

魯中烟区黑土农业性状的研究*

高家驊 林日輝 徐立德

(山东农学院)

黑土是魯中烟区潛育底土的耕种沼澤草甸土(以下統称黑土),分布面积較广,也是山东省农业地区主要土壤类型之一。黑土在农业生产上表现为耕作困难,土性属阴发涼,不易拿苗,漏风跑墒,不抗旱又不抗涝,湿时泥濘,干时板結起圪塔,雨季澇涝,不发小苗发老苗,虽有机质含量較高,但产量不稳定,尤其在烟草生产上存在着严重的工艺品质低劣等不良性状,严重地影响烟区的粮食增产和烟草品质的提高。过去調查資料对黑土的农业性状缺乏具体的分析和論述,因此查明黑土农业性状,摸清其内部性质及其运动变化規律,根据粮食作物和烟草栽培工艺的要求,探討提高烟草产量与品质的土壤措施,是烟区主要土壤工作内容。

本研究項目是在具有代表性的益都黑土区进行的,并选择烟区生产性能良好的黃土(即耕种褐土)作对照。

一、魯中黑土区的自然条件与成土过程

魯中地区的自然特点是属于华北温带季风半干旱区范围内。水量为 650—750 毫米,雨量多集中在 7—8 月,平均年降水量在 650—750 毫米,多西南风,而蒸发量大。由于降水集中和季节性积水,使土壤发生淋溶作用,表土粘粒下移,使下层粘粒增加,趋向粘重,并使石灰性反应自表土从无逐渐到强,并出現石灰性的沉积,土壤呈中性或微碱性反应。

魯中黑土分布在山前平原浅平低洼地区,有的是原古老的內陆湖泊,雨季高地地表逕流汇集,地下水位高(雨季可达地表,春旱季节深 2—3 米),再加之土壤粘重,通气不良,排水不良,易造成临时性积水。所以土壤經常处嫌气性条件下,有机质分解受到阻滯,有机残体在土壤内部及表层逐渐积累,这样又进一步的促使土壤湿度增高,通气性更恶化,因此在成土过程中出現了沼澤化过程,形成了黑色粘重的冲积及湖积物成土母质。在目前低洼中心地区敬仲公社葦河附近,地下深 1 米处理藏着大量的草炭。

在成土过程中,由于常年不断从四周高地冲刷汇集大量的淤土和有机物质,以及本身有机残体的积累,使地形逐渐抬高,同时周围河流下切以及人为排涝垦殖的綜合影响下,使它由沼澤化向沼澤草甸方向发展,形成粘质沼澤草甸土。

很早以前,农民就通过排涝、垦殖利用洼地,由于黑土所处的自然条件,致使它在成土过程形成某些不良的耕作特性,如质地粘重,排水不良,因而对烟草的生长十分不利。农民在长期实践中对改良黑土摸索出許多經驗,特別是解放以后,随着生产力不断提高,对黑土地有计划的改良和合理利用,其不良性状正在进一步得到克服。为了充分發揮人的主观能动性,必須进一步摸清黑土的农业性状,揭露内部矛盾运动規律,掌握这些自然規律,才能控制黑土,更好、更快地朝着适合粮食作物的生育和烟草栽培工艺品质的需要方向发展。

* 此項工作在土壤教研組潘詠珂教授、李永昌講師的指导下进行的,在养分分析上得到施南陵、楊自发二位同学的协助,在此一并致謝。

二、黑土的一般物理特征

(一) 黑土的剖面形态特征

农民所以称其为黑土,是因其土体表层为黑色粘土而得名。黑色粘土层的厚度随着地形部位不同而略有差别,地形稍高者较薄,越低洼则越厚,一般在 60—80 厘米左右。

目前一般耕作层厚度约 12—15 厘米,多为灰褐色的重粘壤,有机质含量较多,植物根系分布较密集,土壤呈碎块状及碎屑状结构,表面常有大小不等坷垃,有少量根穴及小孔隙,土壤湿度较大,耕性差,口紧,湿时泥濘,干时板结龟裂,耕作不及时起大坷垃,呈中性或微碱性,并具有微弱石灰反应。

犁底层一般厚约 6—8 厘米,为黑褐色的重粘壤,土壤呈碎块状结构,土质紧实,结持力强,湿润,通透性不良,严重的阻碍植物根系的生长。此层植物根系显著减少,一般无石灰反应。

犁底层以下为黑色重粘壤土层,板结紧实,呈稜块状结构,结构体表面有胶膜,湿时不透水,干时裂成纵横交错的细裂隙,结持力很强。此层植物根系很少出现,再往下即出现铁子和锈斑,并逐渐增多,已表现具有潜育征象,还可发现少量小粒状石灰结核,石灰反应从无逐渐增强。

黑粘土层往下逐渐过渡到带有淡黄的暗灰色粉砂质中粘壤土层,呈碎屑状及小碎块状结构,孔隙逐渐增加,土壤湿度大,铁子锈斑继续增多,小粒状石灰结核逐渐密集,呈强烈的石灰反应,出现明显的碳酸盐聚结层。

约在 1 米左右以下,质地稍轻,并出现少量的粗砂粒,呈淡黄色,土壤更湿,已接近地下水,石灰结核逐渐减少,铁子增多,锈斑扩大。

(二) 黑土的物理特征

黑土具有质地粘重、耕性不良、口紧、湿时泥濘、干时板结、易起坷垃等不良性状,从表 1 分析结果看来,黑土的物理性粘粒比黄土多,其粘着力也比黄土高。

表 1 黑土和黄土耕作层耕性鉴定

土壤名称	质地	塑性(含水率%)			粘着力(克/平方厘米) (含水率 %)				田间持水量 (%)	最大吸湿系数的 1.5 倍	容许耕作最大范围(含水率%)
		上限	下限	塑性值							
黑 土	重粘壤	43.95	19.07	24.88	6.85 16.88	23.75 22.69	39.43 33.52	11.50 37.00	45.58	7.17	7.17—19.09 以下
黄 土	砂 壤	35.99	22.40	13.59	1.00 13.00	18.25 18.40	21.75 23.00	9.85 29.74	27.07	5.09	5.09—22.40 以下
					5.10 34.68	2.35 40.62					

当土壤含水量在 23% 左右时,黄土的粘着力达顶峰(21.75 克/厘米²),而黑土则达 24 克/厘米²,同时随着湿度增大,还将继续上升;当含水量为 33.52% 左右时,粘着力竟达 39.43 克/厘米²,以后才随着湿度增加而粘着力减弱。粘着力出现最高值黑土要比黄土高一倍左右,由此可证明黑土耕锄困难的程度。

当土壤湿度已高至呈现可塑性时,则土壤已不适耕锄;另一方面,土壤允许耕作的最低湿度大约是最大吸湿系数的 1.5 倍。现在我们想通过这些指标来分析黑土的耕性。从表 1 所列项目中可知黑土在含水率 19.09 时已不适合耕作,而黄土则不然,含水率达到 22% 时还能耕作。黄土的田间持水量是 27.07%,故雨后土壤湿度只要稍稍降低一些,就可达到塑性下限(含水率 22.40%)以下的湿度,即可耕作。但是黑土却相反,田间持水量高于可塑性下限含水率的 2.5 倍(含水率 45.58%),故雨后需要经很长时间的蒸发,一直到土壤湿度降低到 19% 以下时,才能耕作。

同时,从允许耕作土壤最小含水率(最大吸湿系数的1.5倍)来看,黑土下降到7.17%时就不适合耕作(应当着重指出,这样的湿度情况在春旱季节的表层土壤中并不是偶然碰到的),而黄土却要到5.09%时才不能耕作,所以黄土又比黑土优越得多。若我们把粘着力、塑性下限和最大吸湿系数对耕作的关系作统一分析考虑,则可大致得出适合耕作的土壤湿度最大范围值(即吸湿系数的1.5倍——可塑性下限以前),黑土是5.09—22.4%,从而可以充分的证明黄土耕作难掌握火候。黑土地如不抢火候耕作,跑墒后,土层板结不易耕翻,而且容易形成大坷垃,造成漏水漏肥的现象,不利于根系的生长。另一方面黑土地还需边耕边耙,否则早上犁地,过了晌午就起大坷垃。

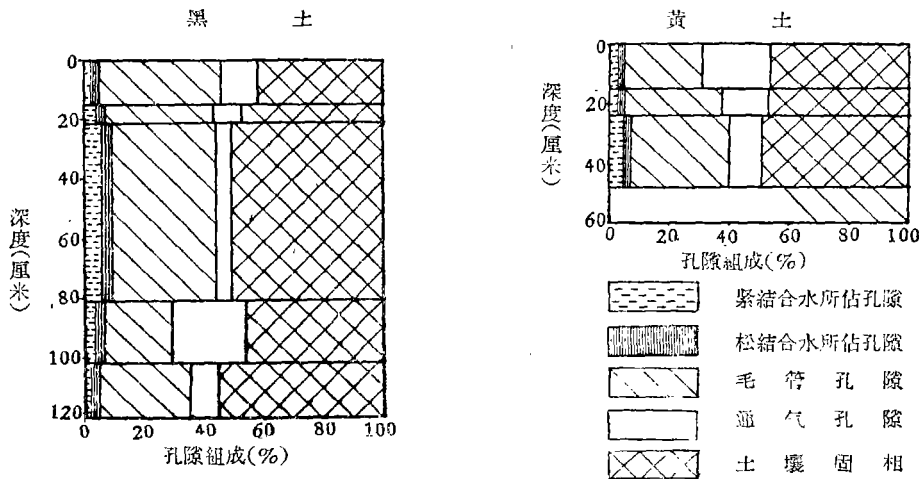


图1 黑土、黄土剖面各种孔隙组成示意图

由于黑土的质地粘重,还引起一系列的不良性状,如土壤紧实、通透性不良等性状。从我们鉴定黑土与黄土各种孔隙度的状况清楚地看到:随着剖面深度的增加,黑土容重增加,而总孔隙度降低。黑土耕作层的总孔隙度为58.30%,从数字上看虽较黄土(总孔隙度为53.79%)高,但实际上不然,此因黑土质地细粘,孔隙大部分是处于毛细孔隙;从空气所占总孔隙度来看,黑土耕作层(0—15厘米)为12.18%,犁底层(15—21厘米)为9.57%,底土层(21—81厘米)为5.35%,而黄土耕作层(0—15厘米)为22.31%,犁底层(15—24厘米)为15.50%,底土层(24—48厘米)为11.10%。

(三) 黑土的水分状态

由于黑土质地粘重,易起大坷垃,表层大孔隙多,尽管黑土地的地下水位高,毛细孔隙多,能补充一些水分,但水分蒸发很大,所以农民说黑土地跑墒。同时由于易起大坷垃,表层大孔隙多,故黑土的单位面积淡水量也大。所以农民说:“黑土吃水,干得快,浇水时黄土淌水快,黑土往下淌而不淌”。在烟草苗期黑土浇水量与次数均要比黄土多,一般需浇3—4次水才能还苗,而黄土只需1—2次水即还苗;在烟草整个生长期內黄土可比黑土少浇两次,每次浇水量也可少1/3以上。从我们分析资料来看也很能阐明这一点(表2),此不仅由于黑土蒸发量大,跑墒所致,而且与其他物理性状也有关,如黑土的凋萎含水量、植物的生长阻滞含水量和最大吸湿量均比黄土来得高,因而在土壤含水量相同情况下,黑土可被植物利用的水就比黄土来得低。

从表2我们可以看出,要使黑土含水量经常不断的保持在植物生长阻滞含水量以上水平是相当困难的,而黄土达到这样的水平却要容易得多。

从表2中还可看出,黑土自表层开始随着质地粘重程度增加而凋萎系数也增加,81厘米以下质地轻松些,凋萎系数又减少;对植物阻滞含水量的变化情况也相仿。这些水分性状,在春季更可

表 2 剖面水分性質鑑定

土壤名称	土 层		含水率(占干燥土的百分率)					
	层 次	深 度 (厘米)	最大持水量	田间持水量	最大吸湿量	对植物无 效的水量	对植物有 效的水量	植物生长阻 滞含水量
黑 土	耕作层 犁底层	0—15	54.99	45.58	4.78	7.17	38.41	31.92
		15—21	44.90	39.07	5.85	8.78	30.29	27.35
		21—81	36.10	35.65	6.72	10.08	25.02	24.96
		81—102	42.25	25.87	4.97	7.46	18.41	18.11
		102以下	30.83	24.45	3.07	4.61	19.84	17.12
黄 土	耕作层 犁底层	0—15	43.40	27.07	3.39	5.09	21.98	18.95
		15—24	42.70	31.86	3.58	5.37	26.49	22.30
		24—48	39.02	32.09	4.60	6.99	25.10	22.46

明显地反映出来。在 1961 年 5 月 24 日,黄土含水量虽比黑土低些(图 2),但可被植物利用的水却要比黑土来得高。然而羣众认为“黑土不抗涝”,这是由于在雨季中,附近高处地表径流汇集,使得地下水位抬高,地表积水难以排除,同时黑土质地粘重,胶粒多,吸水后膨胀厉害,堵塞了土壤的孔隙,从而大大地降低了土壤的透水能力。同时犁底层和犁底层以下的土层也为不透水层(图 3),

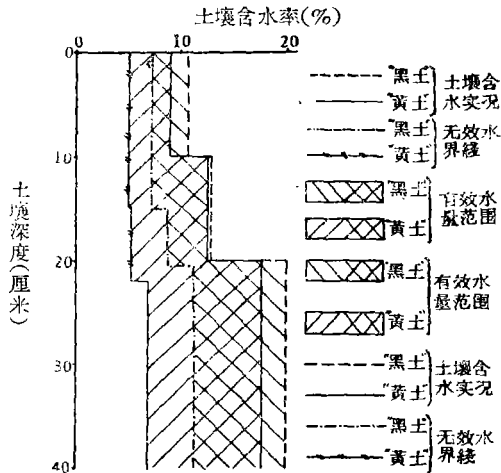


图 2 黑土、黄土有效水含量对比图(1961 年 5 月 24 日)

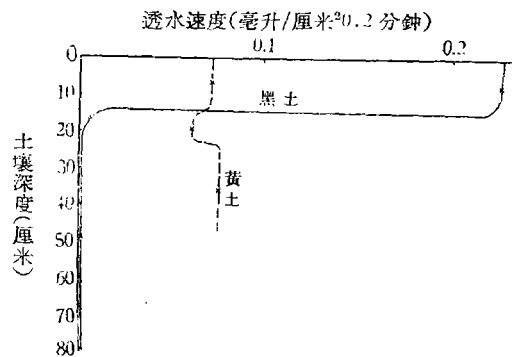


图 3 黑土与黄土透水性的对照

所以黑土内部排水极为不良,在雨季极易受涝患。

从图 4 可知,黑土表层透水系数大(为 13.50 毫升/厘米²时,而黄土只有 4.20 毫升/厘米²时),此乃由于前述黑土坷垃多、大孔隙多之故。犁底层的透水系数黑土(为 0.36 毫升/厘米²时)比黄土(2.7 毫升/厘米²时)小 7.5 倍,在犁底层以下的土层黑土(0.08 毫升/厘米²时)比黄土(4.5 毫升/厘米²时)更要小(1/2 到 56 倍)。这样就使得在降雨时,雨水很快地渗入耕作层,但是犁底层都是不透水层,水分就在耕作层内大量的积贮,形成所谓“滞涝”的特性,对农作物的生长极为不利。

黑土易患涝,造成积水泥潭,土壤中水气矛盾表现更加突出,使得土壤中空气恶化,根系发育和微生物活动受到抑制,产生一些对作物有害的生物化学产物,严重地影响烟草的生长。当地烟农认为烟草最怕涝,在伏雨后如水分过多,而使土壤呈泥浆状态,再经烈日日晒,温度显著升高,土壤发热,烟草就会被“淹死”。实质上是由于黑土滞涝泥潭后,烟株在充足的阳光下进行强烈的光合作用,而根部严重缺氧所致。

根据老农多年耕作的经验,认为黑土发棵不发苗,这与土壤水分有密切关系。因为在苗期一

般还处于干旱季节,土壤中有效水分少,此不仅不能满足苗期水分需要,同时也影响到土壤中微生物的活动,而使土壤不能释放出更多的养分来满足苗期作物的需要,故作物苗期生长缓慢,但到伏天,雨水则多,加之温度又高,土壤中养分不断的大量释放出来,满足作物需要,故在此期水分、养分充足的情况下,作物迅速生长。

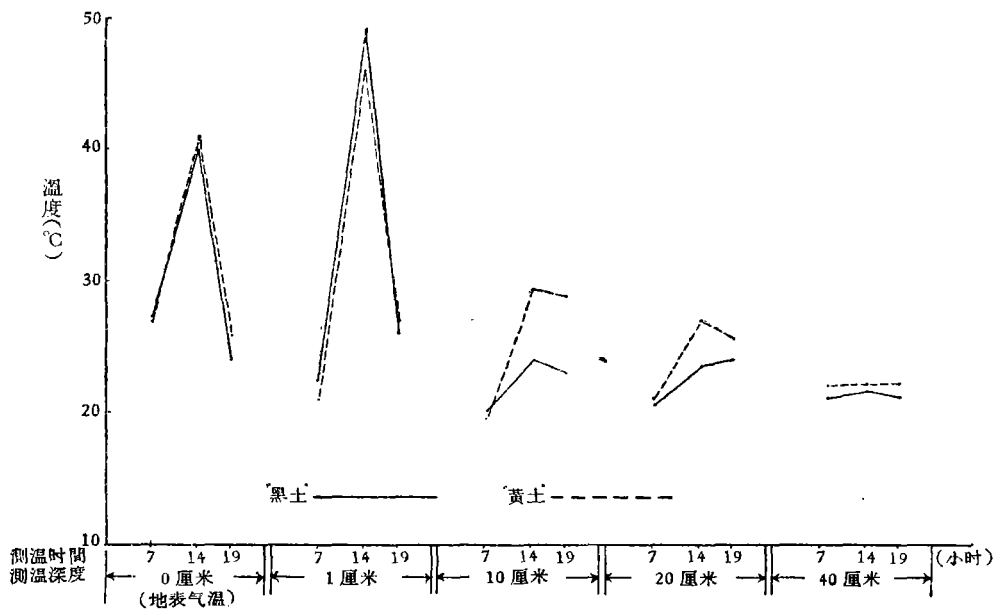


图4 黑土、黄土各层土温一日内变化对比图
(1961年6月29日测)

由于黑土水分过多,引起很多的不良性状,我们必须设法降低地下水位以排除涝患,同时要注意提高有效水的含量。

(四) 黑土的热状况

黑土性“冷”,“发老苗,不发小苗”。根据我们测定结果,认为引起黑土性“冷”的原因是与黑土的热状况有着密切关系。从我们在5月中下旬每日7、14、19时,分别测定黄土与黑土的地表和1、10、20、40厘米深度温度的结果看来(图4),黑土的表层(1厘米深)土温要高于黄土,这是由于黑土颜色发黑,同时含有机质较黄土多,因而吸热量强所致。而在10厘米和10厘米以下土温都是低于黄土。尽管黑土含水量高于黄土,导热快,表层温度高,但由于黑土质地粘重,含水量高,所以热容量大,增高一度所需热量比黄土要大得多。同时黑土表层物理性状差,坷垃很大,大孔隙多,所以土粒间接触就不如黄土那么紧密,因而也就影响了热的向下传导。因此总的看来,黑土土温要比黄土低,且上下层温差大于黄土;同时黑土温度的升高,在季节上或时间上是迟于黄土。另一方面,从地表气温来看,黑土地表气温比黄土低,这是由于它的质地、颜色影响辐射能的结果,证明黑土地表辐射能要小于黄土,而表土吸收热能来得大。

我们知道温度能直接控制土壤的理化作用,温度高,微生物活动强,养分释放加强,有效养分会显著增加,并且土温高亦有利于根系生育,因而在黄土地上的烟苗出得整齐,且比黑土早3天左右;同时,黄土地上苗愈种得快,移植后发苗愈早。但到后期黑土地上的烟草长得旺,因而贪青,致使烟叶品质降低。

三、黑土的肥力情况

“黄土地看苗，黑土地打粮”，又“黄土发苗，黑土长棵”等农谚充分反映了黑土具有较丰富的潜在养分(大都指氮素营养而言)，即后劲大。

从我们分析黑土与黄土的有机质含量(表3)证实黑土的有机质含量要高于黄土，尤其在整個黑土层中(0—81厘米)都含有较高的有机质，但这些有机质大都只有通过土壤微生物作用后才能被作物吸收利用。

表3 黑土和黄土有机质含量

黑 土		黄 土	
土层深度(厘米)	有机质含量(%)	土层深度(厘米)	有机质含量(%)
0—15	1.61	0—15	1.55
15—21	1.29	15—24	0.82
21—81	1.19	24—48	0.78
81—102	0.64	48以下	1.09
102以下	0.40		

虽然黑土含有有机质量较高，但有效养分含量低(表4)。从表4看出，黑土氮素营养水平远不足烟苗生育需要，但是到了入伏雨季后，在高温多湿的情况下，养分大量释放，使烟株在后期旺长不落黄，降低品质，然而对一般粮食作物则表现了后劲大、出籽粒、品质好等良好性状。

表4 黑土和黄土速效养分状况(1961年5月18日)

土壤名称	土层深度 (厘米)	速效氮含量(ppm)		速效磷含量 (ppm)
		NH ₄ —N	NO ₃ —N	
黑 土	0—10	4	5	3
	10—20	2	1	3
	20—40	2	1	1
黄 土	0—10	14	5	5
	10—20	12	3	5
	20—40	10	3	5

我们认为黑土烟草品质低劣的主要原因是黑土养分供应与烟草获得优良品质的正常生育要求间矛盾的结果。从烟草正常生育内部生化过程来看，应当是含氮物质开始在有机体内积累比碳水化合物多而快，达到顶峰为早；后期主要是碳水化合物积累，当碳水化合物积累达顶峰时即为烟草工艺成熟期。如后期氮素营养过多，就显著的增高含氮物质，降低碳水化合物含量，造成品质降低。但是黑土地上生长的烟株，在前期不能得到充足的水、肥，所以生长缓慢，植株矮小，光合面积减少，使得制造碳水化合物的能力减弱。当季节进入伏雨后，烟株获得大量水分和养分，尤其是有效氮素的大量释放，加以在高温多湿的气候条件下，生长突转迅速，烟株内部就大量积累含氮物质，而大量消耗碳水化合物，加之前期苗小，碳水化合物制造能力弱，积累少，结果含氮物质过多而碳水化合物减少，这就形成贪青不落黄，品质严重的降低。然而这种不良性状过去很少被认为是降低品质的主要因素之一，而一般是用水质不良来解释，我们认为这是不够全面的，尚有待进一步研究的必要。

当然，黑土的地下水含氮量较高，这是影响烟草品质的因素之一。据测定的资料，黑土地下

水含盐約为 300—800 毫克/升,其中氯的含量为 100 毫克/升左右。据中国农业科学院烟草研究所分析的資料,认为地下水全盐量在 450 毫克/升,氯含量在 100 毫克/升以上生长的烟草,大都有黑灰截火現象。

四、黑土农业性状改良措施的探討

根据現有材料,我們认为:在现阶段魯中黑土在农业生产上反映若干不良性状的內在因素中主要的是水分状况、質地粘重及結構不良而导致于其他肥力因素互相不协调的結果。现根据总结羣众熟化黑土的經驗,試提出以下措施:

1. 排水及防止径流汇集:綜合水土保持措施、防止径流汇集、洼地开渠排涝等措施是根治低洼黑土地地区涝患的基本措施,亦是杜絕地下水来源,降低黑土地下水位的重要措施,从而使黑土在今后发育过程中更进一步的脱离临时性积水及地下水浸潤的沼泽化影响。

2. 深耕細鋤,及时耕作:在土地輪作換茬及作物生育过程中,及时搶火候,深耕細鋤,促进熟化,創造良好結構,对于改善黑土的物理性能起重大的作用。

黑土現有耕作层較薄,下层土粘而“死”,不适合作物根系的伸展及对养分的吸收。通过加深耕层,熟化下层“死土”,能迅速地改良土壤理化性,加速养分释放,改善根系的生育环境,增加作物对水分、养分的吸收数量,从而提高作物产量。羣众认为每年加深 3 厘米左右为好,如一次加深过多,生土大量翻上,将会影响作物生育,严重的会連續几年顆粒无收。如张孟公社七里大队有明显实例,1958 年深翻 0.5 米左右的黑土地(打翻土层),迄今已三年顆粒无收,寸苗不长。

黑土适耕火候短促,若失誤火候,則耕耙不仅費工,且易起坷垃,耕耙质量降低,所以农民非常重视搶火候耕作;在劳力紧张时可先用耕鋤,松表层以便保墒、延长适耕期。在适耕期内应集中一切人力、畜力突击黑土地耕耙。

黑土耕地,羣众是掌握“冬耕宜早,春耕宜晚,冬耕宜深,春耕宜浅”的原則。一般适宜冬耕深耕为好,因冬耕后深翻上的一些生土和坷垃可以經過一冬的冻融晒垆而酥散熟化,土就发壇。早春耕地正遇干风,土壤极易跑墒。羣众經驗,早春犁地后,經 3 天西南风一刮,黑土就干到犁底层,故不宜耕翻土壤。

“耕后即耙,不能过响”亦是黑土耕耙主要原則,否則犁起土块,跑墒很快,易形成大坷垃,再不易耙碎。

春播正遇旱季,黑土坷垃多而大,易跑墒,所以春播后必須及时鎮压,增加毛管水上升,并且加强种子与土壤紧密的接触,有利于种子吸水发苗。

黑土易板結,板結后就发“死”。为了改善黑土內部理化性質和促进生化过程,及时鋤地极为重要,尤其是进入伏雨季节期間,适鋤時間短,如失去时机极易造成土壤板結,土性变坏,不再发根,作物生育受到阻碍,而杂草却丛生,造成草荒,并且这些不良后果将影响到第二年的土性。

3. 抗旱保墒,合理灌溉:此是增加黑土地作物有效水含量,及时滿足生长作物的生育需要,克服土壤无效水含量过大缺点的重要措施。同时保墒良好,可以改善耕性,保証耕作质量。

黑土地地区井水水质較差,含氮过多,严重影响烟叶品質,因而在有河水灌溉的条件地区,应統一计划分配用水,达到河水浇烟,井水浇粮。

为了防止浇水后土壤板結,以及便于浇水后能很快的进入田間劳动,应采用沟浇。同时更应当防止大水漫灌,要及时輕浇勤浇,因浇水量过多还会产生降低土温及土温上升困难的不利。

4. 压砂改粘:压砂是改良粘重土壤的有效办法,特別对改善黑土的結構、耕性、通透性、热状况、水状况和土壤潛在肥力的發揮都是有效和迅速的措施。实际在作物生长上,亦証实了土壤肥力状况的提高。一般可采用河漫滩上的細砂土直接压在黑土上,亦可用砂土先垫圈,以“砂土圈

肥”施入黑土地来改良粘性。

5. 合理施肥

(1) 增施有机肥：增施有机肥不仅能提高土壤养分含量，同时能改善质地、结构、通透性，提高土温，增加微生物的数量和活动强度，并且亦增加了土壤抗旱保墒能力，从而综合提高土壤肥力，对熟化黑土具有决定性的功能。

(2) 增施磷、钾肥：黑土与其他土相比，就养分供应作物而言，氮素较多，但常感磷、钾不足（因烟草是需钾作物），实践证明黑土地增施磷、钾肥能增进烟草品质。

(3) 选择良好的肥料品种：在实践中摸索，只认为黑土施用饼肥能减轻烟叶黑灰截火的缺点（原因留待进一步研究）。增施骡、马粪亦有利于品质的改善。过多施用人粪尿会使烟草品质降低，大致是由于氮素过多，同时人粪尿中含有较多的氯所致。