

谷氨酸发酵废液对水稻产量构成因素与养分吸收和分配的影响

张敬敏¹, 张连秋^{2*}

(1. 潍坊科技学院, 山东寿光 262700; 2. 济宁市农业科学研究院, 山东济宁 272031)

摘要 [目的]探索谷氨酸发酵废液农业利用问题。[方法]采用盆栽试验,研究了谷氨酸发酵废液处理对水稻产量构成因素与养分吸收和分配的影响。[结果]与常规单施无机肥F处理相比,等氮量全部施用谷氨酸发酵废液处理M,可增加分蘖数,但穗粒数少,每株中养分积累量氮素、钾素较低,磷素积累量较高。减氮量配施谷氨酸发酵废液FM₂处理,可提高穗粒数,但分蘖数较少,某些器官中氮磷含量并未随氮肥用量的减少而降低。等氮量配施谷氨酸发酵废液FM₁处理,提高分蘖数和穗粒数,对提高水稻产量效果显著,各器官氮磷含量和积累量均高于F处理。[结论]谷氨酸发酵废液处理可提高水稻产量,促进养分向各器官转移,尤其是向籽粒转移,以等氮量配施谷氨酸发酵废液FM₁处理效果最显著,但需提高钾肥用量。

关键词 谷氨酸发酵废液;水稻;养分;吸收;分配

中图分类号 S511;S158.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)19-0018-03

Effects of Glutamate Fermentative Waste on Rice Yield Components and Nutrient Absorption and Distribution

ZHANG Jing-min¹, ZHANG Lian-qiu^{2*} (1. Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700; 2. Jining Academy of Agricultural Sciences, Jining, Shandong 272031)

Abstract [Objective] To explore the agricultural utilization problems of glutamate fermentative waste. [Method] Effect of glutamate fermentative waste on rice yield components and nutrient absorption and distribution were studied by pot experiment. [Result] Compared with inorganic fertilizer F, the treatment of M which used glutamate fermentative waste only, could increase the tiller number, decrease kernels number, and N and K accumulation in each plant in M treatment was low, but P accumulation was high. The treatment of FM₂ which was decreased-nitrogen and combining application of glutamate fermentative waste, could increase kernels number and decrease the tiller number, the accumulation of N and P in each plant in FM₂ didn't decrease because of decreased-nitrogen. The treatment of FM₁ which was equal-nitrogen and combining application of glutamate fermentative waste, could increase both kernels number and the tiller number, could boost significantly the rice yield, N and P content and the accumulation of N and P in each plant also increased in FM₁. [Conclusion] The application of glutamate fermentative waste can increase the rice yields, promote the nutrient transportation, especially the transportation to the grain. The treatment of FM₁ which is equal-nitrogen and combining application of glutamate fermentative waste is the best. But the treatment of glutamate fermentative waste requires more potash fertilizer.

Key words Glutamate fermentative waste; Rice; Nutrient; Absorption; Distribution

随着人们对植物营养研究的深入,氨基酸、糖和核酸等有机营养逐渐受到更多关注^[1-2]。以氨基酸为活性物质的氨基酸类新型肥料也应运而生。现已证明氨基酸肥料在提高作物产量、改善土壤肥力和提高品质方面有显著作用^[3-9]。由于氨基酸肥料价格昂贵,一定程度限制了其发展。研究发现,某些氨基酸生产企业发酵废液中含有氨基酸残基,同样对促进作物生长有显著作用。张敬敏等^[3]研究表明,等氮量的谷氨酸发酵废液配施无机肥处理,可较常规单施无机肥处理产量提高14.05%。彭智平等^[4]研究表明,施用味精废液能够提高花生叶片游离氨基酸和可溶性蛋白含量,促进养分累积,具有较好的增产提质效果。田雁飞等^[5]在测土配施肥基础上减氮10%或15%,并配合喷施氨基酸水溶肥可达到稳产或增产目的,环境效益可观。以上研究对氨基酸发酵废液用于农业生产的可行性给予了肯定。加深氨基酸发酵废液对作物生长作用的研究,对深化氨基酸有机营养及促进工农业生产具有重要意义。我国味精年产量一直遥遥领先,废液治理难度较大^[6]。若将氨基酸废液用于农业生产,不仅为农业生产开辟了新的肥源,缓解我国肥料生产和当前需求矛盾,而且对实现工农业联合发展,实现经

济循环起到示范作用^[7]。

水稻是我国主要粮食作物,氮肥是影响水稻产量的重要营养元素,其对水稻养分物质的积累及分配、运输和转化起关键性作用^[3,8]。目前关于有机氮营养的研究多以水稻为试材,已证明水稻可以吸收氨基酸态氮^[1,3]。笔者以谷氨酸发酵废液为试材,采用盆栽试验,研究等氮量和减氮施肥情况下,水稻产量及各器官中营养元素的含量及分配,为氨基酸肥料的作用机理研究提供理论基础,并为谷氨酸发酵废液的合理利用提供新的途径和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验所用谷氨酸发酵废液为谷氨酸发酵液经絮凝提取菌体蛋白后,通入氨气(碱性)后的尾液,氮素成分有硫酸铵和氨基酸2种。该研究以此谷氨酸发酵废液为试材,其中水分含量32.20%,全氮含量9.13%,全磷含量3.17%,有机质(主要为氨基酸和糖)含量21.00%,pH 5.6。

试验在济宁市农业科学院试验场进行,水稻土采自济宁市农业科学院农场,有机质含量7.38 g/kg,碱解氮25 mg/kg,速效磷8.9 mg/kg,速效钾91 mg/kg。

1.2 试验设计 选用直径30 cm、高40 cm的塑料桶进行盆栽试验,每桶装土17.5 kg。水稻种子催芽,直播于塑料桶内,每盆12粒,约20 d后定苗,6株/桶。

试验共设4个施肥处理,其中3个等氮处理分别为F(尿素26 g)、M(谷氨酸发酵废液140 mL)、FM₁(尿素13 g和谷氨酸发酵废液70 mL),氮肥施用量相当于尿素375 kg/hm²;

基金项目 济宁市科技发展规划“谷氨酸废液农业综合利用技术集成及其生态效应研究”;潍坊科技学院校级课题(W14K013)。

作者简介 张敬敏(1975—),女,山东济宁人,副教授,博士,从事植物营养机理研究。*通讯作者,高级农艺师,从事作物栽培与技术推广工作。

收稿日期 2017-05-19

1 个减氮处理 FM₂ (尿素 13 g 和谷氨酸发酵废液 35 mL), 氮肥施用量相当于尿素 281 kg/hm²。各处理施用过磷酸钙 560 g, 氯化钾 270 g, 相当于施肥量过磷酸钙 375 kg/hm², 氯化钾 150 kg/hm²。氮肥分基肥 (总施肥量的 50%)、蘖肥 (总施肥量的 30%) 和穗肥 (总施肥量的 20%) 施入; 过磷酸钙、氯化钾作为基肥一次性施用, 每处理 8 次重复。为防止大雨淋失肥料, 在试验区 2.5 m 处遮棚膜, 常规田间管理。

1.3 测定项目与方法 于 9 月 28 日收获, 各处理选取 4 盆生长较一致的样品, 其中 2 盆用于测定穗粒数、有效分蘖数和穗重, 将另 2 盆根、叶、茎、鞘、穗分离, 105 ℃ 下杀青 30 min, 80 ℃ 下烘干至恒重, 测定其干物质重, 并采用 H₂SO₄ -

H₂O₂ 消化法测定各器官的养分含量, 以半微量凯氏定氮法测定氮, 钼钒黄比色法测定磷, 火焰光度法测定钾。

2 结果与分析

2.1 水稻产量构成因素 由表 1 可看出, 与 F 处理相比, 施用谷氨酸发酵废液处理, 可明显增加根系重量, 使水稻根系发达, M、FM₁、FM₂ 处理之间根系干重分别比 F 处理提高了 61.22%、19.98%、63.48%; 茎以 FM₁ 处理最高, 其次是 F 和 FM₂ 处理, 最后是 M 处理; 鞘以 FM₁、M 处理较高, 分别较 F 处理提高了 40.68% 和 28.88%, FM₂ 处理最低; 叶片干重处理间虽然也有显著差异, 但各施肥处理在 14.21 ~ 15.41 g/株, 处理间绝对差异较小。

表 1 谷氨酸发酵废液对水稻产量构成因素的影响

Table 1 Effects of glutamate fermentative waste on rice yields components

处理 Treatment	干物质重 Dry weight//g/株				穗粒数 Grain number per panicle	有效分蘖数 Effective tiller number//个/株	穗重 Panicle weight//g/株
	根 Root	茎 Stem	鞘 Sheath	叶 Leaf			
F	9.31 c	21.93 b	19.74 c	14.83 b	148 c	8.67 c	41.17 c
M	15.01 a	20.58 c	25.44 b	15.39 a	141 d	9.03 b	41.89 b
FM ₁	11.17 b	22.32 a	27.77 a	15.41 a	165 a	9.67 a	48.29 a
FM ₂	15.22 a	21.38 b	16.39 d	14.21 b	155 b	7.87 d	41.63 b

注: 同列数据后小写字母不同表示差异显著 (P<0.05)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences (P<0.05)

每穗粒数以等氮量无机肥配施谷氨酸发酵废液 FM₁ 处理最高, 较 F 处理增加了 11.49%, 其次是减氮配施谷氨酸发酵废液处理 FM₂, 较 F 处理增加了 4.73%, 而 M 处理较 F 处理穗粒数减少了 4.73%, 与 F 处理有显著差异。对于分蘖数而言, 等氮量无机肥配施谷氨酸发酵废液 FM₁ 处理和全部施用谷氨酸发酵废液 M 处理每株分蘖数较多, 分别较单施无机肥 F 处理提高了 11.53% 和 4.15%, 差异显著; 减氮配施谷氨酸发酵废液处理 FM₂ 分蘖数较单施无机肥 F 处理降低了 9.23%, 差异显著。每株穗重以 FM₁ 处理最高, 较 F 处理提高了 17.29%, 全部单施谷氨酸发酵废液处理 M 与减氮配施谷氨酸发酵废液处理 FM₂ 穗重无显著差异。

2.2 氮素在各器官中的分配 氮素在营养器官和生殖器官

中的累积和分配是决定水稻产量的重要因素。由表 2 可见, 与施无机氮肥 F 处理相比, 氮素在根、茎、叶、鞘和籽粒中的含量, 均以等氮量无机肥配施谷氨酸发酵废液 FM₁ 处理最高, 分别较 F 处理提高了 7.22%、94.88%、5.86%、1.57% 和 13.93%, 单施谷氨酸发酵废液处理 M 最低, 分别较 F 处理降低了 11.66%、2.93%、6.37%、21.04% 和 3.04%。

氮素在每株根、茎、叶、鞘和籽粒中积累量, 同样以 FM₁ 处理最高, 分别较 F 处理提高了 64.38%、97.78%、48.71%、8.13% 和 33.65%。由于施用谷氨酸发酵废液可提高根系干重, 施用谷氨酸发酵废液处理根系中积累的氮素均高于单施无机肥处理 F, 各处理间差异显著。每株中籽粒氮素积累量 FM₁ 显著高于 F 处理, FM₂ 处理和 M 处理与 F 处理间差异不显著。

表 2 不同器官氮素含量与每株中氮素积累量

Table 2 Nitrogen content in different organs and nitrogen accumulation in each plant

处理 Treatment	氮素含量 Nitrogen content//mg/kg					每株中氮素积累量 Nitrogen accumulation per plant//g				
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain
F	7.890 b	4.100 c	15.700 b	8.270 a	12.850 b	0.073 d	0.090 c	0.310 c	0.123 b	0.529 b
M	6.970 c	3.980 c	14.700 c	6.530 b	12.460 b	0.105 b	0.082 c	0.374 b	0.104 c	0.509 b
FM ₁	8.460 a	7.990 a	16.620 a	8.400 a	14.640 a	0.120 a	0.178 a	0.461 a	0.129 a	0.707 a
FM ₂	6.190 c	5.500 b	15.680 b	8.120 a	12.460 b	0.094 c	0.118 b	0.257 d	0.115 bc	0.519 b

注: 同列数据后小写字母不同表示差异显著 (P<0.05)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences (P<0.05)

2.3 磷素在各器官中的分配 由表 3 可见, 与施无机氮肥 F 处理相比, 施谷氨酸发酵废液可提高根系和籽粒中磷素含量, M、FM₁、FM₂ 处理根系磷含量分别较 F 处理提高了 1.82%、1.82% 和 0, 籽粒磷含量分别较 F 处理提高了 9.54%、9.99% 和 2.33%; FM₁ 处理中, 根、茎、叶和籽粒中磷素含量分别较 F 处理提高了 1.82%、7.37%、7.32% 和 9.99%。

从每株中磷素积累量来看, 施谷氨酸发酵废液的 M、FM₁

和 FM₂ 处理, 根系中磷素积累量分别较 F 处理提高了 64.08%、54.37% 和 63.11%, 说明施用谷氨酸发酵废液对提高根系中磷素含量有明显的作用。FM₁ 处理与 F 处理相比, 根、茎、叶、鞘和籽粒中磷素积累量分别提高了 54.37%、9.62%、50.00%、3.50% 和 29.11%, 这是由于 FM₁ 处理提高了根、茎、叶、鞘和籽粒中干物质重和磷素含量。M 和 FM₂ 处理根、茎、叶、鞘中磷素含量和每株中磷素积累量不是全部

高于 F 处理,可能是由于肥料中含有部分有机物质和活性物质,促进磷素向穗部转移,从而提高穗部的磷素积累量。

表 3 不同器官磷素含量与每株中磷素积累量

Table 3 Phosphorus content in different organs and phosphorus accumulation in each plant

处理 Treatment	磷素含量 Phosphorus content //mg/kg					每株中磷素积累量 Phosphorus accumulation per plant//g				
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain
F	1.10 b	0.95 b	0.615 c	0.962 a	9.01 c	0.103 b	0.208 b	0.122 c	0.143 a	0.371 c
M	1.12 a	1.03 a	0.638 b	0.839 b	9.87 a	0.169 a	0.211 b	0.162 b	0.133 b	0.404 b
FM ₁	1.12 a	1.02 a	0.660 a	0.960 a	9.91 a	0.159 a	0.228 a	0.183 a	0.148 a	0.479 a
FM ₂	1.10 b	0.87 c	0.603 d	0.853 b	9.22 b	0.168 a	0.186 c	0.099 d	0.121 c	0.384 c

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)
Note:Different small letters within the same column mean significant differences($P<0.05$)

2.4 钾素在各器官中的分配 由表 4 可见,与施无机氮肥 F 处理相比,施谷氨酸发酵废液可降低根系中钾素含量,M、FM₁、FM₂ 处理分别较 F 处理降低了 5.60%、22.01% 和 19.88%;茎中钾素含量以 FM₁ 处理最高;籽粒中 FM₁ 处理钾素含量较 F 处理提高了 9.36%,而 M 和 FM₂ 处理钾素含量降低了 0.37% 和 8.24%。谷氨酸处理各器官钾素含量较低,可能是由于谷氨酸发酵废液处理提高了水稻产量,而钾素营养相对缺乏造成的。

从每株中钾素积累量来看,施谷氨酸发酵废液根系、茎、叶和鞘中钾素积累量差值较小,FM₁ 处理籽粒钾素积累量较 F 处理高 28.30%,而 M 和 FM₂ 处理分别较 F 处理降低了 1.00% 和 7.19%,说明谷氨酸处理可促进钾素向籽粒运移。

表 4 不同器官钾素含量与每株中钾素积累量

Table 4 Potassium content in different organs and potassium accumulation in each plant

处理 Treatment	钾素含量 Potassium content //mg/kg					每株中钾素积累量 Potassium accumulation per plant//g				
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	鞘 Sheath	籽粒 Grain
F	0.518 a	1.310 b	1.170 a	1.170 b	2.670 b	0.017 a	0.060 b	0.064 a	0.026 a	1.099 b
M	0.489 b	1.310 b	1.070 c	1.020 c	2.660 b	0.016 a	0.060 b	0.058 ab	0.023 a	1.088 b
FM ₁	0.404 c	1.450 a	1.130 b	1.010 c	2.920 a	0.013 a	0.066 a	0.061 a	0.023 a	1.410 a
FM ₂	0.415 c	1.310 b	0.990 d	1.210 a	2.450 c	0.014 a	0.059 b	0.054 c	0.027 a	1.020 c

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)
Note:Different small letters within the same column mean significant differences($P<0.05$)

3 结论与讨论

研究表明施用氮肥影响水稻的物质生产和积累^[1,3,6,9]。增施氮肥可提高叶片的物质和氮素积累,加大穗部的物质和氮素积累,为获得高产提供保障。在该研究中,与传统单施无机肥相比,全部施用谷氨酸发酵废液处理 M,可增加分蘖数,但穗小,且氮素在每株器官中的养分含量较低,可能由于其所含的氮素(主要为铵态氮)易挥发有关;减氮配施谷氨酸发酵废液处理 FM₂ 虽可提高穗粒数,但分蘖数较少;只有等氮量无机肥配施谷氨酸发酵废液处理,可同时提高分蘖数和穗粒数,从而获得较高产量。

氮肥还影响水稻对营养元素的吸收利用,影响养分在各器官的含量和分配^[8-9]。M 处理每株中氮素、钾素养分积累量较低,磷素养分积累量较高,可能是由于谷氨酸发酵废液中所含的有机成分及其显酸性等特点,对土壤磷素有活化作用^[3],增加了水稻对磷素的吸收与积累。FM₁ 除钾素外,氮素和磷素均高于 F 处理;减量施氮肥 25% 的 FM₂,虽较 F 处理各器官中养分积累量稍有降低,但籽粒养分含量并未随氮肥用量的减少相应减少,说明谷氨酸发酵废液中含有的有机物质,可促进养分吸收和运转,尤其是向籽粒运转。

谷氨酸各处理不同器官钾素含量与每株中钾素积累量

平均低于 F 处理,一方面可能是氨基酸各处理提高水稻产量引起的;另一方面或许由于钾素与氮素吸收存在着竞争吸附养分位点,因而影响钾素的吸收。有机无机配施可以增加水稻养分积累量。在施谷氨酸的情况下,为使作物产量提高,应配施钾肥,以促进营养的平衡。

参考文献

[1] 张夫道,孙羲. 氨基酸对水稻营养作用的研究[J]. 中国农业科学,1984(5):61-66.
[2] 崔晓阳. 植物对有机氮源的利用及其在自然生态系统中的意义[J]. 生态学报,2007,27(8):3500-3512.
[3] 张敬敏,李艳霞. 谷氨酸发酵废液对土壤养分和水稻产量的影响[J]. 山东农业科学,2015,47(5):61-64.
[4] 彭智平,黄继川,于俊红,等. 味精废液对花生产量品质和土壤酶活性的影响[J]. 热带作物学报,2012,33(9):1579-1583.
[5] 田雁飞,马友华,褚进华,等. 水稻减量化施肥与氨基酸水溶性肥配施效果研究[J]. 中国农学通报,2011,27(15):34-39.
[6] 黄庆,柯玉诗,林小明,等. 味精废液有机无机 BB 肥的水稻肥效试验[J]. 中国土壤与肥料,2007(5):53-55.
[7] 杨玉岭,赵保国,满德恩,等. 采用“零排放”技术有效保护水资源[J]. 发酵科技通讯,2006,35(2):31-33.
[8] 慈恩,杨林章,倪九派,等. 不同区域水稻土的氮素分配及 $\delta^{15}\text{N}$ 特征[J]. 水土保持学报,2009,23(2):103-108.
[9] 霍中洋,杨雄,张洪程,等. 不同氮肥群体最高生产力水稻品种各器官的干物质和氮素的积累与转运[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(5):1035-1045.

(上接第 17 页)

[14] 杨燕涛. 国内保护地蔬菜灰霉病侵染规律及防治技术研究进展[J]. 农药,2003,42(1):6-10.
[15] 郑果,杜蕙. 几种新型药剂对番茄灰霉病的防治效果[J]. 中国蔬菜,2006(9):22-23.
[16] 郭晋太,韩建明,杨爱国,等. 早春拱棚茄子防治灰霉病药剂筛选研究[J]. 北方园艺,2008(1):211-212.