

辽西北旱地土壤水分调控^{*}

黄 毅, 张玉龙, 邹洪涛, 张玉玲, 虞 娜

(沈阳农业大学 土地与环境学院, 沈阳 110161)

摘 要: 辽宁省西北部地区 48 a 的降雨量与蒸发量频率分析结果表明, 降雨与蒸发高峰出现的时间差是产生春旱的重要原因, 气候的干湿程度可用湿润系数 0.33 这个尺度来衡量, 辽西地区 48 a 间冬春两季的湿润系数均低于 0.33, 夏季的湿润系数绝大多数高于 0.33, 在秋季的湿润系数接近 0.33。采取秋季覆膜、顶凌覆膜和膜上留茬等保墒措施能够将秋季降水保存在土壤中, 为第 2 年春播提供充足的土壤水分。在遭遇严重夏季干旱的情况下, 玉米收获期秋季覆膜处理的小区 5 - 15 cm 的土壤含水量仍比顶凌覆膜和空白小区高出 3 个百分点。这说明秋季覆膜在干旱的情况下能够有效地保蓄土壤水分, 且能持续较长的时间。处理间玉米单穗籽实干重之差异达到了显著水平。

关键词: 辽西北; 湿润系数; 土壤水分

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0113-04

The Rain-resource Characteristics and Dryland Soil Moisture Control in Northern west Liaoning Province

HUANG Yi, ZHANG Yu-long, ZOU Hong-tao, ZHANG Yu-ling, YU Na

(College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The rainfall and evaporation analysis result for 48 years in northernwest of Liaoning showed that the fastigium difference between rainfall and evaporation is one of the important reasons of drought occurring in spring. The drought degree can be scaled by means of using humidity coefficient (0.33). In this region the humidity coefficient is under 0.33 during winter and spring, But the humidity coefficient is close to 0.33 after harvest. The control measures with covering the plastic film and remaining stubble after harvest can store the rainwater in soil in autumn. The practice with covering film before spring also can be adopted. These measures can hold the rainfall in the soil and provide enough moisture for seeding in following spring. In the case of encountering severe drought, the soil moisture with covering the plastic film in autumn increased 3 percent compared to covering plastic film in spring and control. The dry mass of seeds different between covering practices is notable.

Key words: northern west Liaoning province; humidity coefficient; soil moisture

辽宁西北地区包括朝阳、阜新、锦州、葫芦岛 4 个市, 总面积 50 763 km², 占辽宁全省总面积的 34.80%。其中耕地面积 2 009 466.7 hm²。由于该区水资源匮乏, 降雨年内分配不均, 7 - 9 月降雨量占全年的 70% 以上, 且多暴雨, 水土流失严重, 农业基本上处于大旱大减产, 小旱小减产的状态。粮食产量始终徘徊在 2 400 ~ 2 600 kg/hm²。但是, 该区

的多年平均降水量在 500 mm 以上, 年雨水资源总量近 270 亿 m³。耕地面积仅占总面积的 39.55%, 这说明雨水资源叠加利用的空间非常大。就耕地本身的雨水资源总量来说, 其生产潜力也是相当可观的, 4 个市耕地年雨水资源总量达 103.29 亿 m³, 按我国现在单方水资源的粮食生产水平 (0.83 kg/m³) 来衡量, 能生产粮食 85.73 亿 kg, 而现在辽西 4

* 收稿日期: 2008-12-26

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划“旱作农业关键技术研究示范” 项目 (2006BAD29B06 - 01)

作者简介: 黄毅 (1956 -), 男, 研究员, 从事水资源与农业节水、土壤物理、土壤改良等方面的教学与研究工作。E-mail: emhuangyi@163.com

市的粮食总产水平却徘徊在 50 亿 kg 左右。耕地上单方雨水资源的粮食生产能力仅 0.51 kg, 阜新市最低的仅 0.24 kg, 与我国现在的平均水平差距甚大。现在一些发达国家每方水的粮食生产水平都在 2 kg 以上, 比辽西地区高 4 倍之多。从这点来看, 雨水资源的拦蓄、调控与科学利用对辽西地区的粮食安全、社会稳定和经济发展都有着重要的战略意义。雨水资源的跨时空调控^[1]技术研究也有着广阔的前景和理论与实践上的价值。

1 辽西地区干旱规律分析

辽西地区属温带半干旱性气候。年平均温度在 6~8℃; 10℃ 以上的积温在 3 500℃ 以上; 无霜期 160 d 左右; 日照充足, 年日照时数在 2 800 h 以上, 日照百分率在 65% 左右。蒸发量较大, 用彭曼方法求其生长季蒸发力一般在 900 mm 左右。

年降水量是划分干湿程度的重要指标^[2]。在气候上, 一般将 500 mm 年降水等值线作为干湿地区的分界线。辽西地区多年平均年降水量一般在 500 mm 左右, 建平的年降水量最少, 仅 451 mm, 500 mm 等雨量线穿过阜新-朝阳-喀左一线, 其西北部在 450~500 mm 之间, 其东南部在 500~600 mm, 分布趋势是从西北向东南逐渐递增。降水的四季分布不均匀, 多集中在夏半年, 朝阳地区 5~9 月降水占全年降水的 88% 以上。降水的年际变化大, 其变率达 20% 左右。80% 保证率的年降水只有 350~400 mm, 95% 保证率的年降水只有 300 mm 左右。如 1958 年, 朝阳地区的年降水只有 277 mm。从年降水量上看, 辽西地区处于干湿地区的分界线上, 比一般的半干旱地区稍好一些, 但由于其降水年际变化大, 在降水偏少的年份, 就出现严重的干旱。另外, 春季降水太少, 蒸发大, 因此有十年九春旱的现象, 对农作物的春播和保苗是十分不利的。

将辽西朝阳地区 48 a 各月的降雨量与蒸发量数据作图(图 1)。

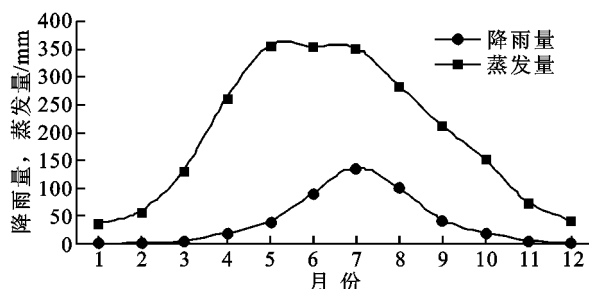


图 1 辽西典型区域(建平)降雨量与蒸发量

从图 1 的结果可以看出, 辽西地区的降雨高峰均出现在 7 月, 雨热同季, 对作物产量的形成是有利

的。但是蒸发量高峰分布在 5 月, 此时正值各种作物播种的关键时期。降雨量与蒸发量的巨大反差, 形成了限制辽西地区作物生产的关键因素。

根据 T. H 维索茨基的湿润系数计算公式如式(1)。

$$K = R / E \quad (1)$$

式中: K ——湿润系数; R ——降雨量(mm); E ——蒸发量(mm)。

当湿润系数 $K = 0.33$ 时为气候湿润, $K < 0.33$ 时, 则为大气干旱, 根据朝阳地区 48 a 的降雨与蒸发资料计算的湿润系数如图 2。

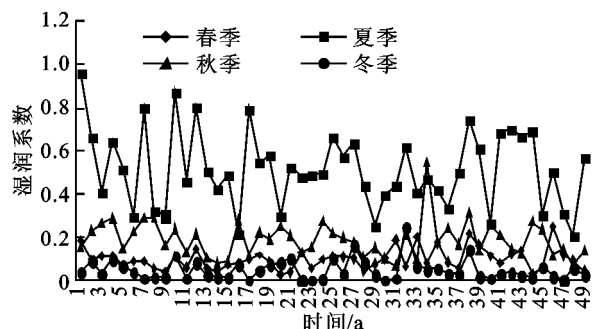


图 2 辽西典型区域(建平)湿润系数分布

图 2 的分析结果显示, 辽西地区 48 a 间冬春季的湿润系数均低于 0.33, 夏季的湿润系数绝大多数高于 0.33, 在秋季的湿润系数 50% 的接近 0.33。

2 土壤墒情调控试验

为证实克服辽西地区干旱的可能性和旱地土壤墒情的可调节性, 2007 年 10 月 13 日开始在建平县建平镇做了旱地土壤墒情跨季节调控试验。

2.1 试验地基本情况

试验地设在建平县建平镇老官杖子村, 土壤为石灰性褐土, 前茬作物为马铃薯, 留茬地为玉米。为了解土壤的持水特性和有效水状况, 试验前取样分析了土壤的机械组成。结果如表 1。

2.2 试验处理

试验均以不覆膜为对照, 玉米茬试验地设秋季覆膜和覆膜地留茬两个处理; 马铃薯茬试验地设秋季覆膜和顶凌覆膜两个处理; 小区面积均为 200 m², 顺序排列, 3 次重复; 除了覆盖措施不同外, 其他农艺措施均与当地生产水平一致, 其中施肥水平为玉米专用肥 375 kg/hm², 其养分含量为 N18%、P₂O₅15%、K₂O18%, 膨化鸡粪 1 200 kg/hm²。玉米品种为东单 70。

2.3 结果与讨论

2.3.1 玉米茬墒情调控试验效果 2007 年玉米茬试验地不同保墒措施 0~30 cm 土体 6 个层次的土壤含水量测定结果列入表 2。

表 1 建平石灰性褐土的机械组成

深度/ cm	2.0 mm 石砾/ (g · kg ⁻¹)	颗粒组成/(g · kg ⁻¹)				质地	黏化率	
		0.002 mm	2.0 ~ 0.2 mm	0.2 ~ 0.02 mm	0.02 ~ 0.002 mm		B/ A	B/ C
0 - 22	0.00	59.30	620.60	90.00	130.10	砂质壤土	1.00	0.70
22 - 45	0.00	2.60	477.70	299.80	219.90	黏壤土	1.69	1.19
45 - 82	0.00	5.10	480.00	305.00	210.00	黏壤土	1.61	1.14
82 - 130	0.00	5.00	515.00	295.00	185.00	黏壤土	1.42	1.00

表 2 玉米地不同保墒措施试验结果

深度/cm	土壤含水量/%			
	2007 覆前	空白	覆膜	覆膜地留茬
0 - 5	12.47	5.22	11.75	12.58
5 - 10	16.88	9.81	15.68	15.40
10 - 15	18.61	11.30	18.06	16.01
15 - 20	18.31	13.72	18.10	16.15
20 - 25	17.66	15.25	16.94	15.57
25 - 30	17.91	14.63	15.01	14.94

从表 2 的测定结果可见,在 2007 年 10 月上旬辽西地区的建平北部玉米茬试验地的土壤含水量为 12.47 % ~ 18.61 %,从表层(0 - 5 cm)到 20 cm 逐渐升高,最高达到 18.61 %,而后逐渐趋近稳定,在粉沙壤土土质条件下,播种部位(5 - 10 cm)土壤含水量超过 12.0 %就能达到使玉米播种后的出苗率达到 85 %以上。关键是采取得力的保墒措施^[4],将这些水分保存在耕层内,以保证第二年春季正常播种且能全苗。将 3 种保墒处理的测定结果作图(图 3)可以清楚的看出,在表层初始土壤含水量相同的情况下,经过一个冬春的蒸发,裸地的土壤含水量由 12.47 %下降到 5.22 %,水分损失 58.1 %。覆膜和膜上留茬处理的表层土壤含水量损失很少,水分保存率为 94.23 %和 100 %。在 5 - 10 cm 土层中,裸地未覆膜处理的土壤含水量从 16.88 %降至 9.81 %,仍不能满足播种出苗的需要,而覆膜与留茬处理的土壤含水量与上年秋季相比没有明显差别。随着取样层次的加深,措施间的土壤含水量趋近于一致。将玉米茬试验地的数据进行方差分析见表 3。结果表明:保墒措施间的土壤含水量差异达到显著水平。保墒措施间土壤含水量的 LSD 检验结果(表 4)表明,保墒措施与裸地对照之间的土壤含水量差异达到了显著水平,秋覆膜与留茬两个处理之间差异不显著。

2.3.2 马铃薯茬墒情调控试验效果 将试验区数据作图(图 4)结果表明,马铃薯茬保墒措施处理中以秋季覆膜效果最佳,次年顶凌覆膜次之。保墒措施引起的土壤含水量变化以 0 - 5 cm 最大,其中顶凌覆膜与秋覆膜之间相差 4.3 %,顶凌覆膜与对照

之间相差 4.46 %,秋覆膜比对照高出 8.76 %。随着取样层次的加深,土壤含水量的变化逐渐减弱,到 15 - 20 cm 土壤含水量趋近一致。

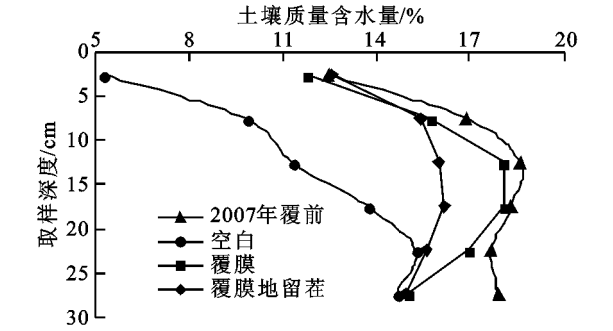


图 3 不同措施土壤含水量

表 3 玉米茬试验地不同保墒措施方差分析表

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
处理间	61.60	2	30.80	4.26	0.034
处理内	108.22	15	7.21		
总变异	169.83	17			

表 4 不同保墒措施间 LSD 检验结果

处 理	均 值	5 %显著水平	1 %极显著水
秋季覆膜	15.92	a	A
覆膜留茬	15.10952	a	A
裸地对照	11.66	b	A

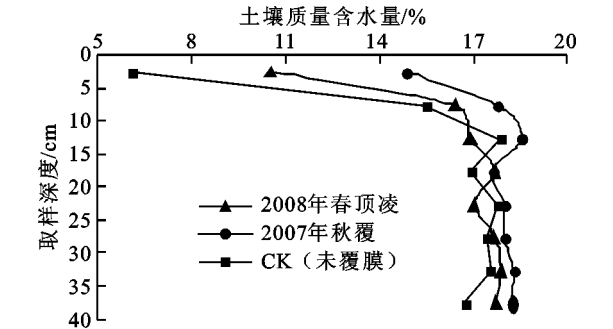


图 4 马铃薯不同措施土壤含水量

2.3.3 马铃薯茬玉米收获期不同覆盖处理土壤墒情 辽西的建平试验区夏季遭受了严重的干旱,从 7 月初到 8 月下旬没有降雨,到 10 月 15 日测定的土壤墒情结果(表 5)显示,秋季覆膜处理的小区 5 - 15 cm 的土壤含水量仍比顶凌覆膜和空白小区高出 3 %。这说明秋季覆膜在干旱情况下能够有效地保蓄土壤水分,且能持续较长的时间。

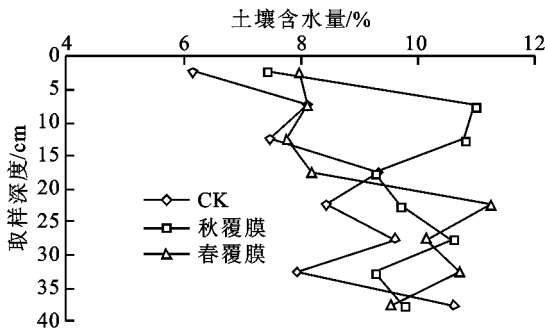


图 5 辽西旱地不同覆盖措施土壤含水量

2.3.4 玉米单穗干重 将马铃薯茬试验区的单穗玉米干重列入表 5, 并进行方差分析, 从结果(表 6)可见, 秋覆膜及顶凌覆膜与对照之间的玉米籽实干重达到了显著水平。进一步的 LSD 检验结果(表 7)表明, 秋覆膜与顶凌覆膜之间的差异不显著, 这是因为在 2007 年秋季覆膜以后, 2008 年 3 月下旬降了 21.8 mm 的雨, 雨后覆膜保蓄了更多的土壤水分, 所以在土壤水分和籽实产量之间差异不显著。

表 5 不同覆盖时期处理玉米单穗干重 g

处理			
秋覆膜	420.7	384.3	311.6
顶凌覆膜	334.3	407.7	370.3
对照	310.4	270.3	258.2

表 6 不同覆盖时期玉米单穗干重方差分析表

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
处理间	16875.93	2	8437.964	4.888	0.055
处理内	10358.21	6	1726.369		
总变异	27234.14	8			

表 7 LSD 多重比较结果

处理	均值	5 %显著水平	1 %极显著水平
秋覆膜	372.20	a	A
顶凌覆膜	370.77	a	A
对照	279.63	b	A

3 结 语

针对制约辽西地区农业生产的关键问题, 采用湿润系数指标对该区的干旱规律进行了分析, 并对该气候条件下的土壤墒情跨季节调控进行了试验,

得出了如下结论:

- (1) 在气候上, 辽西地区恰处干湿分界线上, 影响农业生产的关键因素是降雨和蒸发的不协调, 降水年际变化大, 在降水偏少的年份, 就出现严重的干旱。另外, 春季降水太少, 蒸发大, 因此有十年九春旱的现象, 对农作物的春播和保苗是十分不利的。
 - (2) 辽西地区的降雨高峰均出现在 7 月, 雨热同季, 对作物产量的形成是有利的。但是蒸发量高峰分布在 5 月, 此时正值各种作物播种的关键时期。降雨量与蒸发量的巨大反差, 形成了限制辽西地区作物生产的关键因素。
 - (3) 辽西地区 48 a 间冬春两季的湿润系数均低于 0.33, 夏季的湿润系数绝大多数高于 0.33, 在秋季的湿润系数 50 %的接近 0.33。
 - (4) 玉米茬试验地土壤墒情跨季节调控结果表明秋季覆膜和留茬措施具有明显的保墒效果, 经过一个冬春, 土壤含水量的保持率仍接近 100 %
 - (5) 马铃薯茬试验地土壤墒情跨季节调控结果显示: 保墒措施引起的土壤含水量变化以 0 - 5 cm 最大, 其中顶凌覆膜与秋覆膜之间相差 4.3 %, 顶凌覆膜与对照之间相差 4.46 %, 秋覆膜比对照高出 8.76 %。随着取样层次的加深, 土壤含水量的变化逐渐减弱, 到 15 - 20 cm 土壤含水量趋近一致。
 - (6) 在遭遇严重夏季干旱的情况下, 玉米收获期秋季覆膜处理的小区 5 - 15 cm 的土壤含水量仍比顶凌覆膜和空白小区高出 3 %。这说明秋季覆膜在干旱的情况下能够有效地保蓄土壤水分, 且能持续较长的时间。处理间玉米单穗籽实干重达到了显著水平。
- 参考文献:
- [1] 黄毅, 邹洪涛. 辽西易旱区雨水资源跨时空调控技术的研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(5): 126-129.
 - [2] 中国科学院自然区划工作委员会. 中国气候区划[M]. 北京: 科学出版社, 1959.
 - [3] 潘军宁. 关于适线法中经验频率公式的讨论[J]. 海洋工程, 1996(3): 65-76.
 - [4] 张玉龙, 邹洪涛. 辽西半干旱地区春播前土壤墒情变化的研究[J]. 水土保持学报, 2005, 18(6): 179-182.