



张茂明. 苗床施用氨基酸水溶肥对水稻返青及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(6):23-28.

苗床施用氨基酸水溶肥对水稻返青及产量的影响

张茂明

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/农业农村部佳木斯作物有害生物科学观测实验站/三江平原主要作物育种栽培重点实验室, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:为促进东北地区水稻优质高效生产,本研究在水稻常规种植模式下,以氨基酸水溶肥为试验材料,将苗床喷施氨基酸水溶肥作为水稻返青肥进行试验,试验设4个处理、7个试验点次,调查其对水稻返青天数、秧苗素质及产量的影响。结果表明,秧苗移栽前2~3 d喷施 $11.0\text{ L}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 氨基酸水溶肥,平均返青天数6.9 d,较CK提前3.1 d;移栽后15 d株高较CK提高13.9%、根长较CK提高15.2%、株鲜重较CK提高16.1%、根鲜重较CK提高19.7%、叶绿素较CK提高21.2%、氮含量较CK提高15.5%;产量较对照提高6.3%,净增经济效益较CK提高 $89.62\text{ 元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 。同时氨基酸水溶肥+微生物菌剂和常规施肥试验处理的各指标较CK处理均有所提高,但整体低于氨基酸水溶肥处理。说明氨基酸水溶肥会使水稻返青天数减少、促进水稻生长,增加产量和经济效益。

关键词:氨基酸水溶肥;苗床;东北地区;水稻

东北地区是我国水稻种植的主要区域,种植面积占全国的15%^[1]。2001—2017年东北地区水稻种植面积由2001年的2 716 440 hm^2 增加至2017年的6 043 266 hm^2 ,已经成为我国粳稻种植面积最大,稻谷商品量最高,产业化发展潜力最大的地区,在国内稻谷市场中占有举足轻重的地位^[2]。自20世纪80年代在东北地区推广水稻旱育稀植种植技术以来^[3],水稻生产取得丰硕成果。其原因是旱育苗比湿润育苗和直播苗在播种期上分别提早10和20 d,从而延长了生育期,而且比湿润育苗和直播苗多获得了200~400 $^{\circ}\text{C}$ 有效积温,从根本上克服了东北地区生育期短、积温少的劣势,同时又充分利用了东北地区昼夜温差大这一自然优势^[4-5]。

该地区水稻在育秧棚向本田移栽后,一般根据当地气候需要6~10 d的返青期。种植户在水稻插秧后3 d内施用硫酸铵或尿素作为返青肥,或者将返青肥与分蘖肥一同施用,有的种植户不施用返青肥。水稻返青肥的研究与应用较多,如李旭红等^[6]研究了水稻除草返青肥的应用效果;

李阳等^[7]研究了水稻免追返青肥与减肥增效技术;任学坤等^[8]研究了硅肥作为返青肥的应用效果;张卫星等^[9]研究了微生物菌剂对秧苗生长的影响。但以氨基酸水溶肥在水稻苗床施用代替返青肥的试验研究鲜见报道。

本研究针对东北地区水稻返青期长,施用返青肥用工多,水稻施肥次数多,操作不统一等问题,以新型氨基酸水溶肥为试验材料,移栽前2~3 d苗床喷施,以苗床施用形式代替本田施用返青肥。观察测量东北地区各试验点水稻返青期、移栽后15 d秧苗素质与秋收时每穴株数、产量情况,研究其代替水稻返青肥的可能性,以期为该地区水稻生产提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种均为试验所在地生产中常用品种。沈阳市:沈稻505;辽阳市:辽粳1402;德惠市:吉粳511;松原市:吉宏6;桦川县:龙粳3;方正县:龙粳50;绥化市北林区:绥粳18。

供试肥料:氨基酸水溶肥料为祗旺(水剂型,氨基酸 $\geq 110\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{Mn}+\text{Zn}\geq 24\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 及镁、铁、铜、钼、硫等其他微量元素),由意大利西捷集团生产,先正达(中国)投资有限公司经销。

微生物菌剂为岱波路(液体,有效成分为解淀粉芽孢杆菌KN-527,其有效活菌数 ≥ 100 亿活芽

收稿日期:2023-02-10

基金项目:黑土地保护与利用科技创新工程专项(XDA2810-0000);黑龙江省自然科学基金(LH2021C091);黑龙江省重点研发计划(GA22B014);黑龙江省主要作物有害生物监测预警与综合防控技术研究(GY2022ZB0050)。

作者简介:张茂明(1974—),男,硕士,副研究员,从事农作物植物保护研究。E-mail:zkzzmm@163.com。

胞·mL⁻¹),先正达(中国)投资有限公司生产。

硫酸铵(氮含量≥21%),鲁西化工集团股份有限公司生产。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2022年在辽宁省沈阳市郊区、辽阳县,吉林省德惠市、松原市,黑龙江省绥化市北林区、方正县、桦川县共7个试验点进行。

表 1 试验设计

处理	药剂	用量	喷液量/[L·(667 m ²) ⁻¹]	施药时期	施药方式及次数
1	氨基酸水溶肥	11.0 L·(667 m ²) ⁻¹	37	移栽前 2~3 d	苗床喷施一次施药,药后洗苗 5~10 min
2	氨基酸水溶肥+微生物菌剂	9.2 L·(667 m ²) ⁻¹ + 1.8 L·(667 m ²) ⁻¹	37	移栽前 2~3 d	苗床喷施一次施药,药后洗苗 5~10 min
3	常规处理(硫酸铵)	5 kg·(667 m ²) ⁻¹	37	移栽后 0~3 d	本田随水冲施或全田吡溜
4	空白对照	清水	37	移栽前 2~3 d	苗床喷施

1.2.2 测定项目及方法 水稻插秧后,由绿转黄要经过一段生育停滞,然后再由黄转绿恢复生长的时期,称为水稻返青期,水稻叶片挺立、出生4叶展开即为水稻返青结束^[10]。调查移栽后试验田返青天数,测量移栽后15 d水稻农艺性状,包括株高、根长、株鲜重(每10穴为一个测量单位)、根鲜重(每10穴为一个测量单位),秋季查验分蘖数、测量产量。

各试验点分别于水稻移栽本田后15 d使用植物营养测定仪(TP-4)测量水稻叶片叶绿素、氮含量。为了减小误差,测定时间统一在9:00—10:00进行,每个处理取平均值。

采用田间随机区组试验方法,设置氨基酸水溶肥、氨基酸水溶肥+微生物菌剂、常规施肥和清水对照4个处理,3次重复,每个处理育秧棚43.2 m²、本田667 m²,除试验处理外,其他秧田管理、本田管理同当地常规生产。育秧棚喷施处理前,各试验处理用塑料隔板间隔地上高度70 cm,地下深度30 cm区分。试验处理见表1。

1.2.3 数据分析 用DPS 13.5软件中邓肯氏新复极差法(DMRT法)对试验数据进行差异显著性分析^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻返青天数的影响

由表2可知,处理1稻苗返青速度最快,平均返青天数6.9 d,较CK提前返青3.1 d;其次为处理2平均返青天数7.3 d,较CK提前返青2.7 d;且处理1和处理2较CK处理差异极显著($P<0.01$),说明使用氨基酸水溶肥和氨基酸水溶肥+微生物菌剂处理促进水稻返青效果显著。

表 2 不同施肥处理对水稻返青天数的影响

处理	返青天数/d							平均返青天数/d	比CK提前 天数/d
	沈阳市	辽阳市	德惠市	松原市	桦川县	方正县	北林区		
1	6	8	5	5	9	8	7	6.9 cB	3.1
2	7	7	5	6	10	9	7	7.3 bcB	2.7
3	8	9	7	7	10	10	9	8.6 abAB	1.4
4(CK)	10	10	8	9	12	10	11	10.0 aA	-

注:表中数字为3次重复平均值,不同大小写字母分别表示处理间在 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 不同施肥处理对水稻秧苗素质的影响

2.2.1 株高和根长 由表3可知,处理1、处理2、处理3水稻秧苗移栽本田15 d的株高较CK增加6.9%~13.9%;根长较CK增加5.1%~15.2%,说

明氨基酸水溶肥、氨基酸水溶肥+微生物菌剂和常规施肥对水稻苗期的株高、根长具有促进效果。对水稻苗期各指标进行差异显著性分析,处理1在7个试验点的水稻株高最高,为21.3 cm,与处

理2、处理3无显著性差异,显著高于处理4;处理1水稻的根长最长,为11.4 cm,与处理2无显著性差异,显著高于处理3和处理4。说明移栽前

2~3 d苗床喷施氨基酸水溶肥处理对水稻苗期株高、根长生长促进效果最好。

表3 不同施肥处理对水稻移栽15 d后秧苗株高和根长的影响

项目	处理	沈阳市	辽阳市	德惠市	松原市	桦川县	方正县	北林区	平均	较CK提高/%
株高/cm	1	22.8 aA	18.9 aA	21.6 aA	23.6 aA	18.8 aA	20.5 aA	22.7 aA	21.3 aA	13.9
	2	21.2 aA	18.5 aA	22.9 aA	22.7 aA	18.1 aA	20.1 aA	21.6 aA	20.7 aA	10.7
	3	21.6 aA	18.1 aA	21.3 aA	21.6 aA	17.6 abA	18.9 abA	20.9 aA	20.0 aA	6.9
	4(CK)	20.3 bA	17.6 bA	19.3 bA	20.4 abA	16.5 abA	17.8 bA	19.1 bA	18.7 bA	-
根长/cm	1	12.2 aA	10.9 aA	11.8 aA	11.3 aA	10.6 aA	11.0 aA	12.2 aA	11.4 aA	15.2
	2	11.6 abA	10.3 aA	12.1 aA	11.0 aA	10.1 abA	10.1 abA	11.9 abA	11.0 aA	11.1
	3	11.5 abA	9.7 abAB	11.2 aA	10.4 bA	9.9 abA	9.5 bAB	10.6 bcAB	10.4 bAB	5.1
	4(CK)	11.1 abA	9.1 bAB	10.6 bA	9.9 abA	9.5 abA	8.9 cB	10.1 bAB	9.9 bcAB	-

2.2.2 株鲜重和根鲜重 由表4可知,处理1 稻
苗10穴平均株鲜重和根鲜重最重,分别为31.6 g、
30.9 g,较CK分别提高16.1%和19.7%;其次为
处理2,10穴平均株鲜重30.2 g,根鲜重29.9 g,较
CK分别提高11.0%和15.9%;株鲜重数值最高的

处理1与处理2、处理3无显著性差异,显著高于
处理4。根鲜重数值最高的处理1与处理2无显著
性差异,极显著高于处理3、处理4。说明移栽前
2~3 d苗床喷施氨基酸水溶肥对水稻返青后15 d
秧苗10穴平均株鲜重、根鲜重的增加效果较显著。

表4 不同施肥处理对水稻移栽15 d后秧苗株鲜重和根鲜重的影响

项目	处理	沈阳市	辽阳市	德惠市	松原市	桦川县	方正县	北林区	平均	较CK提高/%
株鲜重/[g•(10穴) ⁻¹]	1	34.2 aA	31.9 aA	30.5 aA	32.6 aA	25.8 aA	33.1aA	33.1aA	31.6 aA	16.1
	2	33.6 abA	30.7 abA	28.6 bAB	31.7 aA	24.3 abA	31.5 aA	31.2 abA	30.2 abA	11.0
	3	33.1 abA	29.8 abA	28.3 bAB	27.7 bA	22.9 bAB	30.4 aA	30.8 abA	29.0 abA	6.6
	4(CK)	31.9 bA	28.1 bA	26.3 bA	26.9 bA	21.7 bAB	28.1 bA	27.6 bA	27.2 bA	-
根鲜重/[g•(10穴) ⁻¹]	1	32.4 aA	31.6 aA	30.7 aA	30.6 aA	27.9 aA	31.1 aA	32.6 aA	30.9 aA	19.7
	2	31.6 aA	30.6 aA	28.2 abA	31.5 aA	27.4 aA	30.2 aA	30.3 abA	29.9 aA	15.9
	3	30.7 abAB	28.9 bB	26.4 bB	28.8 bB	25.5 bB	28.8 bB	28.2 bAB	28.2 bB	9.3
	4(CK)	27.3 bB	25.4 cC	24.5 cC	25.6 bC	23.8 cC	26.9 cC	27.1 cB	25.8 cC	-

2.2.3 秧苗氮和叶绿素含量 由表5可知,处理3
水稻秧苗氮含量最高,7个试验点水稻秧苗平均
氮含量为15.4 mg•g⁻¹,较CK提高32.8%;其次
为处理1,各试验点平均氮含量为13.4 mg•g⁻¹,较
CK提高15.5%;再次为处理2各试验点平均氮含
量为13.2 mg•g⁻¹,较CK提高13.8%。处理3的
秧苗氮含量与其他处理差异达极显著水平,说明移
栽后0~3 d喷施硫酸铵5 kg•(667 m²)⁻¹的处理
对水稻秧苗氮含量的提高有明显促进作用。

处理1、处理2、处理3水稻秧苗移栽本田
15 d的叶绿素含量较CK增加9.2%~21.2%;其
中处理1水稻的叶绿素含量最高,SPAD值为
40.6,处理2次之,SPAD值为39.5,处理1、处理2
无显著性差异,但两者显著高于处理3和处理4。
说明施用苗床送嫁肥或返青肥对水稻苗期的叶绿
素含量均有促进作用,但施用苗床送嫁肥效果
更好。

表 5 不同施肥处理对水稻移栽 15 d 后叶片氮和叶绿素含量的影响

项目	处理	沈阳市	辽阳市	德惠市	松原市	桦川县	方正县	北林区	平均	较 CK 提高/%
氮含量/(mg·g ⁻¹)	1	13.5 bB	14.1 abB	13.0 bB	12.4 bB	13.8 bB	14.5 abB	12.6 bB	13.4 bB	15.5
	2	12.9 bB	13.9 bB	12.6 bB	13.0 bAB	14.0 bAB	13.3 bB	12.9 bB	13.2 bB	13.8
	3	15.1 aA	16.3 aA	15.8 aA	14.2 aA	15.6 aA	16.1 aA	14.9 aA	15.4 aA	32.8
	4(CK)	11.2 cC	12.6 cC	12.5 bB	11.3 cC	10.7 cC	11.2 cC	11.9 cC	11.6 cC	-
叶绿素含量/ SPAD 值	1	41.1 abAB	45.4 aA	39.5 aA	38.2 aA	37.3 aA	43.6 aA	38.9 aA	40.6 aA	21.2
	2	42.3 aA	43.8 abA	36.9 aAB	38.3 aA	35.9 bAB	41.4 abAB	37.6 abA	39.5 aAB	20.8
	3	36.6 bB	38.1 bB	35.7 bBC	33.8 bB	34.2 bBC	37.2 bB	34.4 bB	35.7 bBC	9.2
	4(CK)	33.9 cC	35.8 cC	31.7 cC	31.2 bcC	30.6 cC	35.4 cC	32.1 cC	32.7 cC	-

2.3 不同施肥处理对水稻分蘖和产量、经济效益的影响

2.3.1 分蘖 由表 6 可知,处理 3 水稻秧苗分蘖数最高,平均为 24.6 株·穴⁻¹,较 CK 提高 7.4%;其次为处理 1,平均为 24.2 株·穴⁻¹,较 CK 提高 5.7%;处理 2 各试验点平均分蘖数为 23.8 株·穴⁻¹,较 CK 提高 3.9%。不同处理间水稻分蘖数量差异不显著。

2.3.2 产量 处理 1、处理 2 和处理 3 水稻产量较 CK 增加 2.7%~6.3%,这说明氨基酸水溶肥、氨基酸水溶肥+微生物菌剂、硫酸铵对水稻产量增加具有促进效果。具体表现为处理 1>处理 2>处理 3,所有试验点平均产量分别为 653.9、638.8 和 632.0 kg·(667 m²)⁻¹。各试验处理间产量差异不显著。

表 6 不同处理对各试验点水稻分蘖和产量的影响

项目	处理	沈阳市	辽阳市	德惠市	松原市	桦川县	方正县	北林区	平均	较 CK 提高/%
分蘖数/(株·穴 ⁻¹)	1	27.1 aA	23.8 aA	24.5 aA	26.4 aA	19.3 abA	24.8 abA	23.3 aA	24.2 aA	5.7
	2	26.4 aA	23.3 aA	22.6 abA	26.6 aA	20.2 aA	25.5 aA	22.3 aA	23.8 aA	3.9
	3	27.3 aA	21.9 abA	25.1 aA	27.9 aA	20.9 aA	26.3 aA	22.7 aA	24.6 aA	7.4
	4(CK)	25.8 abA	22.6 aA	23.7 abA	24.2 abA	19.0 abA	25.1 aA	20.4 abA	22.9 aA	-
产量/ [kg·(667 m ²) ⁻¹]	1	690.1 aA	643.9 aA	665.7 aA	710.5 aA	610.0 aA	640.2 aA	616.8 aA	653.9 aA	6.3
	2	683.3 aA	638.8 aA	632.8 aA	673.9 aA	563.3 aA	673.2 aA	606.5 aA	638.8 aA	3.8
	3	675.6 aA	636.1 aA	630.3 aA	652.8 abA	558.3 aA	670.6 aA	600.6 aA	632.0 aA	2.7
	4(CK)	666.8 aA	615.2 abA	599.4 abA	657.4 abA	543.0 aA	648.9 aA	575.6 aA	615.2 aA	-

2.3.3 经济效益 由表 7 可知,与对照相比处理 1 净增效益最高,为 89.62 元·(667 m²)⁻¹,处理 3 净增经济效益增加 66.94 元·(667 m²)⁻¹;其次为

处理 2,与对照相比净增效益达 48.3 元·(667 m²)⁻¹,较常规处理 3 净增经济效益高 25.68 元·(667 m²)⁻¹;处理 3,与对照相比净增经济效益 22.68 元·(667 m²)⁻¹。

表 7 不同处理对水稻经济效益的影响

处理	肥料成本/ [元·(667 m ²) ⁻¹]	人工成本/ [元·(667 m ²) ⁻¹]	平均增产/ [kg·(667 m ²) ⁻¹]	增产效益/ [元·(667 m ²) ⁻¹]	净增效益/ [元·(667 m ²) ⁻¹]
1	10	1	38.7	100.62	89.62
2	12	1	23.6	61.36	48.36
3	16	5	16.8	43.68	22.68
4	0	0	0	0	-

注:处理 1、2 每个标准棚苗床喷药工费 60 元,每个标准棚秧苗可以插秧 60 株·(667 m²)⁻¹的本田,故人工成本核算为 1 元·(667 m²)⁻¹;处理 3 本田随水冲施或全田吡啶硫酸铵 5 kg·(667 m²)⁻¹的人工成本按 5 元·(667 m²)⁻¹计算;水稻按 2.6 元·kg⁻¹计算。

3 讨论

移栽后 0~3 d 喷施硫酸铵 $5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的处理 3 在 7 个试验点水稻移栽 15 d 后叶片平均氮含量最高,可能是由于硫酸铵是无机铵盐,其氮含量 $\geq 21\%$,在土壤中可以直接以铵离子形式被植物吸收,速效性好一些,所以该处理下氮含量最高。此时处理 1 和处理 2 试验点平均株高、株鲜重、根长、根鲜重高于处理 3,但 3 个处理株高、株鲜重差异不显著,根长、根鲜重差异显著。这可能是因为处理 1、处理 2 较处理 3 水稻返青快,生长提前,生长期相对较长。

本试验中移栽前 2~3 d 苗床喷施氨基酸水溶肥 $11.0 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的处理 1、移栽前 2~3 d 苗床喷施氨基酸水溶肥 $9.2 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ + 微生物菌剂 $1.8 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的处理 2 叶绿素含量较 CK 增加 21.2% 和 20.8%。叶绿素的组成元素是碳、氢、氧、氮、镁,铁为其合成上所必需的催化剂,锰、铜、锌和钼等微量元素在叶绿素的合成中具有间接作用^[12-14]。砧旺是氨基酸水溶肥料,同时含有锰、锌、镁、铁、铜、钼、硫等营养元素。氨基酸是由碳、氢、氧、氮、硫 5 种元素合成的有机物,丙氨酸、精氨酸、谷氨酸、甘氨酸、赖氨酸是合成植物叶绿素的主要氨基酸,这几种氨基酸充足,植物叶片里,叶绿素含量就高^[15-16]。由于氨基酸水溶肥料的营养成分更加均衡,而处理 3 只使用了硫酸铵,氮元素充足,但营养不够均衡,所以使用了氨基酸水溶肥的处理 1、处理 2 叶绿素含量最高,这与赵学梅等^[17]研究结果相一致。

同一施肥处理不同试验地点的分蘖数相差较大,其中各处理中桦川县试验点水稻分蘖数最低。这是由于水稻分蘖的多少不仅与前期营养供给有关,还与试验地农户选择的品种、后期分蘖肥的使用量、管理措施及管理水平、气候等因素有很大关系。桦川县试验点种植的龙粳 3 属稀植大穗型品种,分蘖能力较弱及当地阶段性低温是水稻分蘖数最低的主要原因。

由于 2022 年东北地区全年活动积温低于常年,春季水稻插秧后遇低温冷害,水稻返青期较常年晚 2~3 d,故产量较低。

微生物菌剂具有改良土壤、减少土传病害、促进根系生长、增强作物免疫的作用^[18-21]。张卫星等^[9]、

韩树鑫等^[22]相关研究认为在水稻育苗前拌种及育苗初期施用效果最佳。本研究结果表明,处理 2 的各性状均低于处理 1。两者区别在于处理 2 中减少了 $1.8 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 氨基酸水溶肥的用量,增加了 $1.8 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 微生物菌剂的用量。本研究中添加微生物菌剂的处理 2 较纯氨基酸水溶肥的处理 1 效果稍差,这与王东升等^[23]研究认为氨基酸水溶肥对莴笋植株生长、光合特性、产量等影响优于微生物菌剂相一致;也可能与微生物菌剂的使用时期有关,本研究在移栽前 2~3 d 苗床喷施微生物菌剂,棚内温度超过 25°C ,喷施后选苗 5~10 min,这样的环境可能影响了微生物菌剂的活性,具体原因待后期进行试验进一步验证。

水稻秧苗移栽前 2~3 d 苗床喷施氨基酸水溶肥 $11.0 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 的施肥方式,可以替代本田返青肥,降低了施药人工成本和肥料成本,氨基酸水溶肥对水稻在本田的秧苗素质有明显提升,主要体现在长势整齐,株高较高,叶片宽厚浓绿,根系发达。为后期产量形成奠定基础,产量增加 6.3%,净增经济效益 $89.62 \text{ 元} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 。

4 结论

苗床喷施氨基酸水溶肥会使水稻返青天数减少、促进水稻生长。水稻返青较不施肥处理提前 2.7~3.1 d。移栽后 15 d 调查显示,氨基酸水溶肥处理 1 和氨基酸水溶肥+微生物菌剂处理 2 的稻苗长势较好,株高较 CK 增加 10.7%~13.9%、根长较 CK 增加 11.1%~15.2%、株鲜重较 CK 增加 11.0%~16.1%、根鲜重较 CK 增加 15.9%~19.7%,产量较 CK 增加 3.8%~6.3%,净增经济效益较 CK 增加 $48.3 \sim 89.6 \text{ 元} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$,株高、根长、株鲜重、根鲜重、产量、净增经济效益都明显优于常规处理 3 和 CK。

参考文献:

- [1] 李宇. 东北地区水稻分布的时空演变特征及驱动机制分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(1): 73-76, 81.
- [2] 刘宝. 北方水稻寒地早育稀植育秧催苗技术推广与应用[J]. 农机使用与维修, 2017(6): 79-81.
- [3] 李宏久. 黑龙江省粳稻生产增长潜力探析[J]. 黑龙江粮食, 2014(1): 24-25.
- [4] 马飞. 寒地水稻早育稀植技术应用中存在的问题及解决办法[J]. 农业科技通讯, 2010(3): 101-102.
- [5] 彭彬. 北方寒地水稻早育稀植品种选择技术要点[J]. 中国

- 农技推广,2018,34(9):21,25.
- [6] 李旭红,周艳,万强,等.水稻除草返青肥的研制与应用[J].广东农业科学,2009(7):104-106.
- [7] 李阳,翟国勋,刘静祯.水稻免追返青肥技术与减肥增效[J].农场经济管理,2017(4):20-21.
- [8] 任学坤,胡远富,张合豫,等.寒地水稻对生物硅肥的生理效应[J].中国农学通报,2007(3):284-288.
- [9] 张卫星,金连登,李荣昌,等.不同育秧方式下百泰微生物菌剂对早籼稻秧苗生长的影响[J].中国稻米,2013(4):114-116.
- [10] 孙中义,肖明纲,赵北平,等.北方寒地水稻返青分蘖期高产栽培技术[J].中国种业,2021(5):113-115.
- [11] 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):33-36.
- [12] 陈义,王胜佳,王家玉.覆膜尿素对水稻叶绿素含量、酶活性及氨基酸组成的影响[J].浙江农业学报,2002(3):45-49.
- [13] 兰艳,伍鑫,王锦,等.施氮量对绿米稻叶绿素含量及光合特性的影响[J].云南农业大学学报(自然科学),2021(4):566-572.
- [14] 王芳东.红壤地区油茶和水稻叶绿素、全氮含量高光谱特征研究[D].南昌:江西农业大学,2022.
- [15] 谢群,王明学,闫洪海.复合氨基酸对小球藻的生长、叶绿素a含量及光合放氧量的影响[J].上海水产大学学报,2006(2):190-194.
- [16] 姚冬梅,张树林,张达娟,等.氨基酸对铜绿微囊藻生长及叶绿素荧光参数的影响[J].大连海洋大学学报,2021(3):446-453.
- [17] 赵学梅,刘笑吟,黄涛,等.控制灌溉条件下不同氨基酸水溶肥对水稻生长和产量的影响[J].灌溉排水学报,2022(10):65-72.
- [18] 黄小萱,张凯,侯小超.复合微生物菌剂对水稻生长及产量的影响[J].农业开发与装备,2021(12):185-186.
- [19] 马学兰,周连玉,巨家升.微生物菌剂在粮食作物生产中的应用研究进展[J].山西农业科学,2023(4):456-461.
- [20] 吕亮雨,段国珍,李发毅,等.微生物菌剂对枸杞生长及土壤养分的影响[J].江苏农业科学,2023(1):168-175.
- [21] 张爱琴.不同微生物菌剂对马铃薯产量的影响[J].农业科技与信息,2023(3):56-59.
- [22] 韩树鑫,郭欣,徐瑶,等.微生物菌剂对寒地水稻秧苗生长影响的研究[J].北方水稻,2021(2):34-36.
- [23] 王东升,王蓓,孙菲菲,等.含氨基酸水溶肥料和EM微生物菌剂对设施茼蒿生长和品质的影响[J].土壤,2020(4):796-801.

Effects of Applying Amino Acid Water-Soluble Fertilizer on Rice Greening and Yield in Seedling Bed

ZHANG Maoming

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Jiamusi Crop Pest Science Observation and Experiment Station of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Key Laboratory of Major Crop Breeding and Cultivation in Sanjiang Plain, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to promote the high quality and efficient production of rice in the Northeast region, this study used amino acid water-soluble fertilizer as the experimental material under the conventional planting mode of rice. The experiment was conducted by spraying amino acid water-soluble fertilizer on the seedling bed as the rice rejuvenation fertilizer. Four treatments and seven experimental points were set up to investigate their effects on the days of rice rejuvenation, seedling quality, and yield. The results showed that spraying $11.0 \text{ L} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ of basic amino acid water-soluble fertilizer 2-3 days before transplanting resulted in an average of 6.9 days of rejuvenation, 3.1 days earlier than CK; 15 days after transplantation, the plant height increased by 13.9% compared to CK, the root length increased by 15.2% compared to CK, the fresh weight of the plant increased by 16.1% compared to CK, the fresh weight of the root increased by 19.7% compared to CK, the chlorophyll increased by 21.2% compared to CK, and the nitrogen content increased by 15.5% compared to CK; The yield increased by 6.3% compared to CK, and the net economic benefit increased by $89.62 \text{ yuan} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ compared to CK. At the same time, the data of amino acid water-soluble fertilizer + microbial inoculants and conventional fertilization treatment were improved compared to CK treatment, but the overall experimental data was weaker than that of amino acid water-soluble fertilizer treatment. Amino acid water-soluble fertilizer can reduce the number of days for rice to turn green, promote rice growth, and increase yield and economic benefits.

Keywords: amino acid water-soluble fertilizer; seedling bed; Northeast China; rice