

2019 年中日稻米产业科技研讨会特约专栏文章之三

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.06.005

水稻施肥监测遥感技术—无人机在提升大米食味品质方面的应用

周 涛¹, 张玉屏², 杨颖清¹, 张军辉¹

(1. 佐竹机械(苏州)有限公司, 江苏 苏州 215129; 2. 中国水稻研究所, 浙江 杭州 311400)

摘 要: 以籼稻中浙优 1 号及籼粳杂交稻甬优 538 为材料, 通过稻叶测氮仪 CCN6001 的无损监测及无人机归一化植被指数 (NDVI 值) 的获取, 根据稻叶含氮量实现穗肥的精确施用及大米食味品质的提升, 为稻米提质增效提供新技术, 为智慧农业的发展提供新方法。

关键词: 大米食味; 蛋白质含量; 生育诊断; 稻叶测氮仪; 无人机

中图分类号: TS213.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2019)06-0027-04

网络出版时间: 2019-10-29 17:38:19

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20191029.1738.004.html>

Monitoring rice fertilization by remote sensing technology- application of unmanned aerial vehicle in improving rice taste quality

ZHOU Tao¹, ZHANG Yu-ping², YANG Ying-qing¹, ZHANG Jun-hui¹

(1. Satake machinery (Suzhou) Co., Ltd. Suzhou Jiangsu 215129;

2. China National Rice Research Institute, Hangzhou Zhejiang 311400)

Abstract: Indica rice Zhongzheyong 1 and indica hybrid rice cultivar Yongyou 538 were used as materials. Through non-destructive monitoring by rice leaf nitrogen analyzer CCN6001 and the acquisition of NDVI value by unmanned aerial vehicle, precise application of ear fertilizer was realized according to nitrogen content of rice leaf. The improvement of rice taste quality provides new technology for rice quality improvement and efficiency enhancement, and provides a new method for development of intelligent agriculture.

Key words: rice taste; protein content; fertility diagnosis; rice leaf nitrogen analyzer; unmanned aerial vehicle

2015 年以来, 我国经济进入了一个新的阶段, 主要经济指标之间的联动性出现了背离, 经济增长持续下行与 CPI 持续低位运行, 居民收入有所增加而企业利润率下降, 消费上升而投资下降。基于这种条件国家提出了“供给侧结构性改革”, 强调贯彻落实新发展理念, 去产能去库存。粮食行业于 2017 年开始实施“优质粮食工程”中的中国好粮油行动, 计划把增加绿色优质粮食供给放在突出位置, 满足消费者日益增长的多元化、个性化和定制粮油的消费需求。开展“优质优价”

工作, 引导农民调整粮食的品种结构, 提高粮食的有效供给, 培育从田间到餐桌的全产业链的优质粮食经营模式, 增加安全、优质、绿色的中高端粮食的供给。

随着现代物流的发达, 日本大米通过各种渠道进入了我国市场, 日本米饭的美味被广大消费者认可, 其大米的食味值远高于国内的绝大部分大米, 在我国也不乏很多优良品种, 但能与日本大米媲美的却较少。决定大米食味值的三个主要因素是蛋白质、直链淀粉和水分, 其中蛋白质和直链淀粉值占主要因素, 直链淀粉由水稻的品种决定, 一旦种植品种确定就无法改变, 所以蛋白质的含量就是决定大米食味的最重要的指标。日本

收稿日期: 2019-10-17

作者简介: 周涛, 1973 年出生, 男, 课长。

通讯作者: 张玉屏, 1973 年出生, 女, 研究员。

食味品质好的大米其蛋白质含量都很低,每百克含量在 6~7 g 之间,而我国大米的蛋白质含量普遍都偏高,绝大部分都在 8 g 以上,蛋白质含量过高就是食味下降的直接因素,而蛋白质含量与水稻种植过程中的施肥量息息相关,通过生育诊断调控水稻在种植过程的施肥量是关键技术课题。

水稻是我国主要粮食作物,氮素是水稻必需的营养元素之一。但氮肥不当施用,不仅影响食味品质,而且生产成本提高,病虫害增多和环境污染增加,同时造成土壤耕性变差,加重对水稻产量及品质的影响;使用稻叶测氮仪(AGRI EXPERT CCN6001),能够不受外气温、日照条件的影响快速、简便、无损地及时获取水稻生长过程中叶片氮素含量,并且通过无人机的拍摄,获取 NDVI 值以及 GPS 定位的图片,以实现按需精确施肥,达到提高食味品质目标^[1]。

1 材料与方法

1.1 实验设计

实验于 2018 年~2019 年在浙江省金华市婺城区琅琊镇某实验基地进行,前茬为冬闲田。4 种肥料处理,基肥的氮肥用量分别为 0、4、8 及 12 kg,穗肥根据品种类型、倒 4 叶期测定的叶片氮含量(CCN)和目标类型高产(A)、食味(B)及高产和食味均衡(C)3 种情况进行氮肥施用。所有处理均施以相同数量的磷肥和钾肥,过磷酸钙 20 kg/亩,氯化钾 10 kg/亩;磷肥作基肥一次性施用,钾肥作基肥和穗肥各 50%施用。实验随机区组排列,每个品种 12 个处理,3 次重复,共计 12×3=36 个小

区,每个小区 20 m²,种植规格 25 cm×20 cm。于 5 月 17 日播种,6 月 12 日移栽,7 月 25 日穗分化期及 9 月 10 日花后 20 天进行叶片氮含量测定及无人机归一化植被指数(NDVI)获取。

1.2 供试品种

以长江中下游大面积推广的籼粳杂交稻甬优 538 及中浙优 1 号为供试品种。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 CCN 值。选取固定区域主茎,用 CCN6001 测氮仪测定 4 叶叶片中部略下方距叶脉 2 mm 左右处 CCN 值,不同处理各测 15 张叶片,3 次重复^[2]。

1.3.2 NDVI 值。通过 Parrot Bluegrass 四旋翼无人机获取,设定飞行区域(拍摄田块)以及飞行路线;飞行结束,将通过无人机多普勒相机拍摄的单张图片拼成完整地图;得出带有 NDVI 值以及 GPS 定位的图片;拼图结束,通过 QGIS 进行 NDVI 值分析^[3-4],得出该片田地 NDVI 值的分布形态从而进行后期施肥诊断^[5]。

1.4 数据处理

实验数据采用 Excel2010 等软件进行统计、作图、分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理叶片含氮量

根据图 1 所示,在水稻生长关键时期采用无损监测两次测定水稻叶片氮素含量,穗分化期测定值主要用于穗肥精确施用,根据测定值的大小及范围,按照既定目标(高产、品质或高产品品质均衡)

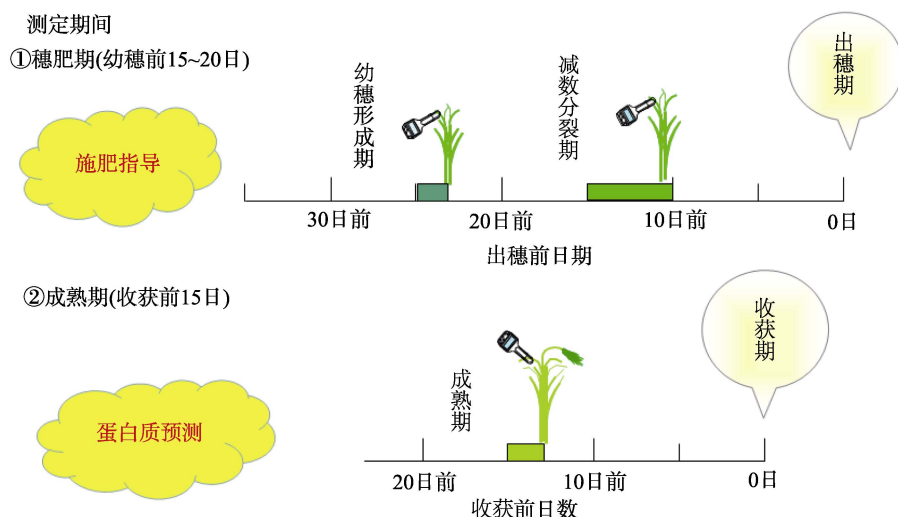


图 1 叶片含氮量的测定

来确定氮肥施用量，提高稻米食味品质^[6]。氮含量与 NDVI 值线性关系见图 2。实验研究中两个水稻品种水稻叶片含氮量见表 1，花后 20 天测定的 B 处理的稻叶含氮量即为达到优良食味品质的施氮量及含氮量。这一区块的水稻叶片进一步采用无人机拍摄，获取的 NDVI 值可作为该区稻米成熟期蛋白质含量的预测^[7]，利于精准施肥。

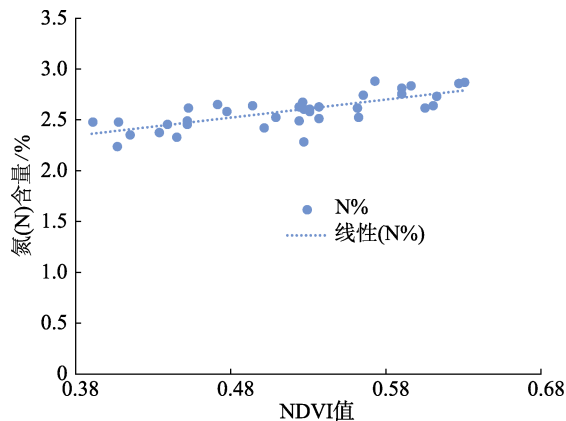


图 2 氮含量与 NDVI 值的线性关系

表 1 不同时期 CCN 测定叶片含氮量 %

时期	氮肥	处理	品种	
			甬优 538	中浙优 1 号
穗分化期	N0		2.94 ± 0.06	2.72 ± 0.06
	N4		3.19 ± 0.09	3.11 ± 0.12
	N8		3.44 ± 0.06	3.50 ± 0.12
	N12		3.53 ± 0.04	3.50 ± 0.05
花后 20 天	N0	A	3.08 ± 0.10	2.24 ± 0.19
		B	2.85 ± 0.31	1.78 ± 0.22
		C	3.11 ± 0.14	2.37 ± 0.30
	N4	A	3.26 ± 0.10	2.38 ± 0.22
		B	3.09 ± 0.06	1.97 ± 0.09
		C	3.2 ± 0.12	2.23 ± 0.22
	N8	A	3.35 ± 0.04	2.85 ± 0.18
		B	3.11 ± 0.04	2.69 ± 0.09
		C	3.43 ± 0.23	2.79 ± 0.22
	N12	A	3.53 ± 0.24	3.34 ± 0.09
		B	3.49 ± 0.21	3.16 ± 0.20
		C	3.50 ± 0.23	3.32 ± 0.21

2.2 无人机获取的 NDVI 值

无人机所获取的 NDVI 即归一化植被指数，是反映农作物长势和营养信息的重要参数之一。根据该参数，可以知道不同季节的农作物对氮的需求量，对合理施用氮肥具有重要的指导作用。结合稻叶测氮仪测定 CCN 值，用无人机测定大区域的 NDVI 值，不同氮肥处理导致光谱色泽呈现差

异即 NDVI 值不同，根据目标食味值确定该区域所需的穗肥量，并根据花后 20 天的 NDVI 值预估该区域稻米蛋白质含量，提前进行食味值预测和产品定位^[8]，无人机 NDVI 值的拍摄与获取见图 3。无人机的应用将进一步丰富大面积田块穗肥的精确施用，进而逐步实现农业生产智能化和专业化。

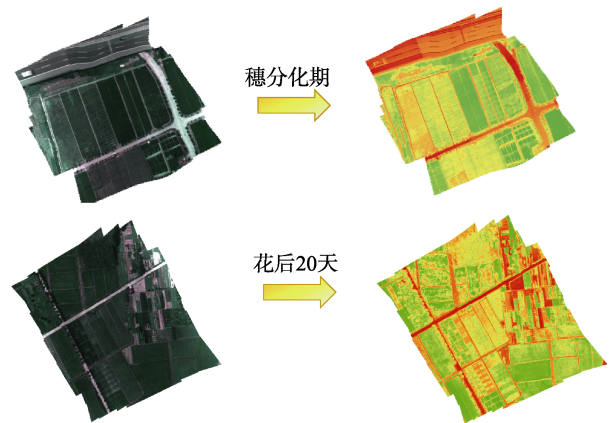


图 3 无人机 NDVI 值的拍摄与获取

2.3 大米食味品质的提高

稻叶含氮量大小是氮肥是否施用及施用多少的重要指标。穗肥中，氮肥施用过少，根系会早衰，水稻灌浆不实，影响产量；氮肥施用过多，蛋白质含量过高，影响食味品质，根据稻叶含氮量及穗肥施用时期（图 4），精确施肥，稳定产量，并实现大米食味品质的提高。

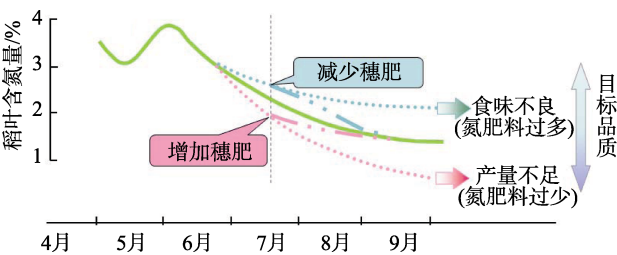


图 4 穗肥施用与食味品质提升关系

2.4 测氮仪与无人机的应用前景

稻叶测氮仪的无损监测及无人机的光谱拍摄，是农业领域应用的新技术，是智慧农业的新起点。水稻无损监测施氮技术主要根据品种特性、气候条件及土壤条件，通过稻叶测氮仪对水稻叶片进行无损监测与施肥诊断，根据既定的产量及品质目标，精确计算穗肥的施用量，达到减肥、优质、高产（图 5~图 6）。

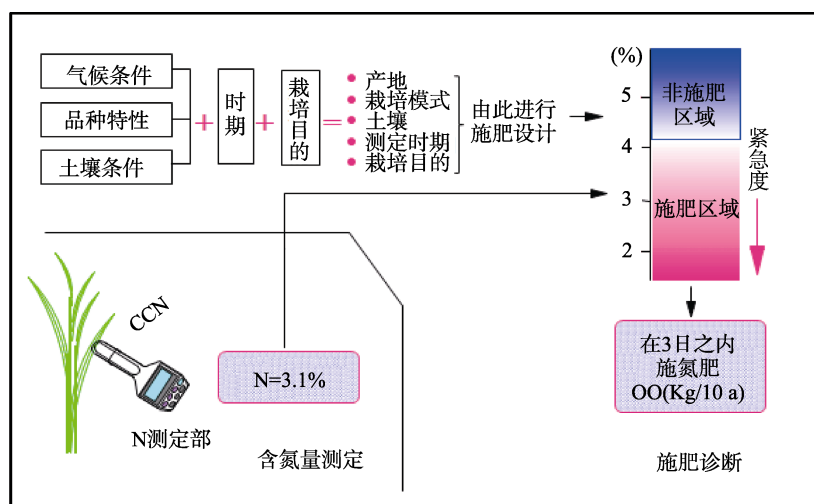


图5 水稻叶片含氮量无损监测与施肥诊断

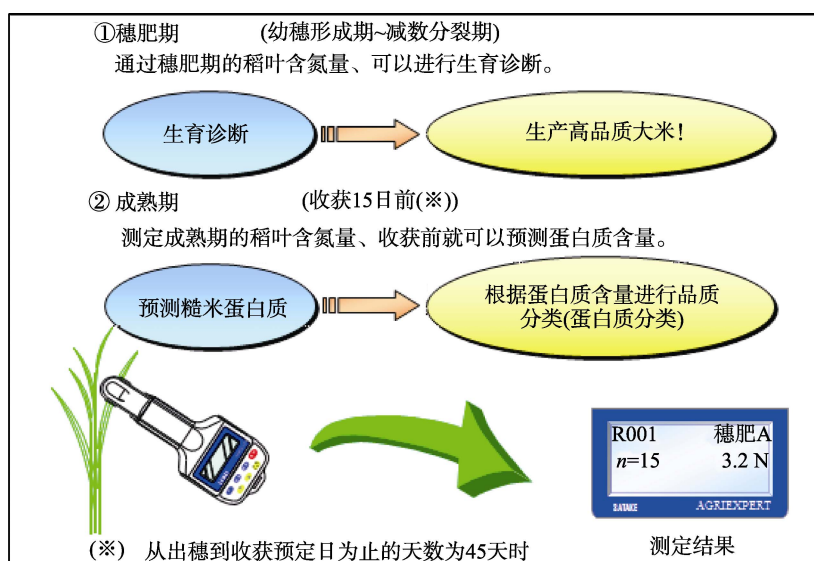


图6 稻叶含氮量无损监测的应用

3 结论

该项技术为近年来发展的新技术, 目前已在吉林、黑龙江、浙江、江苏、云南等地的水稻精确施肥中应用, 对稻米的食味品质提升提供了新的方法; 但由于水稻品种众多, 水稻种植区域性非常大, 土壤地力各区域也不平衡, 该技术正在根据品种类型及不同稻区进一步探索与完善, 以便在应用中扎实的推进, 为“优质粮食工程”的实施落到实处, 实现安全、优质、绿色的中高端大米的供给。

参考文献:

- [1] 黄洁, 朱德峰, 张玉屏, 等. 水稻叶片含氮量无损快速测定方法[J]. 中国稻米, 2017, 23(2): 18-20.
- [2] 唐建军, 何火娇, 彭莹琼, 等. 水稻不同叶位叶色信息与叶片含氮量的关系研究[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(2): 261-264.
- [3] 张玉森, 姚霞, 田永超, 等. 应用近红外光谱预测水稻叶片氮含量[J]. 植物生态学报, 2010, 34(6): 70-72.
- [4] 聂鹏程, 袁石林, 章伟聪, 等. 基于光谱技术的水 Mn-t 片氮素测定仪的开发[J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 152-156.
- [5] 江立庚, 曹卫星, 姜东, 等. 水稻叶氮量等生理参数的叶位分布特点及其与氮素营养诊断的关系[J]. 作物学报, 2004, 30(8): 739-744.
- [6] 曲红岩, 张欣, 施利利, 等. 水稻食味品质主要影响因子分析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(6): 172-175.
- [7] 黄农荣, 泽田富雄. 利用 NDVI 生产高品质、大米食味品质预测[J]. 兵库农业技术研报, 1999, 47: 1-5.
- [8] 佐佐木次郎. 水稻稻叶氮含量与叶色以及蛋白质含量的关系[J]. 农业机械学会杂志, 2007, 69(5): 12-16.

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网(<http://lspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>) 中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。

(组稿: 谭云; 审核: 河野元信;
编辑加工: 谭云, 林家永)