

不同沼液运筹对水稻产量的影响

邵文奇, 钟平, 纪力, 文廷刚, 唐金陵

(江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所, 江苏 淮安 223001)

摘要:为探讨水稻种植中沼液合适的施用方法, 研究不同沼液运筹方法对水稻产量等方面的影响。结果表明: 沼液不同运筹方法对水稻营养生长的影响并不显著, 但增加追施沼液量易促使中小分蘖发育成长, 使小穗所占比例提高, 同时也易导致贪青迟熟, 从而使千粒重、结实率、穗粒数等发生下降趋势, 不利于产量提高, 也对稻米品质产生不良影响。在水稻种植中应提高基肥沼液比例, 控制追施沼液用量, 基肥与穗肥以 3 : 1 的比例较为适宜。

关键词:沼液; 肥料; 水稻; 产量

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2018)01-0055-04

Effects of Different Biogas Slurry Management on Yield of Rice

SHAO Wen-qi, ZHONG Ping, JI Li, WEN Ting-gang, TANG Jin-ling

(Huaiyin Institute of Agricultural Sciences of Xuhuai Region in Jiangsu, Huaian 223001, China)

Abstract: To explore the appropriate application method of biogas slurry on rice, the paper studies the effects of different fertilization application methods of biogas slurry on yield of rice. The results showed that the effects of different biogas slurry management on rice vegetative growth was not significant, but with the increasing of biogas slurry topdressing amount, the development of middle and small tillers was promoted and the proportion of small spikes increased, while plant maturity was unfavorably delayed. As the result, 1 000-grains weight, seed setting rate and grains per panicle showed a downtrend, and has adverse effects on yield and quality of rice. Therefore, during rice growth period, basal fertilizer should be applied more and the amount of biogas slurry at topdressing should be controlled. Basal and panicle fertilizer with a ratio of 3 : 1 is more appropriate.

Key words: biogas slurry; fertilizer; rice; yield

沼液中富含 N、P、K 等无机营养、有机质、生长激素及维生素等, 是一种良好的有机肥源, 对提高农产品产量、降低生产成本、改良土壤都有积极的作用, 将沼液代替传统化学肥料在农业化利用中得到了越来越多的研究^[1-3]。关于沼液在水稻种植中的应用已有大量报道, 如施用沼液对水稻生长及产量的影响^[4-6], 施用沼液对土壤肥力、土壤质量的影响等^[7-9], 并且在水稻种植中沼液的使用方法及应用效果有诸多研究^[10-12]。这些研究大多认为施用沼液能改善水稻营养生长, 提高产量, 改善土壤养分状况等, 但沼液的具体使用方法在实际使用中会因气候条件、土壤条件、沼液自身理化性状不同而呈现较大的差异^[5-7, 10-11], 其中沼液的运筹方式是重要的一个环节, 对水稻生长及产量会产生较大的影响。本试验以沿淮地区稻麦两熟农田的水稻为对象, 在总施用量为 600 t · hm⁻² 的条件下, 研究了沼液的不同运筹方法

收稿日期: 2018-02-08

基金项目: 江苏省自主创新资金(CX(16)1003-10)

作者简介: 邵文奇(1985—), 男, 江苏淮安人, 副研究员, 硕士, 主要从事土壤肥料、作物栽培等方面的研究。

对水稻产量等方面的影响,总结沼液在水稻种植中的最适施用方法,以期为生产实践提供理论指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于江苏省淮安市淮阴区杨庙村进行,为小麦-水稻的一年两熟种植模式。沼液取自试验田附近某猪场,供试水稻品种为“南粳9108”。2017年6月10日育苗,7月1日人工栽插入田,11月2日收获。试验田土壤性状为pH=7.6,有机质含量 $28.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、总氮量 $3.45\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、硝态氮 $0.42\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、总磷量 $1.40\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $0.18\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;沼液性状为pH=7.8,有机质含量 $36.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、总氮量 $0.74\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、硝态氮 $0.21\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、总磷量 $1.34\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $1.86\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$;复合肥为 K_2SO_4 型,N:P₂O₅:K₂O=15:15:15,养分总含量 $\geq 45\%$;尿素总含氮量 $\geq 46.4\%$,粒度 $0.85\sim 2.80\text{ mm}$ 。

1.2 试验设计

试验设计如表1所示,分为三种沼液施用方法:前重两次法(处理1)、均衡两次法(处理2)、均衡三次法(处理3)。沼液处理在水稻栽插后5~7 d时灌溉沼液作基肥,在8月初灌溉沼液作分蘖肥,在8月底灌溉沼液作穗肥。对照处理(CK)在水稻栽插前整地时施入基肥,7月下旬施入分蘖肥,9月上旬施入穗肥。小区水稻栽插株距15 cm,行距26.5 cm,基本苗为 10.1×10^4 棵 $\cdot\text{hm}^{-2}$,每小区面积 $12\text{ m}\times 8\text{ m}=96\text{ m}^2$ 。其余田间管理按常规进行。

表1 沼液运筹试验设计

| 处理 | 总量 | 沼液施用量/(t $\cdot\text{hm}^{-2}$) | | |
|----|---|----------------------------------|-----|-----|
| | | 基肥 | 分蘖肥 | 穗肥 |
| 1 | 600 | 450 | 0 | 150 |
| 2 | 600 | 300 | 0 | 300 |
| 3 | 600 | 300 | 150 | 150 |
| CK | 基肥(复合肥: $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$),分蘖肥(尿素: $112.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$),穗肥(尿素: $112.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) | | | |

1.3 测定方法

灌浆期,取各处理具有代表性的水稻主茎,测量其株高、茎基宽、地上部干重、剑叶长度与宽度,并采用0.77的修正系数计算剑叶叶面积^[13],选取主茎倒1完全展开功能叶中间部位使用叶绿素测定仪(型号:KONICA SPAD 502 PLUS)测定叶片SPAD值。收获前,对各处理测产,调查产量构成因素,同时称量每穗质量,调查穗型分布情况。

使用Excel和SPSS Statistics 21统计软件进行数据整理及统计分析,处理间多重比较用Duncan法。

2 结果与分析

2.1 沼液运筹对灌浆期水稻株型的影响

表2为灌浆期不同沼液运筹处理及与对照处理之间水稻地上部各性状的比较。除处理3茎基宽显著高于处理1、处理2外,在株高和地上部干重等两个性状上沼液处理间无显著差异,表明在本试验沼液总施用量水平下,植株可以获得提供充足的养分供应,沼液施用方式的差别对水稻营养生长影响不显著,但处理3的施用方式可以提供均衡连续的养分供应,更有利于增强茎秆粗壮度。另外,相较于CK处理,施用沼液显著增加了株高、地上部干重等,可以促进水稻植株的营养生长。

表2 不同沼液运筹对灌浆期水稻株高、茎基宽、地上部干重的影响

| 处理 | 株高/cm | 茎基宽/cm | 单株地上部干重/g |
|----|--------------------|------------------|-------------------|
| CK | 104.8 \pm 1.77b | 0.63 \pm 0.03b | 3.81 \pm 0.24b |
| 1 | 107.7 \pm 2.21a | 0.64 \pm 0.03b | 4.13 \pm 0.29ab |
| 2 | 106.1 \pm 2.01ab | 0.65 \pm 0.03b | 4.15 \pm 0.25a |
| 3 | 108.3 \pm 1.80a | 0.67 \pm 0.02a | 4.25 \pm 0.20a |

注:表中同列数据后无相同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.2 沼液运筹对灌浆期水稻剑叶及其 SPAD 值的影响

剑叶对水稻灌浆及最终产量影响较大,其贡献度可达 50%,剑叶宽大有活力有利于水稻灌浆形成高产。通过比较剑叶叶面积及叶片 SPAD 值来比较各处理间剑叶的活力(表 3),沼液处理间在各性状上均无显著差异,表明沼液运筹方式对水稻剑叶性状大小及叶色无显著影响。沼液处理的叶宽、SPAD 值与 CK 无显著差异,但叶长和叶面积与 CK 有显著差异,表明施用沼液有利于增大叶片,增加叶面积,对水稻灌浆有积极影响。

表 3 不同沼液运筹对水稻剑叶及其 SPAD 值的影响

| 处理 | 叶长/cm | 叶宽/cm | 叶面积/cm ² | SPAD 值 |
|----|-------------|------------|---------------------|------------|
| CK | 25.1±1.67b | 1.66±0.05a | 32.1±2.97b | 55.2±1.42a |
| 1 | 26.2±2.14ab | 1.69±0.06a | 34.2±3.11ab | 55.7±1.48a |
| 2 | 27.8±2.46ab | 1.73±0.06a | 36.9±2.95a | 56.4±2.36a |
| 3 | 28.3±1.84a | 1.72±0.07a | 37.4±3.48a | 56.2±1.68a |

2.3 沼液运筹对穗型大小的影响

在收获时取整穴的所有稻穗,按质量对每一穗进行分类,并计算其所占比例,见图 1。从不同沼液运筹处理间看,大穗(>4.0 g)比例为处理 1>处理 3>处理 2;中穗(3.0~4.0 g)比例为处理 1>处理 2>处理 3,小穗(2.0~3.0 g)比例为处理 3>处理 2>处理 1,其中处理 1 中大穗(>3.0 g)所占比例为 62.1%,为三个处理间最高,处理 3、处理 2 次之,分别为 55.1%、53.5%;处理 1 穗型集中于中大型,处理 2 集中于中小型,处理 3 穗型分布较分散。这可能是由于处理 1 基肥施用比例大,有利于前期营养生长积累从而形成大穗,在分蘖期不施肥和抽穗期后期追肥比例小抑制了小分蘖的生长发育;处理 2 的后期追肥比例大易促进中小分蘖生长,使其比例扩大;处理 3 三个时期均

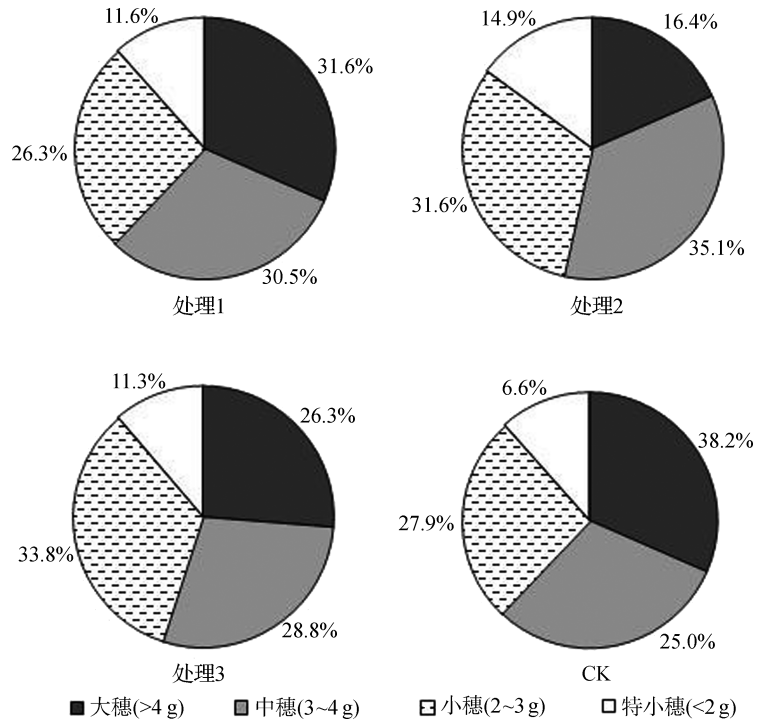


图 1 不同沼液处理对穗型大小的影响

平衡施用沼液,使养分持续供应,各种分蘖均有发生与生长,从而穗型较为分散。沼液处理与 CK 比较,CK 处理的大穗所占比例达到 38.2%,小于 2.0 g 的穗型只占 6.6%,在所有处理中表现最优。结果表明不同沼液运筹方法对穗型分布影响较大,追施沼液易导致小穗所占比例增加。

2.4 沼液运筹对水稻产量的影响

各处理水稻产量性状见表 4,各处理的结实率、千粒重等指标均较低,这可能是由于试验区 9 月份时连续阴雨低温天气影响了水稻扬花授粉及灌浆等活动而导致。与 CK 比较,施用沼液对总穗数无显著影响,但可以显著增加每穗总粒数,每穗实粒数也得到相应提高,对于提高产量有积极的作用,处理 1、处理 2、处理 3 产量分别较 CK 提高 8.1%、6.4%、1.0%;但同时也看到,施用沼液会导致千粒重、结实率下降显著,使稻米品质存在劣化的风险。不同沼液运筹处理之间虽然在产量各性状上均无显著差异,但也能看出处理 2、处理 3 的水稻千粒重、每穗实粒数、结实率等指标较之处理 1 有下降的趋势,说明后期沼液追施量的增加会对产量性状产生负面影响,不利于产量的提高。

表4 不同沼液处理对水稻产量及其构成的影响

| 处理 | 穗数/(万·hm ⁻²) | 每穗总粒数 | 每穗实粒数 | 结实率/% | 千粒重/g | 产量/(kg·hm ⁻²) |
|----|--------------------------|------------|-------------|--------|------------|---------------------------|
| CK | 255.4±8.8a | 170.8±8.9b | 136.4±8.4a | 79.8a | 24.6±0.46a | 8 566±192b |
| 1 | 253.8±7.2a | 201.6±9.0a | 154.3±10.8a | 76.5b | 23.7±0.43b | 9 263±324a |
| 2 | 259.7±6.3a | 198.9±9.6a | 150.3±5.3a | 75.6ab | 23.4±0.31b | 9 127±257ab |
| 3 | 254.7±7.8a | 197.7±9.5a | 146.8±6.2a | 74.3ab | 23.2±0.31b | 8 662±228ab |

3 结论与讨论

沼液养分全面,兼具速效与缓释优点,是一种优质的有机肥源^[1-3]。前人研究认为施用沼液可以提高土壤整体质量,增加土壤有机质和养分含量,促进水稻生长及产量提高^[4-6]。本试验实施时播种及栽插日期较本地正常种植方式延迟 10 d 左右,对水稻灌浆结实等产生了不利影响,但并不影响试验设计中各处理之间在各项性状上的分析比较与结论的得出。本试验结果表明,相较于化学肥料,施用沼液有助于为水稻生长提供充足持续的养分供给,使株高、茎基宽、地上部干重等性状得到增强,促进水稻营养生长,剑叶面积也得到有效增加,促进形成大穗,每穗实粒数增加 7.6%~13.1%,有利于增产。但施用沼液也会导致水稻营养生长过于旺盛,存在贪青迟熟显著,一定程度上影响了水稻千粒重与结实率等产量性状,使稻米品质存在劣化风险。

水稻种植中,最佳沼液施用水平与气候条件、土壤状况、沼液性状等相关,需根据实际情况具体研究^[6-10],本试验结合自身具体条件,在沼液施用总量为 600 t·hm⁻²的前提下,研究了沼液的运筹方法对水稻生长的影响。本试验设置了三种沼液运筹方法,结果表明,追施沼液量的增加一定程度上可以增加水稻营养生长,但总的来说处理间差异并不显著(如株高、地上部干重、剑叶面积、叶片 SPAD 值等);不同沼液运筹方法对穗型分布影响较大,追施沼液量的增加易促使中小分蘖的发育成长,导致小穗所占比例增加,同时追施沼液也易导致贪青迟熟,从而使千粒重、结实率、穗粒数等发生下降趋势,不利于产量提高,也影响了稻米品质。张进等^[14]研究了沼液作基肥与追肥的比例为 4:3,陆新苗等^[15]研究沼液作基肥(60%)与追肥(分返青期、分蘖期各施 20%)时对水稻生长及产量的影响,大部分观点与本试验结果一致,但后者关于沼液施用量的增加能够提高成穗率和千粒重等观点与本试验结果有较大差异,其中原因还有待进一步研究分析。

参考文献:

- [1] 夏汉平,敖惠修. 沼气发酵在复合农业生态系统中的作用[J]. 农村生态环境,1996,12(4):47-50
- [2] 王远远,刘荣厚. 沼液综合利用研究进展[J]. 安徽农业科学,2007,35(4):1089-1091
- [3] 张亚莉,董仁杰,刘玉清. 沼肥在农业生产中的应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(35):11549-11550
- [4] 毛晓月,伍钧,孟晓霞,等. 连续 3 年定位施用沼液对水稻产量和品质的影响[J]. 华北农学报,2016,31(3):218-224
- [5] 唐微,伍钧,孙百晔,等. 沼液不同施用量对水稻产量及稻米品质的影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(12):2268-2273
- [6] 董晶晶,应晓成,徐军,等. 沼液替代化肥对水稻生长的影响[J]. 安徽农学通报,2017,23(4):39-41
- [7] 黄继川,徐培智,彭智平,等. 基于稻田土壤肥力及生物学活性的沼液适宜用量研究[J]. 植物营养与肥料学报,2016,22(2):362-371
- [8] 姜丽娜,王强,陈丁江,等. 沼液稻田消解对水稻生产、土壤与环境安全影响研究[J]. 农业环境科学学报,2011,30(7):1328-1336
- [9] 黄继川,彭智平,徐培智,等. 沼液稻田消解对水稻生产、土壤肥力及环境安全的影响[J]. 广东农业科学,2016,43(10):69-76
- [10] 岑汤校,张硕,胡宇峰. 单季稻不同用量沼液的肥效试验[J]. 中国土壤与肥料,2012(2):83-86
- [11] 杨润,孙钦平,赵海燕,等. 沼液在稻田的精确施用及其环境效应研究[J]. 农业环境科学学报,2017,36(8):1566-1572
- [12] 赖友辉,俞步强,王春春,等. 沼液在水稻上的应用试验初报[J]. 福建农业科技,2014(5):11-12
- [13] 郁进元,何岩,赵忠福,等. 长宽法测定作物叶面积的校正系数研究[J]. 江苏农业科学,2007(2):37-39
- [14] 张进,张妙仙,单胜道,等. 沼液对水稻生长产量及其重金属含量的影响[J]. 农业环境科学学报,2009,28(10):2005-2009
- [15] 陆新苗,王卫平,魏章焕,等. 沼液不同施用量对水稻产量及土壤环境的影响[J]. 安徽农学通报,2010,16(17):76-77