

# 关于在黑土中抗旱保墒 和抢墒播种的研究

姜 岩 石广文 吴培祥

(吉林农业大学)

## 引 言

吉林省长春地区共有一百多万公顷的黑土，主要分布在中长铁路沿线的中长台地上，地形有不大的起伏，母质为黄土状沉积物，地下水位较深，土壤水分状况基本上属于不淋失类型，土壤水分的来源主要靠大气降水。

长春地区年降水量平均在540—640毫米左右<sup>(1, 2)</sup>，降雨集中在夏秋两季，从10月至翌年的5月，八个月期间的降水量常常不足年降水量的20%。

长期观测资料证明，这里春旱是经常的，常年往往有一些土地因为干旱播不上种或毁种改播早熟作物的现象。因此，为与春旱作斗争，本省农民积累了不少关于整地保墒和抗旱播种的技术经验。但是还缺乏足够的试验研究资料将农民的经验系统地总结起来，并从理论上透彻地加以阐明。

本地区黑土上可能用来进行春播的土壤水分，不外两个来源，一是土壤中的“返浆”水，一是四、五月份播种发芽期间的大气降水。1963年的春旱，是这里有记载资料<sup>(2)</sup>以来最干旱的一个春季，10月至5月的降水量不足50毫米，比常年低一半以上，或者说是为同时期平均降水量的三分之一\*；而更突出的是四、五月份降水少、风大。这就使矛盾突出出来，研究在这样干旱情况下有否保住春苗的可能，以及确定一些切实可行的技术措施，实在是必要的。

我们去春曾在黑土上作了一些调查研究工作，因为黑土在本地区是最主要的农业土壤，解决了黑土上的春季抗旱保墒问题，在本地区具有重要的生产意义。

## 田间土壤水分状况与保墒问题

去春我们在校实习农场的同一地块的淋溶黑土上，测定了三种整地情况下的土壤含水量：第一种情况是秋季机耕15厘米深（耙压），4月22日随播随起垄，播后即镇压；第二种情况是原垄未动，4月22日午后机耕平翻，23日上午随播随起垄，播后即镇压；第三种情况是原垄未动，5月24日扣垄，镇压。测得的结果如图1。

(1) 地下10厘米左右的土壤湿度对种子的发芽出苗具有决定意义。这一层的土壤

\* 长春1909—1950年10月至5月平均降雨量为160.8毫米，德惠1915—1932年10月至5月平均降水量为147.1毫米<sup>(2)</sup>。

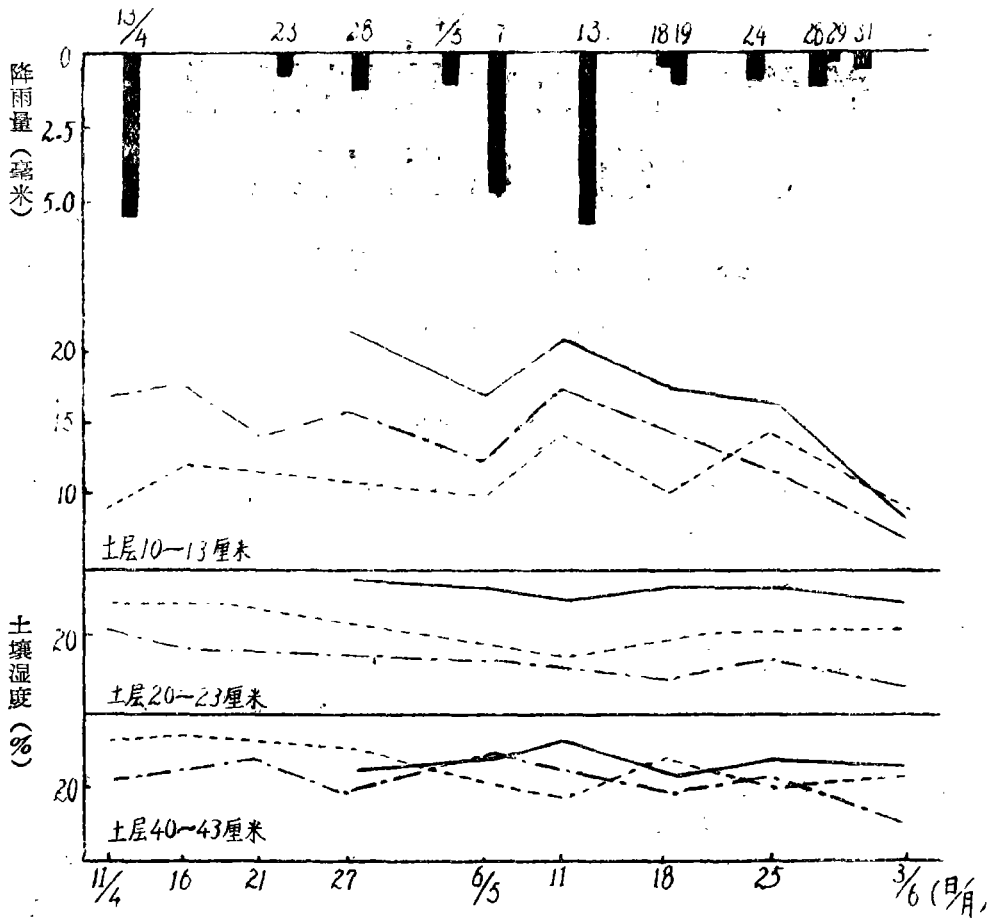


图 1 不同农业措施下的土壤水分状况

- “——” 原地未动，5月24日扣垅、镇压；
- “- - - -” 原地未秋翻，4月22日午后扣翻，23日随播随起垅、镇压；
- “.....” 秋翻（耙压），4月23日随播随起垅镇压。

湿度主要取决于整地措施和地面状况，从图1我们可以看到，第一种情况的土壤含水量保持在10—12%左右；第二种情况保持在14—16%左右；第三种情况保持在16—18%左右，只在五月下旬并耕动后土壤水分才显著减少。

(2) 地下20厘米左右的土壤湿度对种子生根后保苗的作用很大。这一层的土壤含水量在黑土中春季比较稳定，三种情况都保持在18—22%左右。随着土壤深度的增加，土壤含水量的变化愈益稳定，三种情况在地下40厘米深处的土壤含水量大体都保持在20—22%左右。

(3) 秋翻地对于50厘米土层内的土壤含水量可能增加一些，但整地不良耙压不紧，实对保墒不利，特别是土壤表层含水量降低，甚至不能保住春苗。

(4) 从4月11日至6月3日测定的结果表明：10厘米深处的表土中4月至5月中土壤含水量变幅不大，5月后半月土壤含水量降低趋势增大，下旬则迅速降低，6月3日三种情况都降至7—9%。

(5) 土壤表层5厘米以內土壤含水量显著减少,变化也大,随降水量改变,蒸发很快,一般在10%以下,最低的近乎最大吸湿量。我們从長春市气象台获得的資料,以及华北平原上的某些土壤所测定的結果也大致如此。

春季干旱的黑土中水分的散失途徑主要是水汽的直接蒸发,即水汽的扩散作用。因此細致地整地、堵死地裂子和压紧地面能够减少土壤水分的蒸发。

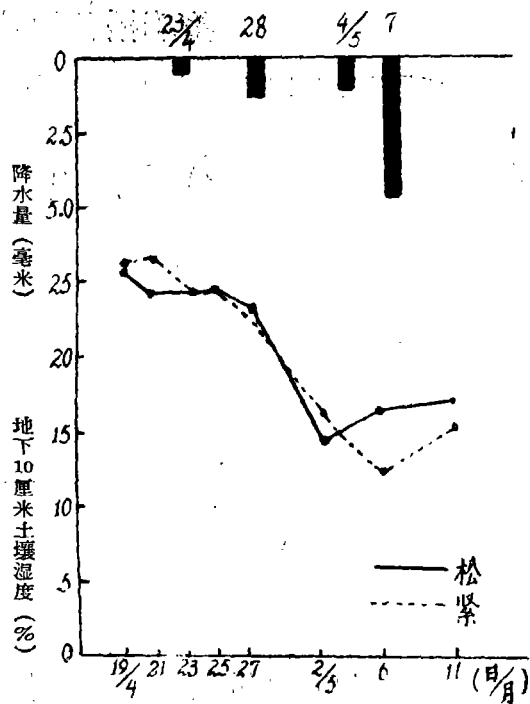
我們在田間对黑土从地面充分灌水,土壤含水量在灌水后第二天为25—27%,这时土壤水分的散失很快,而地面压紧的土壤水分損失量增大(图2)。即在同样条件下,4月19日至5月6日期間,土壤表土10厘米深处的含水量,地面較疏松的由25.6%降至16.48%,而地面压紧的由26.38%降至12.37%。

我們还在另外同一黑土地块上,测定了两种情况下的土壤水分状况,4月7日耕翻20厘米镇压較紧的地方,地下10厘米深处的土壤含水量5月13日为15.62%;而未翻动并被踏实地面的同样深处的土壤含水量达17.61%。

从获得的資料中可以看出,只有土壤含水量接近田間持水量,即土壤中形成了悬着的毛管水柱,土壤水分的移动主要是毛管运动,可能是这种运动直到土壤水分丧失到这些水柱被蒸发掉,而土壤中再很少可能形成这种水柱时,就轉为主要以薄膜移动为主的水分运动。而在春季干旱情况下,土壤底层(20—40厘米深处)含水量常常比田間持水量要低,这时靠着土壤底层水分沿毛管上升来补充表层的水分促使种子萌芽的可能性看来是較小的。

关于土壤中毛管水的运动規律,許多研究者作了不少工作。寺澤四郎曾提出,PF 2.2—4.2之間液态水运动可以預想是相当活潑的<sup>(3)</sup>,但他在另一报告中却指出在无地下水情况下,表层土常在干燥状态之下<sup>(3)</sup>。Φ. Б. Колясев等人用測定干涸曲綫的方法,确定了在土壤含水量降到田間持水量的60—70%时,土壤水分运动的毛管机制就轉为薄膜弯月面机制<sup>(4)</sup>;这个限度 M. M. Абрамова 称之为毛管联系破裂含水量<sup>(5)</sup>;

A. A. Роде 指出在粉砂壤質的土壤和土質中这个限度平均約为最小持水量(田間持水量)的70%,而在具有粒狀或团粒狀結構的壤質和粘質的土壤和土質中則为最小持水量的90%<sup>(6)</sup>。在我們所测定的土壤,其田間持水量10厘米及20厘米深处均为27%左右,而其底土(20—40厘米)的含水量稳定在18—22%,按毛管联系破裂含水量为田間持水量的90%則基本上不能产生毛管机制的上升水分运动,按70%算則是很少可能具有毛管



4月17日灌水,18日松土与压紧

图2 地面灌水后的田間水分状况

上升运动。另据 Gardner 和 Widtsoe 根据 Harris、Turpin 等人实验资料所作的曲线<sup>(7)</sup>也证明了由湿土向干土的水分运动速度是很慢的,即含水量在20%左右,由湿土向干土上升10厘米将要三个月的时间。

看来春季干旱时的土壤保墒措施,关键在于保持住土壤表层中的水分,并利用这些水分来保证种子萌发时对水分的需要。我省农民整地保墒的经验措施,多从防止土壤水分蒸发(水汽扩散作用)出发,基本上符合春季干旱土壤中水分运动的这一规律,应予肯定。我们认为干旱春季土壤的整地保墒的关键,必须是及时早整、整细、整紧。

### 抢墒播种的时期问题

鉴于在干旱的黑土上播种,其种子萌发主要是利用表层土壤的水分,农民的“抢墒播种”的经验是十分重要的。为了抢墒播种,那就要在表土中的水分足以保证种子发芽出苗的湿度下进行播种,这就是说要适时早播。在黑土上长春地区什么时候是干旱春季的播种适期,这取决于土壤的温度和水分状况,而这方面的实验资料还是不充分的,根据我们获得的初步资料,提出如下的讨论。

首先从温度来看,长春地区土壤的融冻深度及气温、地温的变化,长春市与德惠县气象站于1963年4、5月份测得的结果如图3、4。

即土壤融冻深度4月15日可达40厘米(德惠)至60厘米(长春),土壤温度地下10厘米处在4月15日可达6—7℃以上,4月末可升至8—9℃以上,5月中旬可上升至15℃左右。而大田作物的种子发芽与出苗温度,据全国高等农业院校农作学教师进修班编写的“农作学”上的资料概如左表:

实际上作物发芽最低温度,在较冷的东北的各个品种可能低于这个数字,如玉米一般在6—7℃左右或较低温度下仍可发芽。

至于种子发芽所要的土壤湿度,根据波格丹诺夫的材料,他认为极不相同的种子,不管其性状和本性怎样,只要在土壤中所含的水量不低于2倍最大吸湿水量,就能开始

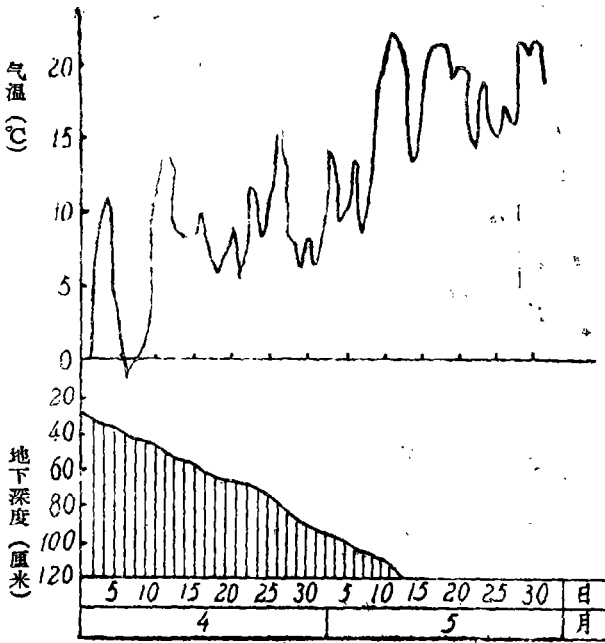


图3 长春市四、五月份气温变化与土壤融冻深度(1963)

表1 各种作物种子发芽及出苗所需要的最低温度

作物名称	发芽温度	出苗温度
玉米、谷子、大豆	8—10	10—11
高粱	10—12	12—13

实际上作物发芽最低温度,在较冷的东北的各个品种可能低于这个数字,如玉米一般在6—7℃左右或较低温度下仍可发芽。

至于种子发芽所要的土壤湿度,根据波格丹诺夫的材料,他认为极不相同的种子,不管其性状和本性怎样,只要在土壤中所含的水量不低于2倍最大吸湿水量,就能开始

发芽<sup>(8)</sup>。我們所测定的黑土，質地按柯琴斯基分級标准为中粘壤土 (<0.01毫米粒級占38.71%)，最大吸湿水量为6.25%，其2倍量为12.5%，而長春地区的黑土質地一般为中—重粘壤土，最大吸湿水量約为6.5%左右，其2倍量为13%。

T. Doneen 曾用細砂壤土試驗，証明了在凋萎湿度下还有一些种子发芽；Peters 用粒徑0.1毫米的石英砂所作的种子发芽試驗，豌豆、大豆、玉米、小麦在凋萎湿度下仍能发芽<sup>(9)</sup>。

根据我們自己所测定的資料来看(表2)，土壤含水量低于2倍最大吸湿水量亦可发芽，即黑土的土壤含水量高于11%时，大田种子可能发芽。表2的結果是用黑土在盆播室溫条件下获得的。

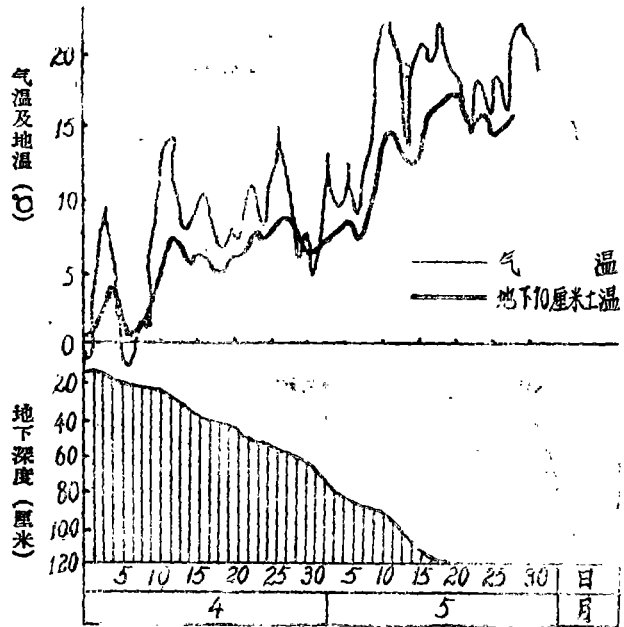


图 4 德惠县四、五月份气温及地温变化与土壤融冻深度 (1963)

表 2 土壤含水量与种子发芽

播种当时土壤湿度 %	播后5天土壤湿度 %	种子萌发状况			
		大豆	玉米	高粱	谷子
12.41	9.95	显著膨大	出苗	生根或出芽	发芽
11.66	10.6	—	发芽1/3出苗	发芽	未发芽
10.74	9.88	1/2萌动1/2发霉	1/6发芽余未萌发	未萌发	未萌发
8.79	7.91	种子发软	未萌发	未萌发	未萌发

为了保证全苗，种子萌发至出苗期間，应当使土壤水分保持在2倍最大吸湿水量以上。由于土壤含水量低，种子播后17天才开始出苗，实际上干旱春季，大豆、玉米从播种到出苗常要20—30天。因此，我們認為本地区在春季干旱时4月15日左右即可开始播种，至4月30日为播种适期，高粱、谷子虽可稍晚些，看来不宜迟于5月上旬。因为5月下旬土壤含水量急剧下降，播迟了影响种子萌发及出苗，甚至不能出苗、芽干或出苗不全。

至于早播幼苗是否会遭受霜害的問題，由于干旱春季晚霜早，加上种子出苗期長，

表 3 公主岭极端地面最低温度頻率 (1954—1961)

	五 月					
	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—31
≤0°C	100	71	86	43	14	0
≤-2°C	57	43	14	0	0	0
≤-4°C	14	14	14	0	0	0

受霜害的可能性很小或基本不見。根据長春地区40年的气象資料，長春晚霜在5月2日左右，而相隣的四平地区在5月4日左右。我們从公主嶺的資料看（表3），晚霜对幼苗的为害可能性也是很小的。

### 关于播种深度与播后镇压問題

根据农民的实践經驗，春旱情况下宜适当深播。但播种深度多少为宜，这还缺乏足够的实验資料。从上述的种子发芽所需要的土壤水分含量及土壤中不同深度的含水状况，我們認為長春地区干旱春季在黑土上，大豆、玉米等大粒种子，适宜播深为10厘米左右。因为保墒措施得当，这一层的土壤湿度可以保持在13—15%以上。同时，我們还观察到在干旱土壤中种子的胚根生長很快，甚至幼芽尚未出来，根系已下扎10厘米左右，这就是說根系很快地伸長到地下20厘米深处。获得的資料已經証明地下20厘米的土壤含水量常常稳定在20%左右，其含水量对幼苗成活是有保証的。

我們在曾經測定土壤水分的秋翻地（耙压），在4月22日随播随起壟的地块上，对大豆的发芽情况作了調查。这块地播深是9厘米，但播种作业質量差，实际播种深度即种子埋土深度并不一致，出苗极不整齐，5月27日选择足以代表全面情况的壟段上，一米間的种子发芽出苗状况如下：

（1）种子埋土深度淺于6厘米的有12粒种子，其中長出幼根9厘米、幼莖4厘米可望出苗者1；已經生出幼根9、2.5、1.4、0.7厘米者各1，但均芽干而死；其余7个已經膨潤但又干死。（照片——图5）



图 5 在秋翻地上播深6厘米以内的大豆萌发状况

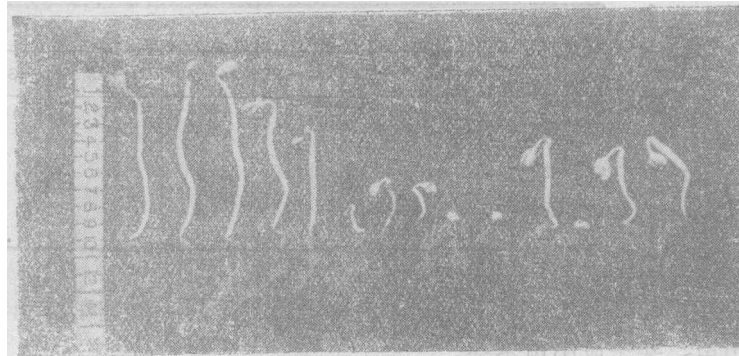


图 6 在秋翻地上播深9厘米的大豆萌发状况

（2）播深达9厘米左右者有19粒种子，由于土壤含水量（10厘米深处的土壤含水量見图1）低，虽然种子发芽了但出苗不齐不全。即已出苗者4；幼根已長出6—8.5厘米，幼芽生出1.5—8厘米，尚活着者8；已經萌发但又枯死者7，其中2个幼根已長出5.5—7.5厘米幼芽5.5—6.0厘米芽枯而死，3个已長出幼根1、4、7厘米未出芽即枯死，2个种子霉烂。（照片——图6）

我們又在已經測定了土壤水分的原壟未翻，4月22日午后机翻，23日午

前随播随起壟的地块上，5月27日对大豆发芽情况作了調查，調查方法与前同，其結果如下：

(3) 播在6厘米以內的15粒种子，其中長出幼根6厘米尙未枯死者2；其余13个全部枯死，即長出幼根0.5—2.5厘米者8，开始萌动但又枯死者5。（照片——图7）

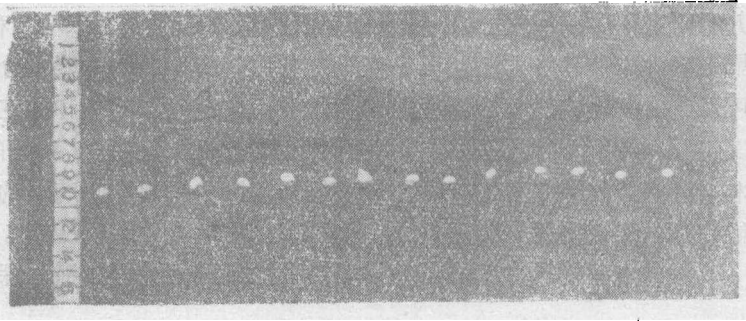


图7 在未秋翻地上播深6厘米以內的大豆萌发状况

(4) 播深在9厘米左右的种子出苗情况較好，这是因为这块地中土壤含水状况（10厘米深处的土壤含水量见图1）較好。即20粒种子中已出苗并張开子叶和長出本叶的有9个，其根系已伸長9—15厘米；幼根長出7—11厘米，幼芽長出2.5—7.0厘米可望出苗者5；其余6个已开始萌动或長出0.5—2.5厘米的幼根后又枯死。（照片——图8，种子已枯死的未照入。）

关于高粱、谷子等小粒种子的播种深度，看来5厘米左右是比較适宜的。小粒种子易吸水萌动，发芽快，但要求一定的土壤湿度。已有的研究資料証明：禾谷类作物的种子当其吸收种实重量的25—30%水分时即可开始萌发，而豆科作物的种子

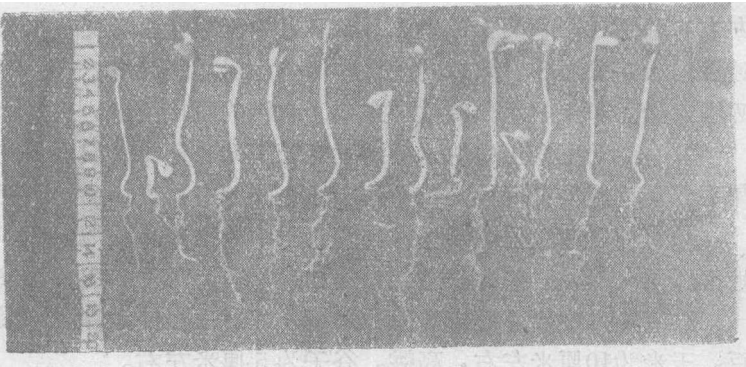


图8 在未秋翻地上播深9厘米的大豆发芽状况

则要吸收80—120%水分。这就是說高粱、谷子吸收到少量的水分即能发芽。我們在溫室盆栽的条件下，高粱、谷子播在土壤含水量为14—15%的黑土中5天即出苗，而在春季田間情况下则要10天左右。同时，高粱、谷子的种子萌发不仅可以利用保持在表层土壤中的水分，而且还可以利用那怕是很小数量的降雨。例如，我們所測定的結果，在5月12日地下5厘米左右的含水量为6.57—9.29%的同一地方，經過5月13、18、19日曾共降雨7毫米，5月20日的土壤含水量即增至12.40—15.13%。高粱、谷子可以利用这种水分萌发，一旦发芽，其幼苗又是比較耐旱的，不易再干死。根据一些研究資料，谷子的次生根在土壤含水量降到最大吸湿量的1.5倍时才停止生長，而高粱的次生根能在小于最大吸湿量时繼續生長。但是，高粱、谷子如果播的过浅了也会影响发芽，因为愈近地表土壤水分散失愈快。例如我們在德惠县松花江公社的調查材料中，同一地块同一地段上，播在1.5—2.5厘米深度的高粱种子基本未萌动，而播在4厘米以下的种子則出了苗（調查当时已苗高6—8厘米）。

在春季干旱土壤上播种，压紧复土具有特殊意义。第一、压紧表土可以减少水汽扩

散面而有利于防止土壤水分蒸发。第二、使种子与湿土紧密接触能够利用上膜状水（包括孔角水与蜂窝水），膜状水不接触上就吸收不到。根据 Collins、Brown、Hyde 等人的研究<sup>[1]</sup>，种子先由胚端或脐部吸收水分膨润胚乳以增加种皮的透过性，因而在干旱土壤中应使种子与土粒充分密接来利用薄膜运动的土壤水分萌发。第三、压紧表土还可以造成土壤空气相对湿度的饱和状态，在相对湿度饱和的空气中有利于种子的吸水萌发<sup>[10]</sup>，研究资料已证明许多种子可以吸收气态水<sup>[11]</sup>，我们的实验也获得了大豆、苞米、谷子、高粱等大田作物种子在饱和水汽中吸水膨胀萌动的资料。因此，在播种技术措施上，农民的踩底格子、踩上格子、压紧复土的经验措施，应予肯定。

根据上述情况，我们认为抢墒播种的关键就是要早播、深播和压紧保墒。

## 结 语

1. 在1963年历史上少有的春季干旱情况下，只要农业措施跟上去，黑土上保住春苗还是可能的，一般年的春旱，更是可以保住春苗的。如待天降雨，迟误播期，或抗旱保墒措施无力，均会造成难以补救的损失。

2. 干旱春季黑土中的墒情是：地下20—40厘米的底土中，土壤含水量稳定在20%左右；地下10厘米的土层中4月至5月中土壤含水量变幅不大，5月后半月含水量降低速度增大；表层5厘米以内土层中的含水量显著减少，一般在10%以下，最低的近于最大吸湿水量。表土中水分的散失主要为水汽的直接蒸发，土壤水分移动以薄膜运动为主。

3. 认为靠底土中的水分通过毛管上升来补充表层水分的说法是值得商榷的，在干旱春季看来这种可能性是较小的。这个问题有待进一步的研究。

4. 种子萌发依赖于保持住的表土中的水分，整地保墒和抢墒播种是关键措施。整地必须及时早整，整细，整紧；播种要早播，深播和压紧保墒。

5. 4月中至4月末为播种适期，宜适当提前播种。深播的适宜深度，初步确定大豆、玉米为10厘米左右，高粱、谷子为5厘米左右。

## 参 考 文 献

- [1] 吉林省土壤普查办公室：吉林省土壤志，内部资料，1959。
- [2] 中央气象局、中国科学院地球物理研究所：中国降水资料，1954。
- [3] 寺泽四郎：畑土壤の水分の运动に関する研究（第8报）（第5报），日本土壤肥科学杂志，34卷3号，1963；33卷10号1962。
- [4] Ф. Е. Коляев: Подвижность воды в почве и некоторые пути ее регулирования. Докл. к VI Межд. Конгр. Почв. АН. СССР. 1956.
- [5] М. М. Абрамова: Опыты по изучению передвижения подвешенной влаги при испарении. Почвоведение, №. 1, 1948.
- [6] А. А. Роде: Категории и формы почвенной влаги и водные свойства почв. Докл. к VI Межд. Конгр. Почв. АН. СССР. 1956.
- [7] L. D. Baver: Soil Physics, 1956.
- [8] С. 波格丹诺夫: 土壤水分对种子萌发的关系，马克西莫夫著植物生理学简明教程上册。
- [9] 青木茂一: 土壤と植生, 1956.
- [10] 北京农业大学: 植物生理学上册, 农业出版社, 1961.
- [11] 中山包: 发芽生理学, 1960.