

甘肃中部旱地全膜覆土免耕栽培小麦 / 小麦 / 马铃薯轮作体系的施肥技术研究

郭天文^{1,2} 侯慧芝¹ 吕军峰^{1,2} 张平良¹

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 兰州 730070 ;

2. 甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室和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: 针对全膜覆土免耕栽培模式中后茬施肥技术难题, 采用肥料统筹的方法研究了小麦 / 小麦 / 马铃薯轮作体系的施肥问题。结果表明, 在旱地上采用一次高量施肥技术可以满足整个轮作体系的养分供应。不同肥料水平第一茬小麦干物质、产量和水分利用效率的差异不大; 高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 二、三茬作物的干物质量、产量和水分利用效率均显著或极显著的高于一季小麦配方施肥 (OPT) 和传统施肥 (FP), 即肥料的后效可在第二、第三年体现出来。高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 三年的纯收益为 2482 元 / 亩, 比一季小麦配方施肥 (OPT) 增加 7.4%, 比传统施肥 (FP) 增加 19.3%。

目前在甘肃省大面积推广的全膜覆土栽培技术是在传统地膜覆盖栽培技术基础上发展起来的, 是具有集雨、抑蒸、充分利用光热资源等作用的旱地作物栽培新技术, 同时还具有节约劳动力、节本增效、适宜于免耕、密植作物多茬种植等技术特点。该技术具体方法是将地膜平铺整个地面后, 在地膜上再覆土 1-2 厘米, 利用专用地膜穴播机播种, 第二、三茬可免耕播种的新型栽培技术。与露地栽培相比, 全膜覆土栽培技术不但能最大限度地集蓄降水, 抑制农田水分无效蒸散, 保证作物生育期水分的供应, 而且还具有早期提高地温, 增加有效积温, 促进作物出苗和返青, 延长中晚熟作物品种生育期, 发挥作物生产潜力等作用。目前采用该技术主要种植旱地小麦, 与传统的地膜小麦相比, 该技术不但可以避免膜穴错位, 减少放苗工序, 降低成本投入, 还可以明显减小昼夜温差, 促进小麦后期生长,

具有广阔的应用前景。然而, 不损坏地膜的免耕栽培条件下二、三茬作物施肥困难, 极易造成作物生长后期脱肥, 因此, 研究全膜覆土免耕栽培的施肥技术, 探索全膜覆土栽培高产施肥技术, 对指导农民合理施肥, 实现旱地作物高产具有重要作用。为此本试验主要研究全膜覆土栽培模式 (小麦 / 小麦 / 马铃薯) 施肥水平对春小麦、马铃薯生长性状、产量及水分利用效率的影响, 试图探索该模式下小麦 / 小麦 / 马铃薯轮作体系的一次施肥技术, 以期干旱半干旱区旱地施肥技术供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验 2008~2010 年设在黄土高原丘陵沟壑区的安定区团结镇唐家堡 (地理位置:

E104°35', N35°36'), 属典型的干旱半干旱雨养农业区, 海拔约 1950 米, 年均降雨量 400 毫米左右, 季节分布不均, 多集中在 7、8、9 三个月。年蒸发量 1531 毫米, 年均气温 6.2℃, ≥ 0℃ 积温 2787.7℃, ≥ 10℃ 积温 2075.1℃; 无霜期 140 天。

土壤类型为黄绵土, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀, 保水性较好, 肥力中等, 0~200 厘米土壤容重平均为 1.17 克 / 厘米³, 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。

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 / 升)												
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

年份	降水量 (毫米)									
	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

1.2 试验设计与供试材料

试验设 3 个肥料处理 (见表 3), 供试肥料: 氮肥为尿素、磷肥为普通过磷酸钙、钾肥为氯化钾, 所有肥料于 2008 年播前一次施入, 翻入土壤中。种植方式为定位 3 年, 2008、2009 年种

植春小麦, 品种为陇春 27 号, 利用地膜穴播机进行播种, 每穴播 10±2 粒, 行距为 20 厘米, 穴距为 13 厘米; 2010 年种植马铃薯, 品种为新大坪, 采用坑种方法播种, 密度为 3300 株 / 亩。试验小区面积 5×3=15 平方米。3 次重复。

表 3 试验处理

代号	处理	肥料施用量
A	OPT+1/2N+1/2K	N15 公斤 / 亩, P ₂ O ₅ 12 公斤 / 亩, K ₂ O10 公斤 / 亩
B	OPT	N10 公斤 / 亩, P ₂ O ₅ 12 公斤 / 亩, K ₂ O6.7 公斤 / 亩
C	FP (CK)	N10 公斤 / 亩, P ₂ O ₅ 12 公斤 / 亩

1.3 样品采集与测定

基础土样理化性状：于2008年播前采集0-20厘米土壤样品，采用ASI法分析测定。

干物质积累：分别于2008、2009年春小麦苗期、拔节期、孕穗期、灌浆期、成熟期选取具有代表性的样株20株，剪去根部，称量鲜重，在105℃的恒温箱内杀青30分钟，在80℃的恒温下烘至恒重，然后称其干重。

产量：成熟时各小区单打单收，得到每个小区的实际产量。

主要参数计算：生育期总耗水量 = 播前土壤蓄水量 + 生育期间降水量 - 收获后土壤蓄水量；水分利用效率 = 产量 / 生育期总耗水量。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理对全膜覆土穴播小麦干物质积累的影响

由图1可看出：第一茬（2008年）小麦各处理各生育期干物质质量相差不大，说明3个处理的肥料用量能够满足当季小麦的生长所需。第二茬小麦（2009年）除苗期之外，其它各生育期高水平施肥处理（OPT+1/2N+1/2K）的干物质积累量均明显高于一季小麦配方施肥（OPT）和传统施肥（FP）处理，一季小麦配方施肥处理的干物质积累量在灌浆期和成熟期均明显高于传统施肥处理。

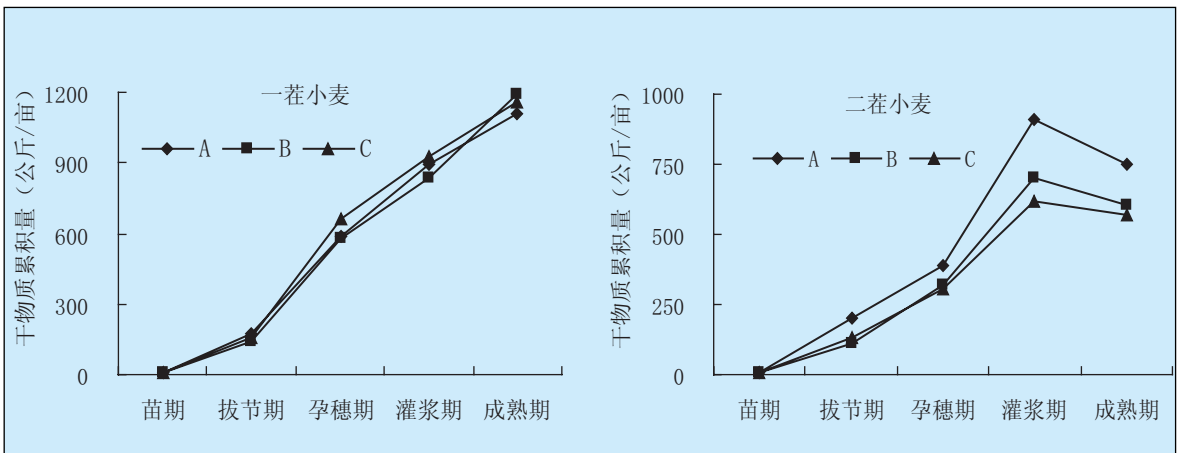


图1 各施肥处理干物质积累量比较

2.2 不同肥料处理对全膜覆土穴播小麦水分利用效率及产量的影响

高水平施肥处理（OPT+1/2N+1/2K）全膜覆土一茬小麦水分利用效率为0.75公斤/亩·毫米，比传统施肥（FP）处理提高11.0%，比一季小麦配方施肥（OPT）提高0.64%；全膜覆土二茬小麦水分利用效率为0.47公斤/亩·毫米，比传统施肥（FP）提高46.42%，比一季小麦配

方施肥（OPT）提高19.45%；全膜覆土三茬马铃薯水分利用效率为3.24公斤/亩·毫米，比传统施肥（FP）提高18.74%，一季小麦配方施肥（OPT）提高9.05%。

高水平施肥处理（OPT+1/2N+1/2K）全膜覆土第一茬小麦产量为230.2公斤/亩，比传统施肥（FP）略有增产（增产率为2.98%），与一季小麦配方施肥（OPT）无差异；但二茬

小麦产量为 120.5 公斤 / 亩，明显高于其他处理，比传统施肥 (FP) 产量提高 29.97%，比一季小麦配方施肥 (OPT) 产量提高了 14.11%；三茬马铃薯的增产效果更为显著，高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 三茬马铃薯的产量为 1298.7 公斤 / 亩，比传统施肥 (FP) 处理提高

了 17.57%，比一季小麦配方施肥 (OPT) 提高了 7.81%。由此可以看到对于全膜覆土免耕栽培小麦 / 小麦 / 马铃薯轮作模式，于第一季覆膜前一次性施足肥料可以满足后季作物的生长所需，其增产效果十分显著。

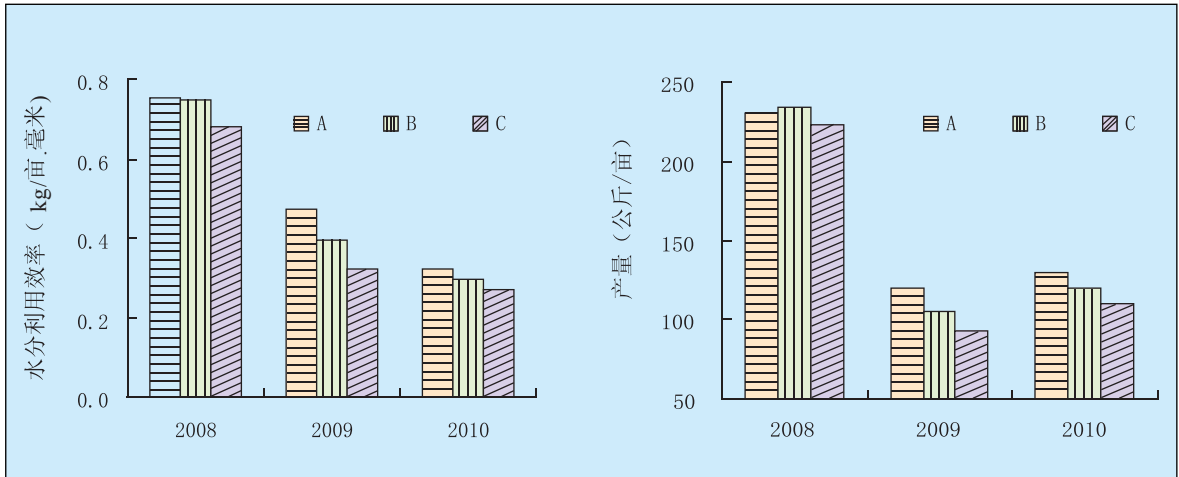


图 2 各施肥处理水分利用效率比较

图 3 各施肥处理产量比较

注：为作图方便，图中 2010 年马铃薯的水分利用效率 = 实际水分利用效率产量 / 10，产量 = 实际产量 / 10

2.3 不同肥料处理对全膜覆土穴播小麦经济效益的影响

处 理	产量 (公斤 / 亩)				产值 (元 / 亩)				投资成本 纯收益	
	2008	2009	2010	三季合计	2008	2009	2010	三季合计	(元 / 亩)	
A	230.2	120.5	1298.7	1649.3	552.4	289.2	2597.3	3438.9	956.9	2482.0
B	234.6	105.6	1204.6	1544.7	563.0	253.5	2409.1	3225.6	914.3	2311.3
C	223.5	92.7	1104.6	1420.8	536.4	222.5	2209.1	2968.0	887.4	2080.6

注：肥料价格：N=4.3 元 / 公斤，P₂O₅=6.2 元 / 公斤，K₂O=4.8 元 / 公斤，小麦价格 = 2.4 元 / 公斤，马铃薯价格 = 2.0 元 / 公斤，地膜 70 元 / 亩，投资成本包括肥料、地膜、种子、人工等。

一茬小麦配方施肥 (OPT) 的收益最高为 563.0 元 / 亩, 二茬小麦和三茬马铃薯的收益以高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 为最高, 一季小麦配方施肥 (OPT) 次之, 传统施肥 (FP) 最低。综合三年总的纯收益以高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 最高为 2482.0 元 / 亩, 比一季小麦配方施肥 (OPT) 增加 7.39%, 比传统施肥 (FP) 增加 19.29%。

3 结论与讨论

全膜覆土多茬少免耕栽培模式二、三茬施肥技术的研究目前还是一个空白, 这在一定程度上制约着该技术的大面积推广。本试验就是考虑到

这一点, 在试验设计时加入了高水平配方施肥。试验结果表明: 在不同肥料水平下, 头茬小麦干物质、产量和水分利用效率的差异不太明显; 高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 二、三茬作物的干物质质量、产量和水分利用效率均显著或极显著高于一季小麦配方施肥 (OPT) 和传统施肥 (FP), 即肥料的后效在第二、第三年体现出来。高水平施肥处理 (OPT+1/2N+1/2K) 三年的纯收益为 2482.0 元 / 亩, 比一季小麦配方施肥 (OPT) 增加 7.39%, 比传统施肥 (FP) 增加 19.29%。鉴于全膜覆土栽培模式后茬施肥困难, 在第一茬播种前底肥一定要施足, 二、三茬时再适当考虑追肥, 才能保证每茬作物都高产。



旱地全膜覆土免耕栽培小麦

参考文献

- [1] 李世清, 李东方, 李凤民, 等. 半干旱农田生态系统地膜覆盖的土壤生态效应 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版). 2003, 31 (5) 21-29.
- [2] Li F M, Guo A H, Wei H. Effects of plastic film mulch on yield of spring wheat [J]. Field Crops Research, 1999, 63(1): 79-86.
- [3] 李生秀, 李世清, 高亚军, 等. 施用氮肥对提高旱地作物利用土壤水分的作用机理和效果 [J]. 干旱地区农业研究, 1994, 12(1): 39-46.
- [4] 王勇, 樊廷录. 旱塬冬小麦周年覆膜穴播栽培技术研究 [J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17, (1): 13-19.
- [5] 李守谦. 在我国北方麦区扩大地膜小麦栽培技术的必要性及对策建议 [J]. 甘肃农业科技, 1996, (8): 4-6.
- [6] 施万喜, 宋廷新, 等. 陇东旱塬区晚播冬小麦地膜覆盖栽培技术及增产机理研究 [J]. 甘肃农业科技, 1997, (3): 1-4.
- [7] 侯慧芝, 吕军峰, 张绪成, 等. 陇中半干旱区全膜覆土穴播小麦的土壤水分及产量效应 [J]. 作物杂志, 2010, (1): 21-24.