇油 6 号 Longyou 6	2882.804	406.056	259268.3	17.663	E1 ~ E14	优 Excellent
陇油 7 号 Longyou 7	2827.464	350.717	338486.6	20.577	E1, E2, E3, E4, E7, E8, E11, E14	良 Good
陇油 8 号 Longyou 8	2806.968	330.22	270212.4	18.519	E1 ~ E14	优 Excellent
陇油 9 号 Longyou 9	2788.061	311.313	277795.6	18.904	E1 ~ E14	优 Excellent
天油 2 号 Tianyou 2(CK)	2188.673	-288.075	245969.9	22.66	E5, E6, E9, E10, E12, E13	一般 Normal
天油 5 号 Tianyou 5	2158.925	-317.822	221240.4	21.787	E5, E6, E7, E10, E12	一般 Normal
天油 7 号 Tianyou 7	2142.032	-334.715	244875.6	23.102	E5, E6, E7, E10, E12	一般 Normal
天油 8 号 Tianyou 8	2019.054	-457.694	215338.2	22.983	E5, E6, E10, E12	差 Poor

方差和变异度是表明品系稳定性的重要参数^[8]。陇油 8 号、陇油 7 号、陇油 6 号、陇油 9 号和天油 8 号变异度均小于对照天油 2 号,说明稳定性较好。其中陇油 8 号、陇油 6 号和陇油 9 号对不同生态环境适应能力强,适应范围广。天油 2 号、天油 8 号、天油 5 号和天油 7 号适宜在甘肃陇东地区 and 新疆和田等海拔和纬度较低地区种植。

3 讨论与结论

1) 两年 28 点次试验结果表明,冬油菜在北方旱寒区能够安全越冬,越冬率可达 86.40%,株高 112.1~117 cm,分枝数 10.8~13.2 个,主花序长度 53.9~60.3 cm,主花序角数 38.5~43.0 个,角果长度 6.1~6.7 cm,单株角果数 136.8~168.6 个,角粒数 20.7~23.1 粒,千粒重 2.7~3.1 g,单株产量 8.2~11.1 g。产量可达 2 882.8 kg/hm²,较 CK 增产 31.79%,含油率为 45%左右,产量、含油率均大于春播油料作物^[9],有良好的适应性。

2) 北方旱区寒区生态条件差异较大,对冬油菜品种的要求不同。在兰州以南以东的地区,所有参试品种均可以安全越冬;但在兰州以北以西的秦王川、张掖、阿勒泰、塔城及陕西靖边、北京等地,只有陇油 6 号、陇油 7 号等品种能安全越冬。由于生态条件的巨大差异,在选择品种时,必须选择越冬率高、强抗寒性品种,否则越冬难以保证^[10]。

本试验初步筛选出了适宜不同生态区的冬油菜品种。北京及其周边地区,应以陇油 6 号、陇油 7 号为主栽品种,陇油 8 号、陇油 9 号等品种为搭配品种。新疆乌鲁木齐以西地区,应以陇油 6 号、陇油 7 号为主栽品种,陇油 8 号、陇油 9 号为搭配品种。新疆乌鲁木齐以南地区,应以陇油 8 号、陇油 9 号为主栽品种,天油 7 号、天油 5 号为搭配品种。甘肃中北部地区与河西走廊,应以陇油 6 号、陇油 7 号、陇油 8 号为主栽品种,陇油 9 号为搭配品种。陕西靖边周边地区,应以陇油 6 号、陇油 7 号为主栽品种。

3) 冬油菜在北方旱寒区的安全越冬,对该区农

业生产具有重要意义。冬油菜可增加冬、春季植被的覆盖度,有效减少沙尘源,缓解沙尘危害,改善生态环境条件。同时,冬油菜由于高产、高含油率,对发展油料作物生产具有积极意义,而且由于冬油菜能够在 5 月底至 6 月上中旬成熟,冬油菜收获后尚有 1 800℃~3 500℃的积温未被利用^[11],可复种水稻、大豆、玉米、向日葵、马铃薯、荞麦、糜子、谷子等作物,改革传统的一年一熟制为二年三熟制或一年二熟制,提高复种指数与农业经济效益,对北方地区农业生产具有重要影响,发展前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 魏文慧,孙万仓,郭秀娟,等.氮磷钾肥对西北旱区冬油菜越冬率、产量及经济性状的影响[J].西北农业学报,2009,18(2): 122-125,130.
- [2] SUN Wancang, MA Weiguo. Studies on feasibility of expanding winter rapeseed northwards into dry and cold regions in northwest China[C]// Fu Fengdong, Guan Chunyun. Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress - Sustainable Development in cruciferous Oilseed Crops Production. Wuhan: Science Press USA Inc, 2007:26-29.
- [3] 孙万仓,马卫国,雷建民,等.冬油菜在西北旱寒区的适应性和北移的可行性研究[J].中国农业科学,2007,40(12):2716-2726.
- [4] 耿以工,张建党,杨润德,等.白菜型冬油菜品种在天津地区的适应性研究[J].天津农业科学,2012,18(1):136-139.
- [5] 李强,顾元国,贾东海,等.新疆旱寒区种植冬性甘蓝型和白菜型油菜的可行性[J].西北农业学报,2011,20(7):106-111.
- [6] 李强,顾元国,林萍,等.新疆冬油菜不同密度水平生育特性及经济性状比较研究[J].干旱地区农业研究,2011,29(2): 59-64.
- [7] 叶剑,孙万仓,武军艳,等.群体密度对冬油菜产量和经济性状的影响[J].西北农业学报,2008,17(3):171-175.
- [8] 南京农业大学.田间试验和统计方法[M].北京:农业出版社,1984.
- [9] 吴行芬,党占海,张建平,等.亚麻新品系丰产性稳定性分析[J].西北农业学报,2005,14(3):76-78.
- [10] 李强,顾元国,侯玉林,等.不同冬油菜品种抗寒性研究[J].新疆农业科学,2011,48(5):804-809.
- [11] 孙万仓,武军艳,方彦,等.北方旱寒区北移冬油菜生长发育特性[J].作物学报,2010,36(12):1224-1234.

(英文摘要下转第 31 页)

Analysis of self-compatibility genes by mRNA differential display technique and inheritance of self-compatibility in *E. sativa* Mill

FAN Hui-ling¹, BAI Sheng-wen¹, ZHANG Fen-qin¹, XIAO Zhan-wen¹,

CHEN Xiu-bin¹, SUN Wan-cang^{2*}

(1. College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: 18 hybridized combinations were made between 8 self-compatible lines and 4 self-incompatible lines, and inheritance of self-compatibility in *E. sativa* Mill was analysed. Furthermore, expression tissue of self-compatible genes was preliminary analysed, and specific cDNA fragments related to self-compatibility were isolated and screened by using mRNA differential display technique. The results showed that all the F₁ plants were self-incompatible, and the F₂ and BC₁ population segregated in ratio. Through chi square test, the segregation ratios of self-incompatibility to self-compatibility in F₂ and BC₁ population were coincided with the ratio of 1:3 and 1:1, respectively. Therefore, it was inferred that the hereditary of self-compatibility in Yunjie was controlled by one pair recessive nucleus gene. Self-compatible genes of Yunjie was not constitutive expression, but that belonged to specific tissue expression. Self-compatible lines had 3 differentially expressed bands which exhibited stably with different primers, these cDNA bands were closely related to self-compatibility of Yunjie.

Keywords: *E. sativa* Mill; inheritance of self-compatibility; self-compatible genes; mRNA differential display

(上接第 22 页)

Analysis of adaptility of *Brassica rapa* winter rape cultivars in cold and dry regions of North China

CHEN Jiao-rong¹, SUN Wan-cang^{1*}, FANG Yan², ZENG Xiu-cun¹, WU Jun-yan¹,

LI Xue-cai¹, HE Li¹, ZHAO Cai-xia¹, SHI Peng-hui¹

(1. Gansu Provincial Key Laboratory of Arid Land Crop Sciences, Lanzhou 730070, China;

2. Research and Testing Center of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The regional trials were conducted to compare the winter survival rate, the growth period and yield of *Brassica rapa* winter rape cultivars in order to analyse their adaptility. The results showed that Longyou 6 and Longyou 7 had the highest winter survival rates, being 86.40% and 85.53% respectively, which were significantly higher than CK (Tianyou 2), while the winter survival rates of Tianyou 5, Tianyou 7 and Tianyou 8 were all lower than CK. The growth period of the same winter rape cultivar varied much in different sites. For example, the growth period of Longyou 6 was 300 days in Qinwangchuan, but it was only 251 d in Khotan and was 49 d earlier than that in Qinwangchuan. The growth periods of different winter rape cultivars had large difference. For example, the growth periods of Longyou 6 and Longyou 7 were 300d in Qinwangchuan, while that of Longyou 8 was 285 d there. The others were 290 days, with 10d earlier than that of Longyou 6. The agronomic traits and average yield also varied greatly in different sites. In conclusion, the strain productivity and stability of Longyou 8, Longyou 7 and Longyou 6 were the best, followed by Longyou 9. The suitability of winter rape cultivars in different ecological regions was also different. Longyou 6 and longyou 7 were the most suitable cultivars in Beijing and its surrounding areas, west Xinjiang and north-central Gansu, Hexi corridor and Jingbian surrounding areas in Shaanxi. The Longyou 8 and Longyou 9 were the most suitable cultivars in south Xinjiang, and Tianyou 2, Tianyou 5 and Tianyou 8 were also suitable in this region.

Keywords: winter rape; winter survival rate; growth period; productivity; stability; cold and dry regions of North China