

津冀设施蔬菜施肥调查分析

张怀志, 唐继伟, 袁 硕, 黄绍文*

(中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要: 为明确设施蔬菜施肥现状及找出施肥中存在的主要问题, 在津冀地区选取设施蔬菜播种面积超过 6 000 hm^2 的 7 个县, 实地调查设施蔬菜有机肥和化肥投入、蔬菜产量等信息, 共调查了 156 个农户 (温室, $n=139$; 大棚, $n=17$)。调查结果表明, 津冀两地设施蔬菜肥料过量施用现象普遍, N、 P_2O_5 和 K_2O 投入量平均分别超出推荐量的 2.5、10.4 和 2.5 倍; 施用的养分总量、有机肥和基肥化肥中的 P_2O_5 占比明显过高, 三者 N: P_2O_5 : K_2O 分别为 1:1.05:1.09、1:1.50:1.10 和 1:1.38:0.92; 基肥化肥比例明显偏高, N + P_2O_5 + K_2O 用量占化肥 (基肥 + 追肥) 养分总量比例达到 36.3%。建议津冀两地今后在减少 N、 P_2O_5 、 K_2O 投入总量的同时, 还应协调 N、 P_2O_5 、 K_2O 比例以及化肥的基追肥比例, 改进 P_2O_5 使用策略。

关键词: 设施蔬菜; 施肥调查; 河北省; 天津市

中图分类号: S147.2 文献标识码: A 文章编号: 1673-6257 (2018) 02-0054-07

截至 2016 年底, 我国设施蔬菜面积约 391.5 万 hm^2 , 其播种面积、产量和总产值分别占蔬菜总播种面积、总产量和总产值的 21.5%、30.5% 和 62.7%^[1], 设施栽培改善了蔬菜生长发育环境条件, 导致茬口众多, 为我国蔬菜周年均衡供应提供了重要保障, 成为农业和农村经济的重要支柱。同时, 设施蔬菜的施肥问题也受到普遍关注, 张彦才等对河北省 243 个大棚黄瓜、番茄和甜椒施肥情况调查表明, 化肥氮、磷养分平均施用量分别超出需要量的 0.8~2.5 和 9.2~19.1 倍, 氮磷钾比例严重失调^[2]; 王蓉等调查了江苏连云港市 500 个温室大棚的施肥情况, 认为大多数大棚生产采用高氮、极高磷和高钾施肥模式, 养分投入不平衡^[3]; 高峻岭等对山东省青岛市设施蔬菜施肥情况进行了调查, 从养分平衡角度分析了设施黄瓜和番茄 N、 P_2O_5 、 K_2O 过量施用问题^[4]; 冯武焕等对西安市设施菜地施肥情况调查表明, N、 P_2O_5 、 K_2O 用量平均分别达到 868.5 ~

883.5、544.5~684.0、496.5~724.5 kg/hm^2 , 设施蔬菜化肥用量超量^[5]。但应该看到, 这些调查涉及茬口、作物类型等数量较少, 对有机肥 N 与化肥 N 投入比例、基肥化肥养分占化肥养分总量比例等涉及养分管理对策方面调查研究鲜见报道。本文立足于设施蔬菜化肥减施对策, 开展多茬口多作物施肥现状调查, 分析其存在问题, 以期为化肥减施, 实现到 2020 年化肥零增长, 推动设施蔬菜优质高效生产和保护生态环境提供依据。

1 材料与方法

1.1 调查区域选择

在对历年统计资料进行分析的基础上, 根据设施菜地种植面积和种植历史, 在天津市和河北省确定对蔬菜种植面积超过 6 000 hm^2 的典型县域进行设施蔬菜施肥调查, 共选择了天津市武清区、西青区, 河北省定兴县、青县、永清县、藁城区、高邑县 7 个县区。

1.2 调查方法

调查时间为 2016 年 9 月到 2017 年 1 月, 按照预先制订的调查表到温室或者大棚, 通过问答, 逐户实地调查农户有机肥及化肥用量及品种、养分含量、施用方法、施用时间; 仔细查询农户所用化学肥料包装袋, 记录不同肥料养分含量; 采集部分有机肥样品带回实验室测定其氮磷钾养分含量。调查

收稿日期: 2017-07-05; 最后修订日期: 2017-08-13

基金项目: “十三五”国家重点研发计划课题 (2016YFD0201001, 2016YFD0801006); 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-25); 中国农业科学院科技创新工程协同创新任务 (CAAS-XTCX2016003)。

作者简介: 张怀志 (1968-), 江苏人, 副研究员, 博士, 研究方向为施肥与环境、农业信息技术。E-mail: zhanghuazhi@caas.cn。

通讯作者: 黄绍文, E-mail: huangshaowen@caas.cn。

同时,在地块内按 S 形布点或梅花形布点,采取耕层土壤样品。一般一个县区每种栽培方式每种主要茬口蔬菜调查 5 个以上农户。本次调查的蔬菜有番茄、黄瓜、茄子、菠菜、芹菜 5 种,栽培方式为日光温室和塑料大棚,设施使用年限 4~21 年,栽培制度有大棚早春茬黄瓜、大棚秋延茬黄瓜、大棚春茬黄瓜、温室春茬番茄、温室冬春茬番茄、温室秋延茬番茄、温室越冬长茬番茄、温室冬春茬黄瓜、温室秋冬茬黄瓜、温室秋延茬黄瓜、温室越冬长茬黄瓜、温室越冬长茬茄子、温室秋冬茬芹菜、温室秋冬茬菠菜、温室春茬黄瓜 15 种,共 156 个农户。

1.3 数据分析

1) 调查数据用 Excel 2010 进行处理和统计分析。

2) 养分推荐量估算采用基于土壤养分系统管理理念的设施蔬菜施肥量简便快速推荐方法^[6]。

$$\text{养分推荐量} = \text{养分吸收量} \times \text{校正系数} \quad (1)$$

$$\text{养分吸收量} = \text{目标产量} \times \text{单位产量养分吸收量} \quad (2)$$

中等肥力土壤条件下:

$$\text{N 推荐量} = \text{N 吸收量} \times 1.35 \quad (3)$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ 推荐量} = \text{P}_2\text{O}_5 \text{ 吸收量} \times 1.0 \quad (4)$$

$$\text{K}_2\text{O 推荐量} = \text{K}_2\text{O 吸收量} \times 1.0 \quad (5)$$

蔬菜单位产量 (1 t 产品) 养分吸收量数据为本研究团队 2009~2016 年多点肥料试验结果

及有关文献^[7-10]。中等肥力水平标准请参见文献 [11]。

3) 养分用量超出倍数计算

$$\text{养分用量超出倍数} = \text{农户肥料养分用量} / \text{养分推荐量} - 1 \quad (6)$$

2 结果与分析

2.1 设施蔬菜 N、P₂O₅和 K₂O 养分投入量

表 1~3 表明,津冀地区设施蔬菜单茬 N、P₂O₅和 K₂O 施用量大幅高于其推荐量,平均分别超出推荐量的 2.2、8.4 和 2.3 倍。河北省 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出推荐量倍数平均为 2.2、8.4 和 2.5 倍;所有栽培制度中,温室秋延茬黄瓜 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出其推荐量的倍数平均分别为 4.8、10.5 和 4.2 倍,养分总用量 (N+P₂O₅+K₂O) 超出总推荐量的 5.5 倍,在河北省所有栽培制度中最高;温室秋冬茬黄瓜 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出其推荐量的倍数平均分别为 3.2、12.2 和 3.9 倍,养分总用量超出总推荐量 5.0 倍,位列河北省所有栽培制度第二;温室春茬番茄的 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出其推荐量的倍数平均分别为 0.3、2.6 和 0.4 倍,养分总用量超出总推荐量 0.6 倍,是河北省所有栽培制度中最低的。天津市 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出推荐量倍数平均

表 1 津冀地区设施蔬菜氮养分用量统计及超量情况估算

省市名称	主要茬口蔬菜	最大值 (kg/hm ²)	最小值 (kg/hm ²)	平均值 (kg/hm ²)	变异系数 (%)	养分施用量/ 推荐量
河北省	大棚早春茬黄瓜	1 332.0	685.5	1 006.5	24.0	2.4
	大棚秋延茬黄瓜	1 033.5	294.0	468.0	59.6	3.1
	大棚春茬黄瓜	988.5	475.5	771.0	27.6	2.1
	温室春茬番茄	888.0	225.0	366.0	70.5	1.3
	温室冬春茬番茄	1 975.5	270.0	876.0	67.5	2.6
	温室秋延茬番茄	1 093.5	100.5	804.0	47.6	3.3
	温室越冬长茬番茄	2 572.5	648.0	1 539.0	35.1	3.2
	温室冬春茬黄瓜	2 497.5	502.5	1 417.5	47.3	3.5
	温室秋冬茬黄瓜	1 495.5	448.5	948.0	34.7	4.2
	温室秋延茬黄瓜	1 014.0	454.5	712.5	33.5	5.8
	温室越冬长茬黄瓜	3 640.5	1 311.0	2 457.0	27.0	3.5
	温室越冬长茬茄子	2 931.0	1 311.0	2 197.5	22.5	3.0
	天津市	温室秋冬茬芹菜	1 962.0	381.0	915.0	51.5
温室秋冬茬菠菜		877.5	258.0	621.0	40.1	2.9
温室春茬番茄		2 500.5	411.0	1 041.0	52.7	3.6
温室春茬黄瓜		1 419.0	553.5	880.5	34.9	3.8

为 2.1、8.4 和 1.7 倍; 所有栽培制度中, 温室春茬黄瓜 N、P₂O₅ 和 K₂O 用量超出其推荐量的倍数平均分别为 2.8、9.4 和 3.1 倍, 养分总用量超出总推荐量 4.0 倍, 是天津市所有栽培制度中最高的;

温室秋冬茬芹菜 N、P₂O₅ 和 K₂O 用量超出其推荐量的倍数平均分别为 1.1、5.0 和 0.8 倍, 养分总用量超出总推荐量 1.6 倍, 在天津市所有栽培制度中最低。

表 2 津冀地区设施蔬菜磷 (P₂O₅) 养分用量统计及超量情况估算

省市名称	主要茬口蔬菜	最大值 (kg/hm ²)	最小值 (kg/hm ²)	平均值 (kg/hm ²)	变异系数 (%)	养分施用量/ 推荐量
河北省	大棚早春茬黄瓜	1 225.5	396.0	843.0	37.4	5.2
	大棚秋延茬黄瓜	1 279.5	142.5	487.5	88.0	8.3
	大棚春茬黄瓜	1 312.5	741.0	1 015.5	20.4	7.0
	温室春茬番茄	1 308.0	45.0	415.5	115.5	3.7
	温室冬春茬番茄	3 412.5	157.5	867.0	122.1	7.8
	温室秋延茬番茄	1 824.0	57.0	1 192.5	51.8	15.0
	温室越冬长茬番茄	3 366.0	283.5	1 813.5	44.7	11.5
	温室冬春茬黄瓜	2 622.0	322.5	1 408.5	53.9	9.0
	温室秋冬茬黄瓜	1 608.0	286.5	1 155.0	39.9	13.2
	温室秋延茬黄瓜	1 116.0	117.0	547.5	69.3	11.5
	温室越冬长茬黄瓜	3 660.0	952.5	2 227.5	28.8	8.3
	温室越冬长茬茄子	3 111.0	1 443.0	2 205.0	25.0	12.4
	天津市	温室秋冬茬芹菜	2 166.0	321.0	1 027.5	52.3
温室秋冬茬菠菜		756.0	159.0	484.5	44.6	8.2
温室春茬番茄		2 223.0	0.0	1 216.5	50.9	12.9
温室春茬黄瓜		1 744.5	105.0	946.5	62.6	10.4

表 3 津冀地区设施蔬菜钾 (K₂O) 养分用量统计及超量情况估算

省市名称	主要茬口蔬菜	最大值 (kg/hm ²)	最小值 (kg/hm ²)	平均值 (kg/hm ²)	变异系数 (%)	养分施用量/ 推荐量
河北省	大棚早春茬黄瓜	1 920.0	706.5	1 176.0	38.1	3.0
	大棚秋延茬黄瓜	1 395.0	229.5	564.0	75.5	3.9
	大棚春茬黄瓜	1 159.5	724.5	969.0	16.9	2.7
	温室春茬番茄	1 002.0	297.0	585.0	42.1	1.4
	温室冬春茬番茄	2 025.0	415.5	820.5	62.5	1.7
	温室秋延茬番茄	1 449.0	135.0	954.0	49.8	2.8
	温室越冬长茬番茄	4 392.0	769.5	1 954.5	45.6	2.9
	温室冬春茬黄瓜	2 887.5	562.5	1 803.0	50.4	4.7
	温室秋冬茬黄瓜	1 903.5	472.5	1 050.0	43.0	4.9
	温室秋延茬黄瓜	976.5	324.0	607.5	49.1	5.2
	温室越冬长茬黄瓜	6 099.0	1 921.5	3 118.5	34.3	4.7
	温室越冬长茬茄子	4 249.5	1 633.5	2 763.0	30.0	3.9
	天津市	温室秋冬茬芹菜	1 698.0	424.5	852.0	38.7
温室秋冬茬菠菜		559.5	138.0	403.5	43.1	2.1
温室春茬番茄		3 711.0	0.0	1 218.0	70.8	3.0
温室春茬黄瓜		1 383.0	207.0	894.0	40.8	4.1

不同栽培方式同一作物单茬 N、P₂O₅ 和 K₂O 施用量超出推荐量的倍数差异较大。从表 1~3 可以看出, 河北省温室栽培单茬黄瓜 N、P₂O₅ 和 K₂O 施用

量超出推荐量的倍数平均分别为 3.3、9.5 和 3.9 倍, 而大棚栽培单茬黄瓜 N、P₂O₅ 和 K₂O 施用量超出推荐量的倍数平均分别为 1.5、5.8 和 2.2 倍。即使是

同一栽培方式同一作物,不同茬口 N、P₂O₅和 K₂O 施用量超出推荐量倍数也存在差异,如温室栽培黄瓜,其秋延茬、秋冬茬、越冬长茬、冬春茬的 N 施用量平均分别为 712.5、948.0、2 457.0 和 1 417.5 kg/hm²,超出各自推荐量的 4.8、3.2、2.5 和 2.5 倍; P₂O₅投入量平均依次为 547.5、1 155.0、2 227.5 和 1 408.5 kg/hm²,分别超出推荐量的倍数依次为 10.5、12.2、7.3 和 8.0 倍; K₂O 用量平均分别为 607.5、1 050.0、3 118.5 和 1 803.0 kg/hm²,超出推荐量的倍数依次为 4.2、3.9、3.7 和 3.7 倍。同为温室春茬番茄,天津市 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出推荐量的倍数分别为 2.6、11.9 和 2.0 倍,而河北省 N、P₂O₅和 K₂O 用量超出推荐量的倍数仅为 0.3、2.7、0.4 倍,这意味着天津市温室番茄 N 过量应用现象更为严重。

2.2 设施蔬菜养分投入比例

蔬菜要求钾多磷少^[11-14],一般 N、P₂O₅和 K₂O 吸收比例为 1:0.3~0.5:1.0~1.5^[11]。表 4 显示,津冀两地设施蔬菜施用养分总量 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.05:1.09,有机肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.50:1.10,基肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.38:0.92, P₂O₅用量占比过高,远超需求,可大幅度降低;追肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:0.47:1.26,磷用量比例尚可。河北省设施蔬菜投入养分总量 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.07:1.20,有机肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.09:1.20,基肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.39:0.59,追肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:0.53:

1.50,投入的养分总量、有机肥、基肥化肥 P₂O₅占比超过需求,应该大幅度降低,追肥化肥 P₂O₅还可适当降低。天津市设施蔬菜施用养分总量 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.04:0.94,有机肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.45:1.04,基肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:1.37:1.13,追肥化肥 N:P₂O₅:K₂O = 1:0.38:0.85,投入的养分总量、有机肥、基肥化肥 P₂O₅用量占比超过需求,应该大幅度降低,追肥化肥 P₂O₅用量占比较为适宜。

津冀两地 P₂O₅占比过高的原因与肥料施用品种有关。调查发现复合肥是菜农施用的主要化肥品种,高磷肥料品种三元复合肥或冲施肥(如 19-19-19、15-15-15、17-17-17、18-18-18、12-12-17)、磷酸二铵(14-39-0)等占了较大比例。有机肥用量过高也是造成 P₂O₅比例过高的原因之一,统计表明,所有农户施用的有机肥中 P₂O₅含量已普遍超出作物养分推荐量,河北省设施蔬菜单茬有机肥 P₂O₅施用量平均超出推荐量 4.7 倍,超出倍数最高的是温室秋延茬番茄,其有机肥 P₂O₅施用量平均超出其推荐量的 9.3 倍;最低的是温室春茬番茄,其有机肥 P₂O₅施用量平均超出其推荐量的 0.9 倍。天津市设施蔬菜单茬有机肥 P₂O₅投入量平均超出推荐量 4.3 倍,超出倍数最高的是温室秋冬茬菠菜,其有机肥 P₂O₅施用量平均超出其推荐量的 5.4 倍;最低的是温室秋冬茬芹菜,其有机肥 P₂O₅施用量平均超出其推荐量的 2.8 倍。

表 4 津冀地区设施蔬菜养分施用量的 N:P₂O₅:K₂O 比例估算

省市名称	主要茬口蔬菜	肥料总量	有机肥	基肥化肥	追肥化肥
		N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
河北省	大棚早春茬黄瓜	1.00:0.84:1.17	1.00:1.61:1.16	1.00:1.82:0.62	1.00:0.30:1.29
	大棚秋延茬黄瓜	1.00:1.04:1.21	1.00:1.48:1.18	1.00:2.04:0.59	1.00:0.38:1.53
	大棚春茬黄瓜	1.00:1.32:1.26	1.00:1.70:1.15	1.00:0.93:1.07	1.00:1.03:1.44
	温室春茬番茄	1.00:1.14:1.60	1.00:1.69:1.14	1.00:1.00:1.00	1.00:0.48:2.07
	温室冬春茬番茄	1.00:0.99:0.94	1.00:0.89:0.83	1.00:1.73:0.53	1.00:0.54:1.77
	温室秋延茬番茄	1.00:1.48:1.19	1.00:1.69:1.15	1.00:1.74:0.53	1.00:0.49:2.12
	温室越冬长茬番茄	1.00:1.18:1.27	1.00:1.54:1.07	1.00:1.16:1.38	1.00:0.54:1.58
	温室冬春茬黄瓜	1.00:0.99:1.27	1.00:1.38:1.56	1.00:1.74:0.82	1.00:0.72:1.21
	温室秋冬茬黄瓜	1.00:1.22:1.11	1.00:1.55:1.13	1.00:1.61:0.66	1.00:0.48:1.32
	温室秋延茬黄瓜	1.00:0.77:0.85	1.00:1.70:1.15	1.00:1.00:1.00	1.00:0.40:0.72
	温室越冬长茬黄瓜	1.00:0.91:1.27	1.00:1.26:0.96	1.00:1.10:1.32	1.00:0.49:1.57
	温室越冬长茬茄子	1.00:1.00:1.26	1.00:1.48:1.05	1.00:0.76:1.33	1.00:0.53:1.40
	天津市	温室秋冬茬芹菜	1.00:1.12:0.93	1.00:1.65:1.05	1.00:1.36:0.75
温室秋冬茬菠菜		1.00:0.78:0.65	1.00:1.42:1.05	1.00:1.62:1.89	1.00:0.00:0.00
温室春茬番茄		1.00:1.17:1.17	1.00:1.55:1.07	1.00:1.32:1.08	1.00:0.60:1.35
温室春茬黄瓜		1.00:1.07:1.02	1.00:1.58:1.01	1.00:1.18:0.79	1.00:0.62:1.15

2.3 设施蔬菜养分投入来源

蔬菜生长快,生长所需的养分需要肥料供应,尤其是化肥供应。津冀两地设施蔬菜施肥调查表明,两地施用的有机肥中主要有鸡粪、牛粪、猪粪、商品有机肥(含生物有机肥),以及菌渣、饼肥、油渣等,两地施用习惯有差异,其中河北省设施蔬菜单茬畜禽粪使用量平均为 28.9 t/hm²,商品有机肥平均用量为 1.5 t/hm²;天津市设施蔬菜单茬畜禽粪使用量平均为 17.5 t/hm²,商品有机肥平均用量为 3.2 t/hm²。农户间有机肥用量差异较大,河北省永清县设施蔬菜基地农户畜禽粪使用量最多达到 171.6 t/hm²,同时也有 20% 的农户不施用畜禽粪便。津冀两地设施蔬菜栽培都极少施用秸秆,所有被调查的 156 个农户中,天津市仅有 1 户、河北省有 2 户施用玉米秸秆。但化肥品种繁多,可分为复混肥(含冲施肥)、复合肥、单质肥料、功能性肥料(氨基酸、腐植酸冲施肥)等。

包括设施蔬菜在内的作物投入的有机肥养分占总养分的较适宜比例一般为 40%~50%^[15-17]。表 5 显示了津冀两地不同栽培制度下有机肥和化肥中的 N、P₂O₅ 和 K₂O 用量比例,河北省设施蔬菜 N 用量中,平均有 40% 来自有机肥,60% 来自化肥,总体上有机肥养分占比较为适宜;各栽培制度中,有机肥 N 用量占总 N 用量比例最高的是温室冬春茬番茄

(63%),最低的是大棚秋延茬黄瓜(16%),差异明显。P₂O₅ 用量中,平均 55% 来自有机肥,45% 来自化肥;有机肥 P₂O₅ 用量占 P₂O₅ 总用量比例最高的是温室越冬长茬番茄(72%),最低的是大棚秋延茬黄瓜(23%)。K₂O 用量中,平均 37% 来自有机肥,63% 来自化肥;有机肥 K₂O 用量占 K₂O 总用量比例最高的是温室秋延茬番茄(59%),最低的是大棚秋延茬黄瓜(16%)。天津市设施蔬菜 N 用量中,平均 40% 来自有机肥,60% 来自化肥,总体上有机肥养分占比较为适宜;各栽培制度中,有机肥 N 用量占 N 总用量比例最高的是温室春茬番茄(44%),最低的是温室春茬黄瓜(34%)。P₂O₅ 用量中,平均 60% 来自有机肥,40% 来自化肥;有机肥 P₂O₅ 用量占 P₂O₅ 总用量比例最高的是温室秋冬茬菠菜(77%),最低的是温室春茬黄瓜(49%)。K₂O 用量中,有机肥平均占 55%,化肥占 45%;有机肥 K₂O 用量占 K₂O 总用量比例最高的是温室秋冬茬菠菜(68%),最低的是温室春茬黄瓜(34%)。同为温室春茬番茄,天津市有机肥 N、P₂O₅ 和 K₂O 用量占其相应的养分总量(有机肥+无机肥)的比例依次为 44%、59% 和 40%,河北省有机肥 N、P₂O₅ 和 K₂O 用量占其相应养分总量(有机肥+无机肥)的比例依次为 29%、53% 和 21%,这意味着天津市和河北省农户施肥习惯存在一定差异。

表 5 津冀地区设施蔬菜有机肥与化肥养分用量比例

省市名称	主要茬口蔬菜	有机肥养分用量比例 (%)			化肥养分用量比例 (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
河北省	大棚早春茬黄瓜	25	49	25	75	51	75
	大棚秋延茬黄瓜	16	23	16	84	77	84
	大棚春茬黄瓜	45	58	41	55	42	59
	温室春茬番茄	29	53	21	71	47	79
	温室冬春茬番茄	63	56	55	37	44	45
	温室秋延茬番茄	61	69	59	39	31	41
	温室越冬长茬番茄	55	72	46	45	28	54
	温室冬春茬黄瓜	28	39	34	72	61	66
	温室秋冬茬黄瓜	50	64	51	50	36	49
	温室秋延茬黄瓜	23	50	31	77	50	69
	温室越冬长茬黄瓜	44	62	33	56	38	67
	温室越冬长茬茄子	42	62	35	58	38	65
	天津市	温室秋冬茬芹菜	43	63	49	57	37
温室秋冬茬菠菜		43	77	68	57	23	32
温室春茬番茄		44	59	40	56	41	60
温室春茬黄瓜		34	49	34	66	51	66

2.4 设施蔬菜基肥化肥养分用量及其占总养分用量比例

设施蔬菜基肥化肥养分用量占化肥(基肥+追肥)养分总量的适宜比例为15%~20%^[6]。从表6中可以看到,津冀地区设施蔬菜各种栽培制度中,基肥化肥养分(N+P₂O₅+K₂O)用量占化肥(基肥+追肥)养分总量比例为36.3%,基肥化肥用量明显偏高。

河北省基肥化肥养分用量占化肥养分总量比例平

均为31.4%,比例偏高。12种栽培制度中,温室冬春茬黄瓜基肥化肥养分用量占化肥养分总量比例最小(14.7%),比例相对合理;基肥化肥养分用量占比最高的为温室秋延茬番茄(52.4%),比例不合理。

天津市设施蔬菜中,基肥化肥养分(N+P₂O₅+K₂O)用量占化肥(基肥+追肥)养分总量比例为48.2%,4种植制度中,基肥化肥养分用量占比最低的温室春茬黄瓜为37.8%;总之,基肥化肥用量明显偏高。

表6 津冀地区设施蔬菜基肥化肥养分用量及其占化肥养分总量比例情况

省市名称	主要茬口蔬菜	基肥化肥养分用量 (kg/hm ²)				基肥化肥养分用量/化肥养分总量 (%)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	总量	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	合计
河北省	大棚早春茬黄瓜	135.0	246.0	84.0	465.0	18.0	57.1	9.5	22.6
	大棚秋延茬黄瓜	136.5	279.0	81.0	496.5	34.7	74.1	17.0	39.9
	大棚春茬黄瓜	105.0	97.5	112.5	315.0	24.9	23.0	19.8	22.3
	温室春茬番茄	69.0	69.0	69.0	207.0	26.5	42.9	14.8	23.4
	温室冬春茬番茄	169.5	294.0	90.0	553.5	52.1	77.7	24.5	51.7
	温室秋延茬番茄	174.0	301.5	91.5	567.0	54.9	81.3	23.2	52.4
	温室越冬长茬番茄	222.0	256.5	307.5	786.0	32.0	50.1	29.2	34.8
	温室冬春茬黄瓜	127.5	220.5	103.5	451.5	12.4	25.6	8.8	14.7
	温室秋冬茬黄瓜	168.0	271.5	111.0	550.5	35.7	65.4	21.7	39.4
	温室秋延茬黄瓜	90.0	90.0	90.0	270.0	16.3	33.0	21.3	21.7
	温室越冬长茬黄瓜	303.0	333.0	400.5	1036.5	22.1	38.9	19.3	24.1
	温室越冬长茬茄子	322.5	246.0	427.5	996.0	28.7	36.6	27.5	29.7
天津市	温室秋冬茬芹菜	199.5	271.5	150.0	621.0	38.2	72.2	34.3	46.5
	温室秋冬茬菠菜	67.5	109.5	127.5	304.5	19.0	100.0	100.0	51.3
	温室春茬番茄	217.5	286.5	234.0	738.0	37.2	56.9	32.1	40.6
	温室春茬黄瓜	211.5	249.0	166.5	627.0	36.2	52.0	28.0	37.8

3 结论

津冀两地设施蔬菜N、P₂O₅和K₂O投入严重超量,平均分别超出推荐量的2.5、10.4和2.5倍,应高度重视化肥减施问题。

津冀两地设施蔬菜养分总量、有机肥和基肥化肥的N:P₂O₅:K₂O比例均不合理,P₂O₅占比过高,养分总量N:P₂O₅:K₂O=1:1.05:1.09,有机肥N:P₂O₅:K₂O=1:1.50:1.10,基肥化肥N:P₂O₅:K₂O=1:1.38:0.92;而追肥化肥N:P₂O₅:K₂O比例(1:0.47:1.26)较为合理。为此,设施蔬菜施肥中,在减少化肥用量的同时,应协调N、P₂O₅、K₂O比例,尽量选用低磷化肥品种。

津冀两地设施蔬菜基肥化肥养分用量占化肥(基肥+追肥)养分总量的比例明显偏高,基肥化肥养分(N+P₂O₅+K₂O)用量占化肥养分总量比例平均达到36.3%,明显高于基肥化肥养分用量占化肥养分总量的适宜比例(15%~20%),应重视调整化肥基追比例问题。

参考文献:

[1] 张真和,马兆红.我国设施蔬菜产业概况与“十三五”发展重点[J].中国蔬菜,2017,(5):1-5.
 [2] 张彦才,李巧云,翟彩霞,等.河北省大棚蔬菜施肥状况分析与评价[J].河北农业科学,2005,9(3):61-67.
 [3] 王蓉,王礼焦,孔潇潇.连云港市设施蔬菜施肥与土壤养分状况分析[J].山西农业科学,2016,44(2):204-

- 208, 231.
- [4] 高峻岭, 宋朝玉, 黄绍文, 等. 青岛市设施蔬菜施肥现状与土壤养分状况 [J]. 山东农业科学, 2011, (3): 68-72.
- [5] 冯武焕, 吕爽, 王虎, 等. 西安市菜田化肥农药施用现状调查与分析 [J]. 中国农学通报, 2016, 32 (31): 143-146.
- [6] 黄绍文, 唐继伟, 张怀志, 等. 基于发育阶段的设施黄瓜水肥一体化技术 [J]. 中国果菜, 2017, 37 (5): 82-84.
- [7] 刘军, 曹之富, 黄延楠, 等. 日光温室黄瓜冬春茬栽培氮磷钾吸收特性研究 [J]. 中国农业科学, 2007, 40 (9): 2109-2113.
- [8] 魏述英, 吴震, 裴孝伯, 等. 现代温室冬春茬黄瓜矿质元素吸收与分配特性研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13 (4): 651-657.
- [9] 蔡建军, 汪恩国, 刘伟明. “优秀”西兰花对 N、P、K 养分需求效应的研究 [J]. 蔬菜, 2016, (2): 19-24.
- [10] 张淑侠, 吴旭银, 吴贺平, 等. 冀东地区越冬菠菜氮磷钾的吸收特性 [J]. 河北职业技术师范学院学报, 2003, 17 (3): 1-4.
- [11] 黄绍文, 王玉军, 金继运, 等. 我国主要菜区土壤盐分、酸碱性和肥力状况 [J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17 (4): 906-918.
- [12] 诸海涛, 李建勇, 朱恩, 等. 水肥一体化条件下设施黄瓜的氮磷钾吸收分配规律研究 [J]. 上海农业学报, 2017, 33 (1): 74-78.
- [13] 肖纪珍, 任凤兰, 热沙来提. 番茄对氮磷钾的吸收规律及肥料施用效应 [J]. 新疆农业科学, 1990, (3): 114-116.
- [14] 董洁. 不同施肥处理对大棚番茄养分吸收影响的研究 [D]. 西安: 西北农林科技大学, 2009.
- [15] 曹树钦, 叶丽娟, 陈仓寿. 土壤肥力监测与培肥 [J]. 中国农业大学学报, 1996, (1): 61-66.
- [16] 赵明, 蔡葵, 王文娇, 等. 有机化肥配施对番茄产量和品质的影响 [J]. 山东农业科学, 2009, 41 (12): 90-93.
- [17] 赵征宇, 孙永红, 赵明, 等. 有机无机肥配施对土壤氮素转化和番茄产量品质的影响 [J]. 华北农学报, 2013, 28 (1): 208-212.

Investigation and analysis of greenhouse vegetable fertilization in Tianjin and Hebei province

ZHANG Huai-zhi, TANG Ji-wei, YUAN Shuo, HUANG Shao-wen* (Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: In order to determine the status and the main problems of fertilizer application such as inputs of organic manure and chemical fertilizer, vegetable yield, etc. in greenhouse vegetable production, 156 farmer's greenhouses (greenhouse with wall, $n = 139$; greenhouse without wall, $n = 17$) were randomly picked out from seven counties, where the sown area of greenhouse vegetable in each county was more than 6 000 hm^2 in Tianjin and Hebei province. The investigation showed that excessive fertilization was found in most greenhouses, and the inputs of N, P_2O_5 and K_2O were respectively 2.5, 10.4 and 2.5 times higher than those recommended amounts for greenhouse vegetable production in the survey area. The proportion of P_2O_5 in the total amount of fertilizers (organic manure + chemical fertilizers), organic manure and basal chemical fertilizers were all obviously too high, in which the N: P_2O_5 : K_2O ratio was respectively 1:1.05:1.09, 1:1.50:1.10 and 1:1.38:0.92. The proportion of basal chemical fertilizer (sum of N, P_2O_5 and K_2O) in the total chemical fertilizer consumed (basal-dressing and top-dressing) was up to 36.3%, indicating the rate of basal chemical fertilizer was obviously excessive. The principal recommendations were also presented in this paper that the total inputs of N, P_2O_5 and K_2O should be reduced, the ratio of N, P_2O_5 and K_2O and the basal-dressing ratio of chemical fertilizers should be optimized, and the application strategy of P_2O_5 should be improved.

Key words: greenhouse vegetable; fertilization investigation; Hebei; Tianjin