

北京设施小果型西瓜用肥情况调研报告

李 婷¹, 王洪旭², 江 姣³, 贾文红³, 芦金生³, 哈雪姣³, 宗 静¹, 曲明山¹

(1. 北京市农业技术推广站 北京 100029; 2. 北京农学院植物科学技术学院 北京 102206;
3. 北京市大兴区农业技术推广站 北京 102600)

摘要: 为进一步提升小果型西瓜的品质, 实现养分的科学精准管理, 选取北京市小果型西瓜主产区种植规模在 5 hm² 以上的农户进行施肥现状调研。结果表明, 北京设施小果型西瓜平均产量为 3 250.00 kg·667 m², 有机肥平均用量为 2.01 t·667 m², 折合 N、P₂O₅、K₂O 养分平均投入量分别为 34.97、39.41、34.79 kg·667 m²; 化肥平均用量为 53.18 kg·667 m², 折合 N、P₂O₅、K₂O 养分平均投入量分别为 16.40、15.21、21.57 kg·667 m², 基施养分(N+P₂O₅+K₂O) 占化肥(基肥+追肥)养分总量的 29.56%, N、P₂O₅、K₂O 3 种养分基追比分别为 2:5、2:3 和 3:10。采用滴灌、微喷等节水灌溉方式较传统沟灌节肥约 6.04 kg·667 m²。笔者依据目标产量的养分需求量, 结合当地相关肥料试验推荐的平均施肥量, 提出综合优化化肥用量, 促进小果型西瓜合理精准施肥。

关键词: 小果型西瓜; 化肥; 有机肥; 减量

中图分类号: S651 文献标志码: A 文章编号: 1673-2871(2023)09-042-06

The status of fertilizer application of mini-watermelon in facilities in Beijing

LI Ting¹, WANG Hongxu², JIANG Jiao³, JIA Wenhong³, LU Jinsheng³, HA Xuejiao³, ZONG Jing¹, QU Mingshan¹

(1. Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029, China; 2. College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; 3. Beijing Daxing Crop Production Technology Extension Station, Beijing 102600, China)

Abstract: In order to further improve the quality of mini-watermelon and realize the precise management of nutrients, farmers with a planting scale of more than 5 hm² in the main producing areas of mini-watermelon in Beijing were selected to investigate the current situation of fertilization. The results showed that the average yield of mini-watermelon in Beijing was 3 250.00 kg·667 m², the average amount of organic fertilizer was 2.01 t·667 m², and the average input of N, P₂O₅ and K₂O nutrients was 34.97, 39.41 and 34.79 kg·667 m², respectively. The average amount of chemical fertilizer was 53.18 kg·667 m², The inputs of N, P₂O₅ and K₂O were 16.40, 15.21 and 21.57 kg·667 m², respectively. The base fertilizer nutrient (N + P₂O₅ + K₂O) accounted for 29.56% of the total nutrient of chemical fertilizer (base fertilizer + topdressing), and the ratios of base to topdressing of N, P₂O₅ and K₂O were 2:5, 2:3 and 3:10, respectively. Farmers using drip irrigation, micro-sprinkling and other water-saving irrigation compared with the traditional furrow irrigation method to save fertilizer about 6.04 kg·667 m². According to the nutrient demand of the target yield, combined with the average fertilization amount recommended by the local fertilizer test, we put forward the comprehensive optimization of the amount of chemical fertilizer to promote the rational and accurate fertilization of mini-watermelon.

Key words: Mini-watermelon; Chemical fertilizer; Organic fertilizer; Fertilizer reduction

北京作为我国重要的政治、经济和文化中心, 农业发展历史源远流长, 形成了众多极具特色的农产品, 如大兴西瓜、昌平草莓等, 为农民增收和乡村振兴发挥了重要作用。西瓜适应性极强, 对气候条

件要求较低, 我国幅员辽阔, 30 多个省份具备适宜西瓜生长的气候、温度和土壤等条件, 西瓜种植历史悠久^[1-2]。据统计, 2020 年我国西瓜的种植面积为 1.41×10⁶ hm², 占全球西瓜总种植面积的 46.04%, 总

收稿日期: 2022-09-24; 修回日期: 2023-06-28

基金项目: 北京市特色作物创新团队(BAIC04-2023); 瓜类协同中心建设(XTCX202301)

作者简介: 李 婷, 女, 高级农艺师, 研究方向为西瓜甜瓜栽培与养分管理技术。E-mail: litingdream@126.com

通信作者: 曲明山, 男, 正高级农艺师, 研究方向为植物营养与施肥技术。E-mail: qumingshan@163.com

产量为 6.02×10^7 t, 占全球西瓜总产量的 59.29%^[3]。一直以来,西瓜都是人们生活中不可或缺的鲜食水果,消费者对西瓜的需求量稳中有增,西瓜产业兴旺,能有效带动我国农村种植业和经济的发展^[4]。

西瓜作为北京都市农业发展的重要组成部分,栽培周期短、经济效益高,成为承载京郊农民获得稳定收入和市民休闲采摘的支柱产业。据 2020 年北京都市型现代农业产业发展报告^[5]调研数据,北京市西瓜种植面积约 2620 hm²,大兴区和顺义区的 8 个乡镇共同形成了北京市西瓜产业的 2 个重要产业带,占全市西瓜总种植面积的 85%,小果型西瓜在大兴区种植最多^[6]。2007 年“大兴西瓜”获得国家地理标志农产品的认证和保护,成为首都的特色农业名片,大兴区庞各庄镇是闻名全国的“中国西瓜之乡”^[7]。笔者课题组一直从事西瓜栽培技术研究工作,调研结果显示,2021 年全市西瓜种植面积为 2620 hm²,其中设施栽培小果型西瓜占比 64.56%。

前人针对西瓜化肥减量有相关方面的研究,郭亚雯等^[8]对陕西地区设施早熟西瓜和甜瓜的化肥施用现状开展调研,并挖掘化肥减量施用的潜力,但调研不包括小果型西瓜。诸海焘等^[9]研究了中果型和小果型西瓜不同生育期对氮磷钾的吸收分配规律。赵跃等^[10]开展化肥减量试验,探索北京地区小果型西瓜最佳的减肥范围。但近几年北京地区小果型西瓜用肥基础底数缺少相关的调研数据。为了总结典型农户在养分管理上的经验、存在的问题及技术需求,进一步实现科学精准用肥,笔者采用调查问卷的形式对北京市小果型西瓜种植主产区的产量水平、施肥种类、数量、施肥方式、灌溉方式等进行了统一调研,并进行相关资料收集、文献检索和示范户走访等,以期北京市小果型西瓜种植的合理施肥提供有效指导。

1 调查研究方法

笔者的研究主要采用问卷调查的方式,调研了北京市种植小果型西瓜规模 5 hm² 以上的农户 150 户,收回有效问卷 134 份,并通过相关资料收集、文献检索和示范户走访等方式进行调研结果的梳理和校对。

1.1 调研时间与地点

调研时间为 2022 年 2—7 月,针对品种的种植茬口,主要收集 2021 年秋茬和 2022 年春茬的用肥情况;调研地点覆盖了北京市设施小果型西瓜种植的主产区大兴、顺义、延庆、昌平等地。

1.2 调研内容

调研内容包括种植小果型西瓜农户的年龄,种植年数,上一茬 667 m² 收入,2021 年秋茬和 2022 年春茬的产量、有机肥施肥种类、底肥和追肥中化肥的种类及配方、用肥量、施肥方法以及灌溉方式等信息。

1.3 调研数据分析

调研数据采用 Excel 进行处理和分析。

2 调查研究结果

2.1 养分投入现状

2.1.1 有机肥施用现状 由表 1 可以看出,农户施用的有机肥种类较多,主要类型为鸡粪(47.06%)和商品有机肥(19.33%)。鸡粪的施用量集中在 1.00~3.00 t·667 m²,施用量为 1.50 t·667 m² 的样本在施用鸡粪的样本中占比最高,达到 35.72%;其次是施用 2.00 t·667 m² 的鸡粪样本,占施用鸡粪样本的 26.80%。商品有机肥的施用量集中在 1.50~3.00 t·667 m² 之间,用量 1.50 和 2.00 t·667 m² 的农户占比高,剩余施用量的样本分布较均匀。此外,施用生物有机肥的农户占比为 17.65%,其中 52.35% 的农户施用量集中在 1.50~2.00 t·667 m²。西瓜种植者认为商品有机肥养分含量较低,因此仍凭借经验将其与粪肥搭配施用;调研还发现农户对生物有机肥有一定的认可度,影响施用占比的主要因素是价格,均希望将生物有机肥列入政府补贴项目中。4.20% 的农户没有选用粪肥,而是选择香油渣或发酵花生饼,认为其可以提升果实品质。

表 1 不同类型有机肥施用占比

Table 1 Application ratio of different type

用量/ (t·667 m ²)	organic fertilizer						合计
	鸡粪	猪粪	牛粪	商品 有机肥	生物 有机肥	其他	
1.00	5.88	0	1.68	1.68	1.68	0	10.92
1.50	16.81	0	1.68	5.88	4.20	1.68	30.25
2.00	12.61	0	0.84	4.20	5.04	0.84	23.53
2.50	5.04	0.84	1.68	2.53	2.52	0	12.61
3.00	5.04	0.84	3.36	2.52	2.53	1.68	15.97
其他	1.68	0	0.84	2.52	1.68	0	6.72
合计	47.06	1.68	10.08	19.33	17.65	4.20	100.00

由表 2 可以看出,不同类型有机肥的 667 m² 施用量不同,鸡粪施用量 1.79 t·667 m²,依据梁金凤等^[11]总结的有机肥养分含量计算 N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别为 41.35、50.30、40.10 kg·667 m²;猪粪施用量 2.75 t·667 m²,N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别

为 52.80、57.20、48.13 kg·667 m⁻²; 牛粪施用量 2.00 t·667 m⁻², N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别为 28.80、33.80、30.40 kg·667 m⁻²; 商品有机肥施用量 1.70 t·667 m⁻², N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别为 29.07、33.49、31.62 kg·667 m⁻²; 生物有机肥施用量 1.81 t·667 m⁻², N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别为 22.81、22.26、23.71 kg·667 m⁻²。

平均各样本有机肥平均用量为 2.01 t·667 m⁻², 通过换算有机肥中 N、P₂O₅、K₂O 养分平均投入量分别为 34.97、39.41、34.79 kg·667 m⁻²。

表 2 不同类型有机肥养分投入情况

Table 2 Nutrient input of different type organic fertilizer

有机肥	养分占比/%			平均 用量/ (t·667 m ⁻²)	折合养分 投入量/(kg·667 m ⁻²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
鸡粪	2.31	2.81	2.24	1.79	41.35	50.30	40.10
猪粪	1.92	2.08	1.75	2.75	52.80	57.20	48.13
牛粪	1.44	1.69	1.52	2.00	28.80	33.80	30.40
商品有机肥	1.71	1.97	1.86	1.70	29.07	33.49	31.62
生物有机肥	1.26	1.23	1.31	1.81	22.81	22.26	23.71

2.1.2 化肥施用现状 由表 3 可知,不同农户化肥投入量有一定差异,全生育期化肥平均施用量为 53.18 kg·667 m⁻²,其中 N、P₂O₅、K₂O 养分含量分别为 16.40、15.21、21.57 kg·667 m⁻²。N、P₂O₅、K₂O 质量比为 1.00:0.93:1.32。基肥中养分含量(N+P₂O₅+K₂O)占化肥(基肥+追肥)养分总量的 29.56%,N、P₂O₅、K₂O 三种养分基追比分别为 2:5、2:3 和 3:10。

结合 2.1.1 换算的有机肥中 N、P₂O₅、K₂O 养分平均投入量分别为 34.97、39.41、34.79 kg·667 m⁻², 综合肥料(有机肥+化肥)N、P₂O₅、K₂O 养分投入量分别为 51.37、54.62、56.36 kg·667 m⁻²。

表 3 化肥施用情况

Table 3 Application amount of chemical fertilizer

肥料施用方式	施用时期	养分含量/(kg·667 m ⁻²)			农户施肥养分比例
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
基肥	定植前	4.76	6.05	4.91	1.00:1.27:1.03
追肥	伸蔓期	3.59	3.30	3.64	1.00:0.92:1.01
	坐果前期	2.54	2.10	3.66	1.00:0.83:1.44
	坐果中期	2.91	1.93	5.19	1.00:0.66:1.78
	坐果后期	2.60	1.83	4.17	1.00:0.70:1.60
合计		16.40	15.21	21.57	1.00:0.93:1.32

从图 1 可以看出,氮肥和磷肥前期施用量大,坐果后施用量减少,而钾肥施用量在伸蔓期最少,坐果后施用量增加。表明目前农户用肥的配比与西瓜养分需求规律基本一致,认为钾肥可以增加糖度,重视钾肥的施用。

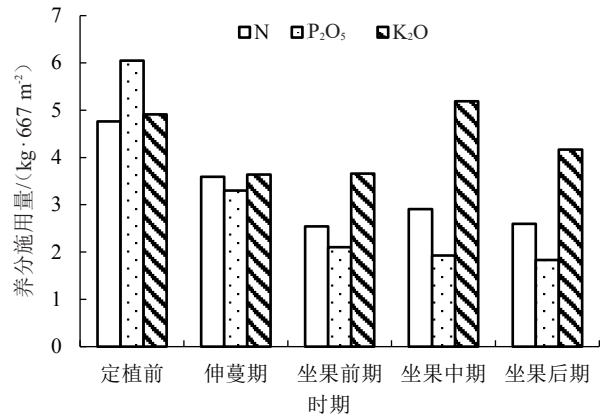


图 1 不同时期各养分施用量

Fig. 1 Nutrient application amount at different periods

2.1.3 化肥施用类型 种植西瓜的经济效益高于设施蔬菜,农户愿意尝试多种新型肥料以达到提质增效的目的。调研施用的追肥种类,发现 26.00%的农户只施用普通大量元素水溶肥,74.00%的农户选择大量元素水溶肥与功能性肥料配合施用,其中施用菌肥、海藻酸水溶肥、腐殖酸水溶肥的农户分别占 26.00%、11.00%、16.00%,其他如鱼蛋白或者多种成分复合的新型肥料占 21.00%。新型肥料的投入呈现日益增长的趋势,但当询问各种肥料类型的主要功效以及农户想要解决的具体问题时,供需会存在一定偏差,笔者认为每种肥料类型的主要功效以及最佳用量和施用时期等应用技术,将是未来主要培训指导的内容之一。

2.2 西瓜产量与施肥量的关系

由图 2 可以看出,小果型西瓜平均产量为 3250 kg·667 m⁻²,产量分布范围为 1500~5000 kg·667 m⁻²。此次调研中,调查对象大部分都是常年种植的老瓜农,常年栽种西瓜,土壤积累的养分较高,施肥量也高于作物养分需求量。调研结果显示在相同养分投入的情况下,西瓜的产量样本有高有低,说明产量和施肥量的相关性不显著(R²=0.000 6,较低)。

2.3 不同灌溉方式与施肥的关系

由表 4 可以看出,生产农户的施肥灌溉方式分为两大类,即传统沟灌和水肥一体化节水灌溉(滴灌和微喷)。采用传统沟灌的农户平均年龄 53.67 岁,而采用滴灌微喷的农户平均年龄 49.38 岁,较传统沟灌的农户年轻 4.29 岁,可初步认为较年轻农户对水肥一体化灌溉方式的接受度相对较高。采用水肥一体化方式的农户 667 m²产量较传统沟灌方式高 600.72 kg。2 种方式基肥化肥的施用量基

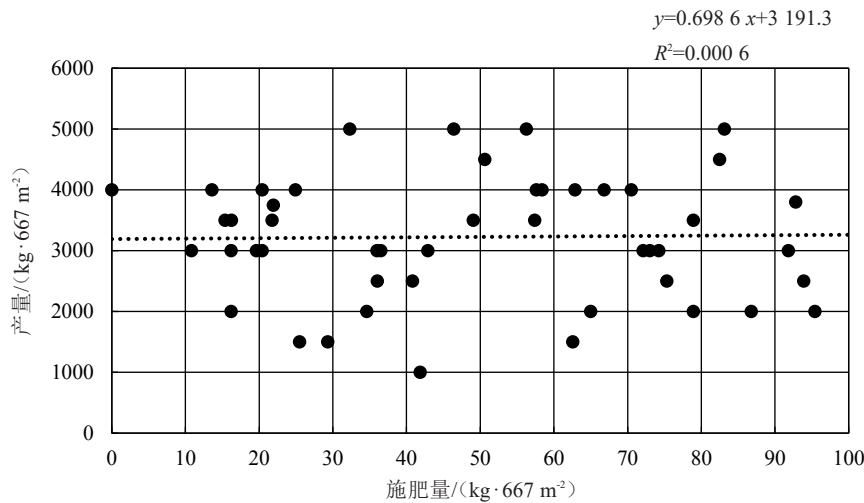


图2 施肥量与产量的关系

Fig. 2 The relationship between fertilizer application amount and yield

表4 不同灌溉方式化肥施用情况

Table 4 The chemical fertilizer application of different irrigation

灌溉方式	农户平均年龄	产量/(kg·667 m ²)	基肥量/(kg·667 m ²)	追肥量/(kg·667 m ²)	基追比
传统沟灌	53.67	3 031.63	15.83	38.59	1.00:2.44
滴灌微喷	49.38	3 632.35	15.23	33.18	1.00:2.18

本一致,滴灌微喷追肥用量较传统沟灌方式少用 5.41 kg·667 m²。滴灌微喷和传统沟灌方式的基追比分别为 1.00:2.18 和 1.00:2.44。

由表 5 可以看出,传统沟灌化肥总用量 99.56 kg·667 m²,养分投入总量为 54.42 kg·667 m²,其中 N、P₂O₅、K₂O 投入分别为 16.76、15.75、21.91 kg·667 m²,分别较滴灌微喷高 1.78、2.41 和 1.85 kg·667 m²。比较各时期养分投入总量,发现 2 种灌溉方式在坐果中期和坐果后期差别较大,传统沟灌在这 2 个时期养分投入总量分别较滴灌微喷高 2.28 和 2.53 kg·667 m²,采用节水灌溉方式累计节肥 6.04 kg·667 m²。

2.4 小果型西瓜化肥减施潜力估算

笔者依据目标产量的养分需求量,结合当地相关肥料试验推荐的平均施肥量,在调研结果的基础上进行综合优化。目标产量施肥量=目标产量×单位经济产量养分携出量。目标产量为调研当地生产农户平均产量乘以系数 1.20^[8],每 1 000.00 kg 产量 N、P₂O₅、K₂O 养分携出量分别为 2.18、0.91、3.02 kg^[9]。北京大兴赵跃等^[10]推荐当地小果型西瓜平均 N、P₂O₅、K₂O 施肥量分别为 14.60、7.30 和 14.60 kg·667 m²,见表 6。

表5 不同灌溉方式不同时期化肥施用情况

Table 5 The chemical fertilizer application of different irrigation at different periods

灌溉方式	施肥时期	化肥用量/(kg·667 m ²)	养分投入量/(kg·667 m ²)			养分投入总量/(kg·667 m ²)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
传统沟灌	定植前	28.72	4.93	6.07	4.83	15.83
	伸蔓期	19.16	3.54	3.33	3.53	10.40
	坐果前期	15.66	2.43	2.06	3.75	8.24
	坐果中期	19.02	3.04	2.19	5.40	10.63
	坐果后期	17.00	2.82	2.10	4.40	9.32
	合计用量	99.56	16.76	15.75	21.91	54.42
滴灌微喷	定植前	25.29	4.28	5.89	5.06	15.23
	伸蔓期	18.89	3.29	2.74	3.56	9.59
	坐果前期	15.37	2.84	2.18	3.40	8.42
	坐果中期	15.28	2.51	1.33	4.51	8.35
	坐果后期	12.50	2.06	1.20	3.53	6.79
	合计用量	87.33	14.98	13.34	20.06	48.38

表6 推荐化肥施肥量

Table 6 The recommended application amount of chemical fertilizer

推荐方法	产量水平/(kg·667 m ²)	养分用量/(kg·667 m ²)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
调研平均施肥量	3 250.00	16.40	15.21	21.57
目标产量施肥量	3 900.00	8.50	3.55	11.78
文献施肥量	2 915.74	14.60	7.30	14.60

在目标产量 3 900.00 kg·667 m²的基础上,在有机肥用量 2.01 t·667 m²的条件下,笔者在农户化肥用量(调研结果)和目标产量施肥量之间取中间值,作为下一步探索化肥减量的优化施肥量,磷肥

用量以作物需求为依据,运算拟合取整可得 N、 P_2O_5 、 K_2O 施肥量分别为 12.00、5.00、16.00 $kg \cdot 667 m^{-2}$,小果型西瓜 N、 P_2O_5 、 K_2O 减施潜力分别为 26.83%、67.13%、25.82%,化肥总减施潜力为 37.95%,见表 7。笔者将在此基础上开展功能性方面的肥料应用、适宜基追比、养分精准供应等方面的研究内容,以期实现小果型西瓜化肥减施的目标。

表 7 化肥减施推荐量

Table 7 The recommended application amount of chemical fertilizer reduction

养分	调研平均施肥量/ $(kg \cdot 667 m^{-2})$	化肥减施推荐量/ $(kg \cdot 667 m^{-2})$	减施潜力/%
N	16.40	12.00	26.83
P_2O_5	15.21	5.00	67.13
K_2O	21.57	16.00	25.82

3 讨论与结论

区域合理施肥量的确定是由气候、作物、设施类型、土壤性质以及作物的栽培管理技术模式等方面决定的。正常情况下,作物产量与施肥量之间呈现二次模型或线性加平台模型关系^[12-13],且产量与施肥量的关系一般遵循报酬递减规律^[14]。但笔者的调研结果表明,西瓜产量和化肥施用量相关性不显著,在相同养分投入的情况下,西瓜的产量有高低,可能与长期过量施肥造成养分在土壤中积累有关,土壤中存留的养分满足了作物的养分需求,此外,持续过量或者不科学的肥料施用容易造成土壤养分失衡导致作物减产。

调研结果表明,肥料(有机肥+化肥)中 N、 P_2O_5 、 K_2O 养分投入分别为 51.37、54.62、56.36 $kg \cdot 667 m^{-2}$,大幅超过前人的研究推荐量^[8-9]。大量的化肥施用,不仅产量没有提高,还影响果实品质,从而影响销售,同时也造成肥料的浪费和环境污染。黄绍文等^[15]认为,氮素投入中有机肥养分量占养分总用量的(化肥+有机肥)40.00%~50.00%为适宜比例,既可培肥土壤又使当季作物增产效果最好。笔者调研结果显示,有机肥占养分总用量的 67.24%,京郊小果型西瓜种植中有机肥养分比例总体较高。有研究认为氮素供应量过高会使大部分光合同化产物与氮形成蛋白质,影响光合产物的转化和输出^[16],且导致根系活力下降,不利于对矿物质养分的吸收利用,从而影响果实的品质^[17]。目前我国推荐施肥量很少考虑有机肥提供养分的具体数量,农户认为有机肥施用可优化土壤结构、提高土壤肥力,而忽略其提供的部分养分,导致营养过剩,因此应结合目

标产量,在调整有机肥施肥量或者类型的基础上,推荐化肥施用量,下一步将开展相关方面的试验研究,验证其可行性。

前人研究提出,设施蔬菜适宜的基施化肥养分用量(N+ P_2O_5 + K_2O)占化肥(基肥+追肥)养分总量的适宜比例为 15.00%~20.00%^[18]。笔者的调研显示,西瓜基施化肥养分用量(N+ P_2O_5 + K_2O)占化肥(基肥+追肥)养分总量的 29.56%。基施化肥养分比例过高,增加了养分损失风险,因此未来生产中在化肥总量减少的基础上要进一步探索化肥基追比例,提高化肥利用率。

作物对矿质营养元素的吸收比例主要与其本身特性有关,同时一定程度上也受养分供应、栽培方式等环境条件的影响。前人研究表明,西瓜 N、 P_2O_5 、 K_2O 吸收平均质量比为 1.00:0.35:1.25^[19],而调研结果显示全生育期化肥总投入 N、 P_2O_5 、 K_2O 质量比为 1.00:0.93:1.32,化肥中磷肥严重过量,分析其原因主要与农户施用的基肥化肥为平衡复合肥有关,甚至还有 8.00%的农户用磷酸二铵进行基施,这一结果与余海英等^[20]对温室蔬菜施肥调查结果一致。磷肥过量与不合理施用不仅导致磷肥利用率和生产效益不高,还导致土壤速效磷大量富集等问题,土壤中过量积累的磷素还易导致作物中 Zn 和 Fe 元素缺乏,并增加土壤可溶性有机质的淋失量等。张银花^[21]研究认为,磷过量可引起甜瓜早衰,还可间接抑制甜瓜对锌、铁、钙等元素的吸收,造成生理病害。因此,当农户施用 2.01 t·667 m^{-2} 有机肥时,建议基施化肥尽量选择低磷复合肥,慎用磷酸二铵等高磷化肥。

施肥的主要目的是补充作物从土壤中带走的养分,保持动态平衡,调研结果显示化肥投入超出作物需求,磷肥严重过量,笔者依据目标产量的养分需求量,结合当地相关肥料试验推荐的平均施肥量,在调研结果的基础上进行综合优化化肥用量, N、 P_2O_5 、 K_2O 分别为 12.00、5.00、16.00 $kg \cdot 667 m^{-2}$,化肥氮、磷和钾施用量比农户常规用量减少 26.83%、67.13%、25.82%。小果型西瓜是经济效益较高的作物,农户重视施肥,目前北京设施土壤肥力多在中等及以上水平,笔者将依据小果型西瓜的养分需求规律,开展精准施肥研究并进行相关技术集成,形成系统的施肥制度,鼓励农户在本区域栽培模式条件下,适当进行合理精准施肥。

参考文献

- [1] 陈浩天.我国西瓜和甜瓜栽培模式发展现状、问题及对策[D].

- 沈阳:沈阳农业大学,2019.
- [2] 冀亚文.哈尔滨市双城区西瓜、甜瓜产业现状调查及对策建议[D].哈尔滨:东北农业大学,2021.
- [3] 王春霞.西瓜种质 M08 甲基磺酸乙酯诱变条件筛选及突变文库构建[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2022.
- [4] 袁娟梅.广西南宁市西瓜产业发展现状、问题与对策[D].南宁:广西大学,2017.
- [5] 高玉琦,胡宝贵.北京市西瓜产业发展现状及对策建议[J].中国瓜菜,2020,33(11):87-89.
- [6] 江姣,于琪,贾文红,等.北京地区西瓜供应创新模式探索[J].中国蔬菜,2023(3):116-118.
- [7] 马超,曾剑波,朱莉,等.北京西瓜产业发展 40 年来回顾及展望[J].中国瓜菜,2022,35(2):112-117.
- [8] 郭亚雯,崔建钊,孟延,等.设施早熟西瓜和甜瓜的化肥施用现状及减施潜力[J].植物营养与肥料学报,2020,26(5):858-868.
- [9] 诸海焘,蔡树美,余廷园,等.中小型西瓜不同生育期对氮磷钾的吸收分配规律研究[J].上海农业学报,2014,30(3):62-65.
- [10] 赵跃,李飒,黄楠,等.减量施肥对京郊地区设施小果型西瓜产量和品质的影响[J].中国瓜菜,2020,33(9):47-49.
- [11] 梁金凤,齐庆振,贾小红,等.京郊有机肥料的质量状况分析[J].中国土壤与肥料,2009(6):79-83.
- [12] 李茹,单燕,李水利,等.陕西麦田土壤肥力与施肥现状评估[J].麦类作物学报,2015,35(1):105-110.
- [13] LIU H, WANG Z H, YU R, et al. Optimal nitrogen input for higher efficiency and lower environmental impacts of winter wheat production in China[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2016, 224: 1-11.
- [14] 谭金芳.作物施肥原理与技术[M].北京:中国农业大学出版社,2011.
- [15] 黄绍文,唐继伟,李春花,等.我国蔬菜化肥减施潜力与科学施用对策[J].植物营养与肥料学报,2017,23(6):1480-1493.
- [16] 张艳丽,李建明,王静静,等.通风与氮钾肥对温室甜瓜生长及品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(2):117-122.
- [17] 康利允,常高正,高宁宁,等.不同氮、钾肥施用量对甜瓜产量和营养品质的影响[J].果树学报,2018,35(8):997-1005.
- [18] 黄绍文,唐继伟,殷学云,等.日光温室有机基质栽培黄瓜水肥一体化技术方案[J].中国蔬菜,2017(8):94-96.
- [19] 王平.不同施肥处理对西瓜产量与品质的影响[J].长江蔬菜,2015(10):53-55.
- [20] 余海英,李廷轩,张锡洲.温室栽培系统的养分平衡及土壤养分变化特征[J].中国农业科学,2010,43(3):514-522.
- [21] 张银花.大棚甜瓜施肥存在问题与建议[J].西北园艺(综合),2017(4):59-60.