

播期·密度和施肥量对直播油菜国豪油8号产量及其农艺性状的影响

李迎春, 郭子荣, 刘念, 张体刚, 汤天泽, 范其新, 李芝凡, 蒙大庆 (绵阳市农业科学研究院,四川绵阳 621023)

摘要 [目的]研究直播油菜不同播期、种植密度和施肥量的最佳组合,为油菜的高效栽培和四川丘陵区直播油菜生产提供理论依据。[方法]采用三元二次通用旋转组合设计,研究影响直播双低油菜产量的农艺措施,建立双低油菜国豪油8号在四川丘陵区直播种植的高产栽培数学模型,并对8个重要农艺性状与小区产量之间进行通径分析。[结果]在四川丘陵区,直播播期、密度和施肥量对国豪油8号产量均有显著影响,在试验条件下,该品种直播栽培获得产量>2 799 kg/hm²的农艺方案:9月25—30日播种,密度45.0万~52.5万株/hm²,施肥量0~750 kg/hm²。农艺措施增产效应由大到小依次为播期、密度、播期与施肥量、施肥量。8个农艺性状对油菜产量的直接影响由大到小依次为单株有效角果数、主花序有效段长、二次有效分枝数、有效分枝高度、千粒重、株高、根茎粗、一次有效分枝数。[结论]直播油菜的二次有效分枝、根茎粗是影响油菜产量的重要农艺性状,二次有效分枝对产量起直接作用,而根茎粗主要是通过间接作用起到增产效果。

关键词 双低油菜;产量;播期;密度;施肥量;农艺性状

中图分类号 S634.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)31-0010-03

Effects of Seeding Date, Planting Density and Fertilizer Rate on Yield and Agronomic Characters of Direct-seeding Rape Guohaoyou 8
LI Ying-chun, GUO Zi-rong, LIU Nian et al (Mianyang Academy of Agricultural Sciences, Mianyang, Sichuan 621023)

Abstract [Objective] The aim was to study the best combination of live rape different sowing date, planting density and fertilizer, in order to provide the reference for efficient cultivation in the rape and live rapeseed production in Sichuan hill area. [Method]The ternary quadratic general rotational combination design studied the effects of live yield of double low rape agronomic measures, establish the double low rape Guohaoyou 8 live in hilly area of Sichuan, planting of mathematical model for high yielding cultivation, and the eight important agronomic characters and plot yield through path analysis. [Result] The results showed that in hilly area of Sichuan, seeding date, density and fertilizer amount “Guohaoyou 8” yield had significant effect on, under the condition of this experiment, the varieties direct seeding cultivation yield > agronomic schemes of 2 799 kg/hm² it; 25 - 30 September planting, the density 450 000 - 525 000 plants/hm², fertilization 0 - 750 kg/hm² it. The order of yield increasing effect was as follows: sowing time, density, sowing date and amount of fertilizer. Live rape plant height, branch height, main inflorescence effective segment length, more effective branches and secondary branches, effective silique number, 1 000 grain weight and rhizome thick on rapeseed yield for a direct impact on the; the number of effective pods per plant > main inflorescence effective segment length > second effective branch number > effective branch height > 1 000 grain weight > plant height > root diameter > a effective branch number. [Conclusion] The two effective branches and stem diameter of direct seeding rape were the important agronomic traits which affected the yield of rape, and the two effective branches played a direct role in the yield, and the root of the stem was mainly through the indirect effect.

Key words Double low rape; Yield ; Seeding date; Plangting density; Fertilizer rate; Agronomic characters

油菜是我国长江流域最主要的油料作物,年种植面积与总产量分别占全国的80%以上和世界的25%左右,高于欧洲和加拿大^[1]。四川盆地丘陵区是四川油菜主产区,油菜播种面积达80万hm²以上^[2]。近年来,随着现代农业的发展和农村劳动力结构的变化,油菜直播栽培技术推广面积逐年扩大。与传统的油菜育苗移栽生产方式相比,以直播机收为主的轻简化栽培方式,因其省工省力、节本增效而得到越来越多农户的接受和欢迎。在实际生产中,播期、密度和施肥量对油菜各农艺性状及产量具有明显的交互作用,以往关于冬季直播油菜种植密度和施肥量等单一因素的研究较多^[3-5]。笔者采用三元二次通用回归旋转组合设计试验,研究不同播期、种植密度和施肥量对直播油菜产量及产量构成因素的影响,初步探讨直播油菜不同播期、种植密度和施肥量的最佳组合,以期为油菜的高效栽培和四川丘陵区直播油菜生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 供试土壤为旱地黄泥土,其有机质和全氮含量分别为14.10和0.83 g/kg,碱解氮、有效磷(P)、速效钾(K)含量分别为85.5、81 mg/kg,pH为6.8,前茬作物为玉米。

基金项目 国家油菜产业技术体系。
作者简介 李迎春(1970-),女,四川绵阳人,高级农艺师,硕士,从事油菜栽培及试验示范工作。
收稿日期 2016-09-07

1.2 试验材料 供试品种为四川丘陵区主推双低油菜国豪油8号,由绵阳市农业科学院油菜研究所提供。供试肥料为油菜专用复合肥,N-P₂O₅-K₂O含量为20%-7%-8%。

1.3 试验设计 设播期、种植密度和施肥量3个因子,分别设5个水平,采取三元二次通用旋转组合设计,共15个处理,每个处理重复3次,零水平处理再重复5次,共40个小区,随机区组排列。试验因子水平及编码见表1。

Table 1 Levels and codes of different factors in experiment			
水平 The level	播期(x ₁) Sowing date	密度(x ₂) The density) 万株/hm ²	施肥量(x ₃) Fertilizer rate) kg/hm ²
1.682	10-10	52.5	3 000
1	10-05	45.0	2 250
0	09-30	37.5	1 500
-1	09-25	30.0	750
-1.682	09-20	22.5	0

大田小区试验于2015—2016年在四川省绵阳市梓潼县东石乡景观村进行。2015年9月20日至10月10日按照试验方案直播,出苗后经过5次间苗调整密度。2016年5月11日收获。所有小区的肥料施用按50%作为底肥、50%作为苗肥撒施。田间管理同一般油菜田。

1.4 测定项目与方法 2016年4月25日分别在每个重复

小区内取正常生长的 10 株全株样品进行考种,调查油菜株高(A1)、有效分枝高度(A2)、主花序有效段长(A3)、一次有效分枝(A4)、二次有效分枝(A5)、单株有效角果数(A6)、千粒重(A7)和根茎粗(A8)8 个主要农艺性状;每个小区收获后的油菜籽粒,风干称重,记录产量 Y 。

1.5 数据分析 试验数据经过 Excel 软件整理后,采用 DPS 7.05 统计分析软件对各试验数据进行统计及通径分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期、密度和施肥量处理油菜数学模型的有效性分析 根据三元二次通用回归旋转组合设计方案所得试验

结果表 2,获得直播播期、密度和施肥量三因子的回归模型:
 $Y=2\,927.77-274.33X_1+125.23X_2-75.36X_3-167.26X_1^2+12.70X_2^2-33.94X_3^2+61.29X_1X_2+208.18X_1X_3-66.84X_2X_3$

对该模型失拟项进行 F 检测, $F_1=3.24 < F_{0.05}$,说明试验过程中,无其他不可控因素对试验结果产生影响;用统计量 F_2 对方程作 F 检测, $F_2=19.29 > F_{0.05}$,说明试验结果所获得的方程与实际拟合度高,能准确预测油菜直播播期、密度和施肥量各因子的效应。

2.2 播期、密度和施肥量三因子对产量的影响 方差分析结果表明,播期、密度和播期与施肥量互作对产量的影响达

表 2 组合配置和产量
Table 2 Factor combinations and yields

编号 Serial number	x_1	x_2	x_3	Y kg/hm ²	编号 Serial number	x_1	x_2	x_3	Y kg/hm ²
1	1	1	1	2 752.95	11	0	-1.682	0	2 640.45
2	1	1	-1	2 652.90	12	0	1.682	0	3 118.20
3	1	-1	1	2 507.10	13	0	0	-1.682	2 800.20
4	1	-1	-1	2 200.20	14	0	0	1.682	2 694.60
5	-1	1	1	2 725.05	15	0	0	0	3 014.10
6	-1	1	-1	3 518.25	16	0	0	0	2 997.90
7	-1	-1	1	2 784.90	17	0	0	0	2 844.30
8	-1	-1	-1	3 250.20	18	0	0	0	2 834.10
9	-1.682	0	0	2 840.40	19	0	0	0	2 948.40
10	1.682	0	0	1 900.20	20	0	0	0	2 956.80

极显著水平,施肥量对产量的影响达显著水平,剔除不显著项,简化后的回归方程:

$Y=2\,927.77-274.33X_1+125.23X_2-75.36X_3-167.26X_1^2+208.18X_1X_3$

由此可知,该试验中播期、密度和播期与施肥量互作为影响直播油菜产量的 3 个关键因子,对产量的影响达极显著水平;施肥量对产量的影响达显著水平。增产效应由大到小

依次为直播播期、密度、播期×施肥量、施肥量。

对显效单因子分析表明,直播播期对产量的效应呈抛物线趋势变化,即在试验播期范围内,9 月 25—30 日播种的产量最高,随播期的推迟,产量递减;直播密度对产量的效应呈递增趋势,即在直播密度 22.5 万~52.5 万株/hm² 时,密度越大,产量越高;施肥量对产量的效应呈递减趋势,即在施肥量 0~3 000 kg/hm² 时,施肥量越小,产量越高(表 3)。

表 3 单因子对直播油菜产量的影响
Table 3 Effect of single factor on rapeseed yield

因子 Factor	-1.682	-1	-0.5	0	0.5	1	1.682
x_1	2 916.05	3 034.84	3 023.12	2 927.77	2 748.79	2 486.18	1 993.32
x_2	2 717.17	2 802.54	2 865.16	2 927.77	2 990.39	3 053.00	3 138.38
x_3	3 054.51	3 003.13	2 965.45	2 927.77	2 890.10	2 852.42	2 801.04

对显效因子直播播期和施肥量互作效应分析,在 9 月 20—28 日早播的条件下,较少的施肥量(0~750 kg/hm²)即可获得较高的产量。随着播期的推迟,获得最高产量所需的施肥量增加;施肥量过多,油菜植株营养生长过旺,倒伏严重,油菜产量降低。由此可知,早播、增株、控肥为直播油菜获得高产的有效途径。四川丘陵区 10 月上旬多为阴雨天气,直播油菜播期提早至 9 月下旬,不仅出苗整齐,且冬前有效生长期较长,干物质积累较多,生长较为旺盛,所需施肥水平低。

2.3 不同播期、密度和施肥量处理油菜最优数学模型 采

用计算机模拟寻优,在试验设置的 $-1.682 \leq x \leq 1.682$ 时,直播油菜产量 $> 2\,799.06$ kg/hm² 的农艺措施组合方案有 52 套,根据各变量取值范围换算,国豪油 8 号直播栽培的最佳农艺栽培方案:播种期 9 月 25—30 日,密度 45 万~52.5 万株/hm²,施肥量 0~750 kg/hm²(表 4)。

2.4 不同播期、密度和施肥量处理油菜各农艺性状的通径分析 由表 5 可知,8 个主要农艺性状对直播油菜产量直接影响由大到小(影响系数的绝对值越大,对因素的影响越大)依次为单株有效角果数、主花序有效段长、二次有效分枝数、有效分枝高度、千粒重、株高、根茎粗、一次有效分枝数。

表4 产量>2 799.06 kg/hm²的52个方案中各变量的频率分布

Table 4 Frequency distribution of variable in 52 combinations yielding over 2 799.06 kg/hm²

水平 The level	x_1	频率 Frequency	x_2	频率 Frequency	x_3	频率 Frequency
-1.682	13	0.250 0	6	0.115 4	15	0.288 5
-1	17	0.326 9	8	0.153 8	14	0.269 2
0	19	0.365 4	11	0.211 5	12	0.230 8
1	3	0.057 7	13	0.250 0	6	0.115 4
1.682	0	0	14	0.269 2	5	0.096 2
加权平均数	-0.690 0		0.355 0		-0.477 0	
标准误	0.109 0		0.162 0		0.155 0	
95%分布区间	-0.903 0~-0.476 0		0.037 0~0.673 0		-0.781 0~-0.174 0	

表5 油菜各农艺性状对产量影响的通径分析

Table 5 Path analysis of the effects of agronomic traits on yield of rapeseed

性状 Character	A1→Y	A2→Y	A3→Y	A4→Y	A5→Y	A6→Y	A7→Y	A8→Y
A1→	<u>-0.292 7</u>	-0.178 5	-0.892 4	-0.074 0	-0.656 4	2.151 1	-0.045 7	-0.219 1
A2→	0.118 4	<u>0.441 3</u>	0.774 6	0.046 3	0.449 1	-1.744 7	-0.009 6	0.157 8
A3→	-0.224 9	-0.294 3	<u>-1.161 7</u>	-0.071 3	-0.636 6	2.341 0	-0.062 6	-0.226 8
A4→	-0.259 1	-0.244 6	-0.990 9	<u>-0.083 6</u>	-0.675 1	2.401 3	-0.066 5	-0.242 5
A5→	-0.238 2	-0.245 7	-0.916 8	-0.07	<u>-0.806 7</u>	2.309	-0.010 6	-0.1929
A6→	-0.246 3	-0.301 2	-1.063 9	-0.078 5	-0.728 6	<u>2.556 4</u>	-0.033 9	-0.241 5
A7→	0.042 8	-0.013 6	0.232 8	0.017 8	-0.027 3	-0.277 2	<u>0.312 2</u>	0.0569
A8→	-0.246 0	-0.267 2	-1.010 8	-0.077 8	-0.597 0	2.367 6	-0.068 1	<u>-0.260 7</u>

注:→表示因素之间的通径关系。下划线为直接通径系数,未划线为间接通径系数。
Note:→ stands for the menstrvation relationship between factors,the under line stands for direlct path coefficient, not line stands for indirect path coefficient.

单株有效角果数对直播油菜产量的直接作用最大(2.556 4),其他性状的间接作用也较大,说明在直播油菜生产中应重视单株有效角果数的培育。主花序有效段长和二次有效分枝主要是以直接作用对直播油菜产量起作用,分别为-1.161 7和-0.806 7,且通过其他性状的间接作用也较大。因此,直播油菜的生产应重视主花序段长和二次有效分枝的培育。一次有效分枝数、根茎粗和株高对直播油菜产量的直接作用较小,但它们主要通过间接作用来影响直播油菜产量,尤其是通过单株有效角果数对产量产生显著的正效应(2.401 3、2.367 6和2.151 1),因此,培育良好的一次分枝数和根茎粗,减少无效分枝数,对直播油菜具有重要意义。但考虑到株高过高易导致油菜倒伏,应注意培育直播油菜适中的株高。

3 讨论

四川丘陵区是油菜的主产区,长期以传统的油菜移栽生产方式精耕细作,油菜单产水平较高。随着农村劳动力外出打工增多,免耕直播轻简化油菜生产面积逐年增加。由于四川丘陵区10月降雨量较多,对直播油菜出苗的影响较大,因此,提前至9月下旬播种可以有效地避开10月上旬淋雨对油菜出苗的不利,确保苗齐苗壮。研究表明,当播期较晚时,不仅油菜产量下降,其抗寒抗病能力也会下降,适当增加晚播油菜的肥料用量可以促进油菜的保产保收,该试验结果表明,播期和密度是影响直播油菜产量的重要因子,直播油菜推迟播种,不仅需要适当增加密度,还应适当增加施肥量以增强油菜的抗性,与前人的研究结果一致^[6-10]。

该研究发现,除单株有效角果数对直播油菜产量的贡献最大外,主花序有效段长和二次分枝数对直播油菜产量的直接作用较大,株高、根茎粗和一次有效分枝数主要通过间接作用起到增产作用。

4 结论

该研究结果表明,四川丘陵区直播油菜以播种期9月25—30日、种植密度45.0万~52.5万株/hm²、施肥量0~750 kg/hm²的组合为最佳种植方案。在直播油菜生产中,不仅要增加单株有效角果数和主花序有效段长,适当增加有效分枝高度和株高,还应加强对二次有效分枝数和根茎粗的培育。

参考文献

[1] 王汉中.我国油菜产需形势分析及产业发展对策[J].中国油料作物学报,2007,29(1):101-105.
[2] 官春云,陈社员.双低油菜湘油15号种植密度的调查[J].作物研究,2003,17(3):136-137.
[3] 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比较研究[J].干旱地区农业研究,2001,29(2):59-64.
[4] 李吉进,李恕梅,刘本生,等.不同施肥处理对油菜产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2013(5):101-102.
[5] 杨瑞吉,马海灵,杨祁峰,等.种植密度与施氮量对麦茬复种饲料油菜土壤微生物活性的影响[J].应用生态学报,2007,18(1):113-117.
[6] 张晓龙,何骏龙,宋海星,等.播期、密度和施肥量对直播油菜重要农艺性状与产量的影响[J].中国土壤与肥料,2015(5):70-74.
[7] 周燕,茅一平,陈旭,等.播期、密度、氮肥对直播油菜“沪油17”产量的影响[J].上海农业学报,2013,29(3):67-69.
[8] 李锋,张春雷,李光明.栽培措施对直播油菜冬前生物学性状及产量的影响[J].中国油料作物学报,2005,27(6):40-45.
[9] 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):1800-1806.
[10] 肖庆生,夏志涛,周灿金,等.氮磷钾肥对迟直播油菜产量和品质的影响[J].中国油料作物学报,2010,32(2):263-269.