

豫西南砂姜黑土夏玉米高产高效轻简化集成施肥技术研究

房培渊¹, 陈英侠^{2*}, 张有成² (1. 河南省邓州市植保植检站, 河南邓州 474150; 2. 河南省邓州市农业技术推广中心, 河南邓州 474150)

摘要 为构建新形势下河南省夏玉米高产高效轻简化施肥技术体系, 积极践行“藏粮于技、藏粮于地”国家粮食安全战略, 自2015年以来, 连续多年与河南省玉米技术体系专家团队合作, 在邓州市砂姜黑土土壤类型上, 开展夏玉米不同种类(有机无机配合、生物与无机配合)、不同配比(不同类型氮肥配比)测土、配方、种肥同播试验、示范。通过试验、示范发现, 在玉米基础配方不变的基础上, 掺入一定比例的包膜氮肥, 肥料利用率和产量均有一定程度的提高。在玉米基础配方中掺入一定比例的包膜氮肥, 适当降低总氮量, 对玉米产量不会有影响。无机配方肥与有机肥/生物有机肥适当搭配, 不仅当季可延长玉米后熟时间, 明显提高玉米产量, 而且后效作用也十分显著。包膜氮肥引入配方肥生产中, 不仅可以起到减肥增效的作用, 而且还可以明显简化劳动环节, 降低劳动强度, 节约生产成本。

关键词 夏玉米; 高产高效; 轻简化; 集成施肥

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)17-0151-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research on Integrated Fertilization Technology for High Yield, High Efficiency of Summer Corn Plantation on Lime Concrete Black Soil in South-western Henan Province

FANG Pei-yuan¹, CHEN Ying-xia², ZHANG You-cheng² (1. Dengzhou Plant Protection and Inspection Station, Dengzhou, Henan 474150; 2. Dengzhou Agricultural Technology Promotion Center, Dengzhou, Henan 474150)

Abstract To build an effective simplified integrated fertilization technology system for higher production of summer corn in Henan Province. Since 2015, this research team (the writer) has closely worked with corn plantation technology experts in Henan Province, and conducted a wide range of experiments and demonstrations on summer corn plantation in lime concrete black soil in Dengzhou, based on different breed of summer corns (organic and inorganic, biological and inorganic), different testing soil with different nitrogenous fertilizer formulas. Those experiments and demonstrations revealed the following findings: first, based on the same basic formula of corn, a certain proportion of coated nitrogen fertilizer addition could both improve the fertilizer utilization efficiency and yield to a certain extent. Second, adding a certain proportion of coated nitrogen fertilizer to the basic formula of corn, and appropriately reducing the total nitrogen amount, had not effect on the yield of corn. Third, a proper collocation of inorganic fertilizers and organic fertilizers or biological fertilizers not only could extend the after-ripening time of corn and increase the yield greatly, but also had a significant after-effect. Fourth, the injection of coated nitrogen fertilizer into formula fertilizer would not only improve the utilization effect, but also significantly simplify working procedures, reduce labor intensity and save production costs.

Key words Summer corn; High yield and high efficiency; Simplification; Integrated fertilization technology

邓州市位于 111°37'40"~112°20'26"E、32°22'22"~32°59'N, 南阳盆地西南部, 地处北暖温带向北亚热带过渡地带, 属于北亚热带大陆型半湿润气候, 适宜多种作物种植。常年种植小麦、玉米、花生、大豆、高粱、蔬菜、果树等多种作物, 主要种植模式有小麦-玉米、小麦-花生、小麦-大豆等。现有耕地 16.893 万 hm², 是河南省耕地面积最大的县级市。土壤类型有砂姜黑土、黄褐土、潮土 3 类。其中, 砂姜黑土土类占全市耕地面积的 49% 以上, 该类土壤容重大, 质地黏重, 耕层较浅, 适耕期短^[1]。

夏玉米是邓州市种植的三大优势粮食作物之一, 年种植面积稳定在 6.7 万 hm² 左右, 常年产量在 6 750 ~ 7 500 kg/hm²^[1], 属河南省中低产区, 增产潜力较大。但因该区砂姜黑土土壤容重大, 质地黏重, 耕层较浅, 适耕期短等障碍因素的存在, 造成现有玉米高产栽培措施无法落实到位, 或落实成本较高。

有机肥作为一种传统肥料, 不仅具有养分全、养分持效久等特点, 而且还可以改良土壤理化性状, 提高土壤保肥、供肥性和酸碱缓冲性^[2]; 生物有机肥是一种以有益微生物菌种

为核心的微生物-有机复合肥料, 既有机肥肥效长久、营养全面、有机质丰富的特点, 又因含有功能性有益微生物, 而具有改善土壤理化性状, 调控土壤微生物群落结构, 提高或修复土壤缓冲、抗逆能力等作用^[3]。缓/控释肥料是一种利用物理或化学材料延缓或控制肥料养分溶出速度的新型肥料, 该类肥料具有协调作物养分供给, 有效减缓养分释放速度, 明显提高肥料利用效率, 减少施肥次数的作用^[4]; 树脂包膜尿素是控释肥料的主要产品之一, 生产工艺主要是以常规尿素为核芯, 以脂溶性树脂或水基树脂为包膜材料, 采用流化包膜技术生产而成, 包膜尿素也具有显著降低养分释放速率、提高氮肥利用率的作用^[5]。

在邓州市夏玉米测土配方推荐施肥的实践中, 常规配方肥施用采取“一炮轰”全量基肥施肥方法, 增产效果不明显, 肥料利用率不高^[6]; 虽采取“基肥+追肥”合理运筹的施肥方法^[7], 具有显著提高玉米产量和肥料利用率的作用, 但由于土壤性状、高秆作物的特性, 限制了该施肥措施的实施, 同时采取该类施肥方法, 也增加了劳动环节, 提高了劳动强度, 增加了生产成本。

简化施肥环节, 降低劳动强度, 达到节本、增产、增效的目标, 是该地区实现玉米高产高效亟待解决的问题^[8-9]。对此, 笔者在试验、示范的基础上, 把包膜尿素引入夏玉米配方施肥, 并针对当前农机、农艺不配套的机械化施肥技术, 进行

基金项目 河南省玉米技术体系建设基金项目。

作者简介 房培渊(1965—), 男, 河南邓州人, 高级农艺师, 从事农业技术推广工作。* 通信作者, 高级农艺师, 从事农业技术推广工作。

收稿日期 2021-04-09; **修回日期** 2021-05-21

机械化改革,开展有机、无机分层施肥、种肥同播的一体化机械化施肥技术探索。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

1.1.1 文渠镇周家村。文渠镇周家村位于邓州市西北部16 km处,土壤类型属于砂姜黑土土类,典型砂姜黑土亚类,覆泥黑姜土土属,黏覆砂姜黑土土种。肥力水平中等。前茬为小麦,耕地为南北走向。耕地长度133 m(表1)。

1.1.2 穰东镇周楼村。穰东镇周楼村位于邓州市东北部30 km处,砂姜黑土土类,典型砂姜黑土亚类,青黑土土属,青黑土土种。肥力水平中等。前茬为小麦,耕地为南北走向。耕地长度115 m(表1)。

1.1.3 腰店镇黄营村。腰店镇黄营村位于邓州市东部12 km处,土壤类型属于砂姜黑土土类,典型砂姜黑土亚类,覆泥黑姜土土属,黏覆砂姜黑土土种。肥力水平中等。前茬为小麦,耕地为南北走向。耕地长度156 m(表1)。

表1 2019年邓州市玉米体系建设试验示范点土壤养分状况

Table 1 Soil nutrient status of demonstration sites for maize system construction in Dengzhou City in 2019

地点 Place	土类 Soil type	亚类 Subclass	土属 Soil genus	土种 Soil species	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen mg/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg	pH	有效锌 Available zinc mg/kg	有效铜 Effective copper mg/kg	有效铁 Effective iron mg/kg	有效锰 Available manganese mg/kg
文渠镇周家村	砂姜黑土	典型砂姜黑土	覆泥黑姜土	黏覆砂姜黑土	14.7	0.848	19.1	131	6.8	1.2	0.92	39	38
腰店镇黄营村	砂姜黑土	典型砂姜黑土	覆泥黑姜土	黏覆砂姜黑土	18.1	1.032	23.4	149	6.5	0.76	1.61	41	43
穰东镇周楼村	砂姜黑土	典型砂姜黑土	青黑土	青黑土	17.2	0.988	21.2	138	6.8	0.88	1.48	45	38

1.2 肥料品种及价格 树脂包膜尿素(N%-44%)单价2.5元/kg;常规尿素(N%-46.1%)单价1.9元/kg;沃夫特复合肥(17-17-17)单价3.3元/kg;氯化钾(K₂O%-60%)单价3元/kg。过磷酸钙(P₂O₅ 12%)0.6元/kg;产值仅计算产品产值,成本仅考虑肥料投入,纯收入=产值-成本,玉米价格按2.25元/kg。

1.3 试验设计

1.3.1 文渠镇周家村玉米肥料利用率试验。安排9个处理,3次重复^[10],每个处理50 m²。供试玉米品种为伟科702。播种机械为种肥一体单粒播种机,一带4行。计划小行距60 cm,带与带间隔100 cm,平均行距70 cm,株距19 cm,种植密度75 195株/hm²。各个处理设计见表2。

表2 文渠镇周家村玉米肥料利用率试验设计

Table 2 Experimental design of maize fertilizer utilization rate in Zhoujia Village of Wenqu Town

处理 Treatment	总氮 Total nitrogen kg/hm ²	酰胺态-N Amide-N %	包膜-N Coated-N %	P ₂ O ₅ kg/hm ²	K ₂ O kg/hm ²
①	0	100	0	0	0
②	0	100	0	90	90
③	210	100	0	0	90
④	210	100	0	90	0
⑤	210	100	0	90	90
⑥	0	65	35	90	90
⑦	210	65	35	0	90
⑧	210	65	35	90	0
⑨	210	65	35	90	90

1.3.2 穰东镇周楼村夏玉米不同比例包膜配方肥对比试验。安排6个处理,重复3次,每个处理200 m²。供试玉米品种为伟科702。播种机械为种肥一体单粒播种机,一带4行。计划小行距60 cm,带与带间隔100 cm,平均行距70 cm,株距19 cm,种植密度75 195株/hm²。各个处理设计见表3。

表3 穰东镇周楼村夏玉米不同配比包膜氮肥对比试验设计

Table 3 Comparative experimental design of different proportion of coated nitrogen fertilizer for summer maize in Zhoulou Village of Rangdong Town

处理 Treatment	配方及施肥量 Formula and fertilizer amount	树脂包膜 N占比 Resin coated N ratio/%	肥料价格 Fertilizer price 元/hm ²
①	基础配方(29-8-10)750 kg/hm ²	0	1 847.40
②	基础配方(29-8-10)750 kg/hm ²	40	1 989.45
③	基础配方(29-8-10)750 kg/hm ²	50	2 025.00
④	基础配方(29-8-10)750 kg/hm ²	60	2 060.40
⑤	基础配方(29-8-10)750 kg/hm ²	30	1 911.45
⑥	基础配方(26-8-10)750 kg/hm ²	40	1 857.85

1.3.3 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比。示范设计6种模式,无重复,采取大区示范对比。其中,每个处理约0.33 hm²,供试玉米品种为伟科702。播种机械为种肥一体单粒播种机,一次3行。等行距播种,行距65 cm,株距20 cm,种植密度76 927株/hm²。各个处理设计见表4。

1.4 田间管理

1.4.1 文渠镇周家村试验地管理。2019年6月3日,按照设计方案,分区施肥,按同一播种模式(行距65 cm,株距19 cm)单粒机械化播种。5叶期,采取机械化喷雾的办法全田统一喷洒苗后茎叶除草剂,进行化学除草;大喇叭口期,化学防治玉米螟一次;7月28日全田统一灌溉一次。9月10日收获。

1.4.2 穰东镇周楼村试验地管理。2019年5月28日,按照设计方案,分区施肥,按同一播种模式(行距65 cm,株距19 cm)单粒机械化播种。5叶期,采取机械化喷雾的办法全田统一喷洒苗后茎叶除草剂,进行化学除草;大喇叭口期,化学防治玉米螟一次;7月28日全田统一灌溉一次。9月9日收获。

表 4 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比

Table 4 Regional comparison of high yield, high efficiency and light simplified integrated technology mode of summer maize in Huangying Village of Yaodian Town

处理 Treatment	配方及施肥量 Formula and fertilizer amount	施肥、播种技术 Fertilization and sowing techniques
模式 1 Model 1	常规配方(29-8-10)750 kg/hm ²	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播
模式 2 Model 2	常规配方(29-8-10)750 kg/hm ² ,搭配有机肥 750 kg/hm ²	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播
模式 3 Model 3	常规配方(29-8-10)750 kg/hm ² ,搭配生物有机肥 750 kg/hm ²	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播
模式 4 Model 4	包膜配方(26-8-10)750 kg/hm ² ,包膜氮 36%	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播
模式 5 Model 2	包膜配方(26-8-10)750 kg/hm ² ,搭配有机肥 750 kg/hm ² ,包膜氮 36%	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播
模式 6 Model 2	包膜配方(26-8-10)750 kg/hm ² ,搭配生物有机肥 750 kg/hm ² ;包膜氮 36%	农机、农艺配套,有机、无机分层使用,种肥同播

1.4.3 腰店镇黄营村试验地管理。2019 年 6 月 1 日,按照设计方案,采取种肥同播的方式,播种、施肥同时进行。5 叶期,采取机械化喷雾的办法全田统一喷洒苗后茎叶除草剂,进行化学除草;大喇叭口期,化学防治玉米螟一次;7 月 28 日全田统一灌溉一次。9 月 18 日收获。

2 结果与分析

2.1 文渠镇周家村肥料利用率 在常规配方施肥情况下,氮肥利用率 29.9%,磷肥利用率 16.4%,钾肥利用率 51.3%;而掺入 35%包膜氮肥情况下,氮肥利用率为 34.1%,磷肥利

用率为 19.3%,钾肥利用率为 54.7%;与常规施肥相比,包膜配方施肥氮肥利用率提高 4.2 个百分点,磷肥利用率提高 2.9 个百分点,钾肥利用率提高 3.4 个百分点(表 5)。

2.2 穰东镇周楼村夏玉米不同比例包膜配方肥对比试验

2.2.1 不同处理试验结果对比。从表 6 可以看出,各处理平均产量与处理①(CK)相比,均表现增产效果,但增产幅度有差异;以处理②增产幅度最大,单位面积增产 1 718.3 kg/hm²,增产率达 17.7%,其他依次为处理⑤、处理③、处理④、处理⑥,增产分别为 1508.2、1393.8、1167.7、795.9 kg/hm²,增

表 5 文渠镇周家村夏玉米肥料利用率

Table 5 Fertilizer utilization rate of summer maize in Zhoujia Village, Wenqu Town

分区 Zone	处理 Treatment	籽粒产量 Grain yield kg/hm ²	籽粒养分含量 Grain nutrient content//g/kg			茎叶产量 Stem and leaf yield kg/hm ²	茎叶养分含量 Nutrient content of stem and leaf//g/kg			施肥量 Amount of fertilizer application//kg/hm ²			养分利用率 Nutrient utilization rate//%		
			N	P	K		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
常规施肥区 Conventional fertilization area	①无肥区	7 026.8	11.58	3.00	4.18	7 767.00	8.72	0.87	16.13	0	0	0			
	②缺氮区	8 384.3	11.61	3.08	4.34	7 896.00	8.96	0.94	16.70	0	90	90	29.9	16.4	51.3
	③缺磷区	9 551.6	11.88	3.09	4.29	9 363.00	9.30	0.93	16.52	210	0	90			
	④缺钾区	9 166.5	11.37	2.99	4.16	9 351.00	9.32	0.91	16.41	210	90	0			
	⑤全肥区	11 018.3	11.82	3.18	4.48	10 800.00	9.32	0.89	16.72	210	90	90			
包膜配方区 Coating for- mula area	⑥缺氮区	8 342.9	11.61	3.08	4.34	8 015.70	8.96	0.94	16.70	0	90	90	34.1	19.3	54.7
	⑦缺磷区	9 710.0	11.88	3.09	4.29	9 517.65	9.30	0.93	16.52	210	0	90			
	⑧缺钾区	9 491.9	11.37	2.99	4.16	9 683.55	9.32	0.91	16.41	210	90	0			
	⑨全肥区	11 462.9	11.82	3.18	4.48	11 235.90	9.32	0.89	16.72	210	90	90			

表 6 穰东镇周楼村夏玉米不同比例包膜配方肥对比试验结果

Table 6 Comparison test results of different proportion of coated formula fertilizer for summer maize in Zhoulou Village, Rangdong Town

处理 Treatment	处理设计 Treatment design	重复 Repeat	密度 Density 株/hm ²	单穗粒重 Grain weight per spike//g	产量 Yield kg/hm ²	平均产量 Average output kg/hm ²
①	常规配方 29-8-10	I	75 195	127.605 0	9 595.3	9 729.60
		II	75 195	128.652 5	9 674.0	
		III	75 195	131.917 2	9 919.5	
②	RCU40	I	75 195	152.679 4	11 480.7	11 447.93
		II	75 195	153.800 5	11 565.0	
		III	75 195	150.250 0	11 298.0	
③	RCU50	I	75 195	147.685 8	11 105.2	11 123.39
		II	75 195	146.204 3	10 993.8	
		III	75 195	149.891 6	11 271.1	
④	RCU60	I	75 195	145.635 3	10 951.0	10 897.26
		II	75 195	145.801 6	10 963.6	
		III	75 195	143.323 0	10 777.2	
⑤	RCU30	I	75 195	149.707 8	11 257.3	11 237.76
		II	75 195	148.859 3	11 193.5	
		III	75 195	149.777 7	11 262.5	
⑥	RCU40(总 N 减 10%)	I	75 195	141.249 7	10 621.3	10 525.49
		II	75 195	138.521 3	10 416.1	
		III	75 195	140.156 7	10 539.1	

幅依次为 15.5%、14.3%、12.0%、8.2%。处理⑥(包膜占 40%,总氮减 10%)与处理①比,增产幅度仍达 8.2%,增产 795.9 kg/hm²。

2.2.2 最佳包膜氮配比计算。根据配方中包膜氮占比与处理产量的对应关系,建立包膜氮对应效应函数方程: $Y = -1.081X^2 + 83.807X + 9729.4$ ($R^2 = 0.9891$)。在基础配方 29-8-10(单位面积用量 750 kg/hm²)中,每 1%包膜氮单价 $X = 5.4$ 元,产品价格按 $Y = 2.4$ 元计;根据边际效应分析原理,当边际产量等于单位比例包膜氮肥价格与产品单价之比时,可得出最佳包膜氮肥占比 $X_{最佳}$ 和最佳产量 $Y_{最佳}$: $X_{最佳} = 37.7%$; $Y_{最佳} = 11352.6$ kg/hm²。

2.3 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比结果 通过对表 7 产量结果对比可以看出,在基础配方相同情况下,不同的组合模式,如无机与有机搭配,无机与生物有机肥搭配,增产效应均不相同;与模式 1 相比,模式 2、模式 3 分别比模式 1 增产 681.6、783.9 kg/hm²,增产率分别为 7.08%和 8.14%;与模式 4 相比,模式 5、模式 6 分别比模式 4 增产 840.81、850.8 kg/hm²,增产率分别为 8.4%和 8.5%;模式 4 与模式 1 相比,增产 388.5 kg/hm²,增产率 4%,减肥增效仍较明显。

表 7 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比结果
Table 7 Regional comparison results of high yield, high efficiency and light simplified integrated technology mode of summer maize in Huangying Village of Yaodian Town

处理 Treatment	行距 Row spacing m	株距 Plant spacing m	密度 Density 株/hm ²	单穗粒重 Grain weight per spike g	产量 Yield kg/hm ²
模式 1 Model 1	0.65	0.2	76 927	125.13	9 625.9
模式 2 Model 2	0.65	0.2	76 927	133.99	10 307.4
模式 3 Model 3	0.65	0.2	76 927	135.32	10 409.8
模式 4 Model 4	0.65	0.2	76 927	130.18	10 014.3
模式 5 Model 5	0.65	0.2	76 927	141.11	10 855.2
模式 6 Model 6	0.65	0.2	76 927	141.24	10 865.2

(上接第 150 页)

[5] 葛敏凯. 施肥对兔眼蓝莓产量和品质的影响[D]. 贵阳: 贵州大学, 2015.

[6] 何忠俊, 同延安, 马路军, 等. 钾对黄土区砭山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(1): 8-11.

[7] 何忠俊, 张广林, 张国武, 等. 钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(3): 163-166.

[8] 姜昭然, 杨守军, 杜振宇. 滨海盐碱地冬枣对钾肥的响应[J]. 南方农业学报, 2014, 45(10): 1803-1806.

[9] 柴仲平, 王雪梅, 孙霞, 等. 不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(2): 229-233.

[10] 杨颖, 火建福. 不同施钾量对油桃果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(26): 84-85, 107.

[11] 王仁才, 夏利红, 熊兴耀, 等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 200-204.

[12] 沈其荣. 土壤肥料学通论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.

[13] 丁丽. 钾肥的有效施用技术[J]. 现代园艺, 2014(11): 52.

[14] 陈昇青, 杨忠富, 何箕全, 等. 果树叶面施肥技术措施[J]. 现代园艺,

3 结论与讨论

(1) 从肥料利用率试验可以看出, 把树脂包膜尿素按总氮量 35% 引入配方施肥中, 可以明显提高氮、磷、钾肥利用率, 单项养分肥料利用率均提高 3 百分点。

(2) 从不同比例包膜配方肥对比试验可知, 在当前树脂包膜尿素和玉米价格情况下, 最佳包膜氮肥添加比例为 37.7%, 最佳产量为 11 352.6 kg/hm²。

(3) 在推荐配方施肥中引入一定比例的包膜尿素, 在不追肥的情况下, 不仅可以减少一定比例的氮肥用量, 还能维持一定的增产效果。

(4) 在豫西南黏质砂姜黑土耕地上, 在开展夏玉米高产高效生产过程中, 可根据肥料供应情况、农机设备情况, 选用模式 4、模式 5、模式 6, 均能取得较好的收益。

(5) 该研究是结合本区域土壤类型与气候条件开展的基础性研究, 与前人相比具有一定的先进性; 但该研究仅针对其中一种土壤类型, 且仅开展 2 年, 有待进一步验证, 并需在其他土壤类型上继续进行研究。

参考文献

- [1] 张有成, 程道全, 李玉兰. 河南省邓州市耕地地力评价[M]. 郑州: 中原农民出版社, 2015: 34-59.
- [2] 丁思年. 有机肥对土壤的改良作用及其发展前景[J]. 现代农业科技, 2007(10): 125, 127.
- [3] 付丽军, 张爱敏, 王向东, 等. 生物有机肥改良设施蔬菜土壤的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2017(3): 1-5.
- [4] 姚先荣. 缓/控释肥料的研究进展及发展趋势[J]. 现代农业科技, 2019(2): 133, 135.
- [5] 王州, 张坤, 徐静, 等. 可生物降解树脂包膜尿素的研制及性能[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(6): 1510-1515.
- [6] 李玉兰. 不同肥力水平下小麦合理配方施肥技术参数变化[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(17): 7493-7495.
- [7] 张有成. 中高产田氮、磷、钾元素合理运用技术探讨: 以河南省邓州市为例[J]. 农业科技与信息, 2014(18): 53-55.
- [8] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 115-123.
- [9] 刘立新. 科学施肥新思维与实践[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 104-109.
- [10] 中华人民共和国农业部. 测土配方施肥技术规程: NY/T 2911-2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 16-19.
- [11] 陶如利. 叶面施肥对蓝莓产量的影响[J]. 乡村科技, 2019(31): 79-81.
- [12] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003.
- [13] 苟琳, 单志. 生物化学实验[M]. 2 版. 成都: 西南交通大学出版社, 2015.
- [14] 张玲艳, 王宏权. 黑枸杞花青素的提取及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业, 2014, 35(12): 88-91.
- [15] 陈修斌, 张东昱, 范惠玲, 等. 叶面喷施钾肥对杂交制种番茄生长及产量的影响[J]. 北方园艺, 2012(24): 30-31.
- [16] 张书红, 郭景丽, 刘喜存, 等. 不同施肥次数对西瓜产量和品质的影响[J]. 化肥工业, 2019, 46(3): 71-72.
- [17] DEMIRAL M A, KÖSEOĞLU A T. Effect of potassium on yield, fruit quality, and chemical composition of greenhouse-grown galia melon[J]. Journal of plant nutrition, 2005, 28(1): 93-100.
- [18] 王仁才, 夏利红, 熊兴耀, 等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 200-204.
- [19] 宋志忠, 许建兰, 张斌斌, 等. 叶面喷施钾肥对霞脆桃果实品质及 KUP 基因表达的影响[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(5): 1107-1112.