硫酸钾镁作底肥对高原粳稻生长后期部分生理特性和产量的影响*

戴红燕,滕啸峰,张荣萍,华劲松**,蔡光泽
(西昌学院,四川 西昌 615013)

【摘 要】以楚粳28为试验材料,采用盆钵种植,研究硫酸钾镁作底肥对高原粳稻产量和一些生理性状的影响,设1g/钵和2g/钵试验两种施用量,单独施用或与农家肥配合施用,设单施农家肥和不施任何肥料两个对照。结果表明:施用硫酸钾镁肥有利于提高有效穗数、穗粒数和千粒重,有利于产量的提高;硫酸钾镁肥与农家肥配合施用,能提高叶片中的叶绿素含量,减缓后期叶绿素的下降速度,并使SOD酶活性和游离脯氨酸含量在抽穗后有较大的提高,在灌浆后期降低速度慢,达到了增强水稻渗透调节能力和消除自由基的能力,增强了抗性,延缓叶片衰老。在生产上建议每667m^{2}用钵硫酸钾镁肥20kg和腐熟的农家肥1500kg配合作底肥一次性施入田中。

【关键词】硫酸钾镁肥;底肥施肥量;高原粳稻;生理特性;产量
【中图分类号】S511.2+2 【文献标识码】A 【文章编号】1673-1891(2014)04-0001-04

凉山州地处云贵高原北部,常年粳稻种植面积在3.3万hm^{2}左右,这里的环境条件符合有机水稻的生产要求,并已建立了一定面积的有机粳稻生产基地,但受到种植技术及肥料使用不当等因素影响,产量比传统种植方法低,面积难以扩大。分析肥料使用方面的原因主要是只施用堆沤的农家肥,肥料单一,其养分含量及配比不能完全满足稻株所需,因此,怎样选择和施用有机肥料成为研究的重点。

前人在有机肥料对水稻生长影响的研究主要着力于肥料利用、稻米品质、稻谷产量及其构成因素等方面[1-6],而有机肥施用对植株生理性状影响却报道很少。因此,笔者引入通过有机认证的国安牌硫酸钾镁肥,开展有机硫酸钾镁肥不同施用方法对高原粳稻生长影响的系列研究,以期为当地高原粳稻有机生产技术的制定提供理论参考。本文主要研究硫酸钾镁肥作底肥时不同施用量对高原粳稻生长后期生理特性的影响,将植株内部生理性状的变化与稻谷产量结合进行分析,选择出最佳的施用方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

硫酸钾镁肥:颗粒状、纯白色,有机质≥30%,K^2O≥22%,Mg≥5%,S≥14%。

农家肥:腐熟的人畜粪。

供试品种:楚粳28号。

盆钵:直径29.0cm,盆钵高26.3cm,每个盆钵统一盛入试验土壤8kg。

试验土壤:土壤为砂质壤土,土壤PH为6.6,有机质含量21.3g/kg,全氮1.12g/kg,碱解氮99.6mg/kg,有效磷101.3mg/kg,速效钾119.4mg/kg。

1.2 试验设计

本试验采用双因素试验,设硫酸钾镁肥施用量2个、施用方法2个(单施和与农家肥配施)和两个对照(表1),每个处理7钵,3次重复。

本试验采用盆钵实验,在秧田中育苗,移栽后摆放在西昌学院试验基地内,在西昌学院高原及亚热带作物重点实验室进行生理指标测定。在试验过程中不施用化学合成肥料和农药,人工治虫和除草。

表1 试验处理设置表

处理编号	硫酸钾镁肥单施(A)	农家肥+硫酸钾镁肥混施(B)
硫酸钾镁肥1g/钵(1)	A1	B1
硫酸钾镁肥2g/钵(2)	A2	B2
CK1	农家肥单施	
CK2	不施任何肥料	

注:农家肥用量按生产上施用量1500kg/667m^{2}折算为150g/钵;硫酸钾镁肥分别按生产上施用量10kg/667m^{2}和20kg/667m^{2}折算为1g/钵和2g/钵。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 叶绿素含量的测定

分别于抽穗后0d、14d、28d、42d采适量剑叶,用分光光度法测定叶绿素a和叶绿素b含量[7],并计算叶绿素a/叶绿素b的值。

收稿日期:2014-10-15
*基金项目:四川省教育厅重点科研项目(编号:10ZA067);四川省凉山州科技计划(编号:2011C-011)。
作者简介:戴红燕(1968-),女,四川成都人,硕士,研究员,主要从事农作物遗传育种及栽培生理研究。
※※为通讯作者。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.3.2 SOD酶活性、可溶性糖和游离脯氨酸的测定

分别于抽穗后0d、14d、28d、42d采适量剑叶，用氮蓝四唑法测定SOD酶，用蒽酮比色法测定可溶性糖含量，用茚三酮法测定脯氨酸含量[8]。

1.3.3 产量测定

成熟后全部收割晾晒后称重计算产量。

2 结果与分析

2.1 叶绿素a、b含量和a/b值的变化

叶绿体是植物进行光合作用的主要场所，而叶绿素是叶绿体中的主要色素，也是叶片功能持续长短的重要指标，叶绿素含量的消长规律是反映叶片生理活性变化的重要指标之一，与叶片光合作用密切相关[9]。由图1可知，随着生育进程的推进，各处理叶绿素a和叶绿素b含量均逐渐降低，且叶绿素a降低的幅度比叶绿素b大。从抽穗后至成熟，B2的叶绿素a和叶绿素b的含量最高，对照CK2最低。硫酸钾镁肥施用量大的A2和B2叶绿素含量分别高于施用量少的A1和B1，硫酸钾镁肥与农家肥配合作底肥的B处理叶绿素含量高于单独施用的A处理。单独施用较少量硫酸钾镁肥A1的叶绿素含量低于只施用农家肥的CK1。

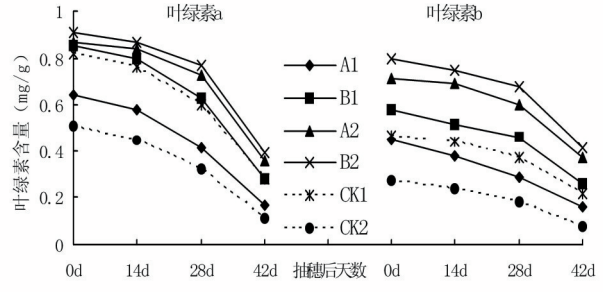

图1 不同施肥处理下叶绿素含量的变化

叶绿素分解是衰老的原发过程及衰老的主要标志，水稻叶片衰老时叶绿素含量下降，而且叶绿素a降低速度比叶绿素b更快，因此叶绿素a/b可以作为水稻叶片衰老的重要标志[10]。由表2可知抽穗后到42d各处理叶绿素a/b的值都较CK2小比B2大，且降低幅度为CK2（0.51）>CK1（0.47）>B1（0.39）>A1（0.36）>A2（0.26）>B2（0.19）。A2和B2处理叶绿素a、b含量高，且a/b比值低，下降幅度较小，叶片衰老慢；反之，CK1和CK2的叶绿素a/b比值较高，且下降幅度较大，叶片衰老快。由此可知，施用硫酸钾镁肥比施用农家肥有利于延迟粳稻叶片的衰老，施用硫酸钾镁肥量2g/钵比1g/钵更有利于提高水稻叶片叶绿素含量和延缓衰老。

表2 各处理叶绿素a/b值

处理	0d	14d	28d	42d
A1	1.42	1.53	1.41	1.06
B1	1.47	1.54	1.37	1.08
A2	1.23	1.22	1.22	0.97
B2	1.14	1.16	1.13	0.95
CK1	1.74	1.73	1.62	1.22
CK2	1.89	1.88	1.78	1.38

2.2 对SOD酶活性的影响

SOD酶作为植物体内活性氧清除酶系统的重要保护酶，是植物体内代谢正常与否的重要标志，SOD酶活性越高消除自由基的能力就越强[11]。根据图2可以看出各处理SOD酶的活性在抽穗后都有不同程度的增强，至14d时达到最高，然后随着抽穗后天数的增加又逐渐降低，至成熟时（42d）SOD活性降至最低。各处理间的SOD酶活性也相差较大，其中B2最高，B1其次，A2和CK1居中，A1低于CK1，最低是CK2。在抽穗14d时，B2 SOD酶含量分别是CK1和CK2的1.47倍和1.79倍。抽穗14d后SOD酶的活性迅速下降，消除自由基的能力开始减弱，说明植株开始逐渐衰老。从14d到42d各处理下降幅度大小为CK2（59.3%）>CK1（53.5%）>A1（53.3%）>B1（45.5%）>A2（43.8%）>B2（43.2%），各处理下降幅度均小于CK2，其中B2处理下降幅度最小，下降的速度越快说明植株受到损伤越大或是衰老越快。由此可知农家肥与硫酸钾镁肥混合施用更有利于提高水稻叶片SOD酶含量及延缓水稻叶片衰老；施用2g/钵硫酸钾镁肥比1g/钵更有利于延缓水稻叶片衰老。

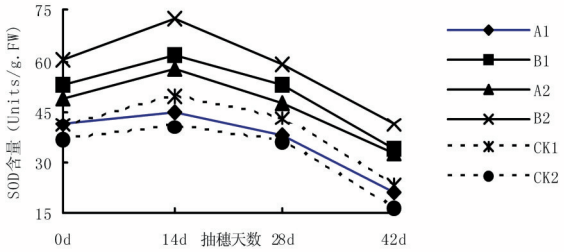

图2 不同施肥处理SOD酶含量变化

2.3 对游离脯氨酸含量的变化

游离脯氨酸(Proline)是一种广泛存在于植物体内的含氮化合物，是植物细胞中的一种游离氨基酸，具有很高的水溶性，它可以保护细胞膜系统，维持胞内酶的结构，减少胞内蛋白质的降解[12]，另外脯氨酸与作物抗性有关，抽穗后前阶段游离脯氨酸含量变化是逐渐增加的，增幅越大越有利于其渗透调节，从而对细胞膜系统起到保护作用，增强抗性[13]。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由图3可知,抽穗后随着生育进程的推进各处理的游离脯氨酸含量逐渐增加,当水稻抽穗14d时各处理游离脯氨酸含量达到最高,这反映了该时期水稻的自我保护能力最强,此时各处理间的大小关系是CK2<A1<CK1<B1<A2<B2,;抽穗28d后,各处理游离脯氨酸含量迅速减少,这可能与植株衰老有关。抽穗至成熟过程中,B2、A2和B1的游离脯氨酸含量相对较高,反映出这三个处理的稻株有较好的自我调节能力,衰老较慢。而A1、CK1和CK2的游离脯氨酸含量相对较低,说明稻株因矿物营养缺乏而降低了抗逆能力。

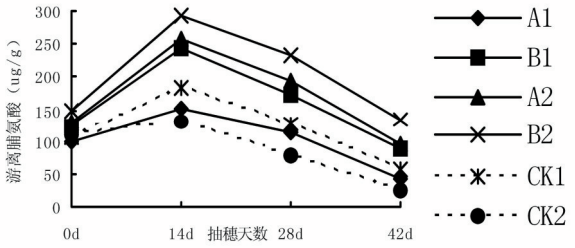

图3　不同施肥处理游离脯氨酸含量变化

2.4 对实收产量的影响

B2处理的有效穗3.21穗/株,穗实粒数78.8粒均显著高于其他处理,千粒重23.0g,其产量5.67g/株明显高于其他处理,并且比两个对照分别增产27.1%和57.5%。B1处理的有效穗3.15穗/株和穗粒数70.4粒/穗均为第二,千粒重23.0g其产量为5.15g/株位居第二,比两个对照分别增产15.5%和43.1%。A2和CK1处理的有效穗、千粒重和穗粒数都相近,其产量分别为4.81g/株和4.46g/株,差异未达显著水平,位居第3和4位,与CK2相比增产33.6%和23.9%。A1有效穗2.87穗/株较低,穗粒数63.2粒/穗,千粒重22.5g也较低,产量为4.22g/株。CK2由于未人为施入肥料,养分明显不足,其有效穗、穗粒数和千粒重都低,产量3.60g/株位居末位(表3)。

表3　各处理产量及其构成因素

处理	有效穗(穗/株)	实粒数(粒/穗)	千粒重(g)	实收产量(g/株)	±CK1%	±CK2%	产量位次
A1	2.87cC	63.2bcB	22.5abA	4.22cdB	-5.4	17.2	5
B1	3.15abAB	70.4bAB	23.0aA	5.15bAB	15.5	43.1	2
A2	3.14abAB	68.5bcB	22.7abA	4.81bcB	7.8	33.6	3
B2	3.21aA	78.8aA	23.0aA	5.67abA	27.1	57.5	1
CK1	3.04bB	66.4bB	22.6abA	4.46cB	/	23.9	4
CK2	2.77cC	58.1cC	22.1bA	3.60dC	-19.3	/	6

由以上分析认为,从肥料种类看,农家肥与硫酸钾镁肥两种肥料配合施用能获得比单独施用一种肥料更高的产量,从施肥量看,施用2g/钵硫酸钾镁肥处理的产量高于1g/钵处理的产量。

3 结论与讨论

叶绿素是水稻光合作用的物质基础,因此改善水稻叶片中叶绿素含量可以提高光合速率,进而提高产量和改善米质[14]。叶绿素含量、SOD酶活性都是衡量叶片衰老的重要标志[10,11]。本研究表明,施用硫酸钾镁肥后叶片的叶绿素a、b含量较对照CK2有所增加,叶绿素a/b的下降幅度降低;抽穗14d后SOD酶的活性迅速下降,下降幅度随施肥量的增加而减小,说明施用硫酸钾镁肥有利于减缓叶片衰老,延长光合作用时间,从而提高产量。游离脯氨酸含量变化反映了植物抗性的强弱[13]。本研究结果表明,抽穗后各处理游离脯氨酸含量先升高后降低,前阶段游离脯氨酸含量增幅大有利于其渗透调节和有利于增强抗性,后期游离脯氨酸增幅小有利于延缓水稻叶片衰老进度。

综合研究结果,无论是生理特性还是产量构成因素,农家肥与硫酸钾镁肥配合施用的比只施一种肥料的性状优、产量高,这是因为两种肥料配合施用后,养分比较全面,释放平缓,农家肥中还含有微生物,在稻株生长的中后期还能提供较多和较全面的养分,延缓了叶片衰老,为水稻籽粒充实提供了保证[15];施用硫酸钾镁肥施用量2g/钵比1g/钵的性状优,应是1g/钵的施用量偏少,不能满足植株生长的需求;只要是施用了肥料的处理其性状都比没有施用任何肥料的对照优。因此,在生产上建议每667m^{2}用钵硫酸钾镁肥20kg和腐熟的农家肥1500kg配合作底肥一次性施入,有利于获得较高的产量。

本研究采用盆钵种植,将硫酸钾镁肥作底肥一次性施入田中,但在实际生产过程中,硫酸钾镁除作底肥外还可作追肥,因此,要科学制定硫酸钾镁肥的施用技术,还有待于深入研究。

注释及参考文献:

[1]戴平安,刘向华,易国英. 氮、磷、钾及有机肥不同配施量对水稻品质和产量效应的研究[J].作物研究,1999(3):26-30,42.
[2]焉山,郑桂萍,马艳,等.有机肥及与化肥配施对水稻空育163品质的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2014,26(2):13-16.
[3]周江明.有机-无机肥配施对水稻产量、品质及氮素吸收的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(1):234-240.
[4]李先,刘强,荣湘民,等.有机肥对水稻产量和品质及氮肥利用率的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2010,36(3):258-262.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[5]王宏燕,王旭梅.氮、磷、钾、有机肥配施对水稻产量及其构成因子关系的研究[J].东北农业大学学报,2005,36(3):263-267.
[6]周青,陈风华,张国良,等.有机肥追施对水稻产量形成及氮肥施用效益的影响[J].安徽农业大学学报,2006,33(2):252-256.
[7]李合生植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
[8]熊庆娥,叶珍,杨世明.植物生理学试验教程[M].成都:四川科学技术出版社,2003.
[9]唐延林,王纪华,黄敬峰,等。水稻成熟过程中高光谱与叶绿素、类胡萝卜素的变化规律研究[J].农业工程学报,2003,19(6):167-173.
[10]孟军,陈温福.水稻剑叶净光合速率与叶绿素含量的研究初报Ⅱ[J].沈阳农业大学学报,2001,32(4):247-249.
[11]张树生,胡蕾.植物体内抗病相关酶与植物抗病性的关系[J].安徽农学通报,2006,12(13):48-49.
[12]赵勇,马雅琴,翁跃进.盐胁迫下小麦甜菜碱的脯氨酸含量变化[J].植物生理与分子生物学报,2005,31(1):103-106.
[13]王绍华,曹卫星.水稻强化栽培对植株生理与群体发育的影响[J].中国水稻学,2003.17(1):31-36.
[14]杨国华,李绍清,冯玲玲,等.水稻剑叶叶绿素含量相关性状的QTL分析[J].武汉大学学报(理学版),2006(6):577-583.
[15]李娟,黄平娜,刘淑军,等.不同施肥模式对水稻生理特性、产量及其N肥农学利用率的影响[J].核农学报,2011,25(1):169-173.

Effects of Sulphate-potassium Magnesium Fertilizer as Base Fertilizer on Some Physiological Characters in the Late Growth Stage and Yield of Japonica Rice

DAI Hong-yan, TENG Xiao-feng, ZHANG Rong-ping, HUA Jing-song, CAI Guang-ze
(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Effects of Sulphate-potassium Magnesium fertilizer as base fertilizer on some physiological characters and yield of japonica rice was studied with Chujing 28 by using pot experiment. This experiment set up six treatments of two fertilizers (1g per pot and 2g per /pot), separate application or whether the combination of farm manure, no fertilizer treatments and without applying any fertilizers as controls. The results showed that Sulphate-potassium Magnesium fertilizer was beneficial to increase the effective panicle number, grain number per spike, seed setting rate and grain yield. Sulphate-potassium Magnesium fertilizer combine farm manure can effectively increase the chlorophyll contents and reduced the descent speed of the chlorophyll contents in the late growth stage. Sulphate-Potassium Magnesium fertilizer was beneficial to enhance significantly the superoxide dismutase (SOD) activity and free Proline content after heading, but decreased slowly during the later filling stage. Thus enhanced osmotic adjustment ability, eliminated free radicals ability and resistanced delaying senescence. Therefore, it is recommended in the production that the fertilizer methods is best with farm manure1500 kg/667m2 and Sulphate-Potassium Magnesium fertilizer 20 kg/667m2 as base fertilizer.

Key words: Sulphate-potassium Magnesium; base-fertilizer application-rate; japonica rice; physiological characters; yield

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net