

塑料暗管排灌对麦田土壤水分调控的试验研究

邵孝侯¹, 郭相平¹, 戴振伟², 焦加成², 李 红²

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏南京 210098; 2. 江苏省灌云县水利局, 江苏灌云 213054)

摘要 针对江苏淮北地区冬小麦既要灌溉又要排水的生产实际, 探索塑料暗管排水和渗灌的效果. 试验结果表明, 塑料暗管在小麦生育期间通过有控制的灌溉和排水, 能起到保墒、增温、节水和降渍的作用, 小麦增产增质效果显著.

关键词 塑料暗管; 冬小麦; 土壤水分调控; 节水

中图分类号 S275 文献标识码 A 文章编号 1000-1980(2000)02-0032-04

田间排灌系统地下化具有节地、节水、有效控制地下水位及根系密集层土壤水分和便于机耕等优点, 业已成为当今世界各国现代农田水利的发展方向. 但单管单用的地下灌溉或排水系统具有投资大、成本高的缺点, 这就限制了地下排灌系统的广泛应用. 我国目前地下排水面积(包括瓦管、鼠道和塑料暗管)还不到 10 万 hm^2 , 仅占我国总排水面积的 0.57%, 地下灌溉除少量地下渗灌外大多局限于管道输水. 因此, 我国地下灌溉和排水亟需在示范研究的基础上进行大面积推广.

江苏淮北平原稻麦轮作区在冬小麦生育期间, 降雨量分布不均, 冬前小麦和灌浆-乳熟期降雨偏少需要灌溉, 小麦拔节孕穗期需要排水降渍. 笔者针对淮北地区冬小麦既要灌溉又要排水的生产实际, 在田间埋设塑料波纹暗管, 以探讨塑料暗管对冬小麦土壤水分的调控和节水效能.

1 材料与方法

1.1 试区概况

试区位于江苏省灌云县城北部的小伊乡宁连高速公路旁, 多年平均气温为 13.6°C , 无霜期 206 d, 年日照时数为 2470 h. 试区多年平均降雨量为 960 mm, 年内降水主要集中在 6~9 月, 汛期占全年降水的 68% 左右, 蒸发量平均在 1700~1980 mm 之间.

试区地势平坦, 成土母质为黄泛沉积物, 土壤属粘性潮盐土中的脱盐灰底黄粘土, 土质通体较粘, 土壤潜在养分含量丰富, 而效速养分不足.

1.2 试验处理设计

在 8hm^2 农田中埋设 PE 塑料波纹管, 设如下不同埋深与间距进行处理: (a) 对照, 田间不埋设暗管; (b) 暗管埋深 0.6~0.7 m, 间距 10 m; (c) 暗管埋深 0.6~0.7 m, 间距 15 m; (d) 暗管埋深 0.9~1.0 m, 间距 15 m; (e) 暗管埋深 0.7~0.8 m, 间距 15 m. 各处理之间设保护区, 每个处理面积 1.6hm^2 左右.

在各处理暗管出口处挖掘深度为 1.5 m 的农沟, 用水泥衬砌, 兼作灌水渠; 在每个处理暗管的出口安装了水表, 以计算排水量及渗灌水量.

1.3 观测分析方法

- a. 气象观测: 由距离试验小区 5 km 处的县气象站负责.
- b. 土壤水分特征曲线: 室内用压力薄膜仪测定 (0~1500 kPa), 田间用张力计测定 (0~85 kPa).
- c. 土壤含水量和基质吸力: 用张力计监测 0~10 cm, 10~20 cm 和 20~40 cm 土壤基质吸力变化, 降雨和

收稿日期: 1999-07-20

基金项目: 江苏省水利动力工程重点开放实验室基金资助项目(K9874); 中国博士后基金资助项目(中国博士后基金委员会 1998 J6 号文); 国家“九五”攻关项目(96-006-02-02).

作者简介: 邵孝侯(1964—), 男, 浙江余姚人, 副教授, 博士后, 主要从事作物节水灌溉和农业水土环境研究.

灌溉前后取土样并用烘干法测定土壤含水量。

- d. 地下水位 :用埋设在各处理田间的地下水位观测井观测。
- e. 排灌水量 地下排水量和渗灌水量由各处理出水口处水表测量 ,明灌水量用三角堰测量。
- f. 地上部分干物质和籽粒产量 :每个处理随机取 10 ~ 30 株麦株 ,在 80℃ 烘箱中烘干后测地上部分干物质产量 ,产量单打单收。
- g. 麦株含 N 量及籽粒蛋白质测定 :小麦植株样品(茎、叶、穗)用 H₂SO₄消化 ,H₂O₂作氧化剂 ,待测液中的氮用凯氏蒸馏法测定 粗蛋白质由籽粒含 N 量乘以 5.70 获得。
- h. 籽粒氨基酸、维生素 B₂、淀粉、脂肪测定 :籽粒氨基酸用氨基酸自动分析仪测定 ,维生素 B₂用高压液相色谱仪测定 ,淀粉用斐林-碘量法测定 ,脂肪用索氏称量法测定。

2 试验结果和讨论

2.1 麦田塑料暗管冬灌保墒增温效果

淮北麦区 12 月至次年 1 月份 ,冬小麦开始进入越冬期。该区小麦越冬期长 ,气温较低且降温较快 ,同时该时期降雨稀少 ,冬灌的作用不仅可缓和分蘖期小麦干旱缺水的矛盾 ,提高冬前分蘖数 ,而且可提高土温、避免冻害 ,使小麦顺利越冬 ,促进春后返青拔节。表 1 为试区各处理小麦冬灌后表层土壤含水量和土温的观测结果。从表 1 可以看出 ,埋设塑料暗管处理冬灌 750 m³/hm² 所需灌溉时间缩短 ,埋深越浅 ,间距越小 ,灌水时间就越短。这说明 ,在明灌的同时 ,有一部分水通过塑料暗管渗灌进入田间。从表 1 还可以看出 ,冬灌 10 d 后 ,塑料暗管渗灌处理的表层土壤含水量明显大于对照的 ,二者相差 4% ~ 6% ,并且暗管处理相应的土温亦较高。这说明 ,塑料暗管渗灌对冬灌小麦起到了保墒、节水和增温的综合效果。

表 1 试区各处理冬灌后表层土壤含水量和土温

Table 1 Soil moisture content and temperature of surface layer for different treatments after winter irrigation

处理	冬灌水量 (m ³ · hm ⁻²)	灌水时间 (h · hm ⁻²)	冬灌后表层土壤含水量/%			冬灌后土壤 10 cm 处温度/℃		
			5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d
10(0.6 ~ 0.7)	750	13.5	37.52	36.82	35.92	2.5	2.4	3.0
15(0.6 ~ 0.7)	750	15.0	37.62	36.50	35.31	2.3	2.3	3.1
15(0.9 ~ 1.0)	750	18.0	37.32	36.41	35.29	2.4	2.2	3.0
15(0.7 ~ 0.8)	750	16.5	37.61	36.54	36.51	2.3	2.3	3.0
对照	750	21.0	37.40	32.38	29.25	2.1	1.5	1.0

注 :冬灌 5 ,10 ,15 d 后当地的气温为 -2.7℃ , -1.8℃ , -0.7℃ 。

2.2 塑料暗管排水对拔节孕穗期小麦土壤水分的调控作用

试区小麦生育期间(10 月至次年 6 月)总降雨量为 405.1 mm ,其中 3 月份降雨 107.9 mm ,4 月份降雨 82.5 mm ,且 3 月份降雨集中在中旬 ,仅 3 月 13 日 ~ 15 日降雨就达 92 mm ,4 月份降雨集中在 4 月初 ,4 月 2 日和 3 日降雨达 62 mm。3 月中旬至 4 月初 ,小麦恰处于拔节孕穗期 ,存在着由于地下水位过高小麦受渍的问题。表 2 和表 3 分别列出了试区 3 月和 4 月份雨后对照和塑料暗管处理的小麦根系密集层的土壤含水量和地下水位。从表 2 和表 3 可以看出 3 月份和 4 月份塑料暗管处理雨后 4 天地下水位能降到 0.8 m ,而对照雨后 4 d 才达到 40 cm 左右 ,受渍严重 ,埋设塑料暗管表层土壤(0 ~ 20 cm)和犁底层(30 ~ 40 cm)的基质吸力和土壤含水量与对照的有明显差异。这表明 ,塑料暗管可加速田间地下水 and 土壤中重力水的排出 ,使根系密集层的含水量降低 ,从而协调根系密集层的水气比例 ,有利于小麦生长发育^[1 2]。

表 2 试区 3 月份处理雨后麦田地下水位和土壤基质吸力

Table 2 Underground water table and soil matrix suction after treatment of rains in March

雨后天数 /d	对 照			塑料暗管处理(平均值)		
	地下水位 /cm	土壤基质吸力/kPa		地下水位 /cm	土壤基质吸力/kPa	
		0 ~ 20 cm	30 ~ 40 cm		0 ~ 20 cm	30 ~ 40 cm
1	32	0	0	57	4	0
2	38	5	0	67	18	12
3	45	19	3	74	39	32
4	47	32	6	82	60	54
5	50	40	10	86	80	70

表 3 试区 4 月份处理雨后麦田地下水位和土壤含水量

Table 3 Underground water table and soil moisture content after treatment of rains in April						
雨后天数 /d	对 照			塑料暗管处理(平均值)		
	地下水位	土壤含水量/%		地下水位	土壤含水量/%	
	/cm	0 ~ 20 cm	30 ~ 40 cm	/cm	0 ~ 20 cm	30 ~ 40 cm
1	20	46.60	50.81	52	42.16	48.20
2	30	42.35	46.10	63	38.25	44.30
3	35	41.58	46.09	78	36.02	41.16
4	42	40.32	45.76	83	30.32	38.98

表 4 为试区小麦拔节孕穗期前后各处理小麦地上部分干物质产量和 N 吸收量.从表 4 可以看出 ,拔节孕穗期小麦受渍 地上部分干物质累积明显降低 ,同时受渍对照处理小麦植株地上部分吸收的 N 量明显低于塑料暗管处理的.这表明了塑料暗管在拔节孕穗期调控土壤水分对干物质累积和矿质营养吸收的有效性和重要性^[3 4].

表 4 试区各处理小麦拔节孕穗期干物质产量和 N 吸收量

Table 4 Dry matter yield and N uptake for different treatments in jointing and booting stage of winter wheat				
处 理	3 月 15 日采样(拔节前)		4 月 15 日采样(拔节后)	
	干物质产量/(kg·m ⁻²)	N 吸收量/(g·m ⁻²)	干物质产量/(kg·m ⁻²)	N 吸收量/(g·m ⁻²)
10(0.6 ~ 0.7)	0.531	7.035	0.848	24.01
15(0.6 ~ 0.7)	0.528	6.931	0.830	23.42
15(0.9 ~ 1.0)	0.529	7.089	0.873	24.56
15(0.7 ~ 0.8)	0.516	7.003	0.848	23.09
对 照	0.472	6.801	0.543	8.24

2.3 麦田后期塑料暗管灌溉的节水效果

统计表明 ,试区 5 月份小麦灌浆期干旱的几率达 85% ,多数年份小麦需灌灌浆水.为保证各处理灌水均匀 ,在灌灌浆水时以离灌水口最远处土壤 20 cm 张力计读数作为灌溉指标 ,当张力计读数为 30 kPa 时停止灌溉.表 5 为试验结果.从表 5 可以看出 ,埋设塑料暗管后 ,渗灌占总灌溉水量的比例介于 25.9% ~ 35.4% ,比单一明灌(对照处理)节水作用大 ,节水幅度达 10% 以上.处理间以间距 10 m、埋深 0.6 ~ 0.7 m 最省水 ,节水幅度达 18.8% ,渗灌占总灌水量的比例为最高 ,达 35.4% .

表 5 不同处理灌浆期渗灌水量和节水幅度

Table 5 Amount of water by seepage irrigation and water-saving percentage for different treatments in heading stage of winter wheat				
处 理	总灌水量/(m ³ ·hm ⁻²)	渗灌水量/(m ³ ·hm ⁻²)	(渗灌水量/灌水量)/%	节水幅度 /%
10(0.6 ~ 0.7)	427.5	151.5	35.4	18.8
15(0.6 ~ 0.7)	453.0	124.5	27.5	14.0
15(0.9 ~ 1.0)	465.0	121.5	26.1	11.7
15(0.7 ~ 0.8)	457.5	118.5	25.9	13.1
对 照	526.5	0.0	0.0	0.0

2.4 塑料暗管排灌对小麦籽粒产量和营养品质的影响

作者测定了塑料暗管处理(平均值)和对照处理小麦的产量构成、籽粒产量和营养品质指标.结果表明 ,埋设塑料暗管处理由于有效地控制了麦田土壤水分 ,其有效穗数、每穗粒数和千粒重均大于对照 ,小麦增产平均达 22.4% .同时 ,埋设塑料暗管处理的小麦籽粒蛋白质和维生素 B₂(分别为 13.01% 和 9.12 mg/kg)含量明显高于对照的(分别为 11.45% 和 6.31 mg/kg) ,氨基酸总量及各种氨基酸含量总是埋设塑料暗管处理的高于对照的 ,总氨基酸 14.61%)比对照高 1.57 个百分点 ,尤其是营养价值较高的赖氨酸(LYS) ,埋设塑料暗管

处理的(0.450%)也明显高于对照的(0.389%). 以上结果表明 ,麦田埋设塑料暗管通过有控制的排水和灌溉 ,小麦的产量和营养品质得到了较为明显的提高和改善 .

3 结 论

- a. 埋设塑料暗管进行渗灌能缩短小麦冬灌时间 ,提高冬灌的保墒、增温效果 ,节约麦作后期的灌溉水量 ,节水幅度可达 10% 以上 .
- b. 埋设塑料暗管能明显缓和拔节孕穗期小麦的受渍程度 ,使小麦根系密集层的水气比率较为协调 ,从而增加小麦地上部分的干物质累积和对土壤 N 素的吸收 .
- c. 埋设塑料暗管并通过有控制的灌溉和排水 ,小麦增产可达 22.40% ,籽粒营养品质会得到较为明显的改善 .

参考文献 :

[1] 邵孝侯 ,俞双恩 ,马绍川等 .拔节孕穗期受渍对小麦干物质产量、矿质营养和品质的影响 [J].灌溉排水 ,1995 ,14(3) :16 ~ 19 .
[2] 唐明榛 ,邵孝侯 ,封超年 .吨粮田麦作生育期间地下水位动态及其控制技术的研究 [J].江苏农学院学报 ,1996 ,17(3) :57 ~ 61 .
[3] 邵孝侯 ,俞双恩 ,姜翠玲等 .土壤基质势对冬小麦矿质营养吸收、干物质产量和籽粒产量的影响 [J].河海大学学报 ,1996 ,24(4) :44 ~ 48 .
[4] 邵孝侯 ,徐茂 ,王本贤等 .塑料暗管排降条件下小麦氮肥运筹技术研究 [A].见 张耀栋主编 .史瑞和教授八十华诞纪念文集 [C].北京 :中国农业科技出版社 ,1996 .44 ~ 46 .

Study of Effect of Drainage and Irrigation by Plastic Subpipes
on Soil Moisture Controlling in Winter Wheat Fields

SHAO Xiao-hou¹ , GUO Xiang-ping¹ , DAI Zheng-wei² , JIAO Jia-cheng² , LI Hong²

- (1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China ;
- 2. Water Conservancy Bureau of Guanyun County , Jiangsu Province , Guanyun 213054 , China)

Abstract :The effect of drainage and seepage irrigation by plastic subpipes is investigated based on the production practice of winter wheat in the North Huai River of Jiangsu province where not only drainage but also irrigation is needed . Results show that plastic subpipes play an important role in retaining soil moisture , increasing temperature , saving water and reducing waterlogging , thus significantly raising winter wheat yield .

Key words :plastic subpipe ;winter wheat ;soil moisture control ;water-saving