

天水旱作农业区膜侧小麦不同施肥水平增产效应分析

岳维云¹, 宋建荣¹, 张耀辉¹, 杨生茂², 吕莉莉¹, 王希恩¹, 刘鸿燕¹, 温宏昌¹

(1. 甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000; 2. 甘肃省农科院土壤肥料研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 通过不同施肥条件对膜侧小麦水分利用、农艺性状、增产效应、经济效益等方面分析, 研究干旱地区膜侧小麦的施肥问题。结果表明: 施肥可以提高水分利用率 $1.1\sim 3.1\text{ kg}/(\text{mm}\cdot\text{hm}^2)$, 促进小麦生长发育; 不同施肥水平对小麦的增产效应不同: 低肥、中肥、高肥 3 种施肥水平分别比不施肥的对照增产 $731.5\text{ kg}/\text{hm}^2$, $1461.0\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $1648.5\text{ kg}/\text{hm}^2$, 增产率分别为 25.5%、50.9% 和 57.4%; 经济效益以中肥水平 (折合施纯 $\text{N}118.1\text{ kg}/\text{hm}^2$, $\text{P}_2\text{O}_5\text{ }94.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $\text{K}_2\text{O }60.0\text{ kg}/\text{hm}^2$) 最高, 产值可达 $2\text{ }045.4\text{ 元}/\text{hm}^2$, 产投比为 $2.7:1$ 。因此, 在低、中、高 3 个施肥水平中, 中等施肥最为有效、合理, 有利于增产增收。

关键词: 天水旱作区; 膜侧小麦; 施肥; 增产; 水分利用率; 经济效益

中图分类号: S143 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)04-0015-04

冬小麦是甘肃省的主要粮食作物之一, 常年播面积 80 万 hm^2 , 面积和产量分别占全省粮食面积和总产量的 28% 和 25%^[1]。因此, 冬小麦产量的高低直接关系到全省粮食生产形势和社会经济的发展。全省约 70% 的冬小麦种植在山旱地, 制约旱地冬小麦产量的主要因素是干旱少雨、水分利用率低和土壤肥力不足^[1~5]。因此, 研究旱作农业的保水培肥措施对提高旱作农业的粮食产量具有重要的现实意义。地膜覆盖栽培是我国在干旱半干旱地区大力研究、推广的一项农业生产技术, 许多研究表明其具有节水保墒、增加土温等生态效应^[4, 6~8], 从而可以提高小麦产量。膜侧覆盖栽培是当前生产上应用广泛的高产栽培技术之一, 张正茂等^[9]对膜侧条播小麦产量研究结果表明, 膜侧小麦产量仅次于全生育期地膜覆盖穴播产量, 而产投比最高, 高于微型聚水二元覆盖、一元覆盖及麦草覆盖。国内关于作物覆盖技术的增产机理和生态生理方面研究已有不少报道^[5~7], 但不同施肥水平在旱地农业的增产效应和对水分利用的影响方面研究较少, 因此, 我们在甘肃省天水市干旱雨养农业区, 研究不同施肥水平对膜侧小麦增产效应及水分利用率的影响, 试图为干旱雨养农业区膜侧小麦的高产、高效栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2004~2005 年在水市中梁乡何家湾村天水市农科所中梁试验站进行。该地海拔 $1\text{ }650\text{ m}$, 年降水量 $480\sim 610\text{ mm}$, 属典型的雨养农业区。

试验前供试土壤 ($0\sim 20\text{ cm}$) 基本理化性状为: 全氮 $1.35\text{ g}/\text{kg}$ 、全磷 $0.42\text{ g}/\text{kg}$ 、速效氮 $45.0\text{ mg}/\text{kg}$ 、速效磷 $15.0\text{ mg}/\text{kg}$ 、速效钾 $150.0\text{ mg}/\text{kg}$ 、有机质 $13.6\text{ g}/\text{kg}$ 。一年一熟, 冬小麦品种为中梁 24 号, 供试肥料为尿素 ($\text{N }46\%$), 磷酸二氢铵 ($\text{N }18\%$, $\text{P}_2\text{O}_5\text{ }46\%$), 硫酸钾 ($\text{K}_2\text{O }50\%$)。试验前茬为冬小麦, 土壤为黄绵土。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计, 共设 4 个处理 (表 1): 不施肥 (CK), 低肥 ($\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$), 中肥 ($\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$) 和高肥 ($\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$), 小区面积 36 m^2 ($7.2\text{ m}\times 5.0\text{ m}$), 重复 3 次。供试肥料均作基肥一次施入。2004 年 9 月 28 日播种, 播量 $225\text{ 万粒}/\text{hm}^2$ 。垄顶宽 40 cm , 垄底宽 25 cm , 垄间距 25 cm , 垄高 13 cm , 每垄两侧各种 1 行, 宽行距 35 cm , 窄行距 15 cm , 人工手锄开沟条播。

在小麦播前 (9 月 27 日)、收后测定 $0\sim 200\text{ cm}$ 土壤水分 (每 30 cm 为一层, 取六层, 第七层为 $180\sim 200\text{ cm}$; 水层深度 $=10\text{ mm}$); 记载生育期; 调查生产状况; 拔节期调查最高总茎数, 成熟期调查成穗数, 株高; 收获后, 测定小麦生物产量和经济产量, 室内考种穗粒数、千粒重等。

2 结果与分析

2.1 不同施肥水平对水分利用率的影响

耗水量、耗水系数和水分利用率是衡量自然降水利用程度的重要指标。表 2 中列出了不同施肥水

收稿日期: 2005-10-20

基金项目: 甘肃省天水市政府资助项目

作者简介: 岳维云 (1972—), 男, 甘肃天水市人, 助理研究员, 主要从事冬小麦栽培和抗锈育种研究。E-mail: yaohuizh@126.com。

平下膜侧小麦在整个生育期间的耗水量。从中可以看出,随着化肥施用量的增加,各处理总耗水量和水分利用率明显提高,耗水系数下降,对照处理的水分利用率为 7.9 kg/(mm·hm²),低肥、中肥、高肥处理

水分利用率分别较对照增加了 13.8%、35.4%和 39.2%。这说明,施肥可以促进膜侧冬小麦对水分的吸收、利用,提高水分利用率 1.1~3.1 kg/(mm·hm²)。

表 1 试验处理及肥料用量
Table 1 The experiment treatments and dosage of fertilizer

处理 Treatment	尿素 Urea (kg/hm ²)	磷酸二氢铵 Diammonium orthophosphate (kg/hm ²)	硫酸钾 Potassium sulfate (kg/hm ²)	折合 Converted amount		
				N (kg/hm ²)	P ₂ O ₅ (kg/hm ²)	K ₂ O (kg/hm ²)
CK	0	0	0	0	0	0
N ₁ P ₁ K ₁	122.3	150	75	50.4	63.0	37.5
N ₂ P ₂ K ₂	183.2	225	120	118.1	94.5	60.0
N ₃ P ₃ K ₃	257.8	300	150	157.5	126.0	75.0

注 Note: N:P₂O₅=1:0.8

表 2 不同施肥处理对小麦耗水系数和水分利用率的影响
Table 2 Comparison of water consumption coefficient and WUE under different treatments

处理 Treatment	产量 Yield (kg/hm ²)	贮水量 Water storage in 0~200 m soil layer (mm)		生育期 降水量 Rainfall in growing period (mm)	总耗水量 Total water consumption (mm)	耗水系数 Coefficient of water consumption 〔mm/(kg·hm ²)〕	水分利用率 WUE 〔kg/(mm·hm ²)〕	较对照 增加(%) Increase rate
		播前	收获					
		Before sowing	Harvesting					
CK	2869.5	451.2	337.3	251.3	365.2	0.127	7.9	—
N ₁ P ₁ K ₁	3601.0	450.1	300.7	251.3	400.7	0.111	9.0	13.8
N ₂ P ₂ K ₂	4330.5	450.5	296.5	251.3	405.3	0.094	10.7	35.4
N ₃ P ₃ K ₃	4518.0	451.4	290.4	251.3	412.3	0.091	11.0	39.2

2.2 不同施肥处理对小麦产量及产量构成因子的影响

不同施肥水平下冬小麦的产量及构成因子见表 3。从表中可以看出,不同施肥水平对产量构成因素的影响中,成穗数、穗粒数随施肥量的增加而增加,均高于对照处理,千粒重以低肥、中肥处理高于对照,分别增加 0.58、0.80 g,高肥处理低于对照 1.01 g。

膜侧小麦生物学产量、经济产量及收获指数均

随施肥水平的增加而增加,其中低肥区、中肥区、高肥区经济产量分别较对照增产 25.5%、50.9%和 57.4%,且处理之间差异显著。收获指数变化趋势为高肥>中肥>低肥>对照,分别为 39.6%、38.8%、34.4%和 29.7%。因此,施肥水平的提高,能够促进膜侧小麦地上部的生长发育,增大小麦群体结构,最终增加生物产量和籽粒产量,但高肥处理反而使千粒重下降。

表 3 不同施肥水平下冬小麦的产量及产量构成因子变化
Table 3 Yield and yield components of wheat under different treatments

处理 Treatment	成穗数	穗粒数	千粒重(g)	生物学产量	经济产量	收获指数	较对照增产	差异水平	
	(万穗/hm ²)	(粒)	1000—kernel	Biomass yield	Yield	Harvest Index	Yield Increase	LSD test	
	Ear number	Kernels	weight	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(%)	(%)	0.05	0.01
	(10 ⁴ ear/hm ²)	per ear							
CK	412.5	26.8	39.02	9652.5	2869.5	29.7	—	d	C
N ₁ P ₁ K ₁	460.0	27.7	39.60	10459.5	3601.0	34.4	25.5	c	B
N ₂ P ₂ K ₂	510.0	28.4	39.82	11155.5	4330.5	38.8	50.9	b	A
N ₃ P ₃ K ₃	523.0	28.8	38.01	11418.0	4518.0	39.6	57.4	a	A

2.3 不同施肥处理对小麦农艺性状的影响

表 4 中列出膜侧小麦的主要生育期及农艺性状

变化。可以看出,施肥能够使小麦抽穗期提前,使小麦成熟期延长 1~4 d,株高、单株最高总茎数、单株

成穗数、结实小穗数均随施肥量的增加而增加,低肥,中肥,高肥处理下小麦株高分别为 94.2 cm, 95.1 cm 和 98.5 cm,较对照增加 2.1 cm,3.0 cm 和 6.4 cm,单株成穗数分别为 2.3 穗,2.5 穗和 2.6

穗,对照为 1.8 穗。说明施肥能延长小麦灌浆期,并能够防止小麦因地膜增温作用而引起的早衰^[10]现象。改善小麦的单株性状发育,促进小麦的生长,为高产打下基础。

表 4 不同施肥水平下冬小麦主要生育期及生长状况

Table 4 The main growth periods and growing status of winter wheat under different fertilization treatments						
处理 Treatment	抽穗期 Heading (M-d)	成熟期 Maturity (M-d)	株高(cm) Height of plant	单株最高总茎数 Highest stem number per plant	单株成穗数 Ear number per plant	有效小穗数 Effective spikelets
CK	05—13	06—24	92.1	3.1	1.8	13.2
N ₁ P ₁ K ₁	05—12	06—25	94.2	3.5	2.3	13.7
N ₂ P ₂ K ₂	05—12	06—25	95.1	4.2	2.5	14.2
N ₃ P ₃ K ₃	05—12	06—28	98.5	4.5	2.6	14.3

2.4 不同施肥处理经济效益分析

在只考虑化肥投入(其它投入相同)的情况下,计算小麦产投比(表 5)。可以看出,不同施肥处理条件下的产投比以中肥水平(折合施纯 N 118.1 kg/hm²,P₂O₅ 94.5 kg/hm²,K₂O 60.0 kg/hm²)的经

济效益最高,产投比为 2.7:1,高施肥经济效益(产投比 2.3:1)高于低施肥(产投比 2.0:1)处理。说明,低肥不利于膜侧小麦发挥较大的产量潜力,而高肥造成投入的增加,经济效益的下降。

表 5 不同施肥处理经济效益分析

Table 5 Contrast of economic benefit among different treatments								
处理 Treatment	投入(元/hm ²) Input value (yuan/hm ²)				产出(较对照增产值,元/hm ²) Output value(Increase of output value compared with CK, yuan/hm ²)			产投比 Output :input
	尿素 Urea	磷酸二氢铵 Diammonium orthophosphate	硫酸钾 Potassium sulfate	合计 Total	秸秆产值	经济产值	合计 Total	
					Increase of output value of straw	Increase of output value of yield		
N ₁ P ₁ K ₁	195.7	300.0	75.0	570.7	161.4	1024.1	1155.5	2.0:1
N ₂ P ₂ K ₂	293.1	450.0	120.0	863.1	300.6	2045.4	2346.0	2.7:1
N ₃ P ₃ K ₃	412.5	600.0	150.0	1162.5	353.1	2307.9	2661.0	2.3:1

注:计算价格分别为:小麦 1.40 元/kg,尿素 1.60 元/kg,二铵 2.00 元/kg,硫酸钾 1.0 元/kg,秸秆 0.20 元/kg。Note: The price: wheat 1.40 yuan/kg; urea 1.60 yuan/kg; diammonium orthophosphate 2.00 yuan/kg; potassium sulfate 1.0 yuan/kg; straw 0.20 yuan/kg.

3 结果与讨论

1) 膜侧小麦在不同施肥水平下,可以显著提高水分利用效率 1.1~3.1 kg/(mm·hm²),促进水分吸收和利用,降低耗水系数。低肥、中肥、高肥水分利用率分别较对照增加 13.8%,35.4%和39.2%。

2) 施肥改善膜侧小麦主要农艺性状的生长状况,群体密度增大,成穗数增加,弥补了膜侧小麦平均行距较大(平均 25 cm)、群体较小的不足,加之株高的增加,促进了生物学产量的提高;产量构成因子中成穗数、穗粒数的提高,是小麦获得高产的物质基础。低肥和中肥处理可显著提高小麦的千粒重,而高肥却使千粒重降低。原因可能是高肥造成小麦后期营养生长过旺,同化物滞留于结构器官中,最终使转移至籽粒中的可溶性碳水化合物减少有关^[11]。

3) 施肥能够使膜侧小麦生育期延长 1~4 d,并可防止因地膜覆盖而造成小麦早衰的现象。

4) 地膜覆盖栽培条件下土壤水分条件得到改善,在覆盖地膜的基础上合理施肥更有利于产量潜力的发挥,高产出要求高投入,经本研究表明,经济效益的变化趋势:中肥>低肥>高肥。因此,在生产中应注意施肥量不应过高,否则会导致经济效益的下降。

参考文献:

[1] 高成芳,田晓峰,张二喜,等.山旱地冬小麦地膜覆盖沟穴播接纳雨水试验研究初报[J].干旱地区农业研究,1997,15(1): 38—43.

[2] 司宗信,王月梅.干旱农业技术与降水资源开发途径[J].土壤肥料,1999,(5):36—38.

[3] 侯中田.旱作农业[M].哈尔滨:黑龙江科技出版社,1984.10—12.

[4] 李 岗,王虎全,谢惠民.渭北旱地小麦生产潜力及开发对策

- [J]. 西北农业大学学报, 1997, 25(3): 26—29.
- [5] 邓新民. 降水施肥与旱地小麦丰欠之探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1998, (2): 16—23.
- [6] 张正茂, 任广鑫, 闵安成. 渭北旱源冬小麦不同栽培方式初探[J]. 干旱地区农业研究, 1999, (4): 36—39.
- [7] 张慧敏, 牛一川, 杨秀兰, 等. 地膜冬小麦幼穗分化进程和主要农艺性状[J]. 麦类作物学报, 1998, 18(2): 31—34.
- [8] 王常军, 表海生, 等. 不同覆盖方式对旱源冬小麦增产作用比较[J]. 西北农业大学学报, 1999, 8(增刊): 33—36.
- [9] 樊廷路, 王 勇, 王立明, 等. 旱地冬小麦周年地膜覆盖的增产机理及关键技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 1992, (2): 4—7.
- [10] 杜守宇, 田恩平, 温 敏, 等. 膜侧小麦应用壮丰安的调控效果研究[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(3): 59—62.
- [11] 黄明丽, 邓西平, 白登忠. N、P 营养对旱地小麦生理过程和产量形成的补偿效应研究进展[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(4): 74—78.

Effect of fertilization on yield increasing of winter wheat planted on sides of film in furrow lines in dryland areas in Tianshui

YUE Wei-yun¹, SONG Jian-rong¹, ZHANG Yao-hui¹, YANG Sheng-mao², LU Li-li¹,
WANG Xi-en¹, LIU Hong-yan¹, WEN Hong-chang¹

(1. Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui, Gansu 741000, China;

2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The experiment was conducted to study the effects of fertilization on water utilization, agronomic characters and economic benefit of dryland wheat planted on sides of film in furrow lines. The results showed that the application of fertilizers could significantly increase WUE by 1.1~3.1 kg/(mm·h²), and advance the development of wheat. Under the treatments of low fertilizer, mid fertilizer and high fertilizer, the yield of wheat was increased by 731.5 kg/hm², 1 461.0 kg/hm² and 1 648.5 kg/hm², respectively, compared with the unfertilized treatment; and the yield increase rate was 25.5%, 50.9% and 57.4%, respectively. The economic benefit was found to be the highest under the mid fertilizer treatment with N 118.1 kg/hm², P₂O₅ 94.5 kg/hm² and K₂O 60.0 kg/hm².

Keywords: dryland area in Tianshui; winter wheat planted on sides of film in furrow lines; fertilization; yield-increasing effect; water use efficiency (WUE); economic benefit

(上接第 4 页)

Fertilization effects of yield and its components of cold type wheat

ZHOU Chun-ju¹, ZHANG Song-wu¹, WANG Lin-quan², WANG Chang-fa³, FENG Bai-li³

(1. College of Life Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Resources and Environmental Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The field experiments were conducted from 2002 to 2004 at the Agricultural Experimental Station of Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi Province, China. The genotypes (XY6, S229 and RB6) with lower canopy temperature were named as cold type wheat (CTW) and those (NR9405 and 9430) with higher canopy temperature were named as warm type wheat (WTW). Each genotype was treated with four fertilization modes: CK (no fertilizer), P fertilization (176.25 kg P₂O₅/hm²), N fertilization (237.0 kg N/hm²), and NP fertilization (176.25 kg P₂O₅/hm² + 237.0 kg N/hm²). The results showed that under no fertilizer condition, there was no significant difference between the yield components of CTW and those of WTW, but under fertilization conditions, the increase rate of effective ears per unit area, grain number per ear, 1000—grains weight and yields of CTW were all higher than those of WTW; The CTW genotypes presented a more considerable response to fertilization than the WTW genotypes, and the yield of CTW genotypes was increased significantly by fertilization; The agronomic use efficiency of N was significantly higher than that of P.

Keywords: cold type wheat; fertilizer; yield; yield components