

高等学校教学用书

農作学与土壤学原理

下 册

M. Г. 契日夫斯基, M. Г. 阿瓦耶夫
C. A. 日尔济科夫, B. E. 耶果罗夫 著
A. H. 基綏烈夫, M. K. 别洛沙普科
M. И. 格 罗 霍 夫 斯 基

高等教育出版社

本書根據蘇聯國立農業書籍出版社(Государственное издательство сельскохозяйственной литературы)出版的契日夫斯基(М.Г. Чижевский)、阿瓦耶夫(М.Г. Аваев)、日爾濟科夫(С.А. Желтиков)、耶果羅夫(В.Е.Егоров)、基綏烈夫(А.Н. Киселев)、別洛沙普科(М.К. Белошапко)、格羅霍夫斯基(М.И. Гроховский)合著的“農作學與土壤學原理”(Земледелие с основами почвоведения) 1953年版而譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為畜牧學院及畜牧專業的參考書。

本書中譯本分上、下兩冊出版。上冊內容為土壤學原理，下冊內容為農作學。

參加本書的翻譯工作者為東北農學院蘇聯教材翻譯室許耀奎、祝其昌、王寶雲三同志，參加校訂工作的為瀋陽農學院譚世文、賈力更、王力維、陳祖潔、張伯泉等同志。

農作學與土壤學原理

下 冊

М. Г. 契日夫斯基等著 許耀奎等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇五四號)

京華印書局印刷 新華書店總經售

書號466(課414) 開本850×1163^{1/32} 印張13^{11/16} 插頁2 字數346,000

一九五五年十一月北京第一版

一九五五年十一月北京第一次印刷

印數: 1—2,000

定價: (8) 洋2.18

下 册 目 錄

第二篇

第十一章 栽培性良好的土壤的主要特徵・無結構土壤和有結構土壤的水分狀況与养料狀況	181
§ 1. 植物对水分和养料的要求	188
§ 2. 無結構土壤和有結構土壤的水分狀況	188
§ 3. 無結構土壤和有結構土壤的养料狀況	191
§ 4. 無結構土壤、有結構土壤与耕作的關係	194
§ 5. 有效腐植質和土壤团粒結構的穩固性	195
§ 6. 土壤喪失穩固的团粒結構的原因	196
第十二章 雜草及其一般防除法	200
§ 1. 雜草的概念	200
§ 2. 雜草的危害	200
§ 3. 田間雜草的來源	203
§ 4. 雜草的生物学特性	204
§ 5. 雜草的主要生物学類別及其代表	206
§ 6. 雜草对家畜的毒害性	228
§ 7. 防除雜草的一般農業技術原則	230
§ 8. 防除雜草的化学方法	232
§ 9. 防草檢疫	235
§ 10. 田間雜草混雜圖的繪製	236
第十三章 原始農作制的發展	238
§ 1. 生荒農作制	238
§ 2. 熟荒農作制	239

§ 3. 休閒農作制	245
§ 4. 作物輪種農作制	250
第十四章 草田農作制的原理	260
§ 1. 組成草田農作制的基本措施	260
§ 2. 威廉士草田農作制學說中的某些錯誤見解	270
§ 3. 在多年生混合牧草的影響下土壤穩固性團粒結構的形成過程	274
§ 4. 栽培多年生混合牧草的飼用意義	277
§ 5. 栽培一年生飼用牧草不能建立穩固的土壤團粒結構的原因	279
§ 6. 多年生牧草早期收割的農業技術意義和飼用意義	280
第十五章 作物草田輪作的農業技術原理	284
§ 1. 作物草田輪作中的多年生混合牧草	285
§ 2. 多年生牧草的播種法	288
§ 3. 作物輪作中牧草地的管理法	291
§ 4. 牧草地翻耕的時間和方法	297
§ 5. 作物草田輪作中作物輪換的次序	298
§ 6. 作物草田輪作中的輪換法	305
第十六章 飼料草田輪作的農業技術原理	310
§ 1. 青飼料地	310
§ 2. 飼料草田輪作中的一年生作物的類別	314
§ 3. 飼料草田輪作中的多年生混合牧草	316
§ 4. 草地混合牧草的草地管理及其利用	326
§ 5. 草地時期在清除田間雜草和土壤消毒方面的意義	329
§ 6. 作物時期作物輪換次序	331
§ 7. 飼料草田輪作中作物輪換的實例	333
第十七章 用普通犁的土壤耕作制度和複式犁的精耕	338
§ 1. 土壤耕作的任務與方法	338
§ 2. 全翻壟	339
§ 3. 半翻壟	344
§ 4. 應用鑿土犁的土壤耕作	345

§ 5. 中型犁的土壤耕作	347
§ 6. 生草土的粗耕和鬆土犁的犁耕	347
§ 7. 栽培性良好(有結構)的土壤耕作層的技術特性	348
§ 8. 双犁犁耕制度	349
§ 9. 複式犁耕	350
§ 10. 旋轉犁的土壤耕作	353
§ 11. 特用犁的土壤耕作	354
第十八章 土壤基本耕作(秋耕)制	356
§ 1. 耨地粗耕	356
§ 2. 秋耕	363
§ 3. 加深耕作層	373
第十九章 播种前的土壤耕作制	377
§ 1. 春季作物播种前的土壤耕作	377
§ 2. 秋耕休閒地的耕作制	384
§ 3. 春耕休閒地	391
§ 4. 半休閒地	393
第二十章 播种後的土壤耕作、覆盖和積雪	399
§ 1. 播种後的土壤耕作	399
§ 2. 覆盖	407
§ 3. 積雪	408
第二十一章 土壤肥力的化学条件及其調節	411
§ 1. 土壤酸度增加的原因	412
§ 2. 土壤的石灰施用	418
§ 3. 防止土壤鹼性反应	423
第二十二章 有机肥料	426
§ 1. 廐肥	427
§ 2. 泥炭及其利用	446
§ 3. 綠肥	450

第二十三章 礦物質肥料	455
§ 1. 氮肥	456
§ 2. 磷肥	467
§ 3. 鉀肥	484
§ 4. 含硼、錳和銅的肥料	490
第二十四章 草田輪作中的作物施肥制度	494
§ 1. 施肥制的任務	494
§ 2. 輪作中的施肥制	496
第二十五章 防護林系統	520
§ 1. 森林對土壤水分狀況的影響	521
§ 2. 森林的防風作用	524
§ 3. 森林的保土作用	524
§ 4. 草原地區和森林草原地區的護田林帶	526
§ 5. 護田林帶的配置	530
§ 6. 護田林帶的播種和種植方法及其撫育	532
§ 7. 固沙和沙荒造林	534
第二十六章 蘇聯各個地區的草田農作制的特點	536
§ 1. 非黑鈣土地帶	536
§ 2. 森林草原地區和草原地區	551
§ 3. 灌溉地區	586
參考文獻	593
俄華名詞對照表	599

第二篇 農作學

第十一章 栽培性良好的土壤的主要特徵・無結構土壤和有結構土壤的水分狀況與養料狀況

在我們蘇維埃國家裏，集體農莊制度已經保證了社會主義農業的高速度發展。以新的機械技術裝備起來的集體農莊、機器拖拉機站和國營農場，完全有可能應用農業的科學成就和畜牧業的科學成就，廣泛地運用先進經驗以及在这个基礎上不斷地提高農作物的產量、發展公共畜牧業和增加農業總產量和商品產量。

馬林科夫同志在第十九次黨代表大會上所作的蘇聯共產黨（布）中央委員會的工作總結報告中指出：“現在，戰前播種面積的水平既已恢復並且超過，增加農業產品的唯一正確路線就是用各種可能的方法進一步提高產量。提高產量是農業的主要任務。為了順利地完成這個任務，那就必須提高田間工作的質量，縮短田間工作的期限，改善對拖拉機和其他農業機器的使用，完成農業中主要工作的機械化，保證迅速在集體農莊和國營農場中實施多年生牧草輪作制，改善種子的種植，在各處實施正確的耕作制度，增加肥料和擴大灌溉地的面積。必須加強機器拖拉機站在集體農莊中的組織作用，提高機器拖拉機站對於完成農作物產量和總產量的計劃以及對於發展畜牧業的責任”^①。

蘇維埃農業是以偉大的俄羅斯科學家威廉士所確定的基本原

^① 馬林科夫：在第十九次黨代表大會上關於聯共（布）中央工作的總結報告，第48—49頁，人民出版社出版，1952年。譯文略有更動。

理——假使我們掌握了農作物生長和發育的外界條件的整個綜合體，作物產量是可以無限制地增加的——為基礎的。溫度和光照的變異以及當地的風的情況、空氣與土壤的濕度、土壤中生物學上各種重要元素的比例、土壤溶液的反應、田間雜草混雜的程度、害蟲和真菌病的發生情況以及構成植物有機體發育環境的其他條件，都能影響植物的產量和產品質量。

在植物生活的外界條件的綜合體中，起重要作用的是土壤環境。土壤應該符合所栽培的作物的要求。在我們蘇維埃社會主義國家內，土地為國家所有，亦即為全民的財產，因此就有一切的可能進行正確的土壤耕作和不斷提高土壤的肥力。

在社會主義制度的條件下，土壤與其他的農業生產資料不同，它是不可缺少的和無期限的生產資料。正確地進行土壤耕作、使土壤保持栽培性良好的狀態並經常加以改良，這就是國營農場、機器拖拉機站和集體農莊的最重要的任務。

保證高產而穩定的產量的栽培性良好的土壤，究竟具有怎樣的重要特徵呢？以多庫查耶夫、科斯多切夫和威廉士為主的俄羅斯科學家的許多研究，確定了栽培性良好的土壤具有下列的重要特徵：1) 含有大量的和穩定的水分；2) 具有綠色植物所必需的可給態養料；3) 栽培植物在各個發育階段中所需的水分和可給態養料的同時具備；4) 沒有雜草；5) 沒有害蟲；6) 呈栽培植物所需的近於中性的反應（大多數栽培植物需要微酸性反應）；7) 在土壤中沒有能引起許多最重要的作物（亞麻、棉花、向日葵和甘藍等）的地力衰竭現象的真菌。

為了充分地利用土壤環境的和空氣環境的有利條件，必須創造和栽培優良的作物品種。

要創造豐產的作物品種，必須具備能揭露植物和動物生長和發育的規律性的唯物論的米丘林生物學知識。社會主義農業、集體農莊及國營農場的制度產生了原則上是新的、自己的、米丘林式的蘇維埃生物

科学,这种生物学即農業生物学,是在与農業实践密切結合之中發展起來的。

苏維埃農業生物学的基礎,是由米丘林和威廉士奠定的。他們總結並發展了前代所積累起來的一切最有價值的科学成就和实际經驗。他們用自己的著作,在認識植物和土壤的本性及農作問題方面,提供了無數原則上嶄新的貢獻^①。

為了獲得高額而穩定的農作物產量,在綜合的外界條件中,必須不斷地使植物獲得在其各個發育階段中所需的最高量的水分和養料。土壤是綠色植物、水和養料之間的介質。綠色植物祇有通過土壤才能獲得水分。一切生物學上重要的營養元素,除碳酸氣和豆科植物所需的氮以外,作物同樣也祇能從土壤中去吸收。

§ 1. 植物對水分和養料的要求

農作物對水分和養料的要求,須視植物的種和品種以及它們的發育條件來決定。從下表中可看出,植物在產生一個單位重量的乾物質時所消耗的水分單位重量數的變化情形^②。

植 物	水分單位數	植 物	水分單位數
小麥.....	1530—235	豌豆.....	1658—235
黑麥.....	724—377	洋蕪菁油菜.....	912—337
大麥.....	676—258	芥菜.....	1658—269
燕麥.....	665—401	亞麻.....	1098—787
黍.....	447—275	馬鈴薯.....	448—281
蕎麥.....	646—371	甜菜.....	2083—227
玉蜀黍.....	369—233	苜蓿.....	1354—520

“上述的巨大差異的原因,是在於任何一個因素只有在完全保証植

① 李森科院士著:論生物學界現狀。

② 威廉士院士著:農作學原理,第35頁,國立農業書籍出版社,1939年。

物具有一切其他的因素時，才能發揮其最大的实效”^①。

假使土壤所含的栽培植物的養料不足時，植物為了產生一個單位重量的乾物質所消耗的水分，就要多些。

光的不足能增加植物在合成有機物質時所需水分的消耗量。

根據植物對於土壤含水量的需要，可把植物劃分為下列各類^②。

各類植物的一般特性	對土壤含水量的要求(佔土壤最大容水量的百分率)
1. 早熟的飼用禾本科大田作物·····	10--20
2. 南方、北方和山地的春季穀類作物·····	20--30
3. 中緯度地帶的冬季的和春季的穀類作物·····	30--40
4. 商品性的穀類作物(主要是春季穀類作物)·····	40--50
5. 豆穀類作物·····	50--60
6. 工藝作物和塊根作物·····	60--70
7. 大田中的禾本科的和豆科的多年生牧草·····	70--80
8. 播種的禾本科的和豆科的草地牧草·····	80--90
9. 天然草地的牧草·····	90--100

我們有必要闡明決定各種植物需水量差異的原因。影響植物對水分需要量的最重要的原因，就是植物發育各個臨界時期的長短。

在植物發育過程中，可分為四個時期：發芽時期、分蘗時期、開花時期和成熟時期。

從伏里尼的春黑麥和春小麥的盆栽試驗的結果中，可看出植物在不同的發育時期中予以不同量的水分所發生的作用，其材料如下^③。

下表的數字指出植物在分蘗時期，需要大量的水分，此時正形成新的嫩莖和葉子。分蘗時期的長短，是把植物劃分為上述九類的主要因素。

前兩類植物的生長期很短，其分蘗時期亦短促。第三類包括分蘗

① 威廉士院士著：農作學原理，第35頁，國立農業書籍出版社，1939年。

② 同上，第40頁。

③ 同上，第41頁。

土 壤 濕 度 (佔土壤最大含水量的百分率)			產 量 (分克)		
			春 黑 麥	春 小 麥	
發 芽 時 期	分 蘗 時 期	灌 漿 時 期	乾 物 質	穀 粒	葉 稈
20	60	20	329	52	105
20	20	60	164	25	63
20	60	60	378	92	186
60	20	60	185	14	110
60	60	20	338	75	155
60	20	20	134	23	102

期很短的春季植物和秋季分蘗的冬黑麥。第四類包括春小麥、分蘗極為明顯的二稜大麥以及多半在春季分蘗的冬小麥。第五類為豆菽類植物，這一類的營養器官具有長久的發育時期。第六類包括需水很多的工藝作物和塊根作物；塊根作物為二年生植物，在第一年祇能通過前兩個發育時期，同時第二個發育時期能延長四個月之久。第七、八、九類包括多年生的播種牧草和天然牧草——豆科的和禾本科的。它們的分蘗時期自開花時開始，繼續至秋霜為止。植物對水分的需要量，決定於植物生長期的長短和總葉面積的大小。生長期愈長，植物需要水分愈多。植株密和出葉多的植物（飼用植物、纖維植物、油料植物和豆科植物）需要多量的水分。

一年生飼用植物在開花末期以前，對水分的需要量不斷地增加。開花以後，由於葉子的枯萎，對水分的需要量迅速下降。

多年生飼用植物的需水量不斷增加，直至收割時為止。多年生禾本科植物和豆科植物在收割後則加強分蘗，葉面也隨之擴大，這樣就使得植物消耗大量水分。因此多年生牧草要求土壤從早春至深秋不斷地供應水分。

農作物需要養料的情況與它們需要水分的情況一樣。例如，早熟飼用禾本科大田作物對水分和養料的需要量均不大。纖維作物（棉花、

大麻、亞麻)對水分和養料的要求很高。草地牧草需要大量的水分和養料。

各種作物對土壤中生物學上重要的各種元素有不同比例的要求。例如，葉菜類作物(甘藍等)需要大量的氮，塊根類作物和塊莖類作物需要鉀，穀類作物則需要磷。土壤中氮素過多能降低穀類作物的產量：莖稈多而出穀少。

在非灌溉耕作的情况下，降水(雨和雪)是土壤水分的來源。此外，在灌溉耕作的条件下，灌溉水也是土壤水分的來源。在進行土壤耕作時，必須創造使雨水和灌溉水(於灌溉情況下)完全透入土壤並使之長期蓄積起來的条件，以保證植物在發育期間能不斷地得到需要量的水分。

土壤植物養料的來源有二：1)天然蓄積於土壤中的養料，這種養料是在土壤形成過程的某一個階段積聚起來的；2)人工施於土壤中的有機肥料和礦物質肥料。

應該在土壤中創造這樣的条件，即土壤必須在植物整個發育期間，兼有作物所需量的水分和可給態養料。

正如威廉士所指出，土壤肥力的這個極其重要的条件，是依靠土壤的穩固的團粒結構來調節的。

土壤可分為兩種：1)單粒結構的土壤或稱為無結構的(散碎的、肥力耗盡的、密結的)土壤；2)團粒結構的土壤即有結構的土壤。

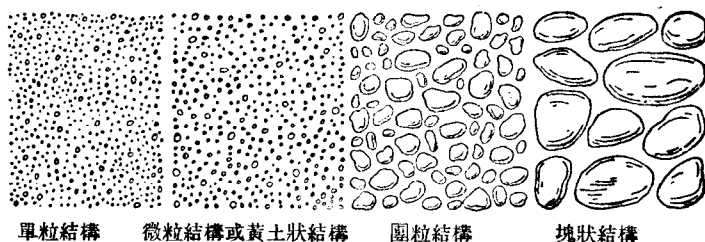


圖 20. 各種不同類型的土壤結構圖(引自威廉士的著作)。

在無結構的土壤中，各機械成分彼此緊密相聚，或集成微粒（直徑在 0.25 毫米以下），而形成全部貫穿着毛細管空隙的緊密毛管體。

屬於無結構土壤的有：黑鈣土的柱狀鹼土、栗鈣土、棕鈣土、栗鈣土的柱狀鹼土、棕鈣土的柱狀鹼土、灰鈣土、鹽土。

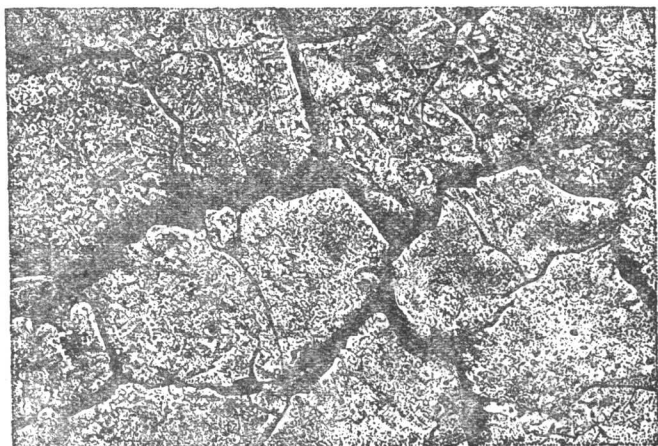


圖 21. 無結構的土壤。俯瞰圖，自然大小。（威廉士土壤農學博物館）。

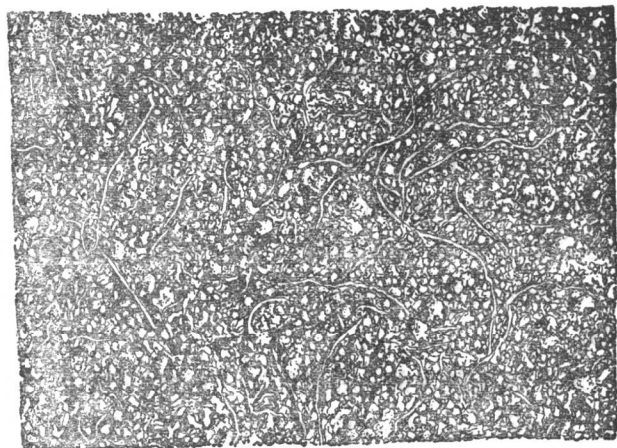


圖 22. 有結構的黑鈣土。团粒为自然大小（沃龍涅什省的石头草原）。

在有結構的土壤中，機械成分結合成穩固性的，即在水中不分散的直徑為 1—10 毫米的團粒。有結構的土壤在團粒之間存在着大的非毛細管空隙，在團粒中則為毛細管空隙；各團粒接連處的毛細管，要比團粒內的毛細管空隙大。在團粒內除毛細管空隙外，也可能有比較大的空隙（管穴或蜂巢穴）。有結構的土壤的團粒富有腐植質。

屬於有結構土壤的有：未開墾的肥沃黑鈣土和普通黑鈣土、粒狀水泛地的草地土、混播多年生疏叢類禾本科植物和豆科植物的丰收地的土壤以及其他土壤。

§ 2. 無結構土壤和有結構土壤的水分狀況

我們來研究一下無結構土壤和有結構土壤與水分的關係。無結構土壤的水分狀況，決定於該土壤的毛細管特性。在這種土壤中的毛細管水，是依照毛細管規律而移動的。落於無結構土壤表面的雨水或灌溉水，由於表層和下層土壤具有不同的濕度而沿毛細管空隙滲入土中。由於濕勢差（濕張差）的作用，水始終是從濕潤的土層向較乾的土層移動。

向下流的毛細管水將逐漸緩慢地移動。向下流的毛細管水流速度的遞減定律，在自然條件下非常明顯。例如，在池塘和湖泊中的水，其所以不能滲入土中，祇是因為這種土壤是毛細管的密集体。在這種土壤中，毛細管水的移動速度逐漸緩慢下來，因此，在稍深的地方向下流的毛細管水的移動實際上是停止了。

在無結構的黏土中，具有非常細的毛細管空隙，其向下的水流移動得很慢，停止也很慢。因此，水在黏土中，於 2 個月左右的時間內可滲至 2 米的深處。

粉砂土（壤土）具有較大的毛細管空隙。在這種土壤中，向下的水流的速度很大，但停止也較快。粉砂土在短期內就可濕潤，但濕潤的深度較小。

在無結構土壤的表面，甚至在下雨不大的情況下，也能形成一層地上水(坡流水)，順着地勢流向谷地、河流、湖泊和海洋。

根據威廉士的材料，滲透入無結構土壤中的雨水量，平均不超過總數的30%，70%左右的雨水沿土表的斜坡而流失。

讓我們來看一下，究竟有多少春季雪水被無結構土壤所吸收。為了說明這個問題，必須確定春季融雪前無結構土壤表層的溫度條件。無結構土壤的表層，在融雪以前，具有最大的溫度。所有的毛細管空隙充滿了水，達完全飽和的狀態。這裏所積聚的水分係來自秋季的降水，以及在冬季時，來自從下面未凍結土層向上面已凍結的土層自然蒸發的水汽，這種汽態水蒸發至上層先轉變為液體，以後呈固體狀態(冰結晶体)。因此無結構土壤在早春是不透水也不通氣的。所以在沒有進行秋耕的情況下，或者在進行基本耕作後由於秋雨的影響而使土壤黏閉的情況下，春季的雪水就不能透入無結構土壤的內部。

假使當地的降水量一半為雪，一半為雨，則在這種情況下，無結構土壤僅吸收年降水量的15%。

沿無結構土壤表面流失的雪水和雨水，給農業帶來很大的害處：它洗刷耕作層並沖刷土壤，形成谷地，使廣大的肥沃土壤變成不適於耕作的土壤。

無結構土壤中的水分，不僅含量少，而且不穩定，即貯藏的時間很短。無結構土壤在陽光照射和風吹的影響下，其表層一旦變乾時，向下移動的毛細管水即改變為向上移動的毛細管水。在這種向上流的毛細管水中，包括早先就積貯於土壤中的水分，由於土表水分不斷的蒸發，故向上的水流速度不會減低。向上的水流之速度，或為等速的，或為加速的，視當地的氣候條件(溫度和風等)而定。威廉士指出，在伏爾加河東岸，無結構土壤在旱風的影響下，在一兩天內能將春季所貯蓄的水分完全蒸發掉。

無結構土壤上作物產量的高低，決定於土壤水分的有無保障。在我

國佔優勢的非灌溉農作的條件下，這種水決定於春夏季的降雨頻度，即決定於我們尚不能控制的田間自然因素。正因為春季和夏季的雨水不是均勻地間隔一定的（短）時間而下降，因此特別在乾旱地區，低的產量是無結構土壤不可避免的伴隨現象。

無結構土壤在進行灌溉時，每單位面積所需的水分較有結構土壤為多。此外，無結構的黑鈣土、栗鈣土和棕鈣土進行灌溉，可能增強它們鹼化的程度並形成柱狀鹼土，這樣就會引起作物產量的降低。草原地區無結構土壤（灰鈣土）進行灌溉，常常使它們發生次級鹽漬化，發生次級鹽漬化後不進行土壤改良（脫鹼），要栽培作物（棉花等）完全是不可能的。在我國南部和東南部進行土壤耕作和作物栽培時，必須考慮到這一點。上述土壤在灌溉條件下，需要正確地進行耕作。

有結構土壤的水分狀況與無結構土壤的水分狀況相比較，完全是另外一種情況。有結構的土壤能讓全部雨水、雪水和灌溉水滲入。依據重力定律和靜水壓力定律，水以液滴狀態（重力水）沿團粒之間非毛細管的大空隙進入有結構土壤中。在有結構土壤中，水的移動由於團粒間的曲折的道路、摩擦力和黏着力、地勢的不同及其他因素，發生某些變化。正如觀察到的情況一樣，沒有一滴水會從有結構土壤的表面流失。

滲入有結構土壤中的水分，先則分佈於上層團粒的毛細管空隙中。等到每一個團粒完全為水所飽和，多餘的水在心土層的表面或無結構的成土母質的表面上流動。這種水充滿了心土層中的毛細管空隙或成土母質（在未開墾的土壤中）中的毛細管空隙。這種水滲入母質隙縫中，補充到沿底冰積物移動的地下水層中去。多餘的液滴態水在土壤中的有結構土層和無結構土層之間流動，形成土壤水層。若地勢平緩，土壤水流得非常緩慢，因為它在流動時遇到‘土層的阻力’。

有結構土壤的水分蒸發，僅限於直接與大氣接觸的很薄的上層。在有結構土壤中，耕作層和心土層之間，沒有相互緊密接合的毛細管空

隙。相反地，心土層的毛細管空隙被团粒結構的耕作層的非毛細管空隙所隔斷。耕作層的各个团粒也不是整个表面都彼此相互接觸，而僅是小部分在个别地方相接觸。有結構土壤中毛細管空隙和非毛細管空隙在这样的分佈情況下，完全不可能有越过这样厚的土層的整体向上的水流。有結構的土壤從來也不会乾得很深，根据威廉士的材料，从有結構的土壤中蒸發掉的水量佔年降水量的 15% 左右，而 85% 左右的水長期保持在土壤中，並且是位於植物根系所分佈的土層中，因此，能完全为植物根系所吸收。位於有結構土壤的上部的团粒結構層，起着保護的作用，防止土壤中的水分直接蒸發於大气中。

多年的農作經驗証明，在有結構的土壤中，沒有一次不是丰產的。有結構土壤長期地將秋季雪水和冬季雪水保存起來，不断地保証作物得到所需的水分。

§ 3. 無結構土壤和有結構土壤的养料狀況

現在我們來研究一下，無結構土壤和有結構土壤对植物养料的關係。無結構土壤的养料狀況是由它的水分狀況來決定的。早春，在無結構土壤中的所有毛細管空隙充滿了水分。这种狀況称为土壤的第一次最大濕度。無結構土壤在春天具有最大的濕度時以及在毛細管水向上流的情況下，其中就沒有容納空气的地方。沒有游离氧，这种能分解土壤中已死的有机物質而为作物製造可給态养料——氧化态無机鹽類的好气性細菌，就不能生活。

在土壤中缺乏氧气時，嫌气性細菌就發展起來。它們使可給态的植物养料轉變为不可給的状态(亞氧化合物、还原态的化合物)。由於嫌气性的作用，使一部分已死的有机物質保留下來，並在土中積聚腐植質。

早春，無結構土壤含水最高時，植物可給态养料却最少。這時所貯藏的水分，对植物並無好处，反而使它們受害，在許多地區(非黑鈣土地