



陈书强. 施氮量和比例对不同类型水稻品种穗部性状和产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2019(6):40-46.

施氮量和比例对不同类型水稻品种穗部性状和产量的影响

陈书强

(黑龙江省农业科学院 水稻研究所/农业部寒地粳稻冷害科学观测实验站, 黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:为明确施氮量和比例对寒地不同类型水稻产量和穗部性状的影响,利用多穗小穗型品种空育 131 和少穗大穗型品种超级稻龙粳 21,设置 3 个用氮水平及 4 个基肥与穗粒肥用氮比例,研究了氮肥运用对水稻产量和穗部性状的影响。结果表明:多穗小穗型品种空育 131 在氮肥 $115 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 水平下,基肥与穗粒肥比例为 8:2 的处理产量最高;而少穗大穗型品种龙粳 21 在氮肥 $138 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 水平下,基肥与穗粒肥比例为 7:3 的处理产量最高。空育 131 获高产的原因是群体穗数增多,群体颖花量增加,进而产量增加;龙粳 21 获高产的原因是每穗粒数增加,从而使群体颖花量增加,产量增加。氮肥农学利用率随着施氮量增加而逐渐降低,随着穗粒肥施用比例增多而升高。增加施氮量使穗长增加,每穗颖花数和受精颖花数增多,单穗重、着粒密度和经济系数增大。生育后期穗粒肥适宜比例将使少穗大穗型品种的群体颖花量、库容量、群体库充实量、理论最大结实率、实际结实率、常年千粒重、实际千粒重和充实度增加。少穗大穗型品种获得高产的关键是在栽培上要比多穗小穗型品种适当的提高用氮量和增加后期用氮比例。

关键词:寒地;水稻;施氮方式;产量;穗部性状

黑龙江省属于寒地稻作区,极易受低温冷害的危害^[1-3]。生产上农民为了追求高产大量施用氮肥,经常出现施用时期不合理、氮磷钾比例失调等现象。导致稻田氮肥利用率偏低,水稻无效分蘖增多,群体质量下降,后期大面积发生倒伏和病害,结实率和千粒重降低,影响了产量和米质的提高。近年来黑龙江省相继育出了秆强大穗型超级稻品种,如龙粳 21、龙粳 31、龙粳 46 等,这类品种在高产创建中比普通型品种往往需要投入较高氮量。由于每年黑龙江省生产上都审定推广较多的不同类型水稻品种,农民对众多品种的特性不易全部掌握,采取何种施氮技术更是模糊。已有研究表明不同类型品种吸收利用氮肥能力差异较大,根据品种特性和耐肥能力进行合理施氮,是较易掌握和操作的配套栽培模式。为此本研究选择秆强少穗大穗型超级稻品种龙粳 21 和多穗小穗型常规品种空育 131,根据这两种类型品种的茎

秆强度和喜肥能力,进行配套施氮技术研究,以探明氮肥运用对其穗部性状和产量形成规律的影响,为这两种类型品种在生产中合理施氮提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

氮肥:尿素(含 N 46%),中国石油天然气股份有限公司生产;磷肥:二铵(含 P_2O_5 46%),中国农业生产资料集团公司进口;钾肥:硫酸钾(含 K_2O 50%),山东海化股份有限公司生产。

水稻品种:空育 131(多穗小穗型,每穗 80 粒,分蘖力强),由黑龙江省农垦科学院水稻研究所选育;龙粳 21(少穗大穗型,每穗粒数 96 粒左右,分蘖力中等),由黑龙江省农业科学院水稻研究所选育。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2014 年在黑龙江省农科院水稻所试验区内进行。3 个氮肥水平处理分别为 N1:比当地水稻生产施氮肥水平降低 17% 的施氮肥水平纯氮 $115 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; N2:当地水稻生产施氮肥水平纯氮 $138 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; N3:比当地水稻生产施氮肥水平提高 17% 的施氮肥水平纯

收稿日期:2018-12-11

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFD0300505-4);黑龙江省博士后科研启动金资助(LBH-Q15134);黑龙江省农业科学院杰出青年基金项目(2014)。

作者简介:陈书强(1976-),男,博士,副研究员,从事水稻高产高效优质栽培研究。E-mail:chenshuqiang@163.com.

氮161 kg·hm⁻²。

氮肥的4个基蘖肥与穗粒肥按不同比例处理,分别为10:0(F1),8:2(F2),7:3(F3),6:4(F4)(表1)。另外每次重复设一个无氮肥区的处理N0作为空白对照。

试验采用裂区设计,氮肥水平和基蘖肥与穗粒肥施用比例作为主区,品种作为副区,随机区组排列,重复3次,共计39个小区。

表1 试验设计

Table 1 The experiment design

处理 Treatment	氮肥用量 Nitrogen level/ (kg·hm ⁻²)	前后比例 Rate	施肥时期 Application stage			
			基肥 Base fertilizer/%	分蘖肥 Tillering fertilizer/%	穗肥 Panicle fertilizer/%	粒肥 Grain fertilizer/%
N0(CK)	0	0	0	0	0	0
N1	115	10:0	60	40	0	0
N2		8:2	48	32	12	8
N3		7:3	42	28	18	12
N4		6:4	36	24	24	16
N5	138	10:0	60	40	0	0
N6		8:2	48	32	12	8
N7		7:3	42	28	18	12
N8		6:4	36	24	24	16
N9	161	10:0	60	40	0	0
N10		8:2	48	32	12	8
N11		7:3	42	28	18	12
N12		6:4	36	24	24	16

所有处理均施用相同数量的磷酸二铵(N0处理施用与磷酸二铵含磷量等量的过磷酸钙)和硫酸钾,P、K含量按(施纯氮138 kg·hm⁻²)计算,N:P₂O₅:K₂O=2:1:1。磷酸二铵作基肥100%一次施用,硫酸钾做基肥和穗肥各施50%。氮肥(46%尿素)分基肥、分蘖肥(4叶龄)、穗肥(倒4叶龄)、粒肥(倒2叶龄)4次施用,基蘖肥中60%作基肥、40%作蘖肥,穗粒肥中60%穗肥、40%粒肥。

水稻于4月20日播种,采用大棚旱育苗移栽的种植方式,育壮中苗,叶龄3.1叶~3.5叶,秧龄30 d。5月20日移栽,插秧规格行株距为30.0 cm×13.3 cm。每穴基本苗为4~5苗。小区面积50 m²。采用间歇灌溉和晒田的灌溉方式。其余病虫害防治及除草措施同生产田。10月1日分小区收获测产。

1.2.2 测定项目与方法 穗部性状及产量构成因素:每个处理3个重复,每个重复查10穴,计算每穴平均有效穗数,按平均有效穗数为标准取

3穴。将3穴分别称穗干重和谷草干重后,计算经济系数。将3穴的穗混放,从中取出大小一致中等穗10个,测定其每穗长、实粒数、秕粒数和空粒数等性状。计算每穗粒数、结实率及每平方米颖花量。

成熟期测产:每个处理3个重复,每个重复割7.5 m²,自然晾干脱谷,称重,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。按密度折算面积。

1.2.3 参数计算

库容量(g·m⁻²)=饱粒单粒重×每平米颖花数;

群体库充实量(kg·hm⁻²)=群体颖花数量×实际结实率×实际千粒重/10000;

充实度(%)=(实际结实率×实际千粒重)/(理论最大结实率×常年千粒重)×100;

常年千粒重(g)=受精颖花的千粒重;

实际千粒重(g)=为饱粒数的千粒重;

理论最大结实率(%)=实粒数/受精颖花

数×100；

实际结实率(%)=实粒数/颖花数×100；

着粒密度=穗颖花数/穗长。

氮肥农学利用率:施氮肥区与不施氮肥区稻谷产量(kg·hm⁻²)之差与施氮水平(kg·hm⁻²)之比,即单位施氮量的产量增加量。

1.2.4 数据分析 采用 Microsoft Office Excel 2003,DPS 7.05 和 SPSS 11.5 软件进行数据整理及差异性分析,显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 氮肥运用对两类品种产量及其构成影响

2.1.1 空育 131 从表 2 中看出,在 13 个处理中多蘖小穗型品种空育 131 在氮肥 115 kg·hm⁻² 水平下,基蘖肥与穗粒肥比例为 8:2 的处理产量最高,达到 9 617.5 kg·hm⁻²,其次是 115 kg·hm⁻²

氮水平的基蘖肥与穗粒肥比例为 7:3 的处理产量较高,为 9 407.4 kg·hm⁻²。产量较高的处理主要是群体穗数、群体颖花量、结实率和千粒重都兼顾较高水平,从而使产量增加。空育 131 获得高产的处理氮肥农学利用率是最高的。

2.1.2 龙粳 21 少蘖大穗型品种龙粳 21 在氮肥 138 kg·hm⁻² 水平下,基蘖肥与穗粒肥比例为 7:3 的处理产量最高,达到 9 893.4 kg·hm⁻²,其次是 161 kg·hm⁻² 氮水平的基蘖肥与穗粒肥比例为 7:3 的处理产量较高,为 9 374.5 kg·hm⁻²(表 3)。获得高产的处理主要是每穗粒数增加较多,从而使群体颖花量增加,另外结实率和千粒重也兼顾较好,进而使产量大幅增加。龙粳 21 获得高产的处理氮肥农学利用率也是最高的。

表 2 不同处理对空育 131 的产量及其构成因素的影响

Table 2 Effect of different treatments on yield and its components of Kongyu131

处理 编号 No.	氮用量 Level/ (kg·hm ⁻²)	基蘖与 穗粒比 Rate	穗数 PN/ (个·m ⁻²)	每穗 粒数 GN	颖花量 SN/ (个·m ⁻²)	结实率 SSR/%	千粒重 TGW/g	产量 Yield/ (kg·hm ⁻²)	氮肥农学 利用率 FUR/ (kg 稻谷·kg ⁻¹ N)
N2	115	8:2	564.6	86.6	48960	95.8	27.2	9617.5 a	41.7
N3	115	7:3	531.7	83.6	44394	95.7	27.5	9407.4 a	39.8
N12	161	6:4	583.3	88.4	51543	93.6	25.9	9058.7 b	26.3
N10	161	8:2	619.6	84.6	52378	92.3	25.8	9000.1 b	25.9
N8	138	6:4	493.3	80.5	39707	96.7	27.4	8988.0 b	30.2
N7	138	7:3	579.6	88.1	51586	95.6	25.8	8970.7 b	30.0
N9	161	10:0	599.2	84.2	50155	91.4	24.7	8893.8 b	25.3
N11	161	7:3	617.9	83.6	51363	91.8	25.3	8784.4 b	24.6
N6	138	8:2	511.7	83.2	42628	96.6	25.5	8565.6 b	27.1
N4	115	6:4	475.8	83.2	39522	98.0	27.1	8506.5 b	32.0
N5	138	10:0	579.2	90.6	52698	92.0	25.0	8498.0 b	26.6
N1	115	10:0	580.8	87.6	50887	92.1	26.0	7136.5 c	20.1
N0(CK)	0	0	323.8	70.2	22749	97.1	27.2	4824.6d	

不同的小写字母表示不同处理间 5%水平的差异显著性,下同。

Values followed by a different lowercase letter are significantly different at 0.05 probability level among different treatments. The same below. PN;Panicle number;GN;Grain number per panicle; SN; Spikelet number; SSR; Seed setting rate; TGW; 1000-grain weight; TY;Theoretical yield; FUR;Fertilizer utilization rate. The same below.

2.2 氮肥运用对两类品种穗部性状影响

2.2.1 氮肥总量 不同施氮量对穗部性状有一定影响。随着施氮量的增加,多蘖小穗型品种空育 131 的株高、穗长增加,每穗颖花数和受精颖花

数增多,着粒密度和经济系数增大,而单穗重有下降趋势,空育 131 在施氮量 161 kg·hm⁻² 条件下除单穗重外其他性状值达最高(表 4)。

随着施氮量的增加,少蘖大穗型品种龙粳 21

的株高一直增加,而穗长、每穗颖花数、受精颖花数、单穗重、着粒密度和经济系数在施氮量 138 kg·hm⁻²时值达最大,而后随着施氮量增加到 161 kg·hm⁻²这些指标反而下降。

表 3 不同处理对龙粳 21 的产量及其构成因素的影响

Table 3 Effect of different treatments on yield and its components of Longjing 21									
处理 编号 No.	氮用量 Level/ (kg·hm ⁻²)	基蘖与 穗粒比 Rate	穗数 PN/ (个·m ⁻²)	每穗 粒数 GN	颖花量 SN/ (个·m ⁻²)	结实率 SSR/%	千粒重 TGW/g	产量 Yield/ (kg·hm ⁻²)	氮肥农学 利用率 FUR/ (kg 稻谷·kg ⁻¹ N)
N7	138	7:3	450.3	120.7	53771	97.7	26.4	9893.4 a	31.6
N9	161	7:3	436.3	98.7	42992	97.7	25.9	9374.5 b	23.9
N11	161	10:0	416.3	117.1	48771	98.6	26.6	9189.3 c	22.7
N3	115	7:3	391.7	116.8	45832	98.4	27.3	9049.4 c	30.6
N8	138	6:4	362.1	113.6	41086	97.7	26.6	9017.8 c	25.3
N10	161	8:2	422.5	106.4	44962	97.3	26.0	8949.4 c	21.2
N12	161	6:4	426.7	104.7	44695	96.8	26.3	8886.7 c	20.9
N4	115	6:4	411.7	117.8	48554	98.2	27.2	8872.0 c	29.1
N5	138	10:0	395.4	114.0	45086	96.6	25.9	8778.2 c	23.5
N1	115	10:0	396.7	111.4	44123	96.9	26.5	8710.6 c	27.7
N2	115	8:2	393.8	94.9	37304	97.2	26.7	8702.1 c	27.6
N6	138	8:2	360.4	102.6	37102	97.0	27.4	8555.6 d	21.9
N0(CK)	0	0	255.4	85.0	21709	98.5	27.9	5529.0 e	

表 4 不同氮肥总量对两品种穗部性状的影响

Table 4 Effect of different total nitrogen on panicle traits of two varieties								
品种 Variety	氮用量 Level/ (kg·hm ⁻²)	株高 PH/cm	穗长 PL/cm	每穗颖 花数 SN	每穗受精 颖花数 FSN	着粒密度 GD /(粒·cm ⁻¹)	单穗重 PW/g	经济系数 HI
空育 131	N0	77.28 c	13.06 b	70.17 c	68.10 b	5.37 b	1.85 b	0.56 b
Kongyu 131	N115	92.24 b	14.50 a	84.51 b	81.23 a	5.83 a	2.17 a	0.61 a
	N138	92.50 b	14.62 a	85.63 b	82.13 a	5.85 a	2.13 a	0.61 a
	N161	96.13 a	14.62 a	87.94 a	82.87 a	6.01 a	2.10 a	0.63 a
龙粳 21	N0	87.54 c	15.46 b	85.03 c	83.77 b	5.50 b	2.34 b	0.57 a
Longjing 21	N115	102.54 b	16.53 a	110.23 ab	107.69 a	6.66 a	2.90 a	0.58 a
	N138	103.54 b	16.68 a	114.00 a	110.86 a	6.83 a	2.94 a	0.60 a
	N161	105.56 a	16.33 a	106.73 b	104.18 ab	6.53 a	2.73 a	0.58 a

PH: Plant height; PL: Panicle length; FSN: Fertilized spikelet number; GD: Grain density; PW: Panicle weight; HI: Harvest index. The same below.

2.2.2 基蘖肥与穗粒肥比例 不同氮肥运用模式对穗部性状有较大影响,规律较明显。多蘖小穗型品种空育 131 的基蘖肥与穗粒肥施用比例 8:2处理的穗长较长,每穗受精颖花数最多,单穗重和经济系数较大。少蘖大穗型品种龙粳 21 的基蘖肥与穗粒肥施用比例 7:3处理的穗长较长,每穗颖花数和受精颖花数最多,单穗重、着粒密度和经济系数最大(表 5)。

表 5 氮肥不同运用模式对两品种穗部性状的影响

Table 5 Effect of different nitrogen application on panicle traits of two varieties

品种 Variety	基蘖与 穗粒比 Rate	株高 PH/cm	穗长 PL/cm	每穗颖 花数 SN	每穗受精 颖花数 FSN	着粒密度 GD/ (粒·cm ⁻¹)	单穗重 PW/g	经济系数 HI
空育 131	10:0	95.94 a	14.69 a	89.48 a	82.77 a	6.09 a	2.12 a	0.61 ab
Kongyu 131	8:2	94.63 a	14.71 a	86.79 a	83.90 a	5.90 a	2.16 a	0.64 a
	7:3	91.44 b	14.48 a	83.80 b	80.06 a	5.79 a	2.07 b	0.59 b
	6:4	92.46 b	14.44 a	84.03 b	81.58 a	5.82 a	2.18 a	0.62 a
龙粳 21	10:0	103.93 a	16.16 a	108.06 b	104.82 b	6.67 a	2.73 ab	0.58 a
Longjing 21	8:2	103.19 a	16.19 a	101.31 c	98.42 c	6.25 b	2.63 b	0.58 a
	7:3	104.15 a	17.03 a	119.89 a	117.74 a	7.04 a	3.15 a	0.60 a
	6:4	104.26 a	16.66 a	112.02 b	109.31 b	6.72 a	2.92 a	0.59 a

2.3 氮肥运用对两类品种群体库容充实度与充实量的影响

2.3.1 氮肥总量 不同施氮总量对群体库容充实度与充实量有较大影响,随着施氮量的提高,两个品种的群体颖花量和库容量有增加趋势;理论最大结实率、实际结实率、常年千粒重和实际千粒

重有降低趋势(表 6)。群体库容充实度与充实量与氮肥施用量关系不明显,空育 131 以 161 kg·hm⁻²处理库容充实量较高,显著高于其他两个处理;龙粳 21 以 115 kg·hm⁻²处理库容充实量较高,3 个氮量处理间差异不明显。

表 6 不同氮肥总量对两品种库充实度与实际充实量的影响

Table 6 Effect of different total nitrogen on filling rate and number of actual filling of population sink of two varieties bank

品种 Variety	氮用量 Level/ (kg·hm ⁻²)	颖花量 TS/ (个·m ⁻²)	库容量 SC/ (g·m ⁻²)	实际结 实率 AFGP/%	理论最大 结实率 TMFGP/%	实际 千粒重 ATGW/g	常年 千粒重 NTGW/g	充实度 FR/%	群体库充 实量 TF/ (kg·hm ⁻²)
空育 131	N0	22748.9 c	622.4 c	95.54 a	98.45 a	27.39 a	27.19 a	97.77 a	5945.8 c
Kongyu 131	N115	46740.7 b	1264.3 b	93.21 a	96.93 b	27.06 a	26.71 a	97.42 a	11770.3 b
	N138	47654.9 b	1267.2 b	90.02 b	93.78 b	26.66 a	25.93 b	98.72 a	11383.6 b
	N161	53109.5 a	1386.4 a	89.22 b	94.59 b	26.11 a	25.39 b	96.93 b	12354.0 a
龙粳 21	N0	21708.7 c	607.2 b	98.10 a	99.57 a	27.95 a	27.87 a	98.77 a	5955.6 b
Longjing 21	N115	43953.4 b	1185.2 a	97.49 a	99.82 a	26.95 a	26.92 a	97.76 a	11562.1 a
	N138	43761.1 b	1161.4 a	96.87 a	99.61 a	26.62 a	26.57 a	97.41 a	11250.7 a
	N161	45354.9 a	1191.5 a	96.82 a	99.20 a	26.29 a	26.20 b	97.93 a	11537.7 a

TS: Total spikelets; SC: Sink capacity; AFGP: Actual filled-grain percentage; TMFGP: Theoretical maximum filled-grain percentage; ATGW: Actual 1000-grain weight; NTGW: Normal 1000-grain weight; FR: Filling rate; TF: Total filling. The same below.

2.3.2 基蘖肥与穗粒肥比例 不同氮肥运用模式对两品种的群体库容充实度与充实量有较大影响,但规律不同(表 7)。多蘖小穗型品种空育 131 的群体颖花量、库容量、群体库充实量以施用比例 7:3 处理较高,理论最大结实率、实际结实率、常年

千粒重、实际千粒重和充实度以施用比例 6:4 处理较高。而少蘖大穗型品种龙粳 21 的群体颖花量、库容量、群体库充实量、理论最大结实率、实际结实率、常年千粒重、实际千粒重和充实度以施用比例 7:3 处理的最高。

表 7 氮肥不同运用模式对两品种库充实度与实际充实量的影响

Table 7 Effect of different nitrogen application on filling rate and number of actual filling of population sink of two varieties bank

品种 Variety	基蘖与 穗粒比 Rate	颖花量 TS/ (个·m ⁻²)	库容量 SC/ (g·m ⁻²)	实际结 实率 AFGP/%	理论最大 结实率 TMFGP/%	实际千 粒重 ATGW/g	常年千 粒重 NTGW/g	充实度 FR/%	群体库充 实量 TF/ (kg·hm ⁻²)
空育 131	10:0	52579.8 a	1368.9 a	87.71 c	93.40 b	26.05 a	25.23 b	96.89 b	11998.3 b
Kongyu 131	8:2	47388.7 b	1255.5 b	90.55 b	94.79 b	26.50 a	25.83 a	98.00 a	11370.4 b
	7:3	53114.4 a	1420.8 a	90.58 b	94.95 b	26.77 a	26.19 a	97.55 a	12850.7 a
	6:4	43590.6 c	1178.6 c	94.44 a	97.27 a	27.12 a	26.78 a	98.31 a	11124.5 b
龙粳 21	10:0	44066.8 b	1151.8 b	96.32 b	99.22 a	26.18 a	26.09 a	97.40 a	11089.9 b
Longjing 21	8:2	39789.5 c	1062.5 c	96.72 b	99.57 a	26.78 a	26.72 a	97.34 a	10274.9 c
	7:3	48791.3 a	1306.0 a	98.09 a	99.86 a	26.79 a	26.77 a	98.29 a	12807.9 a
	6:4	44778.3 b	1197.2 b	97.11 a	99.52 a	26.73 a	26.68 a	97.77 a	11627.9 a

3 结论与讨论

寒地水稻生产中,由于春季气温较低,栽培管理上一直注重前期分蘖早生快发,在有效分蘖临界叶龄期达到适宜穗数,所以 90%以上或全部氮肥作为基蘖肥施入。水稻生育前期集中施氮,营养供应充足,致使干物质生产旺盛,促进分蘖大量发生,导致无效分蘖过多,单茎重较小,成穗率降低。因此,寒地水稻施肥上实施“大头肥”,追求“早生快发”,将导致前期群体繁茂,后期容易脱肥,对形成大穗和提高产量是不利的。钟旭华等^[4]已经证实前期干物质积累越多,越产生大量分蘖,而中期干物质生产相对减少,将使大量分蘖在中期死亡,造成成穗率大幅度下降。本研究中证实增加施氮量可以增加产量,但不宜过高,过高产量下降。少蘖大穗型超级稻品种龙粳 21 在中氮水平下(138 kg·hm⁻²),以基蘖肥与穗粒肥比例为7:3的处理产量最高,表明对于耐肥秆强少蘖大穗型品种适当增加氮量和穗粒肥比例,有利于增加穗粒数,从而增加群体颖花量,获得高产。另外本研究得出多蘖小穗型品种空育 131 在低氮水平下(115 kg·hm⁻²),以基蘖肥与穗粒肥比例为 8:2 的处理产量最高,它获得高产的原因是基蘖肥数量充足,多蘖小穗型品种获得了足够的收获穗数,使群体颖花量增加,进而产量增加。De Datta^[5]通过研究认为,水稻生育前期施用氮肥主要是对分蘖数有影响,后期施用氮肥主要是对每穗粒数和结实率有影响。已有研究证实,寒地水稻产量

构成 4 个因素中对产量的影响大小顺序为穗数>穗粒数>结实率>千粒重,穗数是产量构成因素中决定产量高低的最重要因子。对多蘖小穗型品种在氮量一定条件下使基蘖肥数量充足,前期抓住足够分蘖穗数;而对少蘖大穗型品种适当增加氮量和穗粒肥比例,后期获得较多粒数是获得高产的关键。

为了防止水稻抽穗后出现早衰,水稻叶片中仍应保持一定的氮素水平,成熟期叶片含氮量应保持在 2.0%~2.5%,所以在齐穗后应适当施用氮肥,提高叶片含氮量,减缓衰老,促进其光合作用,提高千粒重和结实率^[6-8]。水稻结实率和千粒重是水稻产量构成因素中的重要指标,其数值高低直接影响到水稻的产量^[9]。本研究中除施用穗肥外增加了粒肥的施入,在单位面积上的穗数保持在适宜的范围内,不论是多蘖小穗型品种还是少蘖大穗型品种都一定程度上提高了结实率和千粒重,但处理间差异没有达到显著水平。本研究发现氮肥农学利用率随着施氮量增加而逐渐降低,随着穗粒肥施用比例增多而升高,这与盛大海^[10]的研究结果一致。

参考文献:

[1] 魏喜陆,郑新峰.三江平原腹地水稻低温冷害问题分析[J].现代化农业,2003(3):15-17.
[2] 耿立清,张凤鸣,许显滨,等.低温冷害对黑龙江水稻生产的影响及防御对策[J].中国稻米,2004(5):33-34.
[3] 矫江,许显滨,孟英.黑龙江省水稻低温冷害及对策研究[J].中国农业气象,2004,25(2):26-28.
[4] 钟旭华,彭少兵,John E,等.水稻群体成穗率与干物质积累

- 动态关系的模拟研究[J]. 中国水稻科学, 2001, 15(2): 107-112.
- [5] De Datta S K. Improving nitrogen fertilizer efficiency in lowland rice in tropical fertilizer research[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1986, 9(1): 171-186.
- [6] 凌启鸿. 水稻群体质量的理论与实践[M]. 北京: 农业出版社, 1994.
- [7] 刘贞琦, 刘振业, 马达鹏, 等. 水稻叶绿素含量及其光合速率关系的研究[J]. 作物学报, 1984, 10(1): 57-64.
- [8] 李泽炳. 杂交水稻的研究与实践[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [9] Smith D L, Hamel C, Wang P, et al. Crop yield—Physiology and processes[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2001: 104-107.
- [10] 盛大海. 氮肥后移对寒地水稻群体质量及产量的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.

Effect of Amount and Proportion of Nitrogen Application on Panicle Traits and Yield of Different Types of Rice

CHEN Shu-qiang

(Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Rice Research Institute, Scientific Observing and Experimental Station of Rice Cold Damage in Cold Region, Ministry of Agriculture, Jiamusi 154026, China)

Abstract: In order to clarify effects of nitrogen application regime on panicle traits and yield of different types of rice, more tillers and lighter panicle variety Kongyu 131 and less tillers and heavier panicle variety Longjing 21, was used in this study, the effects of nitrogen application on rice yield and panicle traits were studied by setting three nitrogen levels and four nitrogen ratios for tiller fertilizer. The results showed that Kongyu 131, a multi-tiller spikelet variety, had the highest yield when the ratio of base tiller fertilizer to panicle fertilizer was 8:2 at $115 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ of nitrogen fertilizer. The main reason resulting in higher yield was that the panicles number increased in the population. It was the highest yield for less tillers and heavier panicle variety Longjing 21 that the nitrogen application was up to $138 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ and the base-spike nitrogen application ratio of 7:3. The main reason resulting in higher yield was that and grain number per panicle and the higher number of total spikelets increased in the population. Increasing nitrogen application made panicle length, spikelet number, fertilized spikelet number, grain density, and harvest index increase. At late growth stage, appropriate ratio of the spike-grain nitrogen made total spikelets, sink capacity, total filling increase, theoretical maximum filled-grain percentage; actual filled-grain percentage, normal 1000-grain weight, actual 1000-grain weight and filling rate ascend for less tillers and heavier panicle variety. Compared with more tillers and lighter panicle variety, the key to high yield of less tillers and heavier panicle variety in production is to properly increase the nitrogen amount and the ratio of nitrogen use in later stage.

Keywords: cold region; rice; nitrogen supply methods; yield; panicle traits

(上接第 39 页)

Abstract: In order to promote the prevention and mitigation of agricultural disasters, we studied temporal change characteristics of agrometeorological chilling injury disasters and hail & tornadoe disasters which affected agricultural productivity in Heilongjiang Province from 1980 to 2015 by Mann-kendall and Morlet wavelet methods. The results showed that the disaster rates of chilling injuries were in the trend of subsiding and the disaster rates of hails & tornadoes increased from 1980 to 2015 by Mann-Kendall analysis. The change trends of the two agrometeorological disaster rates did not pass the significant test at 0.1 level. The results of Morlet wavelet variance of agrometeorological disasters in Heilongjiang Province during 1980-2015 analysis showed that disaster rate of chilling injuries and hails & tornadoes changed periodically at 7 a and 19 a time scale, respectively. The disaster rate of chilling injuries and hails & tornadoes over the period 2017-2019 would remain in positive phase.

Keywords: chilling injuries; hails & tornadoes; temporal change characteristics; M-K method; Morlet method; Heilongjiang Province