

肥料配施对白菜型冬油菜产量及水分利用效率的影响

赵中梁¹, 罗照霞¹, 俄胜哲², 杨志奇¹

(1. 天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000; 2. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以白菜型冬油菜品种天油8号为指示品种, 研究了有机肥与氮磷钾化肥不同配比对冬油菜产量及水分利用效率的影响。结果表明, 施肥能明显提高冬油菜的产量和水分利用效率, 有机肥与氮磷钾化肥配施效果更显著。以施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm²、硫酸钾 75 kg/hm²处理的冬油菜越冬率为 98.56%, 较对照不施肥提高 9.37%; 折合产量为 2 575.04 kg/hm², 较不施肥对照提高 550.00%; 水分利用效率为 5.80 kg/(hm²·mm), 较对照提高了 504.17%。所有施有机肥的处理折合产量和水分利用效率均优于不施有机肥处理, 说明有机肥和氮磷钾化肥配施是提高冬油菜产量和水分利用效率的最佳选择。

关键词: 冬油菜; 肥料配施; 产量; 水分利用效率; 越冬率

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)05-0047-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.05.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.05.015)

Effect of Combined Application of Fertilizers on Yield and Water Use Efficiency of *Brassica campestris*

ZHAO Zhongliang¹, LUO Zhaoxia¹, E Shengzhe², YANG Zhiqi¹

(1. Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui Gansu 741000, China; 2. Institute of Soil Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With *Brassica campestris* cultivar Tianyou 8 as indicators, the combination ratios of organic fertilizer and nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer on Yield and water use efficiency of *Brassica campestris* were studied. The results show that fertilization can obviously improve the yield and water use efficiency of *Brassica campestris*, and the effect of combined application of organic fertilizer and nitrogen, phosphate and potassium fertilizer is more significant. Under the treatment of chicken manure 7 500 kg/hm² (dry weight), urea 150 kg/hm², ordinary superphosphate 75 kg/hm², potassium sulphate 75 kg/hm², the winter survival rate of *Brassica campestris* is 98.56%, 9.37% higher than the control; the yield is 2 575.04 kg/hm², 550.00% higher than that of the control; and the water use efficiency is 5.80 kg/(hm²·mm), 504.17% higher than the control. The yield and water use efficiency of all treatments with organic fertilizer are better than non-organic fertilizer, indicating that combined application of organic manure and NPK fertilizer is the best choice to improve the yield and water use efficiency of *Brassica campestris*.

Key words: *Brassica campestris*; Combined application; Yield; Water use efficiency; Winter survival rate

氮磷钾是油菜生长发育所需要的三大主要营养元素, 氮磷钾肥料能否适量施用, 是决定油菜能否高产的关键因素。有研究表明, 氮磷钾配合施用能充分发挥优良品种的产量潜力和肥料的增产作用, 提高肥料当季利用率, 减少肥料流失。合理的氮磷化肥配施具有时效互补性和功能互补性, 可显著提高作物的经济产量和水分利用效

率^[1-2]。有机肥与无机肥配施具有充分利用资源、更大限度地增加作物产量的双重作用。施有机肥或有机肥与无机肥配合施用, 更有利于作物生长发育及产量和水分利用效率的提高^[3-4]。目前, 关于这方面研究主要集中在氮、磷、钾等元素之间不同施用量及配比对油菜产量和水分利用率的影响等方面, 有机肥与无机肥配施的相关研究虽有一些

收稿日期: 2018-01-05

基金项目: 十二五国家科技支撑计划“中低产田障碍因子消减与地力提升共性关键技术研究”(2012BAD05B06); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项“创新基地土壤肥料长期定位试验科研协作网建设”(2013GAAS12)。

作者简介: 赵中梁(1982—), 男, 甘肃天水人, 研究实习员, 主要从事马铃薯脱毒种薯繁育及栽培研究工作。联系电话: (0)13629387470。

通信作者: 罗照霞(1977—), 女, 甘肃兰州人, 助理研究员, 硕士, 主要从事植物营养与农业生态方面的研究工作。联系电话: (0)13919669125。E-mail: 13919669125@163.com。

报道,但还没有引起足够的重视。我们研究了不同肥料配比对冬油菜产量及水分利用效率的影响,以期为天水地区冬油菜合理施肥提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

指示白菜型冬油菜品种为强抗寒品种天油 8 号^[5],由天水市农业科学研究所提供。供试有机肥为精鸡粪(全氮、全磷和全钾的平均质量分数分别为 0.3%、0.12% 和 1.11%);氮肥为尿素(N 46.4%),甘肃刘家峡化学工业集团生产;磷肥为普通过磷酸钙(P_2O_5 12%);钾肥为硫酸钾(K_2O 50%),白银丰宝农化科技有限公司生产。

1.2 试验地概况

试验在位于半干旱山区的天水市农业科学研究所中梁试验站进行。当地海拔 1 650 m,降水量 500~600 mm,年平均气温为 11.5℃,无霜期 185 d。试验地土壤属中壤黄绵土,耕层有机质质量分数为 11.87 g/kg、全氮质量分数为 1.32 g/kg、全磷质量分数为 0.46 g/kg、速效氮质量分数为 45.6 mg/kg、速效磷质量分数为 15.3 mg/kg、速效钾质量分数为 147.8 mg/kg。前茬作物为冬小麦。

1.3 试验设计与方法

试验采用裂区设计,主处理为施有机肥(M)和不施有机肥处理。施有机肥的处理施用量为精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²,副处理设 4 个施肥水平,分别为不施肥、施氮肥、施氮磷肥和氮磷钾肥。施肥水平尿素为 150 kg/hm²、普通过磷酸钙为 75 kg/hm²、硫酸钾为 75 kg/hm²。试验共设 8 个处理,分别为不施肥(CK)、单施氮肥(N)、氮磷肥配施(NP)、氮磷钾肥配施(NPK)、单施有机肥(M)、有机肥氮肥配施(MN)、有机肥氮磷肥配施(MNP)、有机肥氮磷钾肥配施(MNPK)。随机区组排列,3 次重复。小区面积 33.32 m²,试验小区四周设保护行 1.0 m。于 2010 年 8 月 25 日按株距 8~10 cm 人工撒播,每小区播 15 行。4—5 叶期间苗定苗。其它管理措施同当地大田。于 2011 年 6 月 17 日收获。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 冬油菜越冬率 每小区随机选取 4 m²,调查冬前苗数、返青苗数,计算越冬率。

1.4.2 折合产量 按小区单打单收计产。

1.4.3 土壤水分质量分数 于作物播种前及收获后,采集试验小区 0~100 cm 土壤样品,以 20 cm 为 1 分层单位,用烘干法测定土壤水分质量分数。降水量采用当地气象站监测数据。

1.4.4 土壤储水量 按公式 $W=h \times a \times b \times 10/100$ 计算土壤储水量,式中 W 为土壤储水量(mm), h 为土层厚度(cm), a 为土壤体积质量(g/cm^3), b 为土壤水分质量分数(%)。

1.4.5 耗水量 耗水量=生育期降水量(mm)+(播前 1 m 土层储水量-收获后 1 m 土层储水量)。

1.4.6 水分利用效率 水分利用效率=作物产量/生育期耗水量。

1.5 数据分析

试验数据采用软件 DPS3.01 进行数据显著性分析, LSD 法检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对冬油菜越冬率的影响

由表 1 可知,不施有机肥条件下, NPK 处理冬油菜越冬率最高,较 CK、N 处理、NP 处理分别提高 8.50%、8.45%、1.20%;对照和 N 处理越冬率基本一致,这说明不施任何肥料和单施氮肥均不利于冬油菜越冬。施有机肥条件下, MNPK 处理较 M 处理、MN 处理、MNP 处理越冬率分别提高 7.73%、9.46% 和 1.12%;施有机肥与不施有机肥相比,在其余施肥相同条件下,越冬率分别提高 1.52%、-0.13%、0.88%、0.80%。MN 处理的越冬率较 N 处理降低,可能是因为氮肥与有机肥配合施用使冬油菜在苗期生长过快而不利于越冬。MNPK 配合施用的冬油菜越冬率最高,较对照提高了 9.37%。由以上结果可知, NPK 配施在一定程度上可增加冬油菜越冬率,配合施用有机肥效果更好,这说明有机肥对提高冬油菜越冬率有明显作用。

表 1 不同施肥处理冬油菜的越冬率

处理	越冬率 /%	较CK提高 /%
CK	90.12	
N	90.16	0.04
NP	96.62	7.21
NPK	97.78	8.50
M	91.49	1.52
MN	90.04	-0.09
MNP	97.47	8.16
MNPK	98.56	9.37

2.2 不同施肥处理对冬油菜产量的影响

从表 2 可以看出, MNPK 处理折合产量最高,达到 2 575.04 kg/hm²,较对照(不施肥)增产 550.00%; NPK 处理居第 2 位,折合产量为 2 361.96 kg/hm²,较对照增产 496.21%; MNP 处理居第 3 位,折合产量为 2 211.90 kg/hm²,较对照增产 458.33%; NP 处理居第 4 位,折合产量为 2 019.82

kg/hm², 较对照增产 409.85%; MN 处理和 N 处理折合产量分别为 1 485.60、984.40 kg/hm², 较对照分别增产 275.00%、148.49%, M 处理(单施纯有机肥)较对照增产 102.27%, 从整个试验结果看, 在相同施肥条件下, 施有机肥处理的产量较不施有机肥处理分别提高了 405.16、501.20、192.08、213.09 kg/hm²。由此可知, 无机肥和有机肥配合施用, 结合了化肥速效性和有机肥持久性的特点, 对土壤肥力的提高和物理性状的改善起到了明显的作用, 在培肥土壤与作物增产方面优于二者单独施用。对产量进行方差分析的结果表明, MNPK 处理与所有处理差异达显著水平; NPK 处理与 MNP 处理差异不显著, 与其余处理差异达显著水平; 其余处理间差异均达显著水平。

表 2 不同施肥处理冬油菜的产量

处理	小区平均产量 /(kg/33.32 m ²)	折合产量 /(kg/hm ²)	较CK增产 /%	产量 位次
CK	1.32	396.16 g		8
N	3.28	984.40 e	148.49	6
NP	6.73	2 019.82 c	409.85	4
NPK	7.87	2 361.96 b	496.21	2
M	2.67	801.32 f	102.27	7
MN	4.95	1 485.60 d	275.00	5
MNP	7.37	2 211.90 b	458.33	3
MNPK	8.58	2 575.04 a	550.00	1

2.3 不同施肥处理对冬油菜水分利用效率的影响

对旱地农业来说, 可供作物利用的水分主要来自降水, 因此提高降水的保蓄和利用效率对旱地农业非常重要, 由表 3 可以看出, 不施肥处理(CK)的水分利用效率最低, 仅为 0.96 kg/(hm²·mm); 其次为只施有机肥处理(M处理), 水分利用效率为 1.85 kg/(hm²·mm)。在不施有机肥条件下, N 处理、NP 处理、NPK 处理的水分利用效率较对照不施肥处理(CK)分别提高了 136.46%、390.62%、471.88%; 在施用有机肥条件下, M 处理、MN 处理、MNP 处理、MNPK 处理的水分利用效率明显提高, 较对照不施肥处理(CK)分别提高了 92.71%、252.08%、433.33%、504.17%。在相同施肥条件

表 3 不同施肥处理冬油菜水分利用效率

处理	降水量 /mm	土壤 储水量 /mm	耗水量 /mm	折合产量 /(kg/hm ²)	水分利用效率 /[kg/(hm ² ·mm)]
CK	356.0	58.32	414.32	396.16	0.96
N	356.0	77.32	433.32	984.40	2.27
NP	356.0	72.53	428.53	2 019.82	4.71
NPK	356.0	74.44	430.44	2 361.96	5.49
M	356.0	76.23	432.23	801.32	1.85
MN	356.0	84.12	440.12	1 485.60	3.38
MNP	356.0	75.93	431.93	2 211.90	5.12
MNPK	356.0	87.98	443.98	2 575.04	5.80

下, 施有机肥处理较不施有机肥处理水分利用效率分别提高了 92.71%、48.90%、8.70%、5.65%。可以认为, 施肥能明显提高冬油菜对土壤水分的利用效率, 且施有机肥对冬油菜水分利用效率的影响更明显。

3 小结与讨论

试验结果表明, 不论施有机肥与否, 均以氮磷钾化肥配施处理的冬油菜越冬率最高, 这与前人在施肥可增加作物抗寒性方面的研究结果一致^[6], 证明合理的肥料配比和施肥量在一定程度上可增加冬油菜的越冬率。众多研究表明, 长期不施肥引起的土壤营养缺乏对作物生长的限制胜过水分不足, 肥料在提高作物产量和水分利用效率中作用明显^[7-9]。本试验得出了相同的结论, 即施肥能明显提高了冬油菜的产量和水分利用效率, 其中施尿素 150 kg/hm² 的处理(N 处理), 施尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm² 的处理(NP 处理), 施尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm²、硫酸钾 75 kg/hm² 的处理(NPK 处理), 施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm² 的处理(M 处理), 施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²、尿素 150 kg/hm² 的处理(MN 处理), 施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm² 处理(MNP 处理), 施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm²、硫酸钾 75 kg/hm² 处理的折合产量较不施肥对照分别增产 148.49%、409.85%、496.21%、102.27%、275.00%、458.33%、550.00%, 土壤水分利用效率较不施肥对照分别提高了 136.46%、390.62%、471.88%、92.71%、252.08%、433.33%、504.17%。相同施肥条件下, 施有机肥处理较不施有机肥处理的折合产量分别提高了 405.16、501.20、192.08%、213.09 kg/hm², 水分利用效率分别提高了 92.71%、48.90%、8.70%、5.65%。可见, 化肥与有机肥配施的效果更显著。试验各处理以施精鸡粪(干重)7 500 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²、普通过磷酸钙 75 kg/hm²、硫酸钾 75 kg/hm² 处理的效果最佳, 其冬油菜越冬率为 98.56%, 较对照不施肥提高了 9.37%; 折合产量为 2 575.04 kg/hm², 较对照不施肥提高了 550.00%, 水分利用效率为 5.80 kg/(hm²·mm), 较对照提高了 504.17%。说明有机肥与氮磷钾化肥配合施用可以为作物产量的增加和水分利用效率的提高奠定良好的基础, 在生产上应予以充分重视。

参考文献:

[1] 杨文, 周涛. 氮磷配施对旱地春小麦水分利用效

连作对大棚辣椒生长发育及品质的影响

梁更生, 赵春燕, 赵国良, 王娟, 温宏昌, 唐瑞永, 程凤林

(天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741001)

摘要: 选取连续种植辣椒 3、7、10、15 a 的大棚土壤, 以种植黄瓜的邻棚土壤为对照进行盆栽试验, 研究了连作对辣椒植株株高、茎粗、叶面积、产量、叶片中光合色素质量分数和果实品质的影响。结果表明, 随着连作年限增加, 辣椒植株的株高、茎粗及产量都明显低于对照; 光合色素质量分数降低, 其中叶绿素 a 质量分数和总叶绿素质量分数显著低于对照。连作条件下辣椒果实品质显著下降, 其中可溶性固形物质量分数和可溶性蛋白质量分数均显著低于对照。

关键词: 辣椒; 大棚; 连作土壤; 生长发育; 品质

中图分类号: S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)05-0050-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.05.016

Effects of Continuous Cropping on Growth and Quality of Pepper in Grennhouse

LIANG Gengsheng, ZHAO Chunyan, ZHAO Guoliang, WANG Juan, WEN Hongchang, TANG Ruiyong, CHENG Fenglin

(Tianshui Institute of Agricultural Science, Tianshui Gansu 741000, China)

Abstract: The greenhouse soil with 3, 7, 10, and 15 years of continuous pepper growing was selected, with the soil of the adjacent shed planted cucumber as control, for a pot experiment which was conducted to study the effects of continuous cropping on plant height, stem diameter, leaf area, yield, photosynthetic pigment content and fruit quality of pepper plant. The results show that the plant height, stem diameter and yield were significantly less than the control with the number of continuous cropping year increases. The mass fraction of photosynthetic pigments decreased, and the mass fraction of chlorophyll a and total chlorophyll were significantly lower than that of the control. The fruit quality of pepper decreased significantly under continuous cropping, and the mass fraction of soluble solids and soluble protein were significantly lower than those of control.

Key words: Pepper; Greenhouse; Continuous cropping soil; Growth and development; Quality

辣椒是茄科辣椒属一年生草本植物, 富含维生素及氨基酸等营养物质, 具有解热、镇痛, 增

收稿日期: 2017-09-26; 修订日期: 2018-02-21

基金项目: 甘肃省青年科技基金项目(1610RJYE145)、甘肃省农业科学院农业科技创新专项计划(2017GAAS51)资助。

作者简介: 梁更生(1973—), 男, 甘肃礼县人, 副研究员, 主要从事蔬菜育种与栽培研究工作。E-mail: gstslgs@163.com。

执笔人: 赵春燕。

- 率及水肥交互作用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(5): 10-16.
- [2] 张立勤, 马忠明, 杨君林, 等. 灌水和施肥对垄作沟灌啤酒大麦产量及水分利用效率的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(10): 1419-1425.
- [3] 王晓娟, 贾志宽, 梁连友, 等. 旱地有机培肥对玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 93-97.
- [4] 袁颖红, 樊后保, 黄欠如, 等. 长期施肥对水稻光合特性及水分利用效率的影响[J]. 生态学杂志, 2009, 28(11): 2239-2244.
- [5] 雷建明, 张建学, 范提平, 等. 强抗寒冬油菜新品种天油 8 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2011(11): 3-5.
- [6] 郑惠典, 李淑仪, 张育灿, 等. 施肥对小白菜产量和品质的影响[J]. 生态环境, 2004, 13(2): 276-276.
- [7] 徐艳丽, 鲁剑巍, 周世力, 等. 氮磷钾肥对高羊茅生长及抗寒性的影响[J]. 植物营养与肥科学报, 2007, 13(6): 1173-1177.
- [8] 胡中科, 庄文化, 刘超, 等. 紫色土地区水钾耦合对油菜产量及水分利用效率的影响研究[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 87-91.
- [9] 王淑英, 樊庭录, 丁宁平, 等. 长期定位施肥条件下黄土旱塬农田作物产量、水分利用效率的变化[J]. 核农学报, 2010, 24(5): 1044-1050.

(本文责编: 郑立龙)