

干旱综合防御技术对小麦生长和产量的影响

朱自奎 赵国强 方文松 邓天宏 付祥军

(河南省气象科学研究所, 郑州 450003)

提 要

1998年10月至2000年6月进行的冬小麦大干旱综合防御技术集成试验表明, 充足的底墒水、深耕、秸秆翻压还田、秸秆覆盖、喷施防旱剂和有限灌溉等是防御冬小麦干旱、减少土壤水分无效消耗的有效措施, 对小麦叶面积、干物重和产量形成有明显的影晌。综合运用以上措施, 可使冬小麦增产10%以上, 水分利用效率提高30%以上, 每公顷增收节支500~800元。

关键词: 干旱防御 综合技术 冬小麦

引 言

1996~1998年, 经过在河南、山东、河北和内蒙古等地的试验, 证明播前灌足底墒水^[1]、深耕^[2]、秸秆翻压还田、秸秆覆盖^[3]、喷施防旱剂^[4]和施行有限灌溉^[5]是夺取小麦高产和提高水分利用效率的有效措施。为了进一步揭示其综合增产潜力, 并为大面积推广应用进行必要的技术准备, 我们于1998~1999年(以下称第一年)和1999~2000年(以下称第二年)两个冬小麦生长季, 将上述各项措施在冬小麦生产上进行了较大面积的综合应用。

1 综合设计测定项目

1.1 地点及品种

试验地点位于郑州市南郊十八里河乡十里铺村农田, 紧邻郑州国家气候基准站。该地段为砂壤土, 中等肥力, 0~100cm土层平均田间持水量20.2%, 土壤容重 $1.49\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。供试小麦为半冬性中熟品种——矮周九681系, 播种期分别为1998年10月8日和1999年10月12日, 播种量均为 $97.5\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.2 试验处理及技术集成

本试验将底墒水、深耕、玉米秸秆翻压、麦秸覆盖、喷施防旱剂和有限灌溉等六种防旱措施进行集成, 根据当地的实际情况设置两个不同处理, 并用当地传统管理地段作为对照(如表1)。第一年耕作前灌足底墒水,

土壤湿度达到田间持水量的80%以上;第二年耕作前降水充足,免灌底墒水;机耕深度为35cm;玉米收获后将秸秆粉碎翻压在土壤中;麦秸覆盖在越冬开始时进行,分别为1998年12月30日和1999年12月27日,覆盖量 $5000\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;防旱剂在小麦拔节和灌浆期喷施;根据有限灌溉指标(土壤相对湿度不低于55%)确定灌溉时间,灌溉方式为分畦漫灌。

1.3 测定项目

1.3.1 土壤湿度

每个处理设3个重复,测定层次和深度为表层0~5、5~10cm,以后每10cm为一层,深度达100cm。第一年每15天测定一次,时间分别在每月的15日和月末,第二年在小麦每个发育普遍期测定,以便实时监测土壤湿度变化情况,为有限灌溉决策提供依据。

表1 小麦干旱综合应变防御技术试验布局

年度	处理	底墒水	深耕	玉米秸翻压	麦秸覆盖	喷施防旱剂	灌溉	灌溉时间及次数
第一年	I ₁	灌	35cm	翻压	$5000\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 1998.12.30	-	有限	1998年12月下旬 1999年5月上旬
	II ₁	灌	35cm	翻压	-	拔节期 灌浆期	传统	1998年12月下旬 1999年3月上旬 1999年5月上旬
	CK ₁	灌	35cm	翻压	-	-	传统	同上
第二年	I ₂	免灌	35cm	翻压	$5000\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 1999.12.27	拔节期 灌浆期	有限	2000年4月上旬 2000年5月上旬
	II ₂	免灌	35cm	翻压	-	拔节期 灌浆期	有限	同上
	CK ₂	免灌	35cm	翻压	-	-	传统	1999年12月下旬 2000年3月上旬 2000年4月上旬 2000年5月中旬

1.3.2 灌溉量

由于当地农民采用机井漫灌,缺乏准确的灌溉量。为此,我们于1997年12月16日(灌溉前)和1997年12月18日(灌溉后)在同一地点进行土壤湿度测定,以确定漫灌一次的灌溉量。经测定,一次漫灌可达田间持水量的80%以上,并伴有渗漏发生。被1m深土层保持的水分约为90mm,可视为一次有效灌溉量。

1.3.3 发育期

按农气观测规范进行。并在三叶期进行基本苗数调查,在越冬和春季进行株高、叶面积、干物重和分蘖数等生长状况调查。

1.3.4 产量

用三种方法分别进行,即田间测产、实产和计算理论产量。测产在收获前进行,在各处理地段分别取5个1m²样本,测定穗密度和产量。同时,在每个处理地段分别取5个1m行长的小麦植株,测定其穗数、穗粒数和千粒重,计算理论产量。实产于收获后实际测定。

2 结果分析

2.1 综合防御技术对小麦生长状况的影响

2.1.1 小麦前期生长状况

麦田施行综合防御技术,在小麦拔节前,两个处理与对照的主要区别是秸秆覆盖。覆盖可造成土壤水分和农田小气候环境的差异^[6],从而影响到冬小麦前期的生长发育状况,使叶面积指数增大,干物质积累增加。表2是1998年12月29日(覆盖前一天)和1999年3月4日进行越冬调查和春季调查的结果。从中可以看出,覆盖前,各个处理小麦生长状况基本相同;但在返青后,与对照地段相比,覆盖地段植株高度增加0.7cm,单株分蘖数增加0.5个,LAI(叶面积指数)增大0.2,干物重增加 $19\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

表2 小麦的越冬和春季生长状况调查(第一年)

处理	株高/cm		分蘖数/个		LAI		干物重/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	
	越冬	春季	越冬	春季	越冬	春季	越冬	春季
I ₁	29.6	30.1	4.97	6.75	2.61	4.07	337.4	693.0
II ₁	29.7	29.5	4.83	6.45	2.69	3.94	338.2	678.3
CK ₁	29.5	29.4	5.03	6.28	2.68	3.87	339.0	674.2

2.1.2 冬小麦群体变化动态

图1是第一年不同处理冬小麦在主要发育期的群体密度变化情况。可以看出,在越冬以前群体密度大致相同。覆盖以后,群体密度开始出现差别;到返青期,覆盖地段密度明显偏大,比对照多 $60 \text{ 茎} \cdot \text{m}^{-2}$;拔节期多 $51 \text{ 茎} \cdot \text{m}^{-2}$;成熟期穗数多 $86 \text{ 穗} \cdot \text{m}^{-2}$ 。说明覆盖增加了地温,培肥了地力,从而有利于冬小麦苗期生长、分蘖,并最终使成穗率比对照地段提高4%左右。而多功能防旱剂的防旱促生作用,在冬小麦生长后期也充分表现出来,

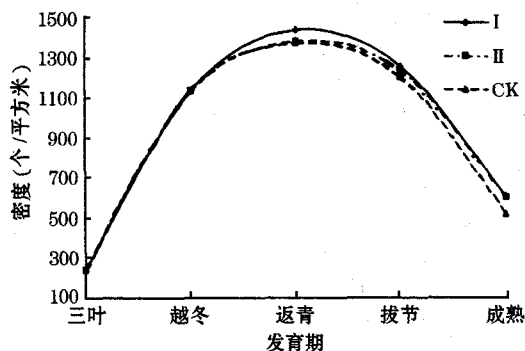


图1 不同处理小麦群体密度变化动态(第一年)

表3 不同处理小麦产量及构成要素

处理	穗粒重 $/\text{g} \cdot \text{穗}^{-1}$	千粒重 $/\text{g}$	穗粒数 $/\text{粒} \cdot \text{穗}^{-1}$	穗密度 $/\text{穗} \cdot \text{m}^{-2}$	取样产量 $/\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	实际产量 $/\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	实产增幅 $/\%$	
第一年	I ₁	1.55	37.0	42.0	608	7232.0	6236.8	11.6
	II ₁	1.49	36.9	40.3	607	7896.7	6351.8	13.6
	CK ₁	1.40	36.5	38.4	522	6216.0	5590.0	
第二年	I ₂	1.31	36.5	35.4	614	6560.0	5756.3	19.6
	II ₂	1.23	35.6	34.2	567	6030.0	5465.3	13.6
	CK ₂	1.18	34.1	32.4	530	5320.0	4811.3	

2.3 综合防御技术的水分利用效率

表4是麦田实施综合防御技术的水分利用效率,可以看出,第一年处理I₁的产量虽然比II₁略低,但由于实施了有限灌溉,少灌一次水,耗水量较小,水分利用效率最高,达 $1.815 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,比对照地段提高37.4%;而处

表4 不同处理小麦水分利用效率

处理	耗水量 $/\text{mm}$	实际产量 $/\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	WUE $/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	WUE提高量	
第一年	I ₁	343.7	6236.8	1.815	37.4%
	II ₁	424.7	6351.8	1.496	13.2%
	CK ₁	423.2	5590.0	1.321	
第二年	I ₂	405.1	5756.3	1.421	37.6%
	II ₂	403.6	5465.3	1.354	31.1%
	CK ₂	465.9	4811.3	1.033	

喷施了多功能防旱剂的地段成穗率比对照地段提高6%。

2.2 综合防御技术对冬小麦产量构成因子及产量的影响

综合防御技术对冬小麦前期生长状况和群体变化的影响,必然影响到产量的形成。我们采用三种方法测定了处理地段的产量。第一,田间测产,即冬小麦收割前在各处理地块选取5个 1 m^2 有代表性的地段,收割时计算有效穗数,并脱粒称重,获得测产产量;第二,在各处理地段选取5个 1 m 行长小麦植株,风干后进行考种,获得穗数、穗粒数和千粒重,计算出理论产量;第三,将整个试验地块小麦收获晒干后称重,获得实产(表3)。从中可知,应用综合防御技术的增产效果是十分明显的:在少灌一次或两次水的情况下,第一年产量比对照增加11.6%,第二年比对照增加19.6%。而产量的增加主要是由于构成小麦产量的三要素(穗密度、穗粒数和千粒重)的增大,其中穗密度每平方米比对照增多19~86穗,穗粒数增多1.8~3.6粒,千粒重增大2.4g。

理II₁与对照相比,尽管耗水量相差不大,但由于产量有所提高,水分利用效率亦较对照高13.2%。第二年由于I₂、II₂少灌两次水,耗水量减少,产量又比对照地段有大幅度增加,所以水分利用效率比对照提高37.6%和31.1%。

2.4 综合防御技术的经济效益分析

(1)实施综合防御技术的投入费用有(按 1 hm^2 计):

①原材料费即购置麦秸费: $0.10 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1} \times 5000 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} = 500 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$;

②覆盖麦秸用工费:用工15个,每个工15元,共计225元;

③防旱剂原料费: $50 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$,按喷施两

次计 100 元;

④喷施防旱剂用工费: 45 元·hm⁻²·次⁻¹, 两次共计 90 元。

(2)实施综合防御技术的增收节支项有:

①减少灌溉一次, 少支出 450 元;

②小麦价格按国家保护价 1.2 元·kg⁻¹, 相对 CK 地段而言, I₁ 地段增产 646.8kg, 折合人民币 776.16 元; II₁ 地段增产 761.8kg, 合 926.16 元; I₂ 地段较对照地段增产 1046.2kg, 合 1255.56 元; II₂ 地段较对照地段增产 493.7kg, 合 592.44 元。

经计算,各试验地段的投入产出比在 1:1.69 到 1:5.49 之间, 每公顷可增加纯收入 500~850 元(见表 5)。

表 5 经济效益分析(元·hm⁻²)

	I ₁	II ₁	I ₂	II ₂
覆盖麦秸原料	500		500	
覆盖麦秸劳务	225		225	
投入				
防旱剂原料		100	100	100
喷防旱剂劳务		90	90	90
合计	725	190	915	190
减少灌溉	450		450	450
增收节支				
增产收入	776.16	926.16	1255.56	592.44
合计	1226.16	926.16	1705.56	1042.44
投入产出比	1:1.69	1:4.87	1:1.86	1:5.49

3 小结

冬小麦干旱综合应变防御技术集成试验表明,施行底墒水、深耕、秸杆翻压还田、秸杆覆盖、喷施多功能防旱剂和有限灌溉是防御应变冬小麦干旱的有效措施。上述几项措施综合运用,对冬小麦的植株高度、叶面积、干

物重和群体密度均有不同程度的影响,进而可使小麦增产 10% 以上,水分利用效率提高 30% 以上,每公顷增收节支 500~800 元。这些措施可根据各地的实际情况灵活运用,达到节约水资源,降低生产成本,而又使小麦增产的目的。

冬小麦施行干旱综合防御技术除有直接的经济效益外更有其生态效益和社会效益。施行秸杆翻压还田和秸杆覆盖的地段尽管当季的投入产出比不高,但秸杆覆盖可以避免焚烧秸杆带来的环境污染,秸杆腐烂后又可培肥地力,这是一项长期效应,在以后的作物生长中可表现出来;施行有限灌溉,减少灌水 1~2 次,有效地节约了的水资源,对解决水资源紧缺有十分重要的意义。

参考文献

- 1 刘庚山,安顺清,吕厚荃等. 华北地区不同底墒对冬小麦生长发育及产量影响的研究. 应用气象学报, 2000, 11(增刊): 168~169.
- 2 霍治国,白月明,李光华等. 冬小麦土壤深松保墒增产效应试验研究. 应用气象学报, 2000, 11(增刊): 151~153.
- 3 朱自玺,赵国强,方文松等. 不同土壤水分和不同覆盖条件下麦田水分动态和增产机理研究. 应用气象学报, 2000, 11(增刊): 140~142.
- 4 赵国强,朱自玺,方文松等. 多功能防旱剂的应用研究. 应用气象学报, 2000, 11(增刊): 189~191.
- 5 吴乃元,梁丰香,张衍华等. 有限水分胁迫对小麦生长状况的影响及合理灌溉的土壤相对湿度指标. 应用气象学报, 2000, 11(增刊): 174~176.
- 6 周凌云,许梦雄. 秸杆覆盖对麦田耗水量与水分利用效率影响的研究. 土壤通报, 1997, 28(5): 205~206.

Effect of Multiple Drought-Preventing Techniques on Growth and Yield of Winter Wheat

Zhu Zixi Zhao Guoqiang Fang Wensong Deng Tianhong Fu Xiangjun

(Henan Institute of Meteorology, Zhengzhou 450003)

Abstract

The experiment of multiple drought-preventing techniques for winter wheat was conducted in October of 1998 to June of 2000. It is shown that abundant soil moisture, deep ploughing, returning corn straw into soil, straw mulching, spraying drought-preventing agent and limited irrigation are effective measures to prevent drought in the growing season of winter wheat and increase yield. Thus, the yield of winter wheat can be increased by over 10% and water utilization ratio increased by over 30%, and the economic benefit increased by 500—800 yuan per hectare.

Key Words: drought-preventing multiple techniques winter wheat