

文章编号: 1005-0906(2008)06-0096-04

玉米行间覆膜对低土壤水分的调节利用

吴凌波¹, 高聚林¹, 王志刚¹, 任有志¹, 张军²,
王永平³, 冯建东³, 李国生⁴

(1. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古真金种业有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 014300;

3. 临河区种子管理站, 内蒙古 临河 015000; 4. 赤峰市敖汉旗农业局, 内蒙古 赤峰 024300)

摘要: 通过玉米对低水分环境中土壤水分的分布、利用特点, 揭示在低水环境中行间覆膜处理是一种节水途径。结果表明: 干旱条件下, 行间覆膜处理能较好的维持根系主要层次的土壤含水量在 35 mm 以上, 以供应玉米生长需要。玉米根层水分分布与覆膜方式、土壤水分存存量、根系的调节作用有关。

关键词: 玉米; 覆盖栽培; 水分; 根系

中图分类号: S513.04

文献标识码: A

The Adjustment and Using of Covering Film Between Furrows Maize to Low Soil Moisture Content Environment

WU Ling-bo, GAO Ju-lin, WANG Zhi-gang, et al.

(Agronomy Department, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: The experiment reveals that covering film treatment between the lines in low water environment was a kind of water-saving approach through studying distribution and using characteristic of soil moisture in low moisture content environment. The result indicated that the covering film treatment between the lines, under arid condition, can keep the main layers of root system soil moisture content handling fairly good soil moisture content above 35 mm. It can supply the need of maize growth. Tier of water distributes of maize is connected with covering film ways, the soil moisture content and root system.

Key words: Maize; Covering film cultivation; Moisture content; Root system

玉米主要根群的活动范围在土层 30 ~ 50 cm。植物大约 70% 的根系分布在浅土层。浅土层的水分、根系对植物的营养代谢起着至关重要的作用。研究资料表明, 土壤深层贮水具有很高的生物有效性, 开发利用的潜力很大。因此, 利用好浅土层水分, 调动深层水分补给。土层中重要的需水层次、供水层

次具体深度等需要研究明确。本试验从适当应用地膜覆盖技术和灌溉调控, 对玉米在低水分环境中土壤水分的分布和利用特点进行研究, 揭示在低水环境中行间覆膜处理是一种节水途径。对节约水资源、指导灌溉有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验地及肥力状况

本试验在内蒙古农业大学教学农场进行。土壤为沙壤质暗栗钙土, 土壤肥力适中, 土质均匀。耕层土壤容重 1.35 g/cm³。生育期总降水量 206.9 mm。

1.2 供试材料

供试材料为农大 108。

1.3 试验设计

种植密度 67 500 株 /hm²。采用平播覆膜技术, 宽窄行种植, 行距 40 cm × 60 cm。薄膜宽 70 ~ 75 cm。底肥一次性施足。

收稿日期: 2008-03-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(30660083)、内蒙古自然科学基金项目(200408020302)、北京农业育种基础研究创新平台项目、公益性行业(农业)科研专项经费(nyhyzx07-003-01-12)

作者简介: 吴凌波(1980-), 女, 内蒙古鄂尔多斯人, 硕士, 主要从事作物生理生态及决策系统研究。

E-mail: diane1980@126.com

高聚林为本文通讯作者。Tel: 0471-4305414

E-mail: gaojulin@yahoo.com.cn

表 1 试 验 设 计
Table 1 Experiment design scheme

处 理 Treatment	区 号 District number	覆膜方式 Covering mode
6 月 26 日灌拔节水,8 月 6 日灌浆水	SPF-2	行间覆膜
	UPF-2	行上覆膜
	CK-2	不覆膜
8 月 6 日灌浆水	SPF-1	行间覆膜
	UPF-1	行上覆膜
	CK-1	不覆膜
不灌水	SPF-0	行间覆膜
	UPF-0	行上覆膜
	CK-0	不覆膜

1.4 土壤水分状况测定指标

土壤含水量测定采用烘干法。播种前收获后,玉米不同生育时期各测 1 次,取样深度 100 cm,每 20 cm 为一层。

土壤储水量(mm)= 土层厚度 × 土壤容重 × 土壤水百分含量

土壤水分利用率 = 玉米子粒产量 / (播前土壤储水量 + 生育期总降水量 - 成熟期土壤储水量)

2 结果与分析

2.1 不同灌水处理土壤水分分布动态

2.1.1 露地、行间覆膜条件下土壤水分分布

在灌 2 次水情况下,土壤含水量随土层的加深而有增加趋势。灌水较少的情况下土壤水分分布趋势一致,在 61 ~ 80 cm 土层处土壤含水量降低,其他土层含水量随土层深度加深呈增加趋势(图 1)。表现出土壤水分供给较少时根系对 61 ~ 80 cm 土层水分存在调节作用。

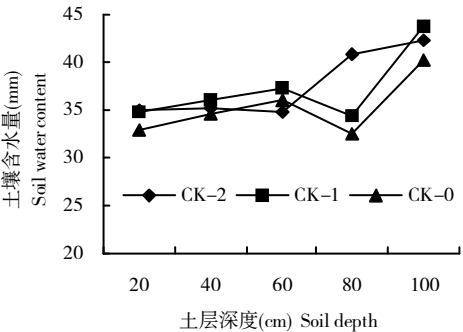


图 1 不同灌水处理露地土壤含水量
Fig.1 Soil moisture content of open field with no irrigation

2.1.2 覆膜情况下土壤水分变化
2.1.2.1 行间覆膜土壤水分变化

灌水处理土壤含水量高于不灌水处理。该处理下,0 ~ 80 cm 水分分布趋于一致,0 ~ 60 cm 土壤水分含量随土层加深而增加,61 ~ 80 cm 土壤水分含量降低,且其水分含量低于 0 ~ 40 cm 土层含水量(图 2)。表现出深层土壤水分对根层的土壤有供水作用。

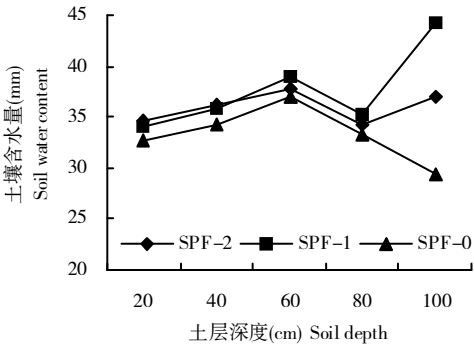


图 2 不同灌水处理行间覆膜土壤含水量
Fig.2 Soil moisture content of film out of maize with different irrigation

2.1.2.2 行上覆膜的变化

灌水次数多土壤含水量高(图 3),各处理间水分分布差异较明显,表现出总水量对土壤含水量分布的影响。

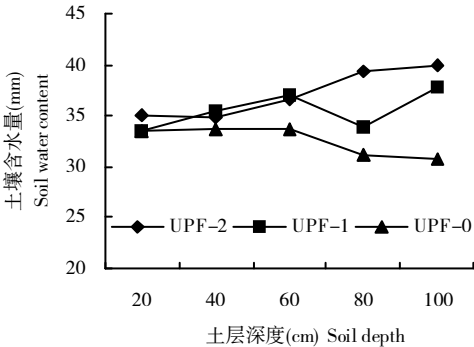


图 3 不同灌水处理行上覆膜土壤含水量
Fig.3 Soil moisture content of film on the maize with different irrigation

2.2 不同覆膜处理土壤水分运动特征

2.2.1 灌 2 次水、不同覆膜方式下土壤水分变化

在灌 2 次水的情况下,露地和行上覆膜处理土壤含水量随土层深度的加深而增加。对 61 ~ 80 cm 土层水分利用较少,而作物根系聚集处含水量为 3 (5 ± 1) mm,此时的土壤相对含水量为 50%,是作物正常生长的最低土壤有效含水量。对玉米良好生长造成一定影响,水分损失严重,深层土壤水分对作物水分利用贡献较小。而行间覆膜处理各层水分含量

差距较小,在 61 ~ 80 cm 土层土壤含水量降低,可以看出,存在某种因素起到主要的调节作用,对土壤水

分进行重新调配,使深层水分得以利用,表层土壤含水量增加,更有利于作物对营养成分吸收利用。

表 2 灌 2 次水各处理土层含水量运动特征
Table 2 Moving characteristic of soil moisture under twice irrigation

区 号 District number	土层深度(cm) Soil depth					
	0 ~ 20	21 ~ 40	41 ~ 60	61 ~ 80	81 ~ 100	60 cm 与 80 cm 土层含水量差距
CK-2	35.07	35.22	34.74	40.82	42.20	-6.07
UPF-2	35.00	34.89	36.57	39.30	39.94	-2.73
SPF-2	34.67	37.61	36.72	34.12	36.96	2.60

2.2.2 灌 1 次水、不同覆膜方式下土壤水分变化

0 ~ 60 cm 土层含水量上升,41 ~ 60 cm 含水量达到最高,61 ~ 80 cm 土层含水量降低,81 ~ 100 cm 土壤水分含量较高,利用较少。

行间覆膜处理 41 ~ 60 cm 土层含水量在中上层土壤中含量最高,同时 41 ~ 60 cm、61 ~ 80 cm 两相

邻土层水分含量差距中行间覆膜处理最大。可见,在土壤供水较少的情况下,行间覆膜 61 ~ 80 cm 土层土壤水分含量对 41 ~ 60 cm 土层水分贡献较其他处理大,使得 41 ~ 60 cm 土层含水量高达 39 mm,有利于玉米生长。

表 3 灌 1 次水各处理土层含水量运动特征
Table 3 Moving characteristic of soil moisture under one irrigation

区 号 District number	土层深度(cm) Soil depth					
	0 ~ 20	21 ~ 40	41 ~ 60	61 ~ 80	81 ~ 100	41 ~ 60 与 61 ~ 80 土壤水分差距
CK-1	34.74	36.06	37.19	34.41	43.65	2.78
UPF-1	33.42	35.52	36.96	33.88	37.73	3.08
SPF-1	34.02	35.74	39.02	35.30	44.24	3.72

2.2.3 不灌水、不同覆膜方式下土壤水分变化

在无灌水的情况下,0 ~ 60 cm 土壤含水量随土层加深而增加,41 ~ 60 cm 土层土壤含水量最高,61 ~ 100 cm 土层含水量下降。表明该水分条件下,81 ~ 100 cm 水分得到利用。

在土壤仅有自然降水情况下,行间覆膜 61 ~ 80

cm 土层土壤水分含量对 41 ~ 60 cm 土层水分贡献较其他处理大。表明覆膜处理对土壤水分有调节作用,而总水分变化使得作物自身调节作用启动。在水分较少的条件下,只能维持根层较高水分含量,其中根系的作用不容忽视。

表 4 不灌水各处理土层含水量运动特征
Table 4 Moving characteristic of soil moisture under no irrigation

区 号 District number	土层深度(cm) Soil depth					
	0 ~ 20	21 ~ 40	41 ~ 60	61 ~ 80	81 ~ 100	41 ~ 60 与 61 ~ 80 土壤水分差距
CK-0	32.88	34.65	36.02	32.63	40.29	3.40
UPF-0	33.39	33.70	33.66	31.14	30.75	2.52
SPF-0	32.72	34.25	36.90	33.30	29.32	3.61

2.3 土壤水分利用率

玉米对土壤水分的利用各层次是不均衡的,上层利用比例大,下层利用少,从上至下呈递减规律。

0 ~ 20 cm 土壤水分利用率 >21 ~ 80 cm 土壤水分利用率 >81 ~ 100 cm 土壤水分利用率。不灌水处理 81 ~ 100 cm 的水分利用效率较高(图 4)。

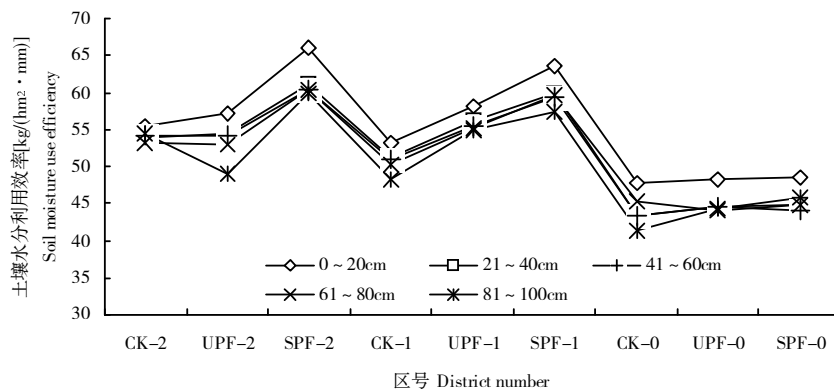


图4 各土层土壤水分利用效率

Fig.4 Soil moisture use efficiency in different soil layers

3 结论与讨论

试验结果表明,在行间覆膜种植条件下,深层土壤供水层主要是 61~80 cm,其次是 81~100 cm。61~80 cm 土层主要给 41~60 cm 土层供水。行间覆膜从土壤深层上升到浅土层的水分较露地多,使主要根层保持较高含水量。

地膜覆盖栽培技术能改善土壤生态环境,即水、热状况。在我国早春低温、有效积温少或高寒的干旱半干旱地区可大面积的推广和应用。从试验结果看,各种措施下的土壤总水量决定土壤水分分布。此外,覆膜可调节膜内水分循环。但很显然地膜不可能直接作用到 81~100 cm 深度进行水分抽提,因此必定有根系的共同作用。在干旱逆境下,根系提水作用可以保证根系从深层相对较湿土层吸收水分,从而使表层或亚表层土壤水分含量增加,保持较干表层根系不致死亡,以继续从养分相对丰富的表层土壤中吸收养分。因此,土壤水分分布是覆膜、总水分与根系共同作用的结果。

参考文献:

- [1] Liu G S, An S Q, Lu H O, et al. Research On the effect of soil moisture before sowing on the growth and yield of winter wheat in North China [J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2000, 11: 164-169.
- [2] Li Y S, Yu B P. The research on the effect of deep soil water on wheat yields[J]. Acta Pedologica Sinica, 1980, 17(1): 43-53.
- [3] An S Q, Liu G S, Lu H Q, et al. Research on water supply characteristics of soil moisture before sowing of winter wheat[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2000, 11: 119-127.
- [4] Hamlin A. The influence of soil structure on water movement, crop root growth and water uptake[J]. Adv.Agron., 1985, 38: 95-158.

- [5] 武汉水利电力学院农田水利教研室. 作物的合理用水[M]. 北京: 农业出版社, 1978.
- [6] 王宝英, 张学. 农作物高产的适宜土壤水分指标研究[J]. 灌溉排水, 1996, 15(3): 35-39.
- [7] Meyer W S, Green G C. Water use by wheat and plant indicators of available soil water[J]. Agron. J., 1980, 72: 253-256.
- [8] Singh B N, Hazarika U K, Srivastava S P. Effect of irrigation based on physiological stages on growth[J]. Yield and water use-efficiency of wheat. Indian J. Agric. Sci., 1984, 54: 1052-1055.
- [9] 晋凡生, 李素玲, 萧复兴, 等. 旱塬地玉米耗水特点及提高水分利用率途径[J]. 华北农学报, 2000, 15(1): 76-80.
- [10] RAVI, Lourduraj A C. Comparative performance of plastic mulching on soil moisture content, soil temperature and yield of rainfed cotton [J]. Madras Agric. J., 1996, 83: 708-711.
- [11] Mashingsidze A B, Chivinge O A, Zishiri C. The effects of clear and blank mulch on soil temperature, weed seed viability and seeding emergence, growth and yield of tomatoes[J]. J. of Applied Sci. in Southern Africa., 1996, 2: 6-14.
- [12] Lif M, Guo A H, Wei H. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat[J]. Field Crops Res.1999, 63: 79-86.
- [13] Niu J Y, Gan Y T, Zhang J W, et al. Postanthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film[J]. Crop Sci., 1998, 38: 1562-1568.
- [14] Breaxael E J F. Maintenance of moisture-equilibrium and nutrition of plants at and below the wilting per centage[J]. Ariz. Agric. Exp. Stn. Bu ll., 1930, 29: 137-177.
- [15] Cora K S T, Blevin D G, Pallardy S G. Water transfer in an alfalfa/maize association, survival of maize draught[J]. Plant Physiol., 1987, 84: 582- 586.
- [16] Topp G C, Wat T M, HA Yhoe H N. Point specific measurement and monitoring of soil water content with an emphasis on TDR[J]. Can. J. Soil Sci., 1996, 76: 307-316.
- [17] Caldwell M M, Richards J H. Hydraulic lift: Water efflux from upper roots improves effectiveness of water up take by deep roots[J]. Oecologia, 1989, 79: 1-5.

(责任编辑:尹航)