

不同油菜品种对根肿病的抗性分析

符明联¹ 杨玉珠² 李根泽¹ 罗延青¹ 奚俊玉³
徐海燕⁴ 张晓兰² 原小燕¹ 杨卫国²

1. 云南省农业科学院经济作物研究所, 昆明 650205; 2. 云南省保山市隆阳区农业技术推广中心, 保山 678100;
3. 云南省丽江市玉龙县农业技术推广中心, 玉龙 674100; 4. 云南省宣威市农业局, 宣威 655400

摘要 为鉴定并筛选抗根肿病的油菜品种, 2010年在云南省油菜根肿病的重发区保山市隆阳区板桥镇高海村, 对9个主栽油菜品种和7个从国内各育种单位引进的品种进行根肿病抗性研究。结果表明: 油菜苗期田间渍水, 能明显加重根肿病危害, 显著降低油菜最终收获产量; 根肿病从苗期始危害油菜, 薹期最重、成熟期危害发病率和病情指数均略有下降; 供试16个品种对油菜根肿病的抗性可分为3类, 其中A₃₅、花油7号和云油双1号3个品种在全生育期均表现出较强的抗根肿病能力, 可作为云南根肿病常发区主导品种和育种材料使用。

关键词 油菜; 主栽品种; 根肿病; 抗性

中图分类号 S 432.4⁺4; S 565.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)04-0443-05

油菜根肿病是由芸薹属根肿病菌(*Plasmodiophora brassicae*)引起的一种真菌病害。植物受害后, 根部首先肿大, 进而出现龟裂、腐烂并导致全株萎焉死亡^[1-2]。该病害在地中海西岸和欧洲南部最早发现, 现已分布于世界各地, 温带地区发病尤为严重, 中国大部分省、市、自治区均有分布^[3-4]。芸薹属根肿病菌能侵染和危害所有的十字花科植物, 给蔬菜和油菜生产造成巨大损失^[5-6]。我国油菜产业在种植业结构中占有重要的地位, 对提高人民的生活水平及促进农民增收起着重要作用^[7]。油菜育种工作者利用传统育种技术和现代生物技术, 育成了很多优质油菜品种, 但对油菜根肿病的发生和危害机理研究较少^[8]。

2003年云南省有10个州市的49个县区发生油菜根肿病, 目前已蔓延到全省各油菜产区, 对油菜产业发展造成严重威胁^[9]。油菜根肿病的药剂防治效果不明显且成本偏高^[5-6, 10]。从现有油菜品种和材料中筛选抗根肿病品种, 增强推广品种的抗(耐)病能力是预防油菜根肿病的最理想途径^[11-13]。笔者对云南省9个自育主栽品种和7个国内引进品种进

行了根肿病抗性的比较与分析, 旨在为抗根肿病油菜品种的选育筛选抗源材料, 并为合理利用现有油菜品种防治根肿病提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

选用16个甘蓝型油菜品种为供试材料, 其中9个是云南省自育主栽品种, 7个为引进国内新育成品种(表1)。

1.2 播种方法

在云南省油菜根肿病的重发区保山市隆阳区板桥镇高海村, 选择2009年根肿病发生严重且前作为水稻的田块作为试验用地。16个品种于2009年10月17日采用人工打塘点播方式播种。设2个处理, 中间垒田埂分隔, 其中一个处理采用正常管理, 作为对照(CK); 另一个处理在11月6-16日(五叶期)灌水浸泡10 d(T)。3次重复, 各品种在同一重复内顺序排列, 小区面积3.0 m × 3.7 m, 株行距30 cm × 40 cm, 种植密度每666.7 m² 1.0万株。试验区设置1.5 m宽的云油杂2号油菜品种作为保护行。

收稿日期: 2011-01-06

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2009BADA8B01, 2010BAD01B08)、云南省自然科学基金项目(2010CD001)、国家现代农业油菜产业技术体系昆明综合试验站项目(NYCYTX-00564)

符明联, 硕士, 副研究员。研究方向: 油料作物品种选育及配套技术。E-mail: fml0871@yahoo.com.cn

通讯作者: 李根泽, 博士, 研究员。研究方向: 油料作物品种选育及配套技术。E-mail: genzeli@yahoo.com.cn

表 1 供试 16 个油菜品种名称及来源

Table 1 The name and origin of the sixteen rape varieties

编号 Code	品种 Variety	来源 Origin	编号 Code	品种 Variety	来源 Origin
1	杂 0555 Za 0555	成都市农业科学院 Chengdu Academy of Agricultural Sciences	9	花油 8 号 Huayou No. 8	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
2	核优 56 Heyou 56	安徽省农业科学院 Anhui Academy of Agricultural Sciences	10	云油杂 2 号 Yunyouza No. 2	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
3	赣油杂 6 号 Ganyouza No. 5	江西省农业科学院 Jiangxi Academy of Agricultural Sciences	11	云花油 1 号 Yunhuayou No. 1	云南省农业科学院 Yunnan Agricultural Technique Institution
4	S01	陕西油菜育种中心 Shanxi Centre of Rapeseed Breeding	12	花油 5 号 Huayou No. 5	云南省农业科学院 Yunnan Agricultural Technique Institution
5	华杂 62 Huaza 62	华中农业大学 Huazhong Agricultural University	13	A ₃₅	云南红塔种子站 Yunnan Red Tower Seed Station
6	黔油 28 Qianyou 28	贵州省农业科学院 Guizhou Academy of Agricultural Sciences	14	花油 7 号 Huayou No. 7	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences
7	黔黄油 21 Qianhuangyou 21	贵州省农业科学院 Guizhou Academy of Agricultural Sciences	15	花油 4 号 Huayou No. 4	云南省农业科学院 Yunnan Agricultural Technique Institution
8	云油双 2 号 Yunyoushuang No. 2	云南省农业科学院 Yunnan Agricultural Technique Institution	16	云油双 1 号 Yunyoushuang No. 1	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences

1.3 调查方法

分别于油菜苗期(2009年12月19日)、薹期(2010年1月28日)和成熟期(2010年4月26日),在各小区取3个点,每个点取10株,共取30株统计发病株数及发病等级。

1.4 病害分级标准

按病害发病等级6级标准记载。其中,0级:无病害症状;1级:仅须根末梢上有少量肿瘤;3级:侧根上有肿瘤;5级:侧根肿瘤大且主根末梢有小的肿瘤;7级:主根全部肿大,但植株生长正常;9级:根上肿大开始龟裂腐烂、植株萎焉或已死亡^[9]。

1.5 病情指数计算

病情指数按以下公式进行计算^[14]:

$$\text{发病指数} = \frac{\sum(\text{发病级代表值} \times \text{各级病株数})}{\text{调查总株数} \times \text{最高发病级代表值}} \times 100$$

抗病性差异根据病情指数为划分标准进行分类:高抗 ≤ 30.0 ; 30.0 $<$ 抗病 ≤ 40.0 ; 40.0 $<$ 低抗/低感 ≤ 50.0 ; 50.0 $<$ 感病 ≤ 80.0 ; 高感 > 80.0 。

1.6 数据处理

利用DPS软件进行数据统计分析^[14]。采用完全随机区组设计固定模型分析不同生育期油菜品种抗根肿病的差异显著性,再用欧氏距类平均法分水胁迫和正常管理对品种的病情指数进行聚类分

析,最后用一元线性回归分析不同油菜品种发病率与病情指数相关性。

2 结果与分析

2.1 田间渍水对油菜根肿病的影响

试验结果表明,油菜在五叶期遭受较长时间的田间渍水后,不同油菜品种根肿病的发病情况在全生育期均有极显著差异。苗期渍水处理后,油菜根系发育不良,幼苗生长受抑制并加重油菜根肿病的发生。与对照相比,苗期渍水处理导致油菜苗期、薹期和成熟期根肿病平均发病率分别提高32.40%、10.99%和12.74%;平均病情指数分别提高4.83、19.50和8.05(表2)。可见,油菜苗期渍水是诱发油菜根肿病的重要因素之一。

另外,试验结果还表明:对照处理每666.7 m²产量为102.11~177.19 kg,平均产量为97.08 kg;而苗期渍水处理后,油菜长势弱,发病较重,实收折合每666.7 m²产量为60.06~135.74 kg,平均产量为97.08 kg,减产23.94%,与对照产量的差异达到极显著水平。

2.2 油菜苗期根肿病抗性差异分析

不同油菜品种苗期根肿病的抗性差异极显著(表2)。正常栽培条件下,16个供试品种根肿病发病

率为 6.67%~54.55%，发病率大于 40% 的品种有 2 个，占供试品种的 12.5%，发病率小于 10% 的品种有 1 个，占 6.25%。但供试油菜品种病情指数介于 0.47~7.95 之间，均比较低；但苗期渍水下，16 个供试品种根肿病发病率有所增加，达 44.12%~89.19%，发病率低于 50%（含 50%）的品种仅有 3 个，占供试品种材料的 18.75%。发病率大于 80% 的品种有 1 个，占 6.25%。病情指数介于 3.50~13.20 之间，仅有 3 个品种的发病指数大于 10。试验结果表明，供试油菜品种苗期根肿病抗性差异极显著，但不论是否有田间渍水，所有品种均表现高抗根肿病。

表 2 不同油菜品种苗期根肿病的抗性差异¹⁾

Table 2 Resistance difference of different rape varieties to *Plasmodiophora brassicae* in seedling stage

编号 Code	病株率/% Disease rate		发病指数 Disease index	
	T	CK	T	CK
	1	73.53	48.65	12.15 A
2	89.19	41.67	12.30 A	3.69 B
3	55.56	28.57	6.38 DE	2.80 C
4	50.00	27.78	8.03 C	1.94 DE
5	52.78	19.44	6.81 D	1.75 DEF
6	77.14	22.58	8.20 C	1.35 EFG
7	75.51	6.67	10.43 B	0.47 H
8	61.76	34.48	5.147 F	3.86 B
9	70.00	17.86	7.70 B	1.25 EF
10	74.29	16.13	13.20 A	1.13 EF
11	58.97	25.71	5.92 DE	1.80 CDE
12	57.89	33.33	6.26 CD	2.76 B
13	44.12	28.13	3.50 H	2.84 B
14	53.33	31.43	4.10 G	2.20 BC
15	47.78	33.33	4.10 G	2.80 B
16	45.71	54.55	5.20 F	5.09 A

1)数据后不同英文字母代表 1% 水平的显著性差异(下表同)。

Different letters following the data in each column indicate significant difference in 1% level(the same as following tables).

2.3 油菜蕾薹期根肿病抗性差异分析

不同油菜品种薹期根肿病抗性的差异极显著(表 3)。正常栽培条件下，16 个供试品种根肿病发病率在 50%~100% 之间，发病率超过 80% 的品种有 5 个，占供试品种的 31.25%，病情指数介于 17~66 之间，杂 0555 和花油 8 号表现感病、赣油杂 6 号和云油双 2 号表现低抗/低感，核优 56、黔油 28、云油杂 2 号、云花油早熟 1 号和花油 4 号表现抗病、其余 6 个品种表现高抗根肿病；在苗期渍水下，16 个供试品种根肿病发病率达 52.08%~100.00%，发病率大于 80% 的品种有 11 个，占 68.75%，病情指

表 3 不同油菜品种薹期根肿病的抗性差异

Table 3 Resistance difference of different rape varieties to *Plasmodiophora brassicae* in bolting stage

编号 Code	病株率/% Disease rate		发病指数 Disease index	
	T	CK	T	CK
	1	84.62	100	61.94 B
2	79.31	65.12	53.08 CDE	36.07 CDE
3	89.29	71.43	53.09 CDE	41.69 C
4	76.92	50.00	58.28 BC	20.78 G
5	88.46	51.43	53.69 CDE	17.79 G
6	100.00	75.86	72.77 A	39.65 C
7	100.00	57.50	70.09 A	21.85 FG
8	90.91	86.21	61.12 B	49.90 B
9	96.55	89.66	72.48 A	54.72 A
10	89.29	92.59	55.67 BCDE	32.44 CDE
11	81.82	85.71	56.60 BCD	38.51 BC
12	52.08	76.47	21.17 H	28.03 EF
13	60.00	55.56	33.02 G	17.04 G
14	83.33	54.84	48.95 E	17.16 G
15	85.71	77.42	49.69 DE	31.45 EF
16	71.88	64.52	41.45 F	27.84 FG

数介于 21.19~72.69 之间，仅花油 5 号表现高抗、A₃₅ 表现抗病，其余品种均表现低抗/低感根肿病。结果表明，供试油菜品种薹期根肿病抗性存在极显著差异，花油 5 号和 A₃₅ 高抗根肿病。

2.4 成熟期根肿病抗性差异分析

不同油菜品种成熟期根肿病抗性的差异极显著(表 4)。正常栽培条件下，16 个供试品种根肿病发病率在 25.93%~89.29% 之间，大于 80% 的品种有 2 个，占供试品种的 12.50%，病情指数介于 11.67~56.25 之间，A₃₅、花油 7 号、华杂 62 和核优 56 表现高抗，云油双 1 号、黔油 28 号和 S01 表现抗

表 4 不同油菜品种成熟期根肿病的抗性差异

Table 4 Resistance difference of different rape varieties to *Plasmodiophora brassicae* in silique mature stage

编号 Code	病株率/% Disease rate		发病指数 Disease index	
	T	CK	T	CK
	1	73.91	67.57	19.19 H
2	83.33	45.45	51.98 C	24.77 H
3	67.86	81.48	31.91 G	46.70 C
4	72.00	60.00	41.05 E	34.21 F
5	65.22	53.33	32.45 EF	27.57 G
6	64.29	75.00	41.79 D	37.63 E
7	89.66	89.29	64.62 A	56.32 A
8	74.19	75.86	59.45 B	49.71 B
9	81.25	61.76	62.47 C	44.80 B
10	90.91	62.96	63.04 B	43.72 C
11	70.59	54.55	54.00 D	42.03 E
12	70.37	64.52	41.07 F	48.81 A
13	50.00	25.93	32.68 FL	11.73 H
14	79.41	35.48	35.27 H	22.44 G
15	88.46	63.33	65.51 A	42.39 D
16	61.54	62.50	39.59 G	31.21 EF

根肿病;在苗期渍水下,16 个供试品种根肿病发病率达 50.00%~90.91%,大于 80%的品种有 5 个,占 31.25%,病情指数介于 19.17~65.42 之间,杂 0555 表现高抗,赣油杂 6 号、华泉 62、A₃₅、花油 7 号和云油双 1 号表现抗根肿病。结果表明,供试油菜品种成熟期根肿病抗性存在极显著差异,不论苗期是否发生渍水,A₃₅、花油 7 号、华泉 62 和云油双 1 号均表现抗根肿病。

2.5 渍水与正常条件下的抗病性比较

在油菜苗期渍水下,供试品种对根肿病的相对抗性可分为 3 个抗性类群,其中抗病性强的包括 A₃₅、云油双 1 号、S01、花油 7 号、华泉 62 和赣油杂 6 号 6 个品种;在正常管理情况下,供试品种对根肿病的相对抗性也可分为 3 个抗性类群,其中抗病性强的包括 A₃₅、云油双 1 号、S01、华泉 62 和花油 7 号 5 个品种。由此可见,油菜苗期根肿病抗性在渍水和正常情况下比较一致,A₃₅、云油双 1 号、S01、华泉 62 和花油 7 号 5 个品种抗根肿病能力相对较强。这一结果也与前面分析的结果基本一致。

2.6 发病率与病情指数的相关分析

不同油菜品种根肿病的发病率与病情指数相关分析结果表明:苗期渍水处理时,油菜病情指数(y)随发病率(x)的增加而增加,两者相关显著($P < 0.05$),相关系数 $r = 0.87$,回归方程为:病情指数 $y = 33.60 + 1.11x$,决定系数 $R^2 = 0.76$ 。有 3 个品种病情指数 < 30 ,分别是 A₃₅、花油 7 号和云油双 1 号;正常管理条件下,油菜病情指数(y)随发病率(x)的增加而增加,两者相关显著($P < 0.05$),相关系数 $r = 0.91$,回归方程为:病情指数 $y = 26.37 + 1.12x$,决定系数 $R^2 = 0.983$ 。另外,有 3 个油菜品种的病株率 $< 45\%$ 、病情指数 < 30 ,分别是 A₃₅、花油 7 号和云油双 1 号。这一结果也与前面分析的结果基本一致。

3 讨论

根肿病危害云南省的油菜生产已有 10 余年,对油菜产业造成了较严重的影响,已逐步发展成为威胁油菜产业发展的主要病害之一。生产中虽然采取了一些防治措施,但防治成本高,且效果不明显。从主推品种中鉴定筛选抗油菜根肿病品种是预防或减轻根肿病危害最经济有效的方法。笔者从 9 个云南省主推品种和国内引进的 7 个新育成品种中,鉴定筛选出 A₃₅、花油 7 号和云油双 1 号 3 个抗病性相

对较强的主推油菜品种,为目前有效控制油菜根肿病和将来开展抗油菜根肿病的育种创造了条件。同时,本试验中采用在油菜五叶期淹水 10 d 模拟苗期渍水的方法,可用于将来开展抗油菜根肿病育种材料的筛选。

黄小琴等^[11]对四川省参加区域试验的 70 个品种进行了根肿病抗性差异研究,获得 1 份高抗材料;刘勇等^[12]对四川主栽的 38 个油菜品种和 8 个德国新引进的油菜品种进行了根肿病抗性研究,发现德国油菜 Lisek 和 Oase 病情指数均小于 30,为高抗品种,可作为育种材料推广应用。笔者也从目前主推品种中筛选出了 3 个抗根肿病品种。这说明甘蓝型油菜品种中具有抗根肿病基因,开展根肿病育种有材料基础。

油菜苗期渍水时,植株长势弱,根肿病极显著加重,而且在不同生育时段的发病率和病情指数都有显著提高,最终产量损失增加 23.94%。可见苗期渍水是诱发油菜根肿病的主要因素。油菜播种时开好三沟,采用起高垄栽培等措施,降低田间深度,减轻水分胁迫对油菜幼苗的影响是控制根肿病损失的有效途径。

根肿病苗期始发,多数品种在蕾薹期发病指数最高,成熟期有所下降。渍水下仅花油 4 号、花油 5 号、云油杂 2 号 3 个品种随生育进程的推进根肿病加重。这与传统认为云南根肿病主要在油菜苗期危害的结果不一致,根肿病必须在油菜全生育期均予以关注。本试验正常栽培下 16 个品种苗期、薹期和成熟期根肿病平均发病率 29.39%、72.15% 和 61.19%,病情指数为 2.73、33.81 和 37.91;模拟渍害时平均发病率高达 61.79%、83.14% 和 73.94%,病情指数为 7.56、53.31 和 45.96。远高于王靖等^[1]油菜根肿病苗期发病率达 17%,成株期田间平均发病率为 15% 的试验结果,说明云南是油菜根肿病危害的重灾区之一。

本试验以占云南省油菜种植面积 90% 以上区域的主导品种为供试材料,以正常栽培为对照,模拟了油菜苗期渍水现象,明确了云南省正常自然条件和特殊条件下油菜根肿病的发生情况。试验结果筛选出了 3 份抗供试油菜根肿病的品种,提出了引进和创制抗病种质材料、开展抗根肿病育种、采用深开三沟和高垄栽培等措施,预防水分胁迫并限制油菜根肿病的发生,对指导实际生产和开展油菜根肿病研究具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 王靖,黄云,胡晓玲,等.油菜根肿病症状、病原形态及产量损失研究[J].中国油料作物学报,2008,30(1):112-115.
- [2] 郭向华.甘蓝根肿病菌的生物学特性及致病研究[D].重庆:西南农业大学图书馆,2001.
- [3] 唐文华.北京十字花科蔬菜根肿病的发生和鉴定[J].植物保护,1990,16(1):17-18.
- [4] 肖崇刚,郭向华.甘蓝根肿病菌的生物学特性研究[J].菌物系统,2002,21(4):597-603.
- [5] 姚建中.根肿病对油菜产量的影响及其防治措施[J].安徽农学通报,2009,15(15):93-94.
- [6] 叶坚达.十字花科根肿病的综合防治方法[J].云南农业,2008(4):18.
- [7] 朱再清.我国油菜籽及菜籽油的比较优势及国际竞争力分析[J].华中农业大学学报:社会科学版,2009(6):10-13.
- [8] 刘志文,单连民,韩旭,等.现代生物技术在油菜遗传改良上的应用和进展[J].华中农业大学学报,2007,26(6):900-906.
- [9] 严位中,杨家鸾,孙道旺,等.云南十字花科蔬菜根肿病发生规律及防治技术研究[J].石河子大学学报:自然科学版,2004,22(8):118-122.
- [10] 李卫东,陈艳秋,杨丽芳,等.八种药剂防治油菜根肿病的田间药效试验初报[J].云南农业,2009(8):21-22.
- [11] 黄小琴,柯绍英,刘勇.四川省油菜区试材料对根肿病抗性差异研究[J].西南农业学报,2008,21(2):349-352.
- [12] 刘勇,黄小琴,柯绍英,等.四川主栽油菜品种根肿病抗性研究[J].中国油料作物学报,2009,31(1):90-93.
- [13] 张仕伟.十字花科蔬菜根肿病接种甘蓝型油菜研究初报[J].云南农业科技,2006(6):42-44.
- [14] 唐启义.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.

Analysis of clubroot resistance of different rapeseed varieties

FU Ming-lian¹ YANG Yu-zhu² LI Gen-ze¹ LUO Yan-qing¹ XI Jun-yu³
XU Hai-yan⁴ ZHANG Xiao-lan² YUAN Xiao-yan¹ YANG Wei-guo²

1. Industrial Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;

2. Baoshan Centre of Agricultural Technique in Baoshan, Yunnan Province, Baoshan 678100, China;

3. Yulong Centre of Agricultural Technique, Yunnan Province, Yulong 674100, China;

4. Xuanwei Agriculture Bureau, Yunnan Province, Xuanwei 655400, China

Abstract Resistance of the major commercial rape varieties in Yunnan Province and seven clubroot resistant rape varieties from other rape breeding institutions in China was studied in the Gaohai village, Banqiao town, Longyang region, Baoshan city in 2010 where the clubroot spread most extensively. The results showed that the *Plasmodiophora brassicae* were aggravated by artificial simulating waterlogging at seeding stage, while the yield was reduced greatly. The clubroot harmed rape from seedling period and was most severe at bolting stage while the disease index and disease incidence reduced at silique mature period. The sixteen rape varieties were divided into three classes according to their resistance to the clubroot. Tress varieties A₃₅, Huayou No. 7, Yunyoushuang No. 1 showed high resistance during all growth period and could be used as dominant breeds for further study on resistant breeding.

Key words rape; domestic rape varieties; clubroot disease; resistance

(责任编辑:陈红叶)