

山西北部集成抗旱技术抗旱增产效果的试验研究

王志伟^{1,2}, 郝寿昌³, 朱临洪³, 王正泽⁴, 张瑞兰⁴

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 山西省气候中心, 山西 太原 030006;
3. 山西省气象局, 山西 太原 030002; 4. 山西省气象学会, 山西 太原 030002)

摘 要: 通过对降水量、地面径流量、作物需水量的综合分析, 结合山西省中长期天气趋势预报, 在客观定量地评价年度内农田水分盈亏指标的基础上, 实施集成旱作技术, 对玉米和谷子进行全生育期农田管理, 取得明显效果。经三年的试验示范和两年的实地推广工作, 社会、经济和生态效益明显。

关键词: 旱作技术; 集成; 山西北部; 推广应用

中图分类号: S363 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0025-07

在全球气候变暖的背景下, 我国各地旱涝变化的趋势是科学家普遍关心的事实^[1]。干旱已危及到人类的生存环境, 水资源的严重匮乏以及土地荒漠化、沙漠化的加剧都是干旱化发展的具体表现^[2,3], 干旱已对我国北方地区的农业发展构成了严重威胁。山西位于我国北方, 在华北平原西面、黄土高原东部, 因居太行山以西而得名, 省内谷岭交错, 地形十分复杂, 山地和丘陵面积约占全省的 80% 以上, 平原面积不足 20%; 年降水量 400 mm ~ 650 mm, 自然降水变率大, 从多年平均状况看, 本省大多数农耕区, 在生长季节内水分亏缺, 干旱是山西的主要气象灾害, 全省旱作农田占全省耕地面积的 70% 以上^[4]。地貌特征以黄土地貌为主^[5], 而且大部分的干旱地区都是经济文化比较落后的贫困地区, 而这些处于贫困地区的农民, 由于自然条件和其自身条件的限制, 农业生产还没有摆脱靠天吃饭的局面。旱作农业技术的研究对山西省农业发展意义重大。20 世纪后期以来, 我国北方旱地农业生产技术迅速发展, 一些较成功的技术经验已普遍被农民接受, 并在旱作农业区得到大范围推广, 出现了很多旱地高产典型, 包括保持水土、科学施肥、精耕细作、巧用春墒、趁墒力作、节水灌溉等都在旱作农业区发挥了良好的增产效益^[6]。

较成功的旱地农业技术, 无论属于哪一体系, 其特点都突出地改善了水条件。而旱地农业或旱作农业主要是利用天然降水, 通过采取一系列旱作农业技术措施, 不断提高地力和天然降水的有效利用率, 实现农业高产稳产。在了解当地自然降水规律, 定量预测旱作农田水分盈亏指标的基础上, 利用集成

旱作农业生产技术, 建立科学的农田管理方案, 有针对性地进行农田管理, 可充分利用气候资源, 减少盲目投资, 使旱作农业向高产、稳产、优质、高效迈进。

1 方案制定

1.1 试验方案

朔州市是山西北部典型的旱作农业县, 自然降水和热量条件相对较差, 只能满足一年一熟, 农业生产水平处于全省平均偏下, 当地主要作物以春玉米为主, 其次还有谷子、马铃薯也相对较多, 同时朔州市城区气象站是山西省一个农业气象观测站, 积累了较长的农业气象观测资料, 该站在农业气象观测方面有丰富的经验, 为使试验能够顺利进行, 试验田选在朔州市。根据当地十年九旱的气候特点和作物需水机理, 通过对历年气候资料进行分析, 采用谐波分析法, 计算出朔州市玉米、谷子生育期间水分盈亏量^[7], 结果见表 1 和表 2。根据作物不同生育阶段的水分盈亏量的大小, 结合当地天气预报确定喷施抗旱剂的时间和次数, 并制定详细的农田管理方案, 于 1995~1997 年间在朔州市二苗圃进行了不同抗旱措施对玉米、谷子的增产效果分析试验。

以下对谐波分析作简要说明: 我们把旬平均降水时间序列可以看成复杂的周期现象之叠加。为了提取年周期及半年周期的影响, 以显示降水的短期波动, 我们取傅里叶级数展开式第一、二项之和为年周期或半年周期分量 $\hat{y}_t$, 即:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t + a_2 \cos 2\omega t + b_2 \sin 2\omega t \tag{1}$$

其中 a_0 、 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 分别由下列公式确定：

$$a_0 = \frac{1}{36} \sum_{t=0}^{35} y_t;$$
$$a_1 = \frac{1}{18} \sum_{t=0}^{35} y_t \cos \omega t; \quad b_1 = \frac{1}{18} \sum_{t=0}^{35} y_t \sin \omega t;$$
$$a_2 = \frac{1}{18} \sum_{t=0}^{35} y_t \cos 2 \omega t; \quad b_2 = \frac{1}{18} \sum_{t=0}^{35} y_t \sin 2 \omega t;$$

按照(1) 式得到的年周期和半年周期分量在原序列 $\{y_t\}$ 中提取之后,将得到一个新序列: $\{\Delta y_t = y_t - \hat{y}_t\}$ 。显然,凡 $\Delta y_t > 0$ 的阶段,一般应为相对湿期;凡 $\Delta y_t < 0$ 的阶段,一般应为相对干期。从气候意义上说,他们代表常年干湿时段,即气候上的干湿期。

表 1 朔州市春玉米各生育阶段水分盈亏量

Table 1 Water supply and demand for spring corn during different growth periods in Shuozhou

生育阶段 Growth period	播种~拔节 Sowing~jointing (04-25~05-31)	拔节~抽雄 Sowing~tasseling (06-10~08-10)	抽雄~乳熟 Tasseling~ripening (07-21~08-30)	乳熟~成熟 Milk ripening~mature (08-31~09-18)
气候背景降水量(mm) Average rainfall	24.9	67.2	84.4	31.0
径流深(mm) Runoff	1.6	3.6	6.5	1.4
作物需水量(mm) Water requirement	70.9	90.9	109.0	30.6
盈亏额(m ³ /hm ²) Water deficiency	-714.0	-409.5	-466.5	-15.0

从表 1 可以看出,朔州市玉米在主要发育阶段,土壤水分都亏缺,其中在播种—拔节期土壤水分亏缺最大,拔节—抽雄期和抽雄—乳熟期也比较大,据此我们制定了一个集成旱作技术的田间管理方案(见表 3 和表 4)。方案中抗旱剂的喷施时间和次数定在作物发育的关键期同时又是土壤水分亏缺严重的时期,即玉米为拔节、抽雄和乳熟期,谷子为拔节、

抽穗和灌浆期。1995 年试验结束后,根据试验情况对试验方案进行了改进,见表 3。1995 年谷子由于受灾没有形成产量,所以谷子的试验方案和资料均是 1996 和 1997 两年的。根据试验结论,1999 年和 2000 年在朔州市进行了大面积推广,累计推广面积达 6.667 万 hm²。

表 2 朔州市谷子各生育阶段水分盈亏量

Table 2 Water supply and demand for spring millet during different growth periods in Shuozhou

生育阶段 Growth period	播种~拔节 Sowing~jointing (04-21~05-31)	拔节~抽穗 Jointing~heading (06-01~07-31)	抽穗~灌浆 Heading~filling (08-01~08-20)	灌浆~成熟 Filling~mature (08-21~09-10)
气候背景降水量(mm) Average rainfall	26.7	111.2	43.0	36.2
径流深(mm) Runoff	1.7	6.7	3.3	2.1
作物需水量(mm) Water requirement	59.0	144.3	65.6	40.0
盈亏额(m ³ /hm ²) Water deficiency	-34.0	-39.8	-25.9	-5.9

1.2 试验处理

试验选地为近年来一直以旱作为主的旱地,周围无水浇地。试验田对照区的整个农作过程完全遵循当地传统方式进行。试验田在品种、密度上对照区与处理区完全一致。每个处理均为二次重复。试验分 5 个处理和对照田,分别用 A、B、C、D、F 和 E 表示,为使试验结果更理想,在试验过程中根据结果

又对各处理做了改进,以下作详细说明。

玉米试验田:处理 A,3 a 均为喷施中浓度抗旱剂;处理 B,1995 年为多施有机肥(即按当地农民种田习惯加倍施农家肥,约为 2 m³/100 m²),1996~1997 年为喷施高浓度抗旱剂;处理 C,1995 年为地膜覆盖,1996~1997 年为秸秆覆盖、多施有机肥和喷施中浓度抗旱剂的集成抗旱技术;处理 D,1995

年为多施有机肥、地膜覆盖和秸秆覆盖, 1996~1997 年为地膜覆盖、秸秆覆盖和喷施低浓度抗旱剂; 处理 E, 为对照田。

谷子试验田 1995 年遭受冻害, 绝收, 1996~1997 年: 处理 A, 喷施高浓度抗旱剂; 处理 B, 喷施低浓度抗旱剂; 处理 C, 秸秆覆盖、多施有机肥和喷施中浓度抗旱剂; 处理 D, 秸秆覆盖和喷施低浓度抗旱剂; 处理 F, 是 1997 年根据试验结果又增加的地膜覆盖处理; 处理 E, 为对照田。

秸秆覆盖是秋季收获完毕整地后对试验田实施

秸秆覆盖, 也叫冬季秸秆覆盖, 这样可以减少冬季土壤冻结厚度, 有利于春季地温的提升, 同时可以减少冬季土壤蒸发, 利于土壤墒情保持。等到春季播种后, 再把秸秆覆盖于垄间, 也叫春季秸秆覆盖。地膜覆盖是先起垄播种, 再覆盖, 出苗后打孔放苗。播种时试验田统一用抗旱剂拌种。试验田底肥配方及施肥是试验前(1995 年 3 月份)取试验田土壤在朔州市城区农业局土肥站进行化验, 参照土肥站意见对试验田统一配施底肥。

表 3 玉米田间处理情况
Table 3 The treatment conditions of corn

年份 Year	A	B	C	D	E
1995	喷施中浓度抗旱剂* Spraying drought-resistant chemical of medium concentration	多施有机肥 Organic manure	地膜覆盖 Plastic mulching	多施有机肥, 地膜覆盖, 秸秆覆盖 Organic manure, plastic mulching, straw mulching	对照田 Contrast
1996~1997	喷施中浓度抗旱剂* Spraying drought-resistant chemical of medium concentration	喷施高浓度抗旱剂 Spraying drought-resistant chemical of high concentration	秸秆覆盖、多施有机肥、喷中浓度抗旱剂 Straw mulching, organic manure, spraying drought-resistant chemical of medium concentration	地膜覆盖、秸秆覆盖、喷低浓度抗旱剂 Plastic mulching, straw mulching, spraying drought-resistant chemical of low concentration	对照田 Contrast

* 本试验所用抗旱剂均系山西省平定县气象局生产的抗旱剂。其低浓度标准为, 每次每 667m² 的试验田用 250 ml 抗旱剂兑 50 kg 水; 中浓度标准为, 每次每 667m² 的试验田用 500 ml 抗旱剂兑 50 kg 水; 高浓度标准为, 每次每 667m² 的试验田用 1 000 ml 抗旱剂兑 50 kg 水。下同。
* Concentration of drought-resistant chemical: low: 250 ml drought-resistant chemical+50 kg water/667m²; medium: 500 ml drought-resistant chemical+50 kg water/667m²; 1 000 ml drought-resistant chemical+50 kg water/667m². The same below.

表 4 谷子田间处理情况
Table 4 The treatment conditions of millet

A	B	C	D	E	F
喷施高浓度抗旱剂 Spraying drought-resistant of high concentration	喷施低浓度抗旱剂 Spraying drought-resistant of low concentration	秸秆覆盖、多施有机肥、喷施高浓度抗旱剂 Straw mulching, organic manure, spraying drought-resistant chemical of high concentration	播种后秸秆覆盖、喷低浓度抗旱剂 Straw mulching after sowing, spraying drought-resistant chemical of low concentration	对照田 Contrast	地膜覆盖 Plastic mulching

表 5 不同处理玉米发育期比对照田提前天数(天)
Table 5 The advanced days of growth period of corn under different treatments (d)

处理 Treatments	1995 年				1996 年				1997 年			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
出苗期 Emergence	0	0	2	2	0	0	1	5	0	0	-1	4
抽雄期 Tasseling	—	—	—	—	5	3	7	18	-1	-1	-2	21
成熟期 Mature	10	0	25	25	5	1	4	16	-2	-2	-2	20

1.3 试验田小区面积

项目主试验田 2 700 m²,分 20 个小区。每个小区面积 135 m²,20 个小区按随机取组法排列,试验田四周均留有保护地。

1.4 试验年度气候条件

通过对气候资料分析,我们发现 1995 年的气候条件有如下特点:前期偏旱(1~4 月降水量为 13.9 mm,比历年同期少 19.1 mm),后期偏涝(5~10 月降水量为 628.9 mm,比历年同期偏多 258.6 mm),初霜期偏早。1996 年的气候条件对山西省大秋作物来说可谓是一个风调雨顺的气候年型。1997 年是山西省历史上少有的大旱之年,试验地所在的朔州市比全省北、中部旱象稍轻。在这种特殊的干旱年份,不同的抗旱措施对作物的生长发育及产量形成又有了不同的影响。

表 6 不同处理谷子生育期比对照田提前天数(天)

生育期 Growth period	1996				1997			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	millet under different treatments (d)							
出苗期 Emergence	0	0	0	0	1	1	0	1
抽穗期 Heading	0	1	6	6	2	2	4	6
成熟期 Mature	0	3	3	4	-4	-3	-4	-4

2 试验结果分析

2.1 不同处理对作物发育期的影响

2.1.1 不同处理对玉米发育期的影响 为了说明不同抗旱措施对玉米发育期的影响,我们在 3 a 试验期间对玉米发育期进行了观测(表 4,表 5),观测结果表明,不同处理对发育期的影响是不同的。首先,地膜覆盖能明显改变玉米的生育进程,出苗期比对照提前 2~5 d,成熟期比对照提前 18~25 d;其次,多施肥料不会明显改变玉米的生育进程;第三,喷施抗旱剂也不会明显改变玉米的生育进程,喷施抗旱剂的多少与玉米发育期没有明显的关系;第四,地膜覆盖措施对玉米发育期的影响与气候年型没有明显关系,从表 5 中可看出,该处理措施 3 a 均表现为生育期提前,且成熟期提前时间均在 20 d 左右;第五,由于当地热量条件不足,所以玉米发育期的提前对当地玉米产量的提高有重要意义。如 1995 年的初霜日是 9 月 11 日,A、B 处理和对照田的成熟期

为 9 月 21 日,遭受严重霜冻影响,而 C、D 处理是由于地膜覆盖的热效应,成熟期(8 月 27 日)提前 25 d,使 C、D 处理的试验田没有遭受霜冻危害。

2.1.2 不同处理对谷子生长发育期的影响 通过试验资料表 6 进行分析发现,不同处理对谷子的出苗期没有明显的影响,气候年型是对谷子成熟期影响的主要因素,在 1997 年的大旱之年,凡采取一定的抗旱措施处理过的谷子,与对照田相比,其营养生长期普遍缩短,生殖生长期延长,谷子籽粒灌浆时间增加,有利于产量的形成。

2.2 不同处理对作物产量形成因素的影响

2.2.1 不同处理对玉米产量结构的影响 通过对表 7 资料分析,我们发现 1995 年 A、B 处理的百粒重分别比对照田高 0.5 g 和 1.6 g,株籽粒重分别比对照田高 9 g 和 20 g。C、D 处理的百粒重分别比对照田高 7.8 g 和 7.3 g,株籽粒重分别比对照田高 51 g 和 74 g。结果说明,A、B 处理在这种年型下对玉米的产量结构和实产均有一定程度的提高,但增幅不大,C、D 处理的结果说明采用薄膜覆盖后,使作物发育期提前,免受霜冻影响,在后期雨水较多的情况下,使作物有充足的灌浆时间,籽粒饱满,作物产量大幅提高,而 D 处理在多施有机肥的情况下,不仅籽粒饱满,而且果穗也大,增产幅度最高。

分析 1996 年的试验资料,我们发现 A 处理的玉米百粒重和株籽粒重分别比对照田高 3.1 g 和 54 g,而 B 处理的玉米百粒重和株籽粒重分别比对照田高 2.5 g 和 15 g。我们知道抗旱剂的增产机理在于通过调节作物叶面细胞的生理机能,抑制作物蒸腾来达到抗旱增产的目的。通过以上数据我们可以明显看到,在 1996 年这种气候年型(雨水相对较多)下,喷施大剂量抗旱剂(B 处理)对作物的增产效果不如喷施中剂量抗旱剂的 A 处理,这说明在水分条件相对较好的条件下,过多的喷施抗旱剂,反而抑制了作物的生长发育,不利于作物产量的提高。C 处理的百粒重、株籽粒重分别比对照田提高 4.1 g 和 82 g,这说明通过冬季秸秆覆盖的地块在多施有机肥和喷施抗旱剂的综合作用下,使作物产量结构明显改善,实产增幅较大。D 处理的玉米百粒重和株籽粒重分别比对照田高 13.7 g 和 88 g。由此可见,D 处理使玉米的产量要素和实产提高最多。这说明在 1996 年这种气候年型下,采用多项抗旱措施,通过改善农田小气候环境,使玉米营养生长加快,使生殖生长期相对较长,且使生殖生长期处于一个光、热、水气象要素配合相对较好的气候环境下,有利于作物进行光合作用,对作物产量提高明显。

表 7 玉米产量结构分析表(g)

Table 7 The analysis of yield structure of corn						
处理 Treatments	年份 Year	A	B	C	D	E
百粒重 100-kernal weight	1995	25.6	26.7	32.9	32.4	25.1
	1996	32.3	31.7	33.3	42.9	29.2
	1997	23.4	28.6	30.1	34.9	19.0
株籽粒重 Kernal weight per plant	1995	125	136	167	190	116
	1996	216	177	244	250	162
	1997	108	162	164	202	72

1997 年试验资料显示 A 处理的百粒重、株籽粒重分别比对照高 4.4 g 和 36 g;B 处理的百粒重和株籽粒重分别比对照田高 9.6 g 和 90 g;C 处理百粒重和株籽粒重分别比对照高 11.1 g 和 92 g;D 处理的百粒重和株籽粒重分别比对照高 15.9 g 和 130 g。

通过以上分析结果可以看出,在大旱之年,采用不同的抗旱措施,对作物产量均有显著提高,薄膜覆盖和喷施抗旱剂对玉米产量影响都较大。喷施大剂量抗旱剂(B)比喷施中剂量抗旱剂(A)效果要好,这一点与 1996 年的结论正好相反,这说明抗旱剂使用量的大小及所产生的效果与气候年型,即水分盈亏量的大小有关。C 处理比 B 处理效果好,D 处理效果最好,这一点与 1996 年的试验结论完全一致。

2.2.2 不同处理对谷子的产量及其结构的影响
通过对 1996 年试验资料进行分析(表 8),A 处理的千粒重、穗粒重分别比对照田高 0.1 g 和 5.1 g;B 处理的千粒重和穗粒重分别为 4.0 g 和 7.4 g(B 处理的穗粒重异常偏小,这是在产量结构分析时,用簸箕簸糠秕时临时换人所致,这种现象在当时发

现后,就立即终止);C 处理的千粒重和穗粒重分别比对照田高 0.4 g 和 11.5 g;D 处理的千粒重和穗粒重分别高 0.3 g 和 8.3 g。

从 1996 年的试验资料可以看出,谷子在产量构成要素上,与玉米试验田有相同的趋势,经抗旱技术处理的小区均比对照田好。C 处理最好,D 处理次之,B 处理比 D 处理稍差,A 处理最差。这说明山西省北部旱地在谷子的整个发育过程中,水分因素是限制谷子产量提高的主要因素。为此,1997 年对谷子试验地又增加了薄膜覆盖处理试验,以下简称 F 处理。

从 1997 年试验资料分析的结果中可以看出,A 处理的穗粒重和千粒重分别比对照田高 0.6 g 和 12.8 g;B 处理的千粒重和穗粒重分别比对照高 0.6 g 和 5.1 g;C 处理的千粒重和穗粒重分别比对照高 0.5 g 和 15.6 g;D 处理的千粒重和穗粒重分别比对照田高 0.6 g 和 16.5 g;F 处理的千粒重和穗粒重分别比对照田高 0.5 g 和 18.6 g。从 1997 年的试验资料可以看出,经过抗旱措施处理过的谷子,在主要产量要素上均比对照田有大幅提高,这一点与 1996 年的试验结果基本一致,所不同的是喷施大剂量抗旱剂的效果比喷施小剂量的效果要好,其原因已在上述玉米产量的分析中说过,这里不再赘述。最引人注目的是 F 处理的谷子,从苗期开始,苗情状况一直好于其它处理,穗粒重和实产分别是对照田的 2.4 和 1.1 倍,且穗长,穗大,增产效果惊人,同时 F 处理的谷子抗倒伏能力较强,在收获前,试验地下了一场中雨,大部分谷子倒伏,唯独 F 处理的谷子倒伏较少。

表 8 谷子产量结构分析结果表(g)

Table 8 The analysis of yield structure of millet							
产量要素 Yield factor	年份 Year	A	B	C	D	F	E
千粒重 1000-kernal weight	1996	3.7	4.0	4.0	3.9	—	3.6
	1997	4.5	4.1	4.4	4.5	4.4	3.9
穗粒重 Kernal weight per ear	1996	17.1	7.4	23.5	20.3	—	12.0
	1997	26.2	18.5	29.0	29.9	32.0	13.4

2.3 试验田产量

2.3.1 玉米 根据作物生长阶段水分盈亏量实施旱作技术,可以使农田作物水分亏缺现象得到部分缓解,对提高作物产量效果明显。3 a 试验资料表明(表 9),依照项目制定的农田管理方案进行管理的小区产量除 1996 年喷施大剂量抗旱剂外,都比对照

田高。1997 年是旱年,增产幅度最大;1996 年次之,1995 年增产幅度较小。喷施不同浓度抗旱剂的增产效果与气候年型有关,在雨水较多的情况下,喷施大剂量抗旱剂,反而减产;喷施抗旱剂在干旱年份效益要比多施有机肥好,说明多施有机肥必须有相应的雨水条件配合增产效果才明显。

表 9 玉米产量(kg/hm²)和增产百分率(%)
Table 9 Yield (kg/hm²) and increase percentage (%) of corn

年份 Year	处理 Treatment									
	A		B		C		D		E	
	实产 Yield	增产 Yield increase	实产 Yield	增产 Yield increase	实产 Yield	增产 Yield increase	实产 Yield	增产 Yield increase	实产 Yield	
1995	6360	4.4	6375	4.7	6885	13.1	7230	16.5	6090	
1996	8175	10.3	7365	−0.6	8895	20.0	9300	25.5	7410	
1997	6510	23.6	6885	30.8	6750	28.2	7275	38.2	5265	

2.3.2 谷子 1995 年受霜冻灾害没有形成产量。1996 年和 1997 年试验中,在生长期连续实施旱作技术处理的小区,产量都比对照田高。1996 年秸秆覆盖比对照田高 9.7%,其它处理比对照田高 33%~38%。1997 年秸秆覆盖区比对照田增产 38%,地膜覆盖的 F 处理比对照田高 110.6%,谷子覆膜栽培的增产潜力很大,其它处理的产量比对照田高 23%~27%。1996 年试验田各小区产量都比 1997 年高,这个特点与玉米一致,1997 年谷子在成熟期下大雨,大部分谷子倒伏,对地段实产有一定的影响。

3 推广应用

根据试验结果,项目组制定了在朔州市干旱地区推广应用的实施方案。在对朔州市历史资料进行客观定量分析的基础上,结合长期天气趋势预报,制定出了农田管理方案。视推广户经济条件玉米田分别推广了 D 处理(即:地膜覆盖、秸秆覆盖和叶面喷施低浓度抗旱剂)的集成抗旱技术,或冬、春季秸秆覆盖与喷施抗旱剂的集成抗旱技术,或其中任意单项技术;谷子田推广了 F 处理(地膜覆盖)和 C 处理(秸秆覆盖、多施有机肥、喷施高浓度抗旱剂)的集成抗旱技术,于 1999 和 2000 年进行了推广,经过两年的连续推广,累计推广面积达 6.667 万 hm²,平均增产都在 10%以上,产生了显著的社会、经济和生态效益。

山西贫困地区大多为旱作农田,产量低,在以粮食为主要收入的地区,要脱贫致富还是要在旱作农田上下工夫。若在旱作农田中广泛推广该项技术,改“盲目种田”为“科学种田”;改“广种薄收”为“少种多收”;改“粗放经营”为“精耕细作”,无论从利用该地的气候资源,科学地进行旱地低产田技术改造,改变生态环境,提高旱作农田生产水平方面,还是积极有效地进行科技兴农战略,从根本上改善人民生活水平方面都有重要的实际意义。

4 试验、推广结果讨论

4.1 不同措施对发育期的影响

地膜覆盖能明显改变玉米的生育进程,可使成熟期提前 18~25 d;多施肥料和喷施抗旱剂不会明显改变玉米的生育进程;气候年型是对谷子成熟期影响的主要因素,在大旱之年,凡采取一定的抗旱措施处理过的谷子,与对照田相比,其营养生长期普遍缩短,生殖生长期延长。

4.2 不同措施对产量的影响

在旱作农业区,自然降水亏缺较大的情况下,不同的抗旱措施对作物产量均有显著提高(增产 20.3%~38.2%),并且集成抗旱技术数量越多,抗旱增产效果越明显。采取单项抗旱措施,如地膜覆盖和喷施抗旱剂对玉米和谷子的产量提高也比较明显。采用薄膜覆盖后,有效地改善了农田的小气候环境,作物产量大幅提高;冬季秸秆覆盖的地块在多施有机肥和喷施抗旱剂的综合作用下,使作物产量结构明显改善,实产增幅较大;喷施大剂量抗旱剂比喷施小剂量抗旱剂效果要好;在水分条件相对较好的条件下,过多的喷施抗旱剂,反而抑制了作物的生长发育,不利于作物产量的提高。

4.3 经济效益

两年来项目组同志多次深入农村第一线进行技术指导,在朔州市各级领导的大力支持下,该项技术在朔州市得到了大面积推广,两年累计共推广玉米田近 6.667 万 hm²,谷子近 6 667 hm²,被推广田产量有明显的增长,产生了较大的社会效益,为推动山西省气象科技兴农工作做出了贡献。

4.4 社会效益

通过示范试验和推广,使科学文化知识在当地得到了传播,使科学种田的思维深入人心,培养了一批农业科技带头人,使当地很大一部分的农民素质得到了不同程度的提高。

(下转第 34 页)

Effect of late-sowing and late-transplanting on yield and panicle traits of super japonica rice in northern China

WANG Jia-yu, ZHAO Fei, ZHANG Shi-chun, XU Zheng-jin, CHEN Wen-fu, ZHOU Shu-qing
(Rice Research Institute, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The effect of water-saving culture of late-sowing and late-transplanting on grain yield and panicle traits of super japonica rice in northern China was studied with different sowing and transplanting stage treatments. The results showed that the most suitable late-sowing stage and late-transplanting stage of Shennong602 were the first ten-days of May and the middle to the last ten-days of June, respectively, under which the grain yield was over 9 000 kg/hm²; As for the seedlings sowed at suitable stage, the inferior limit of late-transplanting stage was June 10; In order to get the yield of more than 7 500 kg/hm², the inferior limit of the late-sowing was May 20, and the transplanting stage was the first and the middle ten-days of June. When the sowing and transplanting stage was too late, the grains could not fully ripe, the seed-setting rate was decreased, and the grain filling rate was lowered.

Keywords: rice; water-saving culture; yield; panicle traits

(上接第 30 页)

参 考 文 献:

[1] 秦大河. 中国西部环境演变评估[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 29—70.

[2] 马国柱, 符淙斌. 中国北方干旱区地表湿润状况的趋势分析[J]. 气象学报, 2001, 59(6): 737—746.

[3] 李庆祥, 刘小宁, 李小泉. 近半世纪华北干旱化趋势研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 50—56.

[4] 钱林清, 郑炎谋, 郭慕萍, 等. 山西气候[M]. 北京: 气象出版社, 1991. 1—165.

[5] 缪启龙, 林文实, 吴 息, 等. 地球科学概论[M]. 北京: 气象出版社, 2001. 190—215.

[6] 赵聚宝, 李克煌. 干旱与农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 213—427.

[7] 丁裕国, 夏芝萍, 柳又春, 等. 长江上游地区气候干湿期分析及其前期环流因子统计普查[J]. 南京气象学院学报, 1978, (1): 81—89.

Effects of integrated drought-resistant technologies in north part of Shanxi Province

WANG Zhi-wei^{1,2}, HAO Shou-chang³, ZHU Lin-hong³, WANG Zheng-ze⁴, ZHANG Rui-lan⁴
(1. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Climate Center of Shanxi Province, Taiyuan 030006, China; 3. Meteorological Bureau of Shanxi Province, Taiyuan 030002, China; 4. Meteorological Society of Shanxi Province, Taiyuan 030002, China)

Abstract: This paper analyzes the relationships among precipitation, runoff and crop water requirement, and investigates the effects of integrated drought-resistant technologies during whole growth period on the production of corn and millet in north part of Shanxi Province, based on the forecasting of long-term climate trend and the objective assessment of annual water supply and demand on farmlands. Significant social, economic and ecological achievements have been obtained in the process of experimentation and application for three years.

Keywords: drought-resistant technology; integrated; north part of Shanxi Province; application