

甘肃中部旱地补灌及氮肥对全膜双垄沟播玉米干物质积累及产量的影响

张平良^{1,2} 郭天文^{1,2} 吕军峰^{1,2} 谭雪莲^{1,2} 侯慧芝^{1,2}

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 兰州 730070;

2. 农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室, 兰州 730070)

摘要: 采用田间试验的方法研究补灌及施氮对全膜双垄沟播玉米干物质积累及产量的影响。结果表明, 在不同施肥方式下, 玉米各生育期全株、秸秆干物质积累均呈现出“S”型曲线变化规律, 玉米全株干物质质量均随生育期的延长而增长, 相同PK肥条件下, 增施N肥可增加玉米秸秆干物质质量, 补灌优势明显; 补灌(50毫米)条件下, 相同施肥处理玉米产量和N肥农学效率分别比无灌溉增加4%~21%、1.8%~20%, N、P₂O₅和K₂O的用量分别为15公斤/亩、8公斤/亩、4公斤/亩时(W1N4处理), 玉米产量最高, 可达到731公斤/亩, 明显高于其它处理, 表明玉米在全膜双垄沟播栽培技术条件下, 平衡施肥可显著增加玉米籽粒产量, 补灌效果明显。

关键词: 全膜双垄沟播玉米; 补灌; 干物质积累; 产量

全膜双垄沟播玉米栽培技术是旱作农业的一项突破性创新技术, 该项技术集覆盖抑蒸、膜面集雨、垄沟种植技术为一体, 最大限度地保蓄自然降水, 使地面蒸发降到最低, 特别能使春季10mm以下的降雨集中入渗于作物根部, 被作物有效利用, 实现了集雨、保墒、增产^[1-3]。该项技术适宜在年降水250~500mm的旱作农业区推广^[1,4], 为了配套全膜双垄沟播技术大面积推广, 在此项技术改变了土壤水热条件基础上, 研究不同施氮量和补水灌溉对春玉米干物质积累及产量的影响, 以期为该地区科学施肥和确定高产、高效栽培模式提供一定理论依据, 对于提高旱作农业区综合生产能力, 确保我省粮食安全, 促进旱作农业区经济稳步发展意义重大。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地概况

试验设在定西市安定区团结镇唐家堡(地理位置: E104°35', N35°36'), 是黄土高原半干旱400毫米降水量旱作农区的典型代表, 土壤类型为黄绵土, 质地为粘壤土, 肥力中等^[5]。降雨季节分布不均, 多集中在7、8、9三个月。海拔约1932~2520米, 年平均温度5.6℃, 年蒸发量1531毫米。

1.2 试验材料

试验地耕层(0~20厘米)土壤养分状况见表1, 2008~2010年1月至9月降水资料见表2。玉米品种为承单20号, 肥料品种为尿素(N46%)、过磷酸钙(P₂O₅12~16%)、氯化钾(K₂O60%)。

表1 供试土壤养分状况

pH	OM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	(%)	(毫克/公斤)											
8.56	0.73	10	6.7	22.4	116	1747.7	174.5	22.3	10.7	2	4.1	1.5	0.94

表2 2008—2010年1—9月份降水量(毫米)

年份	1月份	2月份	3月份	4月份	5月份	6月份	7月份	8月份	9月份	合计
2008	13.6	3.4	2.7	17.5	30.5	62.3	58.6	97.5	94.5	380.6
2009	2.2	9.8	14	12.9	28.5	19.5	68.2	106.6	10.1	271.8
2010	1.3	4.2	18.1	32.7	74	43.2	34.6	34.1	65.9	308.1

1.3 试验设计与方法

试验设灌水和施氮两个因子，灌水包括不灌溉(W0)和补充灌溉50毫米(W1)2个水平；氮肥分设施氮6公斤/亩、10公斤/亩、15公斤/亩、20公斤/亩、不施氮5个水平，组成完全试验方案，共10个处理组合，重复3次，

随机区组排列，小区面积36平方米。施肥方案见表3，所用肥料除氮肥60%作追肥，在大喇叭口期追施，其余肥料全部作基肥在播前浅耕时一次性施入。灌水在喇叭口期进行，栽培方式为全膜双垄沟播栽培，栽培密度为：4000株/亩。

表3 施肥方案

编号	处理	灌水量(毫米)	养分施用量(公斤/亩)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	W0N1	0	0	8	4
2	W0N2	0	6	8	4
3	W0N3	0	10	8	4
4	W0N4	0	15	8	4
5	W0N5	0	20	8	4
6	W1N1	50	0	8	4
7	W1N2	50	6	8	4
8	W1N3	50	10	8	4
9	W1N4	50	15	8	4
10	W1N5	50	20	8	4

1.4 测定项目及方法

测定试验地耕层(0-20厘米)土壤基础土样理化性质和玉米生育期降水资料,测定各生育期玉米干物质量,收获期玉米籽粒产量。

基础土样理化性质由中一加合作土壤植株测试实验室采用ASI分析法^[6]测定,并提供推荐施肥量(OPT1处理);气象资料是由甘肃省农业科学院定西试验站气象观测站观测。

1.5 数据分析

实验数据采用DPS3.01专业版软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对玉米各生育期干物质积累的影响

表4 不同处理对玉米干物质积累的影响

处理	干物质量 (公斤 / 亩)				
	苗期	拔节期	大喇叭口期	灌浆期	收获期
W0N1	4.88cd	46.2b	230b	497b	608ab
W0N2	5.60bc	66.9ab	241ab	642ab	614ab
W0N3	6.27abc	84.2ab	292ab	713a	609ab
W0N4	6.27abc	91.2a	332a	818a	753a
W0N5	7.04a	105.9a	326a	764a	759a
W1N1	4.09d	47.4b	262ab	692a	669a
W1N2	5.57bc	69.0ab	293ab	678ab	699a
W1N3	6.12abc	89.8a	319a	691ab	696a
W1N4	6.34abc	87.4ab	340a	734a	778a
W1N5	6.76a	108.7a	366a	759a	802a

注:表中同一列不同小写字母表示数值之间差异显著(P<0.05)。

由表4可知,在无灌溉、补灌条件下,玉米各生育期干物质积累量均随着施氮量的增加呈现出增加趋势,其中在补灌条件下,W1N5处理各生育期干物质积累量最高,其次是W1N4处理,是由于在大喇叭口期之前降雨条件与往年相比较好(表2),有利于促进肥效,大喇叭口期补灌之后肥效增强,随着施氮量的增加促进

干物质量的积累;在无灌溉条件下,玉米苗期、拔节期干物质量W0N5处理最高,大喇叭口期、灌浆期W0N4处理最高。试验结果表明,在PK肥用量相同条件下,增施N肥可增加玉米秸秆干物质量,尤其是玉米苗期、拔节期表现突出,玉米生长中期补灌能促进肥效,有利于玉米干物质积累。

2.2 不同处理条件下玉米干物质积累规律

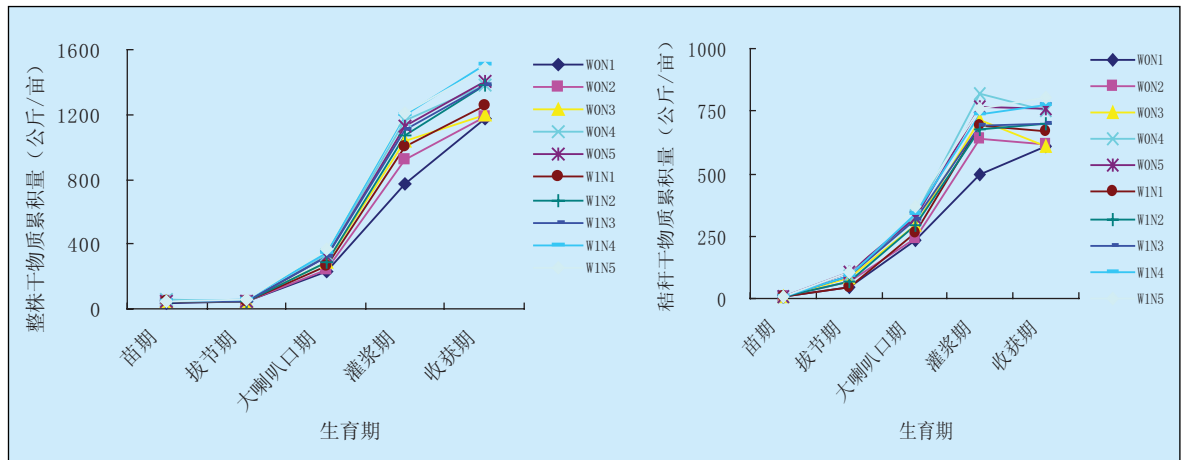


图1 玉米各生育期全株干物质积累变化规律

图2 玉米各生育期秸秆干物质积累变化规律

由图1和图2可知，各处理玉米各生育期全株、秸秆干物质积累均表现为前期慢中期快后期又慢或开始降低的“S”型曲线变化规律^[7-10]，玉米全株、秸秆干物质积累最快时期出现在拔节期—大喇叭口期—灌浆期，玉米全株干物质积累量最高出现在收获期，秸秆干物质积累量最高出现在灌浆期，

灌浆期—收获期秸秆干物质积累速度开始放缓及下降。金继运^[7]、孙文涛^[8]研究指出玉米在灌浆期以后干物质积累增加量较为平缓，主要是此时玉米秸秆和叶片的增加量已呈缓慢下降趋势，表现出的只是籽粒中干物质的积累。本研究认为可能是由于玉米生长后期籽粒碳水化合物积累逐渐加快，从茎秆、叶片获取的养分量增大，导致茎秆、叶片满足其碳

水化合物合成的养分量下降，从而出现衰败现象，茎叶开始枯萎，部分叶片由于雨水冲打及人为因素脱落于地面，最终导致收获期玉米秸秆干物质积累出现速度变慢和下降趋势。



全膜双垄沟播玉米

2.3 不同处理玉米产量及经济效益分析

表5 不同处理的玉米产量及效益分析

处理	产量 (公斤/亩)	显著水平 (5%)	与 W0N1 相比		与 W1N1 相比		农学效率 (公斤/公斤)	产值	肥料成本 (元/亩)	纯收益
			增产 (公斤/亩)	增产率 (%)	增产 (公斤/亩)	增产率 (%)				
W0N1	561	c	0.0	0.0	-22.2	-3.8	0.0	1066	62	1004
W0N2	568	bc	7.3	1.3	-14.9	-2.5	1.2	1080	89	991
W0N3	590	bc	29.3	5.2	7.1	1.2	1.1	1121	107	1015
W0N4	628	abc	67.1	12.0	44.9	7.7	4.5	1193	129	1064
W0N5	645	abc	84.1	15.0	61.9	10.6	4.2	1225	152	1074
W1N1	583	bc	22.2	4.0	0.0	0.0	0.0	1108	62	1046
W1N2	688	ab	127.0	22.6	105.0	18.0	17.5	1307	89	1218
W1N3	684	ab	123.0	21.9	101.0	17.3	10.1	1299	107	1193
W1N4	731	a	171.0	30.4	148.0	25.4	9.9	1390	129	1261
W1N5	681	ab	120.0	21.5	98.0	16.9	4.9	1295	152	1143

注：产量为各处理三次重复的平均产量；农学效率（公斤/公斤）：施入单位养分的增产量^[9-10]；N4.5元/公斤、P₂O₅5.7元/公斤、K₂O4.0元/公斤，玉米1.7元/公斤。

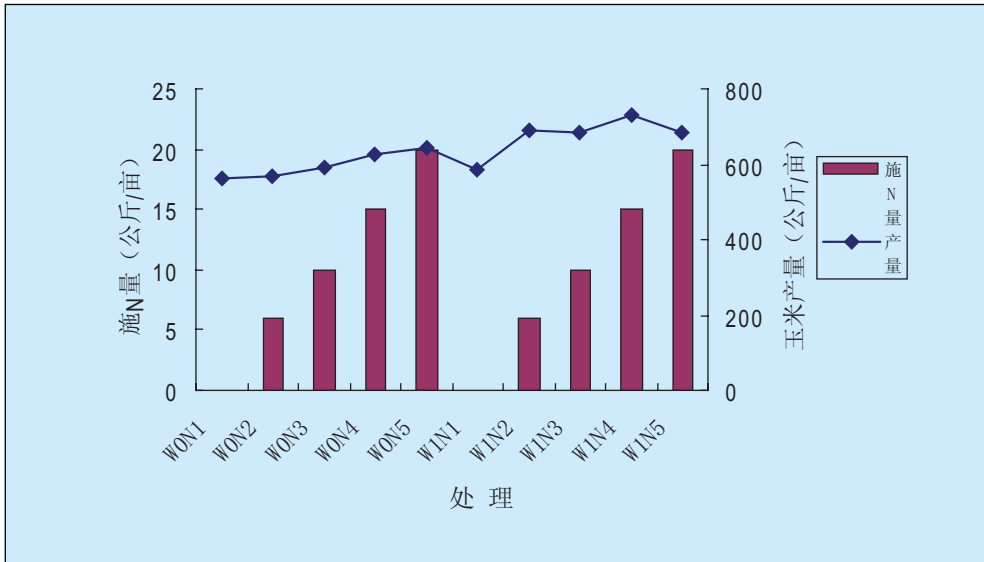
从表5可知，各处理玉米产量表现为 W1N4>W1N2>W1N3>W1N5>W0N5>W0N4>W0N3>W1N1>W0N2>W0N1，在补灌条件下，相同施肥处理玉米产量和 N 肥农学效率均高于无灌溉，增产幅度明显，其中 W1N4 处理玉米产量最高，达到 731 公斤/亩，明显高于其它处理，与 W0N1 处理相比，增产 171 公斤/亩，增产率达到 30.4%。与无灌溉相比，补灌条件下相同施肥处理玉米产量可增加 4%~21%，平均为 12.6%，其中 W1N2 比 W0N2 增产 21.0%，W1N4 比 W0N4 增产 16.5%，W1N3 比 W0N3 增产 15.9%；N 肥农学效率提高 1.8%~20%，平均为 10%。在补灌和相同 PK 肥条件下，玉米产量表现为 W1N4>W1N2>W1N3>W1N5>W1N1，与 W1N1 相比，W1N4 处理玉米增产 148 公

斤/亩，增产率达到 25.4%；N 肥农学效率表现为 W1N2>W1N3>W1N4>W1N5；在无灌溉条件下，各处理玉米产量随着施氮量的增加呈现出增加趋势（如图3），表现为 W0N5>W0N4>W0N3>W0N2>W0N1，与 W0N1 处理相比，W0N5、W0N4 处理玉米分别增产 84.1 公斤/亩、67.1 公斤/亩，增产率分别为 15.0%、12.0%，其中 W0N4 处理 N 肥农学效率最高，可达到 4.5%。结果表明：在 PK 肥相同水平下，合理施 N 量可增加玉米产量，补灌可提高 N 肥农学效率，肥料增产效果明显，以 W1N4（N:15 公斤/亩、P:8 公斤/亩、K:4 公斤/亩）处理产量最高。

通过对玉米生产的投入和产出进行分析可得出结论，在进行 N、P、K 营养元素平衡施肥

的情况下,在补灌条件下,相同施肥处理纯收益均高于无灌溉(表5),增加4.2%~22.9%,平均为13.9%;N、P₂O₅和K₂O的用量分别为15公斤/亩、8公斤/亩、4公斤/亩时(W1N4处理),玉米籽粒产值最高,每亩达到1390元,除

去肥料成本,纯收益为1261元/亩,均高于其它处理。说明在补灌和相同PK肥条件下,合理施N量在提高玉米产量的同时,有效提高了经济效益。



3 讨论与结论

3.1 玉米各生育期全株和秸秆干物质积累均表现为前期慢中期快后期又慢或开始降低的“S”型曲线变化规律。半干旱区相同PK肥条件下,增施N肥可增加玉米秸秆干物质质量,补灌优势明显,有利于玉米干物质积累。

3.2 在相同PK肥水平下,合理施N量可增加

玉米产量;补灌条件下,相同施肥处理玉米产量和N肥农学效率、纯收益分别比无灌溉增加4%~21%、1.8%~20%、4.2%~22.9%,N、P₂O₅和K₂O的用量分别为15公斤/亩、8公斤/亩、4公斤/亩时(W1N4处理),玉米产量可达到731公斤/亩,分别比W0N4、W1N1处理增产16.5%、25.4%。

参考文献

- [1] 杨祁峰, 孙多鑫, 熊春蓉, 等. 玉米全膜双垄沟播栽培技术[J]. 中国农技推广, 2007, 8(23):20-21.
- [2] 贺峰. 在甘肃推广玉米全膜双垄沟播栽培技术的必要性分析[J]. 粮经栽培, 2008(13):12-13.
- [3] 王成刚, 水建兵. 玉米全膜双垄沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2008(4):40-41.
- [4] 郑兴文. 依靠科技抗旱全面推广玉米全膜双垄沟播栽培技术[J]. 粮经栽培, 2008(17):13-14.
- [5] 高世铭, 杨封科, 等. 陇中黄土丘陵沟壑区生态环境建设与农业可持续发展研究(《重塑黄土地》系列丛书)[M]. 郑州:黄河水利出版社, 2003:5-9.
- [6] Dowdle S, Portch S A. Systematic approach for determining soil nutrient constraints and establishing balanced fertilizer recommendations for sustained high yield[C]. Proceedings of the International Symposium on Balanced Fertilization. 1988, Beijing, China, 243-251.
- [7] 金继运, 何萍. 氮钾互作对春玉米生物产量及其组分动态的影响[J]. 玉米科学, 1999, 7(4):57-60.
- [8] 孙文涛, 汪仁, 安景文, 等. 平衡施肥技术对玉米产量影响的研究[J]. 玉米科学, 2008, 16(3):109-111.
- [9] 赵萍萍, 王宏庭, 李丽, 等. 氮肥用量对夏玉米产量、收益、农学效率及氮肥利用率的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 11:45-47.
- [10] 崔云玲, 郭天文, 郭永杰, 王成宝, 等. 氮磷营养对高寒阴湿区春玉米产量及品质的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(6):134-137.