

春小麦套种玉米地膜覆盖栽培对 根系及植株生长发育的影响*

白栋才

(内蒙古巴盟推广站)

董心澄

(内蒙古五原县推广中心)

杨文彬

(内蒙古巴盟农业气象试验站)

田玉丹

(内蒙古巴盟植保站)

摘 要

本文系统分析了春小麦套种玉米地膜覆盖栽培对作物根系、生育期和生长特征及产量形成的影响。指出地膜覆盖栽培技术是改善我国北方地区粮作生产生态环境条件,实现高产稳产的有效措施之一。

小麦、玉米是内蒙古巴盟河套灌区的两大主体作物,其产量的高低,左右着巴盟的农业生产形势。由于不利的气候生态条件的影响,春季干旱多风、土壤耕层温度低,两种作物的发芽出苗和幼苗生长迟缓,致使5、6月份光能利用率很低。春小麦在7月份常遇干热风、玉米在8、9月易受低温冷害的危害,造成产量低而不稳。为改善作物生育期间的生态环境条件,我们于1983年把地膜覆盖应用到春小麦生产上,取得了突破性的进展,同时在玉米地膜覆盖试点中,取得了亩产1,647斤的好成绩。1984年我们第一次把地膜覆盖引向春小麦套种玉米,变一膜一用为一膜两用,变平面受光为立体受光,变一年一熟为一年两熟。通过试验,着重研究了根系生长、植株生长发育速度和生长特征值及气候生态条件的变化对产量形成的影响。结果,据6个旗、县、市21个试点的资料,平均亩产1,683.2斤,较露地1,321.9斤增产361.3斤。有6个试验点亩产超过2,000斤,占试验点的28.6%。其中亩产最高达2,279.3斤。塞外打出江南粮,创造了粮食生产的奇迹,展现了地膜覆盖的广阔前景。

一、试验材料和方法

1. 试验材料

小麦品种:永良4号、墨巴65、66、73-B-609、77164、28610、吨麦等7个品种;玉米品种:中单2号、维尔156、中杂44、丰₃₄×F₈₃、大风₇₋₁×赤₄₀₃等5个品种。

塑料薄膜为0.015毫米普通高压聚乙烯透明膜,幅宽1.1米。

2. 试验方法

本试验采用带田种植。每带5尺,小麦占地2.4尺,行距3寸,每带9行。每亩播量大

* 参加试验的还有孙金环、高建中、牛兴国、李平安、邹国荣、张庚寅、马瑞云等同志。

粒种35斤,小粒种30斤。玉米占地2.6尺,平作两行,小垅距0.8尺,株距0.8尺,距小麦进行0.9尺,三角留苗,每亩留苗3,000株左右。采用对比法顺序排列,重复3次,每个小区面积0.1亩。小麦先播种后覆膜,待三叶末期至分蘖初期揭膜,随即将膜覆盖玉米带,玉米采用先覆膜后播种。

小麦、玉米播种后,每日观测地温3次(小麦揭膜后停止观测),各个发育期测定土壤湿度。同时测定根系生长状况、叶面积和干物质。小麦开花后3天、玉米吐丝后15天起每隔5天测定一次灌浆速度。

统计分析时,将每一个点作为一个小区处理,于是覆膜和露地各有21个重复。

二、结果分析

1. 地膜覆盖对作物根系生长的影响

小麦、玉米种子播种后的出苗速度与土壤温湿度的关系比较密切。河套灌区春季播种的露地小麦、玉米,由于干旱多风、蒸发强烈、土壤耕层温度低,其出苗速度长达18—25天和16—23天。采用地膜覆盖后,土壤耕层水热状况迅速得以改善。据观测,覆膜小麦、玉米的0厘米和5厘米温度较露地分别高3.1℃、2.0℃和4.3℃、5.7℃;5—10厘米土壤湿度较露地提高2.6—5.1%。出苗期分别提前5—10和6—9天。

地膜覆盖的增温保湿效应,有利于增强作物根系吸收水分和养分的能力,代谢作用旺盛,细胞分裂快,根系生长迅速。据测定,小麦、玉米的根数、根长、根体积、根重均较露地栽培的有明显增加,见表1。

表1 春小麦套种玉米覆膜栽培根系生长状况¹⁾

table 1 the state of growth of the root system in plastic film mulching of spring wheat and corn in alternation cropping

日期 (日/月)	作物 项目 处理	小 麦				日期 (日/月)	作物 项目 处理	玉 米			
		根数 (条)	平均根长 (厘米)	根体积 (厘米 ³)	根重 (克)			根数 (条)	平均根长 (厘米)	根体积 (厘米 ³)	根重 (克)
24/4	覆膜	6.2	7.8	0.35	0.27	26/5	覆膜	11.2	6.8	1.30	1.30
	露地	4.5	5.8	0.15	0.064		露地	8.2	4.7	0.26	0.62
	差值	1.7	2.0	0.20	0.206		差值	3.0	2.1	1.04	0.68
15/5	覆膜	8.9	8.6	0.60	0.58	1/6	覆膜	18.2	8.8	5.20	5.79
	露地	8.0	7.8	0.20	0.25		露地	10.0	5.8	1.20	0.68
	差值	0.9	0.8	0.40	0.33		差值	8.2	3.0	4.00	5.11

1) 小麦20株、玉米5株的平均数;平均根长为初生根和次生根的平均数。

小麦行从出苗到4月24日揭膜,0厘米、5厘米平均温度分别为19.1℃和13.1℃,较露地平均温度分别增加3.1℃和2.0℃,同期0—10厘米土壤湿度较露地提高5.1%。此期覆膜小麦单株根数较露地小麦根数增加1.7条,根长增加2.0厘米,根体积增加0.20厘米³,根重增加0.206克。揭膜后第21天测定,覆膜单株小麦的根数、根长、根体积、根重的增长速度仍然是比较快的。说明短期的覆膜具有促进根系生长的效应。玉米的地膜覆盖系一覆到底,

因此根系生长状况则较小麦根系更具有优势。5月26日前,覆膜玉米行5、10厘米平均地温为20.8℃和19.8℃,分别较露地栽培玉米地地温增加3.8℃和3.9℃。0—20厘米土壤湿度为21.2%,较露地玉米地土壤湿度提高2.8%。随着地温和土壤湿度的提高,根系的生长量明显地优于露地栽培的根系。5月26日测定,覆膜玉米较露地的根数多3条,根长多2.1厘米,根体积多1.04厘米³,根重多0.68克。随着时间的后延,根系生长更加旺盛。6月1日测定,覆膜玉米较露地玉米根数增加8.2条,根长增加3.0厘米,根体积增加4.0厘米³,根重增加5.11克。7月10日测定结果更加显著,覆膜玉米根干重是露地玉米根干重7.5克的5.2倍。说明作物根系的生长速度是随地积温的增加和适宜的土壤湿度而迅速生长的。径统计分析表明,三者是呈极显著的线性相关,其相关系数分别为0.9998和0.8828,且地温是主导因子。

2. 地膜覆盖对作物生育期的影响

作物根系不仅是一个吸收器官,而且是一个很重要的合成器官。一般露地栽培的小麦、玉米生育前期,尤其是玉米,常常由于土壤温湿度不适宜,不但出苗期长,根系生长也不良,其吸收和合成的有机物的功能降低,运往地上植株的少,限制了幼苗期的生长发育,往往形成一个缓慢生长期。地膜覆盖后,土壤耕层水热状况得到较好改善,在适宜的温湿度条件下,土壤中有机肥和无机肥的分解速度快,作物根系在较适宜的土壤环境中,吸收和合成的功能也随之提高,运往地上植株的份量就相应增加,从而促进了地上部植株的生育进程。见表2、3。

表2 覆膜与露地小麦生育期比较

table 2 the comparison at growth period of spring wheat in the plastic film mulching and open-field

试验点	品种	序号	处理	生育期	播种	出苗	播种—出苗	分蘖	出苗—分蘖	拔节	分蘖—拔节	抽穗	拔节—抽穗	成熟	抽穗—成熟	出苗—成熟
					(日/月)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)
临河曙光乡	吨麦	1	覆膜		31/3	11/4	11	30/4	19	20/5	20	27/5	7	9/7	44	90
			露地		15/4	15	4/5	19	26/5	22	4/6	9	15/7	41	91	
五原试验场	28610	2	覆膜		28/3	9/4	12	25/4	16	12/5	17	4/6	23	15/7	41	97
			露地		16/4	19	7/5	21	22/5	15	9/6	18	18/7	39	92	
临河干台庙乡	77164	3	覆膜		25/3	8/4	14	23/4	15	8/5	15	1/6	24	8/7	37	91
			露地		16/4	22	28/4	12	13/5	15	7/6	25	17/7	40	92	
临河干台庙乡	77164	4	覆膜		28/3	5/4	8	20/4	15	5/5	15	17/6	43	15/7	28	101
			露地		13/4	16	29/4	16	13/5	14	24/6	42	18/7	24	96	
中旗红丰乡	墨巴65	5	覆膜		2/4	12/4	10	2/5	20	12/5	10	12/6	31	25/7	43	104
			露地		22/4	20	12/5	20	20/5	8	13/6	24	25/7	42	94	
杭后太阳庙乡	墨巴65	6	覆膜		20/3	3/4	14	29/4	26			4/6		7/7	33	95
			露地		14/4	15	10/5	26			10/6		12/7	32	99	
杭后头道桥乡	墨巴65	7	覆膜		25/3	9/4	15			20/5		9/6	20	20/7	40	102
			露地		16/4	22			30/5		14/6	15	25/7	41	100	

续表 2

试 验 点	品 种	序 号	生 育 处 理	播 种 期 (日/月)	出 苗 期 (日/月)	播 种 — 出 苗 (天)	分 蘖 期 (日/月)	出 苗 — 分 蘖 (天)	拔 节 期 (日/月)	分 蘖 — 拔 节 (天)	抽 穗 期 (日/月)	拔 节 — 抽 穗 (天)	成 熟 期 (日/月)	抽 穗 — 成 熟 (天)	出 苗 — 成 熟 (天)
乌前期杨树壕	28610	8	覆膜地	10/4	17/4	8	8/5	21	18/5	10	2/6	14	10/7	30	75
			露地		23/4	13	18/5	25	26/5	9	11/6	16	14/7	33	83
巴盟农气站	77164	9	覆膜地	31/3	11/4	11	23/4	12	18/5	25	1/6	14	8/7	37	88
			露地		16/4	16	2/5	16	23/5	21	4/6	12	11/7	37	86
磴口四坝乡	永良 4号	10	覆膜地	27/3	16/4	20			18/5		2/6	15	11/7	39	86
			露地		17/4	21			24/5		7/6	14	18/7	41	92
磴口公地乡	永良 4号	11	覆膜地	2/4	14/4	12	4/5	20	13/5	9	11/6	29	22/7	41	99
			露地		22/4	20	11/5	19	18/5	7	13/6	26	22/7	39	91
杭后小台乡	墨巴65	12	覆膜地	24/3	9/4	17							19/7		101
			露地		15/4	24								24/7	
杭后光荣乡	墨巴65	13	覆膜地	27/3	10/4	14	25/4	15	6/5	11	9/6	34	18/7	39	99
			露地		22/4	26	10/5	18	22/5	12	18/6	27	24/7	37	94
杭后查干乡	墨巴65	14	覆膜地	23/3	10/4	18	4/5	23	18/5	14	6/6	19	15/7	39	105
			露地		15/4	24	12/5	27	26/5	14	17/6	22	24/7	37	100
临河城关乡	墨巴66	15	覆膜地	27/3	10/4	14	29/4	19	14/5	15	6/6	23	16/7	40	97
			露地		16/4	20	6/5	20	21/5	15	13/6	23	23/7	40	98
杭后二道桥乡	77164	16	覆膜地	3/4	14/4	11	26/4	12	16/5	20	5/6	20	18/7	43	95
			露地		19/4	16	3/5	14	19/5	16	7/6	19	16/7	39	88
杭后头道桥乡	墨巴65	17	覆膜地	27/3	10/4	14			18/5		2/6	15	24/7	52	105
			露地		19/4	23			20/5		7/6	14	27/7	50	99
磴口四坝乡	永良 4号	18	覆膜地	31/3	13/4	13	2/5	19	12/5	12	1/6	20	13/7	42	93
			露地		20/4	20	9/5	18	18/5	9	7/6	20	20/7	43	90
临河丹木头乡	墨巴65	19	覆膜地	25/3	10/4	16	8/5	28	13/5	5	6/6	24	15/7	39	96
			露地		19/4	25	15/5	26	20/5	5	12/6	23	25/7	43	97
临河千台庙乡	墨巴65	20	覆膜地	31/3	11/4	11	21/4	10	2/5	11	4/6	33	11/7	37	91
			露地		17/4	17	30/4	13	14/5	14	10/6	27	15/7	35	89
平 均			覆膜地	30/3	10.6/4	13.1	28.3/4	17.1	13.5/5	15	3.5/6	22	15/7	42	95
			露地	29/3	16.7/4	20.2	6.4/5	20	21.1/5	15	10.9/6	20.9	19.7/7	38.6	95

从表 2、3 中看出, 覆膜小麦出苗期较露地提前 6 天, 分蘖期和拔节期均提前 8 天, 抽穗期提前 7 天, 成熟期提前 5 天。玉米出苗期和抽雄期平均较露地提前 9 天, 吐丝期提前 10 天, 成熟期提前 12 天。其中小麦、玉米的拔节期最多可提前 17 天和 19 天。两种作物各发育期, 尤其是苗期的提前, 是覆膜后的增温保湿效应的反映。下面将玉米生育期与覆膜、露地 5 厘米地积温和气积温的相关系数列入表 4, 对其进一步证实。

表 3 覆膜与露地玉米生育期比较

table 3 the comparison of corn at the growth period in plastic film mulching and open-field

试验点	品 种	序 号	处 理	生 育 期	播 种	出 苗	播 种 — 出 苗	抽 雄	出 苗 — 抽 雄	吐 丝	抽 雄 — 吐 丝	成 熟	吐 丝 — 成 熟	出 苗 — 成 熟
					(月/月)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)
临河曙光乡	中单2号	1	覆膜	地	7/5	15/5	8	18/7	64	20/7	2	17/9	59	125
					5/5	18/5	13	23/7	66	28/7	5	28/9	62	133
五原试验场	丰 ₃₄ ×F ₈₃	2	覆膜	地	24/4	3/5	9	4/7	62	9/7	5	24/8	46	113
						9/5	15	16/7	68	21/7	5	12/9	53	126
临河千台庙乡	中单2号	3	覆膜	地	3/5	12/5	9	22/7	71	22/7	0	5/9	45	116
					1/5	14/5	13	28/7	75	1/8	4	15/9	45	124
临河千台庙乡	维尔156	4	覆膜	地	5/5	9/5	4	7/7	59	12/7	5	10/9	60	124
						15/5	10	15/7	60	20/7	5	20/9	62	127
中旗红丰乡	维尔156	5	覆膜	地	1/5	9/5	8	23/7	75	28/7	5	20/9	54	134
						12/5	11	30/7	79	4/8	4	29/9	56	139
杭后太阳庙乡	维尔156	6	覆膜	地	29/4	7/5	8	20/6	43	26/6	6	22/8	57	106
						19/5	20	7/7	49	12/7	5	5/9	54	108
杭后头道桥乡	中单2号	7	覆膜	地	20/4	29/4	9	10/7	72	17/7	7	15/9	59	138
						10/5	20	20/7	71	29/7	9	30/9	63	143
乌前旗杨树壕	丰 ₃₄ ×F ₈₃	8	覆膜	地	1/5	13/5	12	15/7	63	19/7	4	28/8	40	107
						18/5	17	21/7	64	26/7	5	12/9	49	118
巴盟农气站	中单2号	9	覆膜	地	3/5	12/5	9	20/7	68	24/7	4	9/9	47	119
						16/5	13	1/8	77	7/8	6	24/9	48	131
磴口回坝乡	中杂44号	10	覆膜	地	22/4	5/5	13	16/7	69	21/7	5	10/9	51	125
						11/5	19	22/7	72	24/7	2	16/9	54	128
磴口公地乡	中单2号	11	覆膜	地	29/4	10/5	11	13/7	64	18/7	5	27/9	71	140
						20/5	21	27/7	78	2/8	5	1/10	60	133
杭后小台乡	中单2号	12	覆膜	地	24/4	2/5	8	17/7	76	22/7	5	11/9	51	132
						11/5	17	25/7	75	31/7	6	30/9	61	142
杭后光荣乡	中单2号	13	覆膜	地	23/4	6/5	13	21/7	65	25/7	4	18/9	55	124
						13/5	20	31/7	79	5/8	5	未成熟	—	—
杭后查干乡	大风 ₇₋₁ ×赤 ₄₀₃	14	覆膜	地	4/5	12/5	8	12/7	61	17/7	5	1/9	46	112
						17/5	13	23/7	67	29/7	6	12/9	51	124
临河城关乡	中单2号	15	覆膜	地	23/4	4/5	11	10/7	67	13/7	3	17/9	66	136
						10/5	17	20/7	71	23/7	3	1/10	70	144
杭后二道桥乡	中单2号	16	覆膜	地	27/4	4/5	7	15/7	72	19/7	4	21/9	64	140
						9/5	12	22/7	74	27/7	5	—	—	—
杭后头道桥乡	中单2号	17	覆膜	地	2/5	9/5	7	9/7	61	13/7	4	20/9	69	134
						16/5	14	18/7	64	22/7	4	30/9	70	138

续表 3

试验点	品种	序号	处理	生育期		播种	出苗	播种—出苗	抽雄	出苗—抽雄	吐丝	抽雄—吐丝	成熟	吐丝—成熟	出苗—成熟
				(日/月)	(日/月)	(天)	(日/月)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)	(日/月)	(天)
霞口四坝乡	维尔156	18	覆膜	27/4	4/5	7	12/7	69	17/7	5	8/9	53	121		
			露地		10/5	13	19/7	70	24/7	5	16/9	54	129		
临河丹丹木乡	中单2号	19	覆膜		4/5	9	10/7	67	13/7	3	8/9	57	127		
			露地	25/4	10/5	15	21/7	72	24/7	3	24/9	72	137		
平均			覆膜	26/4	4.5/5	8.9	12.8/7	65.7	17.1/7	4.3	23/9	54.8	124.4		
			露地	29/4	13.6/5	15.4	22.1/7	69	27.1/7	5.2	22/9	57	130.8		

表4 覆膜、露地5厘米地积温、气温与玉米生育期相关系数

table 4 the correlation coefficient in the growth period of the corn when the temperature summation, solid temperature of 5cm, in plastic film mulching and open-field

处理项目	地积温与生育期(r)	显著性	气温与生育期(r)	显著性
覆膜	0.9995	>0.001	0.9978	>0.001
ck	0.9878	>0.001	0.9788	>0.001

表4中的4个相关系数均达到0.001的极显著水平。尽管如此,但仍可看出,覆膜5厘米的地积温与生育期的相关系数较露地大0.0117,同样与之相对应的气积温与生育期的相关系数较露地大0.019。在4个相关系数中,无论是覆膜还是露地5厘米地积温与生育期的相关系数均大于相应的气积温与生育期的相关系数。且覆膜地积温的相关系数最大,说明影响作物生长发育速度快慢的主导因子是地温,气温次之。这就是说,土壤耕层温度低是导致玉米苗期缓慢生长的主要原因,实质上是延迟性冷害的内在表现。

春小麦在全生育期中仅在播种至三叶末期覆膜20—25天,揭膜后土壤表层温度已降至露地温度,但各生育期又都始终提前。作物生育期的提前,标志着生物量的增加。为此,本文引入Blackman (1919)发现的“复利法则”方程式

$$W_2 = W_1 e^{R(T_2 - T_1)} \quad (1)$$

予以证实。式中 W_1 是在 T_1 时间干重, W_2 是在 T_2 时间的干重, e 是自然对数的底, R 是生长速率。式(1)表明,假如在时间 t 时的生长量为 W_t ,它是随最初的 W_0 、生长速率 R ,以及时间 t 而按指数方式生长(增加)的。这就是说,在种子萌发的初始期,由于土壤耕层具有良好的水热条件,靠种子贮藏物质形成的叶量和根量,就比露地栽培的要多,此后由于叶面积增加,光合制造的物质又不断地用于建造更多的光合面积,如此反复循环像存款按复利增加的一样,因此,覆膜栽培作物的各个生育期都比露地栽培提前。

3. 地膜覆盖对作物生长特征值的影响

河套灌区光能资源丰富,太阳辐射年总量为150.05千卡/厘米²,作物生长季节约占60%以上,其中5、6月最多,为18.69千卡/厘米²和17.67千卡/厘米²。但是,在传统的农业生产中,长期采用露地栽培,由于春季土壤耕层温度低,不但种子发芽迟缓,而且苗期生长也

很缓慢,不能形成一个最优群体结构及光合面积,所以6月份以前的光能不能有效地得到利用,几乎白白地被浪费掉了。然而采用春小麦套种玉米覆膜栽培技术,则能有效地克服露地栽培的弱点。带田种植方式,能充分利用前期光资源、延长作物的受光时间,所以生长势与露地相比,更具有明显的优势。从而导致了作物产量形成有重要作用的几个生长特征值随之发生显著变化。

1) 群体生长率 覆膜栽培中的小麦,分蘖至拔节期的群体生长率为 $7,598.5\text{克}/\text{米}^2\cdot\text{日}$,较露地增加 52.3% ;玉米幼苗期的群体生长率为 $310.5\text{克}/\text{米}^2\text{日}$,较露地增加 $1,970.0\%$,喇叭口期增加 298.2% 。充分的显示出带田覆膜栽培立体受光的优势。同时说明带田覆膜栽培的群体结构是合理的。

2) 叶面积相对生长率 覆膜小麦拔节至乳熟期的叶面积相对生长率平均每天每平方厘米增长 0.027508厘米^2 ,较同期露地小麦叶面积相对生长率增加 10.9% 。覆膜玉米苗期至抽雄期间叶面积相对生长率平均每天每平方厘米增长 0.25951厘米^2 ,较同期露地栽培增加 2.6% 。表明覆膜作物不仅生育进程快,而且叶面积增长量也是迅速的。为建造最优光合面积奠定了基础。

3) 光合势 随着覆膜作物群体生长率和叶面积相对生长率的增加,绿色叶面积也随之扩大,其光合势也较之有很大的提高。如表5所示。

表5 春小麦套玉米带田光合势(五原试验场)

table 5 the situation of getting energy of rays of the strip cropping of corn interplanting of spring wheat

作物	处 理	生 育 期	三叶至拔节光合势	拔节至抽穗(抽雄)光合势	抽穗(抽雄)至乳熟光合势
			($\text{米}^2/\text{日}$)	($\text{米}^2/\text{日}$)	($\text{米}^2/\text{日}$)
小 麦	覆 膜		14,372.55	45,026.88	49,756.08
	露 地		14,045.59	44,213.48	40,182.44
	增加(%)		2.3	1.8	23.8
玉 米	覆 膜		2,578.50	21,397.74	40,571.50
	露 地		305.25	13,268.85	12,182.37
	增加(%)		744.7	61.3	224.1

从表5可见,覆膜小麦、玉米苗期、中期和后期的光合面积均较露地栽培的光合面积有很大的增加。尤其前期和后期更为突出。说明覆膜小麦、玉米苗期具有充分利用光能的优势,后期又具有将太阳能转化为植物能的巨大潜力。

4) 净同化率 计算结果表明,覆膜小麦抽穗至乳熟期的净同化率为 $3.69\text{克}/\text{米}^2\cdot\text{日}$,较同期露地增加 43.02% 。覆膜玉米拔节至抽雄期的净同化率为 31.78% ,较同期露地增加 16.1% 。由此表明,净同化率高,为其输送、积累和再分配到果实的干物质就多,也是制造高产的先决条件。

5) 作物最大生长率 覆膜小麦苗期的最大生长率平均每日每平方米较露地增加 0.2克 。覆膜玉米苗期及拔节至抽雄期分别较露地每日每平方米增加 0.816克 和 0.7085克 。这一结果与其净同化率结果相一致。

分析表明,春小麦套种玉米覆膜栽培,可有效地提高前期的光能利用率,同时还可充分

发挥带田立体受光的优势, 将其受光面积较单种玉米提高21.6%, 从而使几个对作物产量形成有特别重要作用的生长特征值, 均较露地栽培有较大的提高或增加。这也就是覆膜作物产量较露地栽培作物产量大幅度提高的潜力所在。

4. 地膜覆盖对作物产量形成的影响

据五原试验场观察, 春小麦穗分化期较露地栽培小麦延长了5天。见表6。

表6 春小麦幼穗分化阶段

table 6 the panicle differentiation stage of spring wheat

处 理	穗 分 化 阶 段	伸 长 期 (日/月)	单 棱 期 (日/月)	三 棱 期 (日/月)	二 棱 末 期 (日/月)	小 花 分 化 期 (日/月)	雌 雄 芯 原 基 分 化 期 (日/月)	药 隔 形 成 期 (日/月)	雌 雄 芯 性 细 胞 形 成 期 (日/月)
覆 膜		2/5	7/5	9/5	13/5	17/5	19/5	25/5	28/5
露 地		7/5	9/5	13/5	15/5	21/5	23/5	26/5	28/5
差 值		5	2	4	2	4	4	1	0

表6资料说明, 当小麦播种覆膜后, 由于土壤耕层水热状况得到很好改善, 因而出苗期和三叶期明显地较露地小麦提前, 所以幼穗分化阶段也就提前进入, 但揭膜后, 土表增温效应消失, 穗分化进程相应减慢, 无疑延长了穗分化时间, 从而为后期的穗粒数、穗粒重的增加奠定了基础。

从全生育期看, 小麦出苗至成熟期较露地延长了2.6天, 但成熟期却较露地提前了5天, 这样覆膜小麦的成熟期恰好与本地区小麦干热风出现频率(约90%)最高、减产最多(30℃以上每升高1℃, 减产15.28斤/亩)的时段(7月13—20日)相错。覆膜玉米出苗至成熟期平均为125.2天, 较露地玉米缩短了6.8天, 其中吐丝期提早到7月17日, 较露地玉米提前

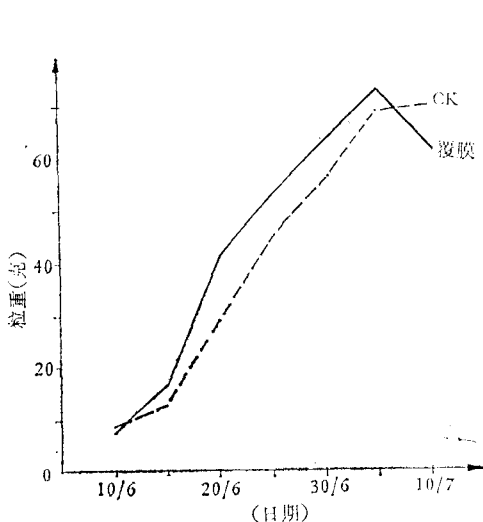


图1 带田覆膜与露地小麦灌浆过程
fig.1 the milk-ripe process of spring wheat in plastic film mulching of strip cropping and open-field

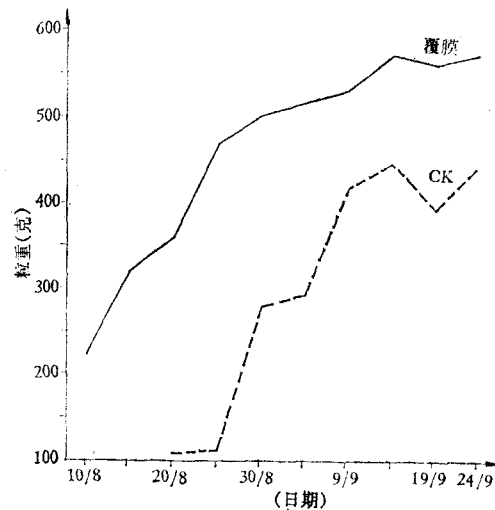


图2 带田覆膜与露地玉米灌浆曲线
fig.2 the diagram of milk-ripe of corn in plastic film mulching and open-field in the strip cropping

10天。由于覆膜小麦、玉米的籽粒形成期是处于较为适宜的生态环境条件下,所以小麦、玉米的灌浆速度都优于露地。见图1、2。与此同时,对小麦的穗长、有效小穗、穗粒数和穗粒重及千粒重;玉米的果穗长、穗行数、穗粒数、穗粒重、千粒重的增加都十分有利。见表7、8。

表7 小麦(墨巴65)经济性状分析(杭后旗光荣乡)

table 7 the economical character spectrometry of the (moba 65) spring wheat

处 理	项 目	穗 长 (厘米)	有 效 小 穗	不 孕 小 穗	穗 粒 数	穗 粒 重 (克)	千 粒 重 (克)
覆 膜		7.82	13.35	2.66	32.73	1.042	32.16
露 地		7.36	12.79	3.45	28.86	0.846	29.16
差 值		0.46	0.56	-0.79	3.87	0.196	3.0

表8 玉米(中单2号)经济性状分析(杭后旗光荣乡)

table 8 the economical character spectrometry of the (Zhong-dan 2)corn

处 理	项 目	株 高 (厘米)	穗 位 (厘米)	茎 粗 (厘米)	双 穗 率 (%)	果 穗 长 (厘米)	秃 尖 长 (厘米)	单 秃 尖 穗 率 (%)	果 穗 粗 (厘米)	穗 粒 重 (克)	籽 出 产 率 (%)	千 粒 重 (克)
覆 膜		263.1	110.7	2.41	19.20	23.20	0.58	2.50	4.90	22.0	84.62	352.9
露 地		251.2	108.7	1.89	6.76	22.63	1.15	5.08	4.60	13.75	78.57	218.7
差 值		11.9	2.0	0.52	12.44	0.57	-0.57	-2.58	0.30	8.25	6.05	134.2

由表7可见,覆膜小麦穗长较露地长0.46厘米,有效小穗多0.56个,不孕小穗减少0.79个,穗粒数增加3.87粒,穗粒重增加0.196克,千粒重增加3.0克。由此证实带田小麦采用短期覆膜和玉米带覆膜的边际保湿效应,可在很大程度上克服或减轻各种不利因素为害,如苗期的干旱少雨、风大蒸发强烈、土壤墒情差、头水期晚、中期阴雨寡照、后期出现中等干热风天气(7月13—20日)对产量的影响,结果增产11.3%。

表8中覆膜玉米的株高、穗位、茎粗、双穗率、果穗长、果穗粗等均较露地栽培的有较多的增加;秃尖长和单穗秃尖率又较露地有一定的减少。显示了地膜覆盖栽培技术的巨大作用。这里需要着重指出的是,1984年玉米籽粒形成期的热量条件是1981年以来最差的一年。即8、9两月总积温较1981、1982、1983、3年分别减少80.4℃、52.0℃、70.8℃;适宜灌浆日数分别减少14天、9天和7天。在这种不利的气候生态条件下,带田玉米采用覆膜栽培后的穗粒重、籽粒出产率和千粒重均较露地显著增加。我们认为,玉米覆膜栽培可有效地避免作物生长初期的低温影响,形成缓慢的生长期,即延迟性冷害,进而加速其生长发育进程,将平均吐丝期提前至7月17日,较露地提前10天,最多的提前17天,其间可增加热量231.5—394.4℃,这样平均最适宜的灌浆期计有31天,最多可达38天。20—16℃的缓慢灌浆期为22天,较露地减少3天,不足16℃的停止灌浆日数减少6天。由于覆膜玉米适宜灌浆时间延长,缓慢灌浆时间缩短,减产日数基本可以避免。从而使秃尖长减少0.57厘米,穗粒重、千粒重分别增加8.25和134.2克,这是用一般栽培措施所得不到的。

为了进一步证明在玉米吐丝至成熟期 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 、 $< 20-16^{\circ}\text{C}$ 和低于 16°C 的日数的增减对产

量的贡献水平, 本文对此进行了统计, 建立了回归方程。其方程式为:

$$\hat{y} = 587.2573 + 24.159x_1 + 6.5392x_2 - 27.9577x_3 \quad (2)$$

方程的相关系数 $R = 0.9757$

$$F = 39.694 \gg F_{0.01} = 8.45$$

说明方程可信, 而且达到极显著水平。

式中 \hat{y} —— 为估计产量, x_1 —— $\geq 20^\circ\text{C}$ 日数, x_2 —— $< 20-16^\circ\text{C}$ 日数, x_3 —— $< 16^\circ\text{C}$ 日数。

上式表明, 玉米吐丝至成熟期间 $\geq 20^\circ\text{C}$ 日数越多, 灌浆速度越快, 积累的干物质就越多, 穗粒重和干粒重就重, 亩产量高。这种日数增加 1 天, 每亩可增产 24.2 斤。若 $< 20-16^\circ\text{C}$ 的日数越多, 灌浆速度越慢, 因为这种日数增加 1 天, 每亩仅增产 6.5 斤, 所以产量低。倘若 $< 16^\circ\text{C}$ 日数增加 1 天, 每亩减产约 28 斤。由此说明, $\geq 20^\circ\text{C}$ 的日数对产量的贡献最大。 $< 20-16^\circ\text{C}$ 的日数次之, $< 16^\circ\text{C}$ 日数则是低温造成的障碍性冷害。可见种植业的根本任务, 就是要努力创造第一种, 减少第二种, 避免第三种日数出现。显然, 采用地膜覆盖则是实现第一种的最佳措施。如前所述, 1984 年是 1981 年以来气候生态条件最差的一年, 但采用地膜覆盖种植带田, 不仅小麦增产 71.7 斤/亩, 而且玉米平均亩产 1,052.2 斤, 较露地增产

表 9 春小麦套玉米地膜覆盖栽培产量结果及 t 测验

table 9 the field outcome and significance test of spring wheat and corn in alternating cropping in the plastic film mulching

试 验 处 理 点	小 麦			玉 米			合 计			增 产 率 (%)
	覆 膜	露 地	差 值	覆 膜	露 地	差 值	覆 膜	露 地	差 值	
临河曙光乡	824.3	725.7	98.6	1,455.0	993.3	461.7	2,279.3	1,719.0	560.3	32.6
杭后小台乡	600.0	516.0	83.4	1,472.0	800.0	672.0	2,072.0	1,316.6	755.4	57.4
临河城关乡	916.0	810.0	106.0	1,141.5	875.0	266.5	2,057.5	1,685.0	372.5	22.1
杭后五星乡	700.0	766.0	-66.0	1,351.0	1,117.0	234.0	2,051.0	1,883.0	168.0	8.9
临河丹丹木头乡	618.0	458.0	160.0	1,417.2	1,145.7	271.5	2,035.2	1,603.7	431.5	26.9
巴盟农气站	732.4	640.9	91.5	1,291.0	984.2	306.8	2,023.4	1,625.1	398.3	24.5
杭后二道桥乡	465.7	435.2	30.5	1,501.7	1,148.4	353.3	1,967.4	1,583.6	383.8	24.2
杭后头道桥乡	472.1	431.5	40.6	1,071.0	642.3	428.7	1,543.1	1,073.8	469.3	43.7
磴口四坝农技站	606.0	571.0	35.0	804.0	482.4	321.6	1,410.0	1,053.4	356.6	14.9
临河千台庙乡	1,004.0	893.3	110.7	633.7	413.0	220.7	1,637.7	1,306.3	331.4	25.4
五原试验场	508.9	478.3	30.6	908.9	625.5	282.4	1,417.8	1,104.8	313.0	28.3
临河千台庙乡	645.5	616.2	39.3	896.5	825.0	71.5	1,542.0	1,431.2	110.8	7.7
临河千台庙乡	610.0	570.0	40.0	740.0	670.0	70.0	1,350.0	1,240.0	110.0	8.9
中旗红丰乡	480.2	410.0	70.2	712.0	436.0	276.0	1,192.2	846.0	346.2	40.9
杭后太阳庙乡	702.0	591.3	110.7	827.7	697.0	130.7	1,529.7	1,288.3	241.4	18.7
杭后头道桥乡	515.2	465.0	50.2	1,278.5	939.8	338.7	1,793.7	1,404.8	388.9	27.7
乌前旗杨树壕	469.2	385.8	83.4	781.4	361.0	420.4	1,250.6	746.8	503.8	67.5
磴口公地乡	666.3	440.1	226.2	610.6	352.6	258.0	1,276.9	792.7	484.2	61.1
磴口四坝乡	520.0	502.8	17.2	877.7	570.1	307.6	1,397.7	1,072.9	324.8	30.3
杭后光荣乡	711.5	604.6	106.9	1,092.5	641.0	451.5	1,804.0	1,205.6	558.4	44.8
杭后查干乡	485.0	444.0	41.0	1,231.7	1,105.0	126.7	1,716.7	1,549.0	167.7	10.8
平 均	631.0	559.3	71.7	1,052.2	753.6	298.6	1,683.2	1,321.9	361.3	27.3

当 $d \cdot f = 21 - 1 = 20$, $t_{0.01} = 2.845$, $t = 249.0 \gg t_{0.01} = 2.845$

27.3%。其中有6个试验点亩产超过2,000斤,最高达到2,279.3斤。产量及 t 测验见表9。表明覆膜与露地间的产量差异达到极显著水平。

为探索在气候生态条件较差的情况下,春小麦套玉米覆膜与露地栽培单产水平的稳定性,本文采用经验公式

$$r = \frac{1}{cv \cdot 10^{-2}}$$

计算了二者的稳定度。覆膜带田单产的稳定度为5.29,露地为4.27。说明春小麦套种玉米采用覆膜栽培,具有克服或减轻生育期各种自然灾害(冰雹除外)的独特优势,获取高产、稳产的可行性。露地栽培则不然,所以稳产性不及覆膜栽培。由此可见,春小麦套玉米覆膜栽培不仅是防膜干热风 and 低温冷害等灾害的有效技术措施之一,而且也是加速巴盟河套灌区商品粮基地建设,实现粮食再翻番以及对于改善我国北方地区粮作生产农业生态环境条件,实现高产、稳产均有重要意义。

三、结 论

1. 春小麦套玉米地膜覆盖栽培的增温保湿效应,有利于增强作物根系吸收水和养分的能力,促进根系的迅速生长。经统计,5厘米地积温与作物根系生长量和地上部植株生长发育速度呈正相关,其相关系数 r 分别为0.9998和0.9995。说明导致玉米苗期生长缓慢是土壤耕层温度偏低的缘故。

2. 带田小麦采用短期地膜覆盖,既有利于延长穗分化时间,为其后的穗粒重、千粒重的增加奠定基础,又能提供一膜两用,投入少、产出多的可靠的社会和经济效益。

3. 带田采用地膜覆盖,可有效地避免或减轻干热风、低温冷害、麦秆蝇等灾害对产量形成的影响。在1984年气候生态条件较差、亩产高达千斤以上的基础上,增产率仍达27%,且增产比露地稳定,说明覆膜栽培技术是改善我盟及我国北方地区粮作生产生态环境条件,实现高产、稳产的有效措施之一。

4. 鉴于带田地膜覆盖栽培有较高的增产潜力,明显的经济效益,并且可以用少量的耕地,获取大量的产量。这样就能腾出部分土地,扩种经济作物,在次地上种草,实行草田轮作,养畜肥田,建立良性的生态循环系统。故建议在条件适宜的地区推广应用。

参 考 文 献

- 北京农业大学农业气象专业编 1984 农业气象。第192—208页。科学出版社。
 西南农学院主编 1978 土壤学。第95页。农业出版社。
 刘厚培等主编 1982 农业气候资源与作物生态译文集。第36—41页。中国科学院综考会。
 莫惠栋编著 1984 农业试验统计。第95—97、502—510页。上海科技出版社。

THE STUDIES OF MULCHING INFLUENCE BY THE
PLASTIC FILM ON THE PLANT GROWTH AND
DEVELOPMENT AND ROOT SYSTEM WHEN
INTERPLANTING CORN WITH SPRING WHEAT

Bai Dongcai

(Bayannaoer Agrotechnique Popularization Station Bayannaoer League, Inner Mongolia)

Dong Xincheng

(Wuyuan Agrotechnique Popularization Center Wutuan, Inner Mongolia)

Yang Wenbin

(Bayannaoer Experimental Station of Agricultural Meteorology, Inner Mongolia)

Tian Yudan

(Bayannaoer Plant protection Station Bayannaoer League, Inner Mongolia)

This paper systematically analysed the interplanted corn with spring wheat by the plastic film mulching and the influence on the root system, growth period and habit and the crop yield. It indicated that the techniques of cultivation of plastic film mulching was one of the effective measure for improving production, and ecological environment and achieving high and stable yields in the area of north China.