

文章编号 :1003-8701(2004)01-0019-04

松嫩平原西部玉米节水增产技术

李秀军

(中国科学院东北地理与农业生态研究所,吉林 长春 130012)

摘要:玉米是松嫩平原西部的的主要粮食作物,由于多种因素的影响,尤其是受降水的制约,玉米产量长期处于徘徊状态,制约了区域粮食产量的发展。通过采用工程节水技术、生物节水技术、农田覆盖节水技术、耕作节水技术、水肥调控技术、化学调控节水技术和合理的节水灌溉制度等多种途径,改善玉米生长的环境条件,提高玉米产量达到 10 000 kg/hm² 以上,提高水分利用率 30%。

关键词:松嫩平原西部;玉米;节水技术

中图分类号:S513

文献标识码:A

松嫩平原西部包括吉林省西部的 12 个县(市),黑龙江省西部的 15 个县(市)和内蒙古兴安盟的 5 个县(市),土地总面积 15.3 万 km²,总人口 1 414.5 万人。属中温带大陆性半湿润、半干旱季风气候区,生态环境十分脆弱。玉米是区域内的重要粮食作物,种植面积占耕地面积的 20% 以上。但是,由于区内年降水量偏低,少雨年份降水不足 200 mm,而且年降水分布不均,7~9 月份降水占年降水的 75%,冬春干旱,水分保证率低,尤其春季干旱常造成等雨播种和出苗困难。区内玉米种植田土壤多为沙壤土、淡黑钙土,土壤瘠薄,漏水漏肥。生产中重氮轻磷、钾,重化肥轻农家肥,不能按作物生长发育需肥规律合理施肥,加剧了作物营养的供求矛盾。在玉米播种适时性、播种质量、肥水管理、群体结构调控和病虫害防治等环节上粗放落后,缺乏高产、优质高效的农业技术和节水、增产、低耗的有效措施,总体水平尚处于传统农业状态。因此,造成玉米产量不高、不稳,制约了区域粮食产量的发展。

1 工程节水技术

利用区域内丰富的地下水资源和地表水资源,建立中小型的灌溉工程体系,应用节水灌溉技术,实现节水、节能,并保持土壤的良好理化性状,提高土壤肥力。

1.1 低压管道输水

低压管道输水可以减少渗漏和蒸发损失,输水利用率 95% 以上,比渠道输水节水 30%;提高水泵的工作效率,降低了能耗,节能 20%~50%;提高土地利用率,少占用耕地 2%~5%;输水快、供水及时,缩短灌水周期,节省灌水用工 50%,灌溉效率可提高 1 倍;便于管理,便于机械作业;具有改善作物生长环境,提高产量等优点。

收稿日期:2003-05-13

基金项目:国家“十五”科技攻关 2001BA508 B05 的部分研究内容。

作者简介:李秀军(1964-),男,辽宁北票人,副研究员,主要从事节水农业和区域农业研究。

1.2 喷灌

喷灌具有不产生深层渗漏和地面径流的特点,地面湿润均匀,均匀度 0.8~0.9;减少水的损失,提高灌水利用系数 0.9 以上;控制灌水定额浅浇勤灌,较好的控制土壤水分,保持土壤肥力,保护土壤表层团粒结构,充分利用土壤养分;调节田间小气候,增加近地层空气湿度,冲掉作物茎叶上的尘土,提高作物光合作用能力和利于呼吸;提高土地利用效率,减少沟畦和田间占地;节省劳力,减轻劳动强度,提高劳动效率;对地形和土质适应性强;玉米通常增产 10%~30%。根据 2000 年在吉林省西部的大安市、白城市不同类型土壤试验结果,土壤类型不同和坡度不同,其喷灌强度应不同(表 1)。

表 1 区域内典型土壤类型的喷灌强度 mm/h

土壤类型	坡度(°)				
	≤0.05	0.06~0.08	0.09~0.12	0.13~0.20	>0.20
黑钙土	20	18	17	16	15
沙土	14	12	11	10	8

1.3 坐水种

坐水种具有简便易行、投资少、见效快和节水的特点。通常坐水种需水量 75~150 m³/hm²,增产 10%~15%,干旱年可增产 60%~70%。是一种行之有效的节水增产技术。表 2 反映了坐水种对玉米保苗率的影响。从表中看出,坐水种出苗早、出苗快和保苗率高。

表 2 玉米不同播种方法的耕层土壤持水量与保苗率

播种方法	土壤持水量(%)			播种 23 d 出苗率(%)	成熟株率(%)
	0~5cm	6~10cm	11~20cm		
坐水种	8.9	17.0	16.8	98	96
搅种	3.2	10.6	15.0	29	73
豁种	10.7	14.5	16.0	35	75

注 2000 年在吉林省大安市太山乡试验结果(品种吉单 180)。

2 生物节水技术

减轻旱灾应以防为主,防旱与抗旱相结合。森林可防风固沙,涵养水源,减少土壤无效蒸发。因此,加强农田和草原的防护林体系建设,可保持水土,调节气候,改善生态条件。据在吉林省西部大安市观测,防护林可降低风速 45%~55%,增加土壤持水量 22%,空气相对湿度提高 10%~28%,保护田的蒸发减少 20%~37%。

选择抗旱的品种,是利用生物适应环境,以生物机能提高作物水分利用率的一条重要途径。因此,要因地制宜培育和选种根系密度大、扩展范围广、分布深位和气孔对水分的胁迫反应敏感的品种,如吉单 180、丹玉 13、丹玉 15、四单 19、白单 9 和白单 31 等品种,提高水分利用效率。

3 农田覆盖节水技术

3.1 地膜覆盖

阻隔土壤与外界的空气交换,抑制土壤水分垂直蒸发,转化光能为热能,5 cm 土层温度提高 5~6°C,土壤中的 CO₂ 释放量和累积量增加 400%,减少土壤水分蒸发见表 3,加速土壤有机质的矿化,提高土壤养分含量。

表 3 地膜覆盖土壤持水量变化 %

处理	时间(日/月)				平均
	10/5	25/5	10/6	25/6	
不覆膜	10.4	11.8	12.5	11.1	11.5
平地覆膜	11.2	15.0	13.4	13.1	13.2
沟种覆膜	15.9	17.5	15.5	15.4	16.1

注 2000 年在吉林省大安市叉干乡试验结果。

3.2 秸秆覆盖

秸秆覆盖可使土壤保水性提高,增加了土壤水分的入渗率,提高土壤供水能力,创造了高蓄高耗的水分循环小气候,降低土壤水分蒸发 60%,增加深层土壤储水 4%~6%,节水 15%~20%,增产 10%~30%。

4 耕作节水技术

4.1 深耕蓄墒

秋季深耕(20 cm 以上)破除犁底层,疏松心土,增厚活土层,改善土壤通透性;切断土壤的毛管孔隙,下层的毛管水不能直接补给蒸发,有利于春季保墒;增加耕层厚度,有利于通气蓄墒,并具有促进土壤养分转化、减少病虫害发生和消灭杂草的功效。根层有效水分可增加 4%~5.6%,渗透率提高 13%~14%,产量可提高 10%左右。伏雨前起垄培土,提高土壤蓄水量 20%以上。

4.2 耙平保墒

秋耙或春季顶凌耙,可平整地面,压紧耕层,表土细碎平整,地面形成疏松的细土覆盖层,切断毛管孔隙,减少土壤蒸发,实现保墒。

4.3 镇压提墒

播种后镇压可压碎坷垃,封闭地面裂隙,减少地面气态水向大气扩散,土粒紧密结合,接通下层土壤毛细管,下层土壤水分上升到地表,保墒提墒,明显提高土壤持水量(图 1)。

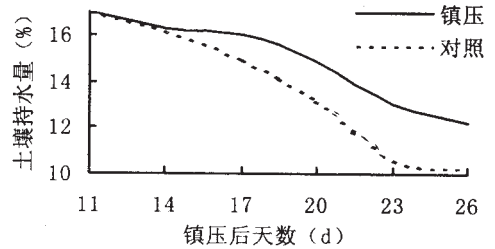


图 1 镇压对土壤持水量的影响

5 水肥调控技术

增施有机肥,提高土壤有机质含量,改善土壤结构,提高土壤蓄水、保水和供水能力,增大土壤的库容。针对玉米需水需肥特点,以无机促有机,有机无机相结合的施肥方式培肥土壤,提高土壤水分的利用率。无机肥料以氮肥、磷肥为主。施肥与密度相结合,实现低耗、增产。1999~2000 年在大安市太山乡进行小区试验(品种为吉单 180),玉米产量(Y)与密度(X_1)、氮肥用量(X_2)和磷肥用量(X_3)的二次正交通用旋转回归模型:

$$Y=8\ 689.336+409.033X_1+654.409X_2+445.903X_3-240.450X_1X_2-0.575X_1X_3+74.900X_2X_3-198.693X_1^2-366.181X_2^2-277.878X_3^2$$

经换算得:密度 4.9 万株/hm²,氮肥用量 250 kg/hm²,磷肥用量 145 kg/hm²。获得产量为 10 732 kg/hm²。水分利用率提高 30%。

6 化学调控节水技术

土面保墒增温剂:是一种新型的化学制剂,喷于地面后能有效的抑制土壤表面的蒸发,保墒增温,防止土壤风蚀,减少土壤盐分积累。

保水剂:是高吸水性树脂材料,具有高吸水性和保水性,作种衣剂等应用于作物上,可明显改善土壤物理结构,调节土壤的液、气、固三相的比例组成,提高土壤的吸水能力,增加土壤有效持水量,提高土壤保水保肥性能,促进作物的生长和干物质积累的增加。

黄腐酸能有效控制作物气孔开度,降低蒸腾强度,促进根系生长,提高根系活力,改善水分状况,增强抗旱能力,提高叶片的生活力和光合能力,增加干物质的积累,减少病虫害的发生。

土壤成膜保水剂:是有有机(聚丙烯酸 PAA)和无机(粘土矿物)复合材料的水乳液,具有很好的防渗和改良土壤功能,施入沙质土壤后,在土壤中形成胶膜,改善土壤的保水性能。1999~2000 年在大安市叉干乡小区试验(品种为吉单 180) 0.2%~0.4%PAA 浓度的成膜保水剂对作物的发芽、生长有促进作用,可提高玉米的发芽率,促进玉米生长发育,促进早出穗、早成熟。可明显改善土壤的理化性状,土壤田间持水量有较大提高,尤其是 20 cm 土层的田间持水量增加 27.5%,从而提高土壤蓄水的能力,提高水分的有效利用率。

7 节水灌溉制度

气象测报灌溉管理模型技术,是水分-土壤-作物-大气在农业生产上的 4 个相互联系、相互制约和相互协调的系统,它们遵循着能量守恒和质量守恒规律、遵守着热力学和流体力学的定律以及热量平衡和水量平衡原则。因此,可建立水量平衡模型:

$$F_{\text{降水}} + Q_{\text{灌溉}} + W_{\text{土}} - W_{\text{渗}} - W_{\text{径流}} - W_{\text{凋萎}} = nETc$$

$F_{\text{降水}}$ —自然降水量(mm)

$W_{\text{土}}$ —播种前土壤持水量(mm)

$W_{\text{渗}}$ —降水和灌溉水分向下层土壤的渗漏量(mm)

$W_{\text{径流}}$ —降水和灌溉后水分形成的径流量(mm)

$W_{\text{土}}$ —土壤有效持水量(mm)

$Q_{\text{灌溉}}$ —灌水量(mm)

$W_{\text{凋萎}}$ —作物凋萎时土壤持水量(mm)

ETc —作物蒸发蒸腾量(mm)

n —时间(d)

通过对玉米耗水量的变化研究(图 2),以及观测降水量和气温的变化,设计玉米节水灌溉制度。

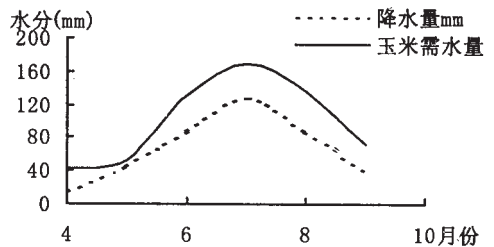


图 2 降水量和玉米耗水量变化

2000 年在吉林省大安市太山镇应用这一模型技术进行试验。玉米灌溉制度如下:①玉米播种期正值春季少雨时期,土壤持水量较低,影响种子发芽出苗,如灌水用水量大,且被作物利用的又少,造成浪费。采用坐水种,使种子局部区域土壤持水量达到田间持水量的 80%左右,可保证作物出苗和生长,是最为节水的方法。坐水种的灌水量为 $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 左右。②出苗—拔节期属蹲苗期,对土壤水分下限的要求较低,土壤水分达到田间持水量的 60%~65%即可。5 月份因有坐水种通常不灌水;5 月底至 6 月初有两次降水(降水量 44.4 mm)土壤水分已基本满足要求;在 6 月中下旬缺水量较大,需灌水 1 次,灌水量为 $240 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。③拔节—抽穗期是营养生长与生殖生长并进期,对水分需求增大,要求土壤水分达田间持水量的 70%以上,从图 3 看,缺水量较大,但是此时已进入雨季,降雨量较大,根据预报,7 月降雨量 130 mm,但玉米耗水量将达到 170 mm,因此,在 7 月中旬降水间隔期补充灌水,灌水量 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。④抽穗—灌浆期需水量多,通常要求土壤水分达田间持水量 70%以上,根据预报,8 月份降雨量 90 mm,不能满足(下转第 27 页)

长调节剂 ;禁止使用严重损耗水田土壤肥力的化学、生物肥料 ;鼓励推广使用高效、低毒、低残留农药 ;禁止使用剧毒农药 ,限制使用长残留除草剂 ;禁止使用不符合标准的污水灌溉稻田。部分稻田要建立水旱轮作制 ,加强水旱轮作制技术的研究、应用和推广工作。使水旱两用互不干扰 ,既要有利于水稻高产优质 ,也要有利于旱作高产高效。

3.2.3 推进稻作产业化发展

当前 ,稻作的经营方式以家庭承包制为主。种植集约化程度低 ,生产效率不高 ,受此影响稻米产业化经营水平滞后 ,名牌稻米少 ,经济效益差。因此 ,稻作的发展一定要利用自然优势条件 ,搞好优质米生产基地建设 ,促进龙头企业的发展。把基地建设和龙头企业的发展紧密结合起来 ,并与技术推广服务结合起来 ,从而创出吉林省的名牌大米 ,提高稻作产业的经济效益和社会效益。

3.2.4 加强稻作科研和推广服务体系建设

加强稻作科研工作 ,充分发挥全省水稻科研力量 ,增加科研投入 ,开展水稻高产、优质、抗逆性研究 ,提高育种、栽培技术水平 ;开展水稻节水技术研究 ,提高水源利用率 ;开展稻田水土流失和退化研究 ,提高土地资源的使用效率。

建立健全广泛、有效的推广体系。加强服务设施建设 ,搞好省、市、县、乡四级推广体系网建设 ,充分发挥农民组织等各种社会力量的推广作用。推进科研与推广的合作 ,加快新技术、新成果的转化速度 ,造就一大批稻作实用技术推广人才。

参考文献 :

[1] 曹静明 . 吉林稻作[M] . 北京 :中国农业科技出版社 ,1993 .
 [2] 程 鹏 . 2000 年的吉林农村经济[M] . 长春 :吉林科学技术出版社 ,1989 .
 [3] 严光彬 ,等 . 不同熟期水稻品种的产量、品质及效益分析[J] . 吉林农业科学 ,2002 ,(5) .

(上接第 22 页)玉米生长要求 ,中、下旬需要分两次灌水 ,灌水量各 $180 \text{ m}^3/\text{hm}^2$;9 月初降水量少 (37.2 mm) ,需灌水 1 次 ,灌水量 $150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。⑤成熟期需水量减少 ,不灌水。图 3 反映了玉米生长各时期水分需求量。

利用这一灌溉方案 ,玉米产量达到 $11\ 460 \text{ kg}/\text{hm}^2$,创较高的产量 ,比未灌溉增产 70% ,比利用经验法灌溉增产 27% ,节约用水 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

参考文献 :

[1] 赵聚宝 ,李克煌 . 干旱与农业[M] . 北京 :中国农业出版社 ,1995 .
 [2] 许越先 . 节水农业研究[M] . 北京 :科学出版社 ,1992 .
 [3] 李秀军 . 节水农业与松嫩平原西部粮食持续发展[J] . 中国农学通报 ,1999 ,15(3) :58-62 .
 [4] 崔湘浩 . 干旱、半干旱地区沙质土壤防渗节水技术研究[J] . 中国沙漠 ,2000 ,20(4) :458-460 .
 [5] 李秀军 . 气象测报灌溉管理技术[J] . 地理科学 ,2002 ,22(5) :631-635 .
 [6] 刘孝义 . 土壤物理及土壤改良法[M] . 上海 :上海科学技术出版社 ,1982 .

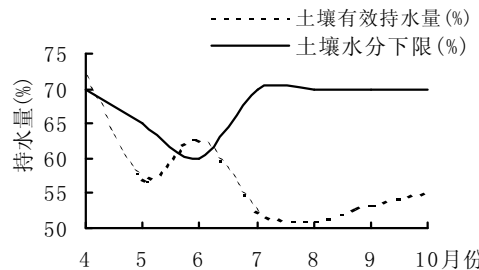


图 3 土壤有效持水量与玉米生长土壤水分下限