

油菜长效专用配方肥施用效果研究

周 鹏, 鲁剑巍*, 刘 涛, 胡 敏, 李继福, 任 涛, 李小坤, 丛日环

(华中农业大学资源与环境学院, 农业部长江中下游耕地保育重点实验室, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 2012~2013年在冬油菜主产区布置15个田间试验研究油菜长效专用配方肥(N-P₂O₅-K₂O-B: 20-7-8-0.2, 及5%的其他中、微量元素)的施用效果, 为油菜一次性施肥配方的推广及改进提供依据。结果表明, 与不施肥处理相比, 常规施肥与专用肥均能明显提高油菜籽产量、收入及养分吸收量。与常规施肥相比, 在减少总养分用量且肥料一次性施入的情况下, 油菜长效专用配方肥在85%以上的试验点表现出增产或稳产效果, 平均增产量为133 kg/hm², 增产率为8.1%, 增加经济收益1 624元/hm²。施用油菜长效专用配方肥促进了油菜对养分的吸收, N、P₂O₅、K₂O累积量较常规施肥分别增加10.8、2.1、7.9 kg/hm²。研究表明, 油菜长效专用配方肥对油菜产量的贡献率平均为51.8%, 农学利用率平均为5.5 kg/kg, 均高于常规肥料。整体而言, 施用油菜长效专用配方肥能提高油菜产量和施肥效益, 可作为油菜轻简化施肥技术进行推广应用。

关键词: 油菜长效专用配方肥; 产量; 养分吸收量; 施肥效益

中图分类号: S143.58; S565.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257(2015)04-0071-06

长江流域是冬油菜的主要生产区域, 冬季种植油菜一方面不与粮食作物争地, 另一方面油菜也是用地养地的良好倒茬作物^[1]。据测算, 我国南方还有近700万hm²冬闲田适合进行油菜种植^[2]。在此情况下, 迫切需要调动农民积极性, 开发冬闲田, 提高复种指数。突破口在于提高油菜种植的收益, 降低成本。2006~2011年, 我国油菜籽单产平均为2 000 kg/hm², 总产值平均为7 838元/hm², 总成本平均为6 424元/hm², 其中化肥和人工成本分别占到总成本的16.2%和49.9%^[3]。因此, 开展冬油菜轻简化生产是解决冬闲田落荒、提高农民积极性、促进油菜产业发展的主要措施和重要途径。

传统施肥方式繁琐、用工量大, 很难适应当前农业实际生产状况^[4]。近年来, 各种油菜轻简化生产技术快速发展, 并不断被推广应用, 如免耕、直播、机械收割等^[5]。施肥轻简化将是轻简化生产过程中一个重要环节, 如缓释肥料的施用, 以一次性基施、养分供应周期长、肥料利用率高等优点逐渐

受到农业推广部门和农民的关注^[4,6-8]。李小坤等^[8]研究了多元长效油菜专用肥(N-P₂O₅-K₂O: 15.6-8.4-11.1)在湖北鄂州和浠水一次性基施效果, 表明多元长效油菜专用肥能明显促进油菜的生长发育并增加油菜籽产量。俞庆兰等^[9]在江宁区进行了油菜专用肥(N-P₂O₅-K₂O-B: 12-7-6-0.05)的肥效试验, 结果表明, 油菜专用肥适宜作基肥, 能促进油菜冬前发苗, 增强其抗寒性, 且产量高, 经济效益好。蔡维杰^[10]研究了缓释腐植酸有机复合肥(N-P₂O₅-K₂O-B-腐植酸: 10-9-6-1-5)在南通地区油菜生产上的应用效果, 也取得了明显的增产效果和显著的经济效益。

冬油菜生育期长, 养分需求量大, 如果养分供应不足, 会影响最终的油菜产量及品质^[11]。而市面销售的缓释肥品牌众多、品质参差不齐, 缺乏针对性较强且效果较好的专用缓释肥。因此, 根据冬油菜产区土壤养分情况和油菜养分需求特性, 依托缓释技术, 研发了油菜长效专用配方肥。油菜长效专用配方肥除N、P、K及B等养分外, 还含有硝化抑制剂、脲酶抑制剂及腐植酸, 并根据油菜养分需求规律调节肥料养分比例, 力求做到一次性基施, 延长养分释放周期, 弥补常规肥料的不足之处。为此, 2012~2013年度, 在冬油菜主要生产区布置多点田间试验, 研究油菜长效专用配方肥的施

收稿日期: 2014-06-20; 最后修订日期: 2014-09-13

基金项目: 国家现代油菜产业技术体系建设专项(CARS-13); 公益性行业(农业)科研专项(201103003); 中央高校基本科研业务费专项(2013PY113)。

作者简介: 周鹏(1986-), 女, 湖北孝感人, 硕士, 主要从事作物营养与施肥技术研究。E-mail: julie19860605@webmail.hzau.edu.cn。

通讯作者: 鲁剑巍, E-mail: lunm@mail.hzau.edu.cn。

用效果, 为油菜施肥轻简化技术的推广应用和肥料工艺改进提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点和材料

2012~2013年度在湖北、湖南、安徽、四川、河南、广西6省布置15个油菜长效专用配方肥施用效果试验。各试验点耕层土壤(0~20 cm)基本理化性质为pH值4.1~8.1(平均6.2), 有机质含量13.8~70.4 g/kg(平均26.6 g/kg), 全氮0.7~2.9 g/kg(平均1.2 g/kg), 碱解氮64.3~239.8 mg/kg(平均116.9 mg/kg), 有效磷(P)2.4~56.1 mg/kg(平均14.1 mg/kg), 速效钾(K)41.3~155.8 mg/kg(平均68.2 mg/kg)。前茬作物以水稻为主, 兼有玉米和芝麻。

供试油菜长效专用配方肥由华中农业大学研制, N-P₂O₅-K₂O-B配比为20-7-8-0.2, 并含有油菜需要的Ca、Mg、Zn、S(中微量元素含量5%), 该配方肥采用先进的缓释技术生产, 含有硝化抑制剂和脲酶抑制剂, 用以调节土壤微生物活性, 减缓尿素水解和对铵态氮的硝化-反硝化作

用, 减少氮素损失, 同时添加腐植酸, 用以螯合中、微量元素以提高其有效性。

供试冬油菜均为当地主推品种, 2012年10月中旬播种, 2013年5月中旬收获。油菜栽培方式根据各试验区种植实际情况而定。

1.2 试验设计

试验设3个处理, 分别为: (1) 不施肥(只在基肥时施硼砂15 kg/hm²); (2) 常规施肥(由当地农技部门推荐施肥时期及用量), 全部磷、钾和25%~80%的氮肥基施, 另外基施硼砂15 kg/hm², 追施氮肥根据各地油菜生产实际情况进行, 所用肥料主要有复合肥(15-15-15)、尿素(N 46%)、碳酸氢铵(N 17.7%)、过磷酸钙(P₂O₅ 12%)、氯化钾(K₂O 60%)和硼砂(B 11%); (3) 油菜长效专用配方肥(简称专用肥), 推荐施用专用肥600 kg/hm²(各地施用量根据实际情况进行适当调整, 用量为510~750 kg/hm²), 于油菜播种前一次性基施。

试验采用大区无重复试验设计, 各区面积均为250 m²。各处理肥料具体用量见表1。

表1 不同处理肥料养分投入量

(kg/hm²)

处理	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	变幅	平均	变幅	平均	变幅	平均
不施肥	—	0	—	0	—	0
常规施肥	58.1~206.2	144.5±37.0	22.5~135.0	77.0±34.9	0~135.0	71.2±38.4
专用肥	102.0~150.0	121.9±10.1	35.7~52.5	42.7±3.6	40.8~60.0	48.8±4.1

1.3 样品采集与测定

油菜种植前, 各试验田采集0~20 cm耕层土壤, 经风干磨细过筛后, 采用常规方法测定土壤基础理化性质^[12]。具体为: pH值按水土比2.5:1用pH计测定; 有机质采用外加热—重铬酸钾容量法测定; 全氮用半微量凯氏法测定; 碱解氮用碱解扩散法测定; 有效磷用0.5 mol/L NaHCO₃浸提—钼锑抗比色法测定; 速效钾用1 mol/L NH₄OAc浸提—火焰光度法测定。

油菜收获前, 直播油菜各处理取0.5 m²取样方内油菜地上部植株, 移栽油菜各处理随机取非沟行相邻2行地上部全部植株, 每行5株, 共10株, 风干脱粒后, 分茎秆、角壳和籽粒, 于60℃烘干粉碎, 然后H₂SO₄-H₂O₂消煮, 采用流动注射分析

仪(AA3)测定植物全氮、全磷, 火焰光度计测定植物全钾^[12]。

各区单打单收, 油菜籽产量为各区实收产量。

1.4 相关参数计算^[13-15]

肥料贡献率(%) = (施肥区产量 - 无肥区产量) / 施肥区产量 × 100

肥料农学利用率(kg/kg) = (施肥区产量 - 无肥区产量) / (施N量 + 施P₂O₅量 + 施K₂O量)

产值(元/hm²) = 籽粒产量 × 油菜籽价格

投入成本(元/hm²) = 肥料成本 + 施肥用工成本

肥料效益(元/hm²) = 施肥产值 - 不施肥产值 - 投入成本

产投比 = (施肥产值 - 不施肥产值) / 投入

成本

试验数据采用 Excel 2003 和 Origin 8 进行统计分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 施用专用肥对油菜产量的影响

由表 2 结果可知, 各地区油菜基础产量和施肥

增产效果差异较大。不施肥处理油菜籽产量变幅在 301 ~ 2 559 kg/hm²之间, 平均为 1 151 kg/hm²。常规施肥和专用肥处理均能显著增加油菜产量, 平均增产量分别为 1 046 和 1 179 kg/hm², 增幅可达 120.0% 和 138.7%。专用肥处理较常规施肥增产 133 kg/hm², 平均增产率为 8.1%, 说明专用肥处理的增产效果优于常规施肥处理。

表 2 施用专用肥对油菜产量的影响

处理	籽粒产量 (kg/hm ²)		增产量 (kg/hm ²)		增产率 (%)	
	变幅	平均	变幅	平均	变幅	平均
不施肥	301 ~ 2 559	1 151 ± 627	—	—	—	—
常规施肥	834 ~ 3 387	2 291 ± 822	352 ~ 2 278	1 046 ± 555	16.8 ~ 306.3	120.0 ± 81.4
专用肥	1 001 ~ 3 768	2 330 ± 774	446 ~ 2 136	1 179 ± 551	25.5 ~ 352.2	138.7 ± 94.5

以常规施肥产量为对照, 根据专用肥处理油菜产量较常规施肥处理对油菜产量的响应, 将其划分为增产 (增产率 ≥ 5%)、平产 (-5% < 增产率 < 5%) 和减产 (增产率 ≤ -5%) 3 类 (图 1)。从图中可以看出, 15 个试验点中专用肥相比

常规施肥增产的有 9 个, 平均增产量为 262 kg/hm², 增幅为 14.6%; 减产的有 2 个试验点, 平均减产量为 256 kg/hm², 减幅为 7.7%; 其余 4 个试验点平产, 表明 85% 以上的试验点能够达到增产或稳产。

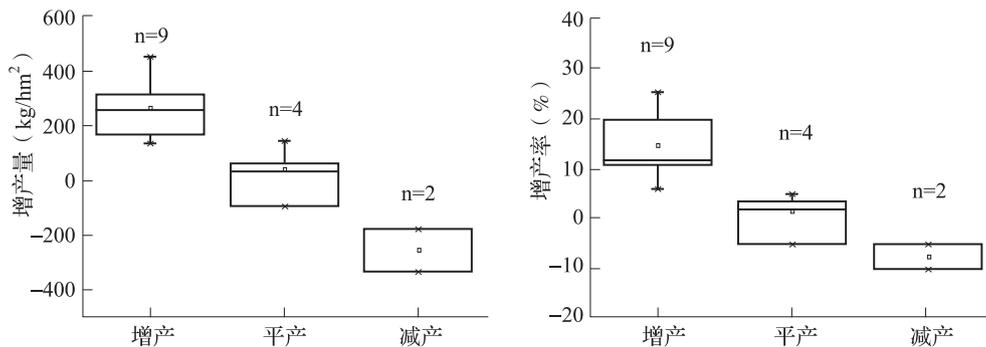


图 1 专用肥处理相比常规施肥处理的产量反应

2.2 施用专用肥对油菜经济效益的影响

从表 3 油菜籽产值数据可以看出, 常规施肥与专用肥处理产值均近不施肥 2 倍, 且平均施肥效益均达 2 000 元/hm²以上。专用肥处理每公顷油菜的产值为 5 103 ~ 19 217 元, 平均为 11 885 元/hm², 与常规施肥处理相比平均增加 679 元/hm²。常规施肥处理肥料成本与施肥用工成本分别较专用肥处理高 353 和 890 元/hm²。扣除投入成本后, 专用肥处理施肥效益为 470 ~ 8 990 元/hm², 平均施肥效益为 4 006 元/hm², 较常规施肥处理增收 1 624 元/hm²。根据目前我国农业生产的实际情况, 当施用肥料的产投比 > 2.0 时认为经济效益显著^[16-17], 表 3 产投

比结果表明, 常规施肥与专用肥均能达到经济效益显著, 而专用肥处理的经济效益明显高于常规施肥处理。

2.3 施用专用肥对油菜地上部养分吸收量的影响

常规施肥与专用肥处理均能明显提高油菜地上部养分积累量。尽管常规施肥的 N、P₂O₅、K₂O 平均施用量较专用肥分别增加 22.6、34.3、22.4 kg/hm², 但是专用肥处理的地上部氮、磷、钾养分积累量分别较常规施肥处理高 10.8、2.1、7.9 kg/hm², 百千克籽粒养分吸收量略高于常规施肥处理 (表 4), 说明专用肥的养分利用效率较常规施肥高, 养分损失少。

表3 常规施肥和专用肥处理油菜经济效益的对比分析

处理	产值 (元/hm ²)	投入成本 (元/hm ²)		施肥效益 (元/hm ²)	产投比
		肥料成本	施肥用工成本		
不施肥	5 870 ± 3 200 (1 536 ~ 13 054)	0	0	—	—
常规施肥	11 206 ± 4 194 (4 252 ~ 17 611)	2 060 ± 776 (855 ~ 3 375)	1 343 ± 835 (150 ~ 2 700)	2 382 ± 2 972 (- 1 664 ~ 9 173)	2.05 ± 1.31 (0.55 ~ 4.75)
专用肥	11 885 ± 3 950 (5 103 ~ 19 217)	1 707 ± 142 (1 428 ~ 2 100)	453 ± 408 (150 ~ 1 500)	4 006 ± 2 828 (470 ~ 8 990)	3.07 ± 1.51 (1.23 ~ 5.72)

注: 1: 2012~2013年度油菜籽收购价格为5.1元/kg, 油菜专用肥2.80元/kg, 复合肥(15-15-15)3.40元/kg, 尿素3.00元/kg, 碳酸氢铵1.25元/kg, 过磷酸钙0.56元/kg, 氯化钾3.50元/t, 各地情况用工费用50~120元/工; 2: 专用肥处理用工量为1.5~7.5工/hm², 常规施肥处理用工量为4.5~52.5工/hm²。

表4 施用专用肥对油菜地上部养分吸收量的影响

处理	地上部养分累积量 (kg/hm ²)			百千克籽粒养分吸收量 (kg/100 kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
不施肥	42.2 ± 23.6	20.4 ± 9.1	89.0 ± 47.0	4.0 ± 1.0	1.9 ± 0.6	9.3 ± 5.7
常规施肥	90.3 ± 32.0	40.9 ± 13.3	171.2 ± 65.0	4.4 ± 0.9	1.9 ± 0.6	7.7 ± 2.0
专用肥	101.1 ± 31.7	43.0 ± 11.4	179.1 ± 47.8	4.5 ± 1.0	2.0 ± 0.5	8.0 ± 2.0

2.4 施用专用肥对肥料贡献率和农学利用率的影响

由表5可知, 不同试验点常规肥料与专用肥对油菜产量的贡献率变幅均较大, 油菜专用肥的贡献率为20.3%~77.9%, 平均为51.8%, 较常规施肥相对提高6.6%。不同试验点间两施肥处理肥料

农学利用率变幅也较大, 专用肥农学利用率极差达8.1 kg/kg, 而常规肥料农学利用率极差达10.4 kg/kg, 与常规肥料相比, 油菜专用肥农学利用率平均提高1.6 kg/kg。上述结果表明, 专用肥利用率较常规肥料高。

表5 施用专用肥对肥料贡献率和农学利用率的影响

处理	肥料贡献率 (%)		肥料农学利用率 (kg/kg)	
	变幅	平均	变幅	平均
常规施肥	14.4 ~ 75.4	48.6 ± 18.3	1.0 ~ 11.5	3.9 ± 2.7
专用肥	20.3 ~ 77.9	51.8 ± 18.6	2.1 ~ 10.2	5.5 ± 2.5

3 讨论

基于当前中国现代农业高产高效的目标和要求, 增加产量和收入、提高肥料利用率、保障农产品安全和减少环境污染是农业生产者和研究者关心的重点问题。常规施肥是以国家测土配方施肥等项目的成果为支撑, 在各级农技推广部门的指导下进行的推荐施肥。与传统农民习惯施肥相比, 常规施肥在肥料用量、养分配比和施肥方式上有较大的改进, 但肥料品种的选用依旧由市场控制^[18], 市面上销售的肥料以碳酸氢铵、尿素、过磷酸钙、氯化钾和复合肥(15-15-15)为主。常规肥料集中一次性施用养分释放速度快, 可能造成烧苗, 如果遇

到雨水天气, 养分易流失^[19]。而分次施用的技术虽然较完善, 也可以延长肥料养分释放周期, 但是费时费工^[5], 同时增加了投入成本。

本研究中, 油菜长效专用配方肥实现了一次性基肥施用技术, 把常规施肥次数2~3次减少到1次, 保证了增产或稳产, 节省了投入成本, 增加了施肥收益。而专用肥能在N、P₂O₅、K₂O比常规施肥平均少施22.6、34.3、22.4 kg/hm²的情况下增产或稳产, 主要原因是专用肥的配制中添加了硝化抑制剂和脲酶抑制剂, 能减少尿素水解, 延缓氮素释放, 减少氮素损失, 并满足整个生育期养分需求。专用肥处理地上部N、P₂O₅、K₂O累积量较常规施肥处理依次增加10.8、2.1、7.9 kg/hm²也表

明这一点。而施肥效益的增加主要来源于产量增加带来的收益和施肥用工成本的节省,其次是施肥用量少,肥料成本降低。

本研究中的15个试验点平均单产为2 330 kg/hm²,较试验点常规施肥平均增产133 kg/hm²,而6个试验省份油菜总种植面积约为436万hm²^[20],如果均施用油菜长效专用配方肥,油菜籽总产上将增加近58万t,扣除肥料成本和用工成本后,施肥收益上约增加70亿元。如果将我国南方50%的冬闲田开垦种植油菜,全国油菜种植面积将超过1 000万hm²^[21-22],在这样大面积的油菜田中推广应用油菜长效专用配方肥,再结合其他油菜轻简化技术如免耕、直播、机械收割、秸秆直接粉碎还田等,油菜籽总产和经济效益上将更可观,不仅能够提高农民种植油菜的积极性,还能提高我国油菜籽及食用油自给率。

根据各地区试验结果,以产量和收益为评价指标,结合土壤养分、植株养分吸收和肥料利用率,综合分析认为,本研究所用的油菜长效专用配方肥适用于油菜轻简化生产应用。但由于油菜生产区土壤肥力不均,变异大,气候、品种等因素有一定的影响,基础产量变异大,本研究中有2个试验点(安徽巢湖、河南唐河)施用专用肥相比常规施肥减产,这两个试验点均属高产地区,土壤地力较差,而常规施肥氮、磷、钾养分投入量远大于专用肥处理,说明这两试验点施肥增产潜力很大,如果适当增加专用肥施用量可能会获得更高产量。为了油菜长效专用配方肥更好地应用于油菜轻简化生产,部分地区应根据当地土壤肥力和目标产量适当调整专用肥施用量。

致谢:试验布置和管理过程中,受到国家油菜产业技术体系耕作栽培与营养施肥室(湖南农业大学、河南省农业科学院经济作物研究所、浙江省农科院作物与核技术利用研究所)及黄冈综合试验站、宜昌综合试验站、长沙综合试验站、常德综合试验站、巢湖综合试验站、六安综合试验站、成都综合试验站、宜春综合试验站、思南综合试验站、信阳综合试验站、荆州综合试验站、三峡综合试验站、桂林综合试验站、衡阳综合试验站以及湖北恩施壮农业科技有限公司等多家单位工作人员的大力支持和帮助,在此表示感谢。

参考文献:

[1] 中华人民共和国农业部.“双低”油菜优势区域发展规划

- [EB/OL]. http://www.moa.gov.cn/zwl/m/zwdt/200305/t20030526_86292.htm, 2003-05-26.
- [2] 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.
- [3] 国家发展和改革委员会价格司.全国农产品成本收益资料汇编2012[M].北京:中国统计出版社,2012.
- [4] 余常兵,谢立华,胡小加,等.油菜氮肥的轻简施用技术[J].中国油料作物学报,2012,34(6):633-637.
- [5] 王寅,鲁剑巍,李小坤,等.长江流域直播冬油菜氮磷钾硼肥施用效果[J].作物学报,2013,39(8):1491-1500.
- [6] 赵秉强,张福锁,廖宗文,等.新型肥料的研究现状及其在我国的发展战略[A].中国粮食安全战略——第九十次中国科协青年科学家论坛文集[C].北京:中国科学技术协会,2004.41-54.
- [7] 王素萍.控释尿素养分释放特征及在油菜上施用效果研究[D].武汉:华中农业大学,2012.
- [8] 李小坤,王素萍,鲁剑巍,等.多元长效油菜专用肥的适宜用量研究[J].中国油料作物学报,2011,33(6):593-597.
- [9] 俞庆兰,鞠俊美.油菜专用肥效果研究[J].现代农业科技,2010,(19):55,58.
- [10] 蔡维杰.缓释腐植酸有机复合肥在油菜上示范应用效果初探[J].上海农业科技,2009,(6):80-81.
- [11] 邹娟.冬油菜施肥效果及土壤养分丰缺指标研究[J].武汉:华中农业大学,2010.
- [12] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 刘振兴,杨振华,邱孝焯,等.肥料增产贡献率及其对土壤有机质的影响[J].植物营养与肥料学报,1994,(1):19-26.
- [14] 彭少兵,黄见良,钟旭华,等.提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J].中国农业科学,2002,35(9):1095-1103.
- [15] 李银水.湖北省油菜氮磷钾肥施用效果及肥料推荐用量研究[D].武汉:华中农业大学,2009.
- [16] 鲁剑巍,陈防,余常兵,等.油菜施钾效果及土壤速效钾临界值初步判断[J].中国油料作物学报,2003,25(4):107-112.
- [17] 邹娟,鲁剑巍,陈防,等.氮磷钾硼肥施用对长江流域油菜产量及经济效益的影响[J].作物学报,2009,35(1):87-92.
- [18] 徐华丽.长江流域油菜施肥状况调查及配方施肥效果研究[D].武汉:华中农业大学,2012.
- [19] 吴礼树.土壤肥料学(第二版)[M].北京:中国农业出版社,2011.183-200.
- [20] 中国统计局.中国统计年鉴-2013[M].北京:中国统计出版社,2013.
- [21] 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.
- [22] 张晓龙,何俊龙,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,2014,(5):70-74.

[下转第117页]

- 1082 - 1085.
- [17] 宋家永, 贾宏昉, 王海红, 等. 喷硒对烤烟生理效应及硒含量的影响 [J]. 中国农学通报, 2009, 25 (21): 191 - 193.
- [18] 宋家永, 王海红, 朱喜霞, 等. 叶面喷硒对小麦抗氧化性能及籽粒硒含量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2006, 26 (6): 178 - 181.
- [19] 赵薇, 惠竹梅, 林刚, 等. 硒对水分胁迫下赤霞珠葡萄幼苗叶片生理生化指标的影响 [J]. 果树学报, 2011, 28 (6): 984 - 990.
- [20] 刘睿. 硒对苦荞营养效应的研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [21] 尚庆茂, 陈淑芳, 张志刚. 硒对高温胁迫下辣椒叶片抗氧化酶活性的调节作用 [J]. 园艺学报, 2005, 32 (1): 35 - 38.

Effect of exogenous selenium on the activity of antioxidant enzymes and quality of millet

WANG Yong-hui¹, ZHOU Da-mai^{2,3,4,5*}, ZHANG Ai-jun^{2,3,4,5*}, WANG Hong^{2,3,4,5}, ZHANG Rui-fang^{2,3,4,5} (1. College of Agricultural, Agricultural University of Hebei, Baoding Hebei 071000; 2. Mountains Area Research Institute, Baoding Hebei 071000; 3. Mountains District Agricultural Engineering Technology Research Center of Hebei Province, Baoding Hebei 071001; 4. National Engineering Research Center for Agriculture in Northern Mountain Areas, Baoding Hebei 071001; 5. College of Resources and Environmental Science, Agricultural University of Hebei, Baoding Hebei 071001)

Abstract: In this paper, effects of exogenous selenium on the activity of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), glutathione peroxidase (GSH-Px) and the content of soluble sugar and crude protein were studied by spraying selenium on the plants. The results showed that activities of SOD, POD and GSH-Px were increased firstly and then decreased with the increasing of selenium concentration in the range of 0 ~ 45 g/hm². And presented the best effect at 30 g/hm² of selenium. Compared with the control, the content of soluble sugar and crude protein of millet grain was increased by 32.6% and 24.4% respectively when selenium concentration was 30 g/hm² for Jigu 19, the content of soluble sugar was increased by 25.9% when selenium concentration was 15 g/hm² and the content of crude protein of millet grain was increased by 18.7% when selenium concentration was 30 g/hm² for Jigu 21.

Key words: millet; selenium; superoxide dismutase; peroxidase; glutathione peroxidase

[上接第 75 页]

Effects of the slow-released special formula fertilizer on oilseed rape (*Brassica napus* L.)

ZHOU Li, LU Jian-wei*, LIU Tao, HU Min, LI Ji-fu, REN Tao, LI Xiao-kun, CONG Ri-huan [College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Key Laboratory of Arable Land Conservation (Middle and Lower Reaches of Yangtse River), Ministry of Agriculture, Wuhan Hubei 430070]

Abstract: Field experiments on winter oilseed rape were conducted at 15 sites in main producing areas during 2012 ~ 2013. The objective of this research was to study the effects of applying slow-released special formula fertilizer (N - P₂O₅ - K₂O - B 20 - 7 - 8 - 0.2, and other mid-nutrients and min-nutrient 5%) on oilseed rape, and then to provide the basis for the promotion and improvement of single fertilization for winter oilseed rape. The results showed that both the application of conventional fertilizer and formula fertilizer on winter oilseed rape could significantly increase the yield, net profit and nutrients uptake. Compared with conventional fertilizer treatment, when the total amount of nutrients was reduced and fertilizer single application was used, yields of more than 85% of the test points in the slow-released special formula fertilizer treatments were increased or equal, with that the average yield, increase rate and the average increase income was 133 kg/hm², 8.1% and 1 624 Yuan/hm² respectively. Nutrient uptakes were obviously improved in formula fertilizer treatments, with the average accumulation increased by N 10.8 kg/hm², P₂O₅ 2.1 kg/hm², K₂O 7.9 kg/hm². It showed that the average fertilizer contribution rate to yield and agronomic efficiency were 51.8% and 5.5 kg/kg, respectively, which were both higher than those of conventional fertilizer treatment. On the whole, the application of slow-released special formula fertilizer on winter oilseed rape could significantly increase the yield and net profit and it could be promoted and applied as one of simplify fertilization techniques for winter oilseed rape.

Key words: slow-released special formula fertilizer; yield; nutrient absorption; benefit