

吕小红,付立东,宋玉婷,等. 施氮处理对不同株型水稻产量及氮肥利用率的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(9):60-63.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.09.015

施氮处理对不同株型水稻产量及氮肥利用率的影响

吕小红¹, 付立东¹, 宋玉婷², 陈温福²

(1. 辽宁省盐碱地利用研究所, 辽宁盘锦 124010; 2. 沈阳农业大学水稻研究所, 辽宁沈阳 110161)

摘要:以穗型直立的紧凑型品种沈农 07425 和穗型弯曲的松散型品种秋光为材料, 研究不同施氮条件下 2 种株型品种的产量及氮肥利用率, 结果表明, 在一定范围内, 随着施氮量的提高, 紧凑型品种沈农 07425 和松散型品种秋光的产量增加。不同株型品种的氮肥利用率存在差异: 沈农 07425 的氮素谷物生产效率遵循低氮 > 中氮 > 高氮的趋势, 秋光中氮处理的氮素谷物生产效率大于低氮、高氮处理。沈农 07425 的氮收获指数、氮肥偏生产力均符合低氮 > 中氮 > 高氮的关系; 秋光的氮收获指数呈现低氮 > 高氮 > 中氮的趋势, 氮肥偏生产力符合低氮 > 中氮 > 高氮的关系。相较于完全不施肥对照, 计算氮肥利用率时选用磷钾肥对照更适宜。

关键词:施氮量; 株型; 水稻; 产量; 氮肥利用率; 谷物生产效率; 收获指数; 偏生产力

中图分类号: S511.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)09-0060-03

氮素是水稻生长发育所必需的三大营养元素之一, 对水稻产量的作用远大于磷和钾^[1-3], 施氮量的提高对增加水稻产量起着至关重要的作用^[4]。前人关于氮肥与产量关系的研究也比较多^[5-10], 但因水稻的品种、栽培环境、栽培措施、管理方法等方面不同而有很大的差异。本试验以不同株型水稻品种为材料, 研究其在施氮条件下的产量及氮肥利用率, 为提高不同株型水稻品种的氮肥利用率、指导农业科学施肥以及以氮素利用为目标的品种改良等方面提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2014 年在沈阳农业大学水稻研究所试验基地进行。以沈农 07425 和秋光为试验材料, 其中沈农 07425 穗型直立, 株型紧凑, 耐肥抗倒, 为典型的直立穗紧凑型品种; 秋光穗型弯曲, 株型较松散, 耐肥抗倒性较差, 为典型的弯曲穗松散型品种。

1.2 试验设计

采用盆栽方式, 盆钵直径 30 cm, 高 26 cm, 装土 13.25 kg/盆。土壤基本理化性质按鲍士坦的方法^[11]测定, 结果为全氮含量 1.1 g/kg, 全磷含量 2.8 g/kg, 全钾含量 34 g/kg, 有机质含量 29.8 g/kg, 水解氮含量 84.5 mg/kg, 有效磷含量 38.3 mg/kg, 有效钾含量 138.7 mg/kg, pH 值 5.65。

2 个水稻品种分别设 3 个氮肥水平: 低氮 (N1, 0.1 g/kg)、中氮 (N2, 0.15 g/kg)、高氮 (N3, 0.2 g/kg), 以完

全不施肥 (CK)、不施氮肥 (PK, 磷钾肥正常施用) 为对照, 其中氮肥梯度参考毛达如的《植物营养研究法》^[12] 而设定。共 10 个处理组合, 3 次重复, 完全随机排列。施用磷酸二铵 300 kg/hm² (其中所含的氮已包括在总氮里)、氯化钾 225 kg/hm²。氮肥分基肥、蘖肥、穗肥 (按 5:3:2 比例) 施入, 其中以尿素作为基肥, 硫酸铵作为蘖肥、穗粒肥追施, 磷肥和钾肥作为基肥一次性施入。4 月 12 日营养土保温早育苗^[13], 5 月 20 日插秧, 3 穴/盆, 1 株/穴。阴雨天气采用遮雨棚防止雨水冲刷, 其他栽培管理措施同生产田。

1.3 测定内容与方法

收获时, 各处理取有代表性的中等植株盆栽 3 盆, 计 90 盆, 单盆收获, 用于室内考种, 其余全部收获, 自然风干, 测产。

1.4 数据分析

应用 Excel 和 DPS 数据处理系统分析数据。其中, 氮肥的吸收和利用效率的计算参照刘立军等的方法^[14], 具体如下:

$$\text{氮素谷物生产效率} = \frac{\text{单位面积水稻籽粒产量}}{\text{单位面积植株氮素积累总量}};$$

$$\text{氮收获指数} = \frac{\text{成熟期单位面积植株穗部氮素积累量}}{\text{植株氮素积累总量}} \times 100\%;$$

$$\text{氮肥农学利用率} = \frac{\text{施氮区稻谷产量} - \text{不施氮区稻谷产量}}{\text{施氮量}};$$

$$\text{氮肥偏生产力} = \frac{\text{施氮区稻谷产量}}{\text{施氮量}}。$$

2 结果与分析

2.1 施氮处理对不同株型水稻品种产量的影响

施氮量对水稻产量产生影响^[15]。由图 1 可知, 在一定范围内, 随着施氮量的提高, 紧凑型沈农 07425 和松散型秋光的产量明显增加, N1、N2 和 N3 等 3 个施氮处理的产量均高于 PK、CK 等 2 个对照处理。沈农 07425 各处理的产量分别比对照 PK 增加 9.74%、10.43%、23.94%, 与对照 CK 相比分别增加 104.20%、105.48%、130.62%。秋光各处理的产量分别比 PK 处理增加 14.11%、40.82%、49.03%, 与 CK 处理相比分别增加 35.38%、67.06%、76.81%。

收稿日期: 2016-11-03

基金项目: 辽宁省科技厅重大攻关项目 (编号: 2008201002); 辽宁省博士科研启动基金 (编号: 20141169); 辽宁省水稻产业重大农技推广服务试点。

作者简介: 吕小红 (1983—), 女, 内蒙古赤峰人, 博士, 助理研究员, 主要从事水稻高产栽培研究。Tel: (0427) 2836038; E-mail: lvxiaohong1214@126.com。

通信作者: 付立东, 硕士, 研究员, 主要从事水稻高产栽培研究。Tel: (0427) 2836038; E-mail: fld1341@126.com。

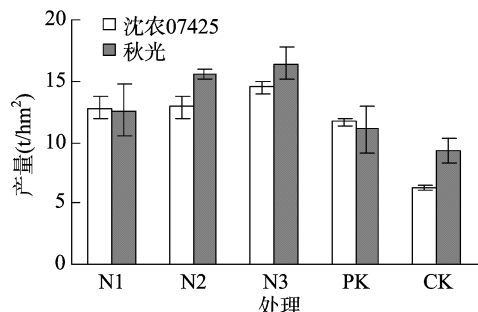


图1 施氮量对不同株型水稻品种产量的影响

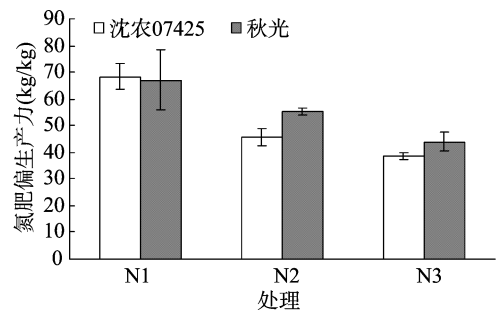


图4 施氮量对不同株型水稻品种氮肥偏生产力的影响

2.2 施氮处理对不同株型水稻品种氮肥利用率的影响

2.2.1 氮肥利用率 由图2可以看出,紧凑型沈农 07425 与松散型秋光各施氮处理的氮素谷物生产效率差别较大。沈农 07425 的氮素谷物生产效率遵循 N1 > N2 > N3 的趋势,且各处理间差异明显;秋光 N2 处理的氮素谷物生产效率最大。N1 处理下,沈农 07425 的氮素谷物生产效率大于秋光;N2、N3 处理下秋光的氮素谷物生产效率大于沈农 07425。沈农 07425 与秋光氮素谷物生产效率的差异可能与二者对氮素的敏感性不同所致。

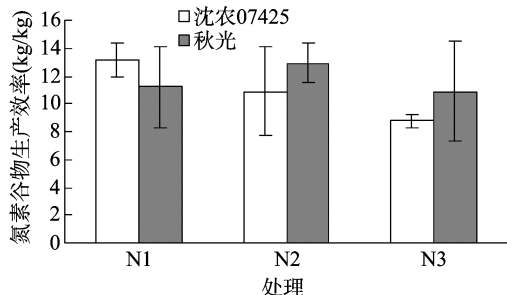


图2 施氮量对不同株型水稻品种氮素谷物生产效率的影响

2.2.2 氮收获指数 沈农 07425 与秋光各处理下的氮收获指数较为接近,均在 60% 以上,可见成熟期植株穗部氮素积累量占植株氮素积累量的比重较大,说明成熟期植株的氮素大部分转运到了穗部。2 个品种均在 N1 处理水平下氮收获指数最大,分别为 65.40%、69.39% (图3)。

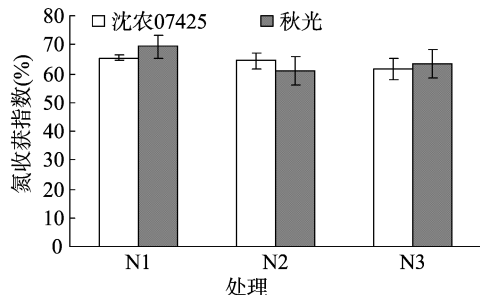


图3 施氮量对不同株型水稻品种氮收获指数的影响

2.2.3 氮肥偏生产力 由图4可知,沈农 07425、秋光的氮肥偏生产力均遵循 N1 > N2 > N3 的关系,且各处理间差异较大。N1 处理下,沈农 07425 的氮肥偏生产力大于秋光;N2、N3 处理下秋光的氮肥偏生产力大于沈农 07425。

2.2.4 氮肥农学利用率 由图5可知,2 个品种各施氮处理的氮肥农学利用率在与 PK、CK 对照分别比较时差异较大。与PK 比较时,沈农07425的氮肥农学利用率较小,而秋光的

氮肥农学利用率较大,N1、N2、N3 等 3 个处理下,秋光的氮肥农学利用率均远远大于沈农 07425 的氮肥农学利用率。沈农 07425 在 N3 处理下氮肥农学利用率最大,秋光在 N2 处理下氮肥农学利用率最大。与 CK 比较时,2 个株型品种的氮肥农学利用率均较大,且沈农 07425 的氮肥农学利用率大于秋光的氮肥农学利用率。沈农 07425 的氮肥农学利用率遵循 N1 > N2 > N3 的趋势,且 N1 与 N2、N3 处理间差异明显;秋光 N2 处理的氮肥农学利用率最大。以 PK、CK 为对照,2 个株型品种氮肥农学利用率的差异说明以 PK 为对照的单位施氮量的产量增加量小于以 CK 为对照的单位施氮量的产量增加量,这与 PK 处理下产量大于 CK 处理的结果吻合。

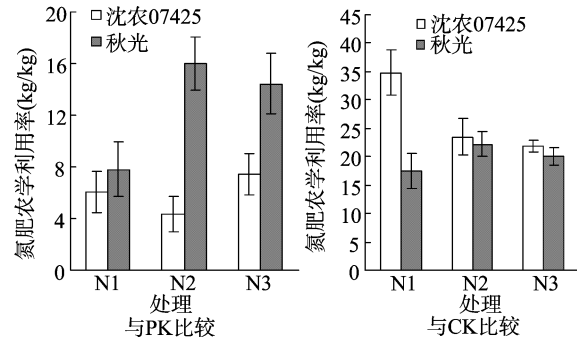


图5 施氮处理下不同株型水稻品种氮肥农学利用率的比较

2.3 品种与施氮水平对氮肥利用率的互作分析

表1中品种与施氮水平对氮肥利用率的互作分析表明,氮肥谷物生产效率、氮收获指数受品种、施氮水平及二者交互作用影响均未达显著水平。氮肥偏生产力受施氮水平影响达极显著水平。与PK 比较的氮肥农学利用率受品种因素影响显著,与CK 比较的氮肥农学利用率受品种、施氮水平及二者交互作用影响不显著。

表1 品种与施氮水平对氮肥利用率交互作用的 F 检验

指标	氮肥谷物生产效率	氮收获指数	氮肥偏生产力	氮肥农学利用率	
				与 PK 比较	与 CK 比较
A	0.30	0.15	2.17	5.66 *	1.69
B	1.25	2.21	25.49 **	0.73	0.35
A × B	1.35	1.45	1.46	1.11	2.81

注: $F_{0.05(12,1)} = 4.75$, $F_{0.01(12,1)} = 9.33$; $F_{0.05(12,2)} = 3.89$, $F_{0.01(12,2)} = 6.93$ 。A 代表品种株型,B 代表施氮水平。*、** 分别表示 F 值在 0.05、0.01 水平上显著。下表同。

2.4 产量与氮肥利用率的相关分析

表2说明产量与氮肥利用率的相关性在沈农 07425 与秋

光 2 个品种间存在差异。沈农 07425 的产量与氮收获指数显著负相关;秋光的产量与氮肥偏生产力显著负相关。与 PK 处理比较,2 个品种的产量与氮肥利用率的关系表现一致,均呈正相关($r=0.81, 0.92$),因此,计算氮肥利用率时空白对照更适宜选用磷钾肥对照。

表 2 产量及产量构成因素与氮肥利用率的相关系数

品种	氮肥谷物 生产效率	氮收获 指数	氮肥偏 生产力	氮肥农学利用率	
				与 PK 比较	与 CK 比较
沈农 07425	-0.88	-0.98 *	-0.72	0.81	-0.63
秋光	0.14	-0.88	-0.96 *	0.92	0.76

3 讨论与结论

氮素是影响水稻产量形成最敏感的元素,水稻生产实践中人们通常通过增施氮肥来提高水稻的产量^[16-17]。石庆华等的研究表明,两系杂交早稻适宜施纯氮量为 225 kg/hm² 左右,两系杂交中稻适宜施纯氮量 150 ~ 180 kg/hm²,两系杂交晚稻适宜施纯氮量 195 kg/hm² 左右^[18]。柳金来等研究认为,施氮量逐渐增高时,水稻产量也相应增加,但是当氮肥施用量达到一定水平时,再增施氮肥,产量上不会明显提高,甚至可能造成减产^[19]。任海等研究表明,超级稻盐丰 47 获得高产的适宜施氮量为 270 kg/hm²^[20]。本试验结果说明,在一定范围内,随着施氮量的提高,紧凑型品种沈农 07425 和松散型品种秋光的产量增加,因此可适当增大氮肥的施用量至 0.2 g/kg。

氮肥利用率一直是农业生产上关注的问题之一。张绍林等指出,当太湖地区稻田的施氮量由 46 kg/hm² 增加到 230 kg/hm² 时,氮肥生理利用率由 45.0 kg/kg 下降至 22.7 kg/kg^[21]。在大地丰以施基肥数量 450 kg/hm² + 150 kg/hm² 的方式与速效氮肥配比施用,一、二次基肥于 5.5~6.0,6.5~7.0 叶龄期施入的处理 C4(47:25:15:13:0) 的氮肥利用率可达到 46.58%^[22]。本试验中不同株型品种的氮肥利用率存在差异:沈农 07425 的氮素谷物生产效率遵循低氮 > 中氮 > 高氮的趋势,与江立庚等的结果^[23]一致,且各处理间差异较大。秋光中氮处理的氮素谷物生产效率最大,大于低氮、高氮处理。沈农 07425 与秋光各处理下的氮收获指数较为接近,沈农 07425 符合低氮 > 中氮 > 高氮趋势,秋光则呈现低氮 > 高氮 > 中氮的规律。沈农 07425、秋光的氮肥偏生产力均遵循低氮 > 中氮 > 高氮关系,且各处理间差异明显。

2 个品种各施氮处理的氮肥农学利用率在与磷钾肥对照、完全不施肥对照分别比较时差异较大。与磷钾肥对照做比较时,秋光的氮肥农学利用率均远远大于沈农 07425 的氮肥农学利用率;与完全不施肥对照做比较时,沈农 07425 的氮肥农学利用率大于秋光的氮肥农学利用率。2 个株型品种氮肥农学利用率的差异说明,以 PK 为对照的单位施氮量的产量增加量小于以 CK 为对照的单位施氮量的产量增加量,磷钾肥对照的产量大于完全不施肥对照。产量与氮肥利用率的相关性在沈农 07425 与秋光 2 个品种间存在差异。沈农 07425 的产量与氮收获指数显著负相关;秋光的产量与氮肥偏生产力显著负相关。值得注意的是,与 PK 处理比较,2 个

品种的产量与氮肥利用率的关系表现一致,均呈正相关,因此,计算氮肥利用率时空白对照更适宜选用磷钾肥对照。

本研究虽然在一定施氮水平范围内,紧凑型沈农 07425 的产量小于松散型秋光,但氮肥利用率各指标比较二者结果不一,2 个品种产量及氮肥利用率的差异与品种特性及盆栽条件下植株群体相对较小有一定关系。氮肥利用状况是各形态、生理指标的有机组合,这些因素协调得好,氮肥利用率自然会高。而沈农 07425 的硝化-反硝化气体损失量小^[24]、根系生理老化速度较小^[25]可能是紧凑型水稻品种的重要特点。沈农 07425 对氮肥更敏感,且更耐肥,适合地力水平高、施肥量高的地段种植。可见,选择适宜品种也是减少氮素损失、提高氮肥利用率的一种手段。因此,人们为发展农业生产,除大力增施氮肥外,还必须提高对氮素循环中各个环节的了解,以便在氮肥施用和管理上采取合理措施。

参考文献:

- [1] 陈爱忠,潘晓华,吴建福,等. 施氮量对双季超级稻产量、干物质生产及氮素吸收利用的影响[J]. 杂交水稻,2011,26(2):58-63.
- [2] 詹贵生,付立东. 氮肥施入量对水稻新品种桥科 951 生育及产量的影响[J]. 现代农业科技,2013(9):13-14,16.
- [3] 姜辉,王秋菊,孟英,等. 寒地水稻不同施氮水平对水稻产量、品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(14):222-225.
- [4] Makino A. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat[J]. Plant Physiology, 2011, 155(1):125-129.
- [5] 陈广红,付立东,王宇,等. 水稻新品种盐粳 228 配套栽培技术研究[J]. 辽宁农业科学,2010(3):47-49.
- [6] 邹长明,秦道珠,陈福兴,等. 水稻施肥技术: I. 氮肥施用的适宜时期与用量[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2000,26(6):467-470.
- [7] 佟彤,付立东. 氮肥不同施入量水稻新品种盐粳 228 产量的影响[J]. 北方水稻,2012,42(1):16-19.
- [8] 吕小红,付立东,王宇,等. 配比施用缓释肥与速效氮肥对机插水稻生长和产量的效应[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):83-85.
- [9] 隋鑫,吕小红,付雪蛟,等. 氮肥施入量对滨海盐碱地水稻生长发育及产量与光合效应的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):94-96.
- [10] 吕小红,付立东,宋玉婷,等. 施氮量对不同株型水稻产量及穗部性状的影响[J]. 江苏农业学报,2016,32(3):542-547.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000,159.
- [12] 毛达如. 植物营养研究法[M]. 北京:中国农业大学出版社,2005:8-10.
- [13] 陈温福. 北方水稻生产技术问答[M]. 北京:中国农业出版社,2010:78-80.
- [14] 刘立军,桑大志,刘翠莲,等. 实时实地氮肥管理对水稻产量和氮素利用率的影响[J]. 中国农业科学,2003,36(12):1456-1461.
- [15] 黄元财,王伯伦,王术,等. 施氮量对水稻产量和品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(5):688-692.
- [16] Zhu Z L. Fate and management of fertilizer nitrogen in agro-ecosystems[J]. Nitrogen in Soils of China,1997,74:239-279.
- [17] Buresh R, Witt C. Challenge and opportunity in improving fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated rice in China[J]. Agricultural Sciences in China,2002,1(7):776-785.

李召锋, 黄 润, 王竹琼, 等. 滴灌春小麦花后茎秆抗倒性变化[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(9): 63–66.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.09.016

滴灌春小麦花后茎秆抗倒性变化

李召锋¹, 黄 润², 王竹琼³, 杨新军¹

(1. 石河子大学农学院, 新疆石河子 832000; 2. 新疆农业科学院科研管理处, 新疆乌鲁木齐 830091;

3. 第十三师红山农场农业综合服务中心, 新疆巴里坤 833400)

摘要:以新疆主栽春小麦品种新春 6、11、17、26 号等为供试材料, 采用田间试验与实验室分析相结合的方法, 对花后不同时期抗倒性的变化进行研究。结果表明, 滴灌条件下春小麦花后第 2 节间机械强度呈先上升后下降的变化趋势, 花后 10~15 d 茎秆强度最大, 成熟期显著下降。新春 6、11 号花后 5~30 d 的抗倒性呈先上升后下降再上升的变化过程, 花后 10 d 抗倒性最强, 25 d 抗倒性最弱, 成熟期茎秆抗倒性有所恢复。新春 17、26 号抗倒性呈先上升后下降变化过程, 花后 10~15 d 抗倒性最强, 成熟期最弱。重心高、第 2 节间壁厚及干质量均呈先上升后下降的变化趋势, 不同品种峰值出现的时期不完全相同。不同基因型品种花后抗倒性变化规律不完全相同, 重心高、第 2 节间壁厚的变化是滴灌春小麦花后抗倒性变化的主要原因。

关键词:滴灌春小麦; 抗倒性; 倒伏指数; 遗传结构

中图分类号: S512.1⁺20.7; S512.1⁺20.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)09-0063-04

倒伏是指植株茎秆永久性偏离垂直位置的现象, 是制约小麦高产、稳产、优质的主要限制性因素之一, 是基因型、环境与植株互作的结果^[1-2]。在新疆等西北内陆荒漠绿洲干旱半干旱地区, 为节约用水、提高水分利用效率、保证粮食安全, 滴灌已成为该地区小麦种植中一种重要的种植模式^[3]。与常规漫灌相比, 滴灌小麦株高、叶面积、有效茎数增加, 生长速率加快, 容易形成较大的群体, 增加了滴灌小麦发生倒伏的风险^[4]。研究滴灌条件下春小麦花后抗倒性的变化规律, 对高产抗倒品种的选育具有重要的指导意义。一般认为, 株高及重心高较低、基部节间短粗、壁厚、充实度高、机械组织发达、纤维素、木质素含量高是小麦抗倒能力强的主要形态、结构、成分、生理学指标^[5-6]。前人对小麦抗倒性进行了大量的研究, 但多集中于花后至成熟期间的某个或少数几个时期, 对花后抗倒性变化规律的研究较少。小麦抽穗后的整个生育阶段都有可能发生倒伏^[7-10]。冯素伟等对开花后小麦抗倒性

变化规律进行了研究, 认为开花期单茎抗倒伏强度最大, 此后呈递减趋势, 成熟期抗倒性最弱^[11]。本试验对滴灌条件下 4 个春小麦主栽品种花后抗倒性变化规律进行研究, 以期对春小麦抗倒育种和栽培管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为新疆春小麦生产中大面积种植的 4 个小麦品种, 分别为新春 6、11、17、26 号, 均由石河子大学麦类作物研究所提供。试验于 2015 年在石河子大学农学院试验站进行。试验地前茬为小麦, 0~30 cm 土层有机质含量为 11.3 g/kg, 碱解氮含量为 26.53 mg/kg, 速效磷含量为 22.32 mg/kg, 土壤肥力中等。

1.2 试验设计

随机区组试验设计, 3 个重复, 5 个行区, 精量点播, 株行距为 5 cm×20 cm。滴灌春小麦全生育期灌水 8 次, 每次灌水 600 m³/hm², 灌溉周期为 10~15 d。全生育期基施尿素(含 N 量为 46.6%) 120 kg/hm², 磷酸二铵(含 N 量 16.5%, 含 P₂O₅ 47.5%) 150 kg/hm²; 在三叶期、拔节期、孕穗期追施尿素 4 次, 随水施肥, 各次用量分别为 75、150、75、75 kg/hm²。其他田间管理措施同当地大田。

收稿日期: 2016-10-01

基金项目: 新疆生产建设兵团“十三五”小麦育种专项(编号: 2016BA002); 石河子大学科学技术研究发展项目动植物育种专项(编号: CXJS2015-YZ05)。

作者简介: 李召锋(1981—), 男, 河南禹州人, 硕士, 实验师, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: hnlizhaofeng@163.com。

[18] 石庆华, 程永盛, 潘晓华, 等. 施氮量对两系杂交晚稻产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2000(4): 9-12.

[19] 柳金来, 宋继娟, 李福林, 等. 氮肥施用量对水田土壤肥力和水稻植株养分含量及产量的影响[J]. 农业与技术, 2000, 20(4): 8-12.

[20] 任 海, 付立东, 王 宇, 等. 不同氮肥施入量对超级稻盐丰 47 产量的影响[J]. 现代农业科技, 2016(3): 30-31, 34.

[21] 张绍林, 朱兆良, 徐银华, 等. 关于太湖地区稻麦上氮肥的适宜用量[J]. 土壤, 1988(1): 5-9.

[22] 吕小红, 付立东, 王 宇, 等. 配比施用缓释肥与速效氮肥对机

插水稻产量和氮肥利用率的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 115-118.

[23] 江立庚, 曹卫星, 甘秀芹, 等. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(4): 490-496.

[24] 吕小红, 陈温福, 宋玉婷, 等. 施氮条件下不同株型水稻品种的根系活力研究[J]. 北方水稻, 2014, 44(4): 7-11.

[25] 吕小红, 黄 河, 陈温福, 等. 施氮水平对不同株型水稻品种 N₂O 排放通量的影响[J]. 北方水稻, 2015, 45(6): 16-19.