

粳稻品种武育粳 33 营养特性与肥料效应研究

张爱丽¹ 曾祥志² 万龙² 杨利^{3*} 刘勇¹ 汪光友¹

(¹南漳县农业技术推广中心,湖北 南漳 441500; ²南漳县清河农场农业技术推广中心,湖北 南漳 441522; ³湖北省农业科学院植保土肥研究所,武汉 430064; 第一作者: 417186837@qq.com; * 通讯作者: yangligaofeinongye@163.com)

摘要:通过田间试验,研究了粳稻武育粳 33 的营养特性、需肥规律与肥料效应。结果表明,在生育前期,武育粳 33 对氮、磷的需求量大,中后期增加了对钾素的吸收;氮对其产量构成因子的影响要显著高于磷和钾;结合模拟的最佳施肥量及其经济施肥量,鄂北地区中等肥力条件下武育粳 33 的推荐施肥量为 N 240~280 kg/hm²、P₂O₅ 80~100 kg/hm²、K₂O 90~135 kg/hm²。

关键词:粳稻;武育粳 33;营养特性;施肥效应

中图分类号:S511.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)02-0091-06

粳稻因其口感佳、出米率高、效益好等优势,近年来越来越受到人们的青睐,种植面积逐年扩大,种植区域也由东北地区向南方地区延伸^[1-4]。湖北省属于南北过渡区,是南方稻区少有的粳稻种植适宜区域之一,发展粳稻生产优势明显。2012 年起湖北省启动实施水稻“粳改粳”工程,大力发展粳稻生产^[5-7],这也是顺应农业供给侧改革发展的重要举措,通过几年的努力,湖北省粳稻生产在品种筛选引进、技术优化、示范推广等方面取得了一定的成绩^[8-12]。目前,湖北省粳稻的种植面积还很小,约占水稻种植面积的 10%,发展前景十分广阔^[5]。本试验以武育粳 33 为材料,在鄂北地区开展营养特征及施肥效应研究,旨在为该品种的种植推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2016 年设在南漳县清河农场(东经 111°56'53",北纬 31°43'59",海拔 106 m)。试验田地势平坦,排灌方便,土壤属淹育型水稻土,前茬作物为小麦。

试验前采集耕层土壤,用常规农化分析方法^[13]测定基础土壤养分状况:pH 值为 6.8,有机质 23.6 g/kg,碱解氮 149.8 mg/kg,有效磷 8.86 mg/kg,速效钾 125.4 mg/kg。

1.2 试验设计

试验采用主要养分梯度下的不完全重复组合设计^[14-17],以 N₂₁₀P₉₀K₁₅₀ 为推荐施肥(OPT),共设 17 个处理,各处理具体见表 1。其中,处理 1 至 5 设 3 次重复,随机排列;处理 6 至 17 不设重复,顺序排列。共 27 个小区,

表 1 试验设计

处理内容	处理编号	施肥水平	代号
基础区	1	N ₀ P ₀ K ₀	CK
	2	N ₀ P ₉₀ K ₁₅₀	OPT-N
	3	N ₂₁₀ P ₀ K ₁₅₀	OPT-P
	4	N ₂₁₀ P ₉₀ K ₀	OPT-K
	5	N ₂₁₀ P ₉₀ K ₁₅₀	OPT
氮梯度区	6	N _{157.5} P ₉₀ K ₁₅₀	75%N
	7	N _{262.5} P ₉₀ K ₁₅₀	125%N
	8	N ₃₁₅ P ₉₀ K ₁₅₀	150%N
	9	N ₄₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	200%N
磷梯度区	10	N ₂₁₀ P _{67.5} K ₁₅₀	75%P
	11	N ₂₁₀ P _{112.5} K ₁₅₀	125%P
	12	N ₂₁₀ P ₁₃₅ K ₁₅₀	150%P
	13	N ₂₁₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	200%P
钾梯度区	14	N ₂₁₀ P ₉₀ K _{112.5}	75%K
	15	N ₂₁₀ P ₉₀ K _{187.5}	125%K
	16	N ₂₁₀ P ₉₀ K ₂₂₅	150%K
	17	N ₂₁₀ P ₉₀ K ₃₀₀	200%K

字母 N、P、K 后的下标数字分别表示施用 N、P₂O₅、K₂O 的量,单位为 kg/hm²。

区,每个小区面积 30 m²。小区间以土埂相隔,防肥、水互窜。以本品种为保护行,保护行施肥量按 OPT 施用,施肥品种和施用时期及方法同试验处理。

试验所用常规氮、磷、钾肥料分别为尿素(含 N 46%,中国石油化工股份有限公司湖北化肥分公司生

收稿日期:2017-11-22

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0200807);国家科技支撑计划项目(2014BAD14B05);湖北省农业科技创新中心项目(2016-620-000-001-019)

表 2 氮磷钾养分对武育梗 33 产量的影响

处理	产量(kg/hm ²)				相对 CK 增产率 (%)	相对 OPT 减产率 (%)
	重复 1	重复 2	重复 3	平均		
CK	5 818.5	6 072.0	6 183.0	6 024.5 cC	—	27.3
OPT-N	6 126.0	6 148.5	5 869.5	6 048.0 cC	0.4	27.0
OPT-P	7 779.0	7 129.5	7 516.5	7 475.0 bB	24.1	9.7
OPT-K	7 876.5	7 618.5	7 546.5	7 680.5 bB	27.5	7.3
OPT	8 289.0	8 142.0	8 412.0	8 281.0 aA	37.5	—

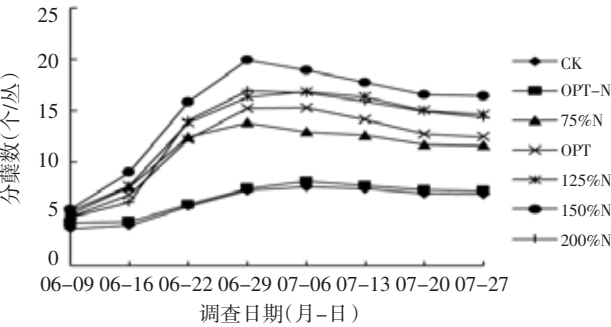


图 1 不同施氮量对武育梗 33 分蘖进程的影响

产)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%,湖北洋丰股份有限公司生产)、氯化钾(含 K₂O 60%,德国钾盐公司生产)。其中,N 肥的 70%作底肥,30%在移栽成活后(栽后 10 d)作追肥施;P 肥全部作底肥;K 肥底肥、追肥各 50%,追肥在晒田复水时施入;试验各小区(包括保护行)全部施用锌肥、硅肥作底肥,具体用量为大粒锌(武汉高飞农业有限公司生产,含 Zn 30%)6 kg/hm²和大粒硅(武汉高飞农业有限公司,含 SiO₂ 25%)75 kg/hm²。

1.3 试验管理

于浸种前 3 d 晒种,4 月 25 日浸种,用强氯精消毒,4 月 27 日播种,早育秧。播种后用碎土盖籽,并用 50%敌克松 1 000 倍液浇于厢面对土壤消毒,以 60%丁草胺匀喷厢面作播后苗前杂草防除处理,最后用稻草薄铺在秧床上用喷壶浇水透墒,加盖薄膜增温保湿。5 月 7 日秧苗达到 1 叶 1 心时揭膜,5 月 9 日检出覆盖稻草,5 月 13 日施“断奶肥”1.5 kg/667 m²,5 月 15 日每 667 m²秧床用 15%多效唑 150 g 对水 50 kg 匀喷,控高促蘖。6 月 4 日插秧,人工移栽,移栽规格 16.7 cm×26.6 cm,生育期全程实现应变式水分管理^[18],其他管理同常规。

2 结果与分析

2.1 氮磷钾对武育梗 33 产量的影响

从表 2 可见,OPT 处理产量最高,平均产量为 8 281.0 kg/hm²,与 CK 相比增产 37.5%;OPT-N 处理较 CK 仅增产 0.4%,未达到显著水平,而较 OPT 处理减产

27.0%,差异达到极显著水平,这说明氮的效应对该品种产量的影响极大。OPT-P 处理较 CK 增产 24.1%,而较 OPT 处理减产 9.7%,且差异均达极显著水平。OPT-K 处理较 CK 增产 27.5%,达极显著水平,而较 OPT 处理减产 7.3%,差异亦极显著。不施磷和不施钾处理之间产量差异不大。可见,对于该品种,磷、钾的肥料效应基本相当,其肥效远不如氮明显,对产量的贡献表现为 N 显著高于 P 和 K。

2.2 不同施肥量对武育梗 33 生长特性的影响

2.2.1 对分蘖动态的影响

从水稻移栽后第 6 d 开始,对各小区定点 10 株进行分蘖动态调查,每间隔 6~7 d 调查 1 次。

从图 1 可见,施 N 处理(75% N、OPT、125% N、150% N、200% N)较不施 N 处理(CK、OPT-N),对分蘖数的增加非常明显,尤其在分蘖后期;对最高分蘖及有效分蘖的影响上,施 N 处理远高于无 N 处理;75% N 及 OPT 处理对分蘖的影响小于 125% N、150% N、200% N 等高 N 处理;高 N 处理中,150% N 处理的最高分蘖和有效分蘖一直表现最高,125% N 和 200% N 的表现基本一致;无 N 处理中,CK 处理与 OPT-N 处理表现基本一致。说明氮直接影响水稻的前期生长,施氮量越大,营养生长越迅速,分蘖也越快,但过高的 N 量(200% N 处理)对水稻有效分蘖作用极小。

从图 2 可见,OPT-P 处理表现为在水稻达到最高分蘖后,平缓下降至有效分蘖,与 75% P 处理表现基本一致,但 75% P 处理最高分蘖少,低于其他中磷和高磷处理,甚至低于 OPT-P 处理;2 个高磷处理(150% P 和 200% P)都表现为最高分蘖多,之后逐步下降至有效分蘖。所有处理中,除无肥区(CK)分蘖少且低于其他各处理外,其他各处理尽管最高分蘖差别较大,但最终的有效分蘖基本一致。说明磷对水稻分蘖起着重要的促进作用,但施磷量的多少除对最高分蘖数有影响外,对最终有效分蘖的形成并无明显区别,过多的磷对增加分蘖没有太大的积极作用。

从图 3 可见,随着生育进程的推进,分蘖数量上,有低钾区(K=0~112.5 kg/hm²)低于中钾区和高钾区(K=

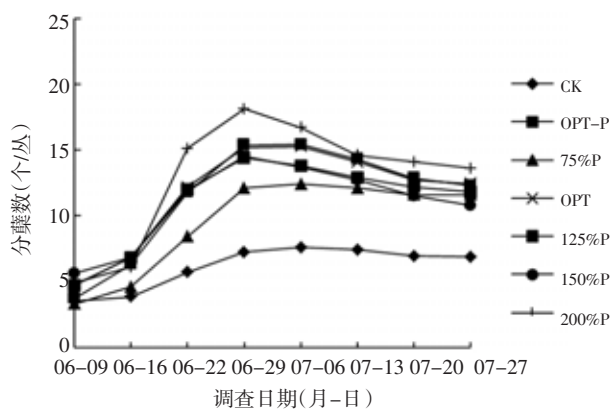


图2 不同施P量对武育梗33分蘖进程的影响

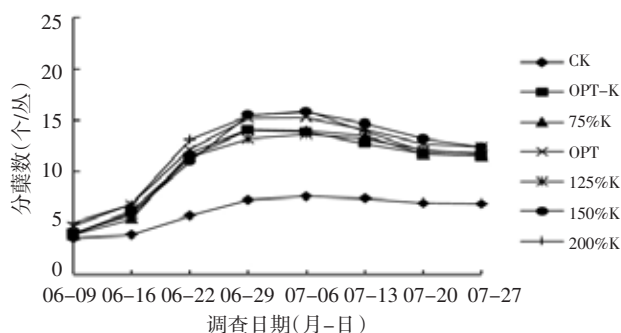


图3 不同施K量对武育梗33分蘖进程的影响

150~300 kg/hm²)的趋势,在分蘖后期,施钾处理的分蘖数增加不大,基本趋于平缓,最终的有效分蘖数各个处理也几乎惊人的一致。说明钾对水稻的营养生长作用明显,但过多的钾素施用似乎并不能影响和改变水稻分蘖数。

2.2.2 对株高的影响

从图4可以看出,在水稻生长前期,不同施氮量处理都能使株高增加,不过增加并不明显,到了营养生长的中后期,株高增加更快更明显,高N处理(150%N、200%N)明显高于低N处理(75%N、OPT)。说明氮对水稻株高的影响较大。

从图5可见,除无肥区(CK)水稻株高一直是最矮外,在不同生育时期,不同施磷量的处理在株高上差异不明显,尤其是到了营养生长的中后期。说明磷对水稻株高的影响并不大。

从图6可见,钾对水稻株高的影响没有规律性,除无肥处理(CK)水稻株高最矮外,无钾(OPT-K)和低钾(75%K)处理区的水稻株高也较高,而高钾处理中,除150%K处理株高较高之外,125%K和200%K的处理反而还低于其他各处理。说明钾肥对武育梗33株高的影响并不大。

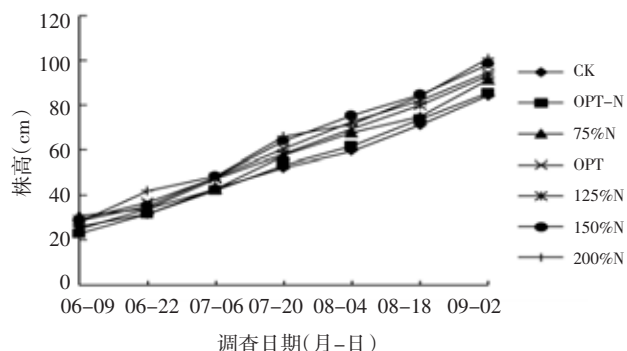


图4 不同施N量对武育梗33株高的影响

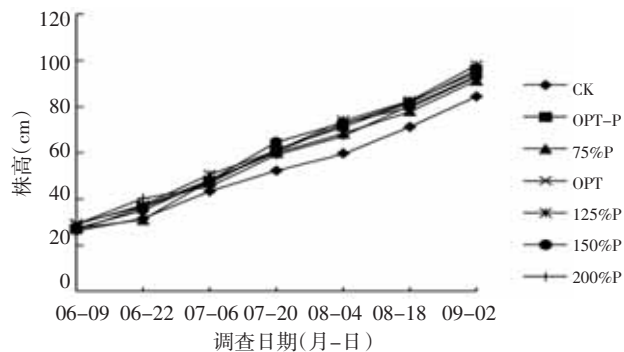


图5 不同施P量对武育梗33株高的影响

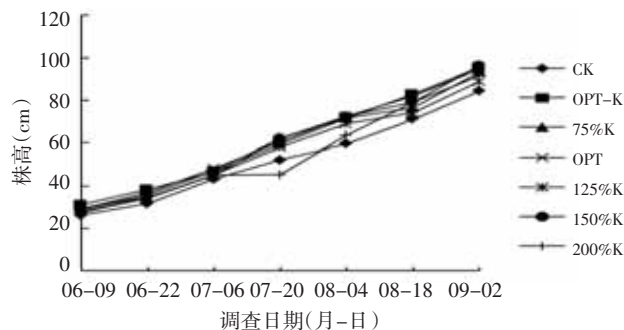


图6 不同施K量对武育梗33株高的影响

2.2.3 不同施肥量对武育梗33产量构成因子的影响

从表3可见,与OPT-N处理相比,各施氮处理有效穗数增加显著,在150%N时达到最高点,之后随施氮量增加,有效穗数下降;实粒数方面,以低、中氮处理(75%N、OPT)较高,之后随施氮量增加,实粒数下降;结实率随施氮量的增加而增加,在150%N时达到最高点,之后施氮量增加结实率略有下降;产量方面,理论产量以150%N处理表现最高,实际产量以OPT处理表现最好。

从表3可以看出,与OPT-P处理相比,各施磷处理有效穗变化不大;总粒数有随施磷量增加而增加的趋势,到了125%P处理之后,继续增加施磷量总粒数反而下降;实粒数则有明显的抛物线特点,先随施磷量

表 3 不同处理间武育粳 33 产量表现

处理代号	有效穗数 (万/hm ²)	总粒数 (粒/穗)	实粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)
CK	152.0	166.5	152.6	91.5	28.1	6 556.0	6 024.5
OPT-N	154.0	147.0	139.2	94.7	28.1	6 033.5	6 048.0
OPT-P	254.5	119.0	109.4	95.3	28.1	7 833.0	7 475.0
OPT-K	258.0	130.6	114.3	94.8	28.1	8 173.5	7 680.5
OPT	264.5	124.8	117.0	93.7	28.1	8 689.0	8 281.0
75%N	261.0	127.4	120.6	94.7	28.1	8 872.5	7 435.5
125%N	319.5	106.3	102.2	96.1	28.1	9 168.0	8 163.0
150%N	358.5	102.7	99.5	96.9	28.1	10 017.0	7 902.0
200%N	316.5	94.6	90.1	95.2	28.1	8 023.5	7 513.0
75%P	262.5	108.2	93.3	86.2	28.1	6 886.5	8 025.0
125%P	264.0	123.8	118.5	95.7	28.1	8 797.1	8 065.5
150%P	246.0	142.9	134.9	94.4	28.1	9 331.5	7 768.5
200%P	282.0	138.8	132.4	95.4	28.1	10 509.0	7 809.0
75%K	247.5	120.9	111.7	92.4	28.1	7 774.5	7 783.0
125%K	259.5	127.0	115.5	90.9	28.1	8 427.0	8 128.5
150%K	261.0	127.4	120.6	94.7	28.1	8 851.5	7 779.0
200%K	229.5	125.7	119.7	95.2	28.1	7 725.0	7 190.0

表 4 不同生育时期武育粳 33 的养分含量

生育时期	N(g/kg)	P(g/kg)	K(g/kg)
移栽期	19.18	3.63	22.33
返青期	22.29	2.98	23.05
拔节期	23.17	4.47	24.47
灌浆期	22.08	3.21	23.63
乳熟期	12.53	2.88	16.71
成熟期(秸秆)	8.25	1.18	12.57
(籽粒)	11.05	2.05	6.22

的增加而增加,到了 150% P 处理之后,继续增加施磷量实粒数则降低;结实率出现了线型加平台的特点,125% P 处理是交汇点,之前结实率随施磷量的增加而增加,但到了 125% P 之后,施磷量继续增加,结实率几乎不变;理论产量是 200% P 的处理最高,但实际产量是以 125% P 的处理表现最好。

从表 3 可见,与 OPT-K 处理相比,各施钾处理的有效穗数变化不大,只是到了 150% K 之后,继续增加钾肥用量,有效穗减少;总粒数随施钾量增加而增加,但到了 150% K 之后,继续增施钾肥总粒数降低;实粒数不同施钾量处理间无显著差异;不同施钾量处理间的结实率规律并不明显;理论产量以 150% K 处理最高,而实际产量是 OPT 处理表现最好。

2.3 武育粳 33 的养分利用特性

在水稻生长的不同生育时期,于保护行即 OPT 处理内取植株样,分析氮、磷、钾含量,其中移栽期、返青期、拔节期、灌浆期为植株混合样,成熟期按秸秆和籽粒分开,结果见表 4。结果表明,在 OPT 施肥条件下,武育粳 33 的养分吸收规律为:苗期至灌浆期,植株含氮

量较高,之后逐步降低,至成熟时,一部分氮进入籽粒,而秸秆中的氮含量降至最低;苗期至返青期植株含磷量下降,再又开始增加,至拔节期达最高点,之后逐步降低;含钾量表现为抛物线特点,从苗期至拔节期植株含钾量缓慢增加,拔节期之后开始缓慢下降,到了乳熟期之后,一部分钾开始进入籽粒,植株含钾量则迅速下降至最低。

整体上,结合其养分利用特性,武育粳 33 在生育前期(苗期至拔节期)应注重氮肥、磷肥的施用,提倡拔节期之前施用大量的氮肥和全部的磷肥,中后期应注重钾肥的施用,以促进茎秆和籽粒对钾素的吸收。

2.4 武育粳 33 的肥料效应与施肥量的确定

水稻成熟后实收计产,其中处理 1 至 5 为 3 个重复平均,处理 6 至 17 为样方计产,每个小区收 3 个 4 m² 的样方,取其平均作为小区产量。以实际产量与施肥量成图(图 7)。并用一元二次方程进行模拟,分别得出产量(Y)与施肥量(X)之间的关系方程。通过模拟的三组一元二次方程,分别计算最高产量施肥量:当施氮量 X_N=273.0 kg/hm² 时,有最大值 Y=8 094.7 kg/hm²;当施磷量 X_P=99.9 kg/hm² 时,有最大值 Y=8 087.5 kg/hm²;当施钾量 X_K=127.1 kg/hm² 时,有最大值 Y=8 099.5 kg/hm²。

经济施肥量方面,按 X_e=(P_x/P_y-b)/2a(其中,P_x 为纯 N、P、K 的养分价格,P_y 为水稻收购价格)计算,根据目前市场情况,设定 P_{xN}=5.4 元/kg,P_{xP}=5.2 元/kg,P_{xK}=6.0 元/kg,P_y=3.2 元/kg,计算得出 N、P、K 的经济施肥量分别为 243.6 kg/hm²、85.9 kg/hm² 和 95.2 kg/hm²。

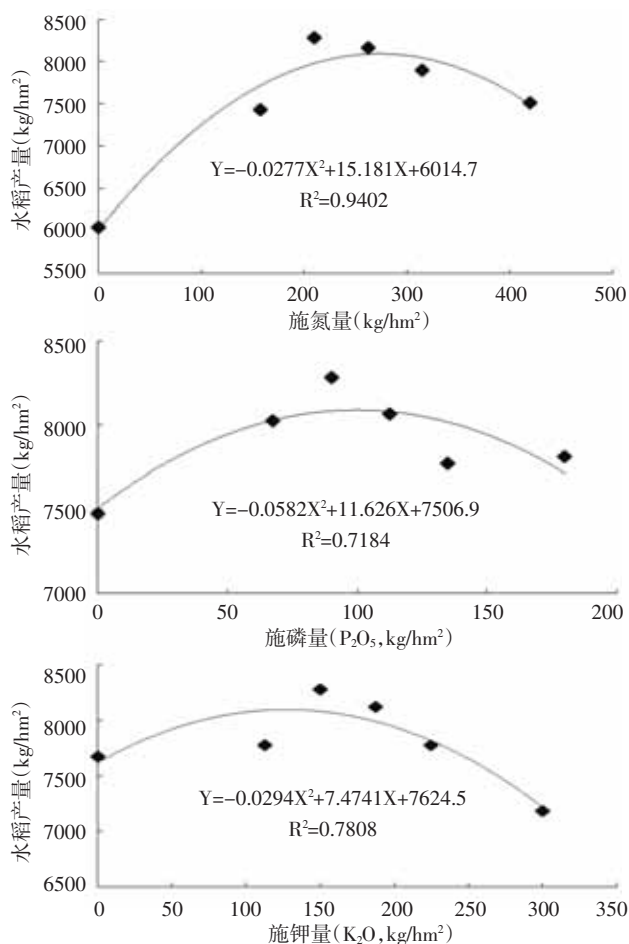


图 7 不同施肥量与产量效应方程

3 小结与讨论

在鄂北地区中等肥力土壤上, 对于粳稻品种武育梗 33 来说, 氮、磷、钾配合施用有明显作用, 氮的肥料效应对产量的影响最大, 磷和钾的肥效基本相当, 对产量的贡献表现为 N 显著高于 P 和 K。基于武育梗 33 的吸肥规律, 提倡武育梗 33 在生育前期(苗期至拔节期)应注重氮肥、磷肥的施用, 中后期应注重钾肥的施用。

通过模型模拟, 推算出武育梗 33 在鄂北地区中等肥力田块上的最高产量的施肥量。即在基施硅肥、锌肥的前提下, 最高产量的施肥量分别为 N 273.0 kg/hm²、P₂O₅ 99.9 kg/hm²、K₂O 127.1 kg/hm², 此时产量在 8 087.5~8 099.5 kg/hm² 之间; 按照目前市场价格, 经济施肥量则分别为 N 239.2 kg/hm²、P₂O₅ 83.9 kg/hm² 和 K₂O 90.7 kg/hm²。

结合武育梗 33 本试验条件下的最高产量施肥量与经济施肥量, 并参考其他的研究结果^[19-21], 推荐本品

种在鄂北地区中等肥力土壤条件下的施肥量为: 氮(N) 240~280 kg/hm²、磷(P₂O₅) 80~100 kg/hm²、钾(K₂O) 90~135 kg/hm², 同时底肥结合硅肥和锌肥施用。

参考文献

- [1] 王明利. 我国粳稻经济研究[J]. 农业经济问题, 2004(4): 35-39.
- [2] 张培江, 吴爽, 孔令娟, 等. 安徽省粳稻发展的思路与对策[J]. 中国稻米, 2006, 12(6): 52-54.
- [3] 王一凡, 隋国民, 王友芬, 等. 粳稻持续快速发展的思考与对策[J]. 北方水稻, 2009, 38(6): 8-10.
- [4] 陈温福, 潘文博, 徐正进. 我国粳稻生产现状及发展趋势[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(6): 801-805.
- [5] 张似松, 汤颢军, 柴婷婷, 等. 加快粳稻发展, 进一步做强湖北省水稻产业[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(3): 450-453.
- [6] 戴贵洲. 关于推进湖北粳稻产业发展的几点思考[N]. 湖北日报, 2015-09-07(4).
- [7] 尹业华. 湖北省粳稻发展的潜力及建议 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53(12): 2 733-2 735.
- [8] 杨金松, 张再军, 邱东峰. 湖北省粳稻育种的回顾与展望[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(20): 4 862-4 863.
- [9] 张文珍, 刘义军, 杨芳, 等. 荆门市粳稻引进品种筛选试验性状比较[J]. 农业开发与装备, 2015(2): 64-65.
- [10] 蒋代铭, 杜艳华, 杨冰, 等. 潜江市粳稻生产发展探讨[J]. 现代农业科技, 2013(12): 319-320.
- [11] 王良军, 张大平, 张均寿, 等. 粳稻新品种栽培试验[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(13): 2 989-2 991.
- [12] 张元虎, 杨兴柏, 张文文, 等. 荆门市粳稻品种引进筛选试验研究 [J]. 农业科技通讯, 2013(10): 54-58.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 30-107.
- [14] 杨利, 戚华雄, 贾平安, 等. 杂交中稻广两优 476 营养特性与施肥效应, 湖北农业科学, 2011, 50(20): 4 134-4 137.
- [15] 余延丰, 杨利, 胡刚, 等. 杂交水稻培两优 537 的营养特性与施肥效应[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(8): 1 840-1 843.
- [16] 范先鹏, 杨利, 游艾青, 等. 杂交水稻两优 932 养分吸收特性及施肥效应[J]. 湖北农业科学, 2006, 45(6): 737-740.
- [17] 杨利, 贺峰, 刘凯, 等. 杂交中稻广两优香 5 的营养特性与施肥效应研究[J]. 中国稻米, 2014, 20(3): 67-70.
- [18] 杨利, 范先鹏, 余延丰, 等. 水稻应变式肥水管理技术综述[J]. 湖北农业科学 2009, 48(9): 2 271-2 274.
- [19] 彭成林, 段建设, 袁家富, 等. 粳稻品种 WDR129 营养特性与施肥效应[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(9): 2 090-2 092.
- [20] 刘古春, 胡静, 徐建龙, 等. 晚粳稻新品种武育梗 33 号的选育及栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(28): 58-59.
- [21] 彭成林, 段建设, 朱红英, 等. 粳稻品种南粳 45 营养特性与施肥效应[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(24): 6 199-6 201.

(下转第 99 页)

式产量最高。

有研究表明,水稻产量的高低与成熟期氮素积累量呈抛物线关系^[14],氮素积累量也反映了水稻吸收氮素的多少。本研究发现,侧深施肥4种方式水稻产量和氮素积累量均高于常规施肥对照,其中基肥同施方式的产量和氮素积累量均达到最高值,说明这种侧深施肥方式能促进水稻对氮素的吸收,进而促进水稻产量的形成。水稻氮肥利用率的高低与施肥量和不同施肥时期有一定关系,有研究表明,前期施氮占总施氮的比例与氮肥利用率间呈显著抛物线关系^[15]。本试验结果发现,侧深施肥4种施肥方式均提高了氮肥的农学利用率,而基肥同施的侧深施肥方式肥料利用率最高,可能是因为侧深施肥方式有利于根系的吸收利用,减少了肥料表施造成的肥料流失、挥发等,同时在影响水稻氮素利用率的生育前期提高了肥料的利用,进而水稻一生的氮素利用率较高。

参考文献

- [1] 倪四良. 当前水稻施肥中存在的问题及解决对策 [J]. 作物研究, 2008,22(2):124-126.
- [2] 孙淑红. 黑龙江省水稻生产与科研现状 [J]. 中国农学通报, 2004,20(1):233-235.

- [3] 范立春,彭显龙,刘元英,等.寒地水稻实地氮肥管理的研究与应用[J]. 中国农业科学,2005,38(9):1 761-1 766.
- [4] 苗淑杰,罗盛国,姜佰文,等. 减氮处理对水稻根系氧化力和产质量的影响[J]. 东北农业大学学报,2004,35(5):522-525.
- [5] 彭少兵,黄见良,钟旭华,等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学,2002,35(9):1 095-1 103.
- [6] 解保胜. 水稻侧深施肥技术[J]. 垦殖与稻作,2000(1):18-20.
- [7] 张滨,刘婷婷. 不同施肥量侧深施肥技术在寒地水稻上的应用效果研究[J]. 土壤植保,2015,32(12):135.
- [8] 白雪. 八五七农场水稻侧深施肥效果研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2014.
- [9] 白雪,郑桂萍,王宏宇,等. 寒地水稻侧深施肥效果的研究[J]. 黑龙江农业科学,2014(6):40-43.
- [10] 孙帅,韩馥泽,车刚. 水稻侧深施肥梯度试验研究[J]. 现代化农业,2016(9):21-22.
- [11] 高良艳,周鸿飞. 水稻产量构成因素与产量的分析[J]. 辽宁农业科学,2007(1):26-28.
- [12] 姜廷波,李荣田,崔成煥,等. 水稻穗型构成性状的相关与通径分析[J]. 东北农业大学学报,1995,26(4):330-335.
- [13] 张广龙,王亚微. 不同肥料侧深施肥效果研究[J]. 农民致富之友, 2014,(22):91.
- [14] 张岳芳,王余龙,张传胜,等. 籼稻品种间氮素吸收利用的差异及其对产量的影响[J]. 江苏农业学报,2006,22(4):318-324.
- [15] 许仁良,戴其根,王秀芹,等. 氮肥施用量、施用时期及运筹对水稻氮素利用率影响研究[J]. 江苏农业科学,2005(2):19-22.

Effects of Different Side Deep Fertilization Methods on Growth, Yield and Nitrogen Use Efficiency of Rice in Cold Region

YANG Chenglin, WANG Liyan

(Daxing Farm, Jiansanjiang Branch, Heilongjiang Farms & Land Reclamation Administration, Jiamusi, Heilongjiang 156303, China; 1st author: yangchenglin83@163.com)

Abstract: In order to ensure the best effects of the deep fertilization on the yield of rice, a field experiment was carried out to explore the growth, yield and fertilizer utilization of rice under different side deep fertilization methods, using Longgeng 31 as material. The results showed that 4 kinds of fertilization methods were beneficial to early tillering and fast tillering of rice, the tiller number of per plant and spike rate were higher than that of the control. The yield of the 4 treatments was higher than the control. The yield of base tillering fertilizer side depth treatment was the highest, the nitrogen use efficiency of agronomy was up to 55.3%, nitrogen partial productivity was up to 105.5 kg/kg, it was significantly higher than the control.

Key words: cold region; rice; side deep fertilization; yield; nitrogen use efficiency

(上接第95页)

Study on Nutrition Characteristics and Fertilizer Effect of *Japonica* Rice Wuyugeng 33

ZHANG Aili¹, ZENG Xiangzhi², WAN Long², YANG Li³, LIU Yong¹, WANG Guangyou¹

(¹ Nanzhang County Agricultural Technology Promotion Center, Nanzhang, Hubei 441500, China; ² Qinghe Farm Agricultural Technology Promotion Center, Nanzhang, Hubei 441522, China; ³ Institute of Plant Protection, Soil and Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China; 1st author: 417186837@qq.com; *Corresponding author: yangligaofeinongye@163.com)

Abstract: A field experiment was conducted to study the nutrition characteristics and the fertilizer effects of *japonica* rice, using Wuyugeng 33 as material. The results showed that Wuyugeng 33 needs more nitrogen and phosphorus in early growth stage, but needs more potassium in the late growth stage. The effect of nitrogen on yield components was significantly higher than that of phosphorus and potassium. By model simulations, the most suitable number of fertilizer is N 240~280 kg/hm², P₂O₅ 80~100 kg/hm² and K₂O 90~135 kg/hm² in north area of Hubei under medium fertility conditions.

Key words: *japonica* rice; Wuyugeng 33; nutrition characteristics; fertilizer effects