

暗管排降对小麦养分、干物质、 籽粒产量及品质的影响

邵孝侯¹, 王靖波², 朱成立¹, 刘新仁³

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 江苏靖江市水利局, 江苏 靖江 214500;
3. 河海大学水文水资源及环境学院, 江苏 南京 210098)

摘要 着重探讨了南方不同生态类型圩区农田埋设塑料暗管对小麦地上部分矿质营养吸收、干物质累积和分配、产量及品质的影响. 试验结果表明: 农田埋设塑料暗管排水能显著提高麦株地上部分对 N、P、K 矿质营养元素的吸收, 促进小麦各生育期尤其是拔节孕穗期地上部分干物质累积, 小麦增产幅度达到 20.3% ~ 53.3%, 并能提高籽粒蛋白质和氨基酸含量, 改善小麦籽粒的品质.

关键词 塑料暗管; 养分; 干物质产量; 品质; 小麦

中图分类号: S275 文献标识码: A 文章编号: 1000-1980(2000)05-0016-05

国内外有关小麦生长发育和养分吸收规律的研究, 主要涉及施肥量、施肥方法、有机肥和无机肥配比等与麦株养分吸收、分配和产量的关系^[1, 2]. 近年来, 一些学者也开展了盆栽蒸渗仪控制条件下渍害或干旱与小麦矿质营养吸收、产量之间的关系的的研究, 但对于农田塑料暗管排降条件下小麦的吸肥规律及其对生长发育规律的影响研究报道较少^[3, 4]. 就低洼圩区土壤来说, 渍害是制约粮食产量提高的关键因素. 随着塑料暗管的埋设, 圩区排水条件得以改善, 氮肥的增产潜力将得到发挥. 本文通过对南京市不同生态类型圩区塑料暗管排降条件下麦株氮(N)、磷(P)、钾(K)三要素吸收规律、干物质累积、籽粒产量和品质等的研究, 为低洼圩区进一步推广塑料暗管排水技术及合理施用矿质肥料提供科学依据.

1 田间试验设置与分析方法

1.1 田间试验简介

田间试验分别于 1993 年和 1994 年在南京江浦沿滁圩区、高淳石固圩区和江宁秦淮圩区进行, 三地地势低洼, 冬小麦拔节孕穗期(3~4月)春雨连绵, 渍害严重. 为了提高冬小麦产量和改善其品质, 在 7~35 hm² 田间埋设了塑料暗管. 江浦沿滁圩区统一埋深 0.8 m, 间距 10 m; 江宁秦淮圩区统一埋深 1.0 m, 间距 10 m; 高淳石固圩区设 4 个不同的埋深(0.5、0.7、0.9、1.1 m)和 4 个不同的间距(8、12、16、20 m), 各试验小区以常规明沟作为对照. 小区面积 1~1.5 hm², 随机排列, 重复三次. 各地各小区统一施肥、统一采取其它农艺措施、统一收割. 小麦品种均为扬麦 5 号, 基肥折合纯 N 112.5 kg/hm², P₂O₅ 72 kg/hm², K₂O 90 kg/hm², 在倒二叶期追施拔节孕穗肥尿素 112.5 kg/hm².

1.2 测定项目与方法

1.2.1 干物重

拔节后每隔 15 d 测定 1 次, 各处理区取样 10~30 株, 105℃杀青 0.5 h, 80℃烘干后分别称茎、叶、穗重量.

1.2.2 N、P、K 含量

麦株样品(茎、叶、穗)用 H₂SO₄ 消化, H₂O₂ 作氧化剂, 待测液中的 N 用凯氏蒸馏法测定, P 用钼黄比色法测定, K 用原子吸收分光光度计法测定.

1.2.3 籽粒氨基酸和蛋白质含量

称 0.1000~0.2000 g 籽粒干样, 加 10~15 mL 的 6 mol/L 的 HCl 真空水解, 在 110℃条件下水解 24 h 定容

至 100 mL ,过滤 ,然后用氨基酸自动分析仪(瑞典 Tecator 公司生产)测定 籽粒蛋白质为含 N 量乘以 5.70 得之.

2 试验结果和讨论

2.1 塑料暗管排降条件下小麦地上部分对 N ,P ,K 的吸收

表 1、表 2、表 3 分别是高淳永联圩、江浦邵兴圩和江宁秦淮圩区塑料管暗排水与对照田块小麦拔节后地上部分 N ,P ,K 的累积状况(其中高淳试验点为各个不同埋深和间距塑料暗管处理的数学平均值).

表 1 高淳试区明沟与塑料暗管处理小麦地上部分 N ,P ,K 累积量
Table 1 Amount of wheat N ,P and K accumulation above ground for open
 ditch and PVC subdrainage treatment at Guochun

元素	处理方式	采样时间					
		3 月 16 日 拔节初期	3 月 31 日 拔节末期	4 月 15 日 孕穗期	4 月 29 日 灌浆期	5 月 14 日 乳熟期	5 月 30 日 黄熟期
N 素	明沟	4.704 b	9.862 B	10.655 B	12.438 B	14.191 B	15.566 B
	塑料暗管	5.968 a	12.820 A	15.443 A	18.113 A	18.958 A	19.137 A
P 素	明沟	0.399 b	0.561 b	0.534 B	0.903 B	1.162 B	2.179 B
	塑料暗管	0.434 a	0.722 a	1.123 A	1.282 A	1.578 A	2.871 A
K 素	明沟	1.186 b	6.190 B	5.744 B	6.581 B	7.605 B	5.309 B
	塑料暗管	1.609 a	7.019 A	7.435 A	10.189 A	10.470 A	7.634 A

注 :A ,B 表示 t_{0.01} 下差异极显著 ,a ,b 表示 t_{0.05} 下差异显著 ,下同.

表 2 江浦试区明沟与塑料暗管处理小麦地上部分 N ,P ,K 累积量
Table 2 Amount of wheat N ,P and K accumulation above ground for open
 ditch and PVC subdrainage treatment at Jiangpu

元素	处理方式	采样时间					
		3 月 10 日 拔节初期	3 月 24 日 拔节末期	4 月 10 日 孕穗期	4 月 27 日 灌浆期	5 月 12 日 乳熟期	6 月 3 日 黄熟期
N 素	明沟	2.094 b	5.058 B	8.720 a	10.109 B	13.293 B	9.716 B
	塑料暗管	2.690 a	6.681 A	8.534 a	13.624 A	16.524 A	16.559 A
P 素	明沟	0.152 a	0.302 b	0.649 a	1.145 a	1.161 B	1.606 B
	塑料暗管	0.134 a	0.476 a	0.652 a	0.889 a	1.814 A	2.353 A
K 素	明沟	0.772 b	1.978 B	3.543 B	5.905 B	5.581 B	3.213 B
	塑料暗管	0.828 a	2.380 A	4.568 A	9.345 A	8.500 A	6.743 A

表 3 江宁试区明沟与塑料暗管处理小麦地上部分 N ,P ,K 累积量
Table 3 Amount of wheat N ,P and K accumulation above ground for open
 ditch and PVC subdrainage treatment at Jiangning

元素	处理方式	采样时间				
		3 月 18 日 拔节期	4 月 6 日 孕穗期	4 月 20 日 灌浆期	5 月 5 日 乳熟期	5 月 21 日 黄熟期
N 素	明沟	3.144 B	8.883 B	9.470 B	11.585 B	15.586 B
	塑料暗管	4.410 A	11.319 A	13.375 A	12.824 A	16.415 A
P 素	明沟	0.200 B	0.594 B	1.344 B	1.759 B	2.329 b
	塑料暗管	0.439 A	1.109 A	2.296 A	2.721 A	2.554 a
K 素	明沟	0.998 b	3.105 B	5.795 B	7.277 B	6.569 B
	塑料暗管	3.020 a	7.392 A	12.309 A	13.591 A	10.034 A

从表中 t 统计显著性检验可以看出 ,三个试验区暗管处理麦株地上部分对 N ,P ,K 的吸收量(g/m²)各时期大多大于对照处理 ,二者差异显著或极显著 ,表明圩区埋设塑料暗管后 ,麦株对 N ,P ,K 矿质营养的吸收状况得以改善 ,进而促进麦株的生长发育 ,为小麦高产优质奠定了营养物质基础.

现进一步对高淳试验区塑料暗管不同埋深和间距条件下麦株对 N、P、K 的吸收差异(表 4~表 6)加以研究分析.从表 4 可以看出,大多数情况下,在相同埋深时,间距愈小,麦株对 N 的吸收量愈高;在同一间距下,N 素吸收累积随着塑料暗管埋深增加而增加,二者呈显著差异或极显著差异,表明暗管小间距大埋深降湿效果较好,从而对麦株地上部分累积 N 具有促进作用,这恰与笔者在蒸渗仪控制试验所获结果吻合^[4].

表 4 暗管不同间距和埋深对小麦吸收累积 N 素的影响

Table 4 Effect of different subdrainage spacings and depths on amount of wheat N accumulation						g/m ²
间距(埋深)/m	采样时间					
	3 月 16 日 拔节初期	3 月 31 日 拔节末期	4 月 15 日 孕穗期	4 月 29 日 灌浆期	5 月 14 日 乳熟期	5 月 30 日 黄熟期
1×(0.5)	5.530 B	11.104 B	15.753 b	17.031 b	17.701 B	16.368 B
1×(0.7)	6.444 A	14.482 A	16.193 a	17.902 a	20.474 A	20.633 A
8(0.5)	6.048 B	11.580 B	15.533 B	17.680 B	17.775 B	20.554 B
8(0.7)	7.650 A	14.192 A	18.006 A	20.962 A	21.655 A	23.894 A

表 5 暗管不同间距和埋深对小麦吸收累积 P 素的影响

Table 5 Effect of different subdrainage spacings and depths on amount of wheat P accumulation						g/m ²
间距(埋深)/m	采样时间					
	3 月 16 日 拔节初期	3 月 31 日 拔节末期	4 月 15 日 孕穗期	4 月 29 日 灌浆期	5 月 14 日 乳熟期	5 月 30 日 黄熟期
1ⅹ0.5)	0.400 b	0.615 b	1.092 B	1.252 a	1.381 B	2.657 B
1ⅹ0.7)	0.451 a	0.763 a	1.372 A	1.236 a	1.714 A	3.046 A
8(0.5)	0.466 b	0.630 b	1.135 b	1.453 a	1.602 b	3.092 b
8(0.7)	0.536 a	0.698 a	1.250 a	1.509 a	1.848 a	3.499 a

表 6 暗管不同间距和埋深对小麦吸收累积 K 素的影响

Table 6 Effect of different subdrainage spacings and depths on amount of wheat K accumulation						g/m ²
间距(埋深)/m	采样时间					
	3 月 16 日 拔节初期	3 月 31 日 拔节末期	4 月 15 日 孕穗期	4 月 29 日 灌浆期	5 月 14 日 乳熟期	5 月 30 日 黄熟期
1ⅹ 0.5)	1.404 B	5.857 B	8.674 a	10.177 a	10.660 a	7.361 b
1ⅹ 0.7)	1.875 A	8.043 A	8.020 a	9.671 a	10.952 a	8.096 a
8(0.5)	1.676 B	6.684 B	7.305 B	9.596 B	10.850 B	8.210 b
8(0.7)	2.081 A	8.171 A	8.420 A	12.356 A	12.005 A	8.775 a

从表 5 可以看出,塑料暗管埋深越深,间距越小,麦株地上部分对 P 的累积越多.因此,埋设暗管后能促进麦株对土壤和肥料 P 的吸收,改善麦株地上部分 P 素的营养,而良好的 P 素营养有利于麦株幼穗分化,促进穗大粒多,最终提高小麦籽粒产量^[5].不同间距及埋深对麦株地上部分累积 K 素的影响(表 6)总体上与 N、P 一致,即间距较小及埋深较深情况下有利于麦株地上部分累积 K 素,而麦株体内较高的 K 浓度可使光合作用加强,呼吸消耗减少^[5],在一定程序上弥补抽穗成熟期由于阴天多雨所致光照不足,为小麦高产奠定 K 素营养基础.

从上面结果可以看出,圩区低洼土壤埋设塑料暗管后,由于土壤中过多水分得以排除,改善了根系密集层的通气状况,有利于麦株根系吸收土壤中 N、P、K 矿质营养,促使植株体内 N、P、K 营养水平有较大提高,从而满足麦株地上部分营养生长和生殖生长对矿质营养的需要,为获取作物高产优质奠定了良好的物质基础.

2.2 塑料暗管排水与小麦地上部分干物质累积和分配的关系

图 1 绘制了暗管排水对麦株地上部分干物质累积的影响.从图 1 可以看出,三个试验点暗管排水田块小麦拔节后干物质累积总量始终大于对照处理,尤其是 3 月下旬至 4 月中旬,各试验点干物质累积曲线斜率最高,说明排水在该时段对干物质累积的影响最大.而此时期恰恰处于小麦拔节孕穗期,从而证实了拔节孕穗期受渍会严重降低小麦地上部分干物质累积,显示出圩区小麦拔节孕穗期排水措施的重要性^[3~5].进一步分

析暗管排水对小麦干物质在茎、叶、穗中的分配情况,从图 2 可以看出,就干物质的累积量说,各个时期茎、叶、穗所累积的量除了 5 月 5 日茎累积量暗管处理略小于对照外,均为排水处理大于对照,其中叶的干物质累积在 4 月中旬达到高峰,而茎则在 4 月下旬为最高,穗的干物质累积从孕穗至成熟直线上升.塑料暗管排水处理穗干物质积累在 4 月下旬至 5 月中旬间较对照有明显的增加,相应茎中的干物质量减少比对照处理更明显,而叶较对照则保持较强的活力,从而有利于暗管处理光合作用的持续进行,使更多的干物质向穗部输送和累积.

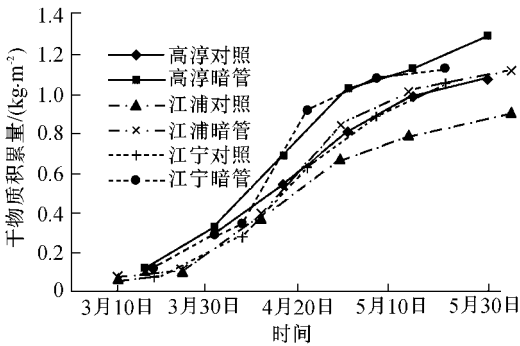


图 1 暗管排水对试区麦株地上部分干物质累积的影响曲线

Fig.1 Curve of effect of subdrainage on dry matter accumulation of winter wheat above ground for three polder areas

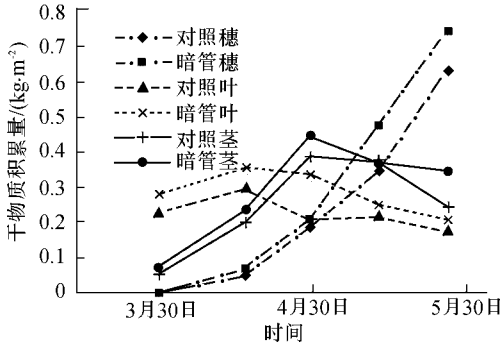


图 2 小麦干物质产量在茎、叶、穗中的分配曲线

Fig.2 Curve of winter wheat dry matter yield distribution in stem leaf and spike

2.3 塑料暗管排水与小麦籽粒产量的关系

国内外试验研究均表明,塑料暗管排水对防治渍害和小麦增产有明显的作用^[6,7].本试验是在南京三个不同生态类型圩区进行的.试验表明,实施农田塑料暗管排水后,小麦籽粒产量大幅度提高,和对照处理差异达极显著水平.其中江浦邵兴圩试验点 1993 年增产 51.1%,产量达 4 261.5 kg/hm²,1994 年增产 53.5%,产量达 4 623 kg/hm²;高淳不同间距和埋深暗管处理平均较对照增产 27.1%,产量达 4 110 kg/hm²;江宁土壤熟化程度较高的秦淮圩区小麦增产 20.3%,产量达 4 657.5 kg/hm²,说明土壤熟化程度越低,暗管排水的增产效果越显著,塑料暗管排水确实是改造中低产田一项值得推广的适用技术.从产量构成因子看,暗管排水较对照在每穗粒数、千粒重及每亩穗数方面都有一定程度的提高,尤其是每穗粒数增加更为明显,二者达极显著差异.

2.4 塑料暗管排水与小麦籽粒营养品质的关系

有关塑料暗管排水与小麦籽粒营养品质之间的关系,至今还未见报道.江浦、高淳两试验点塑料暗管排水处理与对照小麦籽粒的蛋白质及氨基酸含量分析和显著性检验表明,实施塑料暗管排水后,小麦籽粒的蛋白质含量及氨基酸总量有明显的提高.其中高淳点蛋白质增加 0.65 个百分点,为 12.65%,氨基酸总量增加 0.53 个百分点,为 14.77%,差异达显著水平;江浦点蛋白质增加 1.57 个百分点,为 12.46%,氨基酸总量增加 1.54 个百分点,为 14.56%,差异达极显著水平.这表明塑料暗管不仅能消除低洼圩区渍害,提高小麦籽粒产量,而且能在一定程度上改善小麦籽粒的营养品质.因此从发展“两高一优”农业的角度和高度来看,推广农田塑料暗管排水对低洼圩区小麦生产有较大的现实意义.

3 结 论

- a. 低洼圩区农田埋设塑料暗管能明显改善麦株地上部分对 N、P、K 矿质营养元素的吸收状况,塑料暗管埋深越深,间距越小,麦株地上部分对 N、P、K 累积就越多,表明圩区埋设塑料暗管能促进麦株的生长发育,为小麦高产优质奠定良好的营养物质基础.
- b. 圩区农田埋设塑料暗管促进小麦各生育期尤其是拔节孕穗期地上部分干物质累积,能使更多的干物质从茎、叶向穗部输送累积.
- c. 农田实施塑料暗管排水能显著提高小麦籽粒产量,小麦增产幅度达 20.3% ~ 53.5%,土壤熟化程度越低,暗管排水的增产效果越为明显.
- d. 塑料暗管排水能提高小麦籽粒中的蛋白质和氨基酸含量,改善小麦籽粒的营养品质.

参考文献：

[1] 谢志新. 氮肥用量对小麦氮代谢和籽粒品质的效应[J]. 浙江农业大学学报 ,1989 ,15(1) :1 ~ 7.

[2] Byers M ,Bolton J. Effects of nitrogen and sulfur fertilizer on the yield ,N and S content ,and amino acid composition of the grain of spring whea[J]. J of the Sci of Food and Agri ,1979 ,30 :251 ~ 263.

[3] 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.

[4] 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和干物质产量的影响[J]. 河海大学学报 ,1996 ,24(4) :44 ~ 48.

[5] 凌启鸿. 小麦“小群体、壮个体、高积累”高产栽培途径的研究[J]. 江苏农学院学报 ,1983 ,A(1) :1 ~ 6.

[6] Cowell J D. Development and evaluation of general or transfer models of relationships between wheat yields and fertilizer rates in southern Australia[J]. Aust J Soil Res ,1984 ,22 :191 ~ 205.

[7] 邵孝侯 ,刘才良 ,俞双恩 ,等. 暗管排水对滨海新垦区土壤盐分动态的影响及脱盐效果[J]. 河海大学学报 ,1995 ,23(2) :88 ~ 93.

Effects of PVC Subdrainage on Nutrient Uptake ,Dry Matter Accumulation ,Yield and Quality of Winter Wheat

SHAO Xiao-hou¹ , WANG Jing-bo² , ZHU Cheng-li¹ , LIU Xin-ren³

- (1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering ,Hohai Univ. ,Nanjing 210098 ,China ;
2. Water Conservancy Bureau of Jingjiang City ,Jiangsu Province ,Jingjiang 214500 ,China ;
3. College of Water Resources and Environment ,Hohai Univ. ,Nanjing 210098 ,China)

Abstract :The effects of PVC subdrainage on the mineral nutrient uptake ,dry matter accumulation as well as distribution , yield and quality of winter wheat in different ecological polder areas of Nanjing are discussed. The results show that field PVC subdrainage could significantly increase the uptake of N ,P ,K elements and facilitate dry matter accumulation during all growth and development stages especially the jointing and booting stage ,the grain yield increment ranging from 20.3% to 53.5% . Moreover ,PVC subdrainage could also improve grain quality through increasing the contents of protein and amino acids.

Key words :PVC subdrains ;nutrients ;dry matter yield ;quality ;winter wheat