

稻麦轮作制下缓释氮肥减量一次性施用效应研究

高正宝¹, 朱国美¹, 赵怀瑾¹, 刘正慧², 杨静³

(1. 滁州市农业农村技术推广中心, 安徽滁州 239000; 2. 来安县土壤肥料工作站, 安徽来安 239200; 3. 天长市土壤肥料工作站, 安徽天长 239300)

摘要 针对皖东地区稻麦轮作制下氮肥减施和简化施肥需求, 以普通氮肥为对照, 通过2地田间小区试验, 研究缓释氮肥减量一次性施用对稻麦产量、氮素吸收、氮肥利用率和经济效益的影响。结果表明, 在稻麦轮作制下缓释氮肥减量一次性施用较分次施用普通氮肥均可提高作物周年产量、氮肥利用率和纯收入, 分别提高了0.3%~8.1%、5.2~9.0个百分点和15.9%~76.3%。缓释氮肥减施对水稻产量具有较好的稳定效果, 但个别缓释氮肥减施对小麦有减产风险。综合产量、效率、效益等因素, 建议稻麦轮作制下缓释氮肥减量10%~20%一次性施用, 具有稳产增收和省工节肥的效果。

关键词 稻麦轮作; 缓释氮肥; 一次性施用; 产量; 氮肥利用效率; 经济效益

中图分类号 S143.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)03-0152-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.045



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Effect of One Time Application of Slow-release Nitrogen Fertilizer Reduction under Rotation System of Rice and Wheat
GAO Zheng-bao, ZHU Guo-mei, ZHAO Huai-jin et al (Chuzhou Agricultural and Rural Technology Promotion Center, Chuzhou, Anhui 239000)

Abstract The effects of slow-release nitrogen fertilizer reduction on rice and wheat yield, nitrogen uptake, nitrogen fertilizer utilization and economic benefit were studied by using the conventional nitrogen fertilizer as control and the plot experiment in 2 fields. The results showed that the annual yield, nitrogen utilization rate and net income of the crops were increased by 0.3%–8.1%, 5.2–9.0 percentage points and 15.9%–76.3%, respectively, when the slow-release nitrogen fertilizer was applied in a single application compared with the conventional nitrogen fertilizer. The reduced application of slow-release nitrogen fertilizer had a good stable effect on rice yield, but the reduced application of slow-release nitrogen fertilizer had a risk to wheat yield. Considering the factors of yield, efficiency and benefit, it was suggested that slow-release nitrogen fertilizer could be applied in one time by reducing 10%–20% under the rotation system of rice and wheat.

Key words Rice-wheat rotation; Slow-release nitrogen fertilizer; One-time use; Production; Nitrogen utilization efficiency; Economic benefits

氮是作物生长发育必需营养元素,也是影响产量最重要的养分限制因子,在作物产量和品质形成中起着关键作用^[1]。我国粮食作物生产中氮肥施用量高而利用率低的问题尤为突出,不仅造成氮肥严重浪费,还产生了一系列环境污染问题^[2]。当前,我国正开展化肥使用量零增长行动,化肥减量增效已成为重大科学命题,提高氮肥利用率是国家“十三五”节肥减药目标中的核心问题^[3-4]。

缓释肥料一次性施用技术作为一项高产高效、环境友好和节约劳动力的农业生产技术,在我国未来农业发展中具有良好的应用前景^[5]。因此,基于作物稳产、氮肥减施前提下的一次性施肥技术研究具有重要的现实意义和推广前景^[6]。针对缓释氮肥减量一次性施用的研究表明,缓释尿素具有一次性基施后养分释放与作物吸收基本同步的特点,能够提高作物产量和氮肥利用率^[7-9]。皖东地区是安徽省粮食主产区,稻麦轮作是该地区的主要种植制度,为此,笔者在皖东地区进行了缓释氮肥2地田间试验,研究在稻麦轮作制下缓释氮肥减量一次性施用对作物产量、氮肥利用效率及经济效益的影响,旨在为缓释氮肥一次性施用和氮肥减量增效提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验地概况 试验分别设置在来安县舜山镇和平村(118.43°E, 32.52°N)和天长市永丰镇现代农业科技园区

(119.05°E, 32.75°N),土壤类型为潜育型水稻土,土地利用类型为多年水稻-小麦轮作。来安试验点(试验点I)试验前0~20 cm耕层土壤有机质19.59 g/kg,全氮1.28 g/kg,有效磷8.0 mg/kg,速效钾140 mg/kg, pH 6.7;天长试验点(试验点II)土壤有机质27.7 g/kg,全氮1.85 g/kg,有效磷17.9 mg/kg,速效钾135 mg/kg, pH 6.0。

1.2 试验材料 试验点I水稻品种为深两优1813,小麦品种为扬麦20;试验点II水稻品种为Y两优900,小麦为镇麦9号。试验点I水稻于2017年4月14日育秧,5月23日移栽,移栽密度18.75万穴/hm²,9月29日收获;之后于11月12日播种小麦,播种量180 kg/hm²,2018年5月29日收获。试验点II水稻于2017年5月9日育秧,6月1日移栽,移栽密度19.80万穴/hm²,10月9日收获;小麦11月6日播种,播种量225 kg/hm²,2018年6月1日收获。整个试验过程中的田间管理与当地农民习惯保持一致。

1.3 试验设计 试验采用随机区组设计,共设5个处理:①不施氮肥(N0);②普通氮肥分次施用;③缓释氮肥(与处理②施氮量相等);④缓释氮肥减量10%;⑤缓释氮肥减量20%。小区面积40 m²(10 m×4 m),每小区和区组之间均筑田埂覆膜隔离,四周设保护行。

各处理磷钾肥和缓释氮肥全部作基肥一次施用,水稻季施肥量:试验点I 1 hm²施N 210 kg、P₂O₅ 75 kg、K₂O 120 kg,试验点II 1 hm²施N 195 kg、P₂O₅ 90 kg、K₂O 135 kg,普通氮肥均按基肥、分蘖肥、穗肥5:3:2比例3次施入;小麦季试验点I 1 hm²施N 180 kg、P₂O₅ 58.5 kg、K₂O 67.5 kg,试验点II

基金项目 耕地保护与质量提升项目。

作者简介 高正宝(1976—),男,安徽来安人,农艺师,从事土壤肥料技术推广工作。

收稿日期 2019-07-12;修回日期 2019-08-16

1 hm² 施 N 210 kg、P₂O₅ 90 kg、K₂O 135 kg, 普通氮肥均按基肥、拔节肥 6:4 比例 2 次施入。

缓释氮肥为树脂包膜缓释尿素(含 N44%, 释花期 120 d), 普通氮肥为尿素(含 N 46%), 磷肥为重过磷酸钙(含 P₂O₅ 46%), 钾肥为氯化钾(含 K₂O 60%)。

1.4 测定项目与项目 土壤样品采集与测定: 在水稻试验开始前采用“S”形取样的方法, 在试验田块内采集 0~20 cm 基础土样, 混匀风干过筛后测定土壤有机质、全氮、有效磷、速效钾含量和 pH, 测定参照鲁如坤^[10]的方法。

植株样品采集与测定: 在水稻和小麦收获前每个小区随机抽取 5 穴水稻和 0.25 m² 小麦, 风干后按照籽粒和茎秆分开后称重、烘干和粉碎。采用浓 H₂SO₄-H₂O₂ 消化, 凯氏定氮法测定植株各部分氮含量。

氮肥利用率=(施氮区地上部吸氮量-不施氮区地上部吸氮量)/施氮量×100%; 氮肥农学效率(kg/kg)=(施氮区籽粒产量-不施氮区籽粒产量)/施氮量; 氮肥贡献率=(施氮区籽粒产量-不施氮区籽粒产量)/施氮区籽粒产量×100%; 氮肥偏生产力(kg/kg)=施氮区产量/施氮量; 总收入=产值-肥料成本-追肥劳动力成本, 纯收入=总收入-不施氮肥区总收入。

1.5 数据处理 试验数据利用 WPS 表格软件进行处理, 采用 SPSS 13.0 软件进行数据统计分析, 结果采用 LSD 法在 P<0.05 水平上进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 稻麦轮作制度下缓释氮肥施用对作物产量的影响 由表 1 可知, 各缓释氮肥处理在小麦和水稻的有效穗数、穗粒数和千粒重等经济性状指标上, 除缓释氮肥减量 20% 处理在穗粒数上略低于普通氮肥处理外, 其他均高于普通氮肥处理, 但均未达显著水平。其中, 水稻季各缓释氮肥处理平均有效穗数、穗粒数和千粒重较普通氮肥处理分别增加 1.0%~4.6%、0.4%~3.1% 和 0.5%~2.3%, 小麦季分别增加 0.3%~4.0%、-2.5%~4.3% 和 0.4%~4.3%, 说明缓释氮肥较普通氮肥对水稻和小麦的经济性状有促进作用, 但缓释氮肥减量 20% 处理有降低小麦穗粒数的风险。

与普通氮肥相比, 除缓释氮肥减量 20% 处理小麦产量略有下降外, 其他不论是单季产量还是周年产量均高于普通氮肥处理, 且稻麦周年产量随缓释氮肥减量而下降。其中, 试验点 I 缓释氮肥各处理水稻提高了 1.0%~7.9%, 小麦为 -0.8%~9.5%, 稻麦周年增产 0.4%~8.1%; 试验点 II 水稻增幅 1.8%~13.3%, 小麦为 -1.9%~9.5%, 稻麦周年增产 0.3%~8.1%。缓释氮肥、缓释氮肥减量 10% 处理的单季产量和周年产量均与缓释氮肥减量 20% 处理和普通氮肥处理之间差异显著, 缓释氮肥减量 20% 处理与普通氮肥处理无显著差异。说明在该试验条件下, 使用缓释氮肥能显著增加稻麦产量, 且采用缓释氮肥减量 20% 不会降低稻麦周年产量, 但对小麦存在减产风险。

表 1 不同施肥处理对作物经济性状的影响

Table 1 Effects of different fertilization treatments on crop economic characters

试验地点 Test site	处理 Treatment	水稻 Rice				小麦 Wheat				周年产量 Annual yield kg/hm ²
		有效穗数 Effective panicles 万穗/hm ²	穗粒数 Grain number per panicle 粒/穗	千粒重 1 000-grain weight g	产量 Yield kg/hm ²	有效穗数 Effective panicles 万穗/hm ²	穗粒数 Grain number per panicle 粒/穗	千粒重 1 000-grain weight g	产量 Yield kg/hm ²	
I	不施氮肥	190.5 b	165.2 b	19.8 a	6 177 d	384.2 b	22.4 b	37.8 a	2 535 c	8 712 c
	普通氮肥	213.9 a	203.4 a	21.7 a	8 067 c	459.3 a	28.2 a	37.2 a	4 286 b	12 353 b
	缓释氮肥	223.8 a	209.6 a	22.2 a	8 702 a	472.2 a	29.4 a	38.3 a	4 653 a	13 355 a
	缓释氮肥减量 10%	222.9 a	204.3 a	22.0 a	8 321 b	469.2 a	28.8 a	38.8 a	4 694 a	13 015 a
	缓释氮肥减量 20%	217.1 a	205.2 a	21.9 a	8 148 c	465.3 a	27.5 a	38.5 a	4 252 b	12 400 b
II	不施氮肥	198.3 b	153.9 b	20.9 a	6 078 d	308.0 b	22.3 b	44.8 a	2 391 d	8 469 d
	普通氮肥	213.0 a	178.8 a	21.5 a	7 083 c	350.1 a	33.0 a	45.1 a	4 543 c	11 626 c
	缓释氮肥	219.5 a	183.2 a	21.9 a	8 028 a	364.1 a	34.2 a	45.5 a	4 890 a	12 918 a
	缓释氮肥减量 10%	216.3 a	184.3 a	21.9 a	7 710 b	351.0 a	33.4 a	45.3 a	4 777 b	12 487 b
	缓释氮肥减量 20%	213.2 a	180.1 a	21.6 a	7 209 c	351.1 a	32.2 a	45.4 a	4 457 c	11 666 c

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant differences between different treatments(P<0.05)

2.2 稻麦轮作制度下缓释氮肥施用对作物氮素利用特征的影响 由表 2 可知, 氮肥施用能显著提高作物氮素吸收量, 其中缓释氮肥处理与缓释氮肥减量处理和普通氮肥处理之间周年吸氮量差异显著。不论是试验 I 还是试验 II 的氮肥利用率和偏生产力, 缓释氮肥各处理均高于普通氮肥处理, 提高幅度分别为 5.2~9.0 个百分点和 2.5~8.0 kg/kg, 且均表现以缓释氮肥减量 20% 处理显著高于其他处理。氮肥贡献率缓释氮肥各处理也均高于普通氮肥处理, 提高幅度为 0.2~7.2 百分点, 并随着施氮量增加而增加, 其中以缓释氮

肥处理氮肥贡献率最大, 且与其他处理存在显著差异。氮肥农学效率仍是缓释氮肥各处理均高于普通氮肥处理, 增加幅度为 2.1~3.3 kg/kg, 且达显著差异, 以缓释氮肥减量 10% 处理氮肥农学效率最大。说明稻麦轮作制度下, 周年氮肥利用率、贡献率、农学效率和偏生产力缓释氮肥各处理均优于普通氮肥处理。

2.3 稻麦轮作制度下缓释氮肥施用对作物经济效益的影响 由表 3 可知, 在肥料成本投入上, 虽然缓释氮肥各处理肥料投入成本均高于普通氮肥处理, 但由于后期不进行追肥

操作,节省了追肥劳动力成本,总成本投入仍低于普通氮肥处理,节省了16.7%~29.3%。缓释氮肥各处理纯收入均高于普通氮肥处理,分别高999~3 658元/hm²,增收15.9%~

76.3%,且均以缓释氮肥处理增收最高,并呈缓释氮肥减量而降低趋势,说明缓释氮肥减量20%以内使用在增收上相比普通氮肥有一定优势。

表2 不同施肥处理周年吸氮量和氮肥利用率

Table 2 Annual nitrogen uptake and nitrogen utilization rate of different fertilization treatments

试验地点 Test site	处理 Treatment	周年吸氮量 Annual nitrogen uptake//kg/hm ²	氮肥利用率 Nitrogen utilization rate//%	氮肥贡献率 Nitrogen contribution rate//%	氮肥农学效率 Nitrogen agronomic efficiency//kg/kg	氮肥偏生产力 Nitrogen partial productivity//kg/kg
I	不施氮肥	162.5 c	—	—	—	—
	普通氮肥	309.4 b	37.7 d	29.5 c	9.3 b	31.7 d
	缓释氮肥	329.9 a	42.9 c	34.8 a	11.9 a	34.2 c
	缓释氮肥减量10%	311.8 b	44.5 b	33.1 b	12.3 a	37.1 b
	缓释氮肥减量20%	308.2 b	46.7 a	29.7 c	11.8 a	39.7 a
II	不施氮肥	149.3 d	—	—	—	—
	普通氮肥	298.7 bc	36.9 c	27.2 c	7.8 b	28.7 d
	缓释氮肥	321.5 a	42.5 b	34.4 a	11.0 a	31.9 c
	缓释氮肥减量10%	308.9 b	42.8 b	32.2 b	11.1 a	34.3 b
	缓释氮肥减量20%	290.8 c	43.7 a	27.4 c	9.9 a	36.0 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant differences between different treatments ($P<0.05$)

表3 不同施肥处理作物周年经济效益

Table 3 Annual economic benefits of different fertilizer treatments

元/hm²

序号 No.	处理 Treatment	试验点 I Test site I				试验点 II Test site II			
		产值 Production value	肥料成本 The cost of fertilizer	总收入 Total revenue	纯收入 Net income	产值 Production value	肥料成本 The cost of fertilizer	总收入 Total revenue	纯收入 Net income
1	不施氮肥	21 637	1 306	20 331	—	21 063	1 825	19 238	—
2	普通氮肥	30 403	2 798	26 605	6 274	28 410	3 375	24 035	4 797
3	缓释氮肥	32 862	3 341	29 521	9 190	31 631	3 938	27 693	8 455
4	缓释氮肥减量10%	31 961	3 138	28 823	8 492	30 555	3 727	26 828	7 590
5	缓释氮肥减量20%	30 539	2 934	27 605	7 274	28 549	3 515	25 034	5 796

注:1 kg 缓释氮肥按2.40元、普通尿素1.76元、重过磷酸钙1.70元、氯化钾2.60元、水稻2.60元、小麦2.20元,周年追肥成本按1 000元/hm²计算

Note: 1 kg slow-release nitrogen fertilizer is calculated at 2.40 yuan, 1.76 yuan for ordinary urea, 1.70 yuan for heavy superphosphate, 2.60 yuan for potassium chloride, 2.60 yuan for rice and 2.20 yuan for wheat. The annual top dressing cost is calculated at 1 000 yuan/hm²

3 结论与讨论

氮肥合理施用是水稻和小麦稳产、高产的基本保证,对提高氮肥利用率和增产效果具有双重意义^[11-12]。研究表明施用控释氮肥能明显提高氮肥利用率和稻麦产量^[3-8,12-13]。该研究中,与普通氮肥相比,缓释氮肥各处理稻麦周年产量提高0.3%~8.1%,且缓释氮肥和缓释氮肥减量10%处理达显著水平。2个试验点缓释氮肥减量20%处理小麦均呈不同幅度的减产趋势,这与前人研究结果基本一致^[14-16],但也有研究表明缓释氮肥减施对小麦产量具有较好的稳产增产效果^[5,7-8],这可能与该研究中小麦作物生长季节较长、温湿度跨度较大以及缓释氮肥释放期有关,有待进一步研究。

缓释氮肥能有效提高氮肥利用率、贡献率、农学效率和偏生产力^[17-18]。该研究结果表明,施用缓释氮肥各处理较普通氮肥均能提高稻麦周年氮肥利用率、贡献率、农学效率和偏生产力,分别增加5.2~9.0百分点、0.2~7.2百分点、2.1~3.3 kg/kg和2.5~8.0 kg/kg,这可能是缓释氮肥在作物生长后期供氮仍充足,保证了氮素的有效性,进而提高了氮肥各项利用指标。虽然缓释氮肥成本高于普通氮肥,但缓释氮肥通过提高产量、减少追肥人工成本投入后,足以弥补肥料成

本劣势。缓释氮肥各处理较普通氮肥处理总投入成本节省16.7%~29.3%,纯收入增收15.9%~76.3%,说明稻麦轮作制度下,施用缓释氮肥较普通氮肥均显著提高农民纯收入,达到节本增收的目的。

综上所述,该研究对比了缓释氮肥及其减量处理和普通氮肥处理下稻麦周年产量、氮素利用率和生产经济效益,结果表明,在稻麦轮作制度下,缓释氮肥减量一次性施用能保证作物稳产增产,同时能获得较好相对效益,还能提高氮素利用效率。因此,综合考虑产量、效率、效益等方面,推荐缓释氮肥减量10%~20%在当地及相似地区稻麦轮作制下进行一次性施肥。

参考文献

- [1] 巨晓棠,谷保静.我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J].植物营养与肥料学报,2014,20(4):783-795.
- [2] 蔡祖聪,颜晓元,朱兆良.立足于解决高投入条件下的氮污染问题[J].植物营养与肥料学报,2014,20(1):1-6.
- [3] 陈琨,秦鱼生,喻华,等.控释氮肥对一季中稻产量及氮肥利用率的影响[J].西南农业学报,2018,31(3):507-512.
- [4] 张玉娥,杨习文,王勇,等.耕作模式与氮肥运筹对土壤主要理化性状及作物产量的影响[J].干旱地区农业研究,2018,36(1):186-193.

(下转第202页)

广泛应用于食品、蔬菜、水果和茶叶中多菌灵、啉虫脒、氟虫脒等氨基甲酸酯类和有机磷类等农药残留检测中^[27-31]。因此,UPLC的应用越来越广泛。该研究应用UPLC建立的检测三氯杀螨醇的方法,出峰时间短、灵敏度高、重复性好,该方法可用于茶叶中三氯杀螨醇的快速检测。

4 结论

该研究中采用UPLC建立了一种快速检测茶叶中三氯杀螨醇的方法,三氯杀螨醇浓度在0.05~10.00 mg/L具有较好的线性范围,最低检测限为0.05 mg/L。茶叶样品中添加3个浓度的三氯杀螨醇平均回收率为93.9%~106.0%,CV值为3.3%~11.1%。该方法快速、准确、灵敏,可用于茶叶样品中三氯杀螨醇的分析检测。

参考文献

- [1] DEBABRATA P, SIVAKUMAR M. Sonochemical degradation of endocrine-disrupting organochlorine pesticide Dicofol: Investigations on the transformation pathways of dechlorination and the influencing operating parameters [J]. *Chemosphere*, 2018, 204: 101-108.
- [2] THIEL A, GUTH S, BÖHM S, et al. Dicofol degradation to p,p'-dichlorobenzophenone-A potential antiandrogen [J]. *Toxicology*, 2011, 282(3): 88-93.
- [3] AHMAD A, AHMAD M. Deciphering the toxic effects of organochlorine pesticide, dicofol on human RBCs and lymphocytes [J]. *Pesticide biochemistry and physiology*, 2017, 143: 127-134.
- [4] 王健, 刘路, 申流柱, 等. 毕节市茶叶农药残留监测与对策分析 [J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(11): 164-166.
- [5] 崔磊. 绿色贸易壁垒对我国茶叶出口的影响及对策 [J]. *财会学习*, 2018(15): 191-193.
- [6] 吕小东. 绿色贸易壁垒对我国茶叶出口影响及对策分析 [J]. *管理观察*, 2017(13): 87-88.
- [7] LI Y, WANG Z B, GAO F M, et al. Selection of representative matrices for the multiresidue analysis of pesticides in tea by GC-MS/MS [J]. *Analytical methods*, 2018, 10: 855-866.
- [8] 付鹏钰, 李杉, 杨丽, 等. 河南省茶叶中重金属污染和农药残留状况调查分析 [J]. *河南预防医学杂志*, 2018, 29(9): 651-653.
- [9] 崔泓, 张尧. QuEChERS-GC 法测定茶叶中三氯杀螨醇和拟除虫菊酯农药 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2010, 20(10): 2459-2460.
- [10] 李晓晶, 于鸿, 贺小平, 等. 固相萃取结合气相色谱法测定茶叶中三氯杀螨醇和拟除虫菊酯类农药残留 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23

(4): 326-329.

- [11] 仲岳桐, 陈春晓, 康莉. 气质联用法检测茶叶中三氯杀螨醇等多种农药 [J]. *中国热带医学*, 2011, 11(11): 1346-1347.
- [12] KURTH D, KRAUSS M, SCHULZE T, et al. Measuring the internal concentration of volatile organic compounds in small organisms using micro-QuEChERS coupled to LVI-GC-MS/MS [J]. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2017, 409(25): 6041-6052.
- [13] 倪晓琳, 石声鑫, 胡庆春. 高效液相色谱法测定茶叶中三氯杀螨醇含量 [J]. *食品安全导刊*, 2017(9): 137.
- [14] 张雷, 曹淑瑞, 谭斯匀, 等. 高效液相色谱法快速检测茶叶中三氯杀螨醇 [J]. *分析实验室*, 2017, 36(9): 1048-1052.
- [15] 陈佳, 王钢力, 姚令文, 等. 超高效液相色谱 (UPLC) 在药物分析领域中的应用 [J]. *药物分析杂志*, 2008, 28(11): 1976-1981.
- [16] 毕丹, 张水英, 任晋, 等. 超高效液相色谱法同时测定广藿香中 6 个成分的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2018, 38(8): 1331-1336.
- [17] 伍世恒, 黄志海, 龚又明. UPLC 法测定不同产地五指毛桃中补骨脂素的含量 [J]. *新中医*, 2017, 49(8): 16-19.
- [18] 蒋芳, 向仲朝, 杨文婉. 超高效液相色谱法测定水中的 2,4-二氨基甲苯和 2,6-二氨基甲苯 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2017, 27(3): 341-343.
- [19] 禡开智, 纪少凡, 符灵梅. 超高效液相色谱测定鱼体内的笨佐卡因残留量研究 [J]. *食品工业*, 2018, 39(1): 308-311.
- [20] 赵坤, 梅升辉, 李新刚, 等. 超高效液相色谱法测定阿司匹林和水杨酸的血液浓度 [J]. *中国医院药学杂志*, 2017, 37(3): 207-210, 243.
- [21] 宁坤, 林冬冬. 绿色贸易壁垒对我国茶叶出口影响及对策分析 [J]. *学理论*, 2015(30): 34-35.
- [22] 王敬涛. 绿色贸易壁垒对福建省茶叶贸易出口的影响及法律应对策略 [J]. *中国市场*, 2018(4): 94-96.
- [23] 刘云, 高凛. 论扩大茶叶出口的农药残留限量问题及法律应对措施 [J]. *安徽农学通报*, 2017, 23(20): 3-7.
- [24] 黎洪霞, 晏婊妤. 茶叶农药残留研究进展 [J]. *广东茶业*, 2017(3): 6-9.
- [25] 文洋, 谭君, 谭斌, 等. 茶叶中农药残留检测方法研究进展 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8(3): 826-831.
- [26] 施杰, 来庆华, 郭思聪, 等. 茶叶农药残留与检测技术 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(5): 1243-1249.
- [27] 许紫婷, 陈珠灵, 孙建军. ACQUITY Arc 液相色谱系统的使用与维护 [J]. *分析测试技术与仪器*, 2017, 23(3): 195-200.
- [28] 董亚蕾, 刘文婧, 曹进, 等. QuEChERS-超高效液相色谱-串联质谱法测定坚果中 38 种农药残留 [J]. *分析化学*, 2017, 45(9): 1397-1404.
- [29] 吴延灿, 戚传勇, 操海群, 等. QuEChERS-超高效液相色谱-串联质谱法测定香菇中 56 种农药残留 [J]. *农药学报*, 2018, 20(1): 58-66.
- [30] 马琳, 黄兰淇, 陈建波, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定草莓中 19 种农药残留量 [J]. *分析测试学报*, 2016, 35(6): 698-703.
- [31] 仲伶俐, 胡莉, 雷绍荣, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中 6 种农药残留 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2016, 7(5): 2081-2086.

(上接第 154 页)

- [5] 刘兆辉, 吴小宾, 谭德水, 等. 一次性施肥在我国主要粮食作物中的应用与环境效应 [J]. *中国农业科学*, 2018, 51(20): 3827-3839.
- [6] 王强, 姜丽娜, 潘建清, 等. 缓释氮肥一次性施肥对单季稻氮素吸收和产量的影响 [J]. *中国农业科学*, 2018, 51(20): 3951-3960.
- [7] 许仙菊, 马洪波, 宁运旺, 等. 缓释氮肥运筹对稻麦轮作周年作物产量和氮肥利用率的影响 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2016, 22(2): 307-316.
- [8] 陈文超, 徐生, 孙婷, 等. 稻麦轮作模式下控释 BB 肥一次性基施效果研究 [J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(9): 63-65.
- [9] 李敏, 武际, 韩上, 等. 稻油轮作制下控释氮肥的施用效应 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2018, 24(1): 105-113.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 鲁艳红, 聂军, 廖育林, 等. 不同控释氮肥减量施用对双季水稻产量和

氮素利用的影响 [J]. *水土保持学报*, 2016, 30(2): 155-161, 174.

- [12] 谭德水, 林海涛, 朱国梁, 等. 黄淮海东部冬小麦一次性施肥的产量效应 [J]. *中国农业科学*, 2018, 51(20): 3887-3896.
- [13] 杨焕焕, 孙克刚, 张琨, 等. 控释尿素在冬小麦上的一次性施肥节肥增效研究 [J]. *河南科学*, 2017(11): 1797-1800.
- [14] 谭德水, 江丽华, 房灵涛, 等. 控释氮肥一次施用对小麦群体调控及养分利用的影响 [J]. *麦类作物学报*, 2016, 36(11): 1523-1531.
- [15] 韩宝文, 贾良良, 刘小玲, 等. 河北省冬小麦主产区控释尿素应用效果研究 [J]. *河北农业科学*, 2010, 14(9): 56-57, 79.
- [16] 邓先亮, 屠晓, 李军, 等. 缓释控肥一次性基施对小麦产量及其形成的影响 [J]. *中国土壤与肥料*, 2019(3): 87-93.
- [17] 焦晓光, 罗盛国, 闻大中. 控释尿素施用对水稻吸氮量及产量的影响 [J]. *土壤通报*, 2003, 34(6): 525-528.
- [18] 孙晓, 景建元, 吕慎强, 等. 不同缓/控释尿素在黄土台塬区春玉米的减量施用效果 [J]. *中国生态农业学报*, 2017, 25(6): 848-855.