

# 氮肥对寒地水稻齐穗后干物质积累及产量的影响

马波<sup>1,2</sup>,金正勋<sup>1</sup>,刘传增<sup>2</sup>,胡继芳<sup>1,2</sup>,袁明<sup>1,2</sup>,王俊强<sup>2</sup>,王宇先<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学农学院,黑龙江哈尔滨 150000;2. 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院,黑龙江齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为给寒地水稻高产栽培提供依据,采用不同的氮肥处理,研究了氮肥对水稻产量和干物质的影响,以及齐穗后干物质重与产量之间的相互关系。结果表明:氮肥对水稻产量和齐穗后不同时期的叶片、茎秆及总干物质重都有明显的增加作用,但过度增加氮肥,不仅干物质重增加不明显,而且也达不到高产水平。水稻齐穗期的干物质重与产量呈二次曲线关系,最佳值为  $9\,228 \pm 300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;水稻齐穗至成熟期干物质积累量与产量呈正相关关系,  $y = 1.1099x + 1\,960.6 (R^2 = 0.9899)$ 。

**关键词:**氮肥;水稻;齐穗期;干物质;产量

**中图分类号:**S511.062

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)02-0038-03

水稻产量形成的过程实质是干物质合成、积累、运转与分配的过程,而水稻干物质的合成积累量则是水稻产量形成的基础。氮素对水稻产量和干物质的形成都有较大的影响<sup>[1]</sup>,但是在不同的氮素水平下,水稻产量和干物质之间的相互关系则存在较大争议。有研究认为,齐穗后干物质积累高对水稻高产更重要,齐穗后的干物质生产量与稻谷产量呈显著至极显著正相关<sup>[2-4]</sup>,而有的研究正好相反<sup>[5-7]</sup>。为此采用单因素小区对比试验,详细研究氮素对水稻产量和干物质的影响情况,以及水稻齐穗后干物质重与产量的关系,为寒地水稻的高产栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试水稻品种为垦稻 12。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 试验于 2010 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验田进行,年积温  $2\,500 \sim 2\,700^\circ\text{C}$ ,年降雨量  $400 \sim 550 \text{ mm}$ 。土壤有机质含量为  $27.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,全氮为  $1.22 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,碱解氮为  $113.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效磷为  $26.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效钾为  $117.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

采用小区对比方法试验,设 4 个氮肥水平。N0 为不施氮肥处理,N1 为当地农民习惯施氮水平( $135.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),N2 为比当地水稻生产施氮肥

水平提高 30% 的施氮肥水平( $175.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),N3 为比当地水稻生产施氮肥水平降低 30% 的施氮肥水平( $94.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )。氮肥各时期施用比例为基肥:分蘖肥:穗肥 = 1:1:1。每个处理均施入纯磷  $69.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、纯钾  $67.2 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,磷肥作基肥用,钾肥作基肥和穗肥各 50% 施用。

采用旱育稀植栽培技术,插秧密度  $30.0 \text{ cm} \times 13.3 \text{ cm}$ ,小区面积  $20 \text{ m}^2$ ,单排单灌,随机区组排列,4 次重复,共 16 个小区。水分管理及病虫害防治方法与当地水稻生产相同。

**1.2.2 测定项目** 在齐穗期和成熟期,以平均茎蘖数为主要标准,取代表性植株每小区 6 丛测干物质重;成熟期取具有代表性的植株考察主要农艺性状,每处理选  $6 \text{ m}^2$  实割进行测产。所得数据采用 Excel 2003、DPS 8.01 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥对水稻产量的影响

施氮肥对水稻有显著的增产作用(见表 1),施氮区比 N0 对照区产量增加  $2\,560.5 \sim 3\,559.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。方差分析表明,不同施氮处理与 N0 产量差异均达到极显著水平,并且各处理产量有随着氮肥施用量的增加而增加的趋势,但是 N2 与 N1 相比产量不仅没有增加,而且还有下降的趋势。可见随着氮肥施用量的过度增加,中期造成无效分蘖多,生育期延迟,也达不到高产水平。随着各处理氮肥的增加,每穴穗数、每穗总粒数增加,但结实率及千粒重却逐渐下降,这也是高肥区产量没有增加的主要原因之一。

### 2.2 氮肥对水稻干物质重的影响

在不同的施氮量下,水稻齐穗期的干物质重也有所差别,从图 1 可以看出,随着施氮量的增加齐穗期植株的总干物质重也逐渐增加;同时从水稻各部位干重(见图 2、图 3)也可以看出,在齐穗期和成

收稿日期:2011-08-21

基金项目:黑龙江省科技攻关计划资助项目(GA09B102-2-4)

第一作者简介:马波(1982-),男,黑龙江省齐齐哈尔市人,在读硕士,研究实习员,从事水稻育种及栽培研究。E-mail:mb20031982@yahoo.com.cn。

通讯作者:金正勋(1960-),男,博士,博士生导师,从事水稻遗传育种研究。

表 1 垦稻 12 产量构成及产量方差分析  
Table 1 The variance analysis of yield and yield components of Kendao 12

处理 Treatment	每穴穗数/穗 Panicle number per hole	每穗总粒数/粒 Kernel total number per panicle	每穗实粒数/粒 Filledkernel number per panicle	结实率/% Seed-setting rate	千粒重/g 1000-kernel weight	产量/kg·hm <sup>-2</sup> Yield	差异显著性 Significant difference	
							5%	1%
N0	17.9	67.9	65.0	95.8	27.0	7137.0	c	C
N1	25.4	80.3	74.2	92.4	26.3	10696.5	a	A
N2	26.8	81.2	74.9	92.2	25.7	10644.0	a	A
N3	23.0	73.7	68.5	92.9	26.2	9697.5	b	B

熟期,无论是叶片干物质重还是茎鞘干物质重都会随着施氮量的增加而增加。这表明氮肥越多,水稻植株光合作用越旺盛,净同化量越多,植株的干物质质量也越多。但随着氮肥的不断增加,干物质重增加的趋势明显趋缓。

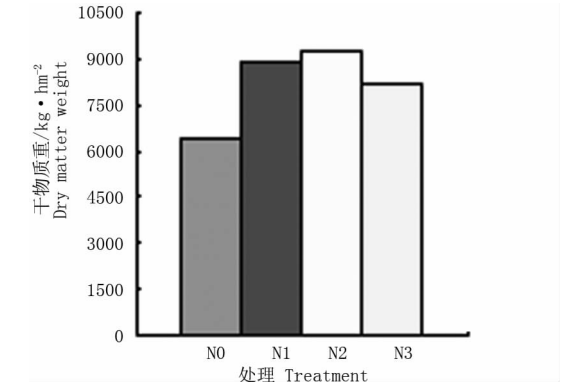


图 1 各处理齐穗期总干物质重  
Fig. 1 The total dry matter weight of different treatments at full heading stage

由图 2、图 3 不难看出,与齐穗期的叶片和茎鞘干物质重相比,成熟期的叶片和茎鞘干物质重都不再增加甚至略有下降,这表明从齐穗期开始水稻光合作用积累的有机物逐渐向穗部转移。

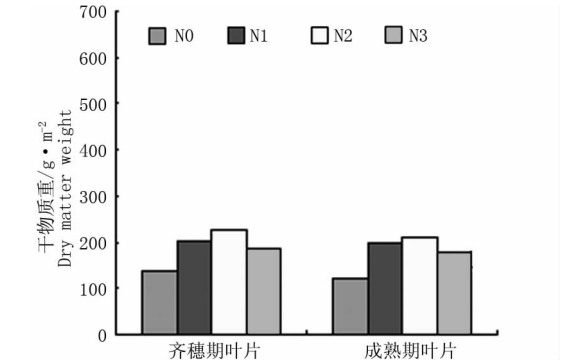


图 2 各处理不同时期叶片干重  
Fig. 2 Leaf dry matter weight of different treatments at different stages

2.3 齐穗期干物质重与产量的关系

从图 4 分析齐穗期的干物质重与产量的关系可以看出,产量有随干物质重先上升后下降的趋

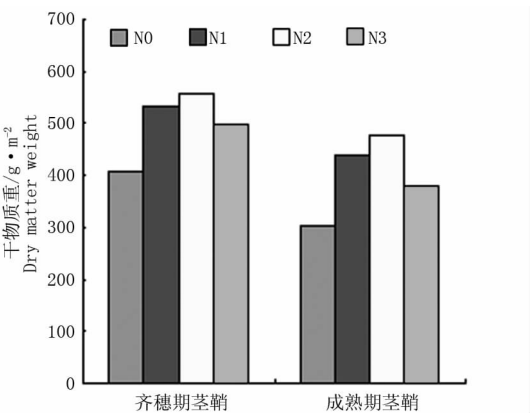


图 3 各处理不同时期茎鞘干重  
Fig. 3 Stem and sheath dry matter weight of different treatments at different stages

势,并且呈显著的二次曲线关系。同时获得了齐穗期干物质重与产量的关系方程,方程的决定系数( $R^2$ )为 0.983 7,表明该方程有较高的决定程度。对该方程的两边同时做一阶导数,计算出齐穗期干物质重:9 228±300 kg·hm<sup>-2</sup>为宜,过高或过低均不利于高产的形成。由此可见在齐穗期前干物质过少,群体生长量小,会造成后期穗数不足难以达到高产;相反这段时间干物质过多,群体生长过旺,田间通风透光条件差,同样难以达到高产水平。

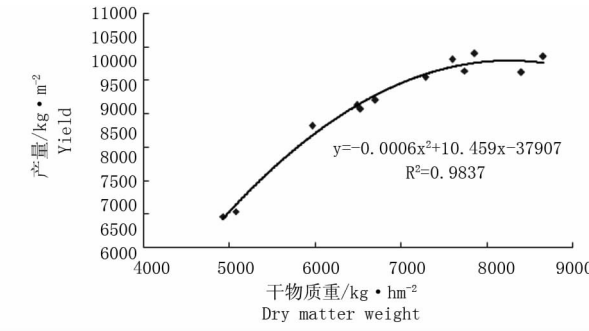


图 4 齐穗期干物质重与产量的关系  
Fig. 4 Relationship between yield and dry matter weight at full heading stage

2.4 齐穗至成熟期干物质积累与产量的关系

齐穗至成熟期是水稻产量形成的关键时期,水稻产量的 70%以上来自于齐穗后的光合积累。

进一步分析不同处理齐穗至成熟期干物质积累量来看(见图5),水稻的产量会随着这段时间干物质积累量的增加而增加,并且呈正相关关系。同时获得了齐穗至成熟期干物质积累量与产量的关系方程,方程的决定系数( $R^2$ )为0.9899,同样具有较高的决定程度。根据该方程可以计算出,如果想获得 $9\,750\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上的高产,就必须将齐穗至成熟期的干物质积累量提高到 $7\,018.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上。可见,齐穗至成熟期干物质积累量对水稻产量起着决定性的作用。

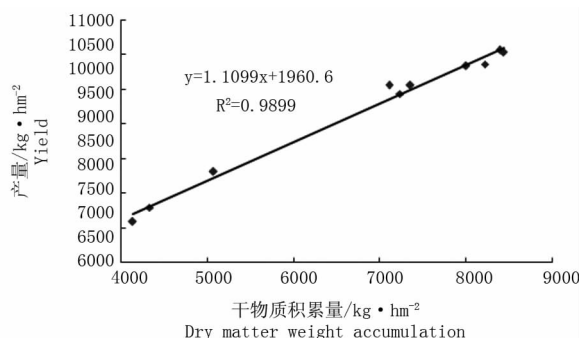


图5 齐穗至成熟期干物质积累量与产量的关系  
Fig. 5 Relationship between yield and dry matter weight accumulation after full heading stage

### 3 结论与讨论

试验结果表明,氮肥的施用对水稻产量具有显著的增加作用,但过度增加氮肥,也达不到高产水平。增加施氮量会增加齐穗期总干物质重,同时齐穗期和成熟期的叶片和茎鞘干重也都会增加。

干物质是水稻产量形成的基础,该试验结果表明,水稻齐穗期的干物质重与产量呈二次曲线

关系,水稻齐穗期的干物质重最佳值为 $9\,228\pm 300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;水稻齐穗至成熟期干物质积累量与产量呈正相关关系, $y=1.1099x+1\,960.6$ ( $R^2=0.9899$ )。应努力将齐穗至成熟期的干物质积累量提高到 $7\,018.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上。由此可见,水稻齐穗期的干物质重并非越多越好,而是适度最好;而在齐穗期以后则是干物质积累的越多越好,这与朱从海等<sup>[8]</sup>的研究一致。因此,在适宜的群体条件下,应最大限度地挖掘齐穗后的光合生产能力和物质积累能力,努力增加净同化量,从而提高产量。而如何确定适宜的群体结构来控制水稻齐穗期的干物质重,并且提高齐穗期后的干物质积累量,还将有待于进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 杨益花,张亚洁,苏祖芳.施氮量对杂交水稻产量构成因素和干物质积累的影响[J].天津农学院学报,2005,12(1):5-8.
- [2] 凌启鸿,张洪程,苏祖芳,等.水稻高产群体质量及其优化控制技术探讨[J].中国农业科学,1993(6):1-12.
- [3] 彭显龙,刘元英,罗盛国,等.实地氮肥管理对寒地水稻干物质积累和产量的影响[J].中国农业科学,2006,39(11):2286-2293.
- [4] 范淑秀,陈温福,王嘉宇.高产水稻品种干物质生产特性研究[J].辽宁农业科学,2005(3):6-8.
- [5] 颜振德.杂交水稻高产群体的干物质生产的分配的研究[J].作物学报,1981,7(1):11-18.
- [6] 吕建林,林守勇,修启贵.杂交稻的物质生产与产量优势的形成[J].福建农业大学学报,1995,24(4):384-388.
- [7] 肖应辉,余铁桥,陈立云,等.两系亚种间杂交稻干物质生产特性的研究[J].湖南农业大学学报,1999,25(6):425-429.
- [8] 朱从海,严军,张亚平,等.种植密度和施氮水平对武梗15产量和物质积累的影响初探[J].中国稻米,2008(5):46-49.

## Effects of Nitrogen Fertilizer on Dry Matter Accumulation after Full Heading Stage and Yield of Rice in Cold Region

MA Bo<sup>1,2</sup>, JIN Zheng-xun<sup>1</sup>, LIU Chuan-zeng<sup>2</sup>, HU Ji-fang<sup>1,2</sup>, YUAN Ming<sup>1,2</sup>, WANG Jun-qiang<sup>2</sup>, WANG Yu-xian<sup>2</sup>

(1. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150000;  
2. Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to provide the theory basis for rice high yield cultivation in cold region, the effects of nitrogen fertilizer on rice yield and dry matter, and the relationship between dry matter after full heading stage and yield were studied. The results showed that nitrogen fertilizer could significantly increase rice yield and dry matter weight of leaf, stem, sheath and entire plant in different periods. But under conditions of the excessive nitrogen fertilizer, not only dry matter was not increased significantly, but also yield did not reach high level. Dry matter weight at full heading stage and yield had a conic relationship, and the best value was  $9\,228\pm 300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ . Dry matter accumulation after full heading stage had a positive relationship with the yield. The equation was  $y=1.1099x+1\,960.6$  ( $R^2=0.9899$ ).

**Key words:** nitrogen fertilizer; rice; full heading stage; dry matter; yield