

不同施氮水平对寒地水稻生长发育的影响

姜 辉,王秋菊,孟 英,王立志

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:采用单因素重复试验研究不同施氮水平对龙稻 5 号和东农 428 生长发育及产量的影响。结果表明:氮肥施用量大,水稻生育期延迟,植株晚熟,有效分蘖增加,但过量氮肥导致水稻无效分蘖也相应增加;不同施氮水平对龙稻 5 号和东农 428 的穗数 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、穗粒数、空瘪粒、千粒重及产量影响差异显著,龙稻 5 号的穗数 $\cdot\text{m}^{-2}$ 随施氮量的增加而增加,穗粒数、千粒重、产量在施氮水平 0~135 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 随施氮量的增加而增加,但施氮量达到 175 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,穗粒数下降,空瘪粒增高;东农 428 也具有相同的变化趋势。

关键词:水稻;氮肥;产量;品质

中图分类号:S511.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)08-0056-04

肥料是影响水稻生长发育的重要影响因子,对水稻个体发育、群体调控、产量和品质形成起到重要作用。肥料中尤以氮肥对水稻生长发育影响显著。随着农村经济的发展和生产条件的改善,稻农在追求水稻产量时一味以增施氮肥为主要手段,然而在一定范围内增施氮肥能起到增产作用,超过一定的施氮量不仅会引起水稻发育不良,产量下降,而且造成肥料浪费和环境污染,因此,合理施肥、提高肥料利用率是当前水稻生产上亟待解决的问题。根据黑龙江省寒地稻区特点,采用不同的氮肥施用水平,研究不同氮肥用量对寒地水稻生长发育及产量影响,为水稻合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为龙稻 5 号和东农 428。

1.2 试验地概况

试验地设在黑龙江省农业科学院试验田,地处黑龙江省第一积温带,年积温 2 700℃ 以上,年降雨量在 500~550 mm,供试土壤为草甸黑土,土壤 pH 6.75,有机质含量 44.6 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 186.4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 33.9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 153.2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.3 试验设计

采用单因素试验研究不同氮肥用量与水稻产量及品质的关系,试验设 4 个氮肥处理水平。N0 为不施氮肥处理,N1 为当地农民习惯施氮水平,N2 为比当地水稻生产施氮水平提高 30% 的施氮

水平,N3 为比当地水稻生产施氮水平降低 30% 的施氮水平(见表 1)。

氮肥各时期施用比例为基肥:分蘖肥:穗肥=1:1:1。所有处理(包括不施氮肥处理)均施用相同数量的磷肥和钾肥。磷肥作基肥用,钾肥作基肥和穗肥各 50%。

表 1 施肥水平与施肥量 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$

水平	N0	N1	N2	N3	P	K
纯量	0	135.0	175.5	94.5	69.0	81.0

1.4 调查项目及测定方法

1.4.1 生育期记载 记录水稻播种期、移栽期、返青期、分蘖期、拔节期、穗分化期、始穗期、齐穗期和成熟期。

1.4.2 茎蘖动态调查 从水稻移栽返青后以 10 丛样点定位。记载基本苗、高峰苗蘖数和成熟期的有效穗数。

1.4.3 植株干物重测定 在移栽期(秧苗)、齐穗期和成熟期 3 个时期,每期以平均茎蘖数为主要标准,取代表性植株每小区 6 丛,植株连根拔出,清洗,去根。把叶片、茎鞘、穗(齐穗期和成熟期)分开,烘干(方法:在鼓风烘箱中,105℃ 30 min 杀青,80℃ 下烘干至恒重),称干重。

1.4.4 植株吸氮量测定方法 在水稻分蘖期、拔节期、抽穗期、成熟期每小区取植株样品 5 丛,植株连根拔出,清洗,把叶片、茎鞘、穗和根分开,在鼓风烘箱中烘干,磨碎过 60 目筛,样品用浓硫酸—高氯酸消解法消解,凯氏定氮法测定全氮。

1.4.5 产量构成因素测定 有效穗每小区调查 30 丛。并计算每丛平均穗数,以平均穗数为标准,在小区不同区域取株高、穗型有代表性的植株 4 丛,测定其每穗总粒数和每穗实粒数等性状。

1.4.6 成熟期测产 每小区选 6 m^2 实割,晒干换算成标准含水量后计算产量,并从测产的样本中取样,测定千粒重。

收稿日期:2010-05-06

基金项目:国家水稻技术产业体系资助项目(GA09B102-2-1)

第一作者简介:姜辉(1981-),男,黑龙江省延寿县人,硕士,研究实习员,从事水稻耕作栽培与育种研究。E-mail:jianghui0205@hotmail.com。

1.5 数据分析

采用 Excel 和 DPS 数据处理软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同施氮水平对水稻生育时期的影响

通过对 2 个供试品种生育时期比较可知(见

表 2),不同施氮处理水稻返青期一致,说明此时不同处理的氮肥效应还没有反映出来。对龙稻 5 号而言,施肥量较大的处理 N1、N2 水稻分蘖期比不施肥处理 N0 提前 1~2 d,而且分蘖时间较长,主要是由于这 2 个处理氮肥施用量较大,能够促进水稻发生分蘖并供给植株分蘖阶段所需的养

表 2 不同施氮水平水稻生育时期比较

品种	处理	播种期	移栽期	返青期	分蘖期	孕穗拔节期	始穗期	齐穗期	成熟期
龙稻 5 号	N0	04-20	05-25	06-04	06-25	07-11	08-02	08-08	09-12
	N1	04-20	05-25	06-03	06-24	07-13	08-03	08-09	09-14
	N2	04-20	05-25	06-03	06-23	07-14	08-05	08-11	09-16
	N3	04-20	05-25	06-03	06-25	07-13	08-03	08-09	09-13
东农 428	N0	04-20	05-25	06-04	06-25	07-10	07-29	08-06	09-10
	N1	04-20	05-25	06-03	06-24	07-12	07-31	08-08	09-12
	N2	04-20	05-25	06-03	06-23	07-13	08-02	08-01	09-14
	N3	04-20	05-25	06-03	06-24	07-11	07-30	08-07	09-11

分,致使水稻分蘖期较长,孕穗拔节期拖后,导致水稻抽穗及成熟期整体拖后,N3 处理的水稻氮肥用量介于 N1 和 N0 之间,其生育时期与 N0 处理较接近,N3 处理水稻成熟期仅比 N0 晚 1 d,N1 比 N0 晚 2 d,氮肥施用量最高的 N2 处理的水稻成熟期比 N0 晚 4 d,东农 428 与龙稻 5 号的生育时期变化规律基本一致,整体看来,氮肥施用量大,水稻生育期延迟,植株晚熟。

2.2 不同施氮水平对水稻茎蘖动态的影响

从图 1 水稻分蘖动态调查来看,龙稻 5 号 N2 处理水稻分蘖数整体大于 N1、N3 处理,N1、N3 处理的水稻茎蘖数高于不施肥 N0 处理,高肥处理 N1、N2 水稻茎蘖分化在 6 月 29 日~7 月 6 日增长幅度较大,不施肥的 N0 处理水稻茎蘖分化时间稍长,由表 3 可知,此时龙稻 5 号 N0 处理的茎蘖数仍在增长,而其它处理则下降,至抽穗期趋于稳定,水稻成熟期的最终成穗数是 N2>N3>N1>N0。东农 428 的茎蘖动态变化趋势与龙稻 5 号相近(见图 2),但东农 428 的 N2 处理的茎蘖数在 7 月 13 日以前大于 N1 及其它处理,但在 7 月 13 日之后,其茎蘖数比 N1 处理下降得快,最后稍低于 N1 处理,但高于 N0 和 N3 处理,最终成穗数是 N1>N2>N3>N0,说明氮肥对水稻茎

蘖数的影响并不是肥量越高越好,氮肥过多会增加水稻的无效分蘖,导致群体过大,后期分蘖死亡率高,最终造成成穗率降低,但用氮量过低则不能满足水稻生长所需要的养分,同样也限制了水稻的分蘖潜力。这与徐春梅等人对籼稻研究的结果基本一致。

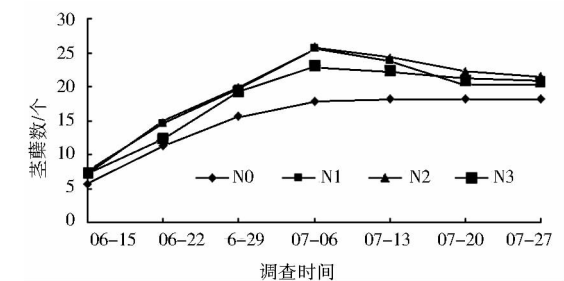


图 1 龙稻 5 号茎蘖数变化

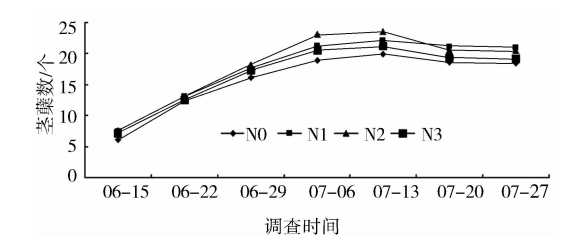


图 2 东农 428 茎蘖数变化

表 3 不同施氮水平水稻茎蘖数比较

品种	处理	06-15	06-22	06-29	07-06	07-13	07-20	07-27
龙稻 5 号	N0	5.63b	11.26b	15.70b	17.90c	18.20b	18.10b	18.10b
	N1	7.36a	14.53a	19.64a	25.70a	23.90a	20.50a	20.30a
	N2	7.49a	14.65a	19.89a	25.90a	24.10a	22.10a	21.50a
	N3	7.25a	12.38b	19.32a	23.12b	22.30a	20.90ab	20.80a
东农 428	N0	6.12b	12.31a	16.13b	18.91b	19.96b	18.62b	18.51b
	N1	7.39a	13.12a	17.65a	21.23ab	22.03ab	21.03a	20.95a
	N2	7.52a	13.15a	18.21a	23.16a	23.54a	20.54ab	20.53a
	N3	7.19a	12.54a	17.36ab	20.54ab	21.15b	19.26ab	19.24b

通过表 3 方差分析,在 6 月 15 日 2 个品种各处理茎蘖数施肥处理与不施肥处理差异显著,但施肥各处理间差异不显著;6 月 22、29 日、7 月 20、27 日 4 次调查结果显示,龙稻 5 号施肥处理与不施肥处理之间存在差异,但施肥处理间无差异,只有 7 月 6 日和 7 月 20 日处理 N2 和 N3 之间差异显著。东农 428 各处理间在 6 月 22 日差异不显著,从 6 月 29 日之后各处理间差异显著;氮肥用量对东农 428 分蘖影响较大,对龙稻 5 号分蘖影响次之,说明不同品种对土壤肥力反应存在差异,从氮肥对水稻分蘖动态变化来看,在水稻分蘖中、后期对氮肥用量反应明显。

2.3 不同施氮水平对植株干物重的影响

不同施氮水平对植株干物质积累影响不同,从表 4 可以看出,龙稻 5 号随着植株施氮量的增加,植株干物质积累量越大,在不同生育时期,植株体各部分的干物质积累量分布不同,分蘖期以叶部干物质积累所占的比重大,茎秆次之,根部最小;抽穗期以茎秆所占的比重较大,叶部和穗部次之,根最小;成熟期则以穗部比重大,茎叶次之,根最小。不同施氮处理植株各部分干物质积累分布趋势一致,但整体干物质质量均以 $N2 > N1 > N3 > N0$ 。东农 428 在水稻分蘖期和抽穗期干物质重量与龙稻 5 号变化趋势基本一致,但在成熟期 N1 和 N3 处理的穗部干物质重量高于 N2 处理,说明对于不同水稻品种并不是氮肥用量越高,植株穗部干物质重量越大。

2.4 不同施氮水平对水稻产量及产量性状的影响

由表 5 可以看出,水稻的穗数、穗粒数、空瘪

粒、千粒重及产量各处理间均达到显著和极显著水平,水稻的穗数随施氮量的增加而增加,龙稻 5 号的穗粒数在施氮水平为 $0 \sim 135 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时随施氮量的增加而增加,到 $175 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时穗粒数下降,而且空瘪粒高,2 个品种在 N2 处理条件下空瘪粒最高,千粒重下降,龙稻 5 号 N2 处理的千粒重分别低于 N1 和 N3 处理 0.7 g 和 0.4 g ,东农 428 的 N2 处理千粒重分别低于 N1 和 N3 处理 0.8 g 和 0.2 g 。通过氮肥用量与水稻产量性状进行相关分析(见表 7)得出,施氮水平与水稻穗数、产量的相关性较大,其次是穗粒数。

通过表 5 可以看出,在磷、钾肥用量固定的条件下,随着氮肥施用量($0 \sim 135 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)的增加,产量逐渐增加,施氮量达到 $175 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时产量下降,2 个品种 4 个氮肥处理之间通过方差分析(见表 6)差异达到极显著水平,龙稻 5 号不施氮处理 N0 产量为 $7\,254.6 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,施氮处理 N1 比 N0 增产 $2\,639.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比 N2 和 N3 分别增产 352.9 和 $943.4 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

东农 428 以 N2 处理产量最高,但与 N1 相比,产量仅增加 $434.9 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,N2 比 N0 和 N3 增加的幅度大,达 $3\,310.4$ 和 $1\,289.9 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,从 2 个品种来看,不同品种对氮肥的需求不同,从龙稻 5 号来看,氮肥施用量过大不仅不能增加产量,反而会降低水稻产量,说明水稻产量会在氮肥施用量一定的范围内随产量的增加而增加,超过一定范围则会产生负效应。从试验结果来看,东农 428 属于喜肥品种,在该试验施氮范围内,其产量随氮肥施用量增加而增加。

表 4 水稻植株干物质重量平均值与标准差

品种	处理	分蘖期			抽穗期			成熟期				
		叶	茎	根	叶	茎	穗	根	叶	茎	穗	根
龙稻 5号	N0	30.60±0.21	29.50±0.31	8.70±0.14	20.50±0.19	46.30±1.31	18.50±0.64	5.60±0.11	10.90±1.24	28.60±2.34	46.50±3.06	4.80±0.23
	N1	32.10±0.31	31.80±0.26	9.60±0.21	22.30±0.23	48.10±1.89	19.40±0.53	5.60±0.09	13.20±2.01	31.30±2.65	63.40±4.15	4.80±0.35
	N2	34.90±0.45	31.90±0.42	8.90±0.19	23.50±0.56	48.30±2.12	19.90±0.41	6.80±0.12	12.40±1.88	32.30±3.54	69.90±4.46	5.20±0.29
	N3	31.30±0.26	30.80±0.35	9.10±0.31	21.20±0.35	47.80±1.69	19.20±0.54	7.20±0.16	12.10±1.94	30.20±2.21	57.90±2.13	5.10±0.34
东农 428	N0	28.90±0.31	27.10±0.26	7.30±0.45	20.60±0.24	40.60±2.03	17.90±0.61	5.10±0.07	8.90±0.88	29.90±2.02	49.50±2.06	4.90±0.46
	N1	30.20±0.24	27.40±0.43	7.90±0.32	21.80±0.27	43.60±1.86	18.40±0.41	5.40±0.14	10.90±0.68	30.40±2.45	51.20±3.17	5.10±0.67
	N2	33.80±0.41	28.80±0.34	8.10±0.28	23.30±0.44	42.90±2.03	18.60±0.38	5.60±0.31	11.50±1.23	31.10±3.11	50.30±2.39	5.00±0.25
	N3	29.50±0.32	27.20±0.29	7.90±0.33	22.70±0.29	43.20±1.93	18.30±0.51	5.20±0.16	10.70±0.64	30.10±2.98	51.10±2.24	4.90±0.33

表 5 水稻产量性状及产量结果分析

品种	处理	穗数/穗·m ²	穗粒数/粒·穗 ⁻¹	空瘪粒/粒	千粒重/g	产量/kg·hm ⁻²
龙稻 5 号	N0	402.8Dd	85.2Cc	13.2Aa	25.4Bc	7254.6Bc
	N1	455.6Bb	98.3Aa	11.5ABb	26.2Aa	9894.3Aa
	N2	489.3Aa	94.5ABab	13.4Aa	25.5Bbc	9541.4Aab
	N3	432.7Cc	90.9BCb	10.2Bc	25.9ABb	8950.9Ab
东农 428	N0	398.4Bc	93.2Bb	15.3ABb	25.4Cc	7657.9BCc
	N1	457.7Ab	102.8Aa	13.9BCc	26.7Aa	10533.4Aa
	N2	473.6Aa	104.3Aa	16.9Aa	25.9BCb	10968.3Aa
	N3	464.2Aab	96.5Bb	12.8Cc	26.1ABb	9678.4ABb

注:a、b、c 表示 0.05 水平差异显著,A、B、C 表示在 0.01 水平差异显著。

表 6 水稻产量方差分析

差异源		SS	df	MS	F	F _{0.01}
龙稻 5 号	组间	12899572	3	4299857	24.07153 **	7.590992
	组内	1429027	8	178628.3		
	总计	14328599	11			
东农 428	组间	18129202	3	6043067	14.66238 **	7.590992
	组内	3297183	8	412147.9		
	总计	21426385	11			

注:**表示在 0.01 水平差异显著。

表 7 水稻产量性状相关分析

	氮肥	穗数	穗粒数	空瘪粒	千粒重	产量
氮肥	1					
穗数	0.971092	1				
穗粒数	0.870628	0.78213	1			
空瘪粒	-0.06529	0.169938	-0.23313	1		
千粒重	0.569028	0.367908	0.816139	-0.7375	1	
产量	0.937539	0.839754	0.970452	-0.31405	0.813462	1

3 结论与讨论

不同氮肥水平影响水稻生长发育,通过试验研究得出,随着氮肥用量的提高,水稻生育期延长,这与人研究结果一致;氮肥对水稻茎蘖数的影响并不是肥量越高越好,氮肥过多会增加水稻的无效分蘖,导致群体过大,后期分蘖死亡率高,氮肥过低则不能满足水稻生长所需的养分,同样也限制了水稻的分蘖潜力^[1-3],龙稻 5 号的 N1 处理和东农 428 的 N2 处理的水稻成穗率最高;龙稻 5 号的植株干物质积累以 N2>N1>N3>N0,东农 428 在水稻分蘖期和抽穗期干物质重量与龙稻 5 号变化趋势基本一致,但在成熟期 N1 和 N3 处理的穗部干物质重量高于 N2 处理,说明对于不同水稻品种并不是氮肥用量越高植株穗部干物质重量越大。

氮肥对水稻产量的影响是随氮肥用量的提高而增加,龙稻 5 号在氮肥用量为135.0 kg·hm²的施氮量时产量最高,但超过一定量后,水稻产量下降,这与大多数人研究结果一致^[4-7],在一定范围内增施氮

肥具有明显的增产作用,而并不是施用氮肥越多产量就越高,超过适宜的施用量增产效果不明显,甚至会造成减产;东农 428 以施氮175.5 kg·hm²时产量最高,说明不同品种对肥料的需求量存在差异,应根据品种制定相应的施肥措施。

参考文献:

[1] 黄元财,王伯伦,王木,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.

[2] 刘立军,王志琴,桑大志,等.氮肥运筹对水稻产量及稻米品质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2002,23(3):46-50.

[3] 马妍,任玉荣,诸亚铭.不同密度及施肥方式对水稻产量的影响[J].安徽农学通报,2007,13(15):85-86.

[4] 聂守军.水稻新品种绥梗 8 号适宜密度与施氮量研究[J].耕作与栽培,2007(6):41-42.

[5] 王慧新,王伯伦,张城,等.不同肥密条件处理对水稻产量与品质影响[J].沈阳农业大学学报,2007,38(4):462-466.

[6] 晏娟,尹斌,张绍林,等.不同施氮量对水稻氮素吸收与分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(5):835-839.

[7] 王仕玥.氮肥不同用量和施用方法对水稻产量性状的影响[J].河北农业科学,2008,12(6):49-50.

Study of Different Nitrogen Level on Rice Growth at Cold Area

JIANG Hui, WANG Qiu-ju, MENG Ying, WANG Li-zhi

(Grop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The effect of different nitrogen levels on rice yield and quality of Longdao No. 5 and Dongnong 428 through single factors experimental design. The result showed that the growing period of rice was delayed with the nitrogen level increased, effective tillers was increased, but excessive nitrogen fertilizer led to ineffective tillers also increased, the differences were significant by different nitrogen levels effect on rice panicle per square meters, grains per spike, air shriveled grain, 1000-grain weight and yield. The panicle per square meters of Longdao No. 5 was increased with the increasing of nitrogen. During the nitrogen level 0~135 kg·hm², the number of grains per spike, 1000-grain weight and yield was increased with the amount of nitrogen increasing, while nitrogen level in 175 kg·hm² the number of grains per spike was declined and air shriveled grain was high, Dongnong 428 had the same trend.

Key words: rice; nitrogen; yield; quality