

Discussion about the Key Cultivation Techniques of Yongyou 12 Yielding More than 12 t/hm²

Naidi Zhou¹, Guiping Zhu¹, Lingyou Ying¹, Tanlian Ding², Jianhua Zhou³

¹Xianju County Agricultural Technology Extension Center, Xianju

²Xianju County Xiage Towns under the Agricultural Station, Xianju

³Xianju County Zhuxi Towns under the Agricultural Station, Xianju

Email: znd8187@sina.com

Received: Aug. 9th, 2013; revised: Aug. 20th, 2013; accepted: Sep. 1st, 2013

Copyright © 2013 Naidi Zhou et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: According to the characteristics of Yongyou 12, using rice precise quantitative cultivation techniques, this paper studies the different nitrogen application rate, different fat tillers, different proportion of earing fertilizer, transplanting density, nitrogen fertilizer under different tillers in ratio between fat earing fertilizer and earing fertilizer, and the ratio between promoting fertilizer and protecting fertilizer. The paper aims to explore the key cultivation techniques of the Yongyou 12 yield more than 12.0 t/hm², and focuses on the analysis of various factors in group and the growth process of the individual dynamic of Yongyou 12. The results show that 1) the highest tillering seedling and the effective spikes will increase with the nitrogen fertilizer increasing and the number of every spikelets per panicle and the filled grain will increase with the ratio of Base-Tiller fertilizer increasing, but the rate of seed setting decreases slightly. 2) The length and width of sword leaves grow longer and wider with nitrogen fertilizer dosage and the percentage of panicle fertilizer increasing, the length and width of sword leaves are proportional to the yield. 3) Under the conditions of 240 kg/hm² of nitrogen fertilizer, 4:6 of the ratio between tiller fertilizer and the panicle fertilizer, the yield can get as high as 13.31 t/hm². The results of this study indicate that, the key cultivation techniques for Yongyou 12 yielding more than 12.0 t/hm² are following: the best time of sowing is in mid-May to late metaphase; based on the sufficient organic fertilizer (78.75 kg/hm² of organic nitrogen), the dosage of nitrogenous fertilizer had better be 180 kg/hm² to 300 kg/hm²; the transplanting density had better be 120,000 bundle/hm² - 210,000 bundle/hm²; the ratio of nitrogen of Base-Tiller fertilizer and panicle fertilizer is 5:5 - 4:6; the ratio between promoting fertilizer and protecting fertilizer is 6:4 - 4:6, N:P:K is 1:0.5:1; all the phosphate fertilizers apply to the starter; and potassium fertilizers focus on applying to the tillering fertilizer and promoting fertilizer.

Keywords: Yongyou 12; High-Yield Cultivation; Key Measures; Technology Discussion

甬优 12 单产 12 t/hm² 以上关键栽培技术探讨

周奶弟¹, 朱贵平¹, 应林友¹, 丁坦连², 周建华³

¹仙居县农业技术推广中心, 仙居

²仙居县下各镇农技站, 仙居

³仙居县朱溪镇农技站, 仙居

Email: znd8187@sina.com

收稿日期: 2013 年 8 月 9 日; 修回日期: 2013 年 8 月 20 日; 录用日期: 2013 年 9 月 1 日

摘要: 本文根据甬优 12 的特征特性, 采用水稻精确定量栽培技术时, 开展不同施氮量、不同基肥肥比穗肥比例、不同移栽密度、氮肥不同基肥和穗肥的比例, 及穗肥中促花肥和保花肥的比例的研究, 探索甬优 12 单产 12.0 t/hm² 以上的关键栽培技术措施着重分析了各因子不同水平对甬优 12 生育

过程中群体和个体动态。结果显示, 1) 分蘖最高苗和有效穗随着氮化肥用量的提高而增加; 每穗总粒数、实粒数随着基肥和穗肥的比例的提高而提高, 但结实率略有降低; 2) 剑叶长度和宽度均随着氮化肥用量或穗肥比例的提高而增长, 剑叶长度和宽度与产量成正相关; 3) 产量在氮化肥用量 240 kg/hm², 基肥和穗肥比为 4:6 的情况下, 最高为 13.31 t/hm²。本研究结果表明, 甬优 12 单产 12.0 t/hm² 以上的关键栽培技术措施是: 播种期以 5 月中旬中期至下旬中期为好, 在施足有机肥 (有机氮 78.75 kg/hm²) 基础上, 氮化肥用量 180 kg/hm²~300 kg/hm², 移栽密度 12 万丛/hm²~21 万丛/hm², 氮肥基肥比穗肥 5:5~4:6, 穗肥中促花肥和保花肥的比例为 6:4~4:6, 氮:磷:钾为 1:0.5:1, 磷肥在基肥施用全部施入, 钾肥重点施在分蘖肥和促花肥。

关键词: 甬优 12; 高产栽培; 关键措施; 技术探讨

1. 引言

1.1. 研究的目的和意义

水稻是我国第一大粮食作物, 全国有近 2/3 的人口以稻米为主食, 主是难以改变的民族饮食传统^[1]。在人口和土地矛盾日益突出的当今, 主攻单产是确保我国粮食安全的有效途径之一。主攻单产的同时必须兼顾优质、高效、生态和食品安全等综合目标, 是稻米生产上贯彻科学发展观, 实现协调、可持续发展的根本举措^[1]。水稻精确定量栽培技术能解决高产、优质、高产、生态、安全之间的矛盾^[2]。根据甬优 12 的生长特性和水稻精确定量栽培技术要点, 确定合理的播种期, 通过对移栽密度、氮化肥用量及精准的施肥技术的研究, 总结出一套可实施、操作性强的栽培技术, 主攻甬优 12 的单产, 确保粮食安全, 同时兼顾优质、高效、生态、和食品安全。

水稻精确定量栽培技术是农业部确定的高产创建主推技术, 是以最必要、最少的作业次数, 在最适宜的生育时期、用最适宜的技术量化来管理水稻, 不同的水稻品种或组合生长特性存在差异, 甬优 12 具有高产品种基因, 是夺取高产的基础, 根据本地的气候、生态和土壤资源条件, 依据水稻精确定量栽培理论, 对生育时期、基本苗、肥料运筹方式及水分进行精确定量, 能提高光全能力、增强抗逆性, 促进水稻处于最佳的生态条件和生理状态, 从而达到增产。同时可以减少化肥和水的用量, 提高了资源利用率, 减少农业面源污染, 提高产品质量促进农业可持续发展, 让粮食增产、农民增收。

1.2. 国内外研究文献综述

水稻精确定量栽培, 是凌启鸿、张洪程、丁艳锋

等组织扬州大学农学院(原江苏农学院)、南京农业大学农学院、江苏省农林厅和江苏省农垦局, 在 20 世纪 80 年代形成的水稻叶龄模式与 90 年代建立的作物群体质量调控两大成果的基础上, 于 2000 年以来在水稻精确诊断与管理(特别是精确施肥与灌溉)关键技术方面取得新突破, 依叶龄进程为主线把水稻生育进程与器官建成诊断量化, 按高产形成规律把群体质量及其动态指标量化, 依据调控措施定量的原理和方法把栽培技术指标全程量化, 进而将这三大部分进行系统集成, 创立成为一个能使水稻生育全过程和各项调控技术指标精确化的水稻数字化生产技术体系^[2]。甬优 12 品种由浙江省宁波市农科院和宁波市种子有限公司采用甬粳 2 号 A/F5032 杂交组配合作育成的中迟熟粳杂交晚稻新组合, 其植株表现为强根、壮秆、厚叶、大穗, 具有高产稳产、抗病抗倒、杂交优势特强等优点, 为典型的超级稻品种, 于 2011 年通过国家超级稻品种认定^[3]。甬优 12 属于中熟偏迟杂交稻品种, 感光性较强, 抽穗期和成熟期相对比较稳定, 作为单季稻种植, 在 5 月中旬~6 月中旬播种的条件下, 均可在 9 月上旬抽穗, 11 月上中旬成熟^[4]。前人在指导水稻精确定量栽培时, 对水稻的生育与产量形成及化肥用量有了较系统的论述, 基肥的比例多在 7:3, 促花肥比保花肥的比例为 6:4, 缺少其他施肥运筹报导。目前国外未检索到相关报导。

1.3. 本文研究的主要内容

根据水稻精确定量栽培技术理论, 本文作者于 2010 年度在农业部万亩水稻高产创建示范片里进行了水稻精确定量栽培技术大区对比试验^[5], 表明了甬优 12 在仙居县作单季水稻种植其主茎总叶片数为 17

叶, 产量为 11.1 t/hm², 比传统栽培法增产 16.3%, 比本地原高产栽培法增 6.8%, 通过减少分蘖肥施用比例可以有效控制无效分蘖, 控制最高苗数, 增施促花肥促进大穗形成。2011~2012 年度连续两年在农业部万亩水稻高产创建示范片仙居县下各镇马垟高产示范方内, 开展了甬优 12 亩产 12.0 t/h m² 以上关键栽培技术研究。2011 年度主要探索不同移栽密度、不同氮化肥用量及基蘖肥比例对甬优 12 产量的影响, 重点研究甬优 12 单产 12.00 t/h m² 以上氮化肥运筹技术。2012 年度着重开展穗肥调控技术研究, 化学氮肥用量 240 kg/h m² 时, 设置不同的促花肥比保花肥的比例进行试验。

在开展试验研究的同时, 在本县下各镇农业部万亩水稻高产创建示范片内进行高产示范, 经台州市农业局组织专家分类划片验收, 2011 年 10 hm² 核心示范方平均单产 12.5 t/hm², 最高田块 13.23 t/hm², 2012 年马垟高产创建示范方, 面积 75 hm², 平均单产 13.39 t/hm², 最高产量达 13.84 t/hm², 为台州市 2012 年水稻高产创建单产最高的示范方。

2. 试验处理与田间设计

2.1. 不同施氮量、基蘖肥比穗肥比例、移栽密度对甬优 12 生长及产量影响因素

本试验在 2011 年度进行, 重点研究施氮量、基

蘖肥比穗肥比例、和移栽密度等因素对甬优 12 的作用。氮肥用量设化学纯氮 N₁(120 kg/hm²)、N₂(180 kg/hm²)、N₃(240 kg/hm²)^[6]、N₄(300 kg/hm²)及 N₀ 不施氮肥 5 个水平; 氮肥施用基蘖肥及穗肥分配比例设 F₁(7:3)、F₂(6:4)、F₃(5:5)、F₄(4:6)共 4 个水平; 同时移栽密度设 M₁(12 万丛/hm²)、M₂(15 万丛/hm²)、M₃(18 万丛/hm²)、M₄(21 万丛/hm²) 4 个水平(见表 1)。

化学纯氮 N、施肥比例 F、移栽密度 M 三个因素, 参照测土配方施肥“3414”试验处理组合成 14 个处理, 以 N₀F₃M₃ 为对照, 共 15 个处理(见表 2)。本试验 15 个处理, 3 次重复共 45 个小区, 小区面积为 20 m² (3 m × 6.67 m), 处理间小田埂宽 20 cm, 高 15 cm, 重复间操作行 30 cm, 重复内处理间小区随机排列。

Table 1. Different nitrogen fertilizer, fertilization ratio, transplanting density test treatment level of Yongyou 12
表 1. 甬优 12 不同施氮量、施肥比例、移栽密度试验处理水平

水平	施氮量(kg/h m ²) 施肥比例		移栽密度(万丛/hm ²)	
	N	F	M	
1	120	10:0	12	30 cm × 27.7 cm
2	180	7:3	15	30 cm × 22.2 cm
3	240	5:5	18	30 cm × 18.5 cm
4	300	4:6	21	30 cm × 15.9 cm

Table 2. Different Nitrogen fertilization ratio, transplanting density test treatment combinations of Yongyou 12
表 2. 甬优 12 不同施氮量、施肥比例、移栽密度试验处理组合

处理号	处理组合	N	F	M	
1	N ₁ F ₁ M ₁	120	10:0	12	30 cm × 27.7 cm
2	N ₁ F ₃ M ₃	120	5:5	18	30 cm × 18.5 cm
3	N ₂ F ₃ M ₃	180	5:5	18	30 cm × 18.5 cm
4	N ₃ F ₁ M ₃	240	10:0	18	30 cm × 18.5 cm
5	N ₃ F ₂ M ₃	240	7:3	18	30 cm × 18.5 cm
6	N ₃ F ₃ M ₃	240	5:5	18	30 cm × 18.5 cm
7	N ₃ F ₄ M ₃	240	4:6	18	30 cm × 18.5 cm
8	N ₃ F ₃ M ₁	240	5:5	12	30 cm × 27.7 cm
9	N ₃ F ₃ M ₂	240	5:5	15	30 cm × 22.2 cm
10	N ₃ F ₃ M ₄	240	5:5	21	30 cm × 15.9 cm
11	N ₄ F ₃ M ₃	300	5:5	18	30 cm × 18.5 cm
12	N ₂ F ₂ M ₃	180	7:3	18	30 cm × 18.5 cm
13	N ₂ F ₃ M ₂	180	5:5	15	30 cm × 22.2 cm
14	N ₃ F ₂ M ₂	240	7:3	15	30 cm × 22.2 cm
15	CK	0	0	18	30 cm × 18.5 cm

2.2. 2012 年氮肥不同基蘖肥比穗肥比例及穗肥中促花肥比保花肥对甬优 12 生长和产量的影响

根据 2011 年研究结果表明, 甬优 12 单产 1200 t/hm² 以上的氮化学施用量以 240 kg/hm² 处理为最佳, 所以本试验研究以氮化学施用量 240 kg/hm² 为研究对象, 基蘖肥比穗肥比例 A 设: A₁ 为 4:6、A₂ 为 7:3、A₃ 为常规施肥 10:0(为对照 1); 对 A₁、A₂ 二个基蘖肥比穗肥比例水平的穗肥施用过程中促花肥和保花肥的比例 B 设: B₁ 为 4:6、B₂ 为 6:4、B₃ 为 8:2、B₄ 为 10:0 四个水平(见表 3)。

基蘖肥比穗肥比例 A 和促花肥和保花肥的比例 B 组成 9 个处理, 加上不施氮肥处理(对照 2)共 10 个处理(见表 4)。

3. 材料与方法

3.1. 试验地点

试验研究在农业部万亩水稻高产创建示范片内进行, 2011 年在仙居县下各镇马垟村高产示范方内洋小节节户承包田中实施, 供试田块位于北纬 28°50'41.92"、东经 120°49'42.31"、海拔高度 61.1 m, 该田块前作空闲田, 土壤为粘质壤土, 肥力中等, 有机质含量为 2.56%、水解氮 140.1 mg/kg、速效磷 80.8

mg/kg、速效钾 45 mg/kg, pH 值 5.1。供试田块于 5 月 15 日第一次翻耕, 6 月 3 日整田划分小区, 作田埂, 6 月 4 日加固小田埂。2012 年在洋三弟户承包田中实施, 供试田块位于北纬 28°50'43.56"、东经 120°49'48.97"、海拔高度 59.6 m, 该田块前作空闲田, 土壤为粘质壤土, 肥力中等, 有机质含量为 2.78%、水解氮 168 mg/kg、速效磷 52.6 mg/kg、速效钾 80 mg/kg, pH 值 4.9。供试田块在做好小田埂后用地膜包裹小田埂, 防止肥水窜灌, 确保独立排灌。

3.2. 供试材料

供试品种种子均由宁波市种子生产仙居县种子公司提供, 2011 年单季稻 5 月 20 日播种, 播种量为 75 kg/hm², 6 月 9 日移栽, 秧龄 20 d; 氮肥基肥为 17% 碳酸氢铵由浙江东阳化肥厂生产、追肥为 46% 尿素由山东华鲁恒升化工股份有限公司生产; 磷肥为

Table 3. Yongyou 12 panicle control treatment level
表 3. 甬优 12 穗肥调控处理水平

化学氮肥	基蘖肥: 穗肥	促花肥: 保花肥
16	4:6	4:6
	7:3	6:4
	10:0	8:2
		10:0

Table 4. Yongyou 12 base percentage and tillering panicle control treatment combination
表 4. 甬优 12 基蘖肥比例及穗肥调控处理组合

处理号	组合	基蘖肥比穗肥	促花肥比保花肥	总氮量 kg/hm ²	基蘖肥		穗肥	
					kg/hm ²	kg/hm ²	其中	
							促花肥	保花肥
1	A ₁ B ₁		10:0	240	168	72	72	
2	A ₁ B ₂	7:3	8:2	240	168	72	57.6	14.4
3	A ₁ B ₃		6:4	240	168	72	43.2	28.8
4	A ₁ B ₄		4:6	240	168	72	28.8	43.2
5	A ₂ B ₁		10:0	240	96	144	144	
6	A ₂ B ₂	4:6	8:2	240	96	144	115.2	28.8
7	A ₂ B ₃		6:4	240	96	144	86.4	57.6
8	A ₂ B ₄		4:6	240	96	144	57.6	86.4
9	CK1	10:0		240	240			
10	CK2			0	0			

12% 钙镁磷肥由湖北中祥磷肥厂生产；钾肥为 60% 氯化钾由加拿大进口；有机肥为本地生产的油菜籽饼肥。

2012 年单季 5 月 22 日播种，播种量为 75 kg/hm²，6 月 10 日移栽，秧龄 20 d；肥料种类同 2011 年度。

3.3. 试验方法

2011 年甬优 12 不同施氮量、基蘖肥比穗肥比例、移栽密度试验方法，依据精确定量栽培技术要求，有机肥、磷肥全部作基肥施用，对照区不施用有机肥，仅施用磷钾肥，其他处理有机肥用油菜籽饼肥，用量为 1500 kg/hm²，基肥在 6 月 8 日施用。氮化肥基蘖肥与穗肥的比例根据试验要求进行，基蘖肥中基肥与分蘖肥比例为 5:5；分蘖肥中 5 叶期与 7 叶期的比例为 3:2；穗肥中促花肥与保花肥的比例为 3:2。磷钾肥用量根据本地测土配方施肥成果 1:0.3:0.5 确定处理 1~14 各小区用量，磷肥全部在基肥中施用^[7]，钾肥根据各处理用量在分蘖肥、促花肥中各施用 50%，对照区磷钾肥根据 N₃ 水平确定。

甬优 12 在本地栽培主茎总叶片数为 17 叶，6 个伸长节^[5]，根据移栽后叶龄记载，本试验 5 叶期分蘖肥在 6 月 15 日施用，7 叶期分蘖肥在 6 月 20 日施用，促花肥在 7 月 18 日 13.2 叶时施用，保花肥在 8 月 2 日 15.2 叶时施用。水浆管理 7 月 6 日开始搁田，在田块龟裂时灌浅水至自然落干，7 月 18 日灌水施促花肥，其他时期根据强化栽培要求进行。病虫害防治同其他大田，由合作社统防统治^[8,9]。试验于 11 月 14~15 日收割，收割时每小区称重，取样晒干测定含水量纠正产量。

2012 年穗肥调控技术研究试验方法，根据 2011 年试验研究结果设计甬优 12 穗肥调控技术化学氮肥用量为 240 kg/hm²，有机肥施用标准及方法与 2011 年试验相同，氮化肥基蘖肥与穗肥的比例根据试验要求进行，基蘖肥中基肥与分蘖肥比例为 5:5；分蘖肥中 5 叶期与 7 叶期的比例为 3:2；穗肥中促花肥与保花肥的比例根据试验要求进行。磷钾肥用量根据本地测土配方施肥^[10]成果 1:0.3:0.5 确定用量，施用 P₂O₅ 72 kg/hm² 即 12% 钙镁磷肥 600 kg/hm²，全部在基肥中施用，钾肥用量 K₂O 为 150 kg/hm²，在分蘖肥占 40%、促花肥占 60%。基肥在移栽前 6 月 9 日分小区称重施

入用淌平面，6 月 15 日施 5 叶期分蘖肥 1，6 月 21 日施分蘖肥 2，7 月 24 日施促花肥，8 月 6 日施保花肥。

水浆管理根据水稻强化栽培技术^[11]要求进行，无水层移栽，浅水分蘖，施肥前田板干燥，以水带氮提高肥料利用率。病虫害防治同其他大田，由合作社统防统治。试验于 11 月 14~15 日收割。

3.4. 记载与考查内容

进行不同施氮量、不同基蘖肥比穗肥比例、不同移栽密度试验时，在移栽时分别对处理 2N₁F₃M₃、处理 3N₂F₃M₃、处理 6N₃F₃M₃、处理 11N₄F₃M₃、处理 15(CK) 的第一重复第三、四行标记 16 丛叶龄，以后调查分蘖动态时同时调查叶龄，6 月 20 日开始对每小区定点 10 丛调查分蘖数，在最高苗期和成熟前每小区调查 3 点共 30 丛苗数及有效穗。在齐穗期测量基部至剑叶顶部的株高，成熟期测量基部至穗顶的株高，对每小区取平均穗数的 3 丛考查绿叶部分的叶长、叶宽，计算叶面积，同时考查经济性状。收割实测每小区产量，取样晒干测定含水量，纠正计算小区实产。

甬优 12 穗肥调控技术研究重点记载苗情动态及生长后期个体性状^[12]。对每小区定点 10 丛调查分蘖数，在最高苗期和成熟前每小区调查 3 点共 30 丛苗数及有效穗。在齐穗期测量基部至剑叶顶部的株高，成熟期测量基部至穗顶的株高，对每小区取平均穗数的 3 丛考查绿叶部分的叶长、叶宽，计算叶面积，同时考查经济性状。收割实测每小区产量，取样晒干测定含水量，纠正计算小区实产。

4. 结果分析

4.1. 产量结果

不同氮肥用量、施肥比例、移栽密度对甬优 12 产量的影响：通过对小区实收产量统计分析，在移栽密度和施肥技术相同情况下，不同氮肥用量对产量作用显著，处理 2、3、6、11、15 氮肥用量分别为 120 kg/hm²、180 kg/hm²、240 kg/hm²、300 kg/hm² 和 0 kg/hm²，产量以处理 6 最高为 12.79 t/hm²，极显著高于处理 2 的 11.61 t/hm² 和处理 15 的 9.02 t/hm²，显著高于处理 3 的 12.10 t/hm²，与处理 6 的 12.79 t/hm² 相比，差异不显著。

在氮肥用量 240 kg/hm²、移栽密度 18 万丛/hm² 水平下, 不同的基肥和穗肥比例对产量影响达极显著水平。处理 F₄(4:6)的产量 13.31 t/hm² 为最高, 极显著高于 F₁(10:0)的 12.34 t/hm², 显著高于 F₃(5:5)的 12.79 t/hm² 和 F₂(7:3)的 12.61 t/hm², F₁ 与 F₂、F₂ 与 F₃ 的产量差异不显著。本试验研究表明, 甬优 12 在施用有机肥(折纯氮 78.75 kg/hm²)基础上, 氮肥用量 240 kg/hm² 时, 基肥比穗肥的比例以 4:6 为最佳。

从表 5 中可以看出, 甬优 12 在氮肥用量 240 kg/hm²、基肥比穗肥 5:5 情况下, 不同移栽密度对产量作用不大, 各处理间产量差异不显著。

不同穗肥调控比例对甬优 12 产量的影响: 从表 6 可以看出, 甬优 12 在施用氮肥 240 公斤/hm² 水平时, 产量随着穗肥施用比例的提高而提高, 但差异不显著, 本结果与 2011 年研究结果相同; 在同一基肥比穗肥比例中, 产量随着保花肥在穗肥用量中比例的提高而提高, 差异未达显著水平; 氮肥全部在基肥中施用的单产未达 12.0 t/hm²。对照处理不施氮肥产量为 9.93 t/hm², 极显著低于其他处理, 两年度对照处理产量相当。

4.2. 不同处理因子对甬优 12 株叶形态的影响

根据田间叶龄、苗情动态记载和田间考查分析, 甬优 12 的分蘖最高苗和有效穗随着氮肥用量的提高而增加, 分蘖成穗率差异不显著(见表 5); 在氮肥用量 N₃(240 kg/hm²)时, 分蘖成穗率随着基肥比穗肥 F₁、F₂、F₃ 比例的提高而提高, 但 F₄(4:6)的成穗率比 F₃ 要略低; 在相同氮肥用量和基肥比穗肥比例相同时, 随着移栽密度的提高, 最高苗数也相应提高, 但分蘖成穗率却表现下降。

从表 5 可以看出, 甬优 12 在氮肥的基肥比穗肥比例 F₃(5:5)时, 不同的氮肥用量对每穗总粒数、实粒数和结实率影响不大; 在氮肥用量 N₃(240 kg/hm²)时, 甬优 12 的每穗总粒数、实粒数随着基肥比穗肥比例的提高而提高, 但结实率略有降低。

通过对齐穗期和成熟期株高、最后 3 张功能叶的测定分析可以看出(表 7), 不论是齐穗期的基部到叶片顶部的株高, 还是成熟期的基部到穗顶部的株高, 除对照区因未施氮肥主茎总叶片数减少而株高极显著低于其他处理外, 其他各处理间差异均不显著。不同

Table 5. Yongyou 12 different nitrogen fertilizer use, fertilization ratio, seedling transplanting density and yield of grain structure
表 5. 甬优 12 不同氮肥用量、施肥比例、移栽密度苗穗粒结构及产量

处理组合	行株距 (cm)	密度	苗、穗(万/hm ²)		成穗率 (%)	主茎总 叶片数	穗部性状				产量(t/hm ²)		
			最高苗	有效穗			每穗 总粒	每穗 实粒	结实率 (%)	千粒重 (克)	实产 (显著性检验)	理产	
1	N ₁ F ₁ M ₁	30 × 27.8	12	289.5	154.5	53.4		361.6	329.0	90.9	23.1	10.85 g F	11.74
2	N ₁ F ₃ M ₃	30 × 18.5	18	340.6	163.5	48.0	16.9	388.0	343.8	88.6	22.9	11.61 f E	12.89
3	N ₂ F ₃ M ₃	30 × 18.5	18	357.1	172.5	48.3	17.0	374.6	334.5	89.3	22.9	12.10 defCDE	13.24
4	N ₃ F ₁ M ₃	30 × 18.5	18	376.5	181.5	48.2		362.7	333.6	92.6	22.8	12.34 cdeCDE	13.81
5	N ₃ F ₂ M ₃	30 × 18.5	18	370.5	191.2	51.6		358.9	323.4	91.9	22.9	12.61 bc ABCD	14.16
6	N ₃ F ₃ M ₃	30 × 18.5	18	332.4	175.5	52.8	17.0	388.3	348.0	90.1	22.7	12.79 b ABC	13.89
7	N ₃ F ₄ M ₃	30 × 18.5	18	375.0	189.0	50.4		370.3	335.4	90.6	22.6	13.31 a A	14.39
8	N ₃ F ₃ M ₁	30 × 27.8	12	286.7	168.0	58.6		359.9	330.8	91.9	22.8	12.50 bcd BCD	12.60
9	N ₃ F ₃ M ₂	30 × 22.2	15	339.0	181.5	53.7		363.6	332.7	91.5	22.8	12.78 b ABC	13.82
10	N ₃ F ₃ M ₄	30 × 15.9	21	379.8	175.5	46.2		391.6	351.7	89.8	22.7	13.04 ab AB	13.98
11	N ₄ F ₃ M ₃	30 × 18.5	18	379.5	183.0	48.2	17.0	370.7	332.5	89.7	22.9	12.53 bcd BCD	13.88
12	N ₂ F ₂ M ₃	30 × 18.5	18	360.0	172.5	47.9		375.6	341.8	91.0	22.6	12.03 ef DE	13.33
13	N ₂ F ₃ M ₂	30 × 22.2	15	321.4	166.5	51.8		365.8	339.5	92.8	22.8	12.06 def CDE	12.89
14	N ₃ F ₂ M ₂	30 × 22.2	15	343.5	178.5	52.0		365.8	336.2	91.9	22.7	12.58 bcd CD	13.63
15	CK	30 × 18.5	18	336.0	139.5	41.5	16.2	339.5	313.6	92.3	22.7	9.02 h G	9.99

Table 6. Different regulatory ratios on panicle yield of Yongyou 12
表 6. 甬优 12 不同穗肥调控比例对甬优 12 产量的影响

处理	基肥比 穗肥	促花肥比保 花肥	株高 (cm)	穗长 (cm)	有效穗 (万/h m ²)	穗总粒 (粒/穗)	穗秕粒 (粒/穗)	穗实粒 (粒/穗)	结实率	千粒重 (克)	理论产量 (t/h m ²)	实收产量 (t/h m ²)
1		10 : 0	126.3	21.3	157.4	376.9	22.1	354.8	94.1%	22.7	12.68	12.38 Aa
2	7:3	8 : 2	124.9	21.5	158.4	393.9	39.4	354.6	90.0%	22.8	12.80	12.57 Aa
3		6 : 4	126.5	22.1	154.3	398.1	29.5	368.5	92.6%	22.6	12.85	12.64 Aa
4		4 : 6	124.3	20.9	158.7	377.8	34.6	343.1	90.8%	22.9	13.20	12.86 Aa
	平均		125.5	21.4	157.2	386.7	31.4	355.3	91.9	22.8	12.88	12.61
5		10 : 0	125.8	21.9	159.1	412.6	47.2	365.4	88.6%	22.6	13.14	12.55 Aa
6	4:6	8 : 2	125.2	21.9	158.4	405.1	38.0	367.1	90.6%	22.8	13.25	12.68 Aa
7		6 : 4	124.3	21.2	158.9	390.3	40.9	349.3	89.5%	22.9	12.71	12.71 Aa
8		4 : 6	125.1	22.7	151.7	435.7	41.4	394.3	90.5%	22.8	13.64	12.98 Aa
	平均		125.1	21.9	154.5	410.9	41.9	369.0	89.8	22.78	13.19	12.73
9	10:0		124.7	21.3	151.5	371.1	31.0	340.1	91.6%	23.1	11.90	11.94 Aa
10			118.5	21.3	116.5	402.9	39.6	363.3	90.2%	23.1	9.78	9.93 Bb

Table 7. Different nitrogen fertilizer use, the proportion of different fertilization, transplanting density on different Yongyou 12 leaf morphology
表 7. 不同氮化肥用量、不同施肥比例、不同移栽密度对甬优 12 株叶形态的影响

处理组合	剑叶		倒 2 叶		倒 3 叶		齐穗期株高 (cm)	成熟期株高 (cm)	剑叶至穗顶高(cm) 显著性检验	
	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)				
1	N ₁ F ₁ M ₁	31.60	1.86	42.08	1.64	50.01	1.60	137.3	127.9	9.4 d E
2	N ₁ F ₃ M ₃	35.73	2.09	43.75	1.69	50.77	1.57	140.2	128.3	11.9 c CD
3	N ₂ F ₃ M ₃	36.76	2.20	44.93	1.84	51.91	1.68	141.3	128.4	12.9 bc ABC
4	N ₃ F ₁ M ₃	34.48	2.19	46.00	1.85	53.27	1.80	140.6	130.4	10.2 d DE
5	N ₃ F ₂ M ₃	35.82	2.25	45.52	1.61	53.90	1.72	141.5	129.2	12.3 c BCD
6	N ₃ F ₃ M ₃	37.18	2.37	46.46	1.88	55.06	1.76	143.9	129.4	14.5 ab AB
7	N ₃ F ₄ M ₃	37.92	2.42	46.35	2.04	54.04	1.82	144.5	129.7	14.7 a A
8	N ₃ F ₃ M ₁	36.28	2.21	44.42	1.86	51.87	1.76	142.7	129.4	13.2abc ABC
9	N ₃ F ₃ M ₂	35.39	2.15	44.51	1.85	53.51	1.72	142.4	129.5	12.9 bc ABC
10	N ₃ F ₃ M ₄	35.46	2.14	45.60	1.81	54.23	1.57	143.7	130.2	13.5abc ABC
11	N ₄ F ₃ M ₃	38.75	2.45	46.66	1.88	56.16	1.74	144.5	129.7	14.8 a A
12	N ₂ F ₂ M ₃	36.41	2.16	45.19	1.79	52.86	1.60	142.2	129.6	12.6bc BCD
13	N ₂ F ₃ M ₂	37.14	2.27	47.87	2.11	57.66	1.94	141.6	129.4	12.2 c BCD
14	N ₃ F ₂ M ₂	35.54	2.27	46.03	1.98	55.11	1.76	142.4	129.9	12.5 c ABCD
15	CK	29.20	1.80	40.93	1.67	48.37	1.50	132.6	125.5	7.1 e F

的氮化肥用量和穗肥比例对甬优 12 的剑叶长度、宽度影响较大。在相同基肥比穗肥比例 F₃(5:5)和移栽密度 M₃(18 万丛/hm²)时,氮化肥用量 120 kg/hm²、180

kg/hm²、240 kg/hm²、300 kg/hm² 的剑叶长度分别为 35.73 cm、36.76 cm、37.18 cm、38.75 cm, 剑叶宽为 2.09 cm、2.20 cm、2.37 cm、2.45 cm。氮化肥用量 N₃(240

kg/hm²)移栽密度 M₃(18 万丛/hm²)时, 基蘖肥比穗肥比例 F₁(7:3)、F₂(6:4)、F₃(5:5)、F₄(4:6)处理的剑叶长度分别为 34.48 cm、35.82 cm、37.18 cm、37.92 cm, 剑叶宽分别为 21.19 cm、2.25 cm、2.32 cm、2.47 cm。剑叶长度和宽度均随着氮化肥用量或穗肥比例的提高而增加, 剑叶长度和宽度的增加与产量成正相关。

由于甬优 12 主茎总叶片数为 17 叶, 促花肥在倒 4 叶露尖(13.2 叶)时施用, 保花肥在倒 2 叶露尖(15.2 叶)时施用, 所以不同基蘖肥比例及不同穗肥调控比例都会影响到甬优 12 中后期植株个体和群体的生长发育。两年试验研究表明, 随着穗肥比例的提高, 甬优

12 株高(基部至叶尖)均有所提高; 不同穗肥调控比例对甬优 12 节间生长影响不同, 成熟时株高(基部至穗顶)随着穗肥中促花肥比例的提高而提高; 在基蘖肥比穗肥比例 7:3 时, 每株绿叶片数随着保花肥比例的提高而提高, 在基蘖肥比穗肥比例 4:6 时, 绿叶片数差异不明显; 剑叶的长度和宽度与穗肥施用有关, 不同基蘖肥比例均以穗肥中促花肥比保花肥比例 6:4 时叶片最长和最宽, 表明增加保花肥用量可促进甬优 12 后期叶片生长, 达到增源的作用(见表 8)。

从表 9 分析可以看出, 甬优 12 在较高施肥水平时, 不同基蘖肥比例和穗肥中不同促花肥和保花肥比

Table 8. Different Spike regulation Yongyou 12 ratio on leaf morphology
表 8. 不同穗肥调控比例对甬优 12 株叶形态的影响

处理号	总氮量	基蘖肥比穗肥	促花肥比保花肥	株高(cm)		绿叶数(叶/株)	剑叶(cm)		倒2叶(cm)		倒3叶(cm)		一次枝梗数
				剑叶高	穗顶高		长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	
1	240	7:3	10:0	138.8	126.3	2.76	36.32	1.92	51.80	1.68	52.03	1.34	21.3
2	240		8:2	139.0	125.9	2.97	37.81	1.99	51.93	1.65	53.33	1.39	22.1
3	240		6:4	139.7	125.5	3.32	45.11	1.98	50.65	1.72	54.14	1.54	22.4
4	240		4:6	140.2	124.3	3.10	36.21	2.03	49.62	1.67	54.19	1.50	22.9
5	240	4:6	10:0	139.3	125.8	3.60	39.36	1.90	53.82	1.59	52.19	1.40	20.6
6	240		8:2	142.1	125.2	3.43	39.45	2.09	53.58	1.70	55.17	1.44	23.8
7	240		6:4	140.4	124.3	3.36	43.21	2.07	55.81	1.64	51.50	1.37	20.9
8	240		4:6	141.1	124.1	3.50	41.26	2.06	52.39	1.64	52.68	1.44	22.2
9	240	10:0		136.6	124.7	3.24	36.32	1.98	48.83	1.57	50.80	1.57	20.6
10	0			128.2	118.5	2.22	33.33	1.93	48.28	1.52	49.28	1.50	22.7

Table 9. Different Spike regulation Yongyou 12 ratio on tillering and Economic Characters
表 9. 不同穗肥调控比例对甬优 12 分蘖成穗和经济性状的影响

处理号	总氮量	基蘖肥比穗肥	促花肥比保花肥	最高苗		有效穗(万/hm ²)	成穗率(%)	穗总粒(粒/穗)	穗秕粒(粒/穗)	穗实粒(粒/穗)	结实率	千粒重(g)	实收产量(t/hm ²)
				出现日期	万/hm ²								
1	240	7:3	10:0	7月21日	319.6	157.9	49.4	376.9	22.1	354.8	94.1%	22.7	12.38
2	240		8:2	7月21日	330.7	158.8	48.0	393.9	39.4	354.6	90.0%	22.8	12.57
3	240		6:4	7月21日	323.0	154.8	47.9	398.1	29.5	368.5	92.6%	22.6	12.64
4	240		4:6	7月24日	327.0	159.2	48.7	377.8	34.6	343.1	90.8%	22.9	12.86
5	240	4:6	10:0	7月24日	328.6	159.6	48.6	412.6	47.2	365.4	88.6%	22.6	12.55
6	240		8:2	7月21日	305.9	148.8	48.6	405.1	38.0	367.1	90.6%	22.8	12.71
7	240		6:4	7月21日	336.3	159.4	47.4	390.3	40.9	349.3	89.5%	22.9	12.70
8	240		4:6	7月21日	328.8	152.2	46.3	435.7	41.4	394.3	90.5%	22.8	12.98
9	240	10:0		7月21日	314.5	151.4	48.2	371.1	31.0	340.1	91.6%	23.1	11.94
10	0			7月24日	246.0	112.8	45.9	402.9	39.6	363.3	90.2%	23.1	9.93

例,对成穗率影响不大;不同基蘖肥比穗肥比例对大穗形成作用不同,以基蘖肥比穗肥 4:6 较好。在施用相同磷钾肥情况下,甬优 12 的结实率差异不明显。

5. 小结与讨论

5.1. 研究结果探讨

在本试验条件下,甬优 12 在施足有机肥料的基础上,分蘖最高苗和有效穗随着氮化肥用量的提高而增加,适当减少基蘖肥施用量是控制无效分蘖,提高分蘖成穗率的有效方法;每穗总粒数、实粒数随着基蘖肥比穗肥比例的提高而提高,但结实率略有降低;剑叶长度和宽度均随着氮化肥用量或穗肥比例的提高而增加,剑叶长度和宽度的增加与产量成正相关,增施穗肥可以增加每穗总粒数和实粒数,增加了库容量,增加保花肥用量可促进甬优 12 后期叶片生长,达到增源的作用^[13]。

5.2. 甬优 12 单产 12.0 t/hm² 以上的关键栽培技术

甬优 12 实现单产 12.0 t/hm² 以上,在系统采用水稻精确定量栽培技术基础上,适当扩大行距,缩小株距,全面改善中后期群体内部通风透光条件,优化孕穗、结实环境;以稳前攻中保后,注重穗肥施用,实现多穗、高成穗率、大穗、高结实率^[13]。生产上重点应做好以下几点:

播前准备: 667 m² 大田准备 0.6 kg 饱满种子,浸种前选择晴天晒种一天,提高种子活力;选择地势较高、土壤肥沃、排水方便、杂草少的田块做秧田,播种前 10 天施入有机肥料翻耕。

播种期确定: 结合品种特性,适期早播,充分利用温光条件,为超级稻生长创造良好环境。一般播种期可安排在 5 月 5 日~15 日。

培育壮秧: 手插秧采用稀播、早育秧,培育叶蘖基本同伸的壮秧。移栽叶龄 2.7~3.5 小苗,秧龄控制在 15 天左右^[14]。

合理确定基本苗: 根据品种的主茎叶龄数、伸长期节间数、目标有效穗数等参数来确定合理的基本苗。

采用宽行窄株方式种植,行株距为 30~40 cm × 20 cm,尽量种到田边。甬优 12 可每亩栽插 0.8~1.1 万丛,每亩基本苗手插 1.1~1.5 万。

科学施肥: 在施足有机肥^[15](有机氮 78.75 kg/hm²)基础上,氮化肥用量 240 kg/hm²,基蘖肥比穗肥的比例以 5:5~4:6 为好,穗肥中促花肥与保花肥的比例为 6:4^[16]。

防治病虫: 根据病虫测报,及时做好病虫害防治,特别是做好二化螟、卷叶螟、稻虱、稻曲病、纹枯病的防治,同时做好防倒、防鼠、防雀和防药害工作。

充分成熟后收割: 待籽粒成熟度达 90% 以上时收割,防止收割过早,在 11 月中旬收割。

参考文献 (References)

- [1] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋等.水稻丰产高效技术及理论[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋等.水稻精确定量栽培理论与技术[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [3] 杨伟国,王超,金仲锦等.甬优 12 特征特性与高产栽培技术[J].中国稻米,2011,3: 62-64.
- [4] 黄根元,张求军,林百合等.甬优 12 特征特性及机插高产栽培技术[J].浙江农业科学,2010,增刊 2: 115-117.
- [5] 周奶弟,郑忠明,俞爱英等.仙居县 2010 年水稻精确定量栽培技术大区对比试验[J].浙江农业科学,2010,增刊 2: 110-112.
- [6] 张禹,张剑,吴学荣等.强化栽培下氮肥用量对水稻产量的影响[J].浙江农业科学,2006,2: 182-183.
- [7] 陈文伟,周祖昌,许卫剑等.强化栽培下水稻国稻 6 号施肥技术的试验[J].浙江农业科学,2007,2: 187-188.
- [8] 朱德峰.水稻强化栽培技术[M].北京:中国农业科学技术出版社,2006.
- [9] 毛国娟,张根贤,温楠等.单季稻强化栽培体系(SRI)试验初探[J].浙江农业科学,2003,70-72.
- [10] 张惠琴,朱贵平,吴增琪等.超级稻“两优 0293”的最佳施肥配方研究[J].江西农业学报,2008,20(10): 86-88.
- [11] 袁隆平.水稻强化栽培体系[J].杂交水稻,2001,16(4): 1-3.
- [12] 周奶弟,朱贵平,吴增琪等.甬优 12 号氮肥运筹技术研究[J].杂交水稻,2012,5: 50-53.
- [13] 孙永飞,梁尹明,冯忠民等.超级稻甬优 12 的配套栽培技术[J].浙江农业科学,2010,增刊 2: 162-165.
- [14] 吴增琪,林贤青,朱贵平等.精准生产设计与决策支持系统在中浙优 1 号生产上的应用[J].2009,25(20): 128-131.
- [15] 崔妍.水稻高产栽培技术[J].农业科技通讯,2011,7: 119-120.
- [16] 周忠明,周奶弟,郑忠明等.甬优 12 精确定量栽培技术效果研究初报[J].耕作与栽培,2011,2: 53-54.