

郑悦, 郑桂萍, 赵洋, 等. 生物炭对粳稻垦鉴稻 5 号穗部性状及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 59–62.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.017

生物炭对粳稻垦鉴稻 5 号穗部性状及产量的影响

郑悦, 郑桂萍, 赵洋, 蔡永盛, 李丹丹, 潘世驹, 黄成亮, 王龙, 周健

(黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319)

摘要:为明确不同生物炭量对粳稻垦鉴稻 5 号穗部性状及产量的影响, 试验采取单因素完全随机设计进行研究。结果表明: 各处理的着粒密度、不同粒位的二次枝梗数、实粒数、实粒质量、每平方米穗数、产量均高于对照, 其中施入生物炭 1 100 kg/667 m² 时的着粒密度、实粒质量、产量与对照差异达显著或极显著水平。产量构成因素中, 穗数、穗粒数与产量呈显著或极显著正相关; 穗长、一次枝梗数、结实率、千粒质量与产量均呈正相关, 相关系数大小顺序为: 穗长 > 千粒质量 > 一次枝梗数 > 结实率, 以施入生物炭 1 100 kg/667 m² 的综合表现最好, 有利于水稻产量的提高。

关键词:水稻; 生物炭; 盐碱地; 穗部性状; 产量

中图分类号: S511.2⁺20.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0059-03

水稻是我国最主要的粮食作物, 其播种面积占粮食作物种植面积的 27%, 产量则占粮食总产量的 40%; 我国近 65% 的人口以稻米为主食^[1-3]。随着种植面积的扩大, 我国每年都会产生大量水稻秸秆, 由于缺乏切实可行的处理与利用技术, 大量秸秆被焚烧, 所损失氮、磷、钾相当于全国化肥总产量的 60% 左右^[4]。近年来, 随着水利工程的日益完善, 盐碱地种稻面积迅速扩大, 不少学者为实现高产进行了大量相关研究, 但由于单一措施效果差, 难以获得高产^[5]。盐碱土壤理化性状恶劣, 不仅导致土壤生产力降低, 还会引发诸多环境问题, 因此, 对盐碱地的改良显得愈发重要。用生物质热裂解生产作物秸秆生物炭, 已成为农业研究的热点之一, 生物炭还田不仅有助于我国庞大秸秆资源的有效利用, 还可以补充农田养分, 减少化肥用量, 降低环境污染, 减少经济损失, 是较为有效的秸秆处理与综合利用措施^[6-8]。生物炭作为稳定有机质施入土壤, 可显著改善土壤通透性、容重及养分, 进而改善土壤肥力^[9-12]。陈琳等研究发现: 施用生物炭基复混肥可不同程度提高水稻每穗总粒数、单穗质量、水稻经济产量, 并减少氮肥施用量, 促进氮素向水稻籽粒的分配, 提高水稻氮素利用效率^[13]。前人对秸秆还田后有机物质的分解过程, 及秸秆还田对改良土壤、作物增产的作用进行了较多研究, 但有关盐碱地水稻生物炭还田的研究甚少。研究盐碱地水稻生物炭还田, 对阐明盐碱逆境下水稻产量的形成机理, 指导盐碱地区土壤改良和水稻高产栽培具有重要意义。基于上述问题, 本试验以适合寒地盐碱地种植的高产优质水稻品种为依托, 研究寒地盐碱地条件下施加不同生物炭量对其穗部性状及产量的

影响, 寻找最适于盐碱地水稻生长的生物质炭还田用量, 并构建寒地盐碱地水稻施肥技术体系, 实现良种良法配套, 以期为黑龙江盐碱地中低产田改造和盐碱地开发提供技术保障。

1 材料与方法

1.1 试验材料及设计

供试品种: 垦鉴稻 5 号, 主茎 12 片叶。供试土壤: 苏打盐碱土, 土壤碱解氮含量 98.455 mg/kg、有效磷含量 12.050 mg/kg、速效钾含量 93.700 mg/kg、有机质含量 1.82%, 土壤 pH 值为 9.50。试验在黑龙江八一农垦大学盆栽场中进行。试验设计: 试验采用单因素完全随机设计, 以常规施肥为对照, 分别以施用生物炭粒 200、500、800、1 100 kg/667 m² 为处理(盆栽时换算成每盆用量)。试验共设 5 个处理, 每个处理 16 盆。盆规格为上直径 29.0 cm、下直径 18.5 cm、高 28.0 cm, 面积 0.066 m²。

于 2013 年 4 月 9 日浸种, 同年 4 月 20 日播种, 并进行正常的秧田管理, 每盆盆底均用 2 mm 的电钻钻均匀一致的孔, 并用滤纸覆盖其上, 每盆装入过筛混匀的土 9 kg。由于生物炭质量较轻, 移栽前模拟水耙地均匀搅浆, 依据试验设计施入硫酸, 沉降几日后于同年 5 月 29 日插秧(3 穴/盆, 4 苗/穴)。生育期间人工除草, 于同年 9 月末收获。盆栽各时期施肥均按常规生产进行, 换算成每盆用量即可(表 1、表 2)。本田除草、施肥、田间管理同当地常规生产。

表 1 试验设计

处理	生物炭 (g/盆)	常规硫酸 (g/盆)	重过磷酸钙 (g/盆)	七水硫酸镁 (g/盆)
CK	0.00	1.50	0.43	0.08
1	19.80	1.50	0.43	0.08
2	45.90	1.50	0.43	0.08
3	79.20	1.50	0.43	0.08
4	108.80	1.50	0.43	0.08

1.2 测定项目及方法

产量测定: 于成熟期收获后进行测产, 每处理连续数 10

收稿日期: 2014-07-07

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2013BAD07B01-04); 黑龙江省农垦总局课题(编号: HNK125A-02-01-05); 黑龙江省教育厅项目(编号: 1251xnc109); “十二五”农村领域国家科技计划(编号: 2011BAD16B11)。

作者简介: 郑悦(1990—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 主要从事作物栽培与育种工作。E-mail: 747510891@qq.com。

通信作者: 郑桂萍, 博士, 教授, 主要从事作物产量和品质的生理生态研究。E-mail: dqzgp@163.com。

表 2 施用量及施用时期

肥料种类	施肥总量 (g/盆)	施肥量(g/盆)			
		基肥 (硫酸铵)	蘖肥 (硫酸铵)	调节肥 (硫酸铵)	穗肥 (硫酸铵+尿素)
硫酸铵(含 N 21%)或尿素(含 N 46%)	3.00	40% (1.28)	30% (0.96)	10% (0.32)	20% (0.28+0.17)
磷酸二铵(含 N+P ₂ O ₅ 64%)	0.91	100% (0.91)			
硫酸钾(含 K ₂ O 50%)	0.84	60% (0.50)			40% (0.34)

穴,计算平均穗数,取与平均穗数最接近的 2 穴,3 次重复共取 6 穴,阴凉处自然风干后用于理论测产。将每穗的一次枝梗数分为上、中、下 3 部分(若一次枝梗数能被 3 整除,上、中、下部平均分配;若不能被 3 整除,下部优先分配,其次中部),每穗上部一次枝梗上的粒为优势粒,下部二次枝梗上的粒为劣势粒,除优势粒、劣势粒外其余均为中势粒。

穗部性状测定:测定穗长、着粒密度;上、中、下部枝梗的一次及二次枝梗数;优、中、劣势粒的实粒数、秕粒数、空粒数、粒质量。由上述各值计算出理论产量。

1.3 数据处理

采用 Excel 软件和 DPS 分析软件对试验数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 生物炭对垦鉴稻 5 号穗部性状的影响

生物炭对垦鉴稻 5 号穗长、着粒密度的影响如图 1 所示:各处理的穗长均高于对照,并随生物炭施用量的增加而升高,但差异未达到显著水平,施肥处理间穗长的增幅为 0.1%~2.8%;着粒密度随生物炭量的增加先降低后升高,处理 4 达到最高,较对照增长了 16.4%。

2.2 生物炭对垦鉴稻 5 号一次及二次枝梗数的影响

试验表明,一次枝梗数呈现的规律为:下部>中部>上部;二次枝梗数为:中部>下部>上部。处理间的上、中部一

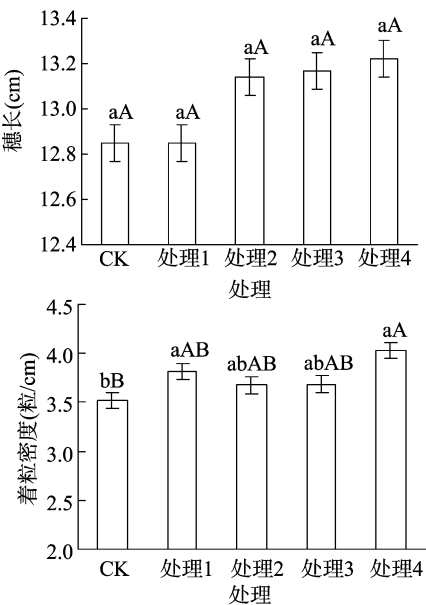


图1 生物炭对垦鉴稻 5 号穗长及着粒密度的影响

次枝梗数有先增加后减少的趋势,但差异均不显著。不同生物炭施用量对下部枝梗的一次枝梗数影响较大,处理 4 不同部位的枝梗数均高于对照。就变异系数而言,水稻不同部位一次枝梗数的变异程度要低于二次枝梗数(表 3)。

表 3 生物炭对垦鉴稻 5 号不同部位一次及二次枝梗数的影响

处理	上部一次枝梗数 (个/穗)	中部一次枝梗数 (个/穗)	下部一次枝梗数 (个/穗)	上部二次枝梗数 (个/穗)	中部二次枝梗数 (个/穗)	下部二次枝梗数 (个/穗)
CK	1.83aA	2.25aA	2.67abA	1.67aA	3.50aA	1.92aA
处理 1	1.75aA	2.17aA	2.58abA	1.92aA	3.58aA	2.00aA
处理 2	1.67aA	2.08aA	2.33abA	1.58aA	3.33aA	2.25aA
处理 3	1.50aA	2.17aA	2.17bA	1.75aA	3.33abA	3.08aA
处理 4	1.83aA	1.92aA	2.75aA	2.17aA	4.25aA	3.25aA
CV	8.03%	5.95%	9.71%	12.83%	10.57%	24.88%

2.3 生物炭对垦鉴稻 5 号实粒数及实粒质量的影响

生物炭对盐碱地水稻优、中、劣势粒的实粒数及实粒质量的影响表明(图 2):各处理变化表现出相似规律,均为中势粒>优势粒>劣势粒。不同处理间优势粒的实粒数差异不显著,而处理 4 的中势粒、劣势粒实粒数与对照间差异分别达显著、极显著水平,增加了 58.1%。各处理优、中、劣势粒实粒质量均高于对照,其中处理 4 最高,中、劣势粒实粒质量与对照间差异达显著、极显著水平。

2.4 生物炭对垦鉴稻 5 号产量及产量构成因素的影响

生物炭各处理产量均高于对照,平均提高了 23.31%,达显著或极显著水平,其中处理 4 的产量最高,比对照提高了 30.01%,并达极显著差异水平。可见施入适量生物炭对增产

有较好效果。产量构成因素中,各处理单位面积穗数均高于对照,但差异不显著;各处理的穗粒数、结实率亦均高于对照,其中处理 4 的穗粒数最高,与对照达极显著差异水平。施用生物炭增产的主要原因是提高了水稻穗数及穗粒数(表 4)。

2.5 垦鉴稻 5 号穗部性状及产量构成因素与产量的相关分析

由穗部性状、产量构成因素与产量的相关分析可知:穗数与穗长、着粒密度、穗粒数、结实率、千粒质量均呈正相关;穗长与产量构成因素均呈正相关;着粒密度与千粒质量、产量均呈显著正相关,与二次枝梗数呈极显著正相关;二次枝梗数与穗粒数呈极显著正相关;穗数、穗粒数与理论产量呈显著或极显著正相关,可见产量与穗部性状关系较为密切(表 5)。

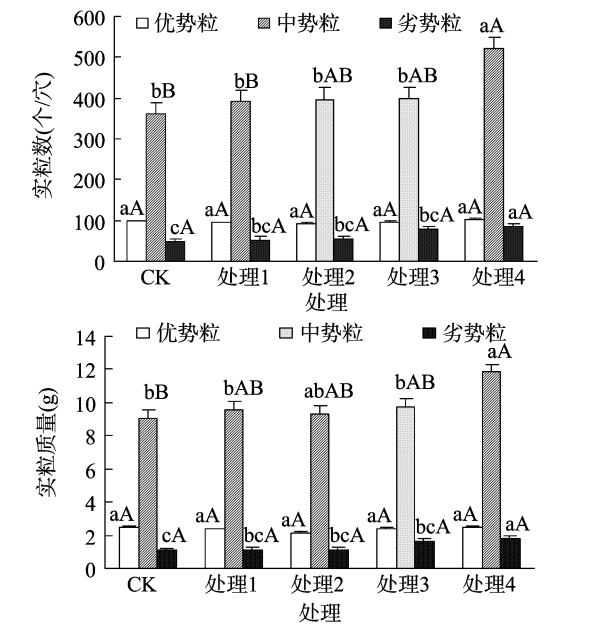


图2 生物炭对垦鉴稻5号不同粒位的实粒数及实粒质量的影响

表 4 生物炭对垦鉴稻 5 号产量及产量构成因素的影响

处理	穗数 (穗/m ²)	穗粒数 (个/穗)	结实率 (%)	千粒质量 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
CK	509.62aA	45.23bB	83.55aA	21.60abA	4 133.25cB	
处理 1	567.31aA	48.99aA	83.19aA	22.13bA	5 116.95bB	19.22
处理 2	576.92aA	48.29abAB	89.70aA	21.35aA	5 336.03bB	29.10
处理 3	500.00aA	48.54abAB	83.73aA	23.90bA	4 856.70bB	14.90
处理 4	586.54aA	53.23aA	88.12aA	21.46abA	5 905.20aA	30.01

表 5 穗部性状及产量构成因素与产量的相关分析

指标	相关系数								
	穗数	穗长	着粒密度	一次枝梗数	二次枝梗数	穗粒数	结实率	千粒质量	理论产量
穗数	1.000 0								
穗长	0.418 5	1.000 0							
着粒密度	0.787 4	0.482 8	1.000 0						
一次枝梗数	0.897 2 *	0.035 8	0.782 2	1.000 0					
二次枝梗数	0.822 9 *	0.762 4	0.921 5 **	0.644 1	1.000 0				
穗粒数	0.778 9	0.653 0	0.978 4 *	0.684 5	0.976 7 **	1.000 0			
结实率	0.722 8	0.667 8	0.364 1	0.395 1	0.641 5	0.474 7	1.000 0		
千粒质量	0.596 0	0.333 7	0.891 7 *	0.666 9	0.777 2	0.853 9 *	0.283 4	1.000 0	
理论产量	0.843 5 *	0.768 5	0.889 0 *	0.642 0	0.981 4 **	0.948 3 **	0.636 7	0.662 7	1.000 0

度、穗粒数呈极显著正相关;穗粒数、结实率、穗数、千粒质量与产量均呈正相关,相关系数大小为:穗数、穗粒数>结实率>千粒质量。其中处理 2 的结实率最高,处理 3 的千粒质量最高,以施 1 100 kg/667 m² 的生物炭综合表现最好,对产量的提高有积极意义。

3.2 讨论

已有研究表明:生物炭作为稳定有机质施入土壤可显著改善土壤通透性、容重、养分水平,进而改善土壤肥力^[9,14]。生物炭具有良好的物理性质和养分调控作用,可显著促进植株生长,提高作物的生产力^[15]。Glaser 等研究发现:施用生物炭作物的生物量比对照提高 2 倍^[16]。本试验研究表明:施用适量的生物炭对盐碱地水稻有一定的增产作用,但还田量

3 结论与讨论

3.1 结论

不同处理的穗长随生物炭施用量的增加而升高,以 1 100 kg/667 m² 施用量达到最大;200、1 100 kg/667 m² 施用量的着粒密度均显著高于对照,施入量过大则着粒密度显著降低;不同生物炭施用量对下部枝梗的一次枝梗数存在较大影响,其中 1 100 kg/667 m² 的不同部位枝梗数均高于对照;各处理不同粒位的实粒数、实粒质量均高于对照,各处理优、中、劣势粒实粒质量较对照均有提高,其中 1 100 kg/667 m² 处理的中势粒、劣势粒实粒数与对照间差异达显著或极显著水平。

不同处理的产量均高于对照,并随生物炭施用量增加先增大后减小,于 1 100 kg/667 m² 达最大,增产幅度为 19.22% ~ 30.01%。从产量构成因素来看,各处理的单位面积穗数、穗粒数、结实率均高于对照,其中 1 100 kg/667 m² 的穗粒数最高。

产量构成因素中,穗数与其他因素均呈正相关,与着粒密度、穗粒数、产量呈显著或极显著正相关;产量与穗数、着粒密

过大可能会造成减产,且北方春季气温较低,过量生物炭的降解时间较长,不利于水稻的生长。刘世平等研究表明:还田秸秆在腐烂过程中不仅与水稻争氮,且其产生的还原性物质可导致水稻苗期难发苗、易僵苗,甚至造成减产^[17],而本试验生物炭对水稻的毒害作用相对较低。本试验研究的苏打盐碱水稻土本身 pH 值较高,且供试材料生物炭粒同样呈碱性,试验结果表明施用生物炭对盐碱地水稻有一定增产作用,而增产的主要原因是提高了水稻穗粒数与结实率,其对土壤的作用机理有待于进一步研究。籽粒千粒质量是影响产量的重要因子,而制约千粒质量提高的因素有很多,如品种、栽培密度、施肥方式等。本试验在单一品种、栽培密度一致的盐碱土条件下进行,千粒质量较低,其内在机理有待深入研究。

丁震乾,孙克新,常 勇,等. 江苏淮东北地区水稻不同种植方式下光合物质生产的研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):62-66.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.018

江苏淮东北地区水稻不同种植方式下光合物质生产的研究

丁震乾,孙克新,常 勇,周兴根,黄忠勤,王 波

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏徐州 221131)

摘要:以江苏省苏北、苏中地区主推的 4 个中粳水稻品种为试验材料,设置直播、机插、手栽共 12 个处理,于 2012 年在江苏省连云港市东海县平明试验基地研究不同种植方式下水稻的光合物质生产及产量特征。主要结果表明:不同种植方式下水稻群体干物质质量在拔节前无明显差异,拔节后基本为手栽最大,机插次之,直播最小,并随生育进程的推进,差异越来越大;单茎干物质质量在整个生育期都是手栽最大,直播最小。在光合生产上,拔节前不同种植方式的水稻叶面积指数相当,光合势表现为手栽、机插、直播依次降低,群体生长率和净同化率依次提高;拔节至抽穗期,光合势也是依次降低,群体生长率和净同化率差异较小;抽穗期不同种植方式的水稻有效叶面积率间没有明显差异,而高效叶面积率表现为手栽极显著高于机插,机插极显著高于直播;抽穗以后,叶面积指数、光合势、群体生长率、净同化率均表现为手栽最大,直播最小;不同种植方式下水稻产量差异极显著,手栽最高,机插次之,直播最低。

关键词:水稻;种植方式;光合物质生产;产量;群体生长率;净同化率

中图分类号: S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0062-05

水稻产量主要来源于光合产物,且产量的高低主要取决于光合物质的积累量^[1],因此研究水稻干物质及光合生产特

征对于揭示产量形成和高产群体调控意义重大。在水稻干物质及光合生产特征方面,前人开展了大量的研究工作并取得了颇为丰硕的成果^[2-14]。杨建昌等研究亚种间和亚种内杂交稻的光合及物质积累,认为亚种间杂交稻抽穗后叶片的光合速率高,干物质积累量明显提高^[5];杨惠杰等在福建龙海和云南涛源地区研究超高产水稻的干物质生产特性,认为超高产水稻品种干物质积累量高,中后期干物质生产优势明显,产量随中后期干物质净积累量、群体生长率的增加而提高^[11]。近年来,随着农村经济的发展和产业结构的调整,水稻

收稿日期:2015-01-30

基金项目:江苏省科技成果转化专项资金(编号:BA2014074)。

作者简介:丁震乾(1972—),男,安徽安庆人,硕士,助理研究员,研究方向为耕作栽培。Tel:(0516)82189258;E-mail:zhqding@sina.com。

通信作者:孙克新,硕士,副研究员,研究方向为水稻遗传育种与栽培。E-mail:skx83979799@163.com。

参考文献:

- [1] 张正斌,徐 萍. 中国水资源和粮食安全问题探讨[J]. 中国生态农业学报,2008,16(5):1305-1310.
- [2] 翟虎渠,程式华. 发展稻米产业造福中国百姓[J]. 中国稻米,2003(6):5-11.
- [3] 游宏炳. 温饱之后的中国粮食安全研究[M]. 北京:中国言实出版社,2009.
- [4] 花 莉,张 成,马宏瑞,等. 秸秆生物质炭土地利用的环境效益研究[J]. 生态环境学报,2010,19(10):2489-2492.
- [5] 张 斌,刘晓雨,潘根兴,等. 施用生物质炭后稻田土壤性质、水稻产量和痕量温室气体排放的变化[J]. 中国农业科学,2012,45(23):4844-4853.
- [6] 余冬立,王凯荣,谢小立,等. 稻草还田的土壤肥力与产量效应研究[J]. 中国生态农业学报,2008,16(1):100-104.
- [7] Timsina J, Connor D J. Productivity and management of rice-wheat cropping systems: issues and challenges[J]. Field Crops Research, 2001,69(2):93-132.
- [8] 盛 婧,郑建初,陈留根,等. 现阶段作物生产的生态与经济效益评估——以江苏省为例[J]. 中国生态农业学报,2007,15(4):157-160.
- [9] Lehmann J, Gaunt J, Rondon M. Bio-char sequestration in terrestrial

- ecosystems - a review[J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change,2006,11(2):395-419.
- [10] 刘玉学,刘 微,吴伟祥,等. 土壤生物质炭环境行为与环境效应[J]. 应用生态学报,2009,20(4):977-982.
- [11] 曲晶晶,郑金伟,郑聚峰,等. 小麦秸秆生物质炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响[J]. 生态与农村环境学报,2012,28(3):288-293.
- [12] 谢秋发,刘经荣,石庆华,等. 不同施肥方式对水稻产量、吸氮特性和土壤氮转化的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(5):462-467.
- [13] 陈 琳,乔志刚,李恋卿,等. 施用生物质炭基肥对水稻产量及氮素利用的影响[J]. 生态与农村环境学报,2013,29(5):671-675.
- [14] 张阿凤,潘根兴,李恋卿. 生物黑炭及其增汇减排与改良土壤意义[J]. 农业环境科学学报,2009,28(12):2459-2463.
- [15] 潘根兴,张阿凤,邹建文,等. 农业废弃物生物黑炭转化还田作为低碳农业途径的探讨[J]. 生态与农村环境学报,2010,26(4):394-400.
- [16] Glaser B, Balashov E, Haumaier L, et al. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region[J]. Organic Geochemistry,2000,31(7/8):669-678.
- [17] 刘世平,聂新涛,戴其根,等. 免耕套种与秸秆还田对水稻生长和稻米品质的影响[J]. 中国水稻科学,2007,21(1):71-76.