

# 辽粳 433 跨区域栽培的适宜肥密运筹方式探讨

解文孝 韩勇 李建国 沈峰 刘博 姜秀英 刘军 吕军 蒋洪波 唐志强 张秀茹

(辽宁省水稻研究所, 沈阳 110101)

**摘 要:**针对特优质粳稻新品种辽粳 433 适宜种植区域狭窄的现状,通过异地栽培,设置肥料运筹、移植密度互作试验,分析两因素及其互作对水稻生育进程、产量及品质的影响。结果表明,在高纬度地区降低氮肥施用量,能加速辽粳 433 生育进程实现正常成熟,但降低了有效穗数、穗长、二次枝梗数和二次枝梗粒数;增施有机肥能促进水稻穗分化的形成,改善稻米蒸煮食味品质。在稻米品质性状的稳定性上表现为蒸煮品质>加工品质>外观品质。

**关键词:**辽粳 433;肥料运筹;移植密度;产量;品质

**中图分类号:**S511.048 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)03-0083-04

辽粳 433 是由辽宁省水稻研究所育成的特优质米水稻品种,在 2013 年长春举行的全国优良食味粳稻品种中荣获一等奖,其食味品质分连续多年测定值均稳定在 85 分左右,超过在辽宁地区种植的日本优质品种越光,而综合抗性和产量远高于越光,该品种于 2015 年 5 月通过辽宁省审定。但辽粳 433 属于辽宁省晚熟品种,生育期长达 170 d,限制了该品种的种植范围,只能在北纬 39°45′至 40°15′的地区,如东港和庄河等部分地区种植。然而上述地区多山地和丘陵,可利用的水田面积有限,因而也制约了辽粳 433 的开发和产出量。盘锦市位于辽宁省西南部(北纬 40°39′~41°27′之间)、辽河三角洲冲积平原的中心地带,土壤肥沃,全市有水田面积 10.96 万  $\text{hm}^2$ , 占总耕地面积的 85.0%左右,主要农作物以水稻为主,常年种植生育期 162 d 左右的中晚熟品种。本试验拟通过适合的栽培管理方式和肥料运筹来改变辽粳 433 生育进程及食味品质,为优质粳稻辽粳 433 探寻更多适宜种植生态区域,为辽宁省优质粳稻生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试品种

辽粳 433。

### 1.2 试验设计

于 2016 年分别在盘锦市东风农场和东港市示范场进行,后者为对照。在盘锦东风农场的试验采用随机区组排列,因施肥方式及插秧密度的不同共设 10 个处理,每个处理 3 次重复。小区间用排水沟隔开,单排单灌,小区面积 48  $\text{m}^2$ 。

施肥方式:处理 A,按盘锦市施肥标准及方式,每

$\text{hm}^2$  施尿素 450 kg、磷酸二胺 225 kg、硫酸钾 187.5 kg, 60%尿素、100%磷酸二胺和 50%硫酸钾于水耙地前施入作基肥,返青分蘖期再追施 35%的尿素和 50%硫酸钾,剩余 5%尿素在 7 月 15 日孕穗初期看长势施入;处理 B,施肥方式同处理 A,但氮肥用量减少 50%;处理 C,在处理 B 的基础上,每  $\text{hm}^2$  增施石家庄沃福沃肥业有限公司生产的水溶型有机肥 600 kg 作基肥。插秧规格:D1,30.00  $\text{cm} \times 10.00 \text{ cm}$  (25 丛/ $\text{m}^2$ );D2,30.00  $\text{cm} \times 13.33 \text{ cm}$  (20 丛/ $\text{m}^2$ );D3,30.00  $\text{cm} \times 16.67 \text{ cm}$  (17 丛/ $\text{m}^2$ )。CK,东港地区水稻施肥方式:每  $\text{hm}^2$  施尿素 375 kg、磷酸二胺 225 kg、硫酸钾 225 kg,60%尿素、100%磷酸二胺和 50%硫酸钾于水耙地前施入作基肥,返青分蘖期再追施剩余的 40%尿素和 50%硫酸钾。栽插规格 30.00  $\text{cm} \times 13.33 \text{ cm}$  (20 丛/ $\text{m}^2$ )。

### 1.3 田间管理

盘锦地区试验于 4 月 6 日浸种,4 月 12 日(比当地常规育苗时间早 1 周)采用 352 孔大钵盘大棚育苗,以提高秧苗素质。每钵播种 3~4 粒,苗期秧龄 31 d,叶龄在 3.5~4.0 叶之间,于 5 月 12 日按试验要求人工插秧。东港地区 5 月 1 日育苗,5 月 28 日插秧。苗期寸水浅灌增温促进低位分蘖。分蘖达到理想数量时落水晒田,以抑制无效分蘖,促进根系生长。拔节孕穗期恢复水层,腊熟期后改为干湿交替直至成熟。

收稿日期:2017-10-07

**基金项目:**国家科技支撑计划(2015BAD01B02-4);星火计划项目(2015GA650001);辽宁省农业科技攻关计划(2011201019)

表 1 生态环境及肥料运筹对水稻生育进程的影响 (d)

处理	苗期	有效分蘖期	无分蘖期	拔节-孕穗期	齐穗-腊熟期	腊熟-完熟期
CK	28	23	9	46	49	18
C	31	22	7	43	46	14
B	31	21	6	41	43	13
A	31	25	11	48	55	25

表 2 不同处理产量相关性状对比

处理	栽插密度 (丛/m <sup>2</sup> )	株高 (cm)	穗数 (个/丛)	穗长 (cm)	穗质量 (g)	每穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	成穗率 (%)	产量 (t/hm <sup>2</sup> )
A1	25	103.2 a	19.3 bc	16.8 ab	2.02 b	138.2 ab	20.32 c	70.3 bc	80%成熟
A2	20	102.8 a	20.7 b	16.7 ab	2.05 b	141.7 a	21.45 bc	71.8 b	80%成熟
A3	17	102.5 a	22.4 a	16.9 ab	2.09 b	145.1 a	22.31 b	73.6 b	80%成熟
B1	25	97.6 b	15.6 e	15.2 bc	2.01 b	102.4 d	26.22 a	83.5 ab	7.91 c
B2	20	97.4 b	16.3 d	15.4 bc	2.03 b	106.7 cd	26.17 a	84.6 a	7.40 d
B3	17	97.2 b	16.7 d	15.7 b	2.05 b	110.5 c	26.21 a	84.9 a	7.14 e
C1	25	98.7 b	17.9 c	16.7 a	2.19 ab	121.2 bc	26.14 a	83.1 ab	8.51 ab
C2	20	98.5 b	18.3 c	16.9 a	2.20 a	123.7 bc	26.15 a	83.9 a	8.35 b
C3	17	98.1 b	18.8 b	17.1 a	2.21 a	124.4 ab	26.15 a	84.4 a	8.14 bc
CK	20	101.2 a	17.2 cd	17.7 a	2.25 a	135.5 ab	26.12 a	82.4 ab	8.76 a

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

1.4 调查项目及方法

每个小区在等边三角形 3 个点上连续选定 10 株作为田间调查点,返青后每隔 5 d 调查 1 次分蘖动态,直至茎数稳定。记录每个处理的剩余生育进程,包括分蘖期、拔节期、孕穗期、齐穗期、成熟期。成熟后每小区均匀选定 3 点,调查 10 株长势均匀植株的茎蘖数,并求均值。每小区选择与平均茎蘖数相等的有代表性的植株 5 株,风干后考种,包括株高、穗数、穗长、穗粒数、一次枝梗数、二次枝梗数、成粒数、秕粒数及千粒重。籽粒收获 3 个月后测定稻米品质。其中,直链淀粉含量、蛋白质含量和食味值用日本佐竹 satake 食味仪进行测定,其他指标均参照 GB/T 17891-1999《优质稻谷》进行测定。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻生育进程的影响

水稻的基本营养特性不仅受到遗传因素的影响,而且还受外部环境因子的叠加效应共同作用<sup>[1-3]</sup>。从表 1 可以看出,由于生态环境、育苗期以及肥料运筹等因素的变化,各处理水稻不同生育阶段占整个生育期的比例也产生了差异。如处理 A 有效分蘖期和无分蘖期占比高于其他处理,说明处理 A 前期营养生长期长于其他处理;而氮肥用量最少的处理 B,各生育阶段均短于其他处理,说明减少氮肥的施入可以加速水稻的生育进程,促进提早成熟。从处理 C 的表现可以看出,

适量加入有机肥可以延长拔节-孕穗、齐穗-腊熟这 2 个阶段的进程,而对其他生育阶段影响不显著。另外,处理 A 并未达到安全成熟,腊熟-完熟期的 25 d 为笔者的预判时间,在产量上,处理 A 因未达到完全成熟标准不计入考察范围。

2.2 不同处理对产量及其相关数据差异

由表 2 可知,氮肥用量减少的处理 B 和处理 C 的株高相比 CK 显著降低,而处理 A 和 CK 差异不显著,且各处理间不同密度下的株高差异亦不明显。在每丛穗数上除了处理 B 低于 CK 外,其他处理均高于 CK,且处理内每丛有效穗数随着栽插密度的降低而增加。处理 C 的穗长最接近 CK。在每穗粒数上处理 A 所有组合均高于 CK,其他处理比 CK 少。成穗率表现为处理 B>处理 C>CK>处理 A,同一肥料处理不同密度间差异未达到显著水平。由于处理 A 未完全成熟,成熟度仅在 80%左右,因此千粒重最低,而其他处理千粒重均高于 CK。产量上 C1 组合与 CK 的产量最接近,仅减少 2.8%。说明在盘锦地区水稻高产栽培以 C1 组合较为合理。

2.3 肥料和密度对加工和外观品质的影响

由表 3 可见,处理 A 在稻米加工及外观品质上均显著差于 CK,在外观品质和整精米率上表现更为明显。这是由于氮肥的过量施用延长了生育进程,籽粒没能安全成熟,尤其是二次枝梗弱勢粒位间的籽粒,因此大大降低了稻米各项品质指标。降低氮肥的施用量能

表 3 不同处理对稻米加工和外观品质的影响

处理	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	垩白粒率 (%)	垩白大小 (%)	垩白度 (%)	长宽比
A1	71.65 d	55.28 f	34.80 fg	78.65 a	35.32 a	27.78 a	1.98 a
A2	71.27 de	55.34 f	35.18 f	78.47 a	31.87 b	25.01 b	1.98 a
A3	72.62 d	55.46 f	35.25 f	78.66 a	30.71 c	24.16 c	1.97 a
B1	83.29 bc	74.89 bc	66.72 ab	12.30 b	12.36 de	1.52 de	1.76 cd
B2	83.77 ab	75.26 ab	66.98 a	12.09 bc	12.31 de	1.49 de	1.77 cd
B3	84.36 a	75.68 a	67.05 a	11.90 cd	12.27 de	1.46 ef	1.78 cd
C1	83.20 bc	74.10 cd	65.14 cd	12.11 bc	11.97 f	1.45 ef	1.87 ab
C2	83.65 ab	74.60 bc	65.80 bc	11.97 cd	11.86 f	1.42 ef	1.83 bc
C3	84.10 a	75.20 ab	66.96 a	12.40 b	11.37 fg	1.41 ef	1.84 bc
CK	82.20 c	73.60 de	64.80 de	11.48 e	14.37 d	1.65 d	1.92 ab

表 4 不同处理对稻米蒸煮食味品质性状的影响

处理	蛋白质含量 (%)	直链淀粉含量 (%)	胶稠度 (mm)	米饭食味值 (分)
A1	7.75 a	16.51 a	61.7 d	74.90 d
A2	7.74 a	16.46 a	61.7 d	75.20 d
A3	7.74 a	16.25 a	61.7 d	75.30 d
B1	7.58 b	15.32 c	63.3 c	85.20 ab
B2	7.59 b	15.32 c	63.3 c	85.30 ab
B3	7.58 b	15.33 c	63.3 c	85.20 ab
C1	7.51 c	15.21 c	67.1 a	86.30 a
C2	7.52 c	15.23 c	67.2 a	86.40 a
C3	7.53 c	15.25 c	67.4 a	86.40 a
CK	7.60 b	16.00 ab	66.1 b	84.20 c

表 5 稻米品质方差分析(F 值)

变异来源	糙米率	精米率	整精米率	垩白粒率	垩白度	垩白大小	直链淀粉含量	胶稠度	蛋白质含量
肥料处理 L	86.73**	110.31**	381.36**	426.71**	295.54**	308.56**	3.73	5.83*	4.95*
栽插密度 C	3.98	5.73*	10.45**	5.49*	6.72*	10.45**	1.28	2.72	2.15
L×C	47.32**	53.66**	70.43**	96.32**	89.15**	76.44**	3.5	3.46	1.37
变异系数 CV	3.54	4.36	7.83	9.42	16.7	14.79	2.13	3.42	1.24

显著改善稻米的加工和外观品质，同时也降低了籽粒的长宽比。处理 B 和处理 C 的加工和外观品质各项指标总体好于 CK。增施有机肥改善了稻米的外观品质，但对加工品质影响不大。

2.4 不同处理方式对水稻蒸煮及营养品质的影响

由表 4 可见，蛋白质含量各处理均值表现为处理 A>CK>处理 B>处理 C；直链淀粉含量各处理均值表现为处理 A>CK>处理 B>处理 C，处理 A 与 CK 差异未达到显著水平，处理 B 和处理 C 与 CK 间的差异达显著水平。C1 处理组合的直链淀粉含量最低，其适口性可能会更好。胶稠度表现为处理 C>CK>处理 B>处理 A，说明有机肥的施入增加了稻米的胶稠度。米饭食味值表现为处理 C>处理 B>CK>处理 A，表明降低氮肥用量可以提高米饭食味，同时证明增施有机肥可以促进水稻对微量元素的吸收，对稻米食味品质的改善有提升作用。

通过进一步方差分析可以看出，除直链淀粉含量这个指标外，肥料处理对稻米品质均产生显著影响(表 5)。其中，对 6 项外观及加工品质指标均有极显著影响，而插秧密度仅对精米率、整精米率、垩白大小、垩白粒率和垩白度产生显著或极显著影响，对蒸煮品质及糙米率未产生显著影响。除蒸煮品质外，肥料和密度互作对稻米加工和外观其他指标均存在极显著影响，说明稻米的加工和外观品质不仅受到肥料运筹的影响还受到栽培密度的制约，其产生的差异是二者共同作用的结果。稻米品质指标变异系数为垩白度>垩白大小>垩白粒率>整精米率>精米率>糙米率>胶稠度>直链淀粉含量>蛋白质含量。

3 结论与讨论

盘锦的年有效积温低于东港地区，要想实现优质品种辽梗 433 的跨区域栽培，必须改变原有的栽培管

理模式,寻找适合当地生态条件的肥水管理方法和群体密度。

从本试验结果可以看出,低氮处理能缩短辽梗 433 的生育期,促使其安全成熟,但产量与对照差异显著。分析其原因主要表现在低氮处理降低了有效穗数、缩短了穗长、减少了二次枝梗粒数。有机肥的加入改善了上述矛盾,它起到了整合化肥、促进化肥吸收、改善土壤环境和提供水稻所需微量元素等作用。

本试验结果表明,不同的肥料运筹和种植密度对稻米品质指标均有一定的影响。辽梗 433 在盘锦以当地正常方式栽培,水稻生殖生长期延长,导致灌浆期温度过低最终不能完全成熟,这是导致其加工及外观品质急剧下降的主要原因。然而低氮处理降低了有效穗数、穗长和每穗粒数,缓解了源库的矛盾,使辽梗 433 生育进程缩短,最终能够安全成熟。同时,低氮各处理的稻米品质指标与对照差异不显著。有机肥的加入提升了氮肥的利用率,而且降低了蛋白质含量和直链淀粉含量,增大了胶稠度,改善了食味值等,这与李先等<sup>[4]</sup>的研究结果相似。前人研究表明,垩白与籽粒灌浆特性密切相关<sup>[5-7]</sup>,环境因素对垩白的作用是通过影响籽粒的灌浆来完成的,灌浆速率过快,形成的淀粉粒多呈核状,引起光折射呈不透明状,致使垩白粒率和垩白大小增加。

种植优质水稻时,不仅要选择合理的生态区,还要因地制宜地选用与之配套的栽培管理方式<sup>[8-10]</sup>。通过本试验的结果可以看出,降低氮肥、增施有机肥、提早插秧、合理增密不仅可以实现优质水稻品种辽梗 433 跨

区域栽培,而且改善了稻米品质,扩大了优质稻米的种植区域。虽然在产量上没有一个处理组合超过对照,但 C1 组合在产量上与对照最为接近(仅差 2.8%),而且降低了氮肥的使用量,减少了病虫的发生,更符合优质稻米生产的评价标准和资源节约型、环境友好型的国家农业政策。本试验对肥密运筹模式处理尺度过大,相信再进一步细化后,会找到更适合盘锦地区的栽培方式。

### 参考文献

- [1] 李杰,张洪程,董洋阳. 不同生态区栽培方式对水稻产量、生育期及温光利用的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(13): 865-871.
- [2] Yin X, Kropff M. The effect of temperature on leaf appearance in rice [J]. *Ann Bot*, 1996, 77: 215-221.
- [3] 刘长江,高崇升,金剑. 黑龙江水稻高产栽培技术与模拟研究[J]. 中国稻米, 2011, 17(5): 49-52.
- [4] 李先,刘强,荣湘民,等. 有机肥对水稻产量和品质及氮肥利用率的影响[J]. 湖南农业大学学报, 2010, 36(3): 258-262.
- [5] 钟旭华,曾宪江,徐益群,等. 稻米垩白度与籽粒灌浆特征参数的关系研究[J]. 江西农业大学学报, 1996, 18(4): 387-394.
- [6] 张亚洁,许德美,孙斌,等. 种植方式对水稻和旱稻籽粒灌浆及垩白的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 257-264.
- [7] 舒庆尧,吴殿星,夏英武,等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与食用品质的关系[J]. 中国农业科学, 1998, 31(3): 25-26.
- [8] 梁尹明,林贤青,孙永飞,等. 水稻强化栽培下协优 9308 的产量及穗粒结构研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(3): 84-86.
- [9] 蒋彭炎,洪晓富,徐志福. 超级稻的栽培特性与调控途径[J]. 浙江农业学报, 2001, 13(3): 117-124.
- [10] 陈书强,杨丽敏,赵海新,等. 穗粒肥用氮比例对寒地不同类型水稻产量和品质的影响[J]. 中国稻米, 2017, 23(4): 151-156.

## Discussion on Appropriate Fertilizer Management Methods for Trans-regional Cultivation of Liaogeng 433

XIE Wenxiao, HAN Yong, LI Jianguo, SHEN Feng, LIU Bo, JIANG Xiuying, LIU Jun, LV Jun, JIANG Hongbo, TANG Zhiqiang, ZHANG Xiuru

(Liaoning Rice Research Institute, Shengyang 110101, China)

**Abstract:** For the suitable areas of high quality *japonica* rice Liaogeng 433 is not many in Liaoning province, the effects of fertilizer management, transplanting density and their interaction on the growth process, yield and quality of rice were analyzed in different areas of cultivation. The results showed that reducing the amount of nitrogen fertilizer could accelerate the development of the growth process in high latitude area. However, the number of effective panicles, panicle length, number of secondary branches and grains of secondary branches were reduced. The increase of organic fertilizer improved the quality of rice, the stability of rice quality character was showed cooking quality > milling quality > appearance quality.

**Key word:** Liaogeng 433; fertilizer application; plant density; grain yield; quality