



张茂明,顾鑫,杨晓贺,等.水稻三段式高产化控施肥技术研究[J].黑龙江农业科学,2021(9):33-35,36.

水稻三段式高产化控施肥技术研究

张茂明,顾鑫,杨晓贺,姚亮亮,高雪冬,刘伟,邱磊,丁俊杰

(黑龙江省农业科学院佳木斯分院,黑龙江佳木斯 154007)

摘要:为了提高水稻田肥料应用效率,减施增效,提高水稻抗性 & 产量,本研究采用田间随机区组试验,分别在水稻苗期、生长期、成熟期进行三段式高产化控施肥技术处理和常规施肥处理,比较添加微生物菌剂、纳米硅及磷酸二氢钾的三段式高产化控施肥技术对水稻农艺性状和产量的影响。结果表明:三段式高产化控施肥技术通过添加微生物菌剂、纳米硅肥及磷酸二氢钾比常规施肥处理显著提高了水稻分蘖数、叶绿素值、叶面积、根长、千粒重、有效穗数和穗粒数,水稻倒伏面积比降低了 82.15%,产量提高了 6.74%,出米率提高了 7.66%。

关键词:水稻;微生物菌剂;硅肥;磷酸二氢钾

水稻是主要粮食作物和模式研究植物^[1],是全球一半以上人口赖以生存的基本粮食。中国是世界第一大水稻生产国和消费国,已成为第一大稻米进口国。黑龙江省是我国重要的优质粳稻主产区,2018—2019 年黑龙江省水稻面积和单产连续降低^[2]。水稻产量是由品种的遗传特性、生态环境条件和技术模式等三者协同作用决定的。近年来,农民为了追求产量,施肥量逐年增加,对农业生态环境破坏越来越严重,造成土壤板结、肥料利用率下降、土壤理化性质恶化,严重威胁农业生产和粮食安全^[3]。近些年,黑龙江省也成为台风的波及地区^[4],台风或大风过后,水稻倒伏严重,只能进行人工收割,增加了农民生产成本。倒伏会降低产量,中国每年因倒伏导致稻谷减产约 10%~30%^[5],倒伏还会影响稻米的品质^[6]。可见,水稻生产中采用合理有效的施肥技术,可减少水稻倒伏率,提高出米率和产量,对水稻稳产、高产具有重要意义。

有研究认为菌肥能通过微生物的特定作用给植物提供营养,达到生物修复、改良、增效、促长、防病、抗逆等综合功效,促进作物生长并使环境中的养分潜力得到充分发挥^[7-9];有研究认为硅元素能明显改善水稻植株体内的通气组织,增强根系

的氧化能力,减轻田间还原性物质对根系的抑制作用,还能增强水稻体内氮、磷等营养物质的活性,显著降低水稻基部节间的长度,增加水稻茎基部节间壁厚,提高水稻的抗倒伏、抗旱、抗旱衰等抗逆能力^[10-11];磷钾肥能促进作物光合作用,增加对氮的吸收,有助于增强作物的抗逆性,促早熟,提高成熟度^[12-13]。但是之前的研究只是单一肥料对水稻的作用进行了研究。

本研究在三江平原水稻种植区进行,旨在研究减少常规肥料用量的情况下,综合利用菌肥、硅肥、磷钾肥分别在水稻苗期、生长期、成熟期进行化控处理,形成了水稻三段式高产化控施肥技术。通过比较添加微生物菌剂、纳米硅肥、磷酸二氢钾与常规施肥处理之间的水稻农艺性状、产量性状等一些生理指标,探讨综合利用微生物菌剂、纳米硅肥、磷酸二氢钾对水稻生长发育、产量构成因素及商品性的影响,以期达到提高水稻产量的目的,进而促进农业可持续发展。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为绥粳 18,在适应区出苗至成熟生育日数 134 d 左右,需 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2 450 $^{\circ}\text{C}$ 。该品种主茎 12 片叶,长粒型。

供试土壤类型为黑土,有机质含量 $42.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $133.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 $50.2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $215.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH7.3。

供试肥料主要有星碳菌肥(含 2 亿芽孢 $\cdot\text{g}^{-1}$,有机质 $\geq 45\%$,氨基酸 $\geq 5\%$,腐殖酸 $\geq 5\%$,沈阳中赢有限公司)、“硅博源”微纳米硅肥(齐齐哈尔

收稿日期:2021-04-19

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA20 B104);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX14)。

第一作者:张茂明(1974—),男,硕士,副研究员,从事植物病理与保护研究。E-mail:zkzmm@163.com。

通信作者:丁俊杰(1974—),男,博士,研究员,从事植物病理与保护研究。E-mail:me999@126.com。

市松土肥业有限公司)、“优曼卡”磷酸二氢钾肥(意大利阿格福肥料有限公司)、尿素(含 N 46.4%)、磷酸二铵(含 P₂O₅ 46%、含 N 18%)、硫酸铵(含 N 21%)、硫酸钾(含 K₂O 50%)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2020 年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院水稻试验田进行,采用田间随机区组试验设计,共设 2 个处理,4 次重复,每个处理 667 m²,秧田管理同常规生产,本田人工除草,其他田间管理同常规生产。

处理 1:三段式高产化控施肥技术,即“苗期生根保稳产、生长期壮秆防倒伏、成熟期养叶促籽粒”相结合的化控技术模式。基肥:星碳菌肥 80 kg·hm⁻²、尿素 30 kg·hm⁻²、磷酸二铵 25 kg·hm⁻²和硫酸钾 60 kg·hm⁻²;分蘖肥:尿素 50 kg·hm⁻²和硫酸铵 100 kg·hm⁻²;穗肥:尿素 60 kg·hm⁻²、硫酸铵 50 kg·hm⁻²和硫酸钾 60 kg·hm⁻²。在移栽前 1 d 喷施微纳米硅肥(1.49 g·m⁻²)。孕穗期利用无人机喷施磷酸二氢钾(1 kg·hm⁻²)。

处理 2:常规施肥。基肥:尿素 60 kg·hm⁻²、磷酸二铵 50 kg·hm⁻²和硫酸钾 100 kg·hm⁻²;分蘖肥与穗肥同处理 1。

1.2.2 调查项目及方法 分蘖期测定分蘖数、叶绿素 SPAD、株高、根长和叶面积;抽穗期和成熟期分别测定 SPAD 值、株高、根长、叶面积和穗长。SPAD 值测定,每个处理随机选择 5 穴,每穴测主茎顶 1 叶至顶 4 叶的 SPAD 取平均值代表该植株的 SPAD 值,以 5 穴主茎叶片 SPAD 平均值代表该处理的 SPAD 值^[14]。分蘖数以平均分蘖数为准,每个处理取 5 穴植株连根拔起,尽量避免

破坏根,用自来水清洗,测定分蘖数^[15]。钢卷尺测量株高、根长和穗长。长宽矫正法测定水稻叶面积,在直立植株上随机选取主茎冠层叶片,测定水稻叶片长度和最宽处叶片宽度计算叶面积。倒伏面积比率依据实测面积进行计算。

叶面积(cm²)=长度×宽度×0.75

式中:校正系数 0.75 是参照通用水稻校正系数确定的^[16]。

于成熟期,每个处理随机选取 20 丛水稻植株进行有效穗数、每穗粒数、结实率和千粒重等产量性状的测定,产量按照实际测产结果为准^[17]。水稻出米率测定采用 JDMZ100 稻谷出米率测定仪(北京东孚久恒仪器技术有限公司)。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2010 计算与作图,DPS 7.05 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 化控施肥技术对水稻农艺性状的影响

如表 1 所示,在水稻的分蘖期,处理 1(化控施肥技术)的 SPAD 值、分蘖数显著优于处理 2(常规施肥处理),根长和叶面积虽有增加但是差异不显著。在成熟期,处理 1 的叶面积显著优于处理 2,SPAD 值和根长显著优于处理 2,株高和穗长则没有显著差异。可以看出三段式高产化控施肥技术采用复合微生物菌剂+纳米硅+磷酸二氢钾的施肥方式在水稻营养生长期能够促进植株的分蘖及养分吸收,水稻体内硅含量充足,叶片伸出角度好,受光姿态良好,增强光合作用,同时能够促进植物的根系生长。

表 1 不同处理对水稻分蘖期和成熟期农艺性状指标的影响

生育时期	处理	SPAD	株高/cm	根长/cm	叶面积/cm ²	单株分蘖数	穗长/cn
分蘖期	处理 1	44.30±3.12 aA	34.30±2.89 aA	19.35±0.96 aA	25.57±1.82. aA	3.19±0.33 aA	
	处理 2	36.25±2.68 bA	34.37±2.11 aA	17.20±0.11 aA	24.24±2.16 aA	2.51±0.26 bA	
成熟期	处理 1	23.16±1.36 aA	101.31±1.78 aA	26.38±1.64 aA	29.16±2.02 aA		19.93±1.66 aA
	处理 2	20.53±1.89 bA	103.23±1.93 aA	23.57±1.39 bA	25.32±1.95 bB		18.20±1.08 aA

注:同列数据后不同大小写字母表示处理间差异显著(P<0.01 或 P<0.05),下同。

2.2 化控施肥技术对水稻产量、出米率及性状指标的影响

由表 2 可知,处理 1(化控施肥技术)的千粒重、有效穗数、产量和倒伏面积比均极显著优于处理 2(常规施肥处理),增产率达到 6.74%,倒伏面

积比降低了 82.15%。处理 1 的穗粒数、结实率和出米率显著优于处理 2。结果表明三段式高产化控施肥技术采用复合微生物菌剂+纳米硅+磷酸二氢钾的施肥方式可以明显提高产量构成因子的数值,实现产量的增加,微生物将肥料中的有机

质分解成腐殖酸,同时产生二氧化碳,有利于植株干物质积累,同时腐殖酸还具有改善土壤环境的作用,能够促进土壤中营养物质的吸收。

表 2 不同处理对产量性状及产量的影响

处理	千粒重/g	穗粒数	有效穗数/(穗·m ²)	结实率/%	产量/(kg·hm ²)	倒伏面积比/%	出米率/%
处理 1	27.83±1.69 aA	120.26±10.83 aA	260.57±6.29 aA	86.83±5.31 aA	8596.35±104.35 aA	0.93±0.10 aA	68.75±3.68 aA
处理 2	25.76±2.06 bB	109.30±11.24 bA	232.76±7.93 bB	82.27±4.57 bA	8053.76±216.40 bB	5.21±2.11 bB	63.86±5.43 bA

3 讨论与结论

本研究发现施用微生物菌剂后,叶面积、SPAD 值及根长均有一定程度的增加,这与前人研究结果一致^[18-19],本研究得出施加微生物菌剂、纳米硅及磷酸二氢钾可以提高叶绿素含量,增大叶面积,加强植株的抗倒伏性,根作为水稻重要器官之一,吸收水分和养分从而影响产量。刘燕^[20]研究表明复合微生物肥料对水稻分蘖起到促进作用,能够提高水稻叶片功能,促进光合作用,增加分蘖数。本研究中增施微生物菌剂后,水稻的结实率有显著提高,与杨天海等^[21]的研究结果复合微生物、磷酸二氢钾能够增加水稻结实率一致。本研究表明水稻苗期施用菌肥能起到促进水稻生根,促进根毛发育,提高化肥利用率的功效;生长期增施硅肥,能够增强茎秆韧性和强度,防止倒伏,提升总产量;成熟期喷施磷钾肥能有效补充叶面营养,增加籽粒灌浆速率,提高出米率和产量,在活秆成熟的基础上促进早熟,即“苗期生根保稳产、生长期壮秆防倒伏、成熟期养叶促籽粒”的三段式高产化控施肥技术。

本试验今后还应继续增加试验年限,广泛选择生产田进行试验,进行综合分析。多种肥料同时施用可以为水稻提供全面的营养,为水稻肥料的施用提供新的思路。

本研究得出水稻三段式高产化控技术模式具体施肥方法为:在减少常规肥料的情况下,苗期施微生物菌肥 80 kg·hm⁻²,生长期喷施微纳米硅肥(1.49 g·m⁻²),孕穗期喷施高浓度磷酸二氢钾(1 kg·hm⁻²)。该技术模式下,水稻倒伏面积比降低了 82.15%,产量提高了 6.74%。说明该技术模式具有显著降低水稻倒伏率和增加水稻产量的效果,为水稻的高产和可持续生产奠定了一定的基础。

参考文献:

[1] 袁猛,刘铮,王伟红,等. 知识共享—《Rice Protocol eBook》助力水稻生物学研究[J]. 植物生理学报, 2018, 54(11): 1625-1629.

[2] 李文枫,毕洪文,黄峰华,等. 黑龙江省水稻产业发展现状及展望[J]. 农业展望, 2020, 16(12): 48-53, 64.

[3] 闫德智,王德建,林静慧. 太湖地区氮肥用量对土壤供氮、水稻吸氮和地下水的影 响[J]. 土壤学报, 2005(3): 440-446.

[4] 于梅,郝泽楠. 北上台风对黑龙江省气候背景的影响[J]. 黑龙江气象, 2015, 32(1): 21-22.

[5] 胡继松,彭伟正,庞伯良,等. 水稻抗倒伏性及评价指标体系研究进展[J]. 湖南农业科学, 2011(13): 41-44.

[6] 郎有忠,杨晓东,王美娥,等. 结实阶段不同时期倒伏对水稻产量及稻米品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(4): 407-412.

[7] 孙玥,陈钟凯,谢谷艾,等. 微生物菌肥对 4 个水稻品种农艺性状的影响[J]. 江西农业学报, 2020, 32(8): 8-15.

[8] 陈书强,魏中华,谢树鹏,等. 不同生物菌肥节氮效果及对水稻生长发育和产量的影响[J]. 北方水稻, 2021, 51(1): 1-5, 10.

[9] 刘伟. 生物炭肥对水稻苗期生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2020(11): 31-34.

[10] 齐远东. 水稻增施硅肥效果研究[J]. 黑龙江科技信息, 2009(5): 108.

[11] 王茂辉,聂金泉,任勇,等. 不同硅肥用量对水稻生长的影响研究[J]. 广东农业科学, 2020, 47(2): 61-67.

[12] 卢丽娟,徐曙,于洪喜,等. 穗期喷施叶面肥对水稻产量和品质的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2020, 37(1): 46-50.

[13] 杨军,黄淑娥,曹娜,等. 降温期灌水和叶面喷施磷酸二氢钾对早稻产量的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2018, 24(5): 1132-1138.

[14] 郭晓彦,陈雪青,史鹏飞,等. 施用新型尿素水稻叶片 SPAD 值变化特征及产量分析[J]. 天津农业科学, 2018, 24(5): 51-54.

[15] 向镜,张义凯,朱德峰,等. 盐碱地耕作和洗盐方式对水稻生长及产量的影响[J]. 中国稻米, 2018, 24(4): 68-71.

[16] 陶洪斌,林杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J]. 植物生理学通讯, 2006(3): 496-498.

[17] 彭亮,文明德,李奇,等. 减量施肥对化感水稻抑草效果及产量和品质的影响[J]. 中国稻米, 2018, 24(5): 48-53, 57.

[18] 刘桃菊,戚昌瀚,唐建军. 水稻根系建成与产量及其构成关系的研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(11): 1416-1419.

[19] 朱德峰,林贤青. 水稻深层根系对生长和产量的影响[J]. 中国农业科学, 2001(4): 429-432.

[20] 刘燕. 复合微生物肥料在水稻生产上的应用效果分析[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(12): 61-62.

[21] 杨天海,马宁,梁国太,等. 久佳复合微生物肥料对杂交水稻产量和性状的影响[J]. 耕作与栽培, 2018(2): 15-17.



姚利,张海兰,杨正涛,等.平菇菌渣制备番茄栽培基质配方优化[J].黑龙江农业科学,2021(9):36-39.

平菇菌渣制备番茄栽培基质配方优化

姚利,张海兰,杨正涛,郭兵,单洪涛,赵自超

(山东省农业科学院 农业资源与环境研究所/农业农村部废弃物基质化利用重点实验室,山东 济南 250100)

摘要:为促进番茄有机生态无土栽培,本研究将平菇菌渣、牛粪和稻壳进行配比试验,以草炭和蛭石(体积比 3:1)为对照,研究不同配方对番茄生长、产量和品质的影响。结果表明:全废弃物制备的生物基质可达到商品基质的栽培效果,处理 P3 和 P4(菌渣:牛粪:稻壳的配比为 4:3:3 或 3:3:4)可获得较好的效果,与对照相比, P4 产量和维生素 C 含量分别提高 2.0% 和 6.3%。生物基质中丰富的养分和微量元素有助于作物生长,但需关注其盐分含量。

关键词:菌渣;栽培基质;番茄;配方优化

番茄是重要的茄果类蔬菜,我国是世界最大的番茄生产国和消费国之一,全国种植面积超过 100 万 hm^2 ^[1]。近年来,随着消费升级、土传病害等因素,无土栽培越来越受到广大番茄种植者的

欢迎。无土栽培可以增强作物生理生化作用,提升作物维生素 C 和可溶性糖含量^[2];降低温度、水分对作物的胁迫作用,具有土壤栽培不可比拟的优越性^[3-4]。但常规用于无土栽培的草炭成本较高,寻找可以替代草炭且物美价廉、性能优越的原料是番茄产业发展的重要课题。

食用菌菌渣来源广泛,具备营养丰富、容重小、质地柔软、孔隙度高和持水性好等优点,是制备有机基质的良好原料。菌渣通过处理并复配后,完全可用作无土栽培的基质。沈少华等^[5]将菌渣与树皮比例 8:2 作为铁皮石斛的栽培配方,能有效促进铁皮石斛植株生长。焦娟等^[6]发现不

收稿日期:2021-05-19

基金项目:山东省农业重大应用技术创新项目(SD2019ZZ020);山东省现代农业产业技术体系食用菌创新团队产后加工与菌渣利用岗位专家项目(SDAIT-07-09)。

第一作者:姚利(1979—),女,硕士,副研究员,从事废弃物资源化利用、农业环境保护方面的研究。E-mail:nkyyaoli@163.com。

通信作者:张海兰(1962—),女,博士,研究员,从事食用菌菌渣利用技术研究。E-mail:hailan.zhang@163.com。

Study on Three Stage High Yield Chemical Controlled Fertilization Technology of Rice

ZHANG Mao-ming, GU Xin, YANG Xiao-he, YAO Liang-liang, GAO Xue-dong, LIU Wei, QIU Lei, DING Jun-jie

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to improve the application efficiency of fertilizer in rice field, reduce fertilizer application and increase efficiency, and improve rice resistance and yield, a field randomized block experiment was conducted to carry out three-stage high-yield chemical controlled fertilization and conventional fertilization at rice seedling stage, growth stage and mature stage, effects of three-stage high-yield chemical controlled fertilization technology of nano silicon and potassium dihydrogen phosphate on agronomic characters and yield of rice. The results showed that the three-stage high-yield chemical controlled fertilization technology significantly increased the number of tillers, chlorophyll value, leaf area, root length, 1 000 grains weight, effective panicles and grains per panicle of rice by adding microbial agents, nano silicon fertilizer and potassium dihydrogen phosphate. The lodging area ratio of rice decreased by 82.15%, the yield increased by 6.74% and the rice yield increased by 7.6%.

Keywords: rice; microbial agent; silicon fertilizer; potassium dihydrogen phosphate