

氮肥不同用量对北方粳稻群体质量及品质的影响

贾东¹ 孙雅君¹ 韩雷² 卢晶晶¹ 宋双¹ 杜晗¹

(¹ 辽宁省盐碱地利用研究所, 辽宁 盘锦 124010; ² 沈阳农业大学附属试验场, 沈阳 110161; 第一作者: carredags@126.com)

摘要:氮是植物体内氨基酸、蛋白质、核酸、辅酶以及光合色素分子等的组成成分, 因此, 氮的营养状况与许多生理过程密切相关。针对水稻氮肥用量过高这一突出问题, 本试验研究了氮肥施用总量对北方粳稻产量及其构成因素、叶面积指数、干物质积累、群体库容量以及品质特征等方面的影响, 进一步明确不同氮肥施用量条件下北方粳稻产量和品质形成的调控机制。结果表明, 施氮量的增加对叶面积指数、光合势及群体生长率有促进作用, 随着施氮量的增加, 水稻最高茎数、最高分蘖数、分蘖穗数和分蘖穗比例有逐渐增加的趋势; 增加施氮量会导致整精米率、蛋白质含量上升, 精米白度、食味值、峰值粘度、最低粘度、崩解值、最终粘度值降低, 但不同施氮量对直链淀粉含量影响不大。

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:** 1006-8082(2017)02-0071-04

我国是世界上水稻生产与消费的第一大国, 总产占世界第一, 种植面积仅次于印度, 全国有三分之二以上的人口以稻米为主食^[1]。随着耕地面积的减少和人口增长, 我国资源消耗与粮食安全、环境保护的矛盾日趋突出, 究其原因, 这与氮肥的不合理施用有很大关系^[2]。长期以来, 农民形成了施肥越多越增产的错误观念, 导致氮肥施用量越来越高, 大大超过了作物的吸收量^[3]。资料显示, 我国水稻种植面积占世界水稻种植面积的20%, 但水稻氮肥用量却占全球水稻氮肥总用量的37%。

在稻田生态系统中, 氮素是水稻产量提高的巨大动力, 对水稻生产的影响很大, 如何合理施用氮肥一直是水稻栽培体系中的重要研究课题^[4]。国内外许多学者对如何提高肥料利用效率进行了深入的研究, 并且取得了一定成果。一般认为, 氮肥利用率随着施氮量的增加会呈现出显著降低的趋势, 不合理的氮肥运筹方式也会导致田间生产力和氮肥利用率的降低^[5]。因此, 合理运筹氮肥, 在保证一定产量的前提下提高氮肥利用率是科技工作者需要研究的重大课题。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验选用当地主栽水稻品种龙粳 26 和龙粳 31 作为试验材料。

1.2 试验设计

采用裂区设计, 随机区组排列, 插秧规格为 30.0 cm×13.3 cm, 每丛 3 苗, 3 次重复。试验共设 4 个处理:

N0, 无氮肥区, 作为空白对照; N1, 施氮水平比当地水稻生产施氮水平降低 17% (纯氮 115 kg/hm²); N2, 即当地水稻生产施氮水平 (纯氮 138 kg/hm²); N3, 施氮水平比当地水稻生产施氮水平提高 17% (纯氮 161 kg/hm²)。

1.3 试验方法

于 4 月 19 日播种, 采用大棚旱育苗移栽, 育壮中苗, 秧龄 30~36 d, 叶龄 3.0~3.5 叶, 秧苗高 13 cm 左右, 5 月 21 日移栽, 每丛基本苗数为 4~5 苗, 确保每 m² 插植 25 丛以上, 插秧规格 30.0 cm×13.3 cm。采用间歇灌溉并晒田。除草措施及病虫害防治同常规生产田。9 月 30 日前后收获测产。

2 结果与分析

2.1 对产量及其构成因素的影响

从表 1 可见, 2 个品种产量都表现为 N3>N2>N1>N0。龙粳 26 低氮处理产量与中、高氮处理间差异达显著水平, 而龙粳 31 不同施氮量处理间的产量差异不显著; 对施氮条件下产量构成因素的比较分析发现, 在高氮水平下两品种的群体颖花量增加, 群体穗数增多, 增施氮肥对每穗粒数、千粒重和结实率影响不大; 氮肥利用率随施氮量的增加呈逐渐降低的趋势。

2.2 对穗部性状的影响

收稿日期: 2016-09-01

基金项目: 国家现代农业产业技术体系辽宁水稻创新团队建设 (辽农科[2013]271 号)

表 1 不同用量氮肥对水稻产量及其构成的影响

品种	处理	穗数 (个/m ²)	每穗粒数 (粒)	颖花量 (个/m ²)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/667 m ²)	实产 (kg/667 m ²)	氮肥农学利用率 (kg/kg)
龙粳 26	N0	322.9	70.22	22 735.9	97.01	27.16	399.7	321.6 c	
	N1	552.8	84.61	46 738.8	96.13	26.67	798.5	563.7 b	31.5
	N2	553.0	85.68	47 656.8	95.95	25.89	786.8	590.6 a	29.2
	N3	604.8	87.89	53 108.6	94.28	25.37	846.2	602.1 a	26.1
龙粳 31	N0	255.1	85.00	21 707.9	98.49	27.85	397.5	368.3 b	
	N1	398.2	110.21	43 952.8	97.63	26.91	771.2	588.5 a	28.6
	N2	382.0	113.98	43 759.8	97.21	26.55	751.6	606.6 a	25.8
	N3	425.6	106.71	45 353.6	97.57	26.18	772.6	606.8 a	22.1

同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

表 2 不同氮肥总量对穗部性状的影响

品种	处理	株高 (cm)	穗长 (cm)	每穗颖花数 (朵)	每穗受精颖花数 (朵)	着粒密度 (粒/cm)	单穗质量 (g/穗)	经济系数
龙粳 26	N0	77.25	13.03	70.15	68.08	5.35	1.84	0.55
	N1	92.22	14.48	84.48	81.21	5.81	2.16	0.60
	N2	92.48	14.58	85.60	82.10	5.82	2.11	0.60
	N3	96.10	14.60	87.91	82.85	6.00	2.09	0.62
龙粳 31	N0	87.51	15.43	85.00	83.75	5.48	2.31	0.56
	N1	102.51	16.51	110.21	107.66	6.65	2.88	0.57
	N2	103.51	16.65	113.96	110.83	6.81	2.92	0.58
	N3	105.53	16.30	106.70	104.15	6.50	2.71	0.56

从表 2 可见,2 个品种的穗长、株高随着氮肥施用量的增加而增加,受精颖花数和每穗颖花数增多,经济系数、着粒密度和单穗质量变大;在施氮量为 161 kg/hm² 条件下,龙粳 26 的性状表现突出,而龙粳 31 则在施氮量为 138 kg/hm² 条件下各项指标达到最大值(株高除外)。

2.3 对群体叶面积指数的影响

从图 1、图 2 可见,不同施氮量对龙粳 26 和龙粳 31 抽穗期和成熟期叶面积指数有一定影响,其抽穗期和成熟期叶面积指数随氮肥用量的提高有增大的趋势;在成熟期龙粳 26 的低氮与中氮处理间差异不明显,龙粳 31 抽穗期和成熟期低氮与中氮处理间差异不大。

2.4 对抽穗期群体干物质积累、叶面积与粒叶比的影响

从表 3 可见,龙粳 26 抽穗期群体干物质积累量以 N2 处理较多,高效叶面积率、群体叶面积指数则以 N3 处理较大,施氮处理间单位面积颖花数差异不明显;龙粳 31 抽穗期群体干物质积累量、叶面积指数以 N3 处理较大,高效叶面积率以 N1 处理较大,单位面积颖花数则以 N2 处理较高。

2.5 对抽穗后群体光合物质生产的影响

从表 4 可见,龙粳 26 和龙粳 31 抽穗至成熟期的干物质积累量均以 N3 处理较高,光合势、群体叶面积

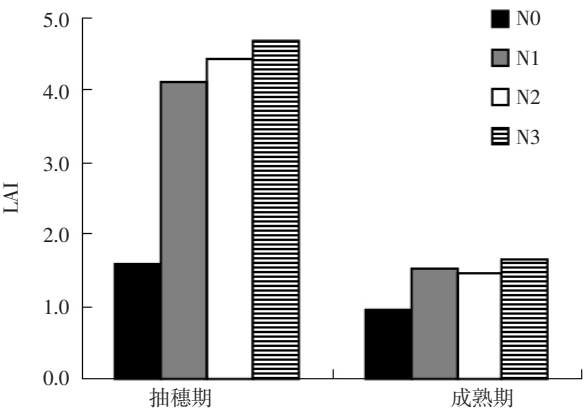


图 1 不同氮肥用量对龙粳 26 叶面积指数的影响

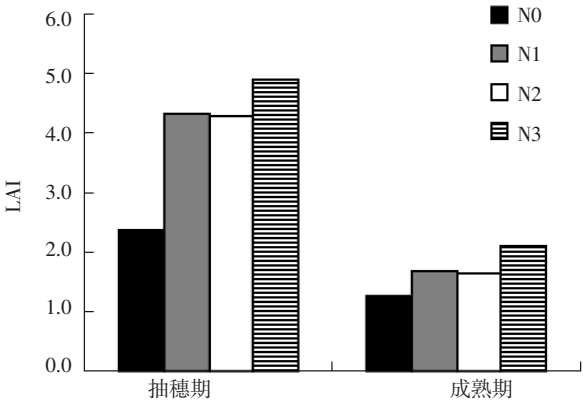


图 2 不同氮肥用量对龙粳 31 叶面积指数的影响

衰减率、群体生长率也以 N3 处理较大;施氮处理中,实

表 3 不同氮肥用量对抽穗期群体干物质积累、叶面积组成与粒叶比的影响

品种	处理	抽穗期生物产量			单茎叶面积 (cm ²)	叶重 (g/m ²)	叶面积指数	高效叶面积率 (%)	颖花/叶 (cm ²)
		累积量(g/m ²)	占总量(%)	占产量(%)					
龙粳 26	N0	424.48	46.52	88.33	80.26	75.28	1.58	71.85	1.431
	N1	790.36	49.88	94.85	106.47	181.20	4.10	79.50	1.145
	N2	817.19	52.19	92.42	116.62	185.41	4.40	79.19	1.072
	N3	813.38	47.83	90.10	110.80	198.70	4.65	81.63	1.137
龙粳 31	N0	698.82	59.49	126.62	96.92	105.25	2.35	76.62	0.935
	N1	883.98	49.58	100.28	117.65	187.13	4.31	82.33	1.015
	N2	823.86	48.68	90.66	127.06	182.59	4.26	76.23	1.022
	N3	933.25	48.39	102.48	131.15	210.85	4.88	79.52	0.926

表 4 不同氮肥用量对抽穗后群体光合物质生产的影响

品种	处理	抽穗—成熟期				叶面积 衰减率 (LAI/d)	光合势 (×10 ⁴ m ² d/hm ²)	群体 生长率 [g/(m ² d)]	净同化率 [g/(m ² d)]	实粒/叶 (粒/cm ²)	籽粒/叶 (mg/cm ²)
		生物产量 (g/m ²)	净积累量 (g/m ²)	占总量 (%)	占产量 (%)						
龙粳 26	N0	917.69	493.11	53.40	102.14	0.015	50.68	12.32	9.93	1.364	37.75
	N1	1 583.39	792.89	50.06	94.51	0.063	112.66	19.81	7.65	1.070	29.49
	N2	1 573.28	756.10	47.95	85.36	0.072	117.90	18.88	7.08	0.963	26.65
	N3	1 704.55	891.10	52.11	98.80	0.073	126.96	22.26	7.65	1.014	27.27
龙粳 31	N0	1 173.58	474.79	40.45	86.10	0.026	72.54	11.86	6.79	0.917	25.72
	N1	1 788.46	904.45	50.37	102.52	0.065	120.27	22.60	8.08	0.992	26.80
	N2	1 691.85	867.88	51.26	95.31	0.065	118.30	21.68	7.94	0.994	26.50
	N3	1 934.02	1 000.76	51.55	110.18	0.070	139.87	25.00	7.60	0.900	23.78

表 5 不同氮肥用量对群体库充实度与实际充实量的影响

品种	处理	颖花量 (个/m ²)	库容量 (g/m ²)	实际结实率 (%)	理论最大结实率 (%)	实际千粒重 (g)	常年千粒重 (g)	充实度 (%)	群体库充实量 (kg/hm ²)
龙粳 26	N0	22 747.8	620.5	95.48	98.42	27.38	27.15	97.74	5 945.5
	N1	46 739.5	1 263.1	93.19	96.90	27.05	26.67	97.40	11 770.0
	N2	47 652.6	1 265.8	89.96	93.75	26.64	25.89	98.69	11 383.3
	N3	53 108.1	1 385.1	89.15	94.57	26.09	25.35	96.90	12 353.7
龙粳 31	N0	21 708.5	607.0	98.06	99.55	27.87	27.86	98.75	5 955.4
	N1	43 953.2	1 185.0	97.45	99.80	26.89	26.90	97.74	11 561.9
	N2	43 760.8	1 161.2	96.84	99.58	26.59	26.55	97.39	11 249.8
	N3	45 354.6	1 191.3	96.80	99.17	26.24	26.19	97.90	11 537.5

粒/叶(cm²)、群体净同化率、籽粒(mg)/叶(cm²)2 个品种均以 N1 处理较高。

2.6 对群体库容充实度与充实量的影响

从表 5 可见,龙粳 26 和龙粳 31 的库容量、群体颖花量、群体库充实量随着施氮量的提高而增加,实际结实率、理论最大结实率、实际千粒重、常年千粒重和充实度则有降低的趋势。

2.7 对稻米品质的影响

从表 6 可见,增施氮肥使龙粳 26 和龙粳 31 的蛋白质含量明显升高,食味值降低,直链淀粉含量处理间变化不大。

从表 7 可见,龙粳 26 的崩解值、最低粘度、峰值粘度、最终粘度值随施氮量的增加而降低,而龙粳 31 随施氮量的增加,只有最低粘度、峰值粘度、最终粘度值降低,崩解值却升高。

3 结论与讨论

不同施氮量处理对龙粳 26 和龙粳 31 的主茎叶龄动态没有显著影响,对抽穗期有一定影响,不施氮处理抽穗期比高氮处理早 4~5 d,中低氮处理抽穗期比高氮处理早 1~2 d。随氮肥用量的提高,2 个品种在抽穗期、灌浆期和成熟期的叶面积指数和上 3 叶 SPAD 值有变大趋势;随着施氮量的增加,2 个品种的光合势、群体生长率增加。随着施氮量的增加,水稻群体最高茎数、最高分蘖数、分蘖穗数和分蘖穗比例有逐渐增加的趋势。增加施氮量会使水稻总吸氮量增加。增施氮肥,品种的整精米率、蛋白质含量上升,精米白度、食味值降低;不同施氮量对直链淀粉含量影响不大。增施氮肥使水稻的峰值粘度、最低粘度、最终粘度值降低。

氮是植物体内氨基酸、蛋白质、核酸、辅酶以及光

表 6 不同氮肥总量对营养与蒸煮食味品质的影响

施肥量 (kg/hm ²)	蛋白质含量(%)		直链淀粉含量(%)		食味值(分)	
	龙粳 26	龙粳 31	龙粳 26	龙粳 31	龙粳 26	龙粳 31
0	6.43	6.95	15.79	15.80	82.02	72.11
115	7.14	7.57	15.60	15.31	75.51	68.53
138	7.42	7.80	15.49	15.26	75.24	66.75
161	7.66	7.97	15.68	15.20	74.58	66.14

表 7 不同氮肥总量对淀粉糊化特性的影响

施肥量 (kg/hm ²)	龙粳 26				龙粳 31			
	峰值粘度	最低粘度	崩解值	最终粘度	峰值粘度	最低粘度	崩解值	最终粘度
0	278.2	183.9	94.1	285.2	263.0	190.2	71.9	285.0
115	261.5	168.2	92.9	267.5	248.5	173.0	74.2	264.5
138	255.4	164.1	90.4	260.5	244.1	167.5	75.4	257.8
161	251.1	162.8	87.6	257.9	239.4	160.8	78.0	252.4

合色素分子等的组成成分,因此,叶片氮的营养状况与许多生理过程密切相关^[6]。王仁雷等^[7]研究表明,水稻叶面积、RuBP 羧化酶活性以及光合速率随施氮水平的提高而增加,但气孔密度在减少。吴良欢等^[8]报道,增加施氮量可以提高水稻剑叶净光合速率。然而,一些研究报告指出,增施氮肥不一定提高单位面积叶片的净光合速率,而可能延长了光合速率峰值的持续期^[9-10]。本研究发现,增施氮肥能明显改善水稻生育后期的光合能力。

本研究还表明,不同氮肥施用量对水稻群体质量的影响存在差异^[15]。过量施用氮肥会导致增产效应下降以及氮肥报酬递减。通过本试验所得数据可以看出,氮肥施用量的多少决定着氮肥的吸收利用效率,氮肥的农学利用率随着施氮量的增加而呈降低的趋势。此结果说明,减少氮肥施用量是提高氮肥利用率的途径之一,但氮肥施用量过低会造成水稻产量下降。因此,在实际生产中一定要兼顾二者。在本试验条件下,施氮量以中等偏上比较适宜,产量与氮肥利用率之间能够达到平衡。

参考文献

[1] 虞国平,朱鸿英. 我国水稻生产现状及发展对策研究[J]. 现代农业科技,2009(6):122-126.

[2] 王时幻. 水稻氮肥运筹试验[J]. 现代化农业,2008(6):14-15.

[3] 陆福勇,江立庚,秦华东,等. 不同氮、硅用量对水稻产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(6):846-850.

[4] 李国生,张耗,王志琴,等. 氮素水平对水稻产量与品质的影响[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版,2007,28(4):66-70.

[5] 王秀芹,张洪程,黄银忠,等. 施氮量对不同类型水稻品种吸氮特性及氮素利用率的影响 [J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2003,21(4):325-330.

[6] 黄见良,邹应斌,彭少兵,等. 水稻对氮素的吸收、分配及其在组织中的挥发损失[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(6):579-583.

[7] 王仁雷,李霞,陈国祥,等. 氮肥水平对杂交稻汕优 63 剑叶光合速率和 RuBP 羧化酶活性的影响 [J]. 作物学报,2001,27(6):930-934.

[8] 吴良欢,陈峰,方萍,等. 水稻叶片氮素营养对光合作用的影响[J]. 中国农业科学,1995,28(S):104-107.

[9] 刘宛,徐正进,陈温福,等. 不同氮素水平对直立穗型水稻品种群体光合特性的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(1):8-12.

[10] 李文林,R S Sarkar, S K Nayak, 等. 施氮对香稻某些生理效应的研究[J]. 华南农业大学学报,1997,18(3):13-17.

Effects of Nitrogen Amount on Population Quality and Grain Quality of Japonica Rice in North China

JIA Dong¹, SUN Yajun¹, HAN Lei², LU Jingjing¹, SONG Shuang¹, DU Han¹

(¹ Liaoning Saline or Alkaline Land Utilization and Research Institute, Panjin, Liaoning 124010, China; ² Affiliated Experimental Farm of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 1st author: carredags@126.com)

Abstract: Nitrogen is the composition of amino acid, protein, nucleic acids, coenzyme and pigments in photosynthesis, so its nutritional status is closely related to the physical processes. The effects of nitrogen amount on population quality, yield and grain quality of japonica rice in north China were studied in this paper. The results showed that with the increasing of nitrogen application, the leaf area index, photosynthetic potential and population growth rate were promoted; the highest rice stalk number, maximum tiller number, panicle number, proportion of tillers, the head rice rate and protein content were increased gradually; the whiteness, taste value, peak viscosity, low viscosity and final viscosity were decreased. The total amount of nitrogen had little effect on amylose content.

Key words: rice; nitrogen fertilizer; yield; quality