

窦超银, 孟维忠. 结果期滴灌施肥频率对黄瓜生长和产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(7): 139–141.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.033

结果期滴灌施肥频率对黄瓜生长和产量的影响

窦超银^{1,2}, 孟维忠¹

(1. 扬州大学水利与能源动力工程学院, 江苏扬州 225009; 2. 辽宁省水利水电科学研究院, 辽宁沈阳 110003)

摘要:以大棚黄瓜为对象,在结果期分别每隔 3、6、9、12、15 d 膜下滴灌施肥 1 次,共设置 5 种滴灌施肥频率,以传统沟灌为对照,研究不同滴灌施肥频率对黄瓜株高、茎粗、叶片数和产量的影响。结果表明,与传统沟灌相比,采用滴灌施肥有利于黄瓜的生长并获得高产;不同滴灌施肥频率条件下,各处理间茎粗、叶片数和产量有明显的变化趋势,但相互间差异不显著($P>0.05$);随滴灌施肥间隔时间的增加,植株相对越高大粗壮,叶片相对越多,当间隔时间超过 12 d 时,趋势相反,不利于作物的营养生长;滴灌施肥 3 d/次的产量相对最高,为 117.6 t/hm²,故大棚黄瓜结果期滴灌施肥频率以 3 d/次为宜。

关键词:黄瓜;滴灌;产量;施肥频率;结果期;沟灌

中图分类号: S642.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0139-03

随着微灌技术的快速发展和普及,滴灌技术在设施农业中得到越来越多的应用^[1]。在滴灌条件下,传统的单一施肥制度与现代灌溉技术已不相适应,水肥一体化技术的应用成为必然趋势,水肥一体化可根据作物生长过程中对水分和养分的需求实现适时适量供给,以保证作物在吸收水分的同时吸收养分^[2],而滴灌技术的管道化输配水、精确控制和均匀灌溉等均为水肥一体化的实现提供了条件。在水肥一体化技术应用中,合

理的施肥制度是其效果发挥的关键,为此,研究者们从肥料用量、肥料配比、肥料类型和施肥时间等不同角度^[3-8]开展了大量研究,为施肥制度的制定提供了依据。但是,在现阶段设施农业仍以分散经营为主的条件下,农户缺乏技术指导,往往沿袭传统的集中施肥方式,多将滴灌系统作为施肥工具,从而导致肥效低,且肥液浓度过高不利于作物的生长。因此,研究更为简单实用的施肥制度具有重要的现实意义。

以施肥频率为控制指标的施肥制度可实现对水肥的调控,发挥其技术优势。有研究表明,香蕉、一串红、草坪草分别每 3、8、10 d 施肥 1 次,其产量可明显提高,且方法简单易行,便于农户接受^[9-11]。本试验以辽宁地区种植的大棚黄瓜为研究对象,研究结果期不同施肥频率对黄瓜生长和产量的影

收稿日期:2016-09-28

基金项目:辽宁省科技攻关计划(编号:2015103030)。

作者简介:窦超银(1982—),男,江苏如皋人,博士,高级工程师,主要从事节水灌溉原理与技术研究。E-mail:chydou@163.com。

状的影响[J]. 中南林业学院学报,2003,23(2):62-65.

[7] Chen G Y, Yong Z H, Liao Y, et al. Photosynthetic acclimation in rice leaves to free-air CO₂ enrichment related to both ribulose-1,5-bisphosphate carboxylation limitation and ribulose-1,5-bisphosphate regeneration limitation[J]. Plant and Cell Physiology, 2005, 46(7): 1036-1045.

[8] 周玉梅, 韩士杰, 张军辉, 等. CO₂ 含量升高对水曲柳幼苗净光合与水分利用的影响[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(6): 29-31.

[9] Kikuzawa K, Lechowicz M J. Ecology of leaf longevity[M]. Springer Tokyo, 2011, 23-30.

[10] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*[J]. Plant Physiology, 1949, 24(1): 1.

[11] 石冰, 王开运, 邹春静, 等. 大气 CO₂ 浓度和温度升高对草本植物生长的影响[J]. 现代农业科技, 2008, (15): 15-16.

[12] Cruz J L, Alves A C, LeCain D R, et al. Effect of elevated CO₂ concentration and nitrate: ammonium ratios on gas exchange and growth of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)[J]. Plant and soil, 2014, 374(1-2): 33-43.

[13] 王晨光, 郝兴宇, 李红英, 等. CO₂ 浓度升高对大豆光合作用和叶绿素荧光的影响[J]. 核农学报, 2015, 29(8): 1583-1588.

[14] 王建林, 于贵瑞, 王伯伦, 等. 北方梗稻光合速率、气孔导度对光

强和 CO₂ 浓度的响应[J]. 植物生态学报, 2005, 29(1): 16-25.

[15] 欧英娟, 彭晓春, 董家华, 等. CO₂ 浓度升高对龙血树和春羽生长及光合生理的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(11): 2265-2272.

[16] 张朋, 张文会, 苗秀莲, 等. CO₂ 浓度倍增对大豆生长及光合作用的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 64-67.

[17] 胡晓雪, 杜维俊, 杨珍平. 大气 CO₂ 浓度和气温升高对野生大豆光合作用的影响[J]. 山西农业科学, 2015, 43(7): 798-801, 853.

[18] 梁建萍, 刘咏梅, 牛远. CO₂ 浓度升高对丁香光合生理特性的影响[J]. 山西农业科学, 2007, 35(7): 10-12.

[19] 杨克彬, 孟凡志, 郭先锋, 等. 日光温室冬季增施 CO₂ 对切花红掌光合作用及生长发育的影响[J]. 应用生态学报, 2017, 28(6): 1941-1947.

[20] 赵天宏, 史奕, 王春乙, 等. CO₂ 浓度和 O₃ 浓度倍增及其复合作用对大豆叶绿素含量的影响[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 117-120.

[21] 赵蕊, 王秀伟, 毛子军. 不同氮素浓度下 CO₂ 浓度、温度对蒙古栎幼苗叶绿素含量的影响[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 337-341.

[22] 赵国锦. 高浓度 CO₂ 对温室番茄光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2007(9): 79-81.

响,以确定该地区大棚黄瓜适宜的滴灌施肥制度,为设施农业滴灌水肥一体化技术的合理应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

本试验于 2015 年在辽宁省灌溉试验中心站的高标准日光温室中进行,试验站位于辽宁省沈阳市黄家乡,地理位置 $120^{\circ}30'44''$ E, $42^{\circ}08'59''$ N,海拔 47 m,为平原地带,属温带大陆性季风气候。供试土壤为黏壤土,容重为 1.33 g/cm^3 ,土壤饱和和体积含水率为 42.2%;土壤中等肥力偏下,速效钾、速效磷、碱解氮含量分别为 81.28、18.39、75.41 mg/kg,全氮含量为 1.11 g/kg ,有机质含量为 1.22%,土壤 pH 值为 7.09。

供试黄瓜品种为玛丽亚,种植前统一撒施腐熟的鸡粪 $120 \sim 150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 作为基肥;采用大垄双行种植,垄宽 1.5 m,垄长 7 m,垄台高 15 cm,定植株行距为 $0.45 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$,每垄种植黄瓜 16 株,两垄之间的距离为 1.5 m,定植时为保证黄瓜缓苗率,各处理统一灌水 25 mm;田间补水追肥采用膜下滴灌,定植前在垄中心铺设滴灌带,滴头间距 30 cm,滴头流量 1.38 L/h ;覆膜完成后,在滴灌带两侧水平距离 20 cm 处种植黄瓜。

1.2 试验设计

本试验于 2015 年秋至 2016 年 4 月 14 日至 6 月 25 日黄瓜结果期进行,以滴灌施肥频率为因素设置 5 个水平,分别为 3、6、9、12、15 d 滴灌施肥 1 次,即结果期滴灌追肥次数分别为 24、12、8、6、5 次,相应试验编号为 FI_1 、 FI_2 、 FI_3 、 FI_4 、 FI_5 ,以当地传统沟灌为对照 (CK);灌溉与施肥同步,各处理追肥量一致,硝酸钾、多肽复合肥、高磷高钙、氨基酸用量分别为 20、10、105、375 kg/hm²,灌水量也一致,单次灌溉水量以棚内直径为 20 mm 的蒸发皿实测蒸发量为依据,试验中其他田间管理参考当地经验做法进行操作。每个处理 3 个重复,共 18 个试验小区,每个小区由相邻的 5 条垄构成,面积 52.5 m^2 ,采用随机分布方式布置。

单次灌溉水量计算公式为

$$W = \alpha \cdot f \cdot EP。$$

式中:W 为单次灌溉水量,mm;EP 为大棚 1 次灌溉周期内累计蒸发量,mm/d; f 为灌溉周期,即灌溉间隔时间,d; α 为作物系数,根据试验站 2014 年基于蒸发皿灌溉试验结果, α 取值为 25%。

1.3 测定指标与方法

每天 08:00 测量棚内蒸发皿的蒸发量,灌溉水量由小区单独控制的水表获得;黄瓜打顶前(结果后期),每试验小区随机选 5 株,分别采用钢尺、游标卡尺测定株高、茎粗,调查叶片数;每隔 1~2 d 采果 1 次,用天平称量整个试验小区的黄瓜质量,累计得黄瓜产量。

1.4 数据统计与分析

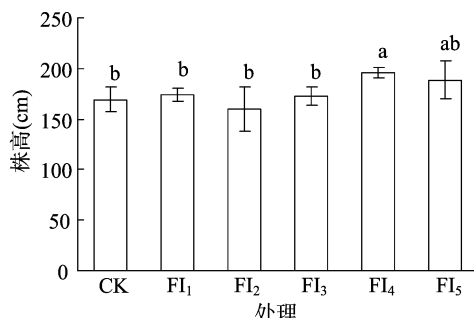
采用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理,采用 SPSS 20.0 软件进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同滴灌施肥频率对黄瓜株高的影响

由图 1 可见,不同处理黄瓜株高在 160~196 cm 之间;随

滴灌施肥频率的减小,株高有先减小后增加后又减小的趋势; FI_4 处理的植株相对最高,株高为 195.7 cm, FI_2 处理的株高较 FI_4 处理矮 18.4%;常规灌溉 CK 处理的株高为 169.0 cm,介于 FI_2 和 FI_3 处理之间;方差分析表明, FI_4 处理的株高显著高于滴灌施肥频率大于 FI_4 的处理及 CK 处理 ($P < 0.05$);除 FI_4 处理外,其他处理之间株高差异不显著 ($P > 0.05$)。因此,滴灌施肥 12 d 1 次较有利于植株的生长。



不同处理间标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。图2、图3、图5同

图1 不同滴灌施肥频率对黄瓜株高的影响

2.2 不同滴灌施肥频率对黄瓜茎粗的影响

由图 2 可见,随滴灌施肥频率的降低,茎粗整体呈先增加后减小的趋势;在滴灌施肥处理中, FI_2 处理的植株茎秆相对较粗,约为 8.0 mm, FI_5 处理的茎粗相对最小,为 7.2 mm,较 FI_2 处理小 10.0%;CK 处理的茎粗为 6.7 mm,明显低于各滴灌施肥处理,但相互间差异不显著 ($P > 0.05$)。方差分析表明,CK 处理和 FI_1 处理的标准差相对较大,植株粗细不均,其他处理方差较小,茎粗长势相对均匀,说明传统沟灌种植水肥的不均匀性会导致茎粗的均匀性相对较差,而滴灌施肥可提高茎粗及植株茎粗的均匀性,但滴灌施肥频率过高或过低均不利于形成粗壮株型,且高频滴灌施肥易导致植株个体的差异增大。

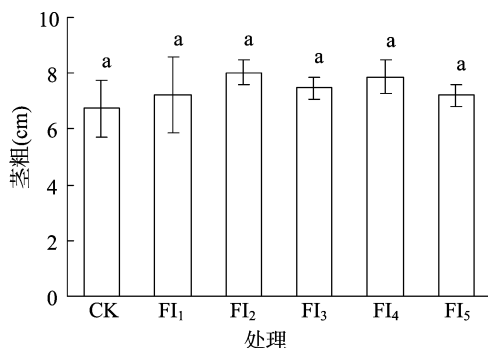


图2 不同滴灌施肥频率对黄瓜茎粗的影响

2.3 不同滴灌施肥频率对黄瓜叶片数的影响

由图 3 可见,滴灌施肥处理中,随滴灌施肥频率的降低,叶片数整体呈先减少后增多又减少的趋势,从 FI_1 处理的平均 19 张叶片增加到 FI_4 处理的 21 张叶片,后又降到 FI_5 处理的 20 张叶片;CK 处理的叶片数相对最少,仅为 17 张叶片;方差分析表明,滴灌施肥各处理间的叶片数差异不显著 ($P > 0.05$), FI_1 、 FI_4 、 FI_5 处理的叶片数显著多于 CK 处理 ($P < 0.05$),即滴灌施肥有利于黄瓜叶片数的增加,在一定范围内,施肥频率越小,越有利于叶片的发生。

2.4 不同滴灌施肥频率对黄瓜产量的影响

由图 4 可见,黄瓜自 2016 年 4 月 15 日开始采摘,直到 7 月 21 日结束,整个采摘期共采摘 44 次;不同滴灌施肥处理的产量变化趋势基本相近,前期产量相对较低,4 月末至 6 月末是盛果期,产量主要在这一时期形成,6 月下旬后产量急剧减少,直到 7 月 21 日拔园;FI₁、FI₂ 处理的前期产量高于其他处理,到 6 月中旬后,FI₃、FI₄、FI₅ 处理的单次采摘量相对较高,CK 处理的单次采摘量始终处于中间水平,即适当的高频滴灌施肥有利于早期产量的形成,滴灌施肥间隔时间的增加将

延缓果实的成熟。由图 5 可见,全生育期各处理产量由高到低为 FI₁ > FI₂ > FI₄ > FI₃ > CK > FI₅,FI₁ 处理的黄瓜产量相对最高,累计达到 117.6 t/hm²,滴灌施肥处理间的黄瓜产量差异不显著($P>0.05$),但 FI₁ 处理的平均产量仍高出 FI₅ 处理 12.0%;CK 处理产量显著低于 FI₁ 处理($P<0.05$),与其他处理之间差异不显著($P>0.05$),说明与传统沟灌相比,滴灌水肥一体化具有一定的增产效果,而高频滴灌施肥有利于获得高产,滴灌追肥间隔时间过长则不利于产量的形成,甚至产量会低于传统灌溉施肥方式。

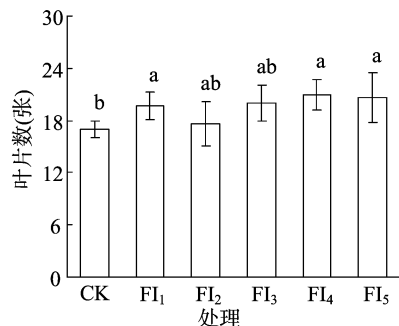


图3 不同滴灌施肥频率对黄瓜叶片数的影响

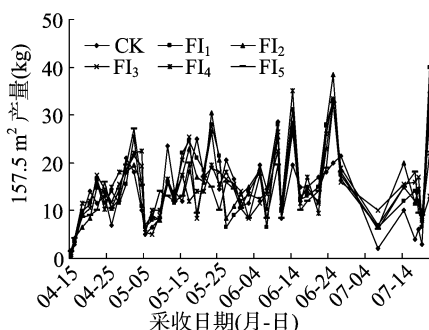


图4 不同滴灌施肥频率对黄瓜单次采收量的影响

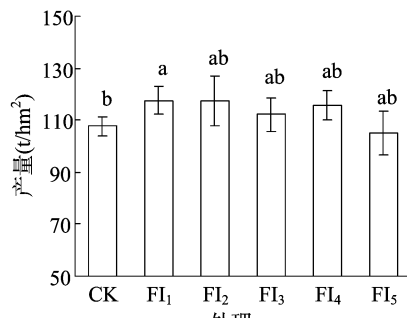


图5 不同滴灌施肥频率对黄瓜产量的影响

3 结论与讨论

滴灌水肥一体化技术的应用实现了施肥和灌溉的同步进行,高频施肥即高频灌溉,在灌溉水量一定的条件下,每次灌溉水量较少,水肥主要分布在浅层土壤中,有利于浅根系作物的生长,陈平等研究表明,2 d 施肥 1 次可导致草的徒长^[11];而对根系较深的作物,频率过高则不利于作物对水肥的吸收,同时,表层土壤含水量长期保持在较高水平可能降低土壤的透气性,阻碍植株生长^[12]。当灌溉频率较低时,单次灌溉量相对较多,灌溉周期长,一方面易引起土壤含水量的剧烈变化^[13],另一方面部分水肥分布在根系层以下,水肥利用率下降,对植株生长不利^[14]。因此,施肥频率过高或过低均不利于植株的生长^[10,12-14]。产量的形成取决于植株的生殖生长,而营养生长和生殖生长之间往往具有良好的一致性,但有研究表明,作物在良好的水肥条件下容易徒长,反而不利于作物产量的形成^[11]。何华等研究发现,灌溉深度增加会导致根冠比降低,而灌溉深度浅又会消耗大量用于植冠的同化产物,影响干物质的高效分配,只有适宜的水肥分布才能协调根冠生长,最终达到较高的产量和资源利用效率^[15]。本研究中,间隔 12 d 1 次进行滴灌施肥的黄瓜长势相对最好,但并没有获得最高产量,说明该滴灌施肥频率易造成植株徒长,而间隔 3 d 1 次进行滴灌施肥虽然影响了作物的营养生长,但与低频滴灌施肥处理相比养分仍保留在土壤中,在水肥共同作用下更好地用于生殖生长,并获得相对最高的产量。因此,在大棚黄瓜结果期每隔 3 d 滴灌施肥 1 次可有效控制黄瓜的无效生长,有利于产量形成,建议大棚黄瓜结果期滴灌施肥频率以 3 d 1 次为宜。

参考文献:

[1] Baryosef B. Advances in fertigation[J]. Advances in Agronomy, 1999, 65(C): 1-77.

[2] 关新元,尹飞虎,陈云. 滴灌随水施肥技术综述[J]. 新疆农垦科技, 2002(3): 43-44.

[3] 王克武,肖艳,贾小红,等. 滴灌施肥条件下番茄施氮量的确定[J]. 中国蔬菜, 2005(增刊1): 67-69.

[4] 乔红霞,汪羞德,朱爱凤,等. 樱桃番茄滴灌专用肥配方选择及吸肥规律[J]. 上海农业学报, 2003, 19(3): 80-82.

[5] 杨建国,马晓红,李淑玲,等. 滴灌条件下日光温室番茄平衡施肥研究[J]. 宁夏农林科技, 2006(1): 13-14.

[6] 王军,关新元,李永生,等. 不同类型滴灌专用肥对棉花根系生长及产量的调节[J]. 中国土壤与肥料, 2013(3): 53-57.

[7] Hanson B R, Simunek J, Hopmans J W. Evaluation of urea-ammonium-nitrate fertigation with drip irrigation using numerical modeling[J]. Agricultural Water Management, 2006, 86(1/2): 102-113.

[8] Li J S, Zhang J J, Rao M J. Wetting patterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source[J]. Agricultural Water Management, 2004, 67(2): 89-104.

[9] 余赞,张涛,韦思智,等. 花芽分化期滴灌施肥频率对香蕉生长及产量构成的影响[J]. 节水灌溉, 2014(10): 22-25.

[10] 杨美燕,杨秀珍. 营养液浓度和施肥频率对无土栽培一串红生长及开花的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 181-184.

[11] 陈平,董金旭,郑旋杰. 施肥频率对夏季粤选 1 号匍匐剪股颖果岭草生长影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(3): 285-288.

[12] 隋娟,龚时宏,王建东,等. 滴灌灌水频率对土壤水热分布和夏玉米产量的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(4): 148-152.

[13] 郭琛,祁通,侯振安,等. 滴灌条件下灌溉量和频率对杂交棉生长和产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(9): 1872-1877.

[14] 栗岩峰,李久生,饶敏杰. 滴灌系统运行方式施肥频率对番茄产量与根系分布的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(7): 1419-1427.

[15] 何华,康绍忠. 灌溉施肥深度对玉米同化物分配和水分利用效率的影响[J]. 植物生态学报, 2002, 26(4): 454-458.