



马波. 肥料和密度对寒地早熟粳稻产量及品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2021(3):1-6.

肥料和密度对寒地早熟粳稻产量及品质的影响

马 波

(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:为促进寒地早熟粳稻高产、优质、高效栽培,本研究以龙粳 31 和龙粳 39 为供试品种,采用二次正交旋转组合设计,建立肥料、密度与产量的回归模型,并采用频数分析法进行栽培方案的模拟寻优,采用二次多项式逐步回归法分析肥料、密度对水稻群体结构和品质的影响。结果表明:氮肥施用量除与株高有明显的正相关、与千粒重有明显的负相关作用,与龙粳 31 穗长呈正相关外,其余性状均与施氮量呈先上升后下降的二次曲线关系;磷肥对穗长及单位面积穗数有一定的促进作用;钾肥对穗长、每穗粒数、结实率有明显的促进作用;密度则对单位面积穗数的增加影响较大。适当降低氮肥可以降低龙粳 31 直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。而适当增加钾肥可以适量减少龙粳 39 直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。通过模拟寻优,并结合肥料、密度与水稻群体结构和稻米品质建立的回归模型,最终建立了两个品种的最佳肥密方案。

关键词:肥料;密度;粳稻;栽培方案;产量;品质

中国是世界最大的水稻生产国和消费国,我国 65% 以上人口以稻米为主食,可见水稻生产在我国粮食安全中的重要性^[1-3]。高产、优质、高效一直以来是作物生产所追求的目标,在水稻生产中亦是如此;水稻的产量和品质一方面取决于其遗传特性,另一方面取决于生态环境和栽培措施。其中,肥料和密度是水稻高产优质栽培中最主要的调控技术措施。王德仁等^[4]认为众多栽培措施中,肥料对产量的影响较为突出。有研究显示大量施用氮肥^[5-6],水稻的产量会增加,并认为氮素对水稻的产量影响最大。栽培密度对水稻生长发育和群体构成具有重要调控作用,主要通过调整单位面积穴数或者行株距配置方式来实现^[7]。稀植栽培能够发挥水稻的个体优势,有利于水稻的分蘖和生长,但是有效穗数少会影响群体结构和产量^[8-10];密植栽培单位面积穗数增加,但个体间的生存矛盾加剧,导致穗粒结构失调,表现为穗多、穗小、粒少、粒轻和产量降低^[11-12]。鉴于此,本研究以寒地早熟粳稻品种龙粳 31 和龙粳 39 为试验材料,采用二次正交旋转组合和二次多项式逐步回归设计,分析肥料及密度对龙粳 31 和龙粳 39 产量和品质的影响,旨在为寒地早熟粳稻高

产、优质、高效栽培提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为寒地早熟 11 片叶粳稻中间型品种龙粳 31 和穗数型品种龙粳 39。试验地点在黑龙江省农垦查哈阳农场海洋管理区,该地区属于寒温带大陆季风气候,年降水量平均 470 mm,年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温在 2 300~2 500 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 115~125 d,按黑龙江省农业气候区划属第三积温带下限,适合早熟优质水稻种植。土壤有机质含量 3%~4%,全氮含量 0.25%,全磷含量 0.09%,速效氮 91.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效磷 47.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾 126.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH6.5。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用二次正交旋转组合设计进行不同氮肥、钾肥、磷肥施用量及不同密度 4 因素 5 水平对水稻产量和品质的影响研究。共 23 个处理,每小区 50 m^2 ,随机区组设计,3 次重复,因子编码水平详见表 1。并采用二次多项式逐步回归来分别建立水稻群体构成和品质的最优回归方程。氮肥施用时期及比例为底肥:返青分蘖肥:穗肥=4:3:3,钾肥施用时期及比例为底肥一半,齐穗后一半,磷肥为底肥一次性施入,各处理相同。

1.2.2 调查项目与方法 成熟期每处理选 6 m^2 左右实割进行产量实测,并进行室内考种。稻米

收稿日期:2020-10-18

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0300501-6);齐齐哈尔市攻关项目(NYGG-201716)。

作者简介:马波(1982—),男,博士,助理研究员,从事水稻育种及栽培生理研究工作。E-mail:mabo8210@163.com。

品质主要考察蛋白质含量、直链淀粉含量、胶稠度、整精米率、垩白米率、垩白度和食味评分,各指标均参考《中华人民共和国农业部标准(NY147—

88)米质测定方法》进行测定。
1.2.3 数据分析 试验数据采用 DPS 8.01 进行处理。

表 1 因子编码与实际水平

试验因素	水平间距	编码因子水平				
		−1.6818	−1	0	1	1.6818
X ₁ 纯氮/(kg·hm ^{−2})	71.35	0.0	48.65	120.00	191.35	240.00
X ₂ 纯磷/(kg·hm ^{−2})	32.7	0.0	22.3	55.0	87.7	110.0
X ₃ 纯钾/(kg·hm ^{−2})	32.1	0.0	21.9	54.0	86.1	108.0
X ₄ 密度/(穴·m ^{−2})	5.0	16.6	20.0	25.0	30.0	33.4

2 结果与分析

2.1 肥料和密度与产量的模型建立

将龙粳 31 和龙粳 39 的产量结果录入 DPS 软件,分别得到数学模型回归方程:

$$Y = 9\,951.55 + 868.7X_1 + 361.78X_2 + 110.87X_3 + 384.26X_4 - 742.65X_1^2 - 201.78X_2^2 - 30.79X_3^2 - 352.5X_4^2 - 192.96X_1X_2 + 45.21X_1X_3 + 201.56X_1X_4 \tag{1}$$

$$Y = 10\,010.78 + 696.84X_1 + 229.24X_2 +$$

$$365.73X_3 + 216.0X_4 - 713.79X_1^2 - 102.55X_2^2 + 35.03X_3^2 - 166.14X_4^2 - 17.63X_1X_2 - 0.62X_1X_3 + 82.62X_1X_4 \tag{2}$$

从表 2 中可以看出,方程失拟不显著($P>0.05$),而回归方程极显著($P<0.01$),表明可以进行预报。剔除不显著项后,得出简化后的回归方程:

$$Y = 9\,951.55 + 868.7X_1 + 361.79X_2 + 384.26X_4 - 742.65X_1^2 - 352.524X_4^2 \tag{3}$$

$$Y = 10\,010.78 + 696.84X_1 + 365.73X_3 + 216.0X_4 - 713.79X_1^2 - 166.14X_4^2 \tag{4}$$

表 2 龙粳 31 和龙粳 39 产量结果方差分析

品种	变异来源	平方和	自由度	均方	偏相关	F 值	P 值
龙粳 31	X ₁	7495336	1	7495336	0.8469	20.2878	0.0009
	X ₂	1300022	1	1300022	0.5527	3.5188	0.0874
	X ₃	122108.5	1	122108.5	0.1992	0.3305	0.5769
	X ₄	1466585	1	1466585	0.5759	3.9696	0.0717
	X ₁ ²	6373080	1	6373080	−0.8265	17.2502	0.0016
	X ₂ ²	470488.6	1	470488.6	−0.3706	1.2735	0.2831
	X ₃ ²	10952.02	1	10952.02	−0.0608	0.0296	0.8664
	X ₄ ²	1435985	1	1435985	−0.5718	3.8868	0.0743
	X ₁ X ₂	216637.3	1	216637.3	−0.2613	0.5864	0.4599
	X ₁ X ₃	11893.35	1	11893.35	0.0633	0.0322	0.8609
	X ₁ X ₄	236377.9	1	236377.9	0.2721	0.6398	0.4407
	X ₂ X ₃	与因子 X ₁ X ₄ 线性相关					
	X ₂ X ₄	与因子 X ₁ X ₃ 线性相关					
	X ₃ X ₄	与因子 X ₁ X ₂ 线性相关					
回归	26204327	11	2382212	F2=6.448		0.0022	
剩余	4063957	11	369450.6				
失拟	2726094	5	545218.7	F1=2.445		0.1106	
误差	1337863	6	222977.2				
总和	30268284	22					

续表 2

品种	变异来源	平方和	自由度	均方	偏相关	F 值	P 值
龙粳 39	X ₁	4823069	1	4823069	0.7922	13.4821	0.0037
	X ₂	521981.5	1	521981.5	0.3928	1.4591	0.2524
	X ₃	1328526	1	1328526	0.5631	3.7137	0.0802
	X ₄	463412.2	1	463412.2	0.3733	4.2954	0.0692
	X ₁ ²	5887492	1	5887492	−0.8203	16.4575	0.0019
	X ₂ ²	121532.4	1	121532.4	−0.2018	0.3397	0.5717
	X ₃ ²	14180.28	1	14180.28	0.0702	0.0396	0.8458
	X ₄ ²	318960.4	1	318960.4	−0.3167	3.8916	0.0853
	X ₁ X ₂	1807.364	1	1807.364	−0.0251	0.0051	0.9446
	X ₁ X ₃	2.272700	1	2.2727	−0.0009	0	0.9980
	X ₁ X ₄	39720.09	1	39720.09	0.1170	0.1110	0.7452
	X ₂ X ₃	与因子 X ₁ X ₄ 线性相关					
	X ₂ X ₄	与因子 X ₁ X ₃ 线性相关					
	X ₃ X ₄	与因子 X ₁ X ₂ 线性相关					
	回归	18554128	11	1686739	F2=4.715		0.0081
	剩余	3935135	11	357739.6			
	失拟	2584061	5	516812.1	F1=2.295		0.1165
	误差	1351075	6	225179.1			
	总和	22489263	22				

2.2 栽培方案的模拟寻优

利用频数分析法对其产量大于 10 500.0 kg·hm² 的方案进行频数分析。从表 3 可知,龙粳 31 产量大于 10 500.0 kg·hm² 的 20 个方案中各因子取值及频率分布得出最优栽培方案:施氮量 126.25~144.61 kg·hm²、施磷量 60.95~65.64 kg·hm²、施钾量 67.72~71.98 kg·hm²、

密度 27.3~28.1 穴·m²;龙粳 39 产量大于 10 500.0 kg·hm² 的 50 个方案中各因子取值及频率分布得出最优栽培方案:施氮量 113.98~119.27 kg·hm²、施磷量 58.3~62.3 kg·hm²、施钾量 74.06~85.75 kg·hm²、密度 24.2~25.8 穴·m²。按此栽培方案产量有 95%的可能高于 10 500.0 kg·hm²。

表 3 龙粳 31 和龙粳 39 产量大于 10 500.0 kg·hm² 的方案中各个因子取值及频率分布

品种	水平	X ₁ 频率	X ₂ 频率	X ₃ 频率	X ₄ 频率
龙粳 31	加权均数	0.231	0.272	0.51	0.467
	标准误	0.016	0.065	0.124	0.091
	95%置信区间	0.09~0.345	0.181~0.325	0.427~0.56	0.46~0.62
	农艺措施	126.25~144.61 kg·hm ²	60.95~65.64 kg·hm ²	67.72~71.98 kg·hm ²	27.3~28.1 穴·m ²
龙粳 39	加权均数	−0.051	0.16	0.823	−0.021
	标准误	0.012	0.032	0.153	0.033
	95%置信区间	0.084~−0.01	0.101~0.223	0.625~0.989	−0.16~0.16
	农艺措施	113.98~119.27 kg·hm ²	58.3~62.3 kg·hm ²	74.06~85.75 kg·hm ²	24.2~25.8 穴·m ²

2.3 肥料和密度对水稻群体结构的影响

本试验采用二次多项式逐步回归法,对各因子与水稻农艺性状的关系进行分析。从回归方程

可以看出(表 4),各方程均达到极显著水平,决定系数均在 0.7 以上,表明有较高的决定程度。
两个品种株高均随着氮肥的增加而显著增

高。穗长均随钾肥量的增加而显著增加,但又随密度增加而显著下降;并且磷肥可以促进龙粳 31 穗长增加,而龙粳 39 穗长则随着氮肥增加而先增加后下降。在同一施肥量条件下,单位面积穗数随密度的增加而大幅增多,但在高密度情况下穗数增长将趋缓,龙粳 39 还有下降的趋势;同时穗数又随着施氮肥量增加而先增加后下降,随着磷肥的增加而略有增加;此外龙粳 31 单位面积穗数还与氮肥和磷肥的交互作用有关。每穗粒数随施肥量的增加而先增加后下降,随着密度增加而显著下降,尤其在 高氮肥、高密度下粒数下降明显;钾肥对粒数有明显的增加作用,并且钾肥与密度对穗粒数有互作效应。结实率都有随施钾量增加而提高的趋势,随氮肥增加而先增加后下降;同时龙粳 39 结实率会随密度增加而下降;磷肥与钾肥、钾肥与密度均对龙粳 39 结实率有互作效应。

表 4 处理因子与龙粳 31 和龙粳 39 农艺性状的多元回归模型

品种	农艺性状	回归方程	F	R ²
龙粳 31	株高	$Y=92.43+2.436X_1$	36.11**	0.72
	穗长	$Y=15.42+0.565X_1+0.691X_2+0.328X_3-0.662X_4$	33.41**	0.83
	平方米穗数	$Y=462.3-21.64X_1^2+5.473X_2+19.76X_4+14.113X_1X_2$	21.35**	0.71
	每穗总粒数	$Y=88.54+3.4X_1+4.698X_3-5.921X_4-6.61X_1^2$	19.76**	0.82
	结实率	$Y=92.69+2.435X_3-3.854X_1^2$	46.98**	0.91
	千粒重	$Y=26.81-0.843X_1$	42.53**	0.89
龙粳 39	株高	$Y=94.28+3.125X_1+0.506X_2$	48.86**	0.72
	穗长	$Y=16.85+0.212X_1+0.478X_3-0.468X_4-0.313X_1^2$	57.43**	0.95
	平方米穗数	$Y=531.7+11.765X_1+4.876X_2+13.468X_4-18.71X_1^2-8.73X_2^2$	46.24**	0.94
	每穗总粒数	$Y=93.54+2.06X_1+3.31X_2+7.886X_3-5.533X_4-5.58X_1^2-5.63X_3X_4$	30.53**	0.86
	结实率	$Y=88.76+1.168X_2+3.892X_3-4.015X_4-3.14X_1^2+2.012X_2X_3-2.73X_3X_4$	44.70**	0.88
	千粒重	$Y=26.97-1.213X_1+2.015X_3$	119.5**	0.92

注:**表示 1%极显著水平。

2.4 肥料和密度对水稻品质的影响

本试验采用二次多项式逐步回归法来分析不同肥料和密度对水稻品质性状的影响,从多元回归模型可以看出(表 5),各回归方程的决定系数(R²)都在 0.6 以上,表明所得的回归方程具有较高的决定程度。

两个品种蛋白质含量都随着施氮量的增加而提高,磷肥可以增加龙粳 31 蛋白质含量,密度的增加会降低龙粳 39 的蛋白质含量。龙粳 31 直链淀粉含量随施氮量的增加而先下降后上升,随磷肥增加而降低;龙粳 39 则随钾肥和密度的增加而

增加氮肥会降低千粒重,但钾肥会显著提高龙粳 39 的千粒重。

综合两个品种各农艺性状来看,氮肥施用量除与株高有明显的正相关、与千粒重有明显的负相关作用,与龙粳 31 穗长呈正相关外,其余性状均与施氮量呈先上升后下降的二次曲线关系。可见氮肥过多会造成生育期延迟,籽粒不饱满,无效分蘖多;而氮肥过少则会造成营养不足,都不利于获得高质量群体。磷肥对穗长及单位面积穗数有一定的促进作用。钾肥对穗长、每穗粒数、结实率有明显的促进作用,尤其龙粳 39 穗部性状作用更为明显。密度则对单位面积穗数的增加影响较大,但在高密度情况下穗数增长将趋缓。因此科学合理地组合肥料和密度水平是获得高质量群体的关键。

显著下降。胶稠度有随着施氮量和密度增加而下降,随施钾量的增加而增加的趋势,尤其是与施氮量呈显著的负相关关系,因此施肥过多或者插秧过密都会降低胶稠度,使得米饭口感变硬。整精米率随施氮量的增加而先增加后下降,呈二次曲线关系,增加钾肥和降低密度都可以提高整精米率;钾肥和密度互作对龙粳 39 整精米率存在负相关作用。垩白米率和垩白度都随氮肥增加而先下降后上升。分析其原因发现,氮肥施用量过少则群体生长不足,造成整精米率下降,垩白米率和垩白度上升;相反氮肥施用量过多,则群体生长过

旺,田间通风透光条件差,群体恶化,易贪青晚熟水稻灌浆不充分,同样会降低整精米率和增加垩白米率及垩白度。同时发现增加钾肥可以显著增加龙粳39整精米率,并且降低垩白粒率及垩白度。

表5 处理因子与龙粳31和龙粳39主要品质性状间的多元回归模型

品种	品质性状	回归方程	F	R ²
龙粳31	蛋白质含量	$Y=8.03+0.342X_1+0.193X_2$	15.65**	0.69
	直链淀粉含量	$Y=17.68+0.123X_1-0.086X_2+0.156X_1^2$	5.32*	0.70
	整精米率	$Y=69.32+0.322X_3-0.212X_4-0.478X_1^2$	14.39*	0.91
	垩白粒率	$Y=1.21-0.492X_1+0.661X_1^2-0.213X_1X_4$	21.74**	0.93
	垩白度	$Y=0.069+0.21X_1^2-0.111X_1X_4$	49.62**	0.93
	胶稠度	$Y=78.46-0.895X_1+0.31X_3$	18.40**	0.83
龙粳39	蛋白质含量	$Y=7.68+0.265X_1-0.189X_4$	18.86**	0.66
	直链淀粉含量	$Y=18.05-0.358X_3-0.129X_4$	22.30**	0.87
	整精米率	$Y=67.28+0.549X_3-0.313X_4-0.71X_1^2-0.257X_3X_4$	15.28**	0.79
	垩白米率	$Y=4.1-0.467X_1-0.315X_3+0.211X_4+0.632X_1^2$	20.70**	0.92
	垩白度	$Y=0.23-0.071X_3+0.12X_1^2-0.069X_1X_4$	53.19**	0.94
	胶稠度	$Y=76.72-1.1X_1+0.721X_3-0.92X_4$	14.72**	0.78

注:*表示5%显著水平;**表示1%极显著水平。

3 结论与讨论

肥料和密度对水稻产量及构成因素、稻米品质具有显著影响。凌启鸿等^[13]研究认为生产上盲目增加氮肥用量,不仅不能增加产量,还可能导致生态环境恶化。Hong等^[14]研究认为氮肥与稻米品质一般呈负相关,增施氮肥使稻米食味品质变劣。而氮肥虽然可以提高蛋白质含量,但施氮、钾肥过多或者插秧过密都会降低胶稠度,从而降低食味品质。吴行国等^[15]认为随密度与施氮量的增加,单位面积有效穗数增多,并以高密度处理增加效果最明显,其中密度因子对产量影响最大并起主导作用,其次是氮肥用量因子。王夫玉等^[16]认为栽插密度的变化对群体源库特征的影响比施肥方法对群体源库特征的影响要相对重要且作用较大。本研究结果表明,氮肥施用量除与株高有明显的正相关、与千粒重有明显的负相关,与龙粳31穗长呈正相关外,其余性状均与施氮量呈先上升后下降的二次曲线关系。磷肥对穗长及单位面积穗数有一定的促进作用。钾肥对穗长、每穗粒数、结实率有明显的促进作用,尤其龙粳39穗部性状作用更为明显。密度则对单位面积

综合分析,适当降低氮肥可以适量减少龙粳31直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。而适当增加钾肥和密度可以适量减少龙粳39直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。

穗数的增加影响较大,但在高密度情况下穗数增长将趋缓。适当降低氮肥可以适量减少龙粳31直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。而适当增加钾肥、降低氮肥及密度可以适量减少龙粳39直链淀粉含量,提高其整精米率和胶稠度,降低垩白粒率及垩白度。

通过肥密优化试验进行模拟寻优,获得了两个品种产量大于10500.0 kg·hm²的栽培方案;同时结合肥料、密度与水稻群体结构及稻米品质建立的回归模型,对方案进行适当调整后,将肥料纯量换算成化肥量后建立了两个品种的最佳肥密方案。龙粳31:施尿素222.6~236.8 kg·hm²、磷酸二铵132.5~142.7 kg·hm²、硫酸钾125.4~133.3 kg·hm²、密度27.3~28.1 穴·m²(30 cm×12 cm)。龙粳39:施尿素198.2~206.3 kg·hm²、磷酸二铵126.7~135.4 kg·hm²、硫酸钾146.4~158.8 kg·hm²、密度24.2~24.8 穴·m²(30 cm×13.3 cm)。

参考文献:

[1] Chen W F,Xu Z J,Tang L. 20 years' development of super rice in China The 20th anniversary of the super rice in China[J]. Journal of Integrative Agriculture,2017,16(5):

- 981-983.
- [2] 张成龙. 中国水稻产业竞争力及影响因素研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [3] 吴媛媛. 我国水稻生产现状及发展趋势[J]. 新农业, 2018(7): 27-28.
- [4] 王德仁, 应继峰. 栽培措施对稻米品质影响的初步研究[J]. 中国农学通报, 1990(1): 10-14.
- [5] 张三元. 水稻品种稻米品质研究—II. 肥料对水稻蛋白质含量的影响[J]. 吉林农业科学, 1991(3): 5-8.
- [6] 徐一戎, 曹书恒. 推广水稻优质米生产技术提高质量效益水平[J]. 北方水稻, 2000(5): 3-6.
- [7] 苏祖芳, 霍中洋. 水稻合理密植研究进展[J]. 耕作与栽培, 2006(5): 6-9.
- [8] 尚志敏, 张凤鸣, 宋立泉, 等. 水稻超稀植栽培技术增产因素的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1992(2): 18-22.
- [9] 张春山, 金文龙, 金炳植. 水稻稀植栽培适宜密度及其增产因素研究[J]. 吉林农业科学, 1996(1): 44-45.
- [10] 王秀亮, 唐守来. 水稻稀植机插深施肥高产栽培技术研究[J]. 农机化研究, 2001(1): 71-72.
- [11] 朱德峰, 林贤青, 陶龙兴, 等. 水稻强化栽培体系的形成与发展[J]. 中国稻米, 2003(2): 17-18.
- [12] 金传旭, 钟芳辅, 黄大英, 等. 机插密度与穴栽苗数对水稻产量及其构成因素的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(4): 85-87.
- [13] 凌启鸿, 张洪程, 戴其根, 等. 水稻精确定量施氮研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(12): 2457-2467.
- [14] Hong Y P, Kim S Y. Influences of growing location, culture practices and application of organic manure on grain yield and quality in rice[J]. Journal of Agricultural Science, 1993, 35(2): 41-46.
- [15] 吴行国, 成国法, 戴增捷, 等. 密度与氮肥对旱育秧水稻产量的影响[J]. 上海农业科技, 1997(3): 20-21.
- [16] 王夫玉, 张洪程, 赵新华, 等. 行株距配比对水稻群体特征的影响[J]. 甘肃科学学报, 2001, 13(2): 38-42.

Effects of Fertilizer and Density on Yield and Quality of Early Mature *Japonica* Rice in Cold Region

MA Bo

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to promote the high yield, good quality and high efficiency cultivation of early maturing *japonica* rice in cold region, in this study, Longjing 31 and Longjing 39 were selected as test varieties, and quadratic orthogonal rotation combination were adopted to analyze the effects of fertilizer and density on their yield and quality. The results showed that the nitrogen application rate had a positive correlation with plant height and a negative correlation with 1000-seed weight, a positive correlation with spike length of Longjing 31, and the other characters had a conic relationship with the nitrogen application rate. Phosphate fertilizer had a certain effect on panicle length and panicle number per unit area. Potassium fertilizer had obvious promoting effects on panicle length, grain number per panicle and seed setting rate. Density had a great influence on the increase of panicle number per unit area. Appropriate reduction of nitrogen fertilizer could reduce the content of Longjing 31 amylose, improve the percentage of refined rice and glue consistency, and reduce the chalky grain rate and chalkiness. Proper increase of potassium fertilizer could reduce the amylose content of Longjing 39, increase its polished rice rate and gum consistency, and reduce chalky grain rate and chalkiness. Through simulation optimization, and the regression model of fertilizer, density and rice population structure and rice quality, the best fattening plan of the two varieties was finally established.

Keywords: fertilizer; density; *japonica* rice; cultivation schemes; yield; quality

致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网
络出版总库》及CNKI等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。
如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部