

中国主产区油菜品种与加拿大油菜品种小区试验产量比较

赵永国¹, 赵仕英^{1,2}, 程 勇¹, 罗莉霞¹, 付桂萍¹,
郭瑞星¹, 黄振余³, 马海清⁴, 刘清云⁴, 张学昆¹, 蔡俊松^{1,5*}

- (1. 中国农业科学院油料作物研究所/农业部油料作物生物学与遗传育种重点实验室, 湖北 武汉, 430062;
2. 中农发种业集团股份有限公司, 北京, 100026; 3. 钟祥市石牌镇农业技术推广站, 湖北 钟祥, 431900;
4. 浠水县农业局油料站, 湖北 浠水, 438200; 5. 湖北省油菜办公室, 湖北 武汉, 430070)

摘要: 为了解中国与世界油菜主产国加拿大之间油菜品种的产量差异及成因, 对近 3 年来两国的审定品种区域实验数据进行比较分析, 研究了它们在不同区域产量、适应性及群体性状表现。结果表明: 2013 – 2015 年度, 我国主产区冬油菜品种平均产量 $2\,950.4 \sim 3\,112.9\text{ kg/hm}^2$; 而加拿大油菜品种平均产量分别为 $3\,496.5 \sim 4\,689.8\text{ kg/hm}^2$ 。品种试验中, 加拿大油菜 3 年平均单产为 $4\,057.8\text{ kg/hm}^2$, 比我国(平均 $3\,026.2\text{ kg/hm}^2$) 高 34.1%。与我国油菜品种相比, 加拿大油菜品种在不同年份、不同区域间产量都稳定在 $3\,000\text{ kg/hm}^2$ 以上, 具有较好的稳定性和适应性。群体性状结果表明, 加拿大油菜品种主要依靠群体优势获得高产, 而我国油菜品种则对单株丰产性要求较高。因此认为, 我国油菜品种产量改良应加快从个体丰产型向群体优势型方向发展。

关键词: 中国; 加拿大; 油菜; 产量; 区域试验

中图分类号: S565.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9084(2017)03-0420-07

Rapeseed yield comparison between China and Canada in national trials of main producing areas

ZHAO Yong-guo¹, ZHAO Shi-ying^{1,2}, CHENG Yong¹, LUO Li-xia¹, FU Gui-ping¹,
GUO Rui-xing¹, HUANG Zhen-yu³, MA Hai-qing⁴, LIU Qing-yun⁴, ZHANG Xue-kun¹, CAI Jun-song^{1,5*}

- (1. Oil Crops Research Institute of the Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Oil Crops, Ministry of Agriculture, Wuhan 430062, China;
2. China Agriculture Develop Seed Industry Group. LTD, Beijing, 100026, China;
3. Shipai Town Agricultural Technology Extension Station, Zhongxiang, 431900, China;
4. Oilcrop Station, Agricultural Bureau of Xishui County, Xishui, 438200, China;
5. Hubei Province Oilseed Rape Office, Wuhan 430070, China)

Abstract: To determine the difference and main factors of yield performance of *Brassica napus* L. between China and Canada, registered varieties' data were analyzed in these 2 countries from 2013 to 2015. Results showed that the average yield of registered cultivars in China (winter rapeseed, the main production in Chinese) were $2\,950.4 \sim 3\,112.9\text{ kg/hm}^2$, and the mean yield were $3\,496.5 \sim 4\,689.8\text{ kg/hm}^2$ in Canada. In national trials, the average yield was $4\,057.8\text{ kg/hm}^2$ in Canada, which was 34.1% higher than that from China ($3\,026.2\text{ kg/hm}^2$). Compared with Chinese cultivars, Canadian varieties showed better adaptability and stability. In consideration of population structure, Canada varieties had higher planting density which resulted in higher yield performance, while those from China relied more on excellent yield of single plant. These comparison suggested that Chinese rapeseed breeding should be changed from excellent single plant to higher planting density and better population structure.

Key words: China; Canada; *Brassica napus* L.; yield; national regional trials

收稿日期: 2016-10-11

基金项目: 国家油菜现代产业技术体系建设(CARS 13); 中国农业科技创新工程; 湖北省农业科技创新中心项目

作者简介: 赵永国(1978-), 男, 博士, 从事油料作物遗传育种研究, E-mail: zhaoyongguo@caas.cn

* 通讯作者: 蔡俊松(1972-), 男, 高级农艺师, 主要从事作物栽培学研究, E-mail: 37340971@qq.com

中国与加拿大是世界上最大的油菜主产国,两国油菜产量之和占世界油菜总产近一半。近 30 年来,随着技术和经济发展,中国与加拿大的单产交替提升^[1~3]。1986 – 1990 年,加拿大单产显著高于中国,加拿大单产达 1 326kg/hm²,而中国只有 1 140 kg/hm²,加拿大比中国单产高 16.3%。1990 – 1999 年,随着玻里马细胞质雄性不育系和细胞核雄性不育等杂种优势利用^[4~12],中国油菜单产稳步提高,中加两国单产相近,其中加拿大平均单产约 1 362 kg/hm²,中国单产约 1 353kg/hm²。2000 – 2008 年,中国油菜单产保持了较明显的优势,平均单产约 1 725 kg/hm²,比加拿大产量 (1 632kg/hm²) 高 5.7%。从 2008 年至今,加拿大油菜竞争优势逐年提升,表现在国际油菜价格持续高位,油菜种植利润十分丰厚,抗除草剂杂交油菜新品种得到普及,单产持续高于中国。以 2013 年为例,加拿大单产高达 2 242.5kg/hm²,2015 年达 2 130kg/hm²,比中国单产分别提高 14.3% 和 7.5%。为此,本文通过分析 2013 – 2015 年度中国主产区(冬油菜)与加拿大(春油菜)区试试验数据,探寻产量性状差异的原因,以期为我国油菜产业及育种提出发展对策。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2013 – 2015 年度,通过国家冬油菜品种区域试验的品种(系)数量分别为 17、10 和 12 个,共 39 个品种。其数据来源于中国农业科学院油料作物研究

所和全国农业技术推广服务中心合作编写的国家冬油菜品种区域试验汇总报告^[13~15];加拿大油菜品种试验数量分别为 26、25 和 19 个,共 70 个品种,其数据来源于加拿大双低油菜理事会编写的《加拿大油菜品种区域试验结果汇总》(2013、2014 和 2015 年度)^[16]。

1.2 方法

统计分析的主要性状包括单株产量、小区产量、株高、播种密度、抗倒性及生育期等性状。各性状值和标准差分析用 Excel 和 DPS8.01 软件进行^[17]。

2 结果与分析

2.1 加拿大油菜新品种小区试验单产

加拿大油菜生产主要分布在阿尔伯塔、萨斯喀彻温及曼尼托巴等三省,其中萨斯喀彻温主要为内陆性气候,相对干燥,湿度自东北向西南递减;阿尔伯塔和曼尼托巴则属于大陆性气候,所处地区平原面积广大、灌溉水源比较充足、夏季气候温和、湿润、光照充足,为油菜生长所需提供了相对有利的自然条件。加拿大油菜一般 5 月上旬播种,8 月底至 9 月初收获,属春油菜类型,且根据无霜期日、有效积温等分为三个种植区域^[16],其中长季节区域无霜期高于 115d,有效积温高于 1 700℃;中等季节区域无霜期为 95 ~ 115d,有效积温为 1 450 ~ 1 700℃;短季节区域无霜期为 75 ~ 95d,有效积温为 1 100 ~ 1 450℃。

表 1 2013 – 2015 年加拿大 3 个生态区油菜品种小区试验单产
Table 1 Yield performance of *Brassica napus* varieties in Canada from 2013 to 2015 /(kg/hm²)

年份 Year	品种 Variety	长季节区域 Long season zone	中等季节区域 Middle season zone	短季节区域 Short season zone	平均 Average
2013	L252	6 273.0	4 450.5	5 359.5	5 361.0
	L261	5 679.0	4 243.5	4 966.5	4 963.5
	5440	5 628.0	4 194.0	5 050.5	4 957.5
	1990	5 562.0	4 126.5	4 620.0	4 768.5
	V12 – 1	5 220.0	4 137.0	4 815.0	4 723.5
	5525 CL	4 833.0	3 852.0	4 216.5	4 300.5
	VR 9596 CL	4 894.5	4 036.5	4 501.5	4 477.5
	L130	5 253.0	4 042.5	4 966.5	4 753.5
	6060RR	5 505.0	4 047.0	4 546.5	4 699.5
	6044RR	5 454.0	3 918.0	4 473.0	4 615.5
	V12 – 2	5 214.0	3 879.0	4 243.5	4 446.0
	74 – 44BL	5 275.5	4 008.0	4 540.5	4 608.0
	74 – 54RR	5 734.5	4 003.5	4 546.5	4 761.0
	SY4135	5 583.0	4 030.5	4 524.0	4 713.0
	VR9562GC	5 466.0	4 069.5	4 614.0	4 716.0
	73 – 15RR			4 182.0	4 182.0
	L154	5 752.5	4 159.5	4 860.0	4 924.5
	L159	5 505.0	4 288.5	5 034.0	4 942.5
	73 – 45RR	4 888.5	3 789.0	4 429.5	4 369.5

续表 1

年份 Year	品种 Variety	长季节区域 Long season zone	中等季节区域 Middle season zone	短季节区域 Short season zone	平均 Average
2013	6050RR	5 107.5	3 918.0	4 300.5	4 441.5
	09H7757	5 326.5	4 210.5	4 731.0	4 756.5
	10DL30109	5 263.5	3 952.5	4 092.0	4 437.0
	10DL30509	5 527.5	4 182.0	4 507.5	4 738.5
	73 – 75RR(CK)	5 656.5	4 030.5	4 210.5	4 632.0
	74 – 47RR	5 347.5	3 930.0	4 524.0	4 600.5
	SY4114	5 640.0	4 020.0	4 198.5	4 620.0
	VT530G	5 388.0	4 104.0	4 669.5	4 720.5
2014	L252	5 131.5	3 511.5	4 191.0	4 278.0
	L261	4 813.5	3 478.5	4 117.5	4 137.0
	5440	4 632.0	3 414.0	3 936.0	3 994.5
	1990	4 495.5	3 316.5	3 717.0	3 843.0
	V12 – 1	4 587.0	3 349.5	3 607.5	3 847.5
	5525 CL	4 222.5	2 991.0	3 571.5	3 595.5
	VR 9596 CL	4 404.0	3 186.0	3 607.5	3 733.5
	L130	4 540.5	3 252.0	3 826.5	3 873.0
	6060RR	4 314.0	3 154.5	3 534.0	3 667.5
	6044RR	4 404.0	3 154.5	3 426.0	3 661.5
	V12 – 2	4 359.0	3 024.0	3 352.5	3 579.0
	74 – 44BL	4 587.0	3 186.0	3 534.0	3 769.5
	74 – 54RR	4 587.0	3 283.5	3 717.0	3 862.5
	SY4135	4 359.0	3 088.5	3 534.0	3 661.5
	VR9562GC	4 587.0	3 414.0	3 862.5	3 954.0
	73 – 15RR			3 243.0	3 243.0
	6064RR	4 450.5	3 316.5	3 607.5	3 792.0
	13DL30122	4 540.5	3 349.5	3 681.0	3 856.5
	SY4157	4 768.5	3 414.0	3 717.0	3 966.0
	09H7763	4 677.0	3 252.0	3 498.0	3 808.5
	08H0004	4 587.0	3 283.5	3 534.0	3 801.0
	11DL30318	4 450.5	3 154.5	3 498.0	3 700.5
	13DL30323	4 858.5	3 544.5	4 008.0	4 137.0
2015	SY4144	4 314.0	3 186.0	3 426.0	3 642.0
	VT – SN 11 – 2786	4 450.5	3 283.5	3 607.5	3 780.0
	73 – 75RR(CK)	4 540.5	3 252.0	3 643.5	3 811.5
	L252	3 804.0	3 838.5	4 231.5	3 958.5
	L261	3 511.5	3 732.0	4 041.0	3 762.0
	5440(CK)	3 252.0	3 588.0	3 811.5	3 550.5
	1990	3 252.0	3 408.0	3 393.0	3 351.0
	V12 – 1	3 252.0	3 372.0	3 469.5	3 364.5
	5525 CL	3 186.0	3 265.5	3 546.0	3 333.0
	CS2200 CL	3 057.0	3 337.5	3 583.5	3 325.5
	L140P	3 478.5	3 552.0	3 697.5	3 576.0
	66065 CR	3 154.5	3 337.5	3 430.5	3 307.5
	6074 RR	3 414.0	3 660.0	3 774.0	3 616.5
	6080 RR	3 186.0	3 480.0	3 583.5	3 417.0
	CS2200	3 316.5		3 850.5	3 583.5
	CS2100	3 316.5	3 588.0		3 451.5
	SY4157	3 414.0	3 660.0	3 660.0	3 577.5
	SY4166	3 283.5	3 516.0	3 393.0	3 397.5
	V12 – 3	3 316.5	3 552.0	3 697.5	3 522.0
	14H1176	3 511.5	3 660.0	3 774.0	3 648.0
	14DL30209	3 088.5	3 408.0	3 279.0	3 258.0
	PS – SY 13 – 1579	3 478.5	3 624.0	3 736.5	3 613.5
	PS – SY 13 – 1651	3 316.5	3 408.0	3 430.5	3 385.5

注:数据来源于参考文献 14(加拿大油菜品种区域试验结果汇总);小区面积 7.5 ~ 12.5m²
Note:Data were from ref. [14](Canola Performance Trials Results). Plot size was between 7.5 to 12.5m²

表 2 2013 – 2015 年加拿大三个生态区域油菜品种平均单产
Table 2 Yield performance of *B. napus* varieties in Canada from 2013 to 2015/(kg/hm²)

年 Year	长季节区域 Long season zone	中等季节区域 Middle season zone	短季节区域 Short season zone	变幅 Range	平均 Average
2013	5 412. 8	4 063. 7	4 596. 6	3 789. 0 ~ 6 273. 0	4 689. 8
2014	4 546. 7	3 274. 5	3 654. 2	2 991. 0 ~ 5 131. 5	3 822. 8
2015	3 333. 6	3 522. 2	3 642. 8	3 057. 0 ~ 4 231. 5	3 496. 5

由表 1 的年度试验结果及统计值(表 2)可知,在加拿大三个生态区中,2013 年主要推广的 26 个登记品种的平均单产最高出现在长季节区,平均为 5 412. 8kg/hm²;其次是短季节区,平均为4 596. 6 kg/hm²;最低为中等季节区。2014 年主要推广的 25 个登记品种的平均单产为 3 822. 8kg/hm²;其中长季节区的单产仍然最高;其次是短季节区;中等季节区最低。2015 年参试品种减少为 19 个,平均单产为 3 496. 5kg/hm²。其中最高为短季节区,其次为中等季节区域,长季节区平均单产最低。

在不同年份、不同区均有种植的 6 份品种中 (L252、L261、5440、1990、V12 – 1 和 5525CL),其平均产量虽然有较大差异,但产量顺序较为一致,其

中,L252、L261 和 5440 在不同年份和三个季节区域的产量均为前三位,表现出较强的适应性。

2.2 中国油菜新品种小区试验单产

我国冬油菜面积和产量均占全国总产的 90% 以上,主要集中于长江流域,划分为上、中、下游三个区,其中上游区域包括:四川、重庆、云南、贵州等省份,该区域油菜生长水平较高,耕作制度以两熟制为主;中游区域包括湖北、湖南、江西、安徽和河南信阳地区等,耕作制度北部以两熟制为主,南部以三熟制为主,是长江流域油菜面积最大、分布最集中的产区;下游区域包括江苏、浙江、上海等,其耕作制度以两熟制为主,是长江流域菜籽单产水平最高的产区。

表 3 2013 – 2015 年中国油菜新品种小区试验单产
Table 3 Yield performance of *B. napus* cultivars in China alongside Yangtze River from 2013 to 2015/(kg/hm²)

年份 Year	长江上游 Up reaches		长江中游 Middle Reaches		长江下游 Lower reaches	
	品种 Cultivar	单产 Yield	品种 Cultivar	单产 Yield	品种 Cultivar	单产 Yield
2013	油研 57 Youyan 57	2 983. 5	同油杂 2 号 Tongyouza 2	3 307. 5	中油杂 19 Zhongyouza 19	2 967. 0
	德 5 油 319 De5you 319	2 949. 0	常油杂 83 Changyouza 83	3 156. 0	沪油 039 Huyou 039	3 037. 5
	渝油 28 Yuyou 28	2 887. 5	圣光 87 Shengguang 87	3 202. 5	浙杂 903 Zheza 903	3 123. 0
	南油 12 Nanyou 12 (CK)	2 850. 0	珞油杂 101 Luoyouza 101	3 198. 0	宁杂 1818 Ningza 1818	3 222. 0
			油研 924 Youyan 924	3 066. 0	浙油 51 Zheyou 51	3 264. 0
			沔油 679 Fengyou 679	3 027. 0	绵新油 38 Mianxinyou 38	3 190. 5
			谷神油 5 号 Gushenyou 5	3 142. 5	华油 2 号 Huayou 2	3 196. 5
			中油杂 2 号 Zhongyouza 2 (CK)	2 881. 5	秦优 10 号 Qinyou 10 (CK)	2 998. 5
	平均 Average	2 940. 0		3 157. 1		3 142. 9
2014	圣光 128 Shengguang 128	3 019. 5	7810	2 796. 0	绿油 218 Luyou 218	3 214. 5
	渝南油 683 Yunanyou 683	2 829. 0	T5533	2 776. 5	创优 9 号 Chuangyou 9	2 937. 0
	南油 12 Nanyou 12 (CK)	2 710. 5	华油杂 12 Huayouza 12 (CK)	2 739. 0	瑞油 12 Ruiyou 12	3 076. 5
					凡 341 Fan 341	2 874. 0
					徽豪油 12 Huihaoyou 12	3 022. 5
					10HPB7	2 958. 0
					秦优 10 号 Qinyou 10 (CK)	2 965. 5
	平均 Average	2 924. 3		2 786. 3		3 013. 8
2015	油 019 You 019	2 943. 0	湘杂油 878 Xiangzayou 878	3 036. 0	合油杂 425 Heyouza 425	2 859. 0
	杂 1256 Za 1256	2 968. 5	德新油 88 Dexinyou 88	2 868. 0	优 737 You 737	2 922. 0
	10 杂 737 10 Za 737	2 904. 0	庆油 3 号 Qingyou 3	2 949. 0	瑞油 122 Ruiyou 122	2 925. 0
	南油 12 Nanyou 12 (CK)	2 608. 5	华油杂 12 Huayouza 12 (CK)	2 727. 0	秦优 203 Qinyou 203	2 992. 5
					大地 195 Dadi 195	3 085. 5
					核杂 17 号 Heza 17	3 145. 5
					秦优 10 号 Qinyou 10 (CK)	2 800. 5
	平均 Average	2 938. 5		2 951. 0		2 988. 3

根据冬油菜国家区域试验结果^[13~15]可以看出,近 3 年中国油菜新品种的小区试验产量相对稳定,变幅为 2 776 ~ 3 264. 0kg/hm²。2013 年有 17 个品

种通过国家审定(表 3),平均小区单产 3 112. 9kg/hm²,变幅 2 887. 5 ~ 3 264kg/hm²;其中长江下游和中游单产最高,长江上游较低。2014 年有 10 个品

种通过国家审定,平均小区单产 2 950.4kg/hm²,变幅2 776.5 ~ 3 214.5kg/hm²;2015 年有 12 个品种通过国家审定,平均单产 2 966.5kg/hm²,变幅 2 859.0 ~ 3 145.5kg/hm²。3 年相同之处是长江下游平均单产高于中游和上游。

2.3 中国与加拿大油菜新品种的小区试验产量比较

我国与加拿大油菜新品种的小区试验产量差距较大,由表 4 结果可知,加拿大 2013 – 2015 年 3 年

平均新品种试验单产为 4 057.8kg/hm²,而我国平均为 3 026.2kg/hm²,加拿大品种单产平均比我国高 34.1%。由于加拿大是典型的雨养农业,受降水、霜冻等影响大,因此加拿大品种小区试验年度间产量波动较大,2013 年产量最高,达到 4 689.8kg/hm²,而到 2015 年最低,波动幅度达 34.1%。而我国小区试验在不同年度间单产相对稳定,2013 年单产最高,为 3 112.9kg/hm²,2014、2015 年单产相近,波动幅度仅 0.55%。

表 4 中国与加拿大油菜新品种小区试验产量比较
Table 4 Yield comparison of *Brassica napus* varieties between China and Canada from 2013 to 2015/(kg/hm²)

国家 Country	2013	2014	2015	平均 Average
加拿大 Canada	4 689.8	3 822.8	3 496.5	4 057.8
中国 China	3 112.9	2 950.4	2 966.5	3 026.2
加拿大比中国 Increase/%	50.7	29.6	17.9	34.1

从单个优异品种(表 5)而言,我国与加拿大油菜品种差距更为明显,3 年平均相比,加拿大单产最高的品种为 L252,3 年平均单产为 4 536kg/hm²,而我国最优品种平均单产为 3 144kg/hm²,加拿大比我国高 44.3%。L252 在 2013 年平均产量高达5 361 kg/hm²,在长季节区域更是高达 6 273kg/hm²;2015 年产量虽然是 3 年最低,也达到 3 958.5kg/hm²。而

我国 3 年中单产最高的品种在长江上中下游分布较为分散,每个区域的最高产品种均不同。其中 2013 年三个区域单产最高的品种平均仅为3 256.5kg/hm²,最高单产为长江中游区 3 307.5kg/hm²。加拿大最优品种的年度单产比我国平均高 65%,而区域最高产比我国高 96.2%。

表 5 中国与加拿大优异油菜品种产量比较
Table 5 Yield comparison of the best *B. napus* varieties in China and Canada

国家 Country	年份 Year	长季节区域 Long season zone	中等季节区域 Middle season zone	短季节区域 Short season zone
加拿大 Canada	2013	6 273.0	4 450.5	5 359.5
	2014	5 131.5	3 544.5	4 191.0
	2015	3 804.0	3 838.5	4 231.5
	平均 Average	5 070.0	3 945.0	4 594.5
中国 China		长江上游 Up reaches	长江中游 Middle Reaches	长江下游 Lower reaches
	2013	3 198.0	3 307.5	3 264.0
	2014	3 019.5	3 138.0	3 214.5
	2015	2 968.5	3 036.0	3 145.5
	平均 Average	3 063.0	3 160.5	3 207.0
加拿大比中国 Increase/%	2013	96.2	34.6	64.2
	2014	69.9	12.9	30.4
	2015	28.1	26.4	34.6
	平均 Average	65.5	24.8	43.2

注:我国长江上游对应加拿大长季节区域,长江中游对应中等季节区域,长江下游对应短季节区域
Note;Regions are compared as; up reaches of Yangze River vs long season zone, middle reaches of Yangzww River vs middle season zone, and lower reaches vs short season zone

上述分析结果表明,与我国油菜品种相比,加拿大油菜品种的产量在不同年份间波动更大,但其产量水平较高,产量水平最低的年份(2015 年为 3 499.5kg/hm²)仍比我国产量最高年份(2013 年为 3 082.5kg/hm²)高 13.52%。

2.4 中国与加拿大油菜品种的群体性状比较

加拿大小区试验的播种期一般与生产同步,并采用机械化播种和收获,因此试验单产较能表现生

产能力。播种量为 1 500 粒/10m²,折合 1.5 × 10⁶ 粒/hm²,约为 7kg/hm²,不进行人工间苗定苗,最终收获密度约为 9 × 10⁵ 株/hm²,为高密度种植(表 6)。在高密度下,单株产量一般平均为 4.5g,油菜的株高平均为 118.6cm,抗倒伏能力较好,平均抗倒系数达到 2.2,生育期平均 98.1d,确保在霜冻前收获。

我国的油菜小区试验一般为人工播种,播种期

比生产提早 10 ~ 15d,因此更多表现为理论上的产量。播种量约为 2.1×10^6 粒/hm²,折合播种量为 8.25kg/hm²,出苗后人工间苗定苗为 3×10^5 株/hm² (表 6),仅为加拿大密度的 1/3。由于密度较低和播种期较早,单株产量达到 10g,一般油菜株高达 173.4cm,长江上游可达到 180 ~ 200cm,与加拿大

相比高 1/3 左右,因此我国油菜对抗倒性和单株丰产性要求较高。我国油菜品种的生育期平均为 218.5d,比加拿大长一倍,属冬油菜类型,表明我国油菜的可利用温光资源远高于加拿大,可以挖掘的潜力非常大。

表 6 中国与加拿大油菜品种小区试验群体结构比较
Table 6 Comparison of population structure of *B. napus* varieties between China and Canada

国家 Country	年份 Year	生育期 Days to maturity	倒伏 Lodging	株高 Height /cm	播种量 Sowing density / (seed/hm ²)	密度 Density / (plant/hm ²)	单株产量 Yield per plant/g
加拿大 Canada	2013	100.6	1.7	123.5	1.5×10^6	9×10^5	5.2
	2014	97.2	2.6	114.6	1.5×10^6	9×10^5	4.2
	2015	96.1	2.4	117.2	1.5×10^6	9×10^5	3.9
	平均 Average	98.1	2.2	118.6	1.5×10^6	9×10^5	4.5
中国 China	2013	220.8	抗倒 Resistant	170.3	2.1×10^6	3×10^5	10.3
	2014	217.5		170.1	2.1×10^6	3×10^5	9.7
	2015	216.4		180.5	2.1×10^6	3×10^5	9.7
	平均 Average	218.5		173.4	2.1×10^6	3×10^5	10.0
加拿大比中国 Increase/%	2013	-54.4		-27.5	-28.6	200	-49.5
	2014	-55.3		-32.7	-28.7	200	-56.7
	2015	-55.6		-35.0	-28.8	200	-60.0
	平均 Average	-55.1		-31.6	-28.9	200	-55.0

注:加拿大油菜品种抗性以 1 ~ 5 表示,其中 1 表示为直立无倒伏,5 表示为完全倒伏。我国油菜品种抗性以主茎下部与地面角度在 80°左右表示为直立,抗倒伏;80°至 45°表示为斜倒;小于 45°表示为倒伏
Note:Lodging resistance of Canada rapeseed is denoted in 1 to 5: 1 for straight, 5 for totally flattened. In China, it is denoted by the angles from the bottom of stem to the land surface; ~80° denotes straight, lodging resistant;45 ~ 80° slant, and less than 45° denotes lodging

3 讨论

3.1 标准化的小区试验是检验油菜产量生产能力的有效手段

加拿大油菜小区试验与生产实际紧密对接,采用与商品种子相近的处理,允许种子进行处理和包衣,并且采用机械化播种和收获,与生产一致的田间管理。而我国小区试验条件明显优于生产实际,一般采用人工播种、间苗定苗、人工除草和人工脱粒,不允许进行种子处理和包衣,产量结果趋于理论化,导致与实际生产有较大区别。从加拿大与我国的近 3 年油菜小区试验结果可以看出,我国油菜单产潜力与加拿大还存在较大的差距,3 年平均相差达 38.7%,而优异品种的差距更大,平均相差 44.3%。

3.2 适当提高群体密度可显著提高油菜产量

从单株生产力看,我国油菜的单株产量明显较高,一般是加拿大油菜单株产量的一倍以上。主要原因是我国传统的育苗移栽需要在较低密度下实现高产,育种家长期以来以提高单株角果数为主攻方向,甚至延长生育期以支撑强健的营养体(以及较多的分枝)和延长生殖生长期以增加角果数。但加拿大油菜密度是我国的 3 倍,在适中的单株生产力下群体优势得到充分发挥,而抗倒性等性状可以

得到较好改善,可能是加拿大品种单产高的重要原因。国内高密度种植一般在 4.5×10^5 株/hm² 以下,蒯婕等^[18]研究表明,相对较高的 4.5×10^5 株/hm² 密度有利于高产及机械化收获。王锐等^[19]研究发现,在 4.5×10^5 株/hm² 密度下优化株行距,增产效应显著。陈秀良等^[20]研究表明,10 月 16 日播种以 7.5×10^5 株/hm² 的密度角果数最多,可达 4.4×10^6 /hm²,比 3×10^5 株/hm² 角果数提高 32.9%。这些研究表明,我国冬油菜通过提高密度达到高产是可行的。

比较发现,油菜的群体优势必须加以重视。针对我国与加拿大油菜品种单产的差异,我们认为,我国油菜新品种产量改良方向应该加快从个体发育型向高密度群体高产型方向发展^[21,22]。主要的方法是,筛选适宜高密度种植的油菜资源,培育适合 $6 \times 10^5 \sim 9 \times 10^5$ 株/hm² 密度的油菜新品种,在适当降低单株生产能力的同时发挥群体优势。

3.3 培育高产稳产广适性油菜品种具有重要意义

由于我国油菜主要产区分布在长江流域,纬度较低,而加拿大油菜则分布在高纬度地区。排除地理和光温生态上条件上的差异,从提高我国油菜竞争优势的角度,我们比较分析了我国油菜主产区冬油菜和加拿大油菜主产区春油菜的产量。我国油菜

的适应性和稳产性明显不及加拿大品种。加拿大的参试品种,一般都能较好适应不同生态区域的要求,如拜耳公司的 L252 无论是在长季节、中季节还是短季节都表现出最高的单产,其他品种无论在哪个区域和年份均高于3 000kg/hm²,稳产性较好。而我国油菜新品种几乎很少有同时适应长江上、中、下游产区生态条件。分析其中的原因,这种适应性的差别可能是由于我国冬油菜对冬季低温的要求不同,在某一生态区高产的品种不能适应另一生态环境而难以实现高产;而加拿大春油菜品种对温光反应相对较弱,同一品种在不同生态区均可实现高产。说明光温反应强弱是改善品种适应性和稳产性的关键。

综上,培育耐密植、具有群体优势的油菜品种,改良抗倒性和抗病性,提高生态适应力,充分利用我国冬油菜生育期较长的秋冬温光资源优势,将是提高我国油菜品种产量的重要途径。

参考文献:

[1] 祝利霞,张冬晓,傅廷栋,等. 20 年来中国冬油菜新品种产量和抗病性状分析[J]. 中国农学通报,2010,26(24):375-380.

[2] 王汉中,殷 艳. 我国油料产业形势分析与发展对策建议[J]. 中国油料作物学报,2014,36(3):414-421.

[3] United States Department of Agriculture. World Agricultural Production[OL]. <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdDataPublications.aspx>.

[4] 刘后利. 油菜遗传育种学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2000.

[5] 卢庆善,孙 毅,华泽田. 农作物杂种优势[M]. 北京:中国农业科技出版社,2002.

[6] 傅廷栋,杨小牛,杨光圣. 甘蓝型油菜波里马雄性不育系的选育与研究[J]. 华中农业大学学报,1989,8(3):201-207.

[7] 王俊霞,杨光圣,傅廷栋,等. 甘蓝型油菜 Pol CMS 育性恢复基因的 RAPD 标记[J]. 作物学报,2000,26(5):575-578.

[8] 魏大勇,谭传东,崔艺馨,等. 甘蓝型油菜 polCMS 育性恢复位点的全基因组关联分析[J]. 中国农业科学,2017,50(5):802-810.

[9] 李树林,周熙荣,周志疆,等. 显性核不育油菜的遗传与利用[J]. 作物研究,1990,4(3):27-32.

[10] Liu Z, Liu P W, Long F R, et al. Fine mapping and

candidate gene analysis of the nuclear restorer gene *Rfp* for pol CMS in rapeseed (*Brassica napus* L.)[J]. Theoretical and Applied Genetics,2012,125(4):773-779.

[11] Schiessl S, Iniguez - Luy F, Qian W, et al. Diverse regulatory factors associate with flowering time and yield responses in winter - type *Brassica napus*[J]. BMC Genomics,2015,16(1):737-797.

[12] Wei L J, Jian H J, Lu K, et al. Genome - wide association analysis and differential expression analysis of resistance to *Sclerotinia* stem rot in *Brassica napus*[J]. Plant Biotechnology Journal,2016,14:1 368-1 380.

[13] 农业部种子管理局,全国农业技术推广服务中心. 2012-2013 年冬油菜国家区试品种报告[M]. 北京:中国农业科技出版社,2013.

[14] 农业部种子管理局,全国农业技术推广服务中心. 2013-2014 年冬油菜国家区试品种报告[M]. 北京:中国农业科技出版社,2014.

[15] 农业部种子管理局,全国农业技术推广服务中心. 2014-2015 年冬油菜国家区试品种报告[M]. 北京:中国农业科技出版社,2015.

[16] Canola Council of Canada. Canola performance trials results (2013, 2014, 2015)[OL]. <http://www.canola-council.org/>.

[17] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002. 221-232.

[18] 蒯 婕,孙盈盈,左青松,等. 机械收获模式下直播冬油菜密度与行距的优化[J]. 作物学报,2016,42(6):898-908.

[19] 王 锐,李 京,胡立勇. 不同株行配置与密度对油菜产量的影响[J]. 中国农学通报 2011,27(16):273-277.

[20] 陈秀良,冷锁虎,唐 瑶,等. 密度对迟直播油菜分枝生长及产量的影响[J]. 耕作与栽培,2003(4):12-13.

[21] 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):1 800-1 806.

[22] 赵永国,程 勇,陆光远,等. 密植条件下国审冬油菜品种主要性状特点与差异[J]. 中国油料作物学报,2015,37(3):285-290.

(责任编辑:郭学兰)