

## 水稻精确管理技术的实践与应用

蔡林运, 吴正贵, 盛雪雯, 邱枫, 徐建方, 黄洁, 周培南 (苏州市农业技术推广中心, 江苏苏州 215006)

**摘要** [目的]研究水稻精确管理技术。[方法]对基于决策系统的水稻精确管理技术进行试验示范和应用。[结果]精确方案水稻茎蘖数在灌浆期前高于常规方案和农户方案,不同方案叶龄相差不大;精确方案水稻产量显著高于其他方案,平均产量达 9.75 t/hm<sup>2</sup>,较常规方案和农户方案分别高 0.28 和 0.82 t/hm<sup>2</sup>,增幅分别为 2.96% 和 9.19%;就产量结构而言,精确方案的优势主要体现在总穗粒数(穗数×穗粒数)。[结论]水稻精确管理技术能够达到节本增效的基本目标。

**关键词** 水稻;精确管理技术;示范应用

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)19-0032-03

## Practice and Application of Rice Precision Management Technique

CAI Lin-yun, WU Zheng-gui, SHENG Xue-wen et al (Suzhou Agricultural Technology Promotion Center, Suzhou, Jiangsu 215006)

**Abstract** [Objective] To study precision management technique of rice. [Method] Experimental demonstration and application of rice precision management technology based on decision-making system were done. [Result] The tiller number of rice was higher than that of conventional scheme and farmer scheme before the grouting period. There was not much difference in leaf age among different schemes. The rice yield of precision scheme was significantly higher than that of other schemes with an average yield of 9.75 t/hm<sup>2</sup>, and compared with the conventional schemes and the farmers' schemes, the increase was 0.28 and 0.82 t/hm<sup>2</sup> respectively, with the increase of 2.96% and 9.19% respectively. In terms of the yield structure, the advantages of the precise scheme mainly laid in the number of total panicles (number of panicles per spike). [Conclusion] Rice precision management technology can achieve the basic goal of reducing cost and increasing efficiency.

**Key words** Rice; Precision management techniques; Demonstration application

精确管理技术是基于综合性基础农情数据库、围绕水稻栽培方案进行的数字化设计<sup>[1]</sup>。通过农田感知节点和作物精确管理决策系统,智能化诊断生长指标,动态化调控产中追肥等环节,确保作物稳产增产;更能逐步推动化学肥料、农药的减施增效,达到“高产、优质、高效、生态、安全”的目标<sup>[2]</sup>。近 2 年,该技术在苏州地区进行了试验示范,以品种特性和土壤肥力为基础构建数据库,通过决策系统精确管理栽培过程,开展了从田块到园区区域尺度的技术研究与推广,取得了明显的经济效益和社会效益。

## 1 材料与方

**1.1 试验地概况** 试验在苏州市吴江区同里科技农业示范园和太仓市海丰农场现代农业科技示范推广基地进行。吴江同里试验面积为 10 hm<sup>2</sup>,土壤有机质含量 27.92 g/kg,全氮含量 0.80 g/kg,速效磷含量 11.12 g/kg,速效钾含量 112.20 mg/kg, pH 5.77;太仓海丰试验面积约为 8.33 hm<sup>2</sup>,土

壤有机质含量 20.97 g/kg,全氮含量 2.50 g/kg,速效磷含量 11.50 g/kg,速效钾含量 164.71 mg/kg, pH 8.03。

**1.2 供试品种与栽插规格** 示范品种皆为武运梗 30 号,全部实行机插栽培,行距 30 cm,株距 12 cm(每穴 3~4 苗)。吴江试验点的播种日期为 2016 年 5 月 26 日,移栽日期为 6 月 13 日;太仓试验点的播种日期为 2016 年 5 月 27 日,移栽日期为 6 月 15 日。

**1.3 试验设计** 精确方案田块:整合气象、品种和土壤成分等资料,通过基于模型和 GIS 的作物精确管理决策系统,为试验田块推荐适宜栽培技术方案,包括播期、播量、水肥运筹等<sup>[3-4]</sup>。常规方案田块:当地生产常规栽培方案。农户方案田块:当地农民生产习惯栽培方案。

通过模型系统生成精确方案,设置对照方案(常规方案、农户方案)。具体施肥方案见表 1,严格按照方案进行施肥,统一育秧机插、统一水浆管理、统一病虫防治。

表 1 水稻精确管理试验施肥方案

Table 1 Fertilization scheme of rice precision management test

kg/hm<sup>2</sup>

地区 Area	处理 Treatment	总施肥量 Total fertilizer			基肥 Base fertilizer			分蘖肥 Tillering fertilizer	促花肥 Spikelet-promoting fertilizer			保花肥 Spikelet-developing fertilizer
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N
吴江 Wujiang	精确方案	315.00	99.00	127.50	74.25	71.25	66.00	140.25	69.00	27.75	61.50	31.50
	常规方案	316.80	78.75	123.75	74.25	71.25	66.00	123.00	88.05	7.50	57.75	31.50
	农户方案	330.75	123.75	123.75	84.86	81.43	75.43	157.80	88.09	42.32	48.32	0.00
太仓 Taicang	精确方案	300.00	60.00	127.50	70.50	43.50	66.00	133.50	66.00	16.50	61.50	30.00
	常规方案	323.25	101.25	101.25	70.50	67.50	67.50	138.00	84.75	33.75	33.75	30.00
	农户方案	352.50	112.50	112.50	67.50	67.50	67.50	138.00	96.00	45.00	45.00	51.00

**基金项目** 江苏省农业三新工程项目(SXGC[2016]085)。

**作者简介** 蔡林运(1990—),男,江苏盐城人,硕士,从事水稻栽培研究。

**收稿日期** 2018-03-07

**1.4 测定项目与方法** 水稻全生育期调查苗情、干物质重等,从水稻茎蘖动态、叶龄、干物质重、产量和产量结构、经济效益和社会效益等方面分析精确方案、农户方案、常规方案

间的差异<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 茎蘖动态与叶龄动态** 从表 2 可以看出,精确方案在 7 月 10 日左右已经够苗,叶龄在 7~8 叶期,茎蘖数达 360 万/hm<sup>2</sup> 左右,早于常规方案和农户方案;够苗后进行排

水搁田,高峰苗出现在 7 月底 8 月初,叶龄 11 叶左右。吴江地区精确方案在灌浆结实前茎蘖数高于其他方案,太仓地区精确方案全生育期内茎蘖数高于其他方案;2 地区 3 种方案的叶龄动态基本无差异<sup>[6]</sup>。

表 2 水稻精确管理试验叶龄和茎蘖动态

Table 2 Leaf age and tiller dynamics of precision management test

地区 Area	处理 Treatment	07-03		07-10		07-20		07-30		08-10		08-20		09-10	
		叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>	叶龄 Leaf age	茎蘖数 Tiller number 万/hm <sup>2</sup>
吴江 Wujiang	精确方案	6.3	192.90	8.1	359.25	9.4	378.90	12.1	408.90	13.7	372.00	15.1	353.70	16.0	331.95
	常规方案	6.3	190.20	8.0	331.20	9.5	366.00	11.9	391.5	13.5	360.00	15.2	343.35	16.0	341.70
	农户方案	6.4	169.95	8.0	309.00	9.4	335.55	12.0	365.55	13.6	360.00	15.1	353.25	16.0	352.35
太仓 Taicang	精确方案	5.4	202.35	7.1	365.25	8.9	419.25	10.6	459.30	12.7	396.90	15.0	372.00	16.0	357.00
	常规方案	5.3	187.05	7.1	314.55	8.8	377.55	10.6	447.00	12.8	377.70	15.1	360.00	16.0	345.00
	农户方案	5.3	148.65	6.6	300.45	8.8	361.50	10.6	396.45	12.7	378.90	15.1	361.50	16.0	343.50

**2.2 水稻产量及产量构成** 从表 3 可知,精确方案水稻产量最高,显著高于常规方案和农户方案。吴江地区精确方案的实际产量为 9.92 t/hm<sup>2</sup>,较农户方案增加了 0.79 t/hm<sup>2</sup>,产量增幅为 8.65%,主要表现为穗粒数多、结实率和千粒重略增;太仓地区精确方案实际产量为 9.58 t/hm<sup>2</sup>,较农户方案

增加 0.86 t/hm<sup>2</sup>,产量增幅为 9.86%,主要表现为穗数占优、穗粒数和结实率差别较小。2 地区精确方案的产量构成优势因子有所区别,可能在于水浆管理和灌浆结实期的气候影响<sup>[7-8]</sup>。

表 3 精确管理试验水稻产量及构成因素

Table 3 Rice yield and yield components of precise management test

地区 Area	处理 Treatment	穗数 Panicle number 万/hm <sup>2</sup>	每穗粒数 Grain number per panicle 粒	结实率 Seed setting rate/%	千粒重 1 000-grain weight g	理论产量 Theoretical yield t/hm <sup>2</sup>	实际产量 Actual production t/hm <sup>2</sup>
吴江 Wujiang	精确方案	324.45	149.90	95.30	25.80	11.96	9.92
	常规方案	334.20	138.36	94.87	25.30	11.10	9.55
	农户方案	345.30	129.60	93.90	25.10	10.55	9.13
太仓 Taicang	精确方案	351.00	137.10	91.30	27.20	11.95	9.58
	常规方案	337.50	142.10	90.50	27.20	11.81	9.39
	农户方案	336.00	129.60	91.80	27.20	10.86	8.72

**2.3 水稻干物质重** 从表 4 可知,够苗期和拔节期取样时尚未施用穗肥,抽穗期前精确方案的水稻干物质重并无明显优势,成熟期略高于常规方案和农户方案,吴江和太仓地区精确方案的干物质重分别为 20.31 和 20.45 t/hm<sup>2</sup>。不同方案干物质重从抽穗期到成熟期发生了变化,直接体现在产量和产量结构方面,可见精确方案的干物质累积自抽穗后更偏向灌浆结实<sup>[9]</sup>。

表 4 精确管理试验水稻干物质重

Table 4 Rice dry matter weight of precise management test t/hm<sup>2</sup>

地区 Area	处理 Treatment	够苗期 (07-10) Enough seedling stage	拔节期 (07-30) ointing stage	抽穗期 (9月10日) Heading stage	成熟期 (10-25) Mature stage
吴江 Wujiang	精确方案	2.48	6.20	11.19	20.31
	常规方案	2.60	6.32	11.45	19.80
	农户方案	2.16	5.37	10.40	17.30
太仓 Taicang	精确方案	2.57	6.03	10.91	20.45
	常规方案	2.55	6.00	10.74	19.80
	农户方案	2.22	5.20	10.49	17.69

**2.4 经济效益** 从表 5 可以看出,水稻精确管理栽培技术可以提高水稻产量和生产效益。精确方案平均产量 9.75 t/hm<sup>2</sup>,比农户方案增产 0.82 t/hm<sup>2</sup>,增幅达 9.19%;精确方案的化肥成本较农户方案平均减少 0.04 万元/hm<sup>2</sup>,减幅达 15.21%;稻谷价格按 3 元/kg 计算,精确方案较农户方案平均增收 0.29 万元/hm<sup>2</sup>,平均增幅达 12.05%。由此可知,精确管理方案起到了增产增效的目的,同时也达到降低肥料用量的效果。

**2.5 社会效益** 水稻精确管理栽培技术能够把握不同作物品种的目标产量,并确定具体的栽培方案,正确运筹肥料调控,兼顾作物的生产需求和农户的理想产量,减少肥料以节约成本,科学运筹以减轻劳动强度,具有明显的省工、省药、节本等优点,化肥成本降低超过 420 元/hm<sup>2</sup>,增效超过 2 800 余元/hm<sup>2</sup>,在改善生态环境方面以及推动农业信息化进一步发展都起着积极作用。

表5 精确管理试验经济效益  
Table 5 The economic benefit of precise management test

处理 Treatment	地区 Area	产量 Yield t/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 万元/hm <sup>2</sup>	化肥成本 Fertilizer cost 万元/hm <sup>2</sup>	净效益 Net benefit 元/hm <sup>2</sup>
精确方案 Precise scheme	吴江	9.92	2.98	0.26	2.72
	太仓	9.58	2.87	0.22	2.65
	平均	9.75	2.92	0.24	2.69
农户方案 Farmers scheme	吴江	9.13	2.74	0.28	2.46
	太仓	8.72	2.62	0.28	2.34
	平均	8.93	2.68	0.28	2.40
平均增量 Average increment		0.82	0.25	-0.04	0.29
平均增幅 Average growth//%		9.19	9.19	-15.21	12.05

### 3 结论

精确方案主要是根据品种特性和土壤肥力特征来设计,能够在施用量较常规方案和农户方案均少的情况下,累积最多的干物质重量,也直观反映在产量结果中,精确方案水稻的平均产量达 9.75 t/hm<sup>2</sup>,较常规方案和农户方案分别高 0.28 和 0.82 t/hm<sup>2</sup>;而产量的优势和肥料施用量的减少,直接带来经济收益的增加,平均增效超过 2 800 元/hm<sup>2</sup>,体现其节本增效的优点,对于当地种植业发展具有前瞻指导性意义。

就试验而言,水稻精确管理技术能够达到节本增效的基本目标,但考虑其推广应用必须建立成套的生长监测诊断软硬件体系,硬件设备的投入成本是亟待解决的问题;而就苏州地区而言,机插秧是目前水稻种植的主要方式,而如何将水稻精确管理技术从在田期延伸到育秧期,促进其更紧密的

结合,还有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 吴福观,林忠成,许露生,等.基于模型的水稻精确管理技术研究[J].江苏农业科学,2012,40(9):71-73.
- [2] 曹静.精确农作管理模型与决策支持系统的研究[D].南京:南京农业大学,2008.
- [3] 张光桃,陈志斌,王大圣,等.江都水稻精确栽培管理系统的开发与应用[J].扬州职业大学学报,2015,19(4):56-59.
- [4] 陈志亮.基于模型与GIS的水稻精确管理处方生成技术研究[D].南京:南京农业大学,2011.
- [5] 刘小军,曹静,李艳大,等.水稻水分精确管理的知识模型研究[J].中国农业科学,2010,43(8):1571-1576.
- [6] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋,等.水稻高产技术的新发展——精确定量栽培[J].中国稻米,2005(1):3-7.
- [7] 扬州大学.水稻丰产定量栽培技术及其应用[Z].2016.
- [8] 于林惠,李刚华,徐晶晶,等.基于高产示范方的机插水稻群体特征研究[J].中国水稻科学,2012,26(4):451-456.
- [9] 杨惠杰,李义珍,杨仁崔,等.超高产水稻的干物质生产特性研究[J].中国水稻科学,2001,15(4):265-270.

(上接第31页)

### 3 结论与讨论

利用2种分析方法进行筛选,结果大体趋势一致。双向均值法是利用了2项性状数据(产量和收获时籽粒含水量),结果直观明了、针对性较强,但只对2组指标进行了比较相对有些片面。灰度关联分析是建立在各品种的植株、果穗等多个性状的定量分析基础上综合评判的,克服了仅对单一指标进行比较的弊端,其评判结果更严谨、更准确,对农业生产更有利。

DH815、邦玉 359、滑玉 168、秋乐 218、隆平 208 和农星 2209 共6个品种的综合评价与产量排序都较高,说明其农艺性状和产量均比较优秀,属于高产、稳产、优质品种,因此可以进行大面积的试验示范,从而在德州地区推广。此外,在双向均值法中,DH815 和隆平 208 出现在第二象限,产量均大于平均值,但收获时籽粒含水量较高、生育期较长,所以这2个品种可以适时晚收。

近两年德州地区在玉米拔节后出现高温热害现象,对生殖生长,特别是对雌雄穗的发育产生较大影响,个别品种出现空秆、“香蕉穗”“超短裙”“大花脸”“阴阳面”等畸形穗现

象,严重影响产量。因此,建议今后加大对耐高温热害品种的筛选及选育力度。

### 参考文献

- [1] 崔莹,董雪,葛立群.中国玉米种业市场现状和发展研究[J].园艺与种苗,2016(2):75-78.
- [2] FAYAZ F, MARDI M, AGHAEI M, et al. Phenotypic diversity analysis of grain yield and yellow pigment content in germplasm collected from Iranian durum wheat (*Triticum turgidum* L.) landraces [J]. Archives of agronomy and soil science, 2013, 59(10): 1339-1357.
- [3] 刘洋,侯廷荣,郭新平,等.山东省玉米产业发展现状与对策分析[J].山东农业大学学报(社会科学版),2017,19(2):24-30.
- [4] 朱峰,孙兆明,李树超.山东省玉米生产现状与发展对策分析[J].农业科技通讯,2015(3):6-9,12.
- [5] 袁喜祖.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1991.
- [6] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [7] 邓聚龙.灰色系统与农业[J].山西农业科学,1985(5):34-37.
- [8] 王兴亮,单艳,陆顺生,等.灰色关联度分析在隆阳区玉米新品种综合评价中的应用[J].耕作与栽培,2014(3):7-9,12.
- [9] 贾新文,王翠玲,郑永青,等.玉米区域试验新品种的方差分析与灰色综合评判的比较研究[J].中国种业,2009(S1):49-51.
- [10] 盖钧镒.试验统计方法[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [11] 王秀萍,张国新,鲁雪林,等.灰色关联度分析法综合评价水稻新品系[J].中国农学通报,2006,22(8):557-559.
- [12] 王黎明,唐道廷,刘必善,等.灰色关联度分析在湖北省玉米杂交种综合评价中的应用[J].湖北农业科学,2008,47(4):390-393.