

寒地玉米地膜覆盖土壤生态效应研究

刘文雄 王建国 牛志远

(中国科学院黑龙江农业现代化所)

阎文义

(黑龙江省农科院育种所)

摘要 玉米覆膜后,可以提高土壤温度,增加土壤水分,并保持土壤疏松状态;增强土壤微生物的活性,增加土壤速效养分;协调土壤水、肥、气、热关系,加速作物生长发育使玉米产量获得大幅度提高。

黑龙江省属高纬度寒冷地区,无霜期短,热量资源不足,全年降雨少,且分布不均。冷害和旱害是当地玉米产量不高不稳的两大障碍因子。采用地膜覆盖栽培可缓解上述矛盾,对该地区玉米产量有显著提高。为了探讨寒地玉米地膜覆盖栽培对土壤生态环境的影响及为今后广泛推广此项栽培技术提供科学的理论依据,1989~1990年开展了此项研究。

一、材料与方法

试验地点:中国科学院海伦农业生态实验站试验地。

试验气候条件:1989年,生育期(4~9月)降雨量386.9毫米,无霜期118天, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $2\,346^{\circ}\text{C}$ 。1990年,生育期降雨量为435毫米,无霜期120天, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $2\,384^{\circ}\text{C}$ 。

试验地肥力条件:耕层(20厘米)有机质为4.26%,全氮为0.27%,全磷为0.26%,全钾1.98%,田间持水量35.73%,饱和含水

量56.39%,土壤质地为重壤土。

试验地处理:小区面积126平方米,三次重复,对比试验法;覆膜玉米品种“吉单156”,直播对照品种“吉单156”和当地主栽品种“东农248”;垅作,行距70厘米,株距30厘米;亩施尿素10公斤,磷酸二铵10公斤。

测试项目:(1)从覆膜开始分5厘米、10厘米、15厘米和20厘米四层逐天测土壤温度变化。(2)每隔10~15天测定一次土壤水分的变化。(3)每30天测定一次土壤微生物、呼吸强度及土壤速效养分的变化。(4)播种前和收获后各测定一次土壤基础肥力及土壤容重和孔隙度。以上测定项目均在田间定点取样分析或定点观测。

二、结果与分析

(一)玉米覆膜后土壤温度的变化

土壤温度的变化决定了它的热量收支差额,由于覆膜后减少了热量散失,因而明显地提高了土壤温度(表1)。

表 1

玉米地膜覆盖土壤温度变化(°C)

1990 年

时 土 层 深	处 理 间	5月11~15日	5月16~20日	5月21~25日	5月26~31日	6月1~5日	平 均
5 厘米	覆 膜	15.7	21.4	17.6	19.2	19.6	18.7
	对 照	12.8	17.7	15.5	17.5	17.8	16.3
	增 值	2.9	3.7	2.1	1.7	1.8	2.4
10 厘米	覆 膜	15.2	20.5	18.5	17.2	18.1	17.9
	对 照	12.5	17.1	15.3	16.0	17.2	15.6
	增 值	2.7	3.4	3.2	1.2	0.9	2.3
15 厘米	覆 膜	14.2	19.7	17.5	16.1	16.3	16.8
	对 照	11.9	16.4	14.9	15.6	16.2	15.0
	增 值	2.3	3.3	2.6	0.5	0.1	1.8
20 厘米	覆 膜	13.8	18.5	17.0	15.1	16.3	16.1
	对 照	11.9	16.2	14.8	15.0	16.0	14.8
	增 值	1.9	2.3	2.2	0.1	0.3	1.3
耕层 20 厘米平 均值	覆 膜	14.7	20.0	17.7	16.9	17.6	17.4
	对 照	12.3	16.9	15.1	16.0	16.8	15.4
	增 值	2.4	3.1	2.6	0.9	0.8	2.0

从 5 月 11 日~6 月 5 日,耕层(20 厘米)土壤平均温度覆膜比不覆膜增高 2.0°C,但

苗期增温幅度大,随着外界气温的升高,增温效果越来越小(图 1)。

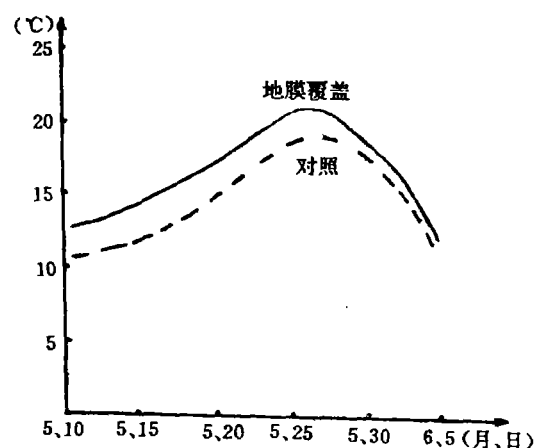


图 1 试验地耕层土壤(20 厘米)温度变化曲线

从土壤不同层次上看,表层增温幅度最大,土层越深增温效果越小。

土壤温度的日变化主要决定于辐射平衡的日变化和土壤导热率,同时还受地面和大气间乱流热量的交换影响。试验中两种处理

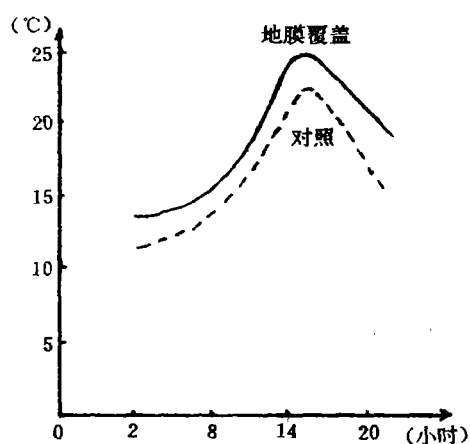


图 2 试验地耕层土壤温度日变化曲线

所不同的主要表现在导热率间的差异,由于地膜的影响使其覆盖下的土壤导热率降低,热量散失较小,所以在夜间外界气温急剧下降的情况下,能够保持比裸地较高的土壤温度(图 2)。

(二)玉米覆膜后土壤水分的变化

地膜覆盖后大大抑制了土壤水分的蒸发,隔断了土壤水分与近地气层间交换的通道,

使土壤水分在膜与地表狭小的空间循环。

一方面,保持原有的土壤水分不易散失;另一方面,由于白天膜内增温,土壤蒸发作用加强,

表 2 不同时期土壤水分 单位: % 1989 年、海伦站

土 层	时 处 期 理	5 月 28 日	6 月 8 日	6 月 18 日	6 月 30 日	7 月 14 日	7 月 28 日	8 月 15 日	8 月 31 日	9 月 15 日	9 月 30 日	平 均
0~10 厘米	覆 膜	27.53	33.04	31.43	20.34	19.31	13.94	13.89	21.11	19.34	18.84	21.88
	对 照	21.37	22.13	27.88	21.65	17.45	15.04	14.56	22.93	14.37	9.82	18.72
	差 值	6.16	10.91	3.55	-1.31	1.86	-1.1	-0.67	-1.82	4.97	9.02	3.16
10~20 厘米	覆 膜	30.48	33.69	37.64	26.21	25.21	19.82	18.15	23.30	21.16	20.12	25.52
	对 照	29.64	29.93	30.43	28.60	24.10	21.86	19.31	25.83	19.52	16.00	24.42
	差 值	0.84	3.76	7.21	-2.39	1.11	-2.04	-1.16	-2.53	1.64	4.12	1.10
20~30 厘米	覆 膜	29.64	36.58	37.48	32.16	30.51	21.60	20.16	24.41	22.58	20.58	27.57
	对 照	27.52	31.37	33.74	30.01	26.70	20.42	20.20	25.82	21.15	18.92	25.59
	差 值	2.12	5.21	3.74	2.15	3.81	1.18	-0.04	-1.41	1.43	1.66	1.98

强,膜内空气湿度增大,夜间降温时,水汽分子凝结成水滴落在土壤表层,从而加速了土壤深层水分向土壤耕层扩散(表 2)。

玉米地膜覆盖全生育期间耕层(30 厘米)土壤水分 25.0%,比对照增加含水量为 2.1%;其中 0~10 厘米土层平均高 3.16%,10~20 厘米土层平均高 1.1%,20~30 厘米土层平均高 1.98%。但从玉米整个生育期测定结果看,前期(播种到拔节期)由于降雨比较少,覆膜保水效果明显。0~10 厘米土层土壤水分平均高于裸地直播玉米 6.87%;中期(6 月末~8 月末)由于降雨比较丰富,地膜覆

玉米,致使地膜覆盖下的土壤水分在这一时期平均低于裸地玉米的土壤水分 1.23%。玉米生育后期降雨减少,覆膜保水效果更加明显。0~10 厘米土层土壤水分平均比对照高 6.99%(图 3)。

玉米生育中期,即 7 月 20 日左右,地膜覆盖保持土壤水分的作用已经失去,并且增温效果亦不明显,所以在栽培管理中,此时应揭去地膜,进行一次锄草、中耕,效果会更加理想。

(三)覆膜后土壤容重及孔隙度的变化

地膜覆盖,减轻了降雨和灌溉引起的土壤板结,同时造成了一种特有的水、气膨胀收缩运动,使土壤保持疏松状态(表 3)。播种前土壤容重为 1.15 克/立方厘米,土壤孔隙度为 50.6%。玉米生育后期,覆膜田土壤容重为 1.12 克/立方厘米,较播种前略有降低,孔隙度为 51.8%,较播种前增加了 1.2%。而直播对照田土壤容重为 1.29 克/立方厘米,增加幅度较大,孔隙度降低了 6.1%;土壤孔隙度变幅一般在 30~60%以上,适宜的土壤孔隙度为 50~60%。播前试验区的土壤比较疏松,适合于作物生长,播种后覆膜田基本上保持了这种状态,并且略有改善。对照田大大的

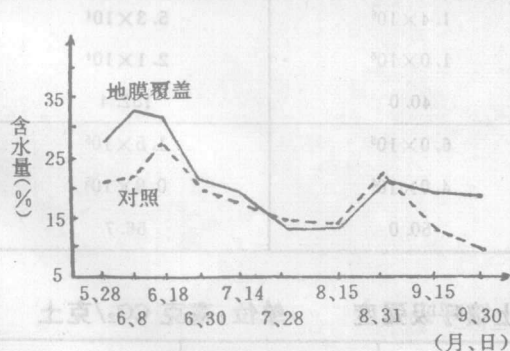


图 3 覆膜玉米与对照玉米全生育期土壤水分变化曲线(0~10 厘米土层)

盖影响了水分向土壤中渗透,地表径流增加,并且地膜玉米植株高大,蒸腾作用强于对照

破坏了这种状态,使土壤变硬,通气状况降低。

表 3 覆膜田与裸地直播田土壤容重及孔隙度 1990 年

项 目	播种前(覆膜前)				对照玉米生育后期(9月18日)				覆膜玉米生育后期(9月18日)			
	0~10	10~20	20~30	平均	0~10	10~20	20~30	平均	0~10	10~20	20~30	平均
容重(g/cm ³)	1.04	1.15	1.26	1.15	1.12	1.40	1.36	1.29	1.08	1.11	1.18	1.12
孔隙度(%)	55.4	50.6	45.4	50.6	51.9	39.9	41.6	44.5	53.6	52.4	49.4	51.8

(四)玉米覆膜后土壤微生物的变化

覆膜改善了土壤微生物的生态环境,使土壤微生物发生了很大变化(表 4)。玉米各个生育时期,土壤中的细菌、放线菌、真菌等数量覆膜田均高于裸地对照田。每克干土中细菌的数量苗期覆膜比对照高 190%,7 叶期高 100%,抽雄期高 88%,吐丝期高 23.8%。每克干土中真菌数量,苗期覆膜田与裸地对照

田没有明显变化,而 7 叶期覆膜比裸地对照田高 270.3%,抽雄期高 172.7%,吐丝期高 152.4%,即使在成熟期,覆膜田的菌数仍然高于对照。

土壤状况的改善,促进了土壤微生物的活动,从而使土壤呼吸强度加大(表 5)。覆膜田土壤呼吸强度在各个时期均高于对照田,说明覆膜田土壤微生物活动比对照田旺盛。

表 4 覆膜玉米不同时期土壤细菌、放线菌、真菌数量变化 1989 年

时 期	项 目	细菌(个/克干土)	放线菌(个/克干土)	真菌(个/克干土)
苗 期	覆 膜	5.8×10^8	1.0×10^6	1.5×10^5
	对 照	2.0×10^8	3.5×10^5	1.5×10^5
	土 %	190.0	185.7	0
7 叶 期	覆 膜	2.4×10^7	2.4×10^6	1.0×10^5
	对 照	1.2×10^7	1.65×10^6	2.7×10^4
	土 %	100.0	45.5	270.3
抽 雄 期	覆 膜	16.0×10^8	2.0×10^6	3.0×10^4
	对 照	8.5×10^8	1.5×10^6	1.1×10^4
	土 %	88.2	33.3	172.7
吐 丝 期	覆 膜	5.2×10^8	1.4×10^6	5.3×10^4
	对 照	4.2×10^8	1.0×10^6	2.1×10^4
	土 %	23.8	40.0	152.4
成 熟 期	覆 膜	4.5×10^8	6.0×10^6	1.5×10^5
	对 照	2.6×10^8	4.0×10^6	0.9×10^5
	土 %	73.1	50.0	66.7

表 5 覆膜玉米不同时期土壤呼吸强度 单位:毫克 CO₂/克土

时 期	苗 期	7 叶 期	抽 雄 期	吐 丝 期	成 熟 期
覆 膜	6.71	3.58	5.60	4.19	4.16
对 照	5.74	2.11	4.85	3.45	3.24

(五)玉米覆膜后土壤养分的变化

玉米覆膜后土壤速效养分变化很大(表6)。覆膜提高了土壤温度,并保持了适宜的水份和气体环境,促进了土壤微生物活动。从而加强了土壤中氨化作用、硝化作用和固氮作用,加速了有机质分解和土壤矿化作用,把不可给态的氮素、磷素和钾素转化成速效氮、磷、钾,为玉米提供了较多的速效养分。从(表6)分析可以看出,覆膜玉米出苗前期和苗期,由于地表基本呈裸露状态,植株需要养分少,而此时覆膜增温效果明显,故速效养分覆膜

田比对照田高。玉米生育中后期,由于覆膜效应基本消失,覆膜田较对照田土壤速效养分变化不大。

通过播种前和收获后对土壤基础肥力进行定点分析,覆膜对土壤氮、磷、钾全量影响不大。主要是对地膜覆盖下土壤有机质影响比较大(表7),由于覆膜改善了土壤的环境条件,使有机质分解加快。覆膜使膜下土壤有机质从4.26%降低到4.12%,减少了0.14%,而对照只减少了0.03%。

通过以上分析,玉米覆膜后土壤生态因

表6 覆膜玉米不同时期土壤速效养分的变化

单位:毫克/100克土 1989年

处 项 目	出苗前期			苗 期			中 期			后 期		
	速 N	速 P ₂ O ₅	速 K ₂ O	速 N	速 P ₂ O ₅	速 K ₂ O	速 N	速 P ₂ O ₅	速 K ₂ O	速 N	速 P ₂ O ₅	速 K ₂ O
覆 膜	26.44	13.00	27.50	26.79	7.65	25.80	24.50	8.25	19.30	23.15	6.50	21.5
对 照	25.89	9.05	20.50	22.74	7.15	18.90	24.64	6.85	21.0	21.64	4.80	22.0
土 差 值	0.55	3.95	7.00	4.05	0.50	6.90	-0.14	1.40	-1.7	1.51	1.70	-0.50

表7 地膜下土壤养分的变化

1990年

取 样 时 期	项 目	有机质(%)	pH	全 N(%)	全 P(%)	全 K(%)
播种前(4月20日)		4.26	7.02	0.28	0.249	2.01
收获后 (10月2日)	覆 膜	4.12	6.46	0.27	0.262	2.01
	对 照	4.23	6.68	0.25	0.269	1.97

子发生变化,最终影响玉米产量,1990年覆膜玉米(吉单156)亩产为810公斤/亩,对照(东农248)亩产为583公斤/亩,覆膜玉米产量比对照增产38.9%。“吉单156”做直播对照,由于积温不足在该地区不能完全成熟。

参 考 文 献

[1] 胡达家等:玉米地膜覆盖综合高产栽培技术的研究,东北农学院学报,1986,17(4),382~386

- [2] 王真旭:地膜覆盖栽培中值得注意的几个问题,黑龙江农业科学,1984,1,50~52
- [3] 梁亚超等:寒地玉米地膜覆盖栽培高产的理论浅析,耕作与栽培,1987,6,13~16
- [4] 肖玉珍等:地膜覆盖栽培玉米土壤中微生物变化规律的研究,东北农学院学报,1988,19(3),135~140
- [5] 戴漠安主编:玉米高产综合栽培技术,黑龙江科学技术出版社,1990,1,35~40