

山丘区塑料大棚集水、节水栽培技术

张均玲, 乔光建

(邢台水文水资源勘测局, 河北 邢台 054000)

摘要 介绍邢台县通过利用塑料大棚集雨和农艺措施技术, 采用雨水利用综合技术, 结合微灌节水技术、防渗节水技术等, 实现山丘区塑料大棚集水满足蔬菜生长用水的新节水农业模式。

关键词 山丘区; 塑料大棚; 集水技术; 供需平衡

中图分类号 S274.3 文献标识码 B 文章编号 1004-693X(2008)02-0092-03

Water-gathering and water-saving cultivation techniques in plastic greenhouse in the massif area

ZHANG Jun-ling, QIAO Guang-jian

(Xingtai Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Xingtai 054000, China)

Abstract: Based on rainwater-gathering technique of greenhouse and agricultural technique, a new water-saving agricultural mode satisfying water demand of vegetables in plastic greenhouse by water gathered by the greenhouse in massif area of Xingtai County was discussed. Techniques, such as integrated utilization of rainwater, drip-irrigation and seepage prevention for water-saving were applied.

Key words: massif area; plastic greenhouse; water-gathering technique; supply and demand balance

邢台县由于地质构造原因, 打井相当困难, 群众生活用水靠水窖集水, 农业生产完全靠天吃饭。邢台县水利和农业部门的科技人员, 在该区建立塑料大棚集水实验项目, 通过人工控制环境条件, 用人工调试植物生长的水热环境代替自然环境, 摆脱自然环境构成的风险, 创出一项山丘区高效利用积蓄天然降水发展的先进技术, 对改善当地群众生活生产发挥了重要作用。

1 塑料大棚种植的作用

1.1 节水作用

利用塑料大棚覆盖减少土壤水分蒸发, 对干旱缺水的山丘区具有重要的意义。

通过对不同状态下土壤水分含量对比分析, 塑料大棚内土壤水分含量波动范围小, 基本稳定在 55% 左右。而天然状态下土壤含水量变化幅度较大, 变化幅度差达 3.8 倍。塑料大棚覆盖技术不仅具有抑制蒸发和保墒作用, 而且土壤水分含量相对

稳定, 有利于根系正常生长, 促进作物稳产高产。

1.2 增温作用

建立塑料大棚, 其本身有特殊的物理学保温功能。一方面, 大棚本身可以减弱地表与大气的对流交换, 达到地表及土壤保持恒温的目的; 另一方面, 土壤散发的热量可以被棚壁发射, 从而散发在室内, 提高室温。塑料本身不透气、覆盖严密, 隔热性能好, 热量损失少。因而, 在自然条件下植物不能生长的季节, 利用这种人工气象室, 就能为植物提供正常生长所必需的温度条件。

1.3 保墒作用

由于塑料大棚覆盖的物理阻隔作用, 切断了土壤水分与近地表面大气的交换通道, 使大部分水分在棚内循环, 因而土壤水分能在较长时间内储存在土壤中, 这样就提高了土壤水分的利用效率。而且越是干旱地区, 这种作用越明显。

由于空气交换受到抑制, 棚内的湿度环境与外部的湿度环境相差很大。室内的植物体与土壤内的

水分收支与露地有明显区别,蒸腾量与蒸发量均为露地的 70%左右。当然,室内湿度的昼夜变化是不同的,夜间室内空气湿度高,植物蒸腾与土壤蒸发少,植物体内水分保持饱和状态,植株挺拔;日出后室内接受了太阳辐射,气温上升,空气湿度逐渐下降。研究表明:由于植物体内水分不足导致气孔关闭,首先妨碍了二氧化碳的交换,而使饱和作用显著下降,特别是在缺水状况加剧时,给细胞原生质的生化作用带来影响,光合作用显著下降。

塑料大棚的增温效应,由于影响土壤热效应的因子较多,用不同方法分析温度资料所得结果不尽一致,但总的趋势是一致的。日照时间越长,土壤湿度越大,土壤温度越低,棚内的增温效果就越明显。

1.4 滴灌节水作用

滴灌的主要优点是能够按蔬菜的需求供水,较漫灌节水 50% 以上,再加上低部隔水技术,节水效果更高,并且操作简便,节水省工。灌水流量小,灌溉均匀,改善了蔬菜根系周围的环境,提高蔬菜产量和产品质量。平时可随灌溉系统施肥施药,易被蔬菜吸收,提高肥效,省工省肥。一次灌溉量和总灌溉水量减少,且灌水控制在最有效的根区周围,室内湿度明显降低,灌溉后的室温和地温也明显高于其他灌溉方式,减缓了作物病虫害的发生。整个滴灌系统实施管道化,通过阀门控制,实行自动控制。

2 塑料大棚种植模式及灌溉需水量

2.1 塑料大棚结构及面积

目前推广应用的塑料大棚结构较多,规格各不相同。目前在山丘区技术应用中,实际大部分采用塑料大棚水泥架支撑、塑料薄膜保温结构。大棚占地长 60 m,宽 10 m,面积 600 m²,蔬菜种植带长 56 m,宽 7.5 m,面积 420 m²。塑料大棚集雨面长 59 m,宽 8.2 m,总面积 483.8 m²。

2.2 塑料大棚蔬菜种植模式及需水量

为了追求良好的经济效益,塑料大棚以生产非季节蔬菜为主。塑料大棚蔬菜用水量,根据不同种类蔬菜灌溉实验资料,结合拟订的不同种植模式组合塑料大棚蔬菜种植特点确定。根据邢台市岳埝村大棚种植蔬菜用水量资料分析,种植全年生长期西红柿灌溉需水量见表 1。

表 1 塑料大棚西红柿种植模式用水情况

生 长 期	用水量/ (m ³ ·m ⁻²)	总需水 量/m ³
9 月 1 日 ~ 次年 7 月 30 日	0.26	110
9 月 1 日 ~ 次年 7 月 30 日	0.27	113
9 月 1 日 ~ 次年 7 月 30 日	0.26	108

从近年来邢台县塑料大棚蔬菜种植结构及全生长过程看,种植季节和种植模式较多,全年西红柿种植模式较为普遍。实验区典型西红柿大棚用水情况见表 2。

表 2 西红柿全年种植模式需水量

月份	用水量/m ³	月份	用水量/m ³	月份	用水量/m ³
9	15	1	10	5	10
10	9	2	10	6	10
11	8	3	10	7	10
12	8	4	10	合计	110

西红柿种植从 9 月份定苗,到次年 7 月底结束,为 1 个收获周期。通过该种植区的实验资料,在面积为 420 m² 的大棚内,全年需水量约 110 m³。1 个收获周期单位面积需水量为 0.26 m³,节水效果明显。按目前经济效益计算,每立方米水的效益为 109 元,每平方米效益为 28.6 元,节水效益和经济效益都比较明显。

3 塑料大棚可集水量

3.1 降水量年内分配

该区多年平均降水量为 541.6 mm,降水量的年内分配集中。全年降水量 75% ~ 80% 集中在 6 ~ 9 月的汛期,而汛期降水量又主要集中在 7 月中下旬至 8 月上中旬的 30 天甚至几天之内,特别是一些大水年份,降水更加集中。

3.2 可集水量计算

雨水集流系统是雨水资源开发利用的基础。其目的是采取人工措施,将产生于集水面的径流进行拦截、蓄积、净化和作用,进而提高自然降水的利用效率。

利用塑料膜集水,除蒸发损失外,其他损失几乎为零,所以,集流量和次降水量相关性很好,相关系数为 0.994。根据实验资料^[1],在降雨平均状态下,塑料膜集水面的临界产流降雨量为 0.129 mm,代表降雨过程中塑料膜表面的浸湿和蒸发损失。当次降雨量小于 1 mm 时,且 30 min 内最大降雨强度小于 1.5 mm/h,塑料膜集水面的集水效率点分布散乱;当次降雨量大于 2 mm 且 30 min 内最大降雨强度大于 2.5 mm/h,塑料膜集水面的集水效率分布在 60% ~ 90% 之间,产流后集水面的产水系数为 0.878。集水量的其他损失按其 5% 估算。在 11 月、12 月和次年 1 ~ 3 月,主要以降雪为主,没有产流,所以上述月份不计算产流量。表 3 为邢台县丘陵区塑料大棚可集水量计算成果,计算公式为

W = KPM - S (1)

式中:W 为集水量, m³;K 为塑料膜面的产水系数

(采用 0.878); M 为塑料膜面的集水面积 m^2 ; P 为时段降水量 mm ; S 为水量损失量 m^3 。

表 3 邢台县丘陵区塑料大棚可集水量计算

月份	降水量/mm	集水量/ m^3	损失量/ m^3	净水量/ m^3
8	172.8	74	3.7	70.3
9	48.2	21	1.0	20.0
10	28.3	12	0.6	11.4
11	14.4	0	—	—
12	4.0	0	—	—
1	2.6	0	—	—
2	6.9	0	—	—
3	10.1	0	—	—
4	20.9	9	0.4	8.6
5	35.1	15	0.7	14.3
6	58.0	25	1.2	23.8
7	140.3	60	3.0	57.0
合计	541.6	216	10.6	205.4

4 水量平衡及调节计算

根据水量平衡原理 ,通过一定的工程和技术措施 ,实现了蔬菜种植全生长期水量供需平衡。但由于天然降水在季节上的不均匀性和时段上的不确定性 ,致使用水过程在具体的某一用水时段内水量的供需并不相等。为此 ,还需要通过一定的工程措施 ,对可供水量进行调节 ,实现以丰补枯 ,达到高效利用^[2]。

与大棚集雨配套的蓄水工程总容积 ,根据年供水量和设计种植模式下的作物需水量 ,通过调节计算确定。蓄水工程的容积应在年调节的过程中 ,保证设计模式下的作物在全年生长期不缺水。调节过程以年为调节计算单元 ,其中当年末的蓄水量应满足来年除天然降水以外蔬菜生长补充灌溉的水量需求。从水量调节计算过程中可看出 ,按照该区多年平均降水量 541.6 mm 计算 ,根据实验资料 ,确定整个时段(全年生长过程)的最大蓄存水量 ,以此作为选定蓄水设施容积的依据。蓄水工程容量确定为 60 m^3 ,太大造成工程投资浪费 ;小于 60 m^3 ,则不能满足蔬菜全年生长的需水量。

为保证全生长期不缺水 ,水量调节计算选择某一时段作为水量供需平衡点进行。水量供需平衡点的时段一般在丰水期开始 ,本区选择在 8 月。应满足全生长过程最小蓄存水量不发生缺水的条件 ,然后通过逐时段水量供需平衡计算 ,表 4 为不同种植组合水量调节计算表。

水量调节计算公式为

$$W = H + X - Q \tag{2}$$

式中 : W 为蓄存水量 m^3 ; H 为产水量 m^3 ; X 为需水

量 m^3 ; Q 为弃水量 m^3 。

表 4 邢台县山丘区塑料大棚蔬菜种植水量平衡计算

月份	降水量/ mm	产水量/ m^3	需水量/ m^3	蓄存水量/ m^3	弃水量/ m^3
8	172.8	70.3	0	60.0	10.3
9	48.2	20.0	15	60.0	5.0
10	28.3	11.4	9	60.0	2.4
11	14.4	0	8	52.0	0
12	4.0	0	8	44.0	0
1	2.6	0	10	34.0	0
2	6.9	0	10	24.0	0
3	10.1	0	10	14.0	0
4	20.9	8.6	10	12.6	0
5	35.1	14.3	10	16.9	0
6	58.0	23.8	10	30.7	0
7	140.3	57.0	10	60.0	17.7
合计	541.6	205.4	110	468.2	35.4

由于该区降水时空分布不均匀 ,在 7 ~ 10 月发生弃水 ,弃水量在 35.4 m^3 左右。蓄存水量最小值出现在 4 月 ,约 10 m^3 左右 ,不会影响蔬菜的供水。供水全部由塑料大棚面积蓄。

根据西红柿种植换季要求 ,8 月进行大棚种植前的准备 ,而且有弃水现象。如果 7 月蓄水池已经蓄满 ,8 月则全部弃水。因为大棚面总产水量 205.4 m^3 ,总用水量为 110 m^3 ,有 46% 的水量要弃掉。9 月定苗 ,到 11 月开始收获 ,8 月集水一般都能把蓄水池集满 ,从 9 月开始用水。

5 结 语

塑料大棚集水、节水栽培技术运用多渠道、多方位雨水利用的方法 ,形成一套干旱山丘区农业雨水高效利用的技术体系 ,其技术体系为 :紧密结合当地多旱雨水集中的特点 ,系统形成一套干旱山丘区雨水集蓄利用技术体系及管理运行模式 ,为集水农业发展提供了技术依据和实践范例 ;在利用集雨技术的同时 ,综合利用各种农业高效用水技术 ,如滴灌与微灌技术、无土栽培技术、沼气增温技术等 ,通过把先进的集雨技术与农艺、生物技术有机结合成一体 ,产生新的节水农业模式 ,为保证该区实现农业可持续发展创造一条新路。

参考文献 :

[1] 高前兆 ,李小雁 ,烜瑞平 .干旱区供水集水保水技术[M].北京 :化学工业出版社 ,2005.
[2] 崔毅 .农业节水灌溉技术及应用实例[M].北京 :化学工业出版社 ,2005.

(收稿日期 2006-12-23 编辑 高渭文)