文章编号: 1672-3031(2009) 03-0222-05

滴灌带埋深对田间土壤水氮分布及春玉米产量的影响

李　蓓, 李久生
(中国水利水电科学研究院 水利研究所, 北京　100048)

摘要: 地下滴灌是在滴灌技术日益完善的基础上发展而成的一种新型高效节水灌溉技术。本文以春玉米为研究对象, 在一种砂壤土上使用压差式施肥罐和比例施肥泵两种施肥装置, 研究了 3 种滴灌带埋深(0cm, 15cm, 30cm) 对田间土壤水氮分布及作物生长的影响。田间春玉米滴灌小区试验的结果表明: 滴灌带埋深影响田间土壤垂直剖面中水氮的分布状态; 在本试验条件下, 经过多次滴灌后, 0cm 埋深处理的地表滴灌其土壤剖面下部 70cm 以下土层的土壤含水量和 NO_3^--N 含量均高于 15cm 和 30cm 埋深处理的地下滴灌; 15cm 和 30cm 埋深处理的地下滴灌其春玉米籽粒和鲜穗产量均显著高于 0cm 埋深处理的地表滴灌, 以 T 区为例, 15cm 和 30cm 埋深处理的籽粒产量比 0cm 埋深处理的地表滴灌分别提高 10. 1% 和 11. 6%, 鲜穗产量分别提高 5. 6% 和 6. 6%。

关键词: 滴灌; 埋深水氮分布; 玉米; 产量
中图分类号: S275. 6　　文献标识码: A

1　研究背景

地下滴灌(Subsurface Drip Irrigation, 简称 SDI 技术) 是微灌技术的一种, 是在滴灌技术(Drip Irrigation, 简称 DI 技术) 日益完善的基础上发展而成的一种新型高效节水灌溉技术。它是通过地埋毛管上的灌水器把水或水肥的混合液缓慢出流渗入到作物根区土壤中, 再借助毛细管作用或重力作用将水分扩散到根系层供作物吸收利用的一种灌水方法。SDI 技术具有显著的节水、节能、省工、增产、提高农产品品质以及改善土壤环境等优点[1-3], 因此被公认是具有发展前途的高效节水灌溉技术之一。目前, 世界范围的SDI 技术水平与其它灌溉技术相比, 尚处于初级阶段, 对 SDI 的研究大多是基于地面滴灌的认识水平。我国 SDI 的设计主要参照《微灌工程技术规范》, 设计理论不能满足实践要求。因此, 需进一步对 SDI 系统的特殊性和复杂性加以研究以克服其缺点, 充分发挥其诸多优势, 为 SDI 的设计、运行及管理提供合理的理论依据。滴灌系统中滴灌带的布置与灌水方式影响上层土壤的理化特性及透水性能[4], 这不仅影响土壤水分、养分分布及作物根系对其吸收, 而且影响滴灌系统的投资和效益的发挥[5-6]。因此针对不同的土壤质地开展地下滴灌带埋深方面的试验, 优化出不同的土壤质地条件下适宜作物生长的滴灌带布置埋深, 对于推动我国节水灌溉的发展有着十分重要的意义。“一旱二薄” 是制约干旱和半干旱地区农业发展的关键因素, 研究滴灌施肥条件下不同滴灌带埋深对玉米生长的影响具有重要的现实意义。本文通过 2007 年春玉米田间滴灌小区试验, 在一种砂壤土上开展滴灌带埋深处理对土壤水氮分布及作物产量影响的探索性研究, 旨在揭示滴灌带埋深对田间土壤的水氮分布及作物产量的影响, 从而为滴灌系统的优化设计与运行管理提供参考依据。

2　春玉米滴灌小区试验

2. 1　材料与方法

2. 1. 1　试验设计与田间布置　春玉米田间滴灌小区试验于 2007 年在国家节水灌溉工程技术研究中心大兴试验研究基地进行。根据国际制土壤质地分类标准, 0~ 100cm 深度土壤为砂质壤土, 砂粒、粉粒和

收稿日期: 2009-04-08
作者简介: 李蓓(1970-) , 女, 湖北广水人, 工程师, 博士生, 主要从事节水灌溉理论与技术研究。E-mail: libei@ iwhr. com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

黏粒含量分别为68.23%、31.73%和0.04%，平均干容重为1.47g/cm^3。供试玉米品种为“雪糯2号”，行距为50cm，株距为40cm，种植密度为4.95万株/hm^2，播种时间为2007年4月23日，定植时间为5月15日，7月29日收获鲜穗，8月22日玉米收获籽粒，生育期121d。

试验区域分为东西两个亚区，分别采用比例施肥泵(Mis Rite Model 2504，Tefen，以色列，简记为P)和压差式施肥罐(65L，通捷，简记为T)来控制施肥，两种施肥装置的出口压力均为0.15MPa，每种施肥装置所对应的小区分别简称为P区和T区。每个亚区采用完全随机区组设计，设滴灌带埋深1个因素，滴灌带埋深处理设3个水平：0cm，即地表滴灌；15cm，即埋深为15cm的地下滴灌，30cm，即埋深为30cm的地下滴灌，每个水平设3次重复；种植之前进行了整个试验田块的平整，试验田块尺寸为58m×72m，P区和T区的面积均为50m×36m；试验地块的边缘设保护行，南北向保护行宽0.5m，东西向宽4.0m，保护行与小区之间为通道，玉米小区为6行区，共18个小区，每个小区的面积为150m^2；3种埋深处理的灌水量与施肥量均相同，采用一条滴灌带控制两行玉米的布置模式，每个小区之间为80cm的通道，种植1行玉米；测产时收小区中间2行玉米测产，田间试验布置见图1。

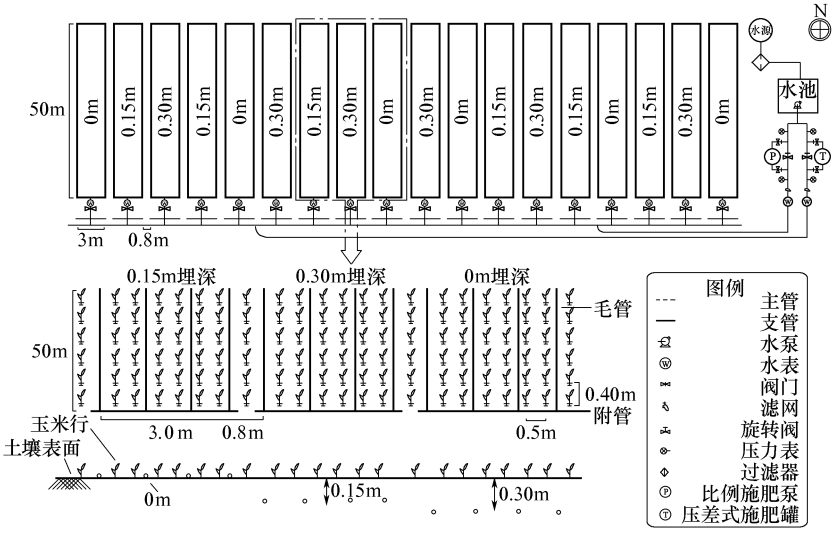

图1　春玉米田间小区滴灌试验布置示意

春玉米生育期内总降雨405mm，其中大于5mm的有效降雨368mm。分别于2007年6月9日、6月24日和7月22日灌溉3次，灌水量分别为30mm、15mm和20mm，其中第1次和第3次为施肥灌溉；第2次为清水灌溉。3种滴灌带埋深处理的灌水量与施肥量均相同，肥料采用尿素，两次施肥灌溉的施N量均为82.5kg/hm^2，各处理均未施底肥。

2.1.2　土壤水氮含量的测定　在春玉米播后第51、94d进行土壤取样，选择每个处理的一个重复，在灌水施肥后2d沿小区中间滴灌带(南北向)按5.56m的等间距布置取样点(每小区8个点)，取样位置位于滴灌带与作物之间，按0~10、10~30、30~50和50~70cm分4个深度取样，测定土壤含水量及NO_3^--N含量，其中土壤含水量采用烘干称重法测定；土壤NO_3^--N含量用1mol的KCL浸提后，用FOSS公司的FLAstar Analyzer 5000测定。

2.1.3　玉米产量的测定　春玉米鲜穗收获时，各小区沿滴灌带方向按4.55m的间距设置10个取样点，每点取5株玉米，用以测定鲜穗产量；春玉米籽粒收获时，各小区沿滴灌带方向按5.56m的间距设置8个取样点，每点取5株玉米，用以测定籽粒产量。

2.2　结果与分析

2.2.1　滴灌带埋深对土壤水氮分布的影响　从图2可以看出，在2次施肥灌溉后(分别为播后51d的第1次滴灌和播后94d的第3次滴灌)，土壤水分在土壤剖面的中下部土层均呈连续的层状聚集分布。其中在第1次滴灌后，3种埋深处理的层状聚集分布范围均为30~60cm土层，而在第3次滴灌后，0cm埋深处理的层状聚集分布范围(30~80cm)大于15cm和30cm埋深处理(30~70cm)。2次施肥灌溉后0cm

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

埋深处理的表层含水量均高于 15cm 和 30cm 埋深处理; 第 1 次滴灌后 0cm 埋深处理在土壤下部土层的土壤含水量与 15cm 和 30cm 埋深处理相差很小, 第 3 次滴灌后 0cm 埋深处理在下部土层的土壤含水量高于 15cm 和 30cm 埋深处理。

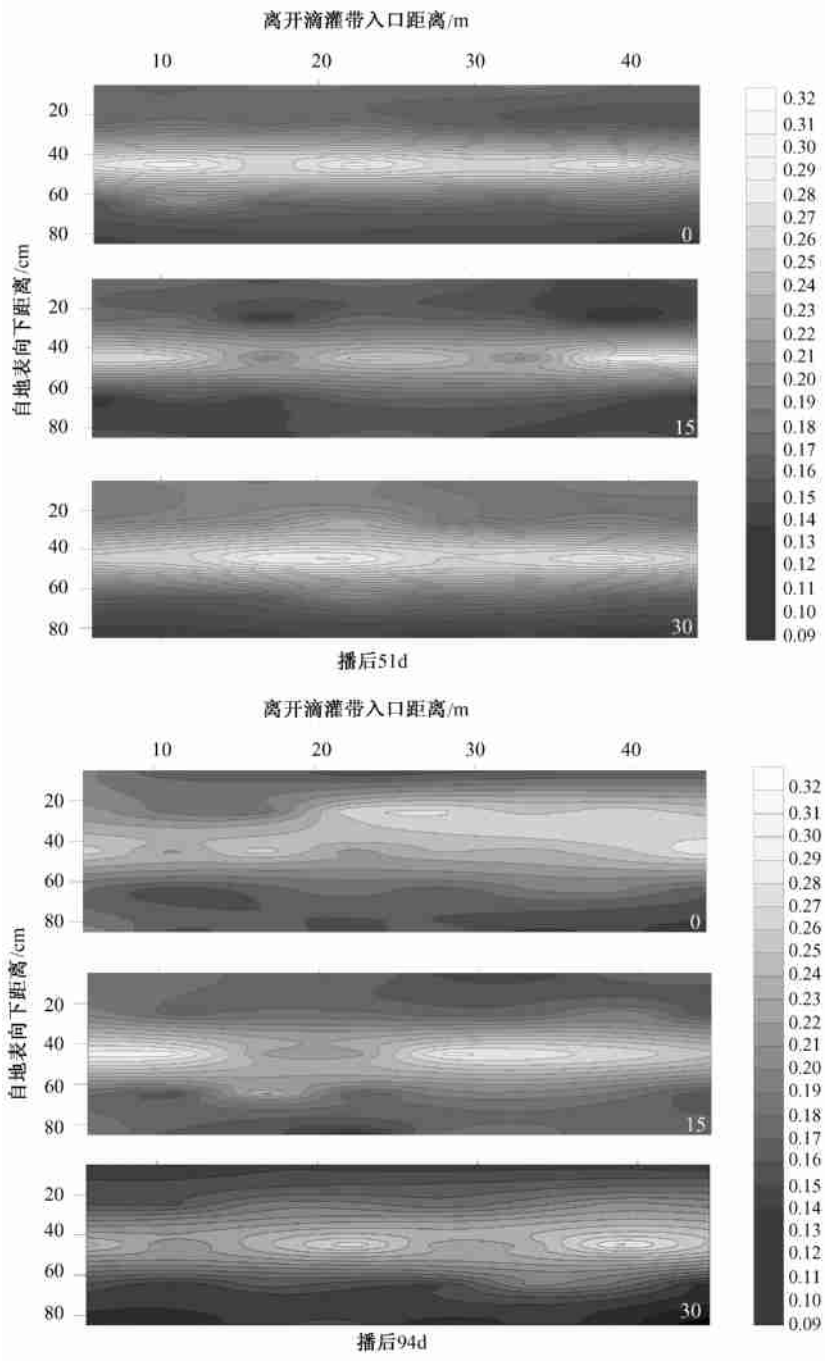

图 2　播后 51d 和播后 94d 的土壤含水量(g/g) 空间分布

从图 3 可以看出, 土壤 NO_3^- – N 在土壤垂直剖面中的分布状态有别于土壤水分。第 1 次滴灌后 15cm 和 30cm 埋深处理其土壤 NO_3^- – N 在滴灌带所处位置以下 20~ 30cm 土层呈间断的层状聚集分布, 而 0cm 埋深处理在整个剖面没有呈现层状聚集分布; 第 3 次滴灌后 3 种相同滴灌带埋深处理, 在整个土壤剖面均未出现土壤 NO_3^- – N 的层状聚集分布, 且从表土往下土壤 NO_3^- – N 含量均呈降低的趋势; 且 0cm 埋深处理在表层和下部土层的土壤 NO_3^- – N 含量高于 15cm 和 30cm 埋深处理。

2.2.2　滴灌带埋深对春玉米产量的影响　为了解使用 2 种施肥装置(P 和 T) 的不同滴灌带埋深处理对

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

春玉米产量的影响, 对 3 种不同埋深处理的春玉米鲜穗产量和籽粒产量进行了测算, 然后分别进行产量差异显著性的 t 检验(见表 1) , 结果表明: P 区 15cm 与 30cm 埋深处理之间的鲜穗和籽粒产量差异不显著, 15cm 和 30cm 埋深的地下滴灌处理的春玉米鲜穗和籽粒产量均显著高于地表滴灌处理; T 区 15cm 埋深与 30cm 埋深处理之间的鲜穗和产量差异不显著, 15cm 和 30cm 埋深地下滴灌处理的春玉米鲜穗和籽粒产量均显著高于地表滴灌处理。

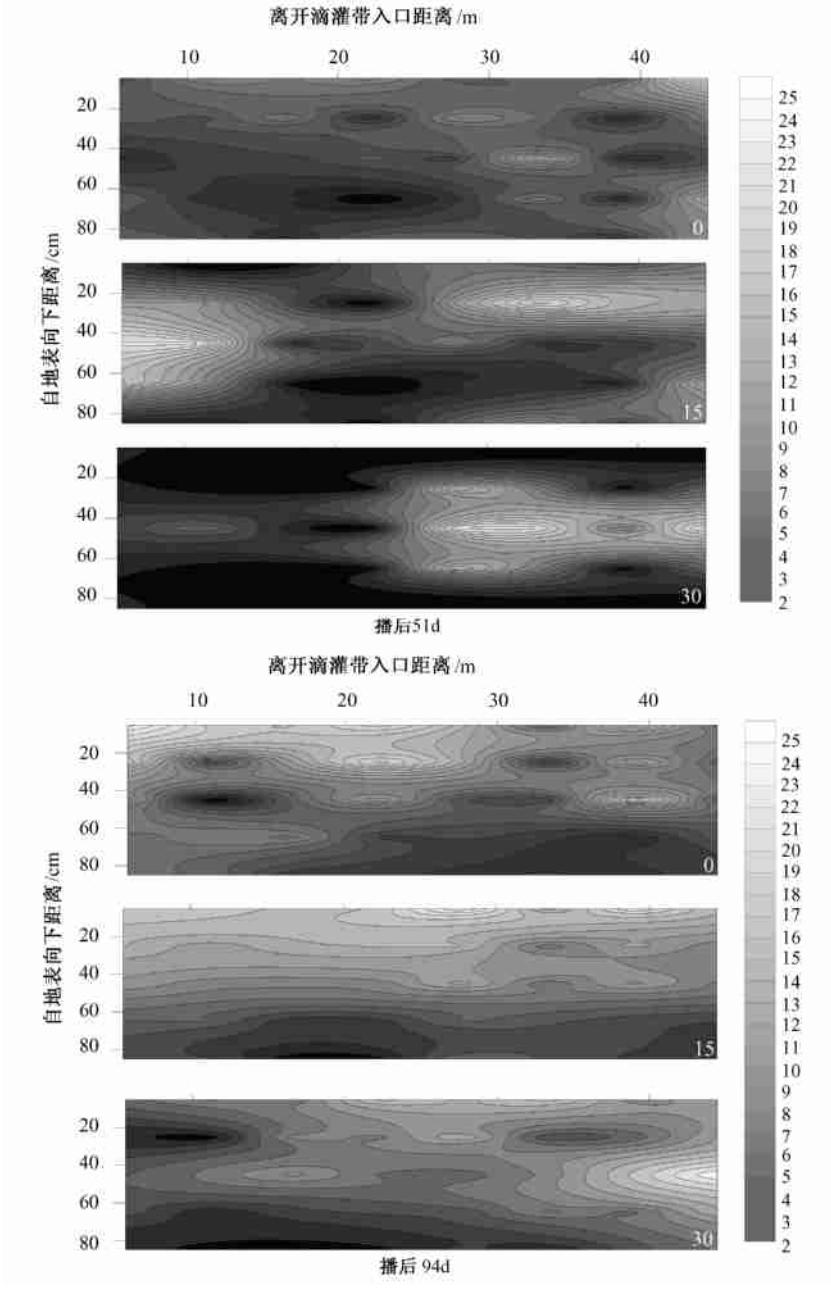

图 3　播后 51d 和播后 94d 的土壤 NO_3^- - N 含量(mg/kg) 空间分布

表 1　滴灌带埋深对春玉米鲜穗和籽粒产量的影响

试验区域	滴灌带埋深/cm					
	0		15		30	
	籽粒产量/(kg/hm²)	鲜穗产量/(kg/hm²)	籽粒产量/(kg/hm²)	鲜穗产量/(kg/hm²)	籽粒产量/(kg/hm²)	鲜穗产量/(kg/hm²)
T 区	8 337.1	17 906.9	9 178.9*	18 907.9*	9 300.9*	19 084.0*
P 区	8 466.6	17 557.7	9 028.1**	18 744.7**	9 163.5**	18 980.4**

注: * 差异极显著 $t_{0.01,9}$ = 3.25,** 差异极显著 $t_{0.01,7}$ = 3.50

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3　结语与建议

本试验在砂壤土上进行了滴灌带埋深对田间土壤水氮分布及春玉米产量影响的研究,结果表明,多次滴灌以后,15cm 和 30cm 埋深处理的下部土层含水量和 NO_3^- - N 含量均低于 0cm 埋深处理; 15cm 和 30cm 埋深处理的春玉米籽粒和鲜穗产量均显著高于 0cm 埋深处理。因此在本试验土壤和作物条件下,从提高产量和减少水氮淋失的角度出发,建议最适宜滴灌带埋深为 15cm。

参　考　文　献:

[1] 黄兴法,李光永.地下滴灌技术的研究现状与发展[J].农业工程学报,2002,18(2):176-181.
[2] 程先军,许迪,张昊.地下滴灌技术发展及应用现状综述[J].节水灌溉,1999,(4):13-15.
[3] 胡笑涛,康绍忠,马孝义.地下滴灌灌水均匀度研究现状及展望[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):113-117.
[4] 窦建平,孙翠华.地下滴灌技术在新疆棉花种植中存在的问题及解决途径[J].农业科技与信息,2006,(3):41-42.
[5] 任杰,温新明,王振华,安俊波.地下滴灌毛管埋深及间距研究进展[J].水资源与水工程学报,2007,18(6):48-51.

Effects of drip irrigation placement depth on distribution of soil water & nitrogen and spring maize yield

LI Bei, LI Jiu-sheng
(*Department of Irrigation and Drainage, IWHR, Beijing* 100048, *China*)

Abstract: Based on the development of drip irrigation, Subsurface Drip Irrigation (SDI) is a new type of high-efficient water saving irrigation technique. An experiment on SDI for spring maize was conducted in two plots of sand soil field with three placement depths of 0cm, 15cm and 30cm below the soil surface. Two fertilizing devices used for the two plots were pressure-type fertilizer tank and piston fertilizer pump. This paper discussed the effect of placement depth of drip-tape on distribution of soil water & nitrogen and spring maize yields. The study indicated that placement depths of drip-tape affect the distribution of soil water & nitrogen in vertical profiles of soil. After several runs of drip irrigation, the soil water and NO_3^- - N content of soil layer at 70cm below the soil surface in case of irrigation with 0cm placement was higher than those with 15cm and 30cm deep drip-tape placement. The placement depth of drip-tape would affect both the grain yield and fresh ear yield of spring maize significantly. The grain yields of spring maize in plot T with 15cm and 30cm deep placement were 10.1%, 11.6% higher that with 0cm placement, respectively. The fresh ear yields of spring maize with 15cm and 30cm deep placement were 5.6%, 6.6% higher than that with surface drip irrigation, respectively.

Key words: subsurface drip irrigation; placement depth; distribution of water and nitrogen; spring maize; yield

(责任编辑:吕斌秀)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net