

# 结构改良剂及麦秆覆盖 对麦地蒸散的影响

赵炳梓 徐富安 阮立山

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

比较研究了聚丙烯酰胺、水解聚丙烯腈结构改良剂及麦秆覆盖对麦地蒸散的影响。结果表明,结构改良剂的保水效果随土壤墒情而异,而麦秆覆盖有明显的保墒作用;掌握麦地最佳灌水期,可以减少水分的无效损耗。

华北地区历来春旱严重,是该地区小麦产量提高的主要限制因子之一。为了寻找缓解春季麦地土壤墒情的途径,我们比较研究了聚丙烯酰胺(PAM)、水解聚丙烯腈(HPAN)及麦秆覆盖对抑制麦地蒸散的效果。为此,在中国科学院封丘生态试验站进行了相应的试验。

## 一、试 验 方 法

(一)供试土壤 为典型的黄潮土。其基本性质是 pH8.42;有机质含量  $7.8\text{gkg}^{-1}$ ;  $1-0.05\text{mm}$  砂粒含量为  $66.3\text{gkg}^{-1}$ ;  $<0.001\text{mm}$  粘粒含量为  $74\text{gkg}^{-1}$ ;土壤质地为轻壤质; $>0.25\text{mm}$ 的水稳性团聚体为  $150\text{gkg}^{-1}$ ,结构稳定性较差。

(二)田间微区试验 在直径 31cm,高 47cm 的有底马口铁桶中进行。每桶装供试土壤 50kg,埋设于麦地中(埋深为 45cm)。试验分种麦与不种麦两组进行,每组都设 3 个处理:(1)表土(0—8.5cm)用 0.05%(占干土重,下同)聚丙烯酰胺(PAM)处理,使之疏松;(2)表土用麦秆覆盖(用量为  $0.3\text{kg/m}^2$ );(3)表土裸露,即对照。各处理重复 3 次。供试小麦为 84—5418 品种。

(三)温室试验 每盆装供试土壤 6 kg。设 3 个处理:(1)土壤加入 0.05%的 PAM;(2)土壤加入 0.05% 水解聚丙烯腈(HPAN);(3)对照。每处理重复 4 次。

试验期间,各处理都埋设张力计以观察水分动态;定期测定水分含量。试验结束后,测定土壤饱和导水率,土壤孔隙分布及小麦的干物重。

## 二、结果与讨论

### (一)裸地的耗水特点

试验结果表明,在华北地区小麦整个生育期间的大气蒸散作用比较强烈,裸地土壤总贮水量原为 215.8mm,但当麦季结束时,土壤贮水量已降为 65mm,共蒸发耗水 150.8mm,占当地同期平均降水的 90%。

从小麦生育期内的耗水过程曲线(图 1)可以看出,裸地的耗水过程可分为两个阶段:10月11日到11月16日的越冬前为耗水剧烈阶段,其日耗水量达 2.07mm,该阶段共耗水 72.3mm,

占总耗水的 47.8%；11月16日以后，为耗水平缓阶段，日耗水量仅为 0.41—0.59mm，到翌年 4月13日以后，日耗水速率达最低值，仅 0.14mm。

土表蒸发耗水与大气温度、湿度及风速等气象因素有关，同时也受土壤水分状况制约。本试验开始时，土壤含水量为 22.0%，加之 11月 8日又降雨 30.9mm，使土壤水分一直维持在比较高的水平上，因而此时的蒸发耗水量比较大。但至 11月中旬后，土壤含水量已下降至 16%左右，且气温也渐降低而进入冻结期，故而蒸发耗水量也随之下降。至试验末期，土温风速等大气蒸散条件虽较强烈(表 1)，但裸地蒸发反而有所降低，这是因为此时土壤含水量较低，仅 11.4—9.0%，相当于土壤吸力 80—120kpa。即处于毛管水破裂点以下的水分状况，这是导致土表蒸发损耗显著降低的主要原因。可见，做好降雨或灌溉后形成的“土壤高湿时期”的水分保蓄工作是十分重要的。

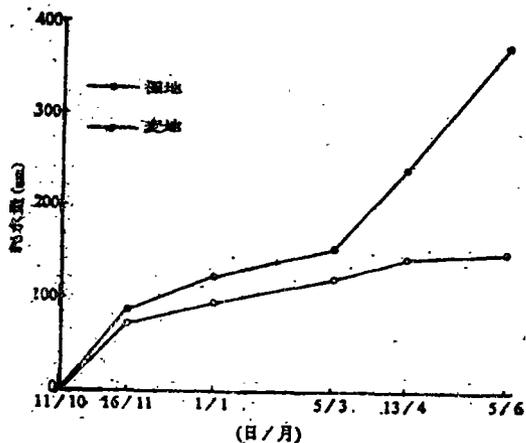


图 1 全生育期内裸地及麦地的耗水过程

月份	10	11	12	1	2	3	4	5
大风日数(天)	0.8	1.2	1.2	2.5	1.9	2.9	4.0	2.1
风速(m/s)	2.9	3.4	3.6	3.6	3.8	4.1	4.5	3.7
气温(℃)	15.0	13.9	7.4	-1.0	1.6	7.7	14.6	20.8
5cm土温(℃)	15.7	15.2	7.7	-0.1	2.6	8.5	16.5	22.4

\* 引自河南省封丘县农业区划委员会办公室：封丘县综合农业区划，1984。

## (二) 麦地耗水特点

由图 1 还可看出，麦地耗水过程与裸地不同，它大致可以分成 3 个阶段：10月 11日至 11月 16日，即播种一分蘖期，为耗水量较大阶段，总耗水达 87.32mm，比裸地同期蒸发高 15mm，日平均耗水为 2.50mm。由于此时麦苗幼小，其蒸腾所需水量也不大，而地表蒸发耗水占总蒸散量的 83%。其蒸散耗水曲线斜率与裸地蒸发耗水曲线斜率相似；11月 16日至翌年 3月 5日为小麦越冬期，此时气温较低，小麦处于休眠阶段，生理需水和生态需水强度都不大，耗水速率迅速降低，平均日耗水量为 0.61mm，为耗水较少阶段；翌年 3月 5日至 6月 5日，小麦由返青期—拔节期—灌浆期—进入成熟期，是小麦需水高峰期，加之随着气温的回升，蒸散耗水强度逐步增大，是耗水最大的阶段，该阶段耗水量 221.12mm，占全生育期耗水量(374.8mm)的 59%。返青期至成熟期的日平均耗水为 2.4mm，其中灌浆期至成熟期的日平均耗水量高达 3.77mm。而播种至越冬期由于小麦生长很缓慢，此时麦地所损耗的水主要是土表蒸发引起的。此时若能减少地表蒸发，则可明显降低农田水分的无效损耗。

试验表明，地表湿润程度是影响地表蒸发耗水量的决定性因素。减少灌水次数，掌握灌水最佳时期，也是减少地表蒸发耗水的重要措施。考虑到小麦苗期需水量很少，在土壤墒情不影响小麦正常出苗的前提下，苗期以不灌水为宜，这一方面有利于小麦根系的发育，一方面还利于日后抗旱能力的提高。返青至成熟期是小麦旺盛生长时期，此时华北地区又正值春

旱阶段，因而是小麦需水和农田灌水的关健时期。据研究\*，该地区小麦根系可伸展到160—200cm土层内，而0—200cm土层内的有效水贮水库容可高达433.8mm。可见，只要进行一次大量灌溉，即可满足小麦对水分的要求。

### (三) 结构改良剂与麦秆覆盖对抑制土表蒸发的效果

从图2、3、4中可以看出，使用结构改良剂和实行麦秆覆盖，对0—40cm土层内的水分有明显的保持作用。但随土层深度的增大，它们保水能力则渐低。

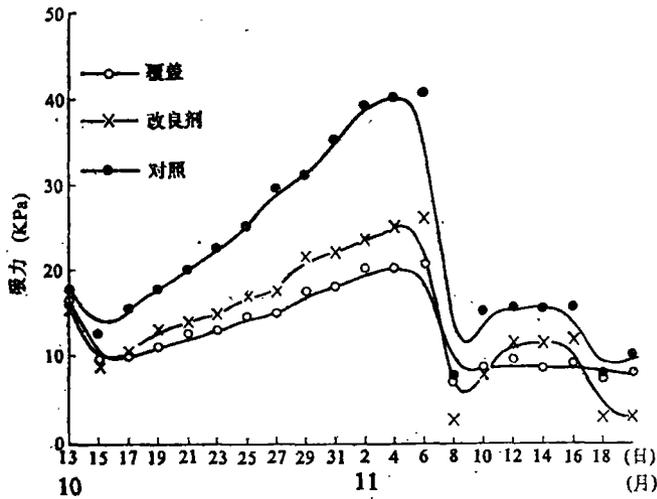


图2 不同处理对10cm土层吸力变化的影响

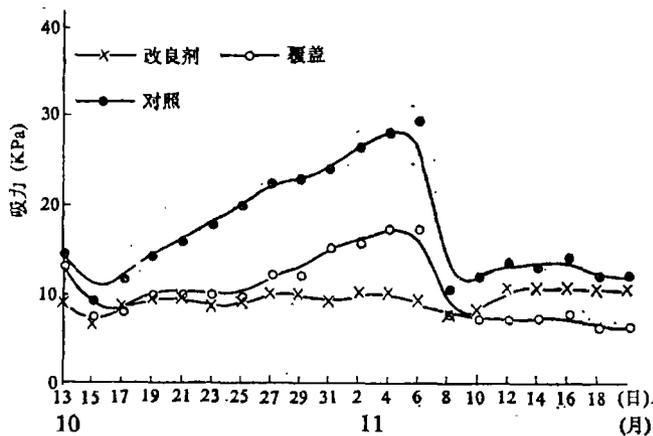


图3 不同处理对25cm土层吸力变化的影响

由于表层的10cm土层与外界的水热交换较频繁，因而其吸力变化幅度也较大。试验起始3天，各处理的土壤水分含量都比较高，吸力差异不明显，随着水分的逐步蒸发损耗，各处理间的差异越来越显著。到11月6日时，对照处理的土壤吸力已达40.5kPa，而结构改良剂处理的土壤为26kPa，覆盖处理的土壤为20kPa。可见，土表覆盖麦秆能阻止土壤水分与大气直接交流，对土表水分向上运行起到阻隔作用；而且麦秆能增加光的反射率和热量传递，降

\* 陈志雄等，封丘地区雨养麦田水分平衡研究，1990〔研究报告〕。

低土表温度，从而降低了蒸发耗水，所以其保水效果优于结构改良剂。

温室盆栽试验结果也有相似趋势。10月11日测定对照处理土壤吸力为79kPa，而HPAN

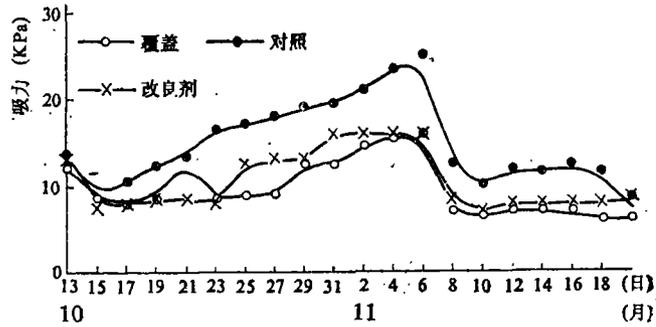


图4 不同处理对40cm土层吸力的影响

和PAM处理的土壤要比对照土壤迟6—10天才达到此数值。

图5表明，在裸地上实行麦秆覆盖，其土壤含水量高于对照土壤，平均相差3.17%。而经PAM处理的土壤其含水量在极短的一段时间内高于对照土壤，但随着时间的推移，差异越来越小。进入越冬期，PAM处理的土壤，其水分含量反低于对照土壤。这是由于越冬前土壤含水量在16%以上(土水吸力低于40kPa)，经结构改良剂疏松后的表土，含有许多大孔隙，从而切断了土壤中毛细管联系，降低水分蒸发作用。进入越冬期，土壤含水量由16%降至11%左右(相当于土壤吸力70kPa)，这时土壤湿度处于毛管破裂水附近，土壤水分的气态扩散损耗比例逐步增大，再加之冬季多风，土壤水分极易以气态形式从大孔隙向外逸散。所以，在华北地区为了经济有效地利用有限的水分，应根据土壤墒情和气象等因素，适时地调节地表松紧状况，在降雨或灌溉后应及时中耕，疏松土壤，减少土壤毛细现象引起的水分损

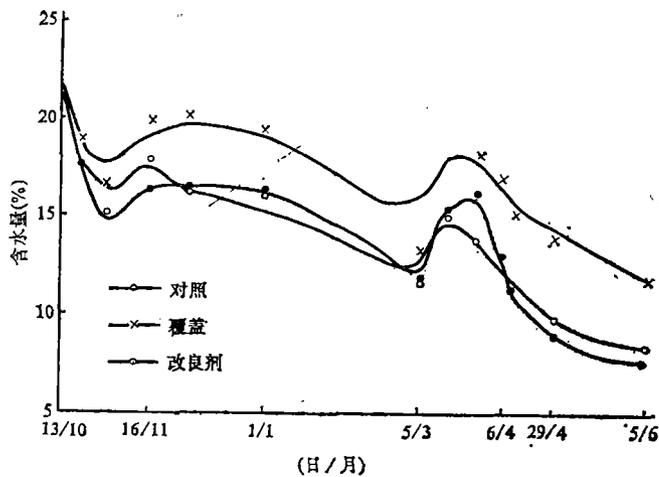


图5 裸地土壤含水量动态变化

耗。而在土壤墒情不足的越冬前，应对表土进行镇压，以利保蓄深层土壤的水分。

盆栽试验结果(表2)表明，结构改良剂处理有利于小麦苗期生长，PAM和HPAN处理的土壤，其小麦生物量均极显著地高于对照土壤，且出苗速率也高23—17%。

表2 结构改良剂对小麦苗期生物量的影响

处理	生物量平均值 (g/盆)	P = 0.05	P = 0.01
PAM	0.460	a	A
HPAN	0.458	ab	AB
对照	0.374	c	C

### 参 考 文 献

- [1] 张利等, 沧州地区土壤水资源研究. 自然资源学报. 5卷, 3期, 230~235页, 1990.
- [2] 陈志雄, 黄淮海平原的几个土壤水分问题. 土壤, 18卷, 6期, 281~285页, 1986.
- [3] Aina, P. O., Roose, E. J., Tillage methods and soil water conservation in West Africa. Soil Tillage Res., 20(2-4): 165-186, 1991.
- [4] Verplancke, H., Hartmann, R., Reducing evaporation by soil conditioning and mulching. In: Modification of soil structure. W. W. Bmerson, R. D. Bond and A. R. Dexter(eds.), Wiley., New York, pp335-339, 1978.

(上接第119页)威胁较大，因而要强调适时排灌。对质地粘重、紧实度大的土壤，要适当翻耕松土，以保证蔬菜根系得以充分吸收养分(要保证耕作层厚度不少于17厘米)，对于部分肥力高、结构疏松的菜地，则要适当少耕，以减少水土流失和养分的淋失。

### (六)适当处理垃圾减少其危害

垃圾的堆放、倾倒及处理方式对环境卫生影响很大，处理不当，土壤、大气、水体均会被污染，进而影响蔬菜生产。所以垃圾必须经适当处理后方能作为肥料。处理方法主要是：(1)回收垃圾中的金属、塑料、橡胶等废弃物，以利再用，同时也可以避免它们对耕作管理的影响；(2)制取沼气。将垃圾中有机物与粪便在发酵池内混合发酵，所获得的沼气作为能源，发酵后的残渣则作为肥料；(3)堆置发酵。垃圾中大量新鲜有机物质通过高温堆置分解后，能形成大量腐殖质，施入土壤，有利于改善土壤理化性质；同时，通过堆置发酵，可使其中大量病菌在高温下被杀死；(4)养殖蚯蚓。利用垃圾中菜叶、树叶、纸屑等有机物发酵后养殖蚯蚓再将蚓粪用作肥料。

### (七)治理设施栽培土壤盐渍化的措施

1. 进行季节性大棚栽培。在春季气温、土温开始回升时即停止塑料薄膜覆盖，使土壤处于洗盐阶段。

2. 灌足浇透。经分析，土壤积聚的盐分中以  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  为主，均为植物必需而又可以利用的元素，因此只要每次灌水时都能灌足浇透，土壤盐分必将随水下渗而供根系吸收利用。

3. 客土。经设施栽培相当时间后，土壤需要客土，对当季作物而言客土效果十分明显，但随着种菜时间的延长，盐渍化问题逐渐发生，因而要经常地换土客土。

4. 埋设暗管。在有条件的设施栽培群，埋设塑料波纹暗管将灌溉水、雨水导入棚内洗盐。

5. 选种耐盐蔬菜。(参考文献略)