

不同配比复合肥和移栽密度对油菜农艺性状和产量的影响

罗金华^{1,2}, 胡承伟³, 蔡娟², 王刚², 张春燕¹, 唐巧玉¹, 李必钦^{2*} (1. 湖北民族学院林学院园艺学院, 湖北恩施 445000; 2. 恩施土家族苗族自治州农业科学院, 湖北恩施 445000; 3. 重庆市农业科学院, 重庆 400060)

摘要 [目的]研究不同配比复合肥和移栽密度对油菜农艺性状和产量的影响。[方法]以华油杂 12 为材料, 采用大田小区试验, 研究 3 种不同配比复合肥和 2 种移栽密度对油菜农艺性状及产量的影响。[结果]与常规移栽相比, 稀植移栽的油菜根系发达, 有效分枝数、有效角果数多。施用复合肥 I 的稀植移栽油菜根数、有效分枝数、有效角果数和产量的增幅最明显, 分别达到了 44. 27%、56. 83%、170. 29% 和 28. 43%, 而菌核病病情指数下降了 29. 73%, 产量达到 4 743. 33 kg/hm²。[结论]施用复合肥 I 的稀植移栽是最优组合, 适合在山区推广种植。

关键词 复合肥; 移栽密度; 油菜; 产量
中图分类号 S634. 3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)27-0042-03

Effects of Different Ratios of Compound Fertilizers and Transplanting Density on Agronomic Characteristics and Yield of Rapeseed
LUO Jin-hua^{1,2}, HU Cheng-wei³, CAI Juan² et al (1. School of Forestry and Horticulture, Hubei University for Nationalities, Enshi, Hubei 445000; 2. Enshi Autonomous Prefecture Academy of Agricultural Sciences, Enshi, Hubei 445000; 3. Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400060)

Abstract [Objective] To research the effects of different ratios of compound fertilizers and transplanting density on agronomic characteristics and yield of rapeseed. [Method] A field plot experiment was conducted to study the application effects of three different ratios of compound fertilizers and two transplanting densities on rapeseed, using Huayouza 12 as material. [Result] Compared with the conventional transplanting, the root systems were more developed, the effective branch and the number of pod per plant of sparse transplanting were increased. The increases of roots number, the effective branch, the number of pod per plant and yield reached tops with 44. 27%, 56. 83%, 170. 29% and 28. 43%, respectively, when used compound fertilizer I, the disease index decreased by 29. 73% and the yields increased by 28. 43%, the yield reached 4 743. 33 kg/hm² compared with the conventional transplanting. [Conclusion] Sparse transplanting and using compound fertilizer I in this experiment is more beneficial to the growth of rapeseed, which is suitable to be popularized in mountainous regions.

Key words Compound fertilizers; Transplanting density; Rapeseed; Yield

油菜是我国最重要的油料作物, 其产量占国产油料作物产油量的一半以上, 同时具有菜用、蜜源、观花、饲用、肥用、轮作养地等多重功能, 对维护国家食用油供给安全、满足多元化消费需求具有深远意义^[1]。提高油菜的产量和品质不仅能增加农民收入, 还能满足构建资源节约型、环境友好型社会的需要。已有研究表明, 油菜产量的充分发挥与土壤条件、栽培措施、生态条件密切相关, 而肥料运筹和种植密度是保障油菜持续增产增收的重要因素, 以肥料和密度为主体的栽培管理措施在实现油菜高产过程中发挥着不可替代的作用^[2-4]。合理施肥和种植密度能促进油菜生长、提高油菜的产量和品质; 相反, 会不利于油菜的生长, 从而影响产量和品质^[5-6]。朱珊等^[7]研究表明, 高密度直播油菜株型结构整齐, 能满足机械收获, 产量较高, 还能节约氮肥用量 22. 9%~30. 6%。曾宇等^[8]研究表明, 在减少施肥、节本增效的前提下, 选择施纯氮 135~225 kg/hm²、P₂O₅ 75~124 kg/hm²、K₂O 108~180 kg/hm², 并且在 45 万~75 万株/hm² 的种植密度有利于获得高产。前人的大量研究都集中在高密度的直播油菜与固定比例的氮、磷、钾的研究上, 为适应山区油菜的发展

和验证不同配比复合肥在油菜上的应用效果, 笔者以华油杂 12 为材料, 研究不同配比复合肥和移栽密度对油菜生长发育和产量的影响, 以期为油菜在山区大面积推广和肥料选择提供参考和指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2016 年 9 月—2017 年 5 月在恩施州农业科学院红庙试验基地进行。前茬为水稻, 土壤为中壤土, 肥力水平中上等, 耕作层土壤 pH 5. 2、有机质 27. 4 g/kg、碱解氮 152. 0 mg/kg、有效磷 39. 7 mg/kg、速效钾 81. 0 mg/kg。

1.2 试验材料 供试材料为华油杂 12, 由华中农业大学提供。

1.3 试验设计 试验采用二因素的裂区设计。主因素为移栽密度, 设常规移栽 CK (6 万株/hm²) 和稀植移栽 T (2 万株/hm²) 2 个处理。在 2 个主因素下, 设 3 个不同配比复合肥处理, 分别为复合肥 I (总养分≥48%, N:P₂O₅:K₂O=16%:16%:16%)、复合肥 II (总养分≥44%, N:P₂O₅:K₂O=18%:8%:18%)、复合肥 III (总养分≥46%, N:P₂O₅:K₂O=16%:18%:12%)。小区面积 30 m² (3 m×10 m), 每处理重复 3 次。每 1 种复合肥施用 1. 2 t/hm², 即每个小区施用 3. 6 kg, 复合肥和硼肥 (每小区施 30g) 混匀后在油菜移栽前做基肥开沟一次性条施于 10 cm 左右深的土层中。四周设保护行及防鸟网。

采用营养土漂浮育苗, 于 2016 年 9 月 3 日播种、10 月 2 日整理小区、10 月 6 日移栽, 移栽后及时查补缺苗, 保证移栽

基金项目 国家“七大农作物育种”重点专项 (2017YFD0101704); 生物资源保护与利用湖北省重点实验室重点项目 (PKLHB1312); 湖北省农业科技创新基金项目 (2016-620-000-001-060); 恩施州科技计划研究与开发项目 (D20160073)。
作者简介 罗金华 (1984—), 女, 湖北鄂州人, 助理研究员, 在读硕士, 从事油料作物研究。* 通讯作者, 高级农艺师, 硕士, 从事油料作物研究。
收稿日期 2018-07-25; **修回日期** 2018-08-09

密度。苗期及时中耕除草,其他管理措施和当地高产栽培技术相同。

1.4 调查记载项目及数据处理 当全田有 50%以上角果变黄成熟时,在天气晴好时迅速收获。菌核病在收获前 1 天调查,每小区调查 50 株,按 5 级分级标准调查,计算病株率和病情指数^[9-10]。每小区取有代表性的 5 株整株挖起,洗净,考察根长、根粗、根数,测定株高、茎粗、分枝数、有效角果数、每角粒数、千粒重。每小区单收,晒干风净后计算产量。

病情指数 = $[\Sigma(\text{各级病株数} \times \text{该病级级数}) / (\text{调查株数} \times \text{最高病级级数})] \times 100$ 。

1.5 数据处理 采用 Excel 2007 软件进行数据的统计分析。

表 1 不同配比复合肥和移栽密度对油菜根系的影响

Table 1 Effects of different ratios of compound fertilizers and transplanting density on roots of rapeseed									
复合肥 Compound fertilizer	根长 Root length//cm		增幅 Increase %	根粗 Root diameter//cm		增幅 Increase %	根数 Root number//个		增幅 Increase %
	CK	T		CK	T		CK	T	
I	21.01	23.51	11.90	6.34	7.64	20.50	20.33	29.33	44.27
II	20.67	22.56	9.14	7.32	8.53	16.53	19.13	26.65	39.31
III	19.73	21.79	10.44	7.39	8.38	13.40	21.64	28.72	32.72

2.2 不同配比复合肥和移栽密度对油菜农艺性状的影响 由表 2 可知,在 3 种不同配比复合肥处理下,油菜的株高、茎粗、有效分枝数在稀植移栽条件下都明显高于常规移栽,而 3 种不同配比复合肥之间的差异不明显。在施复合肥 I 时,稀植移栽的茎粗和有效分枝数最大,达到 4.31 cm 和 28.7 个/株,比常规移栽增加 89.03%和 56.83%,增幅最大。稀植移栽条件下的茎粗增幅明显大于有效分枝数和株高的增幅,都在 70%以上。这说明稀植移栽更有利于油菜植株发

2 结果与分析

2.1 不同配比复合肥和移栽密度对油菜根系的影响 不同配比复合肥和移栽密度处理后,油菜根系性状之间的差异明显,其中以稀植移栽施用复合肥 I 的处理效果最好。由表 1 可知,在施用 3 种不同配比复合肥的条件下,稀植移栽(2 万株/hm²)的根长、根粗、根数量都优于常规移栽(6 万株/hm²);而在相同移栽密度条件下,不同配比复合肥处理之间的差异并不明显。在稀植移栽条件下,施用复合肥 I 的根长最长、根数最多,达到 23.51 cm 和 29.33 个。从增幅来看,在稀植移栽条件下,根数的增幅较根长和根粗的增幅更大,都在 30%以上,说明稀植移栽更能促进油菜根系生长,尤其是根数的增加。

挥个体优势,促进油菜生长尤其是茎粗的增长。
菌核病是油菜生产上发生最大影响最广泛的病害之一,稀植移栽油菜的病株率和病情指数都明显低于常规移栽。稀植移栽后油菜的平均病株率和平均病情指数为 4.15%和 2.93,比常规移栽下降了 50.16%和 24.79%,其中在施复合肥 I 时的病情指数最低,为 2.6,比常规移栽低 29.73%。这说明稀植移栽能增强油菜田间的通风透气性,提高对菌核病的抗性。

表 2 不同配比复合肥和移栽密度对油菜农艺性状和菌核病的影响

Table 2 Effects of different ratios of compound fertilizers and transplanting density on agronomic traits and Sclerotinia stem rot of rapeseed															
复合肥 Compound fertilizer	株高 Plant height//cm		增幅 Increase %	茎粗 Stem diameter//cm		增幅 Increase %	有效分枝数 No. of effective branches		增幅 Increase %	病株率 Diseased plants//%		增幅 Increase %	病情指数 Disease index		增幅 Increase %
	CK	T		CK	T		CK	T		CK	T		CK	T	
I	198.2	213.5	7.72	2.28	4.31	89.03	18.3	28.7	56.83	7.51	3.72	-50.47	3.7	2.6	-29.73
II	194.6	211.3	8.58	2.07	3.85	85.99	17.3	25.3	46.24	9.42	4.48	-52.44	4.4	3.4	-22.73
III	196.7	216.8	10.21	2.43	4.24	74.49	18.6	27.6	48.39	8.03	4.24	-47.20	3.6	2.8	-22.22

2.3 不同配比复合肥和移栽密度对油菜产量构成的影响 由表 3 可知,与常规移栽相比,稀植移栽能明显增加油菜的有效角果数、每角粒数和千粒重,其中有效角果数的增幅最明显,平均增幅为 164.81%;千粒重的增幅最小,平均增

幅为 8.07%。在施用复合肥 I 时,稀植移栽的有效角果数和千粒重达到最大,分别为 3 613.2 个/株和 3.95 g,比常规移栽增加 170.29%和 7.92%。这说明稀植移栽能增加油菜的有效角果数、每角粒数和千粒重,尤其是单株有效角果数。

表 3 不同配比复合肥和移栽密度对油菜产量构成的影响

Table 3 Effects of different ratios of compound fertilizers and transplanting density on yield components of rapeseed									
复合肥 Compound fertilizer	有效角果数		增幅 Increase %	每角粒数 Seeds		增幅 Increase %	千粒重 1 000-		增幅 Increase %
	No. of pod per plant			per pod			seeds weight//g		
	CK	T		CK	T		CK	T	
I	1 336.8	3 613.2	170.29	18.4	21.4	16.3	3.66	3.95	7.92
II	1 276.3	3 427.8	168.57	18.8	21.1	12.23	3.52	3.88	10.23
III	1 383.1	3 534.7	155.56	19.7	22.8	15.74	3.47	3.68	6.05

2.4 不同配比复合肥和移栽密度对油菜产量的影响 由表 4 可知,施用 3 种不同配比复合肥时,稀植移栽的油菜产量分

别为 4 743. 33、4 346. 67 和 4 573. 33 kg/hm², 比常规移栽油菜产量分别增加了 28. 43%、19. 96% 和 21. 31%。由此可见, 3 种不同配比复合肥施肥量相同的情况下, 稀植移栽较常规移栽能增加油菜产量, 其中施用复合肥 I 的增产效果最明显, 增产 28. 43%。

表 4 不同配比复合肥和移栽密度对油菜产量的影响
Table 4 Effects of different ratios of compound fertilizers and transplanting density on yield of rapeseed

复合肥 Compound fertilizer	CK		T 处理 T treatment		增幅 Increase %
	平均产量 Average yield kg/小区	折合产量 Converted yield kg/hm ²	平均产量 Average yield kg/小区	折合产量 Converted yield kg/hm ²	
I	11. 08	3 693. 33	14. 23	4 743. 33	28. 43
II	10. 87	3 623. 33	13. 04	4 346. 67	19. 96
III	11. 31	3 770. 00	13. 72	4 573. 33	21. 31

3 结论与讨论

由于我国化肥资源贫乏, 因此提高肥料利用效率对农业的可持续发展极为重要, 根据作物生产特性及对养分需求的特点, 开发、选择适合于特定作物的肥料是未来作物生产发展的方向^[11-12]。

该试验研究结果表明, 在施用 3 种不同配比复合肥条件下, 稀植移栽比常规移栽的油菜根系发达、植株高大、分枝数多、有效角果数多, 尤其是在施用复合肥 I 时, 其根数、有效分枝数和有效角果数的增幅最大, 分别达到了 44. 27%、56. 83%、170. 29%, 而菌核病病株率和病情指数下降了 50. 47% 和 29. 73%, 产量增加 1 050 kg/hm², 增幅 28. 43%, 说明稀植能让油菜有充足的光、肥、水等资源, 促进油菜根、茎的生长以及分枝数和有效角果数的增加; 稀植还能增加通风

透气性, 减少菌核病的发生, 从而达到高产。
山区地陡坡多, 不适合大规模的机械种植, 再加上农村劳动力缺乏, 因此开展合理施肥和稀植移栽为基础的山区轻简化高产高效栽培技术是实现油菜增产增收的有效途径。笔者通过稀植移栽和常规移栽, 验证 3 种不同配比复合肥在油菜上的应用效果, 结果表明, 稀植移栽 (2 万株/hm²) 施用复合肥 I (总养分≥48%, N:P₂O₅:K₂O=16%:16%:16%) 更有利于发挥油菜的生长潜力, 产量最大, 因此适合在山区推广种植。

参考文献

[1] 王汉中. 我国油菜产业发展的历史回顾与展望[J]. 中国油料作物学报, 2010, 32(2): 300-302.
[2] 王继玥, 宋海星, 官春云, 等. 不同种植密度和施肥量对湘杂油 763 产量及养分吸收的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(4): 62-65, 76.
[3] 王继玥, 宋海星, 官春云, 等. 不同种植密度下油菜产量与茎叶性状对施肥水平的反应[J]. 中国农学通报, 2011, 27(5): 259-264.
[4] 王继玥, 宋海星, 官春云, 等. 不同种植密度和施肥量对杂交油菜叶片叶绿素含量和产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(1): 13-17.
[5] 刘荣, 晋晨, 朱庆洋, 等. 稻茬直播油菜适宜种植密度和施氮量研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(5): 1319-1320, 1334.
[6] 徐洪志, 曾川, 黄涌, 等. 追施氮肥对夏播菜用油菜营养生长及菜用品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1069-1070.
[7] 朱珊, 李银水, 余常兵, 等. 密度和氮肥用量对油菜产量及氮肥利用率的影响[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(2): 179-184.
[8] 曾宇, 雷雅丽, 李京, 等. 氮、磷、钾用量与种植密度对油菜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 146-153.
[9] 李银水, 余常兵, 廖星, 等. 施肥对油菜菌核病发生的影响[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(3): 290-294.
[10] 侯再芬, 谢启强, 邓其英, 等. 不同施氮量对优质杂交油菜菌核病的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(21): 5576-5577.
[11] 彭志红, 余崇祥. 我国复合肥生产现状及发展建议[J]. 磷肥与复肥, 2015, 30(11): 25-26.
[12] 郭夏宇, 苏卓, 黄思娣, 等. 不同类型复合肥在超级杂交稻中的应用效果[J]. 中国稻米, 2018, 24(3): 79-82.

(上接第 24 页)

[59] ALCAMO J. IMAGE 2. 0: Integrated modeling of global climate change [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
[60] LEEMANS R, ZUIDEMA G. Evaluating changes in land cover and their importance for global change [J]. Trends in ecology, evolution, 1995, 10(2): 76-81.
[61] ZUIDEMA G. Simulation of global land cover changes as affected by economic factors and climate [M]//ALCAMO J. IMAGE 2. 0: Integrated modeling of global climate change. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
[62] PARTON W J, SCURLOCK J M O, OJIMA D S, et al. Observations and modeling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide [J]. Global biogeochemical cycles, 1993, 7: 785-809.
[63] PARTON W J, SCURLOCK J M O. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plains grasslands in Semi-arid Regions [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987.
[64] 龙花楼, 李秀彬. 长江沿线样带土地利用变化时空模拟及其对策[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 660-668.
[65] KONAGAYA K, MORITA H. Chinese land use predicted by the GTR-Model [C]//Discussion paper in the 1999 open meeting of the human dimensions of global environmental change research community. Tokyo: [s. n.], 1999.
[66] 唐华俊, 陈佑启. 中国土地利用/土地覆盖变化研究 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.

[67] ENGELSMAN W. Simulating land use changes in an urbanizing area in Malaysia [R]. 2002.
[68] 魏宏森, 曾国屏. 系统论: 系统科学哲学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.
[69] TURNER II B L, SKOLE D L, SANDERSON S, et al. Land-use and land-cover change: Science/research plan, 31393 [R]. Stockholm: IGBP Secretariat, 1995.
[70] TURNER II B L. Socializing the pixel in [R]. LUCC Newsletter, 1997; 10-11.
[71] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
[72] BÜRG M, HERSPORGER A M, SCHNEEBERGER N. Driving forces of landscape change—current and new directions [J]. Landscape ecology, 2004, 19(8): 857-868.
[73] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向 [J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
[74] IIASA. Modeling land use and land cover changes in Europe and Northern Asia 1999 [R]. Research Plan, 1998.
[75] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析 [J]. 资源科学, 2001, 23(3): 39-41.
[76] 张军岩, 王国霞, 李娟, 等. 湖北省随州城市化进程中人口变动及其对土地利用的影响 [J]. 地理科学进展, 2004, 23(4): 87-95.
[77] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析 [J]. 地理研究, 2001, 20(2): 129-138.