

不同密度膜侧沟播油菜的植株性状表现及产量效应

张东昱¹,赵东霞²,牛俊义²,闫志利³,张艳明²,俞兴芳²

(1.甘肃省张掖市经济作物技术推广站,甘肃 张掖 735000; 2.甘肃农业大学农学院,甘肃 兰州 730070;

3.河北科技师范学院,河北 秦皇岛 066004)

摘 要:为进一步完善油菜膜侧沟播栽培技术体系,本试验研究了不同密度膜侧沟播油菜的植株性状表现及产量效应。结果表明:稀植虽有利于改善油菜部分性状指标的增加,并最终表现出单株产量优势,但随着油菜生长期的延长,不同密度处理间差异逐渐缩小。适宜密度种植油菜的分枝数、叶面积以及部分生理指标等均优于低密度或高密度种植。种植密度与单位面积产量的灰色关联度高于单株产量。我国西北沿山干旱区膜侧沟播种植油菜的适宜密度以4.5万株/667m²最为适宜,可比当前生产上推行的密度(3.0万株/667m²)增产39%以上。

关键词:油菜;膜侧沟播;密度;植株形态;生理性状;产量

中图分类号: S565.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0125-06

近年来,我国食用植物油供给形势日益严峻,国内仅能提供消费总量的60%左右,对外依存度越来越高^[1]。油菜是我国食用植物油的第一来源,占国产食用植物油总量的57.2%,在食用油供应市场中具有举足轻重的地位^[2]。大力挖掘油菜生产潜力、提高油菜产量,是保障我国食用植物油供给安全的重要举措,也是促进农民增收的有效途径。

我国西部地区是全国春油菜的主产区,其光、温等气候特点与春油菜的生物学特性相适应,保证了油菜优良品质的形成和生产优势地位的确立。但由于受干旱、低温等自然气候因素的影响,单位面积产量一直低而不稳^[3-4]。为充分挖掘该区域油菜的生产潜力,近年来农业技术部门大力推广了油菜膜侧沟播种植技术,有效地提高了地温和水利用率,改善了土壤理化性质,优化了油菜植株经济性状,推广和实验区域平均产量达到3 171 kg/hm²,比常规露地栽培平均增产33.23%^[5-6]。May、McGregor、Morrison等^[7-9]研究表明,栽培密度对油菜个体和群体的发育和产量形成影响较大。适当增加种植密度有利于提高油菜产量和含油量,是促进油菜群体生长和增产的途径之一^[10]。但以往关于油菜种植密度的研究,多在不覆膜、露地栽培条件下进行。有关膜侧沟播条件下油菜的适宜种植密度研究未见报道。

本研究立足我国西北沿山干旱区的地理气候特点,在甘肃省民乐县进行了油菜膜侧沟播栽培密度试验,比较了不同密度下油菜的植株性状表现及产

量效应,旨在为进一步完善油菜膜侧沟播栽培技术体系、实现高产稳产之目标提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为青杂3号,属春性“双低”甘蓝型、早熟品种,由青海省农林科学院春油菜研究开发中心选育,目前我国青海、新疆、甘肃、陕西等西部省份广泛种植。供试地膜为聚乙烯吹塑农用微膜,厚度为0.008 mm,由甘肃省天水天宝塑业有限责任公司生产。采用甘肃省庆阳市金牛实业有限责任公司生产的2BMF—2/4型覆膜施肥沟播机起垄、覆膜、施肥、播种。

1.2 试验设计

试验于2010年在甘肃省民乐县农业局试验基地——南丰乡永丰村进行。试验地为沙壤土,地力中上等,前作为大麦。当地海拔2 554 m,年平均气温5℃,年平均降雨量295.6 mm,无霜期152 d。

试验采用完全随机区组排列,设置7个处理,分别为2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0万株/667m²和5.5万株/667m²,以当前生产上普遍采用的种植密度3.0万株/667m²为对照(CK),3次重复,试验小区面积21 m²(3 m×7 m)。

5月8日人工拉线做畦,按碳酸氢铵、过磷酸钙各50 kg/667m²的标准施入基肥。5月9日采用2BMF—2/4型覆膜施肥沟播机起垄、覆膜、施肥、播

收稿日期:2011-09-13

基金项目:中央财政支持农业技术推广项目

作者简介:张东昱(1965—),男,甘肃会宁人,高级农艺师,主要从事作物栽培技术与推广。E-mail:zdy6508zdy@sina.com。

通讯作者:闫志利(1963—),男,河北滦南人,博士,副教授,研究方向为作物栽培与生态生理。E-mail:zhili310@tom.com。

种。垄高 6 cm, 垄底宽 20 cm, 垄间距 20 cm。选用 35 cm 宽的地膜覆盖垄面, 在膜两侧沟内播种油菜, 行距 20 cm, 并按磷酸二氢铵 5 kg/hm²、硼砂 2 kg/hm²的标准施入种肥。每穴播种籽 3~4 粒, 播深 3~4 cm。6 月 21 日油菜长到 3~4 片真叶时结合人工间苗除草 1 次, 6 月 26 日油菜长到 5~6 片真叶时定苗。8 月 11 日采用 4.5% 高效氯氰菊酯乳油 20~40 ml/667m² 兑水 30 kg 喷雾 1 次, 用以防治菜青虫、小菜蛾、芜菁叶蛾等虫害。油菜生长期间未进行灌水和追肥。

1.3 测定项目及方法

按王继珩等^[11]的方法, 在油菜盛花期(7 月 14 日)、终花期(7 月 30 日)、绿熟期(8 月 18 日)每处理取样 15 株, 测定株高、茎粗、分枝数和植株地上部干、鲜重等指标。用叶面积仪(YMJ—C, 浙江托普仪器有限公司)测定植株叶面积, 用考马斯亮蓝法(G250)^[11]测定植株叶片可溶性蛋白(Soluble protein, PROT)含量, 用氮蓝四唑(NBT)法^[12]测定叶片超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)活性, 用酸性水合茚三酮显色法^[13]测定叶片脯氨酸(Proline, PRO)含量, 用硫代巴比妥(TBA)法^[11]测定叶片丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量。

油菜收获前(9 月 7 日), 每处理取样 15 株, 测定单株角果数、每角籽粒数、单株粒重、千粒重等指标。9 月 8 日按小区单收、单打、晒干计产。

1.4 数据分析

利用 EXCEL 2003 对所测数据进行分类整理和灰色关联度分析, 利用 SPSS 17.0 对各处理植株性状、产量状况进行显著性测验。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度下油菜植株性状指标的变化

由图 1a 可知, 盛花期低密度处理 2.5 万株/667m² 植株性状指标株高、茎粗、分枝数、叶面积及地上部干、鲜重最大(多), 且随密度的加大均呈逐渐减少(降低)趋势。

由图 1b 可知, 终花期低密度处理 2.5 万株/667m² 植株性状指标株高、茎粗、分枝数以及地上部干、鲜重最大(多), 但与盛花期相比, 各处理植株性状指标间差异明显缩小; 叶面积以处理 3.5 万株/667m² 最大, 达到 136.50 cm²。种植密度低于该处理时, 随种植密度的增加逐渐增大。种植密度高于该处理时, 随种植密度的增加逐渐减少。

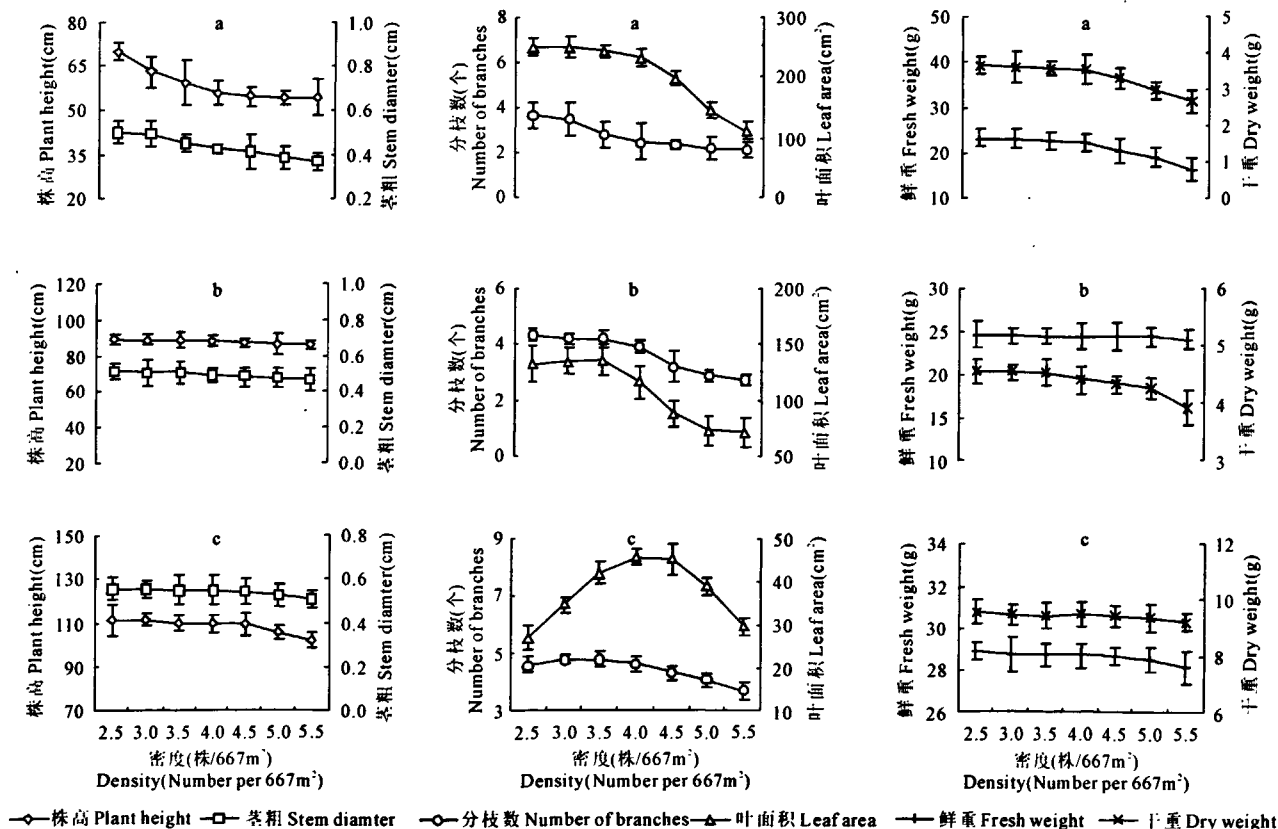


图 1 不同密度下各生育时期油菜植株形态指标的变化(a.盛花期;b.终花期;c.绿熟期)

Fig.1 Plant characters of rape under different density in different stages(a.Full flowering stage; b.Final flowering stage; c.Green ripening stage)

由图 1c 可知,绿熟期低密度处理 2.5 万株/667 m² 株高、茎粗以及地上部干、鲜重最大(多),但与盛花期相比,各处理植株性状指标间的差异更加减少。处理 3.5 万株/667 m² 分枝数最多,处理 4.0 万株/667 m² 叶面积最大。种植密度低于上述处理时,分枝数和叶面积随种植密度的增加逐渐增大。种植密度高于该处理时,分枝数和叶面积随种植密度的增加逐渐减少。

2.2 不同种植密度下油菜植株生理指标的变化

由图 2a 可知,盛花期低密度处理 2.5 万株/667 m² 可溶性蛋白含量最大,达到 3.52 mg/g,随种植密度的加大逐渐减少;处理 4.0 万株/667 m² 超氧化物歧化酶活性最大,达到 113.12 U/g。处理 4.5 万株/667 m² 丙二醛含量最大,达到 0.2010 μmol/g。处理 5.0 万株/667 m² 脯氨酸含量最大,达到 0.0621 mg/g。当种植密度低于上述处理时,相关指标随种植密度的加大均逐渐增大(多)。当种植密度高于该

处理时,随种植密度的加大均逐渐降低(减少)。

由图 2b 可知,终花期处理 4.0 万株/667 m² 可溶性蛋白和脯氨酸含量最大,分别达到 6.00、0.0855 mg/g。处理 4.5 万株/667 m² 超氧化物歧化酶活性和丙二醛含量最大,分别达到 94.60 U/g 和 0.3830 μmol/g。种植密度低于上述相应处理时,相关指标随种植密度的加大逐渐增大(多)。种植密度高于该处理时,随种植密度的加大逐渐降低(减少)。

由图 2c 可知,绿熟期处理 4.0 万株/667 m² 植株可溶性蛋白含量最大,达到 7.71 mg/g。处理 4.5 万株/667 m² 植株超氧化物歧化酶活性和脯氨酸、丙二醛含量最大(多),分别达到 65.60 U/g 和 0.0744 mg/g、0.5840 μmol/g。当种植密度低于该处理时,相关指标随种植密度的加大逐渐增大(多),当种植密度高于该处理时,随种植密度的加大逐渐降低(减少)。

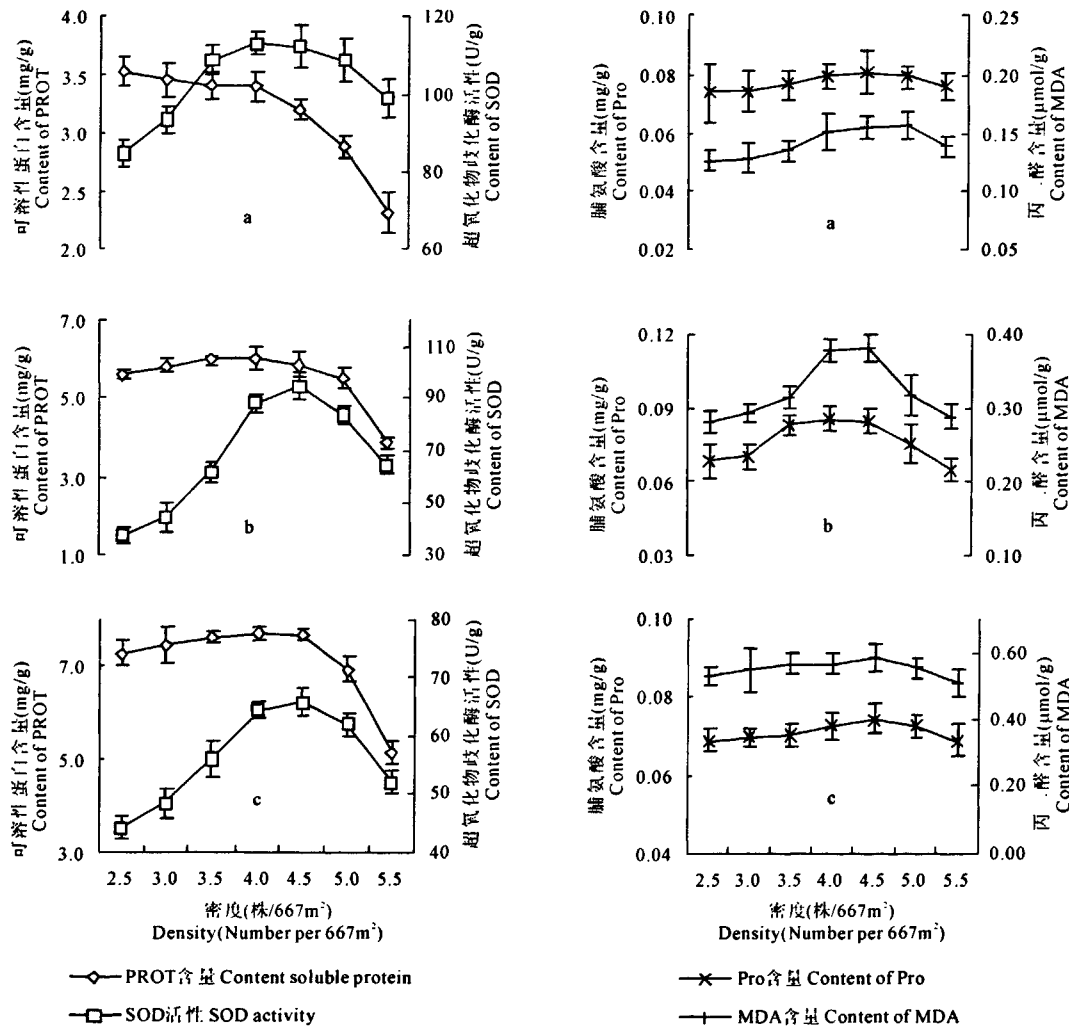


图 2 不同密度下各生育时期油菜植株生理指标的变化(a.盛花期;b.终花期;c.绿熟期)

Fig.2 Plant physiological index of rape under different density in different stages(a.Full flowering stage;b.Final flowering stage;c.Green ripening stage)

2.3 不同种植密度油菜产量及其构成因子的变化

由表 1 可见,油菜单株产量随种植密度的加大逐渐降低。低密度处理 2.5 万株/667m² 单株产量最高,达到 5.52 g。处理 5.5 万株/667m² 单株产量最低,仅为 3.03 g;单位面积产量中密度处理 4.5 万

株/667m² 最高,达到 198.21 kg/667m²,比对照处理(3.0 万株/667m²)显著增产 39.37%($P < 0.01$)。处理 2.5 万株/667m² 和对照处理面积产量较低,分别为 139.57 kg/667m² 和 142.22 kg/667m²,两处理间产量未表现出显著差异。

表 1 不同种植密度下油菜产量及其构成因子的变化

Table 1 Yield components and actual output of rape under different density

处理 Treatment	单株角果数(个) Pod number per plant	角粒数(个) Seed number per pod	千粒重 Thousand-grain weight(g)	实际产量 Actual output	
				单株 Per plant (g)	单位面积产量 Yield (kg/667m ²)
2.5	86.67 ± 0.76 Aa	28.45 ± 0.12 Aa	3.5610 ± 0.0032 Aab	5.52 ± 0.11 Aa	139.57 ± 1.79 Ee
3.0	74.04 ± 0.38 Bb	28.48 ± 0.29 Aa	3.5624 ± 0.0054 Aab	4.72 ± 0.07 Bb	142.22 ± 1.90 Ee
3.5	68.04 ± 0.75 Cc	28.62 ± 0.16 Aa	3.5651 ± 0.0047 Aab	4.34 ± 0.02 Cc	152.11 ± 1.02 Dd
4.0	64.37 ± 0.80 Dd	28.53 ± 0.08 Aa	3.5729 ± 0.1026 Aa	4.12 ± 0.06 Dd	165.55 ± 3.00 Cc
4.5	61.64 ± 0.72 Ee	28.46 ± 0.12 Aa	3.5630 ± 0.0048 Aab	3.93 ± 0.06 Ee	198.21 ± 1.67 Aa
5.0	55.34 ± 1.05 Ff	28.39 ± 0.23 Aa	3.5624 ± 0.0057 Aab	3.50 ± 0.06 Ff	174.05 ± 4.18 Be
5.5	48.52 ± 1.18 Gg	28.34 ± 0.27 Aa	3.5587 ± 0.0069 Ab	3.03 ± 0.77 Gg	167.07 ± 3.08 Cc

注:不同的大、小写字母代表 $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$ 。
Note: Different capital letters and small letters stand for $P < 0.01$ and $P < 0.05$.

种植密度的变化对产量构成因子单株角果数产生显著影响($P < 0.01$)。低密度处理 2.5 万株/667m² 单株角果数最多,达到 86.67 个,随种植密度的加大单株角果数逐渐减少;种植密度的变化未影响角粒数发生显著变化,对千粒重影响也较小。仅有处理 4.0 万株/667m² 和处理 5.5 万株/667m² 千粒重发生显著变化($P < 0.05$)。可见,角粒数和千粒重主要由品种遗传特性所决定。

将种植密度(X_1)、单株产量(X_2)、角粒数(X_3)、千粒重(X_4)、单株角果数(X_5)等 5 项指标做为影响单位面积产量(Y)的主要因子进行灰色关联度分析,结果如表 2 所示。影响单位面积产量 5 项因子的关联度排序为:千粒重 > 角粒数 > 种植密度 > 单株角果数 > 单株产量。可见,除由品种特性所决定的千粒重和角粒数外,种植密度是影响油菜单位面积产量的关键因子。

表 2 影响单位面积产量的主要因子与单位面积产量的灰色关联度分析

Table 2 The gray correlative analysis on yield component and actual output of rape

单位面积产量影响因子 Yield component	关联系数 R	排序 Order
种植密度(万株/667m ²) Density (10 thousand plants per 667 m ²) X_1	0.6917	3
单株产量(g) Yield per plant X_2	0.5686	5
角粒数(个) Seed number per pod X_3	0.7600	1
千粒重(g) Thousand-grain Weight X_4	0.7643	2
单株角果数(个) Pod number per plant X_5	0.5689	4
单位面积产量(kg/667m ²) Actual yield per 667 m ² Y	—	—

注:排序中的阿拉伯数字为油菜单位产量与其构成因子的灰色关联度大小的排序。
Note: Different Arabic numerals stand for the order of correlative coefficient between yield component and actual output of rape.

3 结论与讨论

合理的种植密度能够协调群体和个体的作用,特别有利于油菜中后期干物质的积累,是油菜高产的基础^[10]。本研究结果表明,在整个生长期,稀植有利于膜侧沟播油菜株高、茎粗及地上部鲜重、干重的增加,最终表现出个体产量优势。但随着油菜生长期的逐步延长,不同密度下油菜植株性状指标间

差异逐渐减小,特别是适宜密度下油菜的分枝数和叶面积明显高于低密度种植。这与张帆、傅寿仲、马宽等^[14-16]关于密度对油菜干物质积累的影响研究结果一致。

可溶性蛋白是叶片制造的主要光合产物之一。本研究结果表明,终花期前,低密度种植油菜叶片的可溶性蛋白含量明显高于高密度种植,随着密度的增加差异增大。但终花期后差异逐渐减小,这为生

产上追求群体(单位面积)产量奠定了物质基础;超氧化物歧化酶是一种极为重要的金属保护酶,其活性反映了植物叶片抗氧化能力状况^[17]。唐湘如等^[18]研究认为,增加种植密度可促进籽粒的磷脂酸磷酸酯酶活性提高。本研究结果表明,随着种植密度的增加,超氧化物歧化酶活性也呈上升趋势。当种植密度高于4.5万株/667m²时,呈现出降低趋势;丙二醛是反映膜脂过氧化程度的指标^[19]。本研究结果表明,低密度下随着种植密度的加大,丙二醛含量增多。当种植密度超过4.5万株/667m²时,亦呈现出降低趋势;宋小林等^[20]研究认为,油菜植物体内游离氨基酸总量随种植密度的加大而增多,并促进了产量的增长。本研究结果表明,油菜盛花期后,随着种植密度的加大植株体内脯氨酸含量呈增加趋势,但随着油菜的逐步成熟,各密度处理间差异逐渐减小。同时,密度过高也呈现出降低趋势。

本研究结果表明,油菜单株角果数随油菜种植密度的加大逐渐减少,种植密度的变化未引起角粒数和千粒重发生显著变化,这与李强^[21]对冬油菜的研究结果不尽一致,与叶剑等^[22]报道结果相同。陈新军等^[23]研究认为,栽培密度和单株产量对提高油菜单位面积产量都很重要,提高栽培密度尽管降低了单株产量,但通过提高群体优势,最终仍可达到高产之目的。本研究与陈新军研究结果基本一致。灰色关联度分析结果表明,种植密度与单位面积产量的灰色关联度高于单株产量,说明适宜的种植密度是膜侧沟播种植油菜获得高产的基础。密度太大容易造成田间郁闭,密度太小易造成漏光损失,不利于产量的形成^[21]。膜侧沟播油菜行距较大,透光条件较好,应尽力缩小株距,保证适宜的田间密度。此外,种植密度还与种植品种的遗传特性有关,充分发挥个体潜力和群体优势,寻求二者的最佳结合点,是油菜获得高产的关键^[24]。本研究结果表明,我国西北沿山干旱区膜侧沟播种植油菜的适宜种植密度为4.5万株/667m²,比当前生产上推行的膜侧沟播种植密度3.0万株/667m²增产39.37%。

参考文献:

- [1] 殷艳,陈兆波,余健,等.我国油菜生产潜力分析[J].中国农业科技导报,2010,12(3):16-21.
- [2] USDA. Foreign Agricultural Service Oilseeds: World Markets and Trade Monthly Circular[OL]. <http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/Current.asp>, 2010. 5. 11.
- [3] 田正科.油菜在我国西部农业中的地位和前景[J].青海大学学报(自然科学版),2002,20(6):42-46.
- [4] 邢胜利,魏延安,李思训.陕西省农作物地膜栽培发展现状与展望[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):10-13.
- [5] 景军胜,董振生.地膜油菜栽培技术发展现状及前景[J].作物杂志,2004,(1):40-42.
- [6] 景军胜,董振生,张修森.旱地油菜地膜覆盖栽培方式研究初报[J].干旱地区农业研究,2000,18(4):19-24.
- [7] May W E, Hume D J, Hale B A. Effects of agronomic practices on free fatty acid levels in the oil of Ontario grown spring canola[J]. Can J plant Sci, 1994, 74: 267-274.
- [8] McGregor D I. Effect of plant density on the development and yield of rapeseed and its significance to recovery from hail injury[J]. Can J plant Sci, 1987, 67: 43-51.
- [9] Morrison M J, McVetty P B E, Scarth R. Effect of row spacing and seeding rates on summer rape in southern Manitoba[J]. Can J plant Sci, 1990, 70: 127-137.
- [10] 王继羽,宋海星,官春云,等.不同密度和施肥量对杂交油菜农艺性状和产量的影响[J].浙江农业科学,2011,(2):328-332.
- [11] 何文亮,黄成红,杨颖丽,等.盐胁迫过程中抗坏血酸对植物的保护功能[J].西北植物学报,2004,24(12):2196-2201.
- [12] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:164-169,260.
- [13] 梁爱华,马富裕,梁宗锁,等.水分胁迫后复水激发玉米根系功能补偿效应的生理机制研究[J].西北农林科技大学学报,2008,36(4):58-64.
- [14] 张帆,舒中兵,樊宁,等.施氮量、密度和苗龄对稻田免耕油菜干物质积累的影响[J].安徽农业科学,2009,37(1):111-113.
- [15] 傅寿仲,戚存扣,蒲慧明,等.中国油菜栽培科学技术的发展[J].中国油料作物学报,2006,28(1):86-91.
- [16] 马宽,张春雷,李俊,等.种植密度对直播油菜结实期源库关系及产量的调节[J].中国油料作物学报,2009,31(2):180-184.
- [17] Filek M, Mirek M, Dlugolecka M. Changes of redox activity during the development of rape[J]. Journal of biosciences, 2006, 61(7/8): 548-552.
- [18] 唐湘如,官春云.油菜栽培密度与几种酶活性及产量和品质的关系[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2001,27(4):264-267.
- [19] 麦儒儒,郑有飞,吴荣军,等.模拟硫酸型、硝酸型及其混合型酸雨对油菜生理特性、生长和产量的影响[J].植物生态学报,2010,34(4):427-437.
- [20] 宋小林,刘强,宋海星,等.密度和施肥量对油菜植株碳氮代谢主要产物及籽粒产量的影响[J].西北农业学报,2011,20(1):82-85.
- [21] 李强,顾元国,林萍,等.新疆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.
- [22] 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.
- [23] 陈新军,戚存扣,高建芹,等.不同栽培密度对杂交油菜产量的影响[J].江苏农业科学,2001,(1):29-30.
- [24] 李孟良.不同密度对直播油菜生长及产量的影响[J].安徽科技学院学报,2011,25(1):23-26.

Plant characters and yield of rape with different planting density under ridge film mulching and furrow seeding

ZHANG Dong-yu¹, ZHAO Dong-xia², NIU Jun-yi², YAN Zhi-li³, ZHANG Yan-ming², YU Xing-fang²

(1. Zhangye Cash Crop Technique Popularization Station, Zhangye, Gansu 735000, China;

2. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

3. Hebei Normal University of Science & Technology, Qinhuangdao, Hebei 066004, China)

Abstract: In order to improve the technical system of ridge film mulching and furrow seeding for rape, an experiment was conducted to compare rape plant morphological and physiological characters and yield under different density. The result showed that thin planting was beneficial to part of character parameters and finally increased per plant yield, but the amount of dissimilarity among treatments decreased gradually with the growing time. The expression of number of branch, leaf area and part of physiological characters of rape under appropriate density were all superior to that of low or high density. Grey correlative degree on density to per unit yield was higher than that of density to per plant yield. In dry mountainous areas of western China, it is recommended to plant at 45 000/666.7m² under ridge film mulching and furrow seeding, which may achieve 39% higher output than the existing local planting density of 30 000/666.7m².

Keywords: rape; ridge film mulching and furrow seeding; density; plant form; physiological characters; yield

(上接第 76 页)

- [20] 宋海星, 李生秀. 水、氮供应和土壤空间所引起的根系生理特性变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(1): 6-11.
- [21] 代贵金, 华泽田, 陈温福, 等. 杂交粳稻、常规粳稻、早稻、籼稻根系特征比较[J]. 沈阳农业大学学报, 2008, 9(5): 515-519.
- [22] 萧浪涛, 往三根. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [23] 宋海星, 李生秀. 玉米生长空间对根系吸收特性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(8): 899-904.
- [24] 黄瑞冬, 马鸿图. 玉米、高粱根系生长发育规律探讨[J]. 耕作与栽培, 1993, (4): 21-23.
- [25] 景蕊莲. 作物抗旱研究的现状与思考[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 79-85.
- [26] 裴冬, 张喜英, 王峻. 高粱、谷子根系发育及其抗旱性研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(4): 28-30.
- [27] 张雄. 用 TTC(红四氮唑)法测定小麦根和花粉活力及其应用[J]. 植物生理学通讯, 1982, (3): 48-50.
- [28] 刘海龙, 郑桂珍, 关军锋, 等. 干旱胁迫下玉米根系活力和膜透性的变化[J]. 华北农学报, 2002, 17(2): 20-22.
- [29] 孙存华, 白嵩, 白宝璋, 等. 水分胁迫对小麦幼苗根系生长和生理状态的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(5): 485-489.
- [30] 刘殿英, 石立岩, 黄炳茹, 等. 栽培措施对冬小麦根系及其活力和植株性状的影响[J]. 中国农业科学, 1993, 26(5): 51-56.
- [31] 王思思, 张吉旺, 刘鹏, 等. 干旱对不同玉米品种苗期根系生理生化特性的影响[J]. 山东农业科学, 2009, (6): 36-38.
- [32] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 67-70.

Root morphology and activity of stay green sorghum under water stress

WANG De-quan, ZHOU Yu-fei, LU Zhang-biao, XIAO Mu-ji, XU Wen-juan, HUANG Rui-dong

(College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China)

Abstract: The effects of water stress at flowering and filling stages on root morphology and activity of stay green sorghum B35 and normal sorghum Sanchisan were studied under pot cultivation. Compared with normal sorghum Sanchisan, stay green sorghum B35 showed higher root dry weight, root/shoot, total root length, root surface area, root volume, tips of root, root reducing capacity and relative absorbing surface area. Under water stress, root morphology indexes and reducing capacity of stay green sorghum B35 decreased in smaller extents than did normal sorghum Sanchisan. We suggested that stay green sorghum B35 could maintain good root morphology and high root activity under the condition of water stress, which ensured stay green sorghum being in normal growth and development.

Keywords: sorghum; stay green; root morphology; reducing capacity