

耕层土肥相融的好坏对小麦根系活动的影响*

周明樞 張敬森

(中国科学院土壤研究所)

三年来,我們在总结全国著名劳动模范馬同义同志提出的“土肥相融”培肥經驗的基础上,于1960—1961年繼續在河南省长葛县坡胡人民公社孟排試驗場进行了以施用有机肥为主的培肥試驗研究,企图进一步証实和闡明“土肥相融”原理在具体农业生产上的运用及其对小麦生长发育的关系。通过田間試驗,我們着重在小麦生育的关键时期(返青—拔节),对根系活动、地上部生育、土壤养分动态間的相互关系和作用,进行了一系列的觀察測定,現仅将所得試驗結果分別討論于后。

一、試驗布置

1. 土壤情况 选择草甸褐土地区肥力水平不同的两种黃沙土(即肥土和瘦土)进行小区对比試驗,小区面积为0.5亩。在試驗前我們对土壤的肥力情况进行了分析(表1)。

表1 布置試驗前的土壤养分状况 (1960年12月分析)

試 驗 区	肥 土		瘦 土	
采样深度(厘米)	0—20	20—40	0—20	20—40
有机质(%)	1.38	1.07	1.28	0.87
全氮量(%)	0.117	0.086	0.084	0.034
全磷量(%)	0.160	0.160	0.152	0.136
速效磷(毫克/100克土)	13.5	9.5	8.6	7.9
速效钾(毫克/100克土)	4.0	2.6	3.2	2.5
盐基代換量(毫克当量/100克土)	8.28	8.74	7.13	7.13
土壤質地	輕 壤 土		輕 壤 土	

从表1資料表明,無論在全量或有效养分的含量上,肥土都比瘦土高。

2. 田間措施 为了叙述方便,分別从播种前的基本措施和后期田間管理两方面来談:

(1) 播种前的基本措施:关于耕作、施肥、整地等工作,分別于1960年9月底至1960年10月上旬完成。在措施中(表2),试图通过高基肥用量及多种肥料的配合,在后期田間管理相同的条件下,促使瘦土在一年内基本上达到肥土的标准。因此,基本措施大体是相同的。

(2) 小麦生长期的田間管理:总的說来是“三水一追”,即在小麦越冬期(1960年12月下旬)各試驗区澆水一次;小麦返青期(1961年3月上旬)澆水一次,并追硫酸銨5斤(小区用量),普遍中耕松土一次;拔节后期又澆水一次。以后,直至小麦成熟都未进行其他措施。

小麦从播种到返青拔节(五个多月),在上述各項措施的綜合影响下,表现出植株个体与羣体的生态都有显著的差异。而試驗区的耕层土壤剖面形态、土肥融和程度、小麦根系生长发育以及

* 参加理化性質測定者有刘世全,孙玉凤二位同志。

表2 小麥播種前的田間基本措施*

試 驗 區	前 茬	施 肥**	耕 作
肥 土	晚 玉 米	半腐熟蘆葦糞 3,000 斤, 餅肥 25 斤, 硫酸銨和磷肥混合用 20 斤。	畜 耕 0.7 尺 耙 3 次 耨 2 次
瘦 土	早 玉 米	半腐熟蘆葦糞 10,000 斤, 人糞尿 25 担(每担 60 斤), 硫酸銨和磷肥混合用 20 斤。	畜 耕 0.7 尺 耙 3 次 耨 2 次

* 小麥品種為南大 2419, 每畝播種量為 23 斤。

** 蘆葦糞中含有機質 6.7%, 全氮 0.1%。各種肥料混合作基肥一次施入。施肥量為小區實用量。

土壤養分的動態變化皆不同。在瘦土試驗區里, 耕層的土壤與肥料融和程度極差, 形成了顏色不均(棕色和灰色)的“花狗臉”, 植株呈現出生長勢不平衡的現象。在肥土試驗區里, 施下的有機肥料已和土壤融和, 土色發暗, 肥和土難以分家, 植株的生長也正常。很顯然, 兩個試驗處理所表現的這些情況, 則是土肥相融程度高低的土壤對小麥生長發育影響的鮮明對比。因此, 對這些田間試驗所表現的現象和問題進行分析討論, 是有助於我們進一步認識土肥相融與培育肥土的關係的。

二、試驗結果

施用有機肥料不僅直接引起土壤肥力的變化, 而且影響著植株根系和地上部的生長發育。瘦土試驗區耕層土肥融和程度差, 肥料在土壤中呈斑塊狀或層狀分布, 肥和土不融和的特征非常顯明。特別是未溫熟的蘆葦肥料(玉米糞), 難於分解的堅實的外殼對根系的自由伸展起着阻礙作用。在這種土壤中, 小麥根系發育畸形, 並大部集中在肥料層以上, 或環繞著未徹底分解的蘆葦周圍而密集於肥料間隙中。但是, 在肥土試驗區里, 耕層的土肥相融過程快, 肥料與土壤均勻結合形成了“灰臉地”。在這種土壤中, 大量根系可以穿入其中吸取養料, 因而根系不但水平延伸, 同時也向下層發展, 在 25 厘米以下仍能見到大量的須根。

我們曾經沿根系垂直分布相應取樣進行了根量測定, 清楚地看出在不同土肥相融程度的土層內, 根系的分布和數量是不相同的(表 3)。在瘦土試驗地的耕層中, 單位體積內根系少而肥料多; 相反, 肥土試驗區的耕層內, 則根多肥少。

表3 耕層根系和殘存肥料量的比較 (1961年3月31日測定)

試 驗 區	深 度 (厘米)	根系重量(克/100 厘米 ³)		肥料重量(克/100 厘米 ³)	
		0—10	10—20	0—10	10—20
肥 土		0.13	0.05	0.35	0.25
瘦 土		0.08	0.03	0.90	0.15

肥土耕層內不但根系多, 分布面廣, 而且根毛上吸著的細土粒亦多(表 4)。根據我們在緩流速水流中定時沖根, 然後測定根附細土粒的結果, 表明肥土耕層中根系附着細土量最高。此外, 根系與土壤的關係還反映在農民稱為“抱土”的習性方面。在土肥相融好的土層內, 根系抱土多、抱得穩; 而在土肥相融差的土層內, 根系抱土少而不穩。根系抱土性狀的好壞, 正表明土壤肥力的高低對根系擴展的範圍和根量的增減有著相應的關係。

表4 耕层根系状况及吸附细土量的比较 (1961年3月30日测定)

测定项目 试验区	根长(厘米)	次生根(条/株)	根重(克)	根系吸附细土重 [*] (克)
肥土	17.2	18.8	1.9	3.5
瘦土	14.7	6.6	0.6	0.7

* 根系吸附细土重为5株总量比较。其他项目为5株的平均值。

土壤的养分和水分物理特性是构成土壤肥力因素的重要组成部分。土肥相融的程度,直接影响着土壤物理性状和养分的状况。从土壤速效养分的测定表明,以肥土试验区耕层含量最高(表5)。

表5 耕层速效养分变化(ppm)* (1961年3月31日测定)

试验区	取土深度(厘米)	硝态氮	氨态氮	速效磷
肥土	0—10	3.8	3.0	1.8
	10—20	3.5	2.0	4.0
瘦土	0—10	3.0	2.0	3.0
	10—20	3.0	1.5	2.5

* 化验土壤采自根际土壤。

土壤的物理性状,在很大程度上左右着微生物的生命活动及养分的转化。实践证明,有机肥料是改善土壤物理特性的优质原料;但是,如用量和施用方法不当,不但不能把土壤的物理性质改良好,相反,还会对作物带来不良的后果。根据测定结果(表6)看出,瘦土区由于施入品质差的肥

表6 耕层物理性状比较(0—15厘米) (1961年4月17日测定)

项目 试验区	容重(克/厘米 ³)	总孔隙(%)	毛管孔隙(%)	非毛管孔隙(%)
肥土	1.28	51.8	46.2	3.6
瘦土	1.29	54.7	41.3	13.4

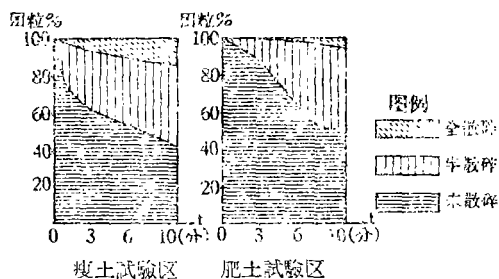


图1 耕层土壤团粒水稳性比较

料多,施肥方法不当,乃至造成耕层过垡,大孔隙增多,对于扎根是不利的,往往在旱风季节里,会产生漏风断根的现象。从测定1—2毫米粒级水稳性团粒的散碎度(П. И. 安德里阿诺夫法)也证明,肥土耕层水稳性团粒占51.2%,瘦土为41.2%。由图1可知,在同一时间内,耕层团粒吸水破散的程度是有差异的,肥土区在一定时间内的团粒散碎度比瘦土低。

从上述这些物理特性的对比分析,完全证实了土肥相融程度高的土壤紧实度、结构、孔隙、持水、供水等性状都能获得改善,这样也能更好地协调固、气、液三相之间的比例关系,从而对加速有机肥料的彻底分解,增强土壤保蓄水分、养分的能力,以及对小麦根系的健壮生长都是非常有利的。

土肥相融程度的差异不仅左右着小麦根系的状况,同时亦直接影响着植株的生长发育。从小麦返青拔节期的田间调查材料表明(表7),肥土区小麦的分蘖为2.1个/株,而瘦土区仅1.9个/株;肥土区的植株鲜重为2.5克/株,而瘦土区只有1.7克/株。根据我们选定代表样区(1平方米)实收量折合小麦亩产的结果,同样表明有悬殊的差别,肥土试验区亩产约445.8斤,瘦土区为245.5斤,几乎低一半。

表7 小麦返青期生态状况

项目 试验区	株高(厘米)	叶片(厘米)		分蘖(个/株)	鲜重(克/株)	每亩头数(万)
		长	宽			
肥土	30.6	18.7	0.8	2.1	2.5	52.59
瘦土	20.7	10.6	0.6	1.9	1.7	48.37

此外,在小麦植株不同部位中速效磷的含量与土壤养分动态、植株生态变化均有一致的规律性(表8)。在土肥相融程度好而肥力水平高的肥土试验区内,小麦地上部速效磷的总含量比瘦土区高。

表8 小麦拔节期地上部速效磷的含量(ppm)*

测定部位 试验区	旗叶	普通叶片	中部茎秆	磷的总含量
肥土	16.0	13.0	13.0	47.0
瘦土	14.0	16.0	11.0	41.0

* 采用土壤养分速测箱规定的方法。

小麦的外部形态,在一定程度上也反映出土壤肥力水平以及土壤供给植物的营养状况,因而表现在叶片颜色、叶片与茎秆构成的角度都各有差异(表9)。在肥土试验区内,小麦的叶片宽大,色深绿,叶片的展开角与下垂角度较大。

表9 小麦拔节期叶片形态比较*

项目 试验区	颜色	展开角(度)	下垂角(度)
肥土	深绿	34.5	118.8
瘦土	黄绿	22.0	65.5

* 叶片的形态角度为5株的平均值,以旗叶下第一片叶的弯曲段与茎秆构成的交角计量。

从上述各项试验结果看来,土肥相融好的试验区,无论在土壤养分含量、植株根系和地上部生长发育等方面,都比土肥相融差的试验区表现好得多。

三、结果讨论

1. 土壤肥力水平的高低,直接影响着土肥融和的过程和程度。肥土试验区土壤的底子厚,蓄墒保肥力强,促进了微生物的旺盛活动,从而有利于有机肥料继续腐烂分解。这不仅加快了土肥融和的速度,而且也利于土壤养分的累积和释放。特别突出的表现在耕层中的根系活动,在土肥相融好的耕层内,小麦根系健壮,须根多,既延横方向发展,更向深层伸长;同时新生的乳白色根毛增

多,具有良好的抱土特性和較牢固吸附細土粒的能力。正由于此,小麦的根系能与土壤紧密的接触,这就更有利于調动土壤中潜在的水分和养分,为植株整体发育打下稳固的基础。同时,由于根系分布均匀,生命活动旺盛,在其新陈代谢过程中根的分泌物以及死亡的根系殘体对促进土肥相融都是有利的。正如馬同义同志所說:看苗是鉴别土壤肥瘦的标准之一,而看根系又是看苗不可分割的一个方面。他的經驗认为,肥土的根肥、白、多、深,能抱土;瘦土的根細弱、黄、少、浅,抱土性差。以上这些都是土肥相融差的瘦土不能相比的。

2. 土壤养分的动态变化与作物生长发育的相关性,更确切地証明了有机肥料分解的速度与土肥相融过程是密切相关的。众所周知,土壤中腐殖质的形成和养分的释放是微生物生命活动的結果。試驗結果表明,肥土試驗区内,耕层中有机肥料分解快,土肥相融程度高,土壤的一系列理化、生物性状获得了改善,因而有助于大量养分的释放和保蓄于土壤中。尤其值得注意的是磷素在植株体内的运轉与作物正常生育的关系問題。前述試驗結果表明,肥土試驗区小麦旗叶中有效磷的含量高于其他叶片;而瘦土区的情况正与此相反,大部分的磷(可溶性)都停滯于普通叶片,而不能很快运送至植株生长发育最需要的頂端。这一現象正說明,根系活动层土肥相融程度高,其营养物质含量亦高,不仅能够及时满足作物各生育期的需要,同时也能在其体内很快的輸送至生长点,借以满足生命活动中所必需的物质。此外,磷素营养在植株体内的差异性,相应地导致了其他营养元素(主要是氮)与体内生理代謝过程間产生协调或不协调的現象。肥土区的小麦高大,茎秆粗壮,叶色深綠;瘦土区的小麦則矮小瘦弱,叶色发黄,对于叶片正常的光合作用的进行、体内的养料制造与循环都是不利的。由此可見,不同肥力水平的土壤,由于土肥相融程度的差异,可以直接对作物整体的生长发育起着积极促进或消极控制的作用。

3. 土肥相融过程的快慢和程度的高低,与肥料的品质(腐熟度和种类)、用量,以及土壤原有地力状况有密切关系。有經驗的农民常說:“瘦土咬粪慢,多下粪不消化”,“塉气大的地吃粪快,粘土比砂土能咬粪”等。这些經驗实际上就反映了有机肥料与土壤融和的快慢和难易程度;也进一步說明了“看土施肥”在培育肥沃土壤中的重要意义。瘦土的底子薄,不咬粪,品质差的粪粪用量高,而深耕細作又未相应地跟上,因此,土和肥不能充分机械混匀,以致造成了耕层“花狗脸”,并且在后期严重的干旱影响下,土壤塉情一直很差(土壤水分低于10%),肥料难以分解,有的甚至仍保持原状,这样土壤中养分的供給与作物需要間的矛盾更加突出,如能及时采取相应措施(灌水、追肥、中耕等),便能加强肥料的后熟作用,为作物的正常生长发育创造有利条件。

从以上試驗結果証明,在培育肥沃土壤过程中,看土、看苗、看肥料进行施肥是很重要的环节。如果只求肥料的施用量而不求质,不但土和肥不能很快充分相融,而且也不能发挥肥料的最大肥效。即便主观愿望要使瘦土变肥土,但实际上是很困难的。

肥料的用量、品质、耕作、灌溉等措施与土肥相融程度而轉变为肥土有着密切的关系。在目前生产水平下,必須具备一定的肥料水平,通过精細的整地和合理灌溉,促使土壤和肥料达到高度土肥相融,才能使瘦土在不长的時間内变成肥土。