

李传哲,马洪波,杨 苏,等.滴灌减量施肥对设施黄瓜生长发育、产量及品质的影响[J].江苏农业科学,2019,47(15):170-174.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.15.040

滴灌减量施肥对设施黄瓜生长发育、产量及品质的影响

李传哲¹,马洪波¹,杨 苏^{1,2},许仙菊¹,张永春¹

(1.江苏省农业科学院农业资源与环境研究所/农业农村部江苏耕地保育科学观测实验站,江苏南京 210014;

2.南京农业大学资源与环境科学学院,江苏南京 210095)

摘要:为了探讨滴灌条件下不同施肥处理对黄瓜生长发育、产量及品质的影响,以当地施肥量为参考,开展温室大棚滴灌施肥试验,设计 9 个肥料处理,分别为对照(滴灌不施肥,CK1)、常规畦灌施肥(CK2)、滴灌平衡施肥(NPK)、缺氮(PK)处理、缺磷(NK)处理、缺钾(NP)处理、滴灌施肥减量(-N20%、-P20%、-NP20%)处理。试验结果表明,(1)在肥料等量情况下,CK2 处理的黄瓜产量比 NPK 处理增加 6.7%,生物量和黄瓜品质高于 NPK 处理。(2)在滴灌缺素(PK、NK、PK)处理之间,黄瓜前期长势无显著性差异,缺氮处理黄瓜生物量、产量和品质最佳;(3)在肥料减施处理之间,-NP20%、-N20%、-P20%与 NPK 处理相比黄瓜分别增产 15.19%、10.95%、1.79%;-NP20% 黄瓜品质也显著高于其他处理。最后结合产投比,综合分析表明在各施肥处理中,以 -NP20%(滴灌氮磷各减 20%)处理效果更佳,研究结果可为该地区大棚蔬菜滴灌条件下合理施肥和区域减肥增效技术实施提供参考依据。

关键词:黄瓜;滴灌施肥;减肥增效;产量;品质;生长发育

中图分类号: S642.206;S642.207 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)15-0170-05

黄瓜是我国大部分地区设施栽培的主要蔬菜,属根敏感性作物,对养分和土壤环境要求较为严格^[1]。一些研究表明,在实际生产过程中人们为追求高产和较高的经济效益,仍沿袭肥高产量高的传统经验^[2],导致产量虽然有所增加,品质却不断下降,并且过量氮肥加剧了氮的损失,造成资源的浪费和农业生产成本的增加,对环境质量也构成了威胁。

肥料是影响黄瓜产量的重要因素,而黄瓜产量和品质的形成,依赖于生物量的累积以及分配过程,植株生长前期的状况以及生物量分配格局的调节是植株生长的关键过程,该过程受到多种资源供给胁迫的影响^[3],据报道,在多种粮食作物和经济作物中,滴灌施肥具有增产、提高肥料利用率和保护生态环境的作用^[4]。这项技术在西北干旱半干旱地区以及设施蔬菜大棚中应用较为广泛,在滴灌条件下,水肥精准施在作物根际附近,能够减少肥料的挥发、淋失。畦灌施肥是将肥料冲施到土壤当中,入畦流量、土壤入渗性能、微地形和坡度等都是影响畦灌施肥系统性能的重要技术要素,并且有些大水冲肥式的畦灌施肥会导致土壤养分不均,尤其设施蔬菜植株之间间隔较大,生产周期较短,导致很多养分并不能被植物所吸收利用,实际上这部分残留的肥料对作物仍是有效的,这也是导致肥料利用率较低的另一个重要原因^[5-6]。在常熟部分地区调查发现,当地部分农户在设施蔬菜生产过程中即使

应用滴灌技术,但并没有达到理想的增产效果,土壤酸化、土壤养分浓度过高,蔬菜硝酸盐含量高、品质变差等问题依然突出。

目前,关于各种肥料对黄瓜产量、品质的影响研究很多,但这些研究多集中在常规施肥以及不同水肥耦合效应对黄瓜产量、品质的影响,对多种施肥措施以及多种指标的研究尚不足,并且有些不能很好地解决实际生产过程中出现的问题,尤其在滴灌条件下,不同施肥措施以及减量施肥措施与实践结合鲜有报道。本研究采用灌溉施肥技术,通过研究不同施肥减施处理对温室黄瓜生长、产量和品质的影响,找出实际生产中的问题,探索并提出解决方法,以期为我国设施蔬菜水肥一体化科学应用和推广提供理论依据和数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验区位于江苏省常熟市,地处长江下游,亚热带季风气候,年平均气温 15.4℃;年均降水量 1 054 mm。土壤质地为潮土,土壤基本理化性质为 0~20 cm 耕作层土壤 pH 值 7.47、碱解氮含量 98.20 mg/kg、有效磷含量 50.77 mg/kg、速效钾含量 102.00 mg/kg、有机质含量 1.95%。其中供试肥料:硫酸钾型 45% 三元复合肥、尿素(N 含量 46%)、磷酸二铵(N 含量 18%、P₂O₅ 含量 46%)、硫酸钾(K₂O 含量 50%)、磷酸二氢钾(P₂O₅ 含量 52%、K₂O 含量 34%)。黄瓜品种为津优 1 号,由天津市黄瓜研究所选育。

1.2 试验设计

大棚试验于 2015 年 8 月至 2016 年 2 月进行。棚龄为 10 年,试验共设 9 个施肥处理,施肥量基于当地的畦灌施肥情况,各个处理的施肥量见表 1 所示,表中施肥量为基肥与后期

收稿日期:2018-04-25

基金项目:江苏省农业三新工程项目(编号: SXGC[2014]293)。

作者简介:李传哲(1990—),男,山东郓城人,硕士研究生,主要从事农业资源利用方面研究。E-mail:1171458217@qq.com。

通信作者:张永春,博士,研究员,从事土壤质量管理和作物营养等研究。E-mail:yczhang66@sina.com。

追肥总量。每个处理重复 3 次。采用比例施肥泵进行滴灌施肥。施肥分 5 个时期进行:黄瓜移栽前进行基肥,占整个生育期施肥量的 40%;开始挂果开花后进行第 1 次追肥;以后每半个月进行 1 次追肥,具体施肥次数也可根据黄瓜生长情况进行调整。基肥一次性施入,追肥除 CK2 外,均在滴灌条件下进行,本研究中肥料减施 20% 为全生育量肥料减少 20%,基肥与追肥同时减量 20%,土壤含水量保持在 60%~70%。

试验小区采用当地典型的沟垄覆膜方式,常规畦灌处理除外,种植垄宽 180 cm,高 15 cm,长 42 m,面积 76 m²,垄顶做成平顶,每小区 1 垄,每垄种植 2 行黄瓜,垄间距 60 cm。总共设置 8 垄随机排列,为了便于管理,每垄平均三等分,即为 3 个重复,面积为 25 m²。常规畦灌施肥按照当地习惯,种植模

式与其他施肥处理一致,其他管理措施按当地农民习惯,为消除小区之间水肥相互影响,不同小区之间用厚塑料布埋入 1 m 深土层,进行隔离处理。

黄瓜种植时间为 8 月中旬,8 月底进行黄瓜移栽,移栽前需要对水肥一体化管道提前进行铺设,管道材质为塑胶管道,分管道为滴灌专用管道,两分管道之间距离为 60 cm,铺设完成后覆盖薄膜,除常规畦灌施肥处理外,在每个大区安装 1 台比例施肥泵。黄瓜苗在 2~3 叶时移栽,移栽时,黄瓜株距 45 cm,行距 80 cm,每畦种植 2 行,在试验示范过程中设置不施肥的空白处理、常规的畦灌处理,并随时根据作物的生长状况,调节灌水施肥的量和时机。黄瓜整个生育期可达 4~5 个月。

表 1 试验各个处理施肥情况

处理	肥料种类及用量 (kg/hm ²)	施肥水平 (kg/hm ²)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK1		0	0	0
CK2	复合肥 900 + 尿素 245	337.5	225.0	225.0
PK	磷酸二氢钾 260 + 硫酸钾 93	0	225.0	225.0
NK	尿素 440 + 硫酸钾 270	337.5	0	225.0
NP	尿素 325 + 磷酸二铵 294	337.5	225.0	0
NPK	尿素 325 + 磷酸二铵 294 + 硫酸钾 270	337.5	225.0	225.0
-N20%	尿素 237 + 磷酸二铵 294 + 硫酸钾 270	270.0	225.0	225.0
-P20%	尿素 348 + 磷酸二铵 235 + 硫酸钾 270	337.5	180.0	225.0
-NP20%	尿素 261 + 磷酸二铵 235 + 硫酸钾 270	270.0	180.0	225.0

注:CK1 为滴灌不施肥;CK2 为常规畦灌施肥;NPK 为滴灌平衡施肥;PK、NK、NP 分别为缺氧、缺磷、缺钾处理;-N20%、-P20%、-NP20% 均为滴灌施肥减量处理。

1.3 采样与分析

在黄瓜移栽 30 d(伸蔓期)和移栽 50 d(坐果期)测黄瓜株高、茎粗和最大叶面宽,选择每垄长势一致的 6 株植株做标记并进行测定。株高和最大叶面宽用直尺测量,茎粗用游标卡尺测量,测定干物质时为破坏性取样,包括地下、地上 2 个部分。测定干物质之前,先称质量并把部分鲜样放入烘箱 105 ℃杀青 0.5 h,后调恒温 75 ℃烘至恒量,称质量^[7]。对整个生育期各个处理黄瓜产量进行累计测产。在盛瓜期测定黄瓜果实中的硝酸盐、维生素 C 及可溶性总糖含量,其中硝酸盐和维生素 C 含量均采用紫外分光光度计法,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法^[8]。黄瓜植株全氮含量测定采用凯氏定氮法、全磷含量测定采用钼锑抗吸光光度法、全钾含量测定采用火焰光度计法^[9-11]。土壤含水率用 SK-100 土壤水

分测试仪监测。

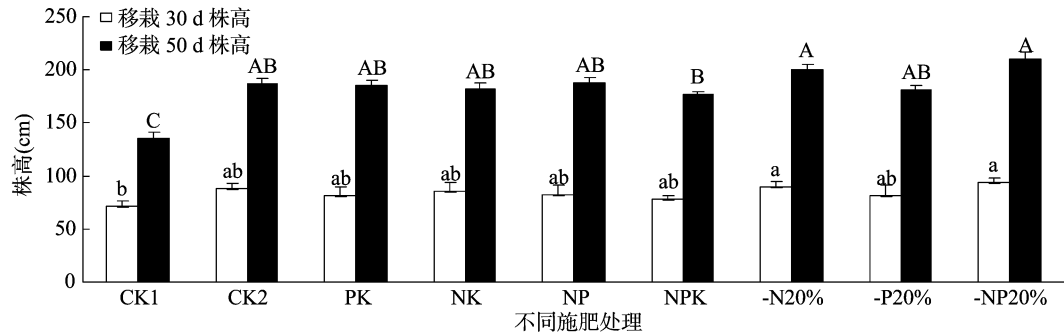
1.4 数据处理

采用 Excel 2007 进行数据处理,Origin 8 软件进行绘图,并使用 SPSS 22.0 统计分析软件进行方差分析,采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较(α=0.05)。

2 结果与分析

2.1 滴灌施肥对黄瓜生长前期株高的影响

由图 1 可知,随着植株的生长,各施肥处理黄瓜的株高都在增加,不施肥处理黄瓜长势最差,CK2 与 NPK 处理之间黄瓜株高无显著性差异,滴灌缺素(PK、NK、NP)处理之间黄瓜株高相对一致,处理之间无显著性差异,在肥料减施(NPK、-N20%、-P20%、-NP20%)处理之间,黄瓜株高排序为



图中不同小写字母表示移栽 30 d 不同处理间差异显著 (P<0.05); 不同大写字母表示移栽 50 d 不同处理间差异显著 (P<0.05)。下图同
图1 不同施肥处理对黄瓜生长前期株高的影响

- NP20% 处理 > - N20% 处理 > - P20% 处理 > NPK 处理, 其中 - NP20% 处理与其他施肥处理相比长势最好, NPK 处理黄瓜长势最差。

2.2 滴灌施肥对黄瓜生长前期茎粗和最大叶面宽的影响

由图 2 结果发现, 黄瓜移栽 30 d 后, 空白处理黄瓜茎的粗度最大达到 0.43 cm, 比 NPK 处理高 44.3%; 在等量施肥条件下黄瓜茎粗 CK2 处理 > NPK 处理, 在滴灌缺素处理中 PK 处理黄瓜茎粗高于其他处理; 在肥料减施 (NPK、- N20%、- P20%、- NP20%) 条件下, 黄瓜茎粗大小依次为 - NP20% 处理 > - N20% 处理 > - P20% 处理 > NPK 处理, 其中 - NP20% 处理的黄瓜茎的粗度最大, NPK 处理的黄瓜茎最细。

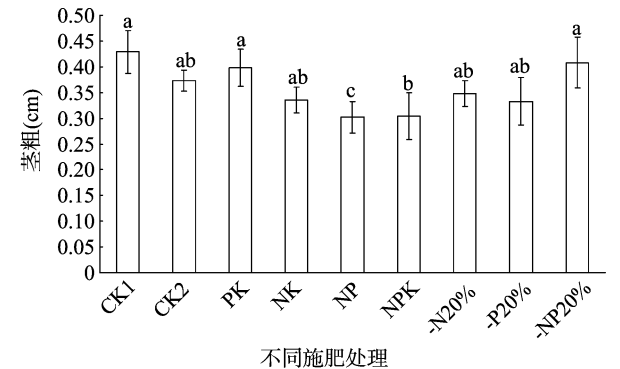


图2 不同施肥处理对黄瓜前期茎粗的影响

图 3 是在黄瓜移栽 50 d 即在黄瓜坐果期对黄瓜最大叶面宽进行测量, 结果显示, 在肥料等施情况下, CK2 处理与 NPK 处理黄瓜叶面宽长势一致, 无显著性差异; 滴灌缺素处理也无显著性差异; 在肥料减施 (NPK、- N20%、- P20%、- NP20%) 处理之间, - NP20% 处理黄瓜叶面宽最大, 其次是 - N20% 处理, NPK 处理叶面宽最小, - NP20% 处理比 NPK 处理显著高出 48.1%。

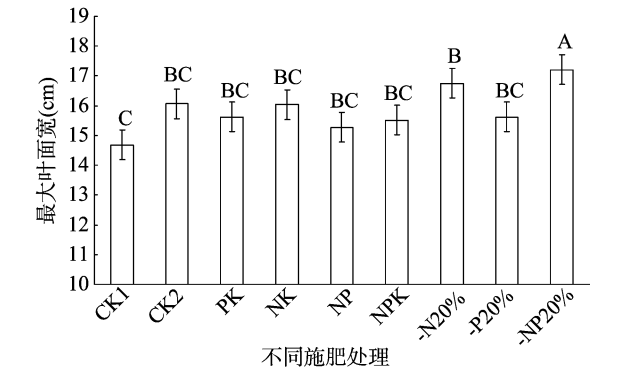


图3 不同施肥处理对黄瓜前期最大叶面宽的影响

2.3 滴灌施肥对黄瓜生长前期生物量的影响

由表 2 可知, 在肥料等量情况下, 黄瓜地上部生物量和地下部生物量均是 CK2 处理 > NPK 处理, 且地下部生物量二者之间存在显著性差异; 在滴灌缺素处理之间, PK 处理无论是地上部还是地下部生物量是最高的; 肥料减施 (NPK、- N20%、- P20%、- NP20%) 处理下, 黄瓜地上部和地下部生物量都表现为 - NP20% 处理 > - N20% 处理 > - P20% 处理 > NPK 处理, 其中 - NP20% 处理比 NPK 处理地上部生物

表 2 不同施肥处理对黄瓜生长前期生物量的影响

处理	地上部生物量 (g/3 株)	地下部生物量 (g/3 株)
CK1	40.1 ± 3.4bc	1.1 ± 0.3abc
CK2	53.8 ± 5.2ab	1.7 ± 0.3a
PK	48.8 ± 6.5b	1.3 ± 0.4abc
NK	40.9 ± 2.7bc	1.0 ± 0.6bc
NP	34.5 ± 4.5c	0.9 ± 0.3c
NPK	38.3 ± 8.4bc	0.8 ± 0.2c
- N20%	50.7 ± 3.0ab	1.6 ± 0.7ab
- P20%	39.5 ± 2.6bc	1.1 ± 0.1bc
- NP20%	58.1 ± 6.9a	1.6 ± 0.5a

注: 同列数据后不同小写字母代表处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。表 3 同。

量显著高 51.7%, 地下部生物量显著高出 1 倍。

2.4 滴灌施肥对黄瓜产量的影响

由图 4 可知, 在肥料等量情况下, NPK 处理与 CK2 处理相比黄瓜产量存在差异但不显著, CK2 处理的黄瓜产量比 NPK 处理高 6.7%。CK1 处理的黄瓜产量显著低于其他施肥处理。滴灌缺素 (PK、NK、NP) 处理之间黄瓜产量存在差异, 但不显著, 以 PK 处理黄瓜产量最高, 滴灌缺素 3 个处理的黄瓜产量都显著高于 CK1 处理; 在肥料减施 (NPK、- N20%、- P20%、- NP20%) 处理中黄瓜产量的大小依次为 - NP20% 处理 > - N20% 处理 > - P20% 处理 > NPK 处理, - NP20%、- N20%、- P20% 处理与 NPK 处理相比黄瓜分别增产 15.19%、10.95%、1.79%, 可见 - NP20% 处理黄瓜的产量最高, 这可以说明滴灌施肥条件下通过减少肥料的施用同样可以达到增产的目的。通过对黄瓜产量的统计, 结果显示 - NP20% 处理比 NPK 处理显著增产 15% 以上。从试验处理 CK1、PK、NPK、- N20% 来看, 不施氮肥或者氮肥施入过多都不利于黄瓜的产量, 当施肥达到一定程度时, 继续提高施肥量, 黄瓜的产量反而呈现下降的趋势。

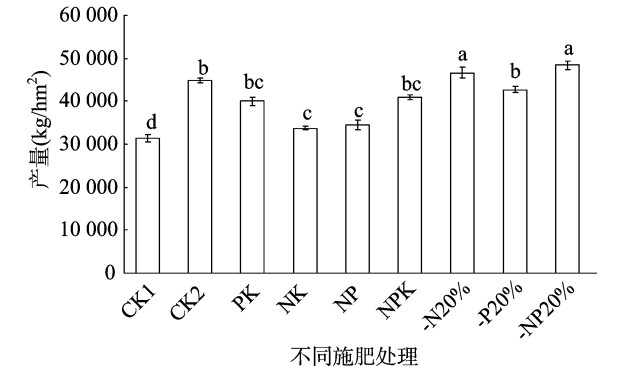


图4 不同施肥处理对黄瓜产量的影响

2.5 滴灌施肥对黄瓜品质的影响

从表 3 可以看出, 空白处理 CK1 的黄瓜硝酸盐含量最低, 从处理 (CK1、PK、- N20%、NPK) 可以看出, 硝酸盐含量呈上升趋势, NPK 处理的维生素 C 含量低于其他施肥处理。不施肥可使黄瓜可溶性蛋白含量显著下降, 但对可溶性总糖含量影响较小。在相同施肥条件下, NPK 处理的黄瓜硝酸盐含量比 CK2 显著高出 19.9%, 维生素 C 含量比 CK2 显著低

22.7%,可溶性蛋白含量显著低于 CK2($P<0.05$)。在肥料减施(NPK、-N20%、-P20%、-NP20%)处理中黄瓜硝酸盐含量的大小顺序为 NPK 处理 > -P20% 处理 > -N20% 处理 > -NP20% 处理,其中 -NP20% 比 NPK 处理的黄瓜硝酸

盐含量显著低 34.3%。在肥料减施处理中,-NP20% 处理的维生素 C 含量、可溶性糖含量和蛋白质含量均最高,NPK 处理的均最低,其中 -NP20% 处理维生素 C 含量比 NPK 处理显著高出 58.8%。

表 3 不同施肥处理对黄瓜品质的影响

处理	硝酸盐含量 (mg/kg)	维生素 C 含量 (mg/100g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	可溶性总糖含量 (%)
CK1	140.8±0.5g	43.5±0.2b	1.05±0.13e	0.45±0.04ab
CK2	230.4±4.1b	40.5±0.4c	1.51±0.08b	0.38±0.02bc
PK	171.0±2.6f	47.2±1.1ab	1.26±0.15c	0.46±0.08ab
NK	215.3±4.3c	45.3±0.2ab	1.21±0.07d	0.36±0.07c
NP	230.5±2.2bc	36.5±0.6cd	1.19±0.22d	0.35±0.03c
NPK	276.3±2.5a	31.3±0.7d	1.25±0.09c	0.38±0.07bc
-N20%	186.5±1.5e	48.5±0.3a	1.75±0.11ab	0.49±0.15a
-P20%	257.4±2.7b	35.6±0.8cd	1.31±0.14bc	0.41±0.03b
-NP20%	181.4±2.7e	49.7±0.5a	1.82±0.05a	0.52±0.12a

2.6 经济效益分析

以空白处理(CK1)、常规畦灌施肥(CK2)、-NP20% 处理 3 个处理为例,从投入方面来说,空白处理的成本投入最少,节省了肥料和施肥用工的资金投入,-NP20% 处理因在滴灌条件下进行,在投入方面增加了电费和设备的投入,但节省了肥料的投入,常规施肥所用的肥料为硫酸钾型复合肥,价格为 4 400 元/t,而水肥一体化施用的肥料为尿素、磷酸二铵、

硫酸钾和微量元素叶面肥料,肥料节省了 2 700 元/hm²。水肥一体化中的比例施肥器价格在 400~1 400 元不等,以色列泰丰(TEFEN)比例施肥器价格在 1 400 元左右,价格昂贵,但施肥精确。滴灌施肥带每 100 m 是 50 元,价格相对低廉,可使用 3~5 年^[12-13]。水源来自当地低压水管自来水。表 4 是一季黄瓜的净产值,从长远来看滴灌施肥的经济效益显著高于常规施肥。

表 4 施肥减量对黄瓜经济效益的影响

处理	产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	成本核算(元/hm ²)			净产值 (元/hm ²)	较 CK 增值 (元/hm ²)	产投比
			肥料投入	其他成本	合计			
CK1	31 500	63 000	0	8 550	8 550	54 450	0	6.4
CK2	45 000	90 000	7 200	10 275	17 475	72 525	18 075	4.2
-NP20%	49 500	99 000	4 500	19 305	23 805	75 195	20 745	3.2

注:黄瓜 2 元/kg。

3 讨论

本研究是在前人研究与当地施肥量状况基础上,结合黄瓜实际生产过程中出现的问题和滴灌施肥肥料利用率高的特点,以黄瓜前期生长状况、产量、品质以及产投比入手,对滴灌施肥技术参数进行评价,探索得出滴灌施肥减量 20% 的可行性。

本试验结果表明,在设施大棚滴灌缺素(PK、NK、NP)处理中,氮磷钾缺乏对黄瓜生长前期的性状与 NPK 相比总体无显著性差异,并对黄瓜地上部生物量和地下部生物量影响也较小,根据黄瓜养分需求规律,黄瓜在生长前期对氮磷的需求较低,钾较高^[14-15],结合黄瓜种植前的土壤养分含量,本试验施用的基肥占到总施肥量的 60%,综合可以说明由于土壤本身养分含量较高,黄瓜前期的养分供应充足所致。在肥料等量条件下,NPK 处理相比 CK2 处理黄瓜的长势较差,但 -NP20% 处理和 -N20% 处理的黄瓜长势要好于 NPK 处理,从肥料种类和用量得出,常规畦灌施肥的肥料为复合肥,肥效能够缓慢释放,但滴灌施用的肥料为速效肥料,肥效迅速集中释放可导致土壤养分浓度过高从而抑制黄瓜对养分和水分的吸收^[16]。通过减少肥料追施量,可以避免黄瓜根际养分浓度过高,对其生长的不利影响。

通过各个处理的产量分析比较,结果表明,依据当地习惯施肥量,CK2 处理比 NPK 处理黄瓜产量高,这与部分调查农户的黄瓜种植结果一致。常规畦灌施肥处理无论株高、叶面宽、茎粗以及生物量都高于 NPK 处理,这些条件都是影响黄瓜产量的重要因素,株高反映黄瓜的生长速度,叶面宽直接影响黄瓜的光合作用,黄瓜累积干物质质量的 90%~95% 都是通过叶片的光合作用合成的,茎粗和生物量是反映植株是否健壮的关键指标,较高的生长质量,才能为黄瓜高产打下基础^[17-20]。CK1 处理的黄瓜与其他施肥处理相比产量最低,说明在本试验较高的土壤养分条件下,肥料施用的必要性,CK1 处理的黄瓜前期生长状况较好,后期由于黄瓜结果需要大量的氮肥和磷肥,但土壤养分供应不足,从而不利于黄瓜产量的提高;滴灌缺素 3 个处理黄瓜产量都比 CK1 处理高,表明在滴灌条件下,增施氮磷钾中的任何一种养分均能提高黄瓜产量,PK 处理的黄瓜产量高于其他 2 个处理,从前期的生长状况来看,PK 处理长势好于其他 2 个处理^[21]。NP 处理黄瓜产量最差,根据黄瓜养分需求规律,黄瓜整个生育期,对钾肥需求最大,研究表明每生产 1 000 kg 黄瓜需要 K₂O 3.6~4.4 kg^[22],所以钾肥供应不足,对黄瓜产量影响较大。

在肥料减施处理之间,-NP20% 处理对黄瓜增产效果最为显著,其次为 -N20% 处理黄瓜产量,这与前期长势状况一

致。前期长势较好,后期产量越高,并且后期追肥减量 20% 处理,可以避免土壤养分浓度过高,对黄瓜根际养分和水分吸收的影响。与 -N20% 相比,-P20% 处理与滴灌 NPK 处理相比增产效果不大,其他的一些报道也表明,磷肥减量 10% ~ 20% 未显著降低设施大棚的黄瓜产量,这与土壤本身养分含量较高,以及磷肥的过量施用有关^[23-24]。-NP20% 是否是本试验的最佳施肥量有待进一步探索研究,但可以肯定的是 -NP20% 处理相较于 NPK 处理,能够显著增加黄瓜产量,增产 15% 以上,这于舜章等研究得出的水肥一体化技术条件下施肥低于常规施肥条件,仍然能够增加产量的结论^[25]类似。

在黄瓜盛果期,测定其品质指标,从 PK、-N20%、NPK 处理硝酸盐含量依次升高,说明黄瓜硝酸盐含量与施氮量有关,施氮量的多少直接影响着黄瓜硝酸盐含量。在各处理中 NPK 硝酸盐的含量最高,为 276.3 mg/kg,CK2 处理与 NPK 处理相比黄瓜整体品质更佳。在肥料减施处理(NPK、-N20%、-P20%、-NP20%)中,-NP20% 处理硝酸盐的含量显著低于 NPK,-NP20% 处理不仅在维生素 C 和可溶性蛋白含量方面表现优异,而且能使黄瓜有较高的可溶性糖含量,从而保证了黄瓜产生最佳的口感^[26]。说明合理科学的滴灌施肥技术相较于 NPK 处理能够显著改善黄瓜的品质。

4 结论

即使在土壤本身养分含量较高的条件下,不施肥或不施氮磷钾中任何一种养分虽然对黄瓜生长前期长势影响较小,但最终对黄瓜的产量、品质影响较大,不利于黄瓜增产和品质提高。

依据当地常规畦灌施肥用量,运用滴灌施肥技术,可导致土壤肥料集中快速释放,从而导致土壤养分浓度过高,反而不利于黄瓜的生长和产量、品质的提高,出现应用滴灌施肥条件下产量下降,品质变差的问题。

在当地常规畦灌施肥量的基础上,应用滴灌施肥技术,施肥减氮 20% 和氮磷各减 20% 更有利于黄瓜的生长和产量的提高。并且产量高于当地的常规畦灌施肥,品质也相较于常规畦灌施肥有所改善。-P20% 处理的黄瓜相较于 NPK 处理产量和品质并没有降低,也可为当地适当减少磷肥的用量作为参考。推荐施肥量为养分投入总量 N 含量 270 kg/hm² + P₂O₅ 含量 180 kg/hm² + K₂O 含量 225 kg/hm²,其中基肥占 60%,追肥占 40%。本研究也可为更科学的滴灌施肥技术推广提供理论依据。

参考文献:

- [1] 徐福利,梁银丽,张成娥,等. 施肥对日光温室黄瓜和土壤硝酸盐含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(1):68-72.
- [2] 徐坤范,李明玉,艾希珍. 氮对日光温室黄瓜呈味物质、硝酸盐含量及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(5):717-721.
- [3] 刘虎成,孙承菊,徐 坤. 水肥一体化对生姜根系活力及产量品质的影响[J]. 山东农业科学,2012,44(12):41-44.
- [4] 李传哲,许仙菊,马洪波,等. 水肥一体化技术提高水肥利用效率研究进展[J]. 江苏农业学报,2017,33(2):469-475.
- [5] 张艳玲,宋述尧,王 艳,等. 氮素营养对黄瓜生长发育及产量的

- 影响[J]. 吉林农业科学,2008,33(1):43-46.
- [6] 许俊香,徐秋明,倪小会,等. 包膜尿素对甜瓜产量、氮素吸收和氮肥利用率的影响[J]. 华北农学报,2009,24(3):215-218.
- [7] 高 波,杨振超,李万青,等. 3 种不同 LED 光质配比对芹菜生长和品质的影响[J]. 西北农业学报,2015,24(12):125-132.
- [8] 钟育均. 磷钼杂多酸光度法测定沙田柚中维生素 C[J]. 广东化工,2015,42(13):269,273.
- [9] 高菊生,黄 晶,董春华,等. 长期有机无机肥配施对水稻产量及土壤有效养分影响[J]. 土壤学报,2014,51(2):314-324.
- [10] 郑延海. 盐胁迫对不同冬小麦品种的影响及钾营养对其缓解机理研究[D]. 泰安:山东农业大学,2007.
- [11] 路永莉. 苹果园水肥一体化和钾肥肥效研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013:42-45.
- [12] 严程明,张江周,石伟琦,等. 滴灌施肥对菠萝产量、品质及经济效益的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(2):496-502.
- [13] Zotarelli L, Dukes M D, Scholberg J M S, et al. Tomato Nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by Nitrogen rate and irrigation scheduling[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(8):1247-1258.
- [14] 燕 飞,邹志荣,董 洁,等. 不同施肥处理对大棚黄瓜产量和品质的影响[J]. 西北农业学报,2009,18(5):272-275,289.
- [15] 方栋平,吴立峰,张富仓,等. 灌水量和滴灌施肥方式对温室黄瓜产量和养分吸收的影响[J]. 灌溉排水学报,2016,35(11):34-41.
- [16] 薛冯定. 大田棉花滴灌施肥水肥耦合效应研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013:21-27.
- [17] 刘守伟,于慧颖,吴凤芝. 不同蔬菜轮作栽培模式对黄瓜生理特性及产量的影响[J]. 东北农业大学学报,2009,40(8):28-31.
- [18] 武新岩,郭建华,方 正,等. SPAD 计在黄瓜氮素营养诊断中的应用效果[J]. 北方园艺,2010(11):13-16.
- [19] 张 辉,马洪波,朱德进,等. 不同施肥处理对油菜生物量累积、分配及养分吸收的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):1042-1048.
- [20] 刘升学. 有机基质配方与用量对袋培番茄产量和品质的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [21] 万述伟,张守才,赵 明,等. 豆粕有机肥与化肥配施对大棚春黄瓜产量品质和土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(31):188-193.
- [22] Svistoonoff S M, Audrey C, Matthieu R, et al. Root tip contact with low - phosphate media reprograms plant root architecture [J]. Nature Genetics, 2007, 39(6):792-796.
- [23] 张 辉,朱德进,黄 卉,等. 不同施肥处理对油菜产量及品质的影响[J]. 土壤,2012,44(6):966-971.
- [24] Ramniwas, Kaushik R A, Pareek S, et al. Effect of drip fertigation scheduling on fertilizer use efficiency, leaf nutrient status, yield and quality of 'shweta' guava (*Psidium guajava* L.) under meadow orcharding[J]. National Academy Science Letters - India, 2013, 36(5):483-488.
- [25] 于舜章,陈雨海,周勋波,等. 冬小麦期覆盖秸秆对夏玉米土壤水分动态变化及产量的影响[J]. 水土保持学报,2004,18(6):175-178.
- [26] 孟焕文,程智慧,陈燕君,等. 黄瓜新品种春季大棚栽培评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(12):106-114.