

甘蓝型油菜的抗裂角性鉴定及品种筛选

彭鹏飞,李云昌,胡琼,刘凤兰,李英德,徐育松,梅德圣

(中国农业科学院 油料作物研究所,国家油料作物改良中心,农业部油料作物生物学重点开放实验室,湖北 武汉 430062)

摘要:油菜生产效益的提高有赖于机械化进程的推进,而机械化收获要求油菜品种具有较强的抗裂角性。为明确我国最新育成的油菜杂交种(或品系)对机械化收获的适应性,以改进后的随机碰撞法对2008年参加湖北省和全国长江中游区油菜品种区试的50份甘蓝型油菜进行了抗裂角性鉴定。结果表明,抗裂角指数为0.020~0.470,对照品种中油杂2号的抗裂角指数为0.218,大致处于中间值。将抗裂角指数范围分为: >0.4 , $0.3\sim0.4$, $0.2\sim0.3$, $0.1\sim0.2$ 及 <0.1 五个区域,被鉴定的50份甘蓝型油菜在这5个区域的分布频数分别为5,5,10,17和13个,表明我国最近育成的油菜杂交种(或新品系)的抗裂角性存在较大的差异,有望通过筛选获得适合机械化收获的品种。对抗裂角指数较高的10份材料的产量和品质性状进一步分析,筛选出了三北98、中油112等2个通过了区试并获得审定、具有适合机械化收获性状的油菜新品种,可以直接推广利用。

关键词:油菜;品种筛选;抗裂角指数;机械化收获

中图分类号:S634.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2009)06-0223-04

Screen of Varieties Suitable for Machine Harvesting from New Breeding Hybrids or Lines in Brassica napus

PENG Peng-fei, LI Yun-chang, HU Qiong, LIU Feng-lan, LI Ying-de, XU Yu-song, MEI De-sheng

(Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, National Center for Oil Crops Improvement, Key Laboratory for Biological Sciences of Oil Crops, Ministry of Agriculture, Wuhan 430062, China)

Abstract: The elevation of rapeseed production efficiency relies on mechanization. Pod shatter resistance of varieties is highly required for machine harvesting. In order to understand the suitability of newly developed lines for machine harvesting, 50 hybrids or lines involved in Hubei provincial regional trials and the national regional trials of the middle Yangtze river reaches were assessed for pod shatter resistance using improved random impact test method. The results showed that pod shatter resistant index ranged from 0.020 - 0.470, with that of the control variety Zhongyouza 2 being 0.218, approximately in the middle of the range. The frequency distribution of the materials were 5, 5, 10, 17 and 13 when the pod shatter resistant index was divided into five regions (>0.4 , $0.3 - 0.4$, $0.2 - 0.3$, $0.1 - 0.2$ and <0.1), indicating significant variation of pod shatter resistance among new hybrids or lines from different breeding programs. Based on further analysis of 10 hybrids or lines with relatively high pod shatter resistance on other agronomical important traits, 2 hybrids which have passed the trials and will soon be released were selected for use in mechanization production of rapeseed.

Key words: Oilseed rape; Variety screen; Pod shatter resistant index; Machine harvesting

我国作为世界油菜生产第一大国,常年油菜种植面积在730万 hm^2 左右。油菜不仅是主要的食用植物油来源,也是重要的工业原料和发展生物柴油的主要资源。随着经济的快速发展和人民生活水平

的提高,油菜的生产效益必须不断得到提高才能保证生产规模的扩大,满足不断增长的消费需求。因此,尽快推进油菜生产的机械化进程,降低油菜生产成本迫在眉睫,机械收获代替人工收获已是油菜生

收稿日期:2009-10-23

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-058-01);国家“863”计划(2007AA10Z107);国家科技支撑计划项目(2006BAD07A04)

作者简介:彭鹏飞(1984-),男,湖北天门人,博士,主要从事油菜育种研究。

通讯作者:梅德圣(1971-),男,湖北松滋人,副研究员,博士,主要从事油菜育种研究。

产发展的必然趋势。但是机械收割对油菜品种的相关性状要求很高,包括株高适中、分枝角度小、株形紧凑、抗倒性好、角果抗裂等。特别是抗裂角性,由于油菜是无限花序,分枝多,开花和角果成熟时间不一致,成熟时角果容易裂开,一般会造成 10 % 左右的产量损失,机械收获会增大产量损失,最高损失可达 50 %^[1]。尽管提前收获可以减少产量损失,但成熟度不够可造成油菜籽含油量下降,影响食用油的品质^[2]。因此,筛选和培育抗裂角油菜品种对推进我国油菜生产的机械化进程尤为重要。

工业化程度高的国家如加拿大、英国、德国等由于普遍采用机械化收获,对油菜品种的抗裂角性研究较多,包括鉴定方法^[3]、组织结构^[4]、新材料创建和筛选^[5]、分子标记^[6]、品种选育^[7]、基因鉴定和基因工程改良^[8]等。国内近年来也加强了油菜抗裂角性的研究,谭小力等^[9]建立了拉裂法鉴定技术,文雁成等^[10]改进了随机碰撞法,并分析了甘蓝型油菜的抗裂角性,彭鹏飞等^[11]对两种鉴定方法进行了比

较,并参考文雁成等^[10]的随机碰撞法作了进一步的改进,分析了部分芥菜型油菜与甘蓝型油菜种质资源的抗裂角性,筛选获得了抗性较好的种质材料。本研究采用彭鹏飞等^[11]改进后的随机碰撞法对我国油菜主产区长江中游国家油菜品种区域试验和第一油菜生产大省湖北省油菜区域试验 2007 - 2008 年度参试品系进行抗裂角性鉴定,旨在明确我国最新选育的油菜品系的抗裂角性,筛选具有适宜机械化收获性状的新品种,并为进一步培育适合机械化生产的油菜品种提供指导。

1 材料和方法

1.1 材料

在国家冬油菜长江中游区域试验及湖北省油菜区域试验中,随机选取 50 份参试甘蓝型油菜杂交种(或品系)作为供试材料,供试材料分别来自于全国冬油菜产区不同的育种单位(表 1),中油杂 2 号是 2 个区域试验的共同对照品种。

表 1 供试材料名称(代号)及来源

Tab. 1 Name or code of lines and origin

材料名称 Name of materials	品系来源 Origin	材料名称 Name of materials	品系来源 Origin
裕油 2005-1	遵义裕农种业	跃新油 2 号	江西会昌种子分公司
H3115、H0433	北京金色农华种业	K565、K426	湖南亚华种业
03 杂 716	南充市农科所	036-38	绵阳新宇生物所
98D18	中油种业	赣油杂 3 号、05PB3	江西省农科院
501	咸阳市农科所	5103、6823	湖南省作物所
秦研 211	西北农林大学	杂 839、杂 668	湖南农业大学
7818	武汉阳光种业	富油 2 号、6-22	湖北富悦有限公司
圣光 77	武汉联农种业科技	油 YL050	贵州省油菜所
26711	武汉金丰收获种业	浙油 6001、HM42	浙江农科院作物所
油研 1707	四川确良种业	核优 202	安徽省农科院
三北 98	陕西三北华农种业	GS520	安徽国盛农业科技
希望 528、中油 112、56602、中油杂 2 号(CK)、7819、98D15、699、E855、大地 55、5866、P6036-1、6066、0132、98D-9	中国农科院油料所	07-C-30、06-L-2Q、H9953、H23、H9963、H9962、H9957、H9961	华中农业大学

1.2 试验方法

收获时每份材料随机取 5 株,每株剪取主枝和 2 个一次分枝,收获后悬挂自然干燥 30 d 后,在主枝和分枝的上、中、下部随机取下 100 个角果,用保鲜袋装好封口备用。

抗裂角性鉴定采用彭鹏飞等^[11]改进后的随机碰撞法:把 20 个角果放入内径 12 cm,高 20 cm 的圆柱容器内,置 10 个直径为 15 mm 的钢珠于容器,在摇床上以 300 r/min 的转速摇动,并使其有 20 mm 的移动位移,每隔 1 min 记录破裂的角果个数,共记录 10 次,每次记录完后把破裂的角果从容器中拿出来。最后计算裂角指数与抗裂角指数,每材料重复

3 次。

$$\text{裂角指数} = \frac{\sum_{i=1}^{i=10} x_i \times (11 - i)}{\text{角果数} \times \text{总次数}}, (x_i \text{ 为第 } i \text{ 次破}$$

损的角果数),抗裂角指数 = 1 - 裂角指数。

1.3 数据处理

所获得的数据均采用 DPS 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 油菜杂交种(或品系)抗裂角性鉴定结果

对包括对照品种中油杂 2 号在内的 51 份甘蓝型油菜杂交种(或品系)的抗裂角性进行鉴定,结果表

明,参试材料的抗裂角指数为 0.020~0.470,平均值为 0.190,对照品种中油杂 2 号的抗裂角指数为 0.218,接近中间值。方差分析和多重比较结果表明品系间差异达到极显著水平,在 50 个供试材料中,平均抗裂角指数大于对照且与对照有极显著差异的有油 YL050、杂 668、三北 98、H3115、中油 112、H0433、06-L-2Q、6-22、05PB3、圣光 77、H9953 等 11 个品系。油 YL050、杂 668、三北 98 平均抗裂角指数较大,分别为 0.470,0.470,0.448,与其他品系的差异达到显著或极显著水平。将抗裂角指数范围按 >0.4,0.3~0.4,0.2~0.3,0.1~0.2 及 <0.1 5 个区域划分,被鉴定的 50 份甘蓝型油菜材料在这 5 个区域的分布频数分别为 5,5,10,17 和 13 个,呈偏态分布(图 1)。如将抗裂角指数为 0.4 以上和 0.1 以下分别划分为相对抗裂角和相对易裂角材料,则抗裂角品系占总数的 10%;易裂角品系占总数的 26%。抗裂角指数在 0.3 以上的总共有 10 份材料,这些材料可以作为抗裂角油菜品系资源进行抗裂角品种的筛选。

2.2 适合机械化收获的油菜杂交种(或品系)筛选

利用区域试验结果,参考我国油菜品种审定的要求,对平均抗裂角指数在 0.3 以上的材料进行其他重要性状的考察(表 2)。经分析发现,平均产量

比对照品种增加 5% 以上的有三北 98、06-L-2Q、6-22,平均产油量比对照品种增加 5% 以上的有中油 112、油 YL050。按照湖北省和国家油菜品种审定标准,2 年产量或产油量增加 5% 以上的杂交种(或品系)可以通过区试,提交审定,三北 98、中油 112 已分别通过审定,可作为具有适合机械化收获性状的油菜品种进行示范和推广。06-L-2Q、6-22,油 YL050 是第 1 年参加区试,产量或产油量较对照增幅在 5% 以上,如果下一年表现稳定,有望通过审定。圣光 77、H0433 的产油量增幅接近 5%,如果在第 2 年的区试中表现更加突出,也可能通过区试获得审定。

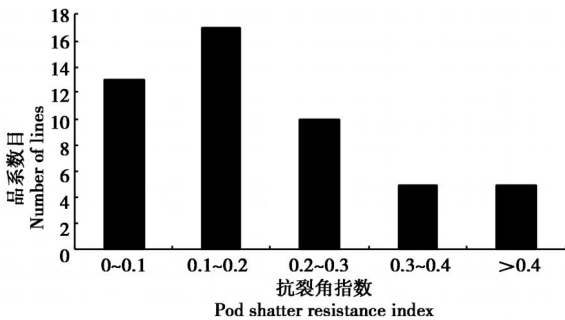


图 1 50 个甘蓝型油菜杂交种(品系)的抗裂角指数分布
Fig.1 Distribution of pod shatter resistant index of 50 tested B. napus

表 2 抗裂角性较好杂交种(品系)的重要性状

Tab.2 Agronomical traits of hybrids or lines with high pod shatter resistance								
材料名称 Name	抗裂角指数 Pod shatter resistance index	产量 / (kg/ hm ²) Yield	产量较对照 / % Yield compared to CK	产油量 / (kg/ hm ²) Oil yield	产油量较对照 / % Oil yield compared to CK	含油量/ % Oil content	芥酸含量/ % Erucic content	硫苷含量 / (μmol/ g) Glucosinolate content
三北 98 *	0.448	2 633.40	- 0.07	1 217.95	8.16	46.25	0.6	19.26
中油 112 *	0.405	2 690.70	2.11	1 220.77	8.49	45.37	0.4	21.06
油 YL050	0.470	2 464.80	2.77	1 072.68	5.99	43.52	0.7	24.44
圣光 77	0.300	2 389.05	0.55	1 075.31	4.91	45.01	0.5	19.60
杂 668	0.470	2 272.20	- 4.36	1 016.36	- 0.84	44.73	0.0	20.22
05PB3	0.318	2 135.10	- 10.14	874.75	- 14.66	40.97	0.0	19.25
H0433	0.355	2 333.25	- 1.79	1 064.43	3.85	45.62	0.5	19.56
06-L-2Q	0.325	3 171.75	6.69	1 331.50	4.74	41.98	0.1	25.73
6-22	0.320	3 159.15	6.26	1 331.90	4.77	42.16	0.0	19.92
H3115	0.410	2 881.95	- 3.06	1 277.86	0.52	44.34	0.8	18.29
中油杂 2 号 **	0.218	2 341.20	-	996.65	-	42.57	0.0	20.71

注：*. 有 2 年区域试验结果的材料；**. 中油杂 2 号为国家长江中游区试 A、B、C 组的平均值。
Note：*. Denotes which involved in regional trials for two years；**. Average data of three groups (A,B and C) in middle Yangtze River valley.

2.3 筛选出的油菜品种特点

三北 98 是陕西三北华农种业选育的杂交油菜新品种,在长江中游区 2 年区试中,平均籽粒产量为 2 633.40 kg/ hm²,比对照中油杂 2 号减产 0.07%,但含油量高达 46.25%,致使产油量比对照增幅达 8.16%。其单株有效角果数 315.08 个,每角粒数为 20.88 粒,千粒重为 3.58 g,菌核病发病率为 9.2%,病情指数为 4.62,病毒病发病率为 0.9%,病情指数

为 0.45,经鉴定对菌核病表现为低感。不育株率平均为 2.49%,抗倒性较强,抗裂角指数为 0.448。

中油 112(区域代号为 0112)是中国农业科学院油料作物研究所选育的杂交油菜新品种,在长江中游区区试中,2 年的试验平均表现为:每产量为 2 690.70 kg/ hm²,比对照增产 2.11%,含油量为 45.37%,产油量比对照增加 8.49%,其单株有效角果数 289.49 个,每角粒数为 20.12 粒,千粒重为

4.62 g。菌核病发病率 14.96%，病情指数为 9.04，病毒病发病率为 0.04%，病情指数为 0.04，对菌核病表现为低感，不育株率平均为 1.36%，株型中等，丰产性、稳产性都较好，抗倒性强，抗裂角指数为 0.405，品质达到双低标准，具有多项适合机械化收获的性状。

3 讨论与结论

鉴定油菜角果裂角性的影响因素很多，包括角果的成熟度、角果的干燥程度、角果受到的外界作用力等^[12]。其鉴定方法亦较多，随机碰撞法是一种简易的鉴定裂角性的方法，文雁成等^[10]后来做了改进，提出了抗裂角指数的计算方法，并使用随机碰撞法鉴定了 229 份甘蓝型油菜品系，其抗裂角指数变异幅度为 0.000 ~ 0.767 5，明显高于本试验及以前报道的结果^[7,13]，这可能是由于所使用的仪器参数不同所致。本试验采用的随机碰撞法根据本实验室的条件在文雁成等^[10]的基础上做了进一步改进，试验中使用的容器直径较小，但钢珠的直径却较大，因此得到的抗裂角指数要小一些，这与前人研究甘蓝型油菜的抗裂角性得到的抗裂角指数较小的结果相一致^[7,13]。随机碰撞法通过模拟田间的自然条件和人为因素的碰撞来鉴定角果的抗裂角性，得到的结果是否能够代表自然环境下油菜角果的抗裂角性，以及抗裂角指数多大时才最适合机械收获，还需要进一步进行验证。

对 51 份甘蓝型油菜品种(品系)的抗裂角性进行鉴定表明，大多数抗裂角指数较小，说明最新育成的甘蓝型油菜品种(品系)的抗裂角性都较差。但是品系之间的差异说明油菜抗裂角性存在较大的变异，因此，筛选和选育抗性相对较好的品系是可能的。结合其他相关性状的综合表现筛选出了 2 个具有适合机械化收获性状的甘蓝型油菜品种。这 2 个品种具有符合适合机械化收获性状的品种的多项要求，目前都已经通过了审定，可以作为具有适合机械化收获性状的油菜品种进行生产示范。

在油菜的三大栽培种中，芥菜型油菜的抗裂角性是最好的，白菜型油菜次之，甘蓝型油菜的抗裂角性最差^[13]。种间杂交已经被证明是转育多种性状的方法，在油菜的含油量、抗病性^[14]，雄性不育^[15]等多方面都有成功的先例。因此可以通过芥菜型油菜与甘蓝型油菜杂交，将芥菜型油菜的抗裂角性状转入到甘蓝型油菜中。Rakow 等^[16]通过甘蓝与芥菜型油菜的种间杂交选育出了高含油量的甘蓝型黄

籽油菜。Wang 等^[13]研究表明，甘蓝型油菜黄籽材料的抗裂角性强于黑籽油菜，且控制种皮颜色基因与抗裂角基因是单独遗传的，因此也可以通过黑籽与黄籽油菜品种间的杂交来选育含油量高且抗裂角性也好的甘蓝型油菜品种。

致谢：试验材料的一些数据取自湖北省及全国区试汇总报告，在此对各区试点专家的辛勤工作表示谢意！

参考文献：

- [1] Kadkol G P, Burrow R P, Halloran G M. Evaluation of *Brassica* genotypes for resistance to shatter. I. Development of a laboratory test [J]. *Euphytica*, 1984, 33: 63 - 73.
- [2] Morgan C L, Bruce D M, Child R, *et al.* Genetic variation for pod shatter resistance among lines of oilseed rapa developed from synthetic *B. napus* [J]. *Field Crops Research*, 1998, 58: 153 - 165.
- [3] Bruce D M, Farrent J W, Morgan C L, *et al.* Determining the oilseed rape pod strength needed to reduce seed loss due to pod shatter [J]. *Biosystems Engineering*, 2002, 81 (2): 179 - 184.
- [4] Child R, Summers J E, Babij J, *et al.* Increased resistance to pod shatter is associated with changes in the vascular structure in pods of a resynthesized *Brassica napus* line [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2003, 54: 1919 - 1930.
- [5] Summers J E, Bruce D M, Vancanneyt G, *et al.* Pod shatter resistance in the resynthesized *Brassica napus* line DK142 [J]. *Journal of Agricultural Science*, 2003, 140 (1): 43 - 52.
- [6] Mongkolporn O, Kadkol G P, Pang E, *et al.* Identification of RAPD markers linked to recessive genes conferring silqua shatter resistance in *Brassica rapa* [J]. *Plant Breeding*, 2003, 122: 479 - 484.
- [7] Morgan C L, Adbrooke Z L, Bruce D M, *et al.* Breeding oilseed rape for pod shattering resistance [J]. *Journal of Agricultural Science*, 2000, 135 (4): 347 - 359.
- [8] Ferrandiz C, Liljegren S J, Yanofsky M F. Negative regulation of the *Shatterproof* genes by fruitfull during *Arabidopsis* fruit development [J]. *Science (Washington)*, 2000, 289: 436 - 438.
- [9] 谭小力, 张洁夫, 杨莉, 等. 油菜角果裂角力的定量测定 [J]. *农业工程学报*, 2006, 22 (11): 40 - 43.
- [10] 文雁成, 傅廷栋, 涂金星, 等. 油菜抗裂角品系筛选及分析 [J]. *作物学报*, 2008, 34 (1): 163 - 166.
- [11] 彭鹏飞, 李云昌, 胡琼, 等. 油菜抗裂角性状的鉴定与品系(种)筛选 [J]. *中国油料作物学报*, 2008, 30 (增刊): 171 - 174.
- [12] Meakin P R J. Dehiscence of fruit in oilseed rape. II. The role of cell wall degrading enzymes [J]. *Journal of Experimental Botany*, 1990, 41: 1003 - 1011.
- [13] Wang R, Ripley V L, Rakow G R. Pod shatter resistance evaluation in cultivars and breeding lines of *Brassica napus*, *B. juncea* and *Sinapis alba* [J]. *Plant Breeding*, 2007, 10: 1439 - 1447.
- [14] 刘后利. 油菜的遗传与育种 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [15] 张德双, 徐家炳, 曹鸣庆. 大白菜转育新型甘蓝型油菜细胞质雄性不育系的研究 [J]. *华北农学报*, 2002, 17 (1): 60 - 63.
- [16] Rakow G, Relf Eckstein J, Raney J P, *et al.* Development of high yielding, disease resistant, yellow-seeded *Brassica napus* [C] // Wratten N, Salisbury P A. Proc. 10th Int. Rapeseed Congr. Canberra, Australia, 1999.