

李静娟, 康轩, 代金君, 周波, 温武东. 珠三角种植大户与普通农户主要作物施肥情况对比分析——以惠州市惠城区为例 [J]. 广东农业科学, 2019, 46(7): 53-59.

珠三角种植大户与普通农户主要作物施肥情况对比分析 ——以惠州市惠城区为例

李静娟¹, 康 轩¹, 代金君², 周 波³, 温武东¹

(1. 惠州市惠城区农业技术推广中心, 广东 惠州 516008;

2. 惠州市农业农村综合服务中心, 广东 惠州 516001;

3. 广东省农业科学院茶业研究所 / 广东省茶树资源创新利用重点实验室, 广东 广州 510640)

摘 要: 【目的】对比分析惠城区种植大户与普通农户主要作物施肥情况和存在问题, 为判断区域农田施肥的合理性及调整肥料结构提供依据, 探讨规模经营在化肥减量增效方面的积极作用。【方法】对惠城区 91 户农户肥料使用情况进行问卷调查和分析。【结果】调查区化肥使用量在合理范围内、有机肥施用量偏低。水稻平均产量不高, 种植大户和普通农户水稻有机肥施用比例均较低, 普通农户水稻化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 366.6 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.3 : 0.7, 趋于合理; 种植大户化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 421.1 kg/hm², 种植大户水稻化肥 N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.5 : 0.7, 存在高氮高磷问题。甜玉米平均产量较高, 种植大户有机肥施用量高于普通农户, 普通农户甜玉米化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 627.6 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.6 : 0.8, 存在高磷问题; 种植大户化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 508.1 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.5 : 0.5, 存在高磷低钾问题。蔬菜有机肥施用量种植大户高于普通农户, 但仍低于推荐施用量, 普通农户蔬菜化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 685.4 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.7 : 0.7, 存在高磷问题; 种植大户化肥 (N+P₂O₅+K₂O) 施用量为 285.9 kg/hm², N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.3 : 0.5, 存在低钾问题。种植大户在甜玉米和蔬菜两种作物上化肥施用量分别比普通农户低 19.0% 和 58.3%。【结论】种植大户等新型经营主体在增施有机肥、化肥减量等方面具有较大潜力, 建议可以有针对性地提出化肥减量增效调控对策。

关键词: 珠三角; 种植大户; 规模经营; 施肥; 化肥减量

中图分类号: S147.2

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2019)07-0053-07

Comparative Analysis on Fertilization of Main Crops Between Large Planting Households and Ordinary Farmers in Pearl River Delta —A Case Study of Huicheng District, Huizhou City

LI Jingjuan¹, KANG Xuan¹, DAI Jinjun², ZHOU Bo³, WEN Wudong¹

(1. Huicheng District Agriculture Technology Extension Center, Huizhou 516008, China;

2. Huizhou Agricultural Rural Comprehensive Service Center, Huizhou 516001, China;

3. Tea Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences /

Guangdong Key Laboratory of Tea Plant Resources Innovation and Utilization, Guangzhou 510640, China)

收稿日期: 2019-04-22

基金项目: 广东省耕地质量等级调查和肥料使用情况调查工作资金 (粤农耕肥 [2018]36 号)

作者简介: 李静娟 (1987—), 女, 硕士, 农艺师, 研究方向为土壤肥力与耕地保护, E-mail: lijingjuan.

hd2008@163.com

Abstract: 【Objective】 The objective was to compare and analyze the fertilization status of major crops and existing problems between large planting households and ordinary farmers in Huicheng District, to provide a basis for judging the rationality of fertilization in regional farmland and adjusting fertilizer structure, and to explore the positive effects of scale management on fertilizer reduction. 【Methods】 The fertilization status of 91 households were investigated and analyzed in Huicheng District by questionnaire survey. 【Results】 The use of chemical fertilizer in the survey area was within a reasonable range and the application rate of organic manure was relatively low. The average yield of rice was not high. The application of organic manure in rice was low among large planting households and ordinary farmers. The average application rate of rice fertilizer (N+P₂O₅+K₂O) by ordinary farmers was 366.6 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.3 : 0.7, which tended to be reasonable. The application rate of chemical fertilizer (N+P₂O₅+K₂O) by large planting households was 421.1 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.5 : 0.7, which reflected a problem of high nitrogen and high phosphorus. The average yield of sweet corn was higher. The application rate of organic manure of large planting households was higher than that of ordinary farmers. The application rate of sweet corn fertilizer (N+P₂O₅+K₂O) by ordinary farmers was 627.6 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.6 : 0.8, which caused a problem of high phosphorus. The application rate of chemical fertilizer (N+P₂O₅+K₂O) by large planting households was 508.1 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.5 : 0.5, which reflected problems of high phosphorus and low potassium. The application rate of vegetable organic manure of large planting households was higher than that of ordinary farmers, but it was still lower than the recommended application rate. The application rate of vegetable fertilizer (N+P₂O₅+K₂O) of ordinary farmers was 685.4 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.7 : 0.7, which existed a problem of high phosphorus. The fertilizer application rate of large planting households (N+P₂O₅+K₂O) was 285.9 kg/hm², with N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.3 : 0.5, which contained a problem of low potassium. The amounts of chemical fertilizer applied by the large planting households on sweet corn and vegetable crops were 19.0% and 58.3% lower than those of ordinary farmers, respectively. 【Conclusion】 New-type management entities such as large planting households have great potential in increasing the application of organic manure and reducing the application of chemical fertilizer. It is suggested that the countermeasures for fertilizer reduction and efficiency improvement can be proposed in a targeted manner.

Key words: Pearl River Delta; large planting households; scale operation; fertilization; fertilizer reduction

【研究意义】农业部发布的《关于印发〈到2020年化肥使用量零增长行动方案〉》提出到2020年实现化肥使用量零增长目标,广东省自2017年开始实施肥料使用情况调查项目,目的是了解农田施肥现状为判断区域农田施肥的合理性及调整肥料结构提供依据。2017年中央一号文件专门提出大力培育新型农业经营主体和服务主体,加快发展土地流转。惠城区作为惠州市主城区、珠江三角洲腹地,城镇化工业化进程不断加快,城郊结合型农业产业结构发生了重大变化,由原先以水稻种植为主逐渐演变为粮、果、蔬综合发展的多种经营模式,土地流转、规模化种植面积越来越大,经营主体也由普通农户为主向越来越多的种植大户转变。随着土地流转不断推进,小规模农户的比例在逐年下降,以种植大户为代表的新型农业经营主体成为未来一段时间内我国农业发展的重要力量^[1]。种植大户作为具有规模效应的农地经营主体是实施和引领农业技术示范的主体,多数研究也证实农业规模经营对减少化肥投入有积极作用^[2-4]。因此,新形势下掌握种

植大户的施肥情况,充分挖掘种植大户等新型经营主体在化肥减量、减少面源污染等方面的潜力,因地制宜提出化肥减量增效调控措施具有重大现实意义。

【前人研究进展】目前,针对农作物施肥情况研究较多,于元赫等^[5]从省域、地理区域和县域3个尺度探讨1995—2015年山东省农业化肥施用强度的区域差异、时空格局演变及主要驱动力,提出向适度规模经营的农户推广节肥增效技术,从而提高农业施肥技术效率、减少农业面源污染。付浩然等^[6]分析鲁西北地区冬小麦春季追肥情况调查;张怀志等^[7]对京津冀设施蔬菜施肥进行调查分析;官利兰等^[8]对广东省菜园土壤施肥状况进行了调查与分析;陈德松^[9]对闽北种植大户施肥结构现状调查;王小英等^[10]和沈娟等^[11]对水稻施肥现状进行调查分析。石子建等^[12]研究种植大户水稻施肥现状及减量施氮可行性分析。李文西等^[13]研究种田大户主要粮食作物施肥现状。近年来,珠三角地区也进行了较多的化肥施用情况调查,但深入统计、分析的研究却较少。尚未

有研究对比分析种植大户和普通农户的施肥情况差异和存在问题。【本研究切入点】在深入推进土地流转、逐渐实现土地规模化经营的新形势下，亟需了解种植大户施肥状况，挖掘种植大户等新型经营主体在化肥减量、减少面源污染方面的潜力。【拟解决的关键问题】通过对惠城区肥料使用情况调查，对比分析种植大户与普通农户施肥现状和存在的问题，为深入推进化肥使用量零增长行动，推广科学施肥技术，改良土壤、培肥地力，为实现农业生产“高产、优质、高效、环保”目标提供科学依据，推动珠江三角洲绿色农业发展。

1 调查范围与方法

1.1 调查区概况

惠城区位于东江中下游、珠江三角洲东部平原区（ $114^{\circ}17' \sim 114^{\circ}32' E$ 、 $22^{\circ}56' \sim 22^{\circ}16' N$ ），属于亚热带海洋季风气候，地貌类型有平原、丘陵和山地，土壤类型以红色砂页岩赤红壤为主，下辖5个乡镇8个街道办事处。2017年全区农作物总播种面积36 131.4 hm^2 ，其中粮食播种面积16 440.1 hm^2 ，粮食总产量9.36万t。水稻播种面积11 024.1 hm^2 ，产量6.31万t；甜玉米种植面积3 933.3 hm^2 ，产量2.40万t；蔬菜播种面积14 634.8 hm^2 ，产量40.23万t。

1.2 调查内容与方法

于2018年12月至2019年1月，采用抽样调查的方法，从测土配方系统随机筛选出91户，调查范围涉及惠城区7个主要农业镇(街道)62个村，保证样本的广泛性和代表性。通过实地调查，填写农户施肥情况调查表，调查内容包括：农户性质、种植面积、作物名称、单产、施肥明细、施肥方式、实际成本等。其中水稻种植户61户、甜玉米8户、蔬菜17户、花生2户、水果2户、马铃薯1户，按田块记录各类肥料的用量，并根据化肥中N、 P_2O_5 、 K_2O 含量统一折算为单位面积N、 P_2O_5 、 K_2O 纯用量。根据种植面积，将粮油作物种植2 hm^2 以上或经济作物种植3.33 hm^2 以上规模的经营主体划为种植大户，小于该面积规模的则为普通农户。

调查数据用Excel进行处理和统计分析。计算作物平均施肥量时，采用种植面积加权平均法。本研究重点分析水稻、甜玉米和蔬菜，其他作物样本较少，暂不做分析。

2 调查结果与分析

2.1 种植大户与普通农户有机肥施用情况

调查种植大户和普通农户共91户，有30.8%（28户）农户施用有机肥。其中普通农户78户，只有25.6%（20户）农户施用了有机肥，施用的有机肥包括土杂肥、鸡粪、花生麸和草木灰；种植大户、新型经营主体13户，其中61.5%（8户）施用了有机肥，施用的有机肥为商品有机肥。

2.2 种植大户与普通农户不同作物有机肥施用情况

调查普通农户水稻样本56户，其中只有10.7%（6户）施用了有机肥，平均施用量1 797.8 kg/hm^2 ；种植大户水稻样本5户，其中20%（1户）施用了有机肥，平均施用量1 500.0 kg/hm^2 。普通农户甜玉米样本5户，其中20%（1户）施用了有机肥，平均施用量4 500.0 kg/hm^2 ；种植大户甜玉米3户，其中66.7%（2户）施用了有机肥，平均施用量2 100.0 kg/hm^2 。普通农户蔬菜样本13户，其中69.2%（9户）施用了有机肥，平均施用量2 637.2 kg/hm^2 ；种植大户蔬菜样本4户，100%施用了有机肥，平均施用量7 214.3 kg/hm^2 。调查结果表明，种植大户和普通农户在不同作物上有机肥施用情况明显不同，普通农户在水稻、甜玉米、蔬菜上施用有机肥主要依赖于农家肥，施用量也较少，基本上不购买商品有机肥，主要来源为自产的草木灰、花生麸、鸡粪等。相对于普通农户，种植大户、合作社等新型经营主体大部分会购买有机肥，但是在水稻上施用有机肥也相对较少，在蔬菜和甜玉米等经济作物上施用有机肥相对较多，但仍低于该地区测土配方有机肥推荐施用量。

2.3 种植大户与普通农户化肥施用情况

从表1可以看出，种植大户与普通农户水稻产量相似，化肥施用量比普通农户高14.9%，肥料成本高19.9%，普通农户水稻化肥（ $N+P_2O_5+K_2O$ ）施用量为366.6 kg/hm^2 ，比测土配方推荐施用量高16.4%， $N:P_2O_5:K_2O=1:0.3:0.7$ ，趋于合理。种植大户化肥（ $N+P_2O_5+K_2O$ ）施用量为421.1 kg/hm^2 ，比测土配方推荐施用量高33.7%，种植大户水稻化肥 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.5:0.7$ ，存在高氮高磷问题。这主要是由于普通农户水稻稻米大多自留自吃^[14]，不注重产量而更追求品质，不过分施用较多化肥，而种植大户追求水稻高产，同时为了

表 1 种植大户和普通农户不同作物化肥施用情况

Table 1 Application status of fertilizer by large planting households and ordinary farmers

作物 Crop	农户性质 Nature of farmers	调查农户数量(户) Number of farmers investigated (household)	作物产量 Crop production (kg/hm ²)	化肥 Chemical fertilizer (kg/hm ²)				肥料成本 (元/hm ²) Fertilizer cost (yuan/hm ²)
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	
水稻 Rice	普通农户	56	6068.9	184.2	60.7	121.7	1 : 0.3 : 0.7	2359.3
	种植大户	5	6062.5	193.3	100.8	127.0	1 : 0.5 : 0.7	2829.1
甜玉米 Sweet corn	普通农户	6	17717.8	268.4	154.0	205.2	1 : 0.6 : 0.8	4768.8
	种植大户	3	18375.0	257.5	125.3	125.3	1 : 0.5 : 0.5	6575.0
蔬菜 Vegetable	普通农户	10	36187.8	279.5	206.9	199.0	1 : 0.7 : 0.7	6322.8
	种植大户	4	30376.2	161.5	49.1	75.2	1 : 0.3 : 0.5	6334.9

降低人工施肥成本而增加每次施肥量。

从表1可以看出,甜玉米产量种植大户比普通农户高3.7%,种植大户化肥施用量比普通农户低19.0%,肥料成本高37.9%,普通农户甜玉米化肥(N+P₂O₅+K₂O)施用量为627.6 kg/hm²,与测土配方推荐施用量630 kg/hm²接近,N:P₂O₅:K₂O=1:0.6:0.8,存在比例不均衡、高磷问题。种植大户化肥(N+P₂O₅+K₂O)施用量为508.1 kg/hm²,比测土配方推荐施用量低19.3%,种植大户甜玉米化肥N:P₂O₅:K₂O=1:0.5:0.5,存在元素不平衡、高磷低钾问题。

从表1可以看出,种植大户蔬菜产量比普通农户低16.1%,化肥施用量比普通农户低58.3%,肥料成本相近,主要是由于种植大户施用商品有机肥,增加了肥料成本,农户施用的有机肥主要是农家肥,没有计算成本。普通农户蔬菜化肥(N+P₂O₅+K₂O)施用量为685.4 kg/hm²,比测土配方推荐施用量高9.7%,N:P₂O₅:K₂O=1:0.7:0.7,存在比例不均衡、高磷问题。种植大户化肥(N+P₂O₅+K₂O)施用量为285.9 kg/hm²,比测土配方推荐施用量低53.8%,种植大户蔬菜化肥N:P₂O₅:K₂O=1:0.3:0.5,存在低钾问题。

2.4 肥料品种与施肥方式

调查发现,绝大部分农户采用底肥加追肥的施肥方式,由于劳动力短缺以及人工成本增加,一次性施用缓控释肥农户逐渐增多,普通农户和种植大户无明显区别。单质肥以尿素、过磷酸钙、氯化钾为主。复合肥以水稻配方肥(24-7-19)以及高浓度平衡性三元复合肥(15-15-15)和(17-17-17)为主,采用一次基肥两次追肥或一

次基肥三次追肥的施肥方式。化肥品牌较多,主要有撒可富、挪威、快美、俄罗斯、中加、狮马、双匙等。种植大户越来越多使用中微量肥料和土壤调理剂,普通农户则使用种类少、数量少。甜玉米和蔬菜普通农户追肥采用淋施、撒施的追肥方式,种植大户广泛应用喷灌、滴灌等水肥一体化施肥方式进行追肥。

3 讨论与建议

随着广东省深入推进化肥减量增效技术,推广测土配方施肥、水稻“三控”技术等科学施肥技术,农户科学施肥水平显著提高,盲目施肥、过量施肥现象减少,调查区整体化肥使用量在合理范围内。主要是由于惠城区2014年启动农业面源污染治理项目,截至2016年底,环境友好型种植业在横沥镇、汝湖镇(2015年开始实施)、芦洲镇(2016年开始实施)共21个项目村实施,大部分农户采用“三控”、“测土配方”等施肥技术,取得了良好化肥减量效果^[15]。种植大户的蔬菜施肥量远低于普通农户,主要是由于其种植基地大多位于地势平坦、排灌良好的区域,耕地多是集体转包给个体或合作社等新型经营主体种植蔬菜、甜玉米等经济作物,广泛应用了喷灌、滴灌等水肥一体化技术,大大提高了化肥利用率,既节约了成本又减少了面源污染。

氮磷钾肥配施能显著提高水稻产量,长期有机无机肥配施增产效果明显^[16-17]。有机肥养分可替代或补充部分化肥以满足作物对养分的需求,有助于实现2020年化肥零增长目标^[18]。目前调查区主要存在重化肥轻有机肥、重大量元素轻中微量元素、重肥料含量轻氮磷钾配比、有机肥料资源和化肥利用率偏低等问题。从肥料使用品

种的情况看,大部分农户已经采用复合肥或水稻专用肥作基肥,主要是由于复合肥和水稻专用肥在使用上更节本增效。针对目前存在的问题,提出如下对策建议:

3.1 促进施肥方式转变

实现化肥使用量零增长的关键是把握好“精、调、改、替”四字要领,推进精准施肥、调整化肥施用结构、改进施肥方式、有机肥替代化肥。充分发挥种植大户、家庭农场、专业合作社等新型农业经营主体的示范带头作用,强化技术培训和指导服务,大力推广先进适用技术,促进施肥方式转变。一是推广水肥一体化。在种植效益高的农业园(区),示范推广滴灌施肥、喷灌施肥等技术。二是推广氮肥深施、磷肥集中施用技术。三是推广适期施肥技术。合理确定基肥施用比例,推广因地、因苗、因水、因时分期施肥技术。四是推进机械化施肥。按照农机农艺融合、基肥追肥统筹的原则,因地制宜推进化肥机械深施、机械追肥、种肥同播等技术^[19]。

3.2 加快土地流转,引导农户适度规模经营

农户耕地规模狭小和分散是限制广东省农业生产效率难以提升最为主要原因;此外,化肥施用强度具有显著的规模效应,应加快土地流转,形成土地适度规模化、专业化经营,将传统一家一户的农业生产经营转变为相对集约的适度规模经营;同时,向适度规模经营的农户推广节肥增效技术,从而提高农业施肥技术效率,增强农业机械化水平,减少生产过程中的劳动成本,提高劳动生产率,减少农业面源污染。

3.3 加强农民教育培训,培育新型农民

随着科技的进步和信息化的发展,农民受教育程度对化肥利用效率的影响愈发显著,因此,应加大农民教育培训的扶持力度,构建和完善农民教育培训服务体系,整合优质教育培训资源,培育有知识、懂技术、善经营的新型农民,推动农业可持续发展。

3.4 打造特色品牌、特色农业

合理而有效地推动几个层面间的合作,如科研、教育、推广部门等,创新规模经营模式,加快农业科技成果应用^[20];要充分利用当前广东打造丝苗米工程的契机,在规模化生产基础上,推动优质稻品种的推广^[14],既要保证产量又要保证质量,提高稻谷的销售价格,增加水稻种植

者收入;把握粤港澳大湾区建设机遇,构建以竞争力为导向的农业支持政策体系,培育重点产品,打造重点品牌,提高农产品国际竞争力^[21]。

3.5 加快肥料使用管理立法

肥料使用管理缺位已经严重影响到农业资源可持续利用、生态环境保护及农产品生产,肥料使用管理立法已经成为十分紧迫的需求^[22]。

4 结论

(1) 调查区水稻平均产量不高;种植大户和普通农户水稻有机肥施用比例低,大部分农户不施用有机肥,培肥地力意识差;普通农户和种植大户水稻化肥养分比例趋于均衡,但都存在氮、磷稍高的问题。

(2) 调查区甜玉米平均产量较高,化肥施用量在合理范围内,主要存在重化肥轻有机肥、化肥施肥比例不均衡、普通农户存在高磷、种植大户存在高磷低钾问题。

(3) 调查区蔬菜有机肥施用量种植大户高于普通农户,但仍低于推荐施用量;种植大户化肥使用量明显低于普通农户,大部分采用现代科学施肥技术;普通农户氮磷钾比例不均衡,存在高磷问题,种植大户存在低钾问题。

综上,表明在减少化肥使用量上种植大户大有潜力可挖,种植大户更容易接受新型施肥技术和肥料新产品,应该充分利用种植大户的积极性,建立“新产品+新型经营主体”和“新技术+新型经营主体”等模式示范推广科学施肥技术和新型肥料。

参考文献 (References):

- [1] 刘大鹏,刘颖,陈实.土地流转、规模经营对农业社会化服务需求的影响分析——基于江汉平原393个水稻种植大户的调查[J].中国农业资源与区划,2019,40(1):170-176. doi:10.7621/cjarrp.1005-9121.2019.01.23.
LIU D P, LIU Y, CHEN S. Analysis of the influence of land transfer and scale management on the agriculture social service demand—Based on the survey of 393 large rice grower in Jiangnan plain [J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(1): 170-176. doi: 10. 7621/cjarrp. 1005-9121. 2019.01.23.
- [2] 李宾,王婷婷,马九杰.农业规模经营对农户化肥投入水平的影响——基于河南省H县的农户调查[J].农林经济管理学报,2017,16(4):430-440. doi:10.16195/j.cnki.cn36-1328/f.2017.04.2.
LI B, WANG T T, MA J J. Impact of agricultural scale operation on farmers' input in chemical fertilizers—Based on a survey of rural households in H County, Henan Province [J]. *Journal of Agro-*

- Forestry Economics and Management*, 2017, 16(4): 430-440. doi:10.16195/j.cnki.cn36-1328/f.2017.04.2.
- [3] 王全忠, 周宏, 朱晓莉. 规模扩大能否带来要素投入节约——以江苏农户水稻为例[J]. 科技和产业, 2013, 13(11): 41-46.
WANG Q ZHOU, Z H, ZHU X L. Can increase planting scale bring the savings of input factors—Example of rice peasant households in jiangsu province [J]. *Science Technology and Industry*, 2013, 13(11): 41-46.
- [4] 诸培新, 苏敏, 颜杰. 转入农地经营规模及稳定性对农户化肥投入的影响——以江苏四县(市)水稻生产为例[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2017, 17(4): 85-94.
ZHU P X, SU M, YAN J. Impact of farmland scale and stability on fertilizer input—Taking rice production of four counties of Jiangsu Province as example [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2017, 17(4): 85-94.
- [5] 于元赫, 李子君, 姜爱霞, 刘金玉, 王硕. 山东省农业化肥施用强度时空格局演变及驱动力分析[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(4): 176-186. doi:10.11841/j.jssn.1007-4333.2019.04.21.
YU Y H, LI Z J, JIANG A X, LIU J Y, WANG S. Spatial-temporal patterns change and driving forces analysis of agricultural chemical fertilization intensity in Shandong Province [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2019, 24(4): 176-186. doi:10.11841/j.jssn.1007-4333.2019.04.21.
- [6] 付浩然, 刘家欢. 鲁西北地区冬小麦春季追肥情况调查[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(5): 159-161. doi:10.3969/j.jssn.0517-6611.2019.05.044.
FU H R, LIU J H. Investigation on spring top-dressing fertilizer of winter wheat in Northwest Shandong Province [J]. *Anhui Agricultural Science*, 2019, 47(5): 159-161. doi:10.3969/j.jssn.0517-6611.2019.05.044.
- [7] 张怀志, 唐继伟, 袁硕, 黄绍文. 津冀设施蔬菜施肥调查分析[J]. 中国土壤与肥料, 2018(2): 54-60. doi:10.11838/sfsc.20180208
ZHANG H Z, TANG J W, YUAN S, HUANG S W. Investigation and analysis of greenhouse vegetable fertilization in Tianjin and Hebei province [J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*. 2018(2): 54-60. doi: 10.11838/sfsc. 20180208.
- [8] 官利兰, 伏广农, 徐鹏举, 程根, 姜煜, 张春燕, 张新明. 广东省菜园土壤施肥状况调查与分析[J]. 南方农业学报, 2014, 45(3): 420-424. doi:10.3969/j.jssn.2095-1191.2014.3.420.
GUAN L L, FU G N, XU P J, CHENG G, JIANG Y, ZHANG C Y, ZHANG X M. Investigation and analysis of fertilization status of vegetable soil in Guangdong Province [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2014, 45(3): 420-424. doi:10.3969/j.jssn.2095-1191.2014.3.420.
- [9] 陈德松. 闽北种植大户施肥结构现状调查[J]. 土壤肥料, 2002(5): 18-21.
CEHN D S. Investigation of present situation on the structure of applying fertilizer of planting professional persons in North of Fujian [J]. *Soil Fertilizer*, 2002(5): 18-21.
- [10] 王小英, 刘芬, 同延安, 赵佐平. 陕南秦巴山区水稻施肥现状评价[J]. 应用生态学报, 2013, 24(11): 3106-3112. doi:10.13287/j.1001-9332.2013.0534.
WANG X Y, LIU F, TONG Y A, ZHAO Z P. Present situation of rice fertilization in Qin-Ba mountainous area of southern Shanxi, China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(11): 3106-3112. doi:10.13287/j.1001-9332.2013.0534.
- [11] 沈娟, 高强. 吉林省水稻施肥现状的调查分析[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(2): 40-43.
SHEN J, GAO Q. Investigation and analysis of rice fertilization status in Jilin Province [J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 2011, 36(2): 40-43.
- [12] 石子建, 李建辉, 汪惠芳, 陈润兴, 徐建祥, 衢州市种植大户水稻施肥现状及减量施氮可行性分析[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(3): 380-383. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20170305.
SHI Z J, LI J H, WANG H F, CHEN R X, XU J X. Rice Fertilization status and feasibility analysis of reducing nitrogen Application in Large Planters in Quzhou City [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2017, 58(3): 380-383. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20170305.
- [13] 李文西, 毛伟, 杭天文, 姜义, 王曙光, 陈明, 祝飘. 扬州市种田大户主要粮食作物施肥现状[J]. 中国农学通报, 2017, 33(30): 22-26.
LI W X, MAO W, HANG T W, JIANG Y, WANG S G, CHEN M, ZHU P. Fertilization of main food crops: an investigation on farmers with large production in Yangzhou [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017, 33(30): 22-26.
- [14] 陈风波, 汪峤, 喻雯, 冯宇, 杨永富. 广东省农户水稻生产成本收益及种粮意愿分析[J]. 广东农业科学, 2019, 46(3): 144-153. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2019.03.021.
CHEN F B, WANG Q, YU W, FENG Y, YANG Y F. Cost-benefit of rice production and farmers' willingness to plant rice in Guangdong Province [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2019, 46(3): 144-153. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2019.03.021.
- [15] 林志强, 张春龙, 汤久红, 李冬娴, 张健东, 朱小丽. 农业面源污染治理研究——惠州市实践经验及启示[J]. 黑龙江科学, 2016, 7(18): 144-146.
LIN Z Q, ZHANG C L, TANG J H, LI D X, ZHANG J D, ZHU X L. Agricultural non-point source pollution control—Experience and inspiration of Huizhou [J]. *Heilong Jiang Science*, 2016, 7(18): 144-146.
- [16] 汤雷雷, 万开元, 李祖章, 陈防. 施肥模式对双季稻产量、养分吸收及经济效益的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 259-268.
TANG L L, WANG K Y, LI Z Z, CHEN F. Effect of fertilizing patterns on grain yield, nutrient uptake and economical efficiency of double-season rice [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2011, 17(2): 259-268.
- [17] 周宝红, 陈静, 杨晓东, 张鹏, 刘燕, 刘庆宇. 氮磷钾配施对水稻产量及肥料利用率的影响[J]. 园艺与种苗, 2013(6): 4-6.
ZHOU B H, CHEN J, YANG X D, ZHANG P, LIU Y, LIU Q Y. Effect of NPK combination on yield and fertilizer use efficiency of rice [J]. *horticulture & Seed*, 2013(6): 4-6.
- [18] 李书田, 刘晓永, 何萍. 当前我国农业生产中的养分需求分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(6): 1416-1432. doi:10.11674/zwyf.17393.

- LI S T, LIU X Y, HE P. Analyses on nutrient requirement in current agriculture production in China [J]. *plant nutrition and fertilizer science*, 2017, 23(6): 1416–1432. doi:10.11674/zwyf.17393.
- [19] 唐汉, 王金武, 徐常塑, 周文琪, 王金峰, 王秀. 化肥减施增效关键技术研究进展分析[J]. *农业机械学报*, 2019, 50(4): 1–19. doi:10.6041/j.issn.1000–1298.2019.04.001.
- TANG H, WANG J W, XU C S, ZHOU W Q, WANG J F, WANG X. Research progress analysis on key technology of chemical fertilizer reduction and efficiency Increase [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2019, 50(4): 1–19. doi:10.6041/j.issn.1000–1298.2019.04.001.
- [20] 聂艳, 马泽玥, 谭盈, 吴红霞. 基于收入最大化模型的农户适度经营规模测算研究[J]. *广东农业科学*, 2018, 45(10): 166–172. doi: 10.16768/j.issn.1004–874X.2018.10.025.
- NIE Y, MA Z Y, TAN Y, WU H X. Research on the moderate scale management measure of farmers based on income maximization model [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2018, 45(10): 166–172. doi: 10.16768/j.issn.1004–874X.2018.10.025.
- [21] 李丛希, 谭砚文. 广东农产品国际竞争力与省域竞争力研究[J]. *广东农业科学*, 2019, 46(2): 147–155. doi: 10.16768/j.issn.1004–874X.2019.02.021.
- LI C X, TAN Y W. Study on the international and provincial competitiveness of Guangdong agricultural products [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2019, 46(2): 147–155. doi: 10.16768/j.issn.1004–874X.2019.02.021.
- [22] 彭世琪. 中国肥料使用管理立法研究[J]. *中国农业科学*, 2014(20): 4109–4116. doi:10.3864/j.issn.0578–1752.2014.20.019.
- PENG S Q. Study on lawmaking about fertilizer use and management in China [J]. *scientia agricultura sinica*, 2014(20): 4109–4116. doi:10.3864/j.issn.0578–1752.2014.20.019.

(责任编辑 杨贤智)