

# 耕作學原理

傅子禎譯

馮兆林校

---

華北農業科學研究所編譯委員會主編

中華書局出版

中國科學院植物研究所植物園

Hortus Botanicus Pekingensis

Institutum Botanicum, Academia Sinica

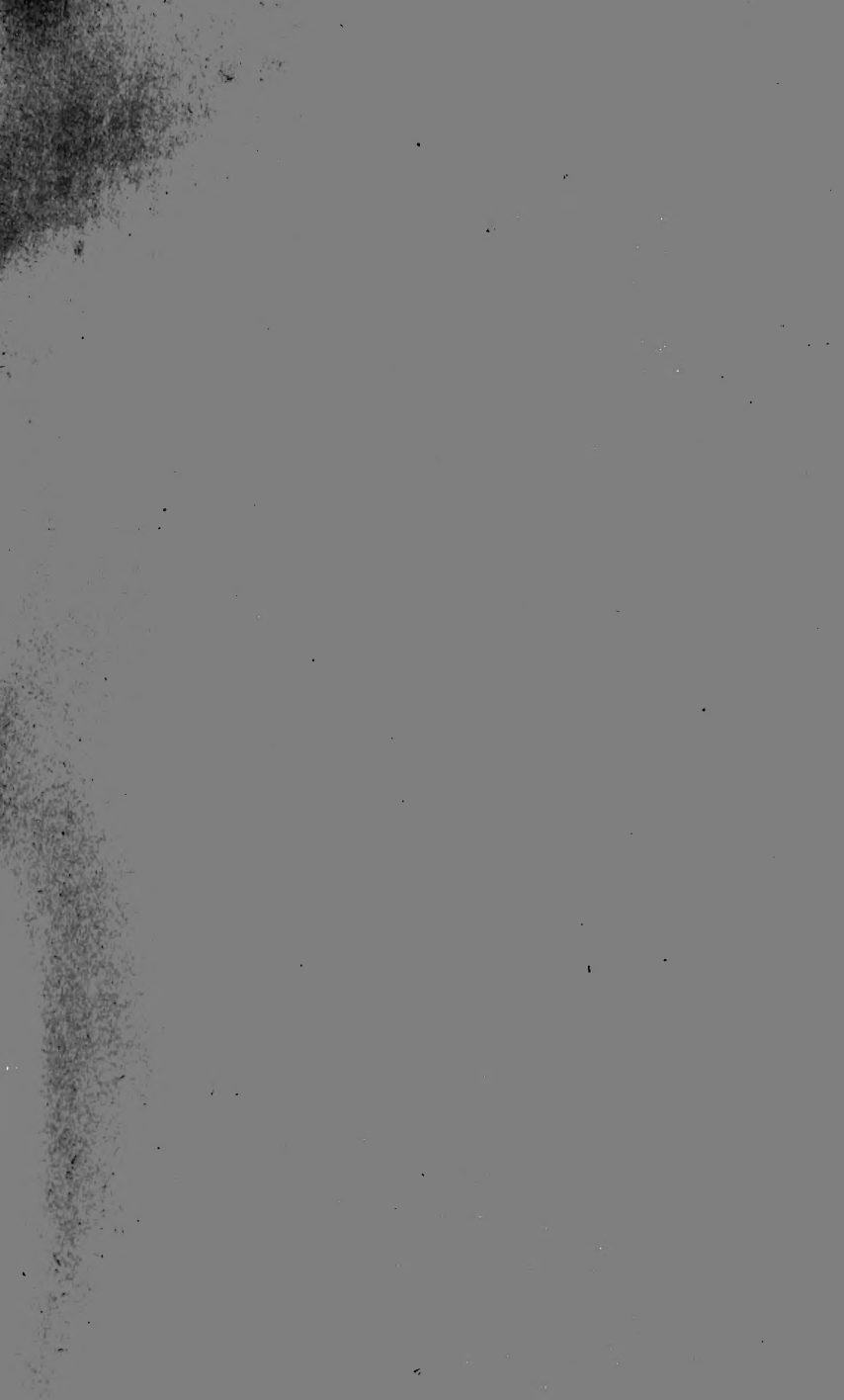
附

作

學

原

重



## 本書內容提要

威廉士是蘇聯的著名農業科學家。他將農業科學，尤其是土壤學，和馬列主義結合起來，推進到一個新的階段。本書是他的重要代表著作之一，在農業科學上佔有重要的地位。全書十二章，對於土壤肥力、土壤耕作、田地輪作和化學肥料等方面，都有深切而獨到的研究。書前並由譯者加入李森科所著評論威廉士學說的論文作代序，更有重要的意義。可作農學院教本及專門研究參考之用。

# 耕作學原理

原著者 B. P. Вильямс

譯者 傅子積

校訂者 馮兆林

華北農業科學研究所編譯委員會主編

中華書局出版

中科院植物所圖書館



S0022613

———— \* 版權所有 \* ————

## 耕作學原理

◎定價人民幣一萬六千元

譯者：傅子禎

原書名 Основы земледелия

原作者 В. Р. Вильямс

原書出版處 Огиз Сельхозгиз

原書出版年份 1948年第6版

出版者：中華書局股份有限公司

北京東總布胡同五七號

印刷者：中華書局上海印刷廠

上海澳門路四七七號

總經售：新華書店

分類：農業技術

編號：26007

53.4，滙型，122頁，177千字；787×1092，1/25開，9—19/25印張


1955年1月3版上海第一次印刷

印數〔滙〕8,301—10,300

(上海市書刊出版業營業許可證出零二六號)

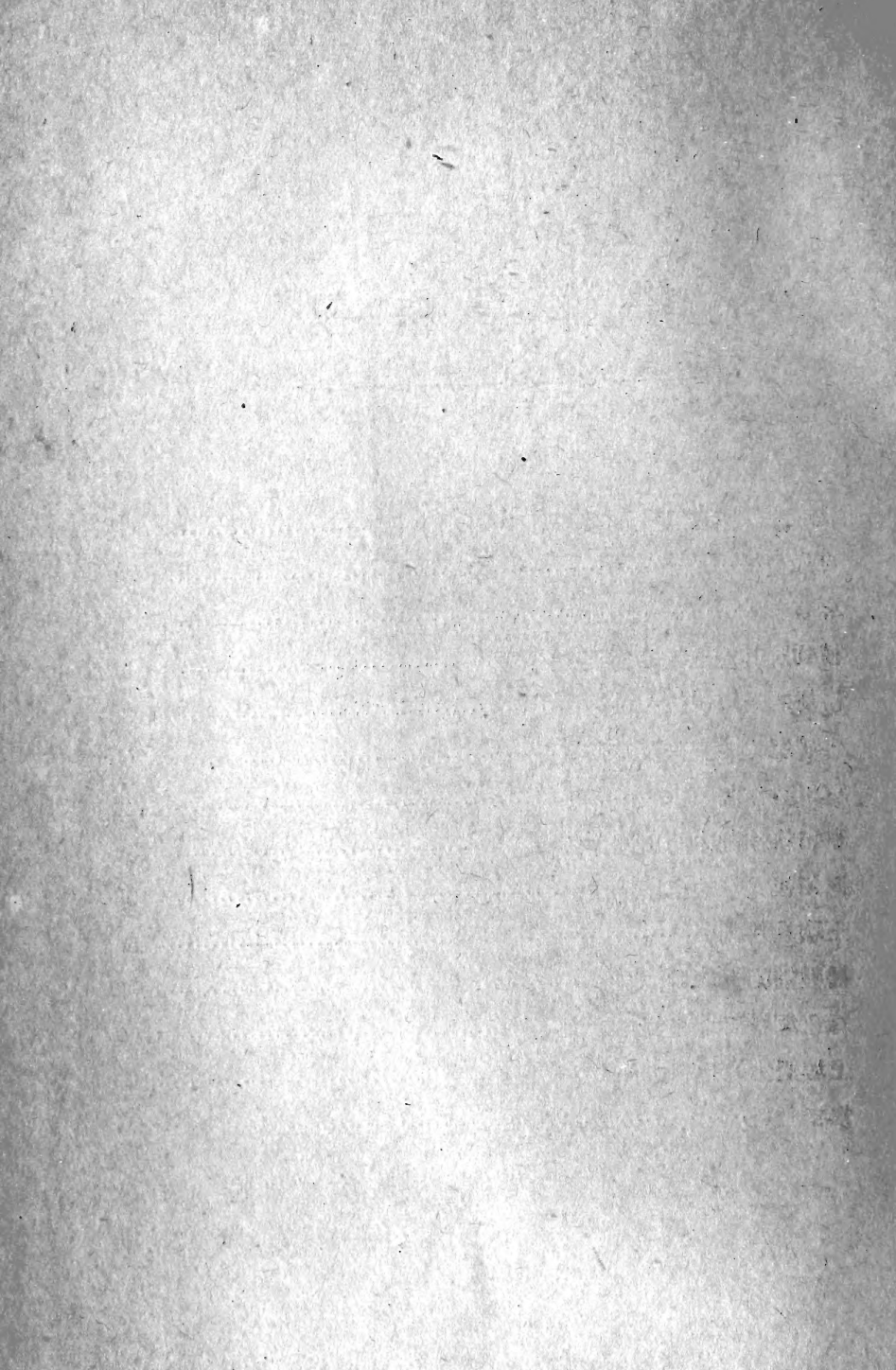
# 耕作學原理

---



## 目次

代序——論威廉士的農學理論(李森科作).....	5
自序.....	33
導言.....	37
植物及其對土壤的需要.....	55
精耕的土壤.....	80
土壤肥力的喪失及其恢復.....	99
草田耕作制.....	124
草田耕作制中的田間作物輪作.....	134
應用複式犁的土壤耕作.....	156
土壤秋耕制.....	166
播種前的土壤耕作制.....	179
綠色飼料田地和飼料輪作.....	196
土壤肥力的化學條件.....	215
無機肥料.....	230





# 代 序

## 論威廉士的農學理論

李 森 科

(發表於 1950 年 7 月 15 日真理報)

集體農莊制度是以公共所有制和集體勞動為基礎的，這種制度造成了農業生產中有組織和有計劃地應用科學和最新技術的新成就之無限可能性。

今天，農業已經以現代的技術裝備起來了，今後更迅速提高單位面積產量和提高農業勞動生產率的必要條件業已具備；這時候，在進一步發展先進的農業科學的事業中，以及在國營農場、集體農莊生產上實行針對着全面增加農作物總產量而製定的最完善方法和措施的事業中，科學研究機關、科學家和農學家的地位和責任特別提高了。

在進一步創造地發展農業科學以及正確地應用科學成就和先進農業經驗的條件下，上述的任務能夠順利地解決。

我們蘇維埃科學不應當停留在既得的成就上。它必須把理論當作行動指導，不斷地豐富理論，適時和堅決地捨棄一切不正確和陳腐的東西，並且不斷地用經驗來充實自己，在密切地聯繫實踐中向前推進。

特別是在實現改造蘇聯歐洲部份草原地區和森林草原地區自然界的偉大斯大林計劃的事業中，威廉士學說的創造性運用，對於給予集體農莊和國營農場以更有效的幫助來說，是具有極大的意義的。

威廉士研究出了進步的土壤形成學說，研究出了關於運用在輪作中加入多年生豆科牧草和禾本科牧草的方法來恢復土壤結構的理論，提高了牧草栽培的作用，把牧草栽培認為是建立和保持土壤肥力條件以及保證供應動物飼養業以穩定的飼料基地的一種極重要的方法；他

並且研究出了正確的土壤耕作制，因而給予農業科學以極重大的貢獻。

威廉士批判地運用了多顧查耶夫和郭斯隊切夫的科學成就，並且以這些成就為基礎，建立了一個農學理論，即土壤肥力的創造和恢復的理論。

根據威廉士的學說，小團粒狀的穩定的土壤結構是土壤肥力的基礎。土壤結構性是多年生牧草的根所創造的。小團粒的穩定性，或腐殖質對小團粒的膠結作用，是由於土壤中發生的兩種相互聯系的、絕對相互對立的微生物學過程所造成的；這兩個過程就是：好氣分解過程（在有充分的空氣氧氣時發生的）和厭氣分解過程（在缺乏空氣氧氣時發生的）。

威廉士關於土壤形成、關於土壤肥力條件的發展、關於自然界中各種物質的循環等等的理論，清楚地指出：當植物、動物和微生物之生活活動不論在自然界的天然條件下和在農業實踐中的植物栽培條件下有了適當的配合時，土壤肥力不但不會耗竭，反而會增加起來。根據威廉士的學說，只有獲得農作物高額產量的途徑，才是越來越改良土壤肥力條件的途徑。

威廉士的理論以土壤發育原理為出發點。土壤是從岩石風化崩解物（母質）發展起來的。但是土壤已經不是岩石風化崩解物，已經不是對農作物毫無用處的岩石了。土壤的基本特性就是它的肥力，這一點乃是土壤與對農作物毫無用處的岩石風化崩解物的區別。所謂肥力，是指土壤中要同時存在着水分和能被吸收的營養物質。這些水分和營養物質是植物的生長和發育所必需的，就是說，是構成植物有機物質時所必需的。

這樣看來，土壤是與岩石崩解物（母質）在性質上不同的一種自然物體（它是從崩解物且在其上發展和形成起來的）。

土壤形成（即崩解物在自然條件下變成土壤的過程）的基本因素，就是許許多多複雜的物理化學過程以及植物、動物和微生物的生活活動過程。

只有因為各種不同的相互演替的植物種之生活活動以及動物和微生物之生活活動，植物營養元素才能被入土很深的根從下層土壤和母質中集中到上層土壤中來。

集中到上層土壤來的灰分營養元素，是被植物根從下層土壤和母質中吸取而來的，而氮素養料却是被微生物從空氣中攝取氮氣而集中起來的。

農業科學工作者如果以創造的態度來運用威廉士關於土壤形成的理論、關於土壤肥力條件的發展過程和破壞過程的理論，就能够研究出一些措施來；由於土壤中所發生的各種生物學過程，由於植物和微生物的生活活動，這些措施會增長肥力條件，會把不大肥沃的土壤以及甚至毫無用處的土壤變成肥沃的土壤。威廉士的理論具有真正的意義，因為它指出：何種的生物學過程和物理化學過程會改良土壤肥力條件，而何種過程會使這些條件變劣。

正因為如此，所以我們有完全的權利可以說：威廉士關於土壤及其肥力發展的定律的學說，乃是農業中控制土壤肥力本性的理論基礎。

### 威廉士草田耕作制學說中的幾個錯誤見解

威廉士以自己的進步的土壤形成學說和土壤肥力條件的創造和破壞的學說為根據，研究出並且提出了草田耕作制。

在敘述草田耕作制之積極的進步的理論基礎時，也應當指出：在威廉士的草田耕作制學說中存在着一些錯誤見解，為了科學和實踐的利益，必須對這些錯誤見解加以批判。

我們應當強調指出：不可以把威廉士關於土壤和關於土壤肥力生物學基礎的農學理論，與他所提出的作為農業技術措施計劃的耕作制，看作同一的東西。

草田耕作制，其中包括作物間隔栽培制（或叫輪作制）、土壤耕作制、施肥制、森林和護田林帶的種植等，是耕作學中的一種措施制度。

用關於土壤形成和土壤肥力條件的創造之同一種理論基礎為根據，不但可以而且極端必須為各種不同的條件，研究出各種不同的關於創造小團粒的穩定的土壤結構的農業技術方法，研究出各種不同的土壤耕作制和不同的施肥制；這一點是很容易瞭解的。

我國各地的天然經濟條件是多種多樣的，因此，各地區的農業部門也是多種多樣的；正因為如此，所以在農業生產中到處都應用同一個固定不變的農學措施計劃，是絕對不可能的。

因此，當我們這些措施計劃應用到集體農莊和國營農場實踐上時，必須對他們採取創造的和批判的態度。

這一切都似乎是很容易明白的；只要很多科學工作者和農學家不再把威廉士理論和他所研究出的耕作學中的實際措施計劃，看作同一的東西就行了。正是這一點阻礙了威廉士學說的發展，阻礙了集體農莊和國營農場實際運用這個學說時所採用的農業技術措施的改善。

結果便發生了下列的情況：這些科學工作者和農學家以及農業機關工作者們，不在研究農業技術措施方法時遵循正確的威廉士理論，却堅持到處一成不變地應用他的草田耕作制，就是說，固執地應用威廉士所製定的那種形式的草田耕作制。

顯然的，不可以把這一措施方法毫不加以變通地應用到各地方去，而不顧到氣候條件和土壤條件，不顧到國家的農業計劃任務。這樣的行動不但阻礙科學的發展，而且可能成為實踐的障礙。

威廉士所提出的實際措施方法中的一個主要錯誤，就是他對栽培冬性穀類作物的否定態度。他當時曾經不正確地斷定：不論國內各地區氣候條件如何，冬性穀類作物是農業中技術不完善的證據，是農業自發性的證據；又說冬性穀類作物的單位面積產量是有限的。

威廉士在他於 1927 年發表的「普通耕作學及土壤學原理」一書中寫道：「此外，不應當忘記：冬性穀類作物在輪作中的存在，乃是農業上技術不完善的標誌，它們的存在是農業自發性的結果和表現；冬性穀類作物常常是由於惰性而在輪作中保存下來的，它們的存在並沒有充分的、邏輯的和經濟的根據。」（第 443 頁）

威廉士對栽培冬性穀類作物的否定態度，就科學和實踐的觀點來看，是不正確的；這一點是植物栽培家知道得很清楚的。然而，這個錯誤見解却常常被當作輪作計劃的基礎；這樣一來，根據這類輪作計劃，冬性穀類作物播種面積可能被縮減了。

把這樣的輪作制拿到集體農莊和國營農場中去採用，會造成冬小麥和黑麥總產量的降低，會使國家和集體農莊受到損失。製定輪作計劃時的這種錯誤見解，實際上妨礙了田間牧草栽培的實施，並且因而妨礙了正確輪作制的採用；正確的輪作制，乃是提高農作物單位面積產量以及為日益增長的動物飼養業建立穩定的飼料基地之一個極重要的手段。

有人說，威廉士已經改正了自己對栽培冬性穀類作物的錯誤態度，因為他在自己關於草田耕作制的著作之再版中，曾端正了（或更正確地說，稍為緩和了）自己對冬性穀類作物的直接否定態度；這種說法也是不正確的。事實上，威廉士僅在批評的壓力下才不再在自己著作的再版中堅持自己對冬性穀類作物的態度，但他仍然沒有改正自己的錯誤見解。

威廉士在所著的「土壤學」一書之最近幾版中寫道(註)：「有一些『科學家』堅決地企圖把我們承認冬性作物是一種自發性糧食作物的見解，解釋為立刻縮減蘇聯冬性作物播種面積的建議。然而大家都明白(顯然，那些誤認自己為科學家的人除外)，首先必須在生產中學會有意識地——在實施草田耕作制的基礎上——控制當地的水分狀況，學會在實施草田耕作制和採用新品種的基礎上獲得高額和穩定的春性作物產量。這才是主要的任務。當這個任務解決以後，檢查春性作物和冬性作物播種面積比率的問題，就自然地發生了。」

從這裏引證的這段文字中，也可以看出威廉士對冬性穀類作物的態度之錯誤。

這個錯誤的本質，是在於他不正確地瞭解冬性穀類作物和春性穀類作物在各種不同氣候條件下的發育特徵。

作為一個土壤學理論家的威廉士，當時實際上只把植物的一切需要說是水分和養料而已。他沒有考慮到植物對於像氣溫和空氣濕度等因素的關係。他在重要的實際事業中所犯的錯誤——即他對冬性穀類作物的否定態度——之原因就在這裏。

根據威廉士的學說，如果土壤中有充分數量的水分和養料，那末，不論一切其他的氣候條件如何，就是說，不論在任何地帶或地區，在田間條件下，春小麥產量永遠不低於冬小麥產量。

然而，每一個熟悉植物發育的植物栽培科學工作者及實踐家，都知道得很清楚：在某些地區中，在某些地帶中，冬性穀類作物就其生物學本性來說，曾經或者可能比較春性穀類作物更豐產得多。相反的，在另一些地帶中，春性穀類作物曾經並且將比較冬性穀類作物更豐產。在理論

註：威廉士：「土壤學、耕作學及土壤學原理」。1939年版，第345—346頁。

上，我們不難假定有一些地帶栽培冬性作物將獲得比較春性作物更高的產量，另一些地帶栽培春性作物將獲得比較冬性作物更高的產量。

在地球上，凡是穀類作物在夏季上半期成熟的一切地區中，那些良好越冬的冬性作物永遠比較春性穀類作物更豐產。相反的，凡是穀類作物在夏季下半期成熟的一切地區中，春小麥過去曾經比較甚至良好越冬的冬小麥更豐產些，據我看來，將來也將如此。穀類作物大約在夏季中期成熟的地區中，如果氣候條件的每年變動不大，那末，良好越冬的冬性穀類作物的產量與春性穀類作物產量比較起來，大約是相同的。

在實踐中，大家早已知道：當空氣濕度相當低的時候，在小麥結實器官形成期內，特別是在穀粒形成和灌漿期內，如果氣候越熱，那末產量就越低。溫和的氣候和良好的空氣相對濕度，有利於小麥結實器官的發育，有利於大型穀粒的形成和灌漿，有利於小麥的高產量。

顯然的，在上述情形下以及在一切其他情形下，我們並不否認含充分數量水分和養料的土壤對於植物所起的巨大作用和重要性。我們不過要強調指出威廉士所忽略的關於產量與各地帶氣候條件的相關性。

威廉士沒有考慮到小麥穀粒產量與特殊的氣候地區條件之上述關係。他在植物栽培學上的理論錯誤，就在於這一點；這一錯誤造成了他對冬性穀類作物在蘇聯各地區實踐中的作用和重要性之完全不正確的評價。

我們可以引證公認的農業實踐資料，來證明我們的結論：在某些氣候地區中，冬小麥比較春小麥更豐產，而在另一些氣候地區中，春小麥比較冬小麥更豐產。

大家知道，在蘇聯凡是夏季時期又長又熱的地區中，例如在中亞細亞及南高加索各共和國中，灌溉地區中的一切穀類作物，都是像冬性作物一樣的在秋季播種的，這樣所以它們可以在夏初當炎熱氣候還未到

來以前成熟。如果這些地區中春性作物是在春季播種的，那末，甚至在灌溉條件下，穀粒產量也永遠會較低，因為它們的穀粒將比較在秋冬季播種的情形在更炎熱的時期內形成和成熟。因此，在南方灌溉農業實踐中，一切穀類作物，特別是小麥，都永遠只在秋季播種。這些灌溉地區幾乎完全不知道有所謂小麥春季播種。

在烏克蘭共和國、北高加索、克里木各個地區以及若干其他地區中，冬小麥在良好越冬情形下的產量，也永遠比較春小麥產量更高。因此，在上述各地區的集體農莊和國營農場實踐中，都以栽培冬小麥為主。

但是在這裏發生了一個問題：為什麼在20—30年前，烏克蘭共和國、北高加索和克里木各個地區中，春小麥播種面積比較冬小麥播種面積大得多呢？難道那時的氣候不和現在一樣嗎？是不是說，在春小麥播面積比較冬小麥播種面積大得多的時候，春小麥單位面積產量曾經比較冬小麥單位面積產量高些呢？

不，不是的！在這些地區中，20—30年以前，冬小麥在良好越冬的情形下，經常比較春小麥產生更低的產量。但是為什麼那時候在這些地區中，冬小麥比較春小麥播種得少些呢？

原因是很清楚的。只有那些裝備着良好技術的集體農場莊和國營農場，才能够及時地耕作要播種冬性穀類作物的土壤，為這些播種創造條件，使得冬性作物的苗在冬季能夠很好地分蘖，而這樣乃是它們在這些地區中越冬的主要保證。

在上述的乾燥地區中，不僅貧農和中農的農莊，而且連富農和地主的農莊，也不能夠顯著地擴大冬小麥播種面積，因為他們不能夠及時和良好地耕作要播種冬小麥的土壤。

同時，大家知道，在上述地區中，土壤當時既然耕作得很拙劣和遲



緩，所以土壤表層中沒有充分的水分；在這種情形下播種的冬性作物，在冬季來臨時還不能長苗，即使長了苗，這些苗也不能充分茁壯（不能充分分蘖）以應付嚴冬之來臨。在這些地區中，這樣播種的不茁壯植株，不是在越冬時死亡，就是由於在冬季受到損害而產生極低的產量，產生比較春小麥產量更低的產量。這說明了：雖然春小麥就其在上述地區中的可能性來說比較冬小麥更不豐產，但是20—30年以前這些地區中的主要作物不是冬小麥，而是春小麥。

也必須指出一點，過去和現在在上述地區中播種的春小麥品種，都是早熟品種。這說明了，在這些地區中，必須儘力使小麥穀粒灌漿期儘可能提早到夏季上半期，就是說，使小麥穀粒在最炎熱的氣候還沒有來臨以前灌漿。由此可知，穀粒灌漿期比較早熟春性品種還早的、良好越冬的冬性作物，更能適應於這些地區的氣候條件。

可是，例如在西伯利亞各地區中，夏季很短，冬季嚴寒而雪量很少，穀類作物都在夏季下半期成熟，在這樣的地區中所觀察的情況却完全不同。在這些地區中，春小麥產量超過冬小麥產量，即使在冬小麥良好越冬的情形下，也是如此。同時，在這些地區中所播種的很多春小麥品種，就其本性來說，都比較烏克蘭或北高加索各地區中的春小麥品種，更為晚熟。

我們將順便指出，在西伯利亞草原上，春小麥早熟品種在早期播種下比較晚熟品種在同樣早期播種下產生更低的產量。正因為如此，所以在西伯利亞各草原地區中，春小麥的春季播種必須以晚熟品種開始，而以早熟品種結束。晚熟品種不可以過遲播種，否則它們將來不及在驟凍以前成熟。

在西伯利亞的條件下，晚熟品種和早熟品種的穀粒，通常是在相當有利的氣候條件下形成和灌漿的。但是在春季和夏初，當土壤還沒有溫

暖，而土壤中微生物區系的強烈生活活動還沒有恢復的時候，植物非常缺乏養料。因早熟品種比較迅速地完成自己的各個發育階段，所以它們在早期播種下會大大表現出營養缺乏的情況。這一點也說明了，在西伯利亞，集體農莊和國營農場應當擁有春小麥的晚熟品種和早熟品種。

冬小麥在春季比較早熟春小麥更早開始自己的發育，所以在西伯利亞各草原地區中，冬小麥更加蒙受春季的營養缺乏的影響。正因為如此，所以在西伯利亞各地區中，春小麥產量比較冬小麥產量更高，即使在冬小麥良好越冬的情形下，也是如此。

這樣看來，威廉士建議用春小麥代冬小麥，或縮減我國「冬小麥」地區中的冬性作物播種面積，就這一點來說，他在實踐上很重要的這一事業中，犯了顯然的錯誤。他只注意到供應植物以水分和養料的重要性，但忽略了其他特殊的地區氣候條件。然而，在上述的情形下，正是各種地區氣候條件解決了關於冬小麥在某些地區中為何佔多數、而春小麥在另一些地區中為何佔多數的問題。

因此，關於不管氣候條件如何，到處都應當僅僅在秋末犁翻牧草田地的建議，是錯誤的。因為這樣一來，不管任何地區的氣候條件如何，利用多年生牧草田地土壤來播種冬性作物將成為不可能，然而在國內很多地區中，就氣候條件和農業條件來說，不但可以而且必須在多年生牧草田地上播種冬性作物。

威廉士正確地建議在灌溉農業地區中播種多年生牧草，因為多年生牧草會改善土壤肥力條件，同時是防止土壤鹽漬化的步驟。但是威廉士關於不可以應用排水工作來防止土壤鹽漬化的見解，是錯誤的；因為鹽漬土的浸洗工作，以及地下鹽水水位很高的地段上的排水工作，都是極端必需的。

威廉士也建議在草田輪作制之中只應該施用成為細碎的腐殖質狀

態的腐熟廐肥，因為根據他的意見，廐肥對於土壤肥力條件的創造和保持，並沒有發生重大的影響；然而大家從農業實踐中可以知道，在不乾燥的地區中，直接把廐肥施用到休閒地上，比較把同樣數量廐肥變成腐殖質然後再施用入土，更為有利。

關於威廉士在評價各種不同的農具時所犯的錯誤和一些錯誤的斷定，這裏也不能不簡略地談一談。比方說，威廉士關於不可以使用鎮壓器作為播種前和播種後土壤耕作工具的論斷，是錯誤的。然而，大家從實踐中都已知道，不論在播種前和在播種後，鎮壓器的使用常常是極端必需的。有時候，甚至已經犁翻過的多年生人工牧草田地，用鎮壓器來輾平也是很有利的。

威廉士對於耙作為一種土壤耕作工具的評價，也是不能令人贊同的。

比方說，威廉士在分析耙的工作時，正確地指出這一農具工作的有害方面。耙齒，特別是第一排以後的齒，會把土壤團粒壓碎和擊碎。這是耙工作的否定方面；威廉士正確地指出這一點，知道這一點對於農學家們來說是有益的。

但是在分析耙工作的有害方面時，他作出下列完全不正確的結論：「因此，各族人民的耙，都是有害的農具。」（註）

在威廉士的著作中所遇到的一些不正確見解和錯誤斷定，要求科學工作者和農業實踐家對它們採取批判的態度。無論如何，我們不可以把威廉士在不同時期內所寫的著作中的逐字逐句，當作教條來接受。我們要知道，威廉士所敘述的各種原理和斷定，有一部分無疑是錯誤的，是與發展農業的任務相矛盾的。

要發展科學，要把科學向前推進，就不能不批判地分析不可靠的和

註：威廉士：「土壤學、耕作學及土壤學原理」。1939年，第352頁。

陳腐的原理，討論各種科學結論，以及與各種意見作鬥爭。然而，在農業科學中，可以遇到一些自稱為威廉士的繼承者的科學工作者和農學家，他們每每反對採用久已公認的、能在一定條件下改善作物生長狀況的農業技術措施和方法。他們每每引用威廉士關於草田耕作制的著作中的詞句，煩瑣地為自己的見解作「辯護」。作這類「辯護」的人們沒有注意到，他們正在用概括一切的農業技術措施計劃，代替無限複雜的農業實踐。他們忘記了：並不是實踐為農學理論而存在，而是農學理論為實踐而存在的；為了幫助集體農莊和國營農場實踐，必須有由理論推論出的、符合於具體任務的行動方法。

必須更加強調上述一點，因為如果我們在一切情形下都遵循着威廉士著作中每一字一句，那末，我們便可能在威廉士著作中遇到一些與他的農業土壤學說之正確理論基礎毫無關係的論斷。

因此，當我們從威廉士的著作中學習創造土壤肥力條件之理論農學基礎時（即藉播種多年生牧草和實施正確的土壤耕作制而創造土壤肥力條件），我們同時必須拋棄在他的著作中遇到的一些不正確的或陳腐的見解和論斷。

科學與社會主義實踐的最密切聯系，乃是創造性的科學工作的正確道路。必須不要虛構一些問題來從事科學研究，而要從實踐、從生活中去發現問題，並且必須從完成計劃任務的觀點來研究這些問題。

必須用科學方法解決在實際上重要的問題，不要單獨地或只在科學工作者這一小圈子內解決這些問題，而必須使先進的生產工作者羣衆（農學家、國營農場工作人員、集體農民）直接或間接參加這項工作。

必須用實踐來驗證科學結論，並且不但在科學結論的總結階段上，而且在科學結論最初提出時起，就用實踐來驗證它。只有這樣的工作方

式，才能避免科學工作者犯錯誤，才能把科學變成實踐家們所能瞭解的東西。

與實踐密切聯系着的科學工作，才能够避免煩瑣性，避免呆讀死記，這種科學工作是有效的和進步的。

### 論草田輪作制的正確運用

科學和實踐雄辯地證明了：在田間作物輪作制中播種多年生牧草，對於提高一切作物單位面積產量和對於供應動物飼養業以優良飼料來說，都有巨大的益處。

因此，為迅速實現在集體農莊和國營農場之田間作物輪作制中播種多年生牧草以及獲得高額的乾草產量而鬥爭，乃是科學和實踐的農業工作者的主要任務之一。

草田輪作制的運用，從一開始起，就將促成農產品生產的增加，促成集體農莊和國營農場勞動生產率的提高。草田耕作制所以是一種良好的耕作制，正因為它提供了不斷提高單位面積產量和增加農產品總產量的可能性。單位面積產量是無限的，草田耕作制在實際上證明了這一點。

但是為了利用草田耕作制的各種優點，必須創造地、巧妙地把它應用到集體農莊和國營農場中去。我們必須把草田耕作制當作一種必要的農業技術來運用，把它當作提高單位面積產量、增加農產品總產量以及供應動物飼養業以優良飼料的手段來運用。

但是很多工作者發生了一個疑問：在運用草田輪作制的初期，當土壤還沒有被牧草所改良，但一部分田地已經栽培了牧草的時候，農產品總產量是否可以不降低，反而增加呢？是否可以這樣做呢？

當然可以的！甚至可以說，這是運用草田輪作制的唯一正確道路。

草田輪作制的運用，一定不會降低而且反會增加農產品總產量。如果運用草田輪作制的道路不會保證農產品總產量的增加，那末，這種道路是不科學的、不正確的。如果走上這條道路，那末，國家、集體農莊和國營農場就會蒙受損失。

在正確的草田輪作制下，當某一種作物或與其類似的作物再回到它栽培過的田地來栽培時，將使具有優良肥沃條件的土壤感染較少的雜草。在這種情形下，產量一定會增加，勞動生產率一定會提高。良好栽培的多年生牧草會改良土壤肥力條件。在非草田的輪作法中，沒有良好栽培的多年生牧草；要在非草田的輪作制中獲得高產量，必須比較在草田輪作制中消耗更多的人力和物力。因此，田間牧草栽培是很重要的。

但是，在最初採用草田輪作制時，必須計劃得很適當，使集體農莊和國營農場中的主要糧食作物和工業原料作物的播種面積不小於採用非草田輪作制時的播種面積，但這些作物的單位面積產量却會由於在田間作物輪作制中播種多年生牧草而提高。

威廉士和很多科學工作者（威廉士的擁護者）的錯誤，特別是在牧草田地的秋季犁耕方面，首先是在於他們不知道在國內很多地區中，就氣候條件和生產條件來說，不但可以而且必須在牧草田地以後播種冬性作物，這樣一來，牧草田地的犁翻就不可以在秋季進行，而要在夏季進行；其次，他們忽視了草田輪作制在集體農莊數千萬公頃田地上的運用時期之特點和困難。這項工作的主要困難，是在於集體農莊和國營農場必須在數千萬公頃田地的田間作物輪作制中獲得多年生牧草乾草的高額產量。沒有高額的牧草產量，就不會有牧草土層，因此，即使「牧草土層」不是在夏季而是在秋季犁翻，也不會有土壤結構。

農業機關工作者、農學家和科學工作者應當清楚地瞭解：在冬性穀

類作物可以在半休閒地以後栽培的各地區中，如果從農業的合目的性出發，以及從供應動物飼養業以飼料的利益出發，那末，只有在多年生牧草良好收成的情形下，才可以在秋季犁翻牧草土層。換句話說，只有在農業上有利的情形下，才可以在秋季犁翻牧草土層以便栽培春性作物，而不在夏季犁翻以便栽培冬性作物。

因為顯然的，如果多年生牧草產量很低，那末這樣的牧草的根在土壤中必然很少；即使是在秋季犁翻牧草土層，這樣少的根也不能夠對土壤結構的創造發生顯著的影響。同時，集體農莊和國營農場與其收割每公頃 10—15 公擔乾草這樣低的產量（何況發育不良的牧草並不能改良土壤肥沃條件），不如去收穫每公頃（在這裏是指種植着生長得不好的多年生牧草的那一公頃）都可以產生的 15 公擔的燕麥或大麥。

也不可以忘記一點，在草層稀疏和牧草發育不良的情形下，田地將常常感染多年生雜草，特別是匍匐冰草。

在每公頃平均僅 10—15 或 20 公擔乾草的低微產量的情形下，在冬性作物可以在半休閒地以後栽培的一切地區中，農業的合目的性決定了關於在夏季第一次收割後犁翻田地使其休閒以便播種冬性作物的必要性。在這些情形下，秋季犁翻將使集體農莊和國營農場蒙受損失。

在冬性作物可以在半休閒地以後栽培的各地區中，應當把牧草產量低微的田地進行夏季犁翻使其半休閒以便播種冬性作物，這樣做法將使集體農莊和國營農場迅速獲得由於在田間作物輪作中實施牧草栽培的益處。在開始播種多年生牧草時，農產品總產量將立刻增加。在非乾燥的地區中，當田地很少感染雜草時，種植着多年生牧草的半休閒地，是農業中的一種進步。種植着多年生牧草的半休閒地，一般將使農莊獲得比較同一面積的絕對休閒地更多的收入。

在冬性作物可以在半休閒地以後栽培的各地區中，如果集體農莊

或國營農場在田間作物輪作制中的多年生牧草田地收割一次，只獲得30—40公擔以下的乾草產量，那末，這時候必須建議農莊在第一次牧草收割以後把多年生牧草田地犁翻使其休閒以便播種冬小麥或黑麥。在收割一次獲得每公頃30—40公擔左右的多年生牧草產量的那些農莊中，如果在這種情形下，第二次收割也應該獲得良好的產量，那末，最好要在秋季犁翻牧草田地以便栽培春性作物，而不要在夏季犁翻使其休閒以便播種冬性作物。

如果田地上的牧草發育得很好，而收割一次可以獲得不下於每公頃30—40公擔的乾草，那末，農莊最好不是在夏季而是在秋季把該牧草田地犁翻。最好從該田地上收割第二次，然後用具有前犁的犁把田地犁翻以便栽培春性作物。從這樣的多年生牧草所獲得的乾草，就其價值來說，完全超過了可以從該多年生牧草田地上產生的穀類飼料（大麥、燕麥）收成或其他一年生飼料作物收成。此外，當田間作物輪作制中多年生牧草有了良好的產量，特別是牧草田地是在秋季實施高度技術的犁翻時，輪作制中一切の後作物之良好土壤肥力條件便造成了。

必須明白地規定，在設計和採用草田輪作制的時候，無論牧草田地要在夏季或秋季犁翻，不應當因栽培牧草而縮減糧食穀類作物的播種面積，特別是冬性作物（冬小麥、冬黑麥）的播種面積，也不應當縮減工業原料作物的播種面積。

然而必須指出，由於沒有對威廉士學說採取批判的態度，農學家們建議集體農莊和國營農場採用的草田輪作計劃，可能引起小麥播種面積的縮減；實際上，在一些地區中，的確已經縮減這種極重要糧食作物的播種面積了。

在田間作物輪作制中，應當減少飼料穀類作物和一年生飼料作物的播種面積來播種多年生牧草；但在非乾燥地區中，牧草田地以後栽培



的冬性作物會產生良好的產量，在這些地區中却應當減少絕對休閒地的面積來播種多年生牧草。如果牧草是單獨地栽培在一區田地上，就是說，牧草田地不是在第一使用年度的夏季加以犁翻以便休閒，而是在第一使用年度的秋季或第二使用年度的夏季加以犁翻，那末，必須保證有一定數量的乾草或綠色牧草收成，這種產量就其實際飼料價值來說，可以補償在該田地上可能產生的穀類飼料作物產量或一年生飼料作物產量。

正像我們所指出的，在多年生牧草產量很低的情形下，必須在第一使用年度中第一次收割以後犁翻這樣的牧草田地使其休閒以便播種冬性作物。在這些情形下，多年生牧草不應當在輪作制中單獨地栽培在一區田地上，就是說，應當不減少栽培飼料穀類作物和一年生飼料作物的面積。相反的，正像我們已經說過的，在多年生牧草產量良好的情形下，在夏季犁翻牧草田地，就生產上來說常常是不利的，因為第一次和第二次收割的牧草，就其飼料價值來說，完全補償了可以從這塊種植着多年生牧草的田地上獲得的穀類飼料作物產量或一年生飼料作物產量。因此，使田地單獨地栽培多年生牧草，就生產上來說正是正當的。多年生牧草發育良好的田地，在秋季實施高度技術的犁翻，照例會比較在夏季犁翻下為微生物學過程造成更良好的條件，這些微生物學過程會鞏固和膠結土壤團粒，因而造成了更好的土壤肥力條件，使輪作制中一切後作物的單位面積產量都能够提高。

在很多地區中，冬性作物如果播種在種植着僅收割一次的多年生牧草、三葉草或驢喜豆的半休閒地以後，就會產生良好的產量。在這樣的情形下，農莊最好在輪作制中有一塊要使用一年的牧草田地，這塊牧草田地要在秋季犁翻以便播種春性作物，並且必須至少收割兩次牧草。必須在輪作制中撥出另外一塊本來預定栽培飼料穀類作物或一年生飼

料作物的田地，來作為要種植着三葉草或驢喜豆的半休閒地（僅收割一次牧草）以便播種冬性作物。在這些情形下，農莊由於實施田間牧草栽培獲得了極大的益處，因為冬性作物有了良好的前作物，動物飼養業獲得良好的乾草，土壤越來越肥沃，土壤肥力條件獲得了改良，一切農作物的單位面積產量因而得以提高。

在非乾燥地區中，如果我們不僅把冬性穀類作物播種在種植着準備收割一次的多年生牧草之半休閒地以後，而且也把它們播種在多年生牧草田地以後，冬性穀類作物產生了不低於播種在絕對休閒地以後的良好產量，那末，在不栽培亞麻的農莊中，最好是在第二使用年度的第一次收割牧草後的夏季，把多年生牧草田地犁翻來播種冬性作物。

在乾燥的和半乾燥的草原地區中，冬小麥在分 10—12 區輪作法中佔了 3—4 區，在這些地區中，必須撥 2 區田地去作晚期絕對休閒地。在這些地區中，在有了其他前作物的田地上的冬小麥，不能順利越冬，因而產生比較在晚期絕對休閒地以後更低得多的產量。因此，如果在乾燥和半乾燥地區中，冬性作物在輪作制中佔了 3—4 區田地，那末，應當有 2 區是在晚期絕對休閒地以後的。

總而言之，僅有一個統一的輪作計劃是不應當和不可能的。隨着國家任務、生產方向和氣候條件的不同，草田輪作制應當有所不同。

如果國家計劃所規定的一切其他作物播種面積，都能容納在輪作田地面積內，那末，田間作物輪作中的多年生牧草，可以有兩年的使用，多年生牧草可以在分 10—12 區輪作制中佔了兩區。牧草也可以僅有一年的使用，就是說，也可以在輪作法中僅佔一區，特別是當輪作田地僅在 10 區以下的時候，更可以如此。我想，牧草僅作一年使用，這種辦法在實踐中將更廣泛地推廣。

牧草田地夏季犁翻以便播種冬性作物，或在秋季犁翻以便播種

春性作物，正像上面已經說過的，也絕對必須決定於該地區氣候條件、國家關於農業動物產品生產的任務以及該具體農莊的條件等等複雜的綜合情況。

爲了使科學工作者和農學家最好地起着自己的作用，在關於實施和利用草田輪作制這項重要而複雜的事業中給與生產以實際的幫助，不但必須瞭解威廉士關於土壤肥力條件的創造和破壞的理論，而且必須有獲得多年生牧草高產量的技巧。

必須儘可能迅速地獲得田間作物輪作制中的多年生牧草的高產量。不論在動物飼養業方面，以及在農作物單位面積產量的提高方面，都很迫切需要上述一點。

提高田間作物輪作制中多年生牧草綠色部分的產量，因而即增加每公頃的乾草產量，乃是科學工作者、農學家、集體農莊和國營農場在自己關於採用草田輪作制和關於提高耕作技術水平等等工作中的中心問題。

在牧草準備使用一年、而豆科（三葉草和苜蓿）與禾本科混合牧草在一次收割下就達每公頃 30—40 公擔乾草的情況下，比較在牧草準備使用兩年、而在一次收割下僅每公頃 10—15 公擔的情況下，創造更優良的土壤肥力條件。因此，在沒有空閒的、未耕翻的土地的各地區中，多年生牧草如果產量很高，那末在田間作物輪作制中只維持一年就夠了。

草田輪作制使我們能夠不僅不縮減糧食作物和工業原料作物的播種面積，而且使我們能夠把具有優良前作物的田地撥來播種糧食作物和工業原料作物。這裏所說的作物，是指烏克蘭共和國各地區中的冬小麥和蒸菜、克里木和北高加索各地區中的冬小麥、以及其他地區中的冬黑麥和亞麻。

科學工作者和農學家與集體農莊、國營農場實踐的先進工作者，如

果在共同努力下越迅速地獲得田間作物輪作制中牧草的高額而穩定的產量，那末，在秋季犁翻具有優良多年生牧草的田地，在很多情形下，就將越迅速地有利於動物飼養業的發展，但這是說，犁翻的牧草田地不是準備來播種冬性作物，而是準備來播種春性作物。在這些條件下，必須把種植着一年生飼料作物或飼料穀類作物的那塊半休閒地，撥來播種冬性作物。

在乾燥的地區中，可否每年都獲得每公頃 30—40 擔乾草的高產量呢？可以的！科學和先進的實踐表明，這樣的產量不僅必須而且可以獲得的。一切都決定於多年生牧草的栽培方法。

在本文中，我將不說到栽培多年生牧草的方法。栽培多年生牧草以獲得高產量的方法，在蘇聯不同地區中應當有所不同。但是不論在何處都必須而且可以獲得高額而穩定的牧草產量。牧草的高產量，乃是保證田間作物輪作制中一切作物的高產量，以及保證動物飼養業高產量的最重要條件之一。

### 論在冬小麥佔優勢的地區中的春小麥， 以及在春小麥佔優勢的地區中的冬小麥

有一些科學工作者和農學家不正確地認為，「冬小麥」地區由於採用草田輪作制，必須縮減冬小麥的播種面積，而擴大春小麥的播種面積。

我們已經說過，在上述各地區中，冬小麥在良好越冬的情形下（這一點基本上是決定於植株在冬季來臨以前的良好發育的），永遠比較春小麥更豐產。因此，依靠縮減在該地區中較豐產的冬小麥之播種面積，來擴大春小麥播種面積，是完全不正確的。

有一些人認為春小麥產量所以比較冬小麥產量為低，是因為在這

些地區中沒有優良的春性品種；這種解釋是不適當的。

顯然的，春小麥品種有優良的，也有低劣的。可以而且必須育成更優良的春小麥品種。但是冬小麥品種也必須改良。育種站必須注意育成冬小麥和春小麥的大穗品種。同時，對於栽培冬小麥的地區來說（烏克蘭共和國、克里木省、北高加索等等），育成大穗冬小麥的工作，據我看來是頭等重要的工作。獲得優良的大穗品種，乃是克服小麥倒伏性的基本方法。大穗品種即使在麥株相當稀疏的狀態下，也能夠產生每公頃40—50公擔穀粒的高產量。這就是克服倒伏性的基本方法。在烏克蘭共和國各地區中，克服倒伏性的問題，對於冬小麥來說，是比較對於春小麥來說更現實的問題。

由以上所述，可能發生一個問題：既然烏克蘭共和國、克里米亞、北高加索等的地區中的春小麥產量，比較冬小麥產量為低，那末，在這些地區中播種春小麥，一般來說是否適當呢？

對於這個問題可以作這樣的答覆：冬小麥在上述地區中的產量比較春小麥產量為高，這個事實不過肯定地說明了一點，即不可以用縮減冬性作物播種面積的方法來播種春小麥。但這完全不是說，完全不需要在這些地區中播種春小麥。要知道，在這些地區中，冬小麥並不是在任何輪作田地上都能夠順利地栽培，而只有在下列這樣的田地上才能夠順利地栽培，這些田地冬小麥播種期以前（秋初）能夠很好地耕作，其上層土壤有足夠的水分貯藏量供給及時長出的麥苗使用，使這些苗能夠在冬季來臨以前很好地生根和分蘖。否則，冬小麥的播種在很多年來將難免產生低微的產量，或甚至完全因受凍而死亡。這樣一來，在這些地區中，在輪作制中有一些田地，不能夠及時地進行土壤耕作以便播種冬小麥。這些田地在下一年內只能夠栽培春性作物。因此，我認為在這些地區中，不應當把春小麥產量的價值來與冬小麥比較，而應當與其

他春性穀類作物產量比較。

上面已經說過，如果牧草的乾草產量很低，那末在第一次收割以後，必須把牧草田地犁翻使其休閒以便播種冬小麥。如果牧草的乾草產量很高，那末，在很多情形下，在第一次收割牧草以後就把這樣的飼料地犁翻，通常是不適宜的。最好是不增加任何人力和物力消耗以照顧牧草，而再進行第二次收割，或者至少也要在夏季中期到秋季這段期間內利用這塊牧草田地作為良好的放牧地。

我認為，在很多地區中，動物飼養業的利益將阻止良好發育的多年生牧草之夏季犁翻。

我們也屢次指出，多年生牧草田地之犁耕期，要決定於氣候條件、有關農業動植物產品生產的國家任務以及某一具體農莊的條件等等複雜的綜合情況。

在乾燥和半乾燥地區中，多年生牧草常常不是冬小麥的良好前作物。同時，通常多年生牧草發育得越好，產生的乾草產量越高，栽培在田地上越久，那末，牧草根就越消耗土壤水分，並且不僅消耗了耕作層，而且也消耗了犁底層的水分。

毫無疑問的，在這些情形下，動物飼養業發展的利益，將阻止生長優良的多年生牧草之夏季犁翻。

在乾燥地區中，為了播種冬小麥，必須在分 10—12 區輪作制中撥 2 區田地來作晚期絕對休閒地。在這種情形下，可以很容易使冬小麥佔了 3—4 區田地。有 2 區冬小麥可以栽培在 2 區晚期絕對休閒地以後，另 1 區或 2 區可以栽培在其他前作物以後。

在非乾燥地區中，如果說，播種在多年生牧草田地以後的冬性穀類作物，會比播種在非休閒的一切其他前作物以後產生更高的產量，並且不會比播種在種植着只準備收割一次的三葉草或驢喜豆的半休閒地以

後，產生更低的產量，那末，在不播種亞麻的農莊中，可以而且必須在第二使用年度的夏季犁翻牧草田地以便播種冬性穀類作物。

由以上敘述的一切，可以知道，在很多情形下，並不是春小麥，而是動物飼養業的利益，促使我們把高產量的多年生牧草田地的犁翻工作，移到秋季去進行。當牧草田地秋季犁翻時，可以播種的不是冬性作物，而是春性作物。因此，在這些情形下，必須不是把「冬小麥」地區中春小麥產量的價值，來與冬小麥產量作比較，而是與其他春性穀類作物產量的價值作比較。但在烏克蘭共和國、克里木省、北高加索各地區及很多其他地區中產量較高的冬性作物之播種面積，却不應當與春性穀類作物(其中包括春小麥)的播種面積有任何關係。然而，必須絕對保證冬小麥以最好的前作物。

在「冬小麥」地區中，在伏爾加河流域，在西伯利亞以及中部和北部卡查赫斯坦各草原和森林草原地區中，擴大冬小麥的播種，把少數在農業上不大重要的播種面積變成在農業上重要的面積，是極其重要的。

顯然的，不應當依靠縮減對於這些地區來說是主要的作物——春小麥——的播種面積，來擴大這些地區的冬小麥播種面積。冬小麥植株因嚴寒而在冬季和春初死亡，乃是在伏爾加河流域各地區中順利栽培冬小麥的阻礙，至於在西伯利亞以及中部和北部卡查赫斯坦各草原和森林草原地區中，那更不用說了。

科學和實踐已經爲了西伯利亞各草原和森林草原地區，以及爲了中部和北部卡查赫斯坦各地區，研究出冬小麥栽培方法，這種方法保證冬小麥能夠良好地越冬。在這些地區中，在正確的留茬地播種下，冬小麥雖然在很嚴寒和雪量很少的冬季，也能夠很好地越冬。科學研究機關(主要是西伯利亞穀類作物栽培研究所)的八年試驗，以及卡拉剛達

國營農場這八年來在數千公頃田地上的生產經驗，和很多集體農莊多年來的生產經驗，乃是上述一點的證明。

由於在西伯利亞以及中部和北部卡查赫斯坦各地區中採用冬小麥而引起的關於冬小麥良好越冬的問題，現在已經不存在了。現在全部的工作，只在於秋季播種時隨着種子一起施用少量的肥料（每公頃大約50—100公斤的粒狀過磷酸鹽），以及在春季施用1公擔的氮素無機肥料。在西部西伯利亞、中部和北部卡查赫斯坦各地區，冬小麥在最近將來將佔有它應有的地位，這一點是可以相信的。

雖然伏爾加河流域各地區的冬季沒有像中部卡查赫斯坦各地區那樣的嚴寒，但是可惜得很，科學和實踐現在還不曾為伏爾加河流域各地區研究出一種方法，使冬小麥能夠良好地越冬。農業科學的一項迫切的任務，就是為伏爾加河流域各地區研究出冬小麥栽培方法。

### 關於無機肥料的問題

威廉士在自己的論戰文章中錯誤地認為在無結構土壤上施用無機肥料是不合算的、無益的。威廉士是用下列一點來論證他的見解：無機肥料用在結構土壤上的效力，比較在無結構土壤上大得多。但是這樣的論證不過說明了一點，即農業既需要無機肥料，也需要結構土壤。最好這兩種因素能夠綜合成一體。但是如果沒有結構土壤，那末，這仍然完全不是說，施用無機肥料是不必要的和無益的。

威廉士在關於施用無機肥料合算與否的問題上的基本錯誤，是在於他片面地和因而不正確地瞭解「合算與否」的問題。因此，在否定在無結構土壤上施用無機肥料的合目的性方面，威廉士是不正確的。

但是威廉士在對於實踐是極其重要的問題上，即在關於土壤肥力條件的發生和消滅的問題上，提出了很好的理論。以這個理論為根據，



可以研究出足以大大提高磷肥和鉀肥效力的無機肥料施用方法。

爲了說明威廉士理論在研究出無機肥料施用方法中的作用，我將舉出鉀肥和磷肥的例子。

論及鉀肥時，威廉士寫道：「鉀、特別是鈉，對於土壤結構發生破壞的作用。在牧草第一使用年度第一次收割後施用鉀肥的時候，鉀和鈉可能造成一種損害，使土壤結構喪失，但這種損害不能夠顯著地表現出來，因爲結構的土壤團粒被禾本科牧草根所纏繞着，因而免於發生機械的破壞。在其餘的田地上，鉀以廐肥的形態出現，廐肥含有大量鉀素，而且不能發生有害的影響。」(註)

根據威廉士的說法，鉀素無機肥料只可以在牧草第一次收割後施用到牧草田地土壤中，而不可以施用在其他的田地上。威廉士曾經在理論上論證了這個見解。如果不是把鉀素無機肥料施用在牧草田地上，而是施用在其他作物的田地上，那末，單價元素的鉀就會把雙價元素的鈣從土壤團粒的腐殖質中排擠出去。

威廉士是根據下述一點的：當雙價元素的鈣被鉀或任何其他單價元素從土壤團粒腐殖質中排擠出去的時候，土壤團粒中所獲得的腐殖質不是膠結性的腐殖質，而是粘結性的、會在水中散碎的腐殖質，土壤結構性逐漸變壞。鹼土便是這種現象的良好證據。這些土壤在春季或夏季下雨後，具有巨大的粘結性、粘滯性和不透水性。這一點可以用下述來解釋：在鹼土中，鈣被單價元素鈉從土壤團粒腐殖質中排擠出去。單價元素鉀也發生這種破壞土壤團粒穩定性的有害作用。因此，鉀素無機肥料對土壤所發生的有害作用，已經被威廉士在理論上論證了。

但是農業實踐的利益——因而即科學的利益——却迫切要求在栽培蒸菜、亞麻、棉花、向日葵、馬鈴薯和很多其他作物的土壤上施用鉀素

註：威廉士：「土壤學。耕作學及土壤學原理」1939年版，第441頁。

無機肥料。

那末要怎樣呢？使實踐遷就威廉士理論，就是說，不在栽培上述作物的土壤上施用鉀素無機肥料呢，或是拋棄威廉士所作的關於鉀鹽對土壤的有害作用的正確理論解釋呢？

威廉士學說的一些所謂繼承者們的確也曾經這樣說過：不應當、不必要在栽培農作物的田地上施用鉀素無機肥料，鉀肥似乎只在牧草田地上才需要施用。

只有科學中的教條主義者、煩瑣哲學者，那些死記威廉士理論原理而不深入瞭解這種理論的本質的人，才會說出上述的話。因為顯然的，必須不使農業實踐遷就農學理論，而要從農業實踐的需要出發，從提高單位面積產量的利益出發，遵循威廉士的農學理論假定，發展這一理論，找出克服它在生產中的缺點之道路和方法。

在我們所研究的這個具體例子中，威廉士理論說：無機鉀鹽的施用會使土壤變壞。這個理論解釋了為什麼這種現象會發生。然而，很多農作物迫切需要無機鉀鹽來作肥料。

既然我們知道了鉀素的肯定作用(植物的需要)，既然我們從威廉士學說知道了無機鉀鹽對土壤所發生的否定作用，所以我們能夠找到消除無機鉀肥的否定作用以及加強其肯定作用的方法。爲了這一點，必須使無機鉀鹽與過磷酸鹽及有機肥料(腐殖質)一起混成粒狀。在適當機械化的情形下，每個集體農莊和國營農場都能夠製造粒狀無機肥料——過磷酸鹽與具有腐殖質的鉀鹽之混合物。在每一公擔的過磷酸鹽與鉀鹽的混合物中，必須加入2—3公擔的腐殖質。

無機鉀肥及過磷酸鹽與腐殖質混成的粒狀肥料，不會破壞土壤結構。因此，這種狀態的鉀肥可以施用到栽培着需要這種鉀肥的任何作物的田地上。在要播種牧草的田地上，也必須施用不是純粹狀態的無機鉀

肥，而是與過磷酸鹽和腐殖質混成的粒狀鉀肥。

有一些反對威廉士的科學家們斷定，無機鉀肥，特別是份量很少的無機鉀肥，完全不會破壞土壤結構穩定性；我們假定，這些科學家和他們的論斷是對的。甚至在這種假定之下，現在任何嚴正的農業化學家也已經不能夠否認過磷酸鹽和鉀鹽與腐殖質混成粒狀的必要性。因為在與腐殖質混成粒狀的過磷酸鹽中，營養物質被植物所利用，比較施用普通的粉末狀過磷酸鹽時，效力簡直增加到好幾倍（3—5倍），其效力等於三倍這些肥料的效力。

在對於威廉士理論採取實際的態度時，過磷酸鹽與鉀鹽混成粒狀的必要性，便自然發生了。大家知道，與腐殖質混成粒狀的過磷酸鹽，現在不僅在試驗機關中，而且在數萬公頃的生產田地上驗證和利用了。

工業上製造的、不加入有機肥料的粒狀過磷酸鹽，以及在農莊中與腐殖質混成粒狀的過磷酸鹽，都發生很良好的效果，所以現在已經可以把這種肥料施用到數百萬公頃的穀類作物（特別是冬性穀類作物）田地上了，至於那些一向施用大量的粉末狀過磷酸鹽的工業原料作物，那更不用說了。粉末狀過磷酸鹽大量施用，因為農業化學家還沒有研究出方法，提高植物對磷素、對施用入土壤中的過磷酸鹽的使用係數。

爲了使大家更明白起見，我將簡單地說明一下：30公斤過磷酸鹽如果加入70公斤腐殖質混成粒狀，無論在何時何地，其效力都不下於100—150公斤以上的粉末狀（非粒狀）過磷酸鹽。因此，過磷酸鹽的效力提高到3—5倍。

凡是必須施用鉀鹽的一切情形下，必須把它加到過磷酸鹽中，並與腐殖質混成粒狀。

在與腐殖質混成粒狀的無機肥料（過磷酸鹽和鉀鹽）這個例子中，我不過是想說明：對威廉士的某種理論見解加以教條式的瞭解，或加以

完全的否定，會招致什麼結果。



因此，科學工作者、農學家、農業機關工作者必須牢牢記住，威廉士學說對於農學理論的進步具有極其重要的意義，但無論如何不可把它看作一成不變的教條。必須記得：當我們把威廉士學說的某一個原理拿到實踐中去應用時，必須考慮到農業生產上各種具體的而永遠是複雜的條件。因此，農學理論及其各個個別原理可以而且必須加以改變和發展，而一切不正確的和陳腐的東西則必須加以拋棄。

我們在世界上最先進的農業實踐，集體農莊和國營農場制度下的社會主義農業，產生了先進的米丘林農業生物科學。

黨和政府以及斯大林同志本人，為科學在歷史上空前未有的巨大發展創造了一切條件。

農業生物學與集體農莊、國營農場生產的統一，乃是發展真正的米丘林科學的一條可靠的、布爾什維克的道路。

## 自序

我把這本引起讀者注意的書，獻給用斯達哈諾夫式勞動而贏得參加一九三九年全蘇聯農業展覽會的光榮權利的、卓越的和傑出的社會主義農業生產能手們。

我把自己全部的科學著作獻給他們，是因為在我的一生中，不論過去和現在，除了為人民服務外，並沒有其他的目的。我永遠希望使農業科學成為廣大人民羣衆的財產，使它成為土壤肥力的創造者們之真正幫助者。

社會主義的勝利，產生了勞動和科學之鞏固的和不可擊破的聯盟。農業科學是掌握在千百萬自由的鄉村勞動者自己的手中。由於這個聯盟，科學獲得了強大的力量和新的發展方向。

爭取穀類作物在廣大的田地上建成高度和穩定產量的耶弗列莫夫運動（註1）的光榮參加者們，正確地確定了我們蘇維埃農學今日所應當解決的那種任務的要點。

在阿爾泰邊區別洛格拉佐夫斯基區的「火花」集體農莊中，李先柯（Н. В. Лиснеко）所領導的耶弗列莫夫式工作組，在自己的一九三九年度農業措施計劃中寫道：「如果從前有人問個體經營的農民，他希望獲得什麼樣的產量，那末通常的回答都是這樣的，一切都要看降雨量來定，而且常常要提起「神的意志」。但我們則這樣說：在任何的氣候條件下，我們的工作組規定，在10公頃（註2）的田地上每公頃要收穫80公擔（註3）的春小麥，在20公頃的田地上，每公頃要收穫40公擔，而全部的耕地平均每公頃要收穫53公擔。」

---

註1：農業中的斯達哈諾夫運動。——譯者註

註2：一公頃等於一萬平方公尺。——譯者註

註3：一公擔等於一百公斤。——譯者註

舊的農學不論過去和現在都最常提到「下雨」和「神的意志」。這種農學現在是「慘然地結束了」。斯達哈諾夫運動者們打破了這種農學的基礎，爲先進的農學掃清了道路，把它向前推進，並爲它提出了一個確定的目標。

蘇維埃農學必須用科學理論的各種知識，把成萬的正在增長中的社會主義農業生產能手們武裝起來，這種科學理論正在按照預先擬定的計劃達到一定高度的產量。不但達到，而且要使偶然獲得的記錄產量成爲經常的，那就是說，使產量永遠上升。這種理論的基礎，便是支配着農業生產的那些辯證法規律。

一個蘇維埃農學家，不論是學校出身的農學家，或是在國營農場和集體農莊的田地上長大起來、而正在用記錄的產量考取文憑的農學家，都需要具有上述那些規律的精確知識，需要具有由於這些規律的作用或人類對於這些規律的影響所產生出來的一切結果的知識。科學的農學的一切基礎之基礎便是這樣的。

在本書中，我不能夠詳細地敘述農業技術的一切部份。斯達哈諾夫運動者的經驗的無數記載，這裏沒有需要重複說出來，這些記載確定地向我們說明，我們的農業生產能手們在改善這種技術的各項細目中，達到了真正的巧妙技術的高峯，他們正確地瞭解了農業耕作中進行的各種複雜的過程，正確地（那怕是直覺地、自然而然地，但主要是正確地）掌握住那些支配着這些過程的各種複雜規律的意義。

在出版這本書的時候，我爲自己提出一個任務，便是要幫助正在增長中的社會主義農業生產能手們去揭露各種過程的極端複雜性，這種複雜性是在農業生產中不斷地創造出來的。而如果這一部著作會幫助正在增長中的農業生產能手們去瞭解科學的耕作制各種主要原理，幫助把它們掌握在自己的強有力的手中，那末我便認爲自己的任務是解

---

決了，而目的是達到了。

這本書主要是以我的一系列演講和報告的速記原稿以及若干個別的論文為基礎的。在編寫這本書的時候，全部這些材料都重新加以整理過，在一個統一的計劃下結合起來，並在若干情況下加以補充過。





# 耕作學原理

## 導 言

1. 農業生產的基本任務。——2. 生物有機體在農業生產中的作用。——3. 綠色植物的生活條件。——4. 有機物質的破壞是農業生產的第二種任務。——5. 動物飼養業在農業生產中的地位。——6. 農業耕作的任務。——7. 植物的生活因素是植物栽培的條件。——8. 各種因素的同等重要性或不可置換性。——9. 土壤肥力是什麼。

農業生產與所有其他的生產有着尖銳的不同。第一，就它的產品的各種特徵和性質來說，第二，就農業生產條件的複雜性和各種特點來說，它都是與其他生產不同的。

**農業生產的基本任務** 農業生產的目的是什麼呢？我們在生產什麼呢？關於這個問題能夠有各種不同的回答。但歸根結底，這個問題的最正確和最完整的回答是：我們在生產着一種隱蔽的（潛在的）能量，這種能量是人類全部生活的基本要素。我們在生產着食物。農業生產的產物，首先就是人類的食物。食物補充着我們在自己全部生活活動中所消耗的能量。此外，農業還供給着人類一系列其他的產物，這些產物減少生活能量之無用的或非生產的支出。這些產物被用作衣服和鞋子的材料、建築材料和燃料。

一種能量——在這種情形下是隱蔽着的（潛在的）能量——只有從另一種能量中才可以獲得。能量不能被創造，而只能被轉變。農業的任務，便是要把有形的（動能的）太陽能或光能，轉變為隱蔽的（潛在的）能量，這就是說，轉變為人類的食物。太陽的光線，是農業生產的基本的初

步的材料。

**生物有機體在農業生產中的作用** 只有在生物有機體的作用下，我們才能夠把輻射能、把有形的光能，轉變為隱蔽的食物能量。因此，生物有機體——綠色植物——乃是農業生產的基礎。綠色的栽培植物，是農業的主要基礎，植物栽培的基礎。

很顯然的，綠色植物爲了要工作，必須從某一個地方取得能量，因爲如果沒有能量的輸入，有機體的生活活動是不可能實現的。那些造成綠色植物工作的能量，也不完全是普通的能量：它是太陽放射線的熱能。

光和熱——是植物生活的絕對必需的條件，因而也是農業生產的絕對必需的因素。光是製造產物的基本材料；太陽的熱，是開動我們的綠色機器（植物）去工作的動力。顯然的，不論是材料和基本動力，都應當是不可或缺的。

在綠色植物的作用下，太陽輻射的有形能量，被轉變為隱蔽的能量，並被轉變為一定的物質形態。這種物質形態，便是有機物質。所以，我們最切身的具體任務，便是不斷地創造有機物質，以蓄藏人類生活的潛在能量。

但是爲了要創造有機物質，就必須具備着組成這種物質的材料。這些材料便是作爲植物養料的簡單化合物。植物的全部養料，就是這些簡單的無機化合物，植物在光的作用下以及在太陽的熱的影響下，從這些無機化合物中創造出有機物質。

**綠色植物的生活條件** 這樣看來，我們已經有了三項條件對於綠色植物的工作是絕對必需的了：光、熱和植物養料。如果缺乏上述這些條件，植物生活便不能實現。

植物在創造有機物質的時候，把消耗過的能量以熱的形態發放出

來。這種熱使植物溫度提高。但是爲了要使植物能夠正常地工作，必須使它逐漸冷卻，以恢復到它能夠工作的那種溫度。這正如我們用塗油的方法去使蒸汽機、內燃發動機和軸承冷卻一樣。植物需要不斷的冷卻。植物的冷卻，是用水分從它們的葉面不斷蒸發的方式來進行的。由於水分的蒸發所引起的水分的不斷流動，把植物所需要的養料同時從土壤中帶到葉子上來。

綠色的葉面，是綠色機器(植物)執行工作的部份。它吸收着光和熱，養料也被傳遞到這裏；並且水分的不斷蒸發也是在這裏進行的，水分的蒸發保持着植物的正常溫度。如果剝奪了綠色植物的水分，那末它便立刻死亡——這就是說，機器燒壞了。爲了保存機器的工作特性，冷卻是必需的。

在上面，我們敘述了植物生活所需的一切必要條件：作爲基本原料的光是必需的，作爲工作動力的熱是必需的，作爲創造有機物質的補充材料的養料是必需的，而最後，水分也是必需的。這些便是綠色植物生活的四項基本因素，四項基本條件。

如果我們注意到這些條件的來源，那末我們便會看出，這些條件可以被分爲兩類：一類是宇宙的條件——光和熱，另一類是土地的條件——水分和植物養料。

光和熱，是從宇宙中、從諸行星間的空間中傳來的，我們對這種傳遞的能量之大小的數量變化，絲毫不能夠加以控制。只有在個別的情形下，在果樹園藝或蔬菜園藝的情形下，才可以在某種程度上對熱量和光線的傳遞加以調節。而在大規模的農業下，在田間農藝的情形下，我們對熱和光的傳遞是不能夠加以控制的。

既然我們不能夠對熱和光的傳遞加以直接的控制，我們就必須適應它們。但是所謂適應，完全不是指袖手旁觀。在農業中，我們要主動地

去適應熱和光的傳遞。我們有一門農業，它的任務恰恰是使我們的植物能夠適應，這樣做好來使它們可能更完全地、更好地利用光和熱的傳遞。我們有農作物的育種工作和風土化工作。育種和風土化，應當能夠創造出可能更完全地和更有效地利用光和熱的傳遞的那些植物。

植物生活的第二類條件（因素）——是水分和養料。這些條件（因素）——是發生於土地中的。在以上所說的這兩類因素中間，在宇宙的因素和土地的因素中間，存在着尖銳的差異。這種差異，是在於宇宙的因素（光和熱）是直接傳遞給植物的。而土地的因素，則只有通過一種媒介才會影響植物。沒有一滴水能夠不通過根而滲透入植物中的，也沒有一種營養物質（游離的二氧化碳例外）能夠不通過根而滲透入植物中的。但是根是存在於土壤中的，因此在這兩種土地的因素（水分和植物養料）和植物本身的中間，土壤永遠是一種媒介。由於我們具有這種媒介，並且能夠強烈地影響它與水分和養料的關係，我們才能夠調節養料和水分對植物的傳遞。

在各種養料中間，有一種唯一的、不必通過任何的媒介便能夠被植物吸收的養料，這便是二氧化碳。二氧化碳是通過葉部進入植物中去的。我們對二氧化碳的向植物傳遞，也絲毫不能加以控制。的確，以前曾經有人嘗試（直到現在也還有人在嘗試）把二氧化碳當作肥料而施用於植物。但是這些嘗試始終遭遇到一種不可克服的妨礙——便是缺乏媒介。

水分、養料與植物間的媒介的存在，提供着我們以調節植物與這些生活因素的關係之可能性。農業耕作的全部任務，除了育種工作暫時不說以外，恰恰是在於調節植物與水分、以及與養料因素的關係。這樣看來，我們把我們的任務縮小起來了：我們得到一個確定的生產任務。雖然如此，仍然需要對農民生產的各種特點和條件，稍為更進一步地加以

分析。

**有機物質的破壞是農業生產的第二種任務** 我們所栽培的綠色植物，具有一種不良的特性：即由它們所創造的產物，只有四分之一是適於作為人類食物的形態。而植物所生產的四分之三的產物，則以廢料的形態出現（藁稈、糠稈、根殘餘物等等），這種形態被革命前的經濟學家叫做不出現於市場的產物。這些廢料共佔了百分之七十五。換句話說，綠色植物的有效利用係數非常低——只有百分之二十五。但是還不止這樣。爲了要製造蛋白質，必須把植物的綠色部分所創造的那種有機物質的差不多一半，加以破壞。因此，植物所製造成爲適於人類食物形態的那四分之一的產物，基本上只是植物所吸收的用來製造有機物質的那些能力的數量的一半而已。這樣看來，植物的有效利用係數只等於百分之十二點五而已。其餘的——都是一些廢料，並不能達成生產的直接目的。這些廢料的處理，便是農業生產的第二種任務。

我們應當怎樣來解決這個任務呢？我們應當把植物栽培業（農業的基本的車間<sup>註</sup>）的一切廢料，製成爲動物飼養業的寶貴產物。這便是唯一的、我們所知道的、解決農業生產的第二種任務的方法。除非我們把這些廢料轉變爲動物飼養業的產物，我們便不能夠利用蓄藏於廢料中的有機物質的全部能量（製造每一重量單位的這種廢料所消耗的勞動力，恰恰等於製造每一重量單位的營養物質所消耗的）。如果採用其他的方法，我們就只能從這些廢料獲得熱能而已（即把植物藁稈當作燃料來燃燒），而這種熱能，乃是一種最便宜的能量形態。

利用這些廢料的唯一的、生產的、有利的方法，便是把它們轉變爲農業的其他寶貴的產物。這種轉變，只有在活的機器、但不是綠色機器的作用下，才可能發生。

註：工廠的一部分，又叫工場。——譯者。

**動物飼養業在農業生產中的地位** 動物便是那些能够把藁稈、糠稈轉變爲其他形態有機物質的活的機器。因此，如果我們要增加農業勞動的生產率，我們就應當使動物飼養業成爲我們農業生產中的一種完全不可分割的因素。動物飼養業，乃是農業生產的第二種車間。而動物恰恰是我們所需要的那種活的機器。

但是，動物也具有着與植物同樣的那些不利的特性。它們在食物中所消費的能量，只有四分之一轉變爲適於我們消費的產物。其餘的能量，都被動物轉變爲它們所排泄的廢料，轉變爲糞和碳氣。廐肥中含有組成有機物質的一切營養物質。廐肥應當分解，並轉變爲適於作爲植物養料的營養物質。

**農業耕作的任務** 我們把地殼的一切化學元素，分爲兩類：第一類是生物學上的重要元素，這就是說，構成活的有機物質的諸化學元素。第二類是地質學上的元素，這類元素並不構成有機物質，不構成生物體，而好像是一切生命所藉以活動着的舞台一樣。在這些物質之間有着很巨大的差異。科學家已經準確地測定出地球上所具有的各種元素的全部數量。這些測定顯示了，那些構成有機物質（包括我們的身體）的生物學上的重要元素，僅僅約是整個地殼（包括水和空氣）重量的百分之一點五。這不過是非常微小的數量而已。含有這些元素的有機物質，是地殼上極薄的一層。比方說碳罷，它是一切生命的基礎。作爲一切生命的基礎的這種碳，在地殼總重量中在約僅佔百分之零點四。磷——也是我們身體的各個最重要的組成部分之一。任何有機體的所謂高貴的組織（腦、神經，最寶貴的組織），都必須含有磷。而這種磷，在地殼總重量中則僅佔十萬萬分之十五（註）。這是一種極稀有的元素。我們很好地知

註：這一本書的1939年版在編入「草田耕作制」一書（齊哲夫斯基教授編，1949年版）時，這個數字改爲「百分之零點一」。——譯者註

道它，僅僅是因為它構成我們的有機體。

簡單的計算顯示着，如果每年全部人類把四分之三的廢料以糞的形態排泄出來，並把這些廢料棄置不顧，不考慮它們的更進一步的分解，那末，經過三——四年後，構成有機體的一切化學元素便將完全轉變為糞。生命必將完全停止。因為綠色植物在創造新的有機物質時，一定需要無機化合物，而糞則是有機物質。

從以上所說的可以看到，農業生產的第三個車間——即所謂農業耕作——是與動物飼養業具有完全同等意義的因素。農業耕作的基本任務，是要分解植物栽培業和動物飼養業的一切有機殘餘，一切有機廢料都應加以分解，這樣才能使存在於它們之中的植物養料回到植物栽培業中去，並且使它們能被後者所利用。由此可知，農業生產的三個基本車間，即是植物栽培、動物飼養和耕作，相互之間都有着不可分離的聯繫。

這裏應當補充一點：在作物栽培中所獲得的那些物質、那些廢料（藁稈、糠稈），都是不含氮的化合物。在這些廢料中即使含有氮，也僅僅是非常微小的數量而已。廢料中所含的少量蛋白質化合物，是處於「厚壁」細胞裏面的，並且幾乎不會被吸收。這些不含氮的物質，必須在動物的軀體內轉變為含氮的蛋白質。動物的一切產物，都含有蛋白質，或是由蛋白質構成的。但是，用什麼方法可以把不含氮的物質轉變為含氮的物質呢？這種轉變必須借重於下等的植物有機體、下等的非綠色植物。只有下等有機體參加於其消化作用的那些動物，才能夠把不含氮的物質轉變為蛋白質產物，換句話說，需要具有所謂複雜消化作用的動物。只有反芻動物才屬於這一類動物。它們的消化作用是這樣進行的，嚴格來說，消化食物的，不是動物，而是生活於這些動物的胃中的那些真菌、細菌、放線菌和纖毛蟲。具有簡單的胃的一切動物（家禽、馬、豬），不能

把不含氮的物質轉變為其他的形態。因此，必須為豬、馬和家禽生產一些含蛋白質的飼料。但是，還不止這樣。

從前，小農經濟不能不認為只可以用不含氮的飼料(藁稈、糠稈)來餵反芻動物，並使它們把不含氮的物質轉變成為含氮的物質。牛很少看見精良的含氮飼料<sup>(註)</sup>。現在我們不能這樣飼養我們的牛隻了。我們應當為反芻動物(首先是為牛)生產精良的飼料，並創造青飼料基地。

青飼料基地是特別必需的，因為如果在餵牛時沒有乾草、青飼料、綠色牧地，那末牛便會患着一種可怕的病——維生素缺乏症。任何的生物有機體，人也是一樣，絕對需要一些叫做維生素的物質來作養料。含有多量氮素的物質(維生素)，調節着動物生活的一切機能。如果在食物中沒有維生素，那末，整個有機體的活動便會發生完全的障礙。在維生素缺乏下，這就是說，當動物沒有獲得充分數量的維生素物質的時候，生活效率便降低了，動物對傳染病的抵抗力便大大地減低了，而動物的生產率也下降了。這樣看來，應當為動物飼養業保證青飼料基地。僅僅青草或乾草，便足以作為維生素的充分來源了。

為了要正確地和順利地發展高產量的動物飼養業的車間，農業應當有鞏固的青飼料基地。

**植物的生活因素是植物栽培的條件** 現在我們再來研究農業生產的另一個特點。這個特點，決定於植物諸生活因素是怎樣分佈在土地上的。宇宙的因素(光和熱)是以均勻的方式傳遞到地上來的。在緯度相同的地帶之範圍內，光和熱傳遞到全部土地上，不論就空間和時間來說，都是完全等量的；因此，植物應當均勻地分佈在全部土地上。在這一方面，農業與工業是有着尖銳的差異的。在工業中，我們能夠把生產集中在很小的地區上，把材料和開動工廠的動力都運輸到一個地方來。如果

(天)

註：指豆餅、酒糟和穀物等。——譯者註



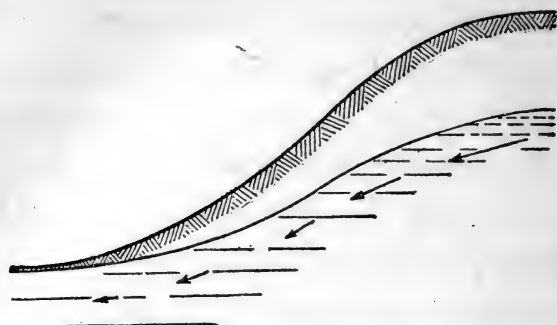
原料運輸困難，我們可以在有這些原料的地方開設工廠。在農業中，我們却無法這樣做。縱使我們在技術上能夠把從太陽傳來的一切光和熱，集中在一個小小的空間，那末，該地的溫度便會升高到數萬度，而這種溫度是沒有一種植物所能忍受的。在農業中，我們不能夠把材料和能力集中在一個小小的地方。因此，我們不得不把我們的一切植物均勻地分配在全部的生產面積上。宇宙的因素（光和熱），便是這樣。

至於土地的諸因素，它們却具有相反的特性。它們不均勻地分佈在土地表面上，它們的不均勻被一些自然規律所控制着。農業土地，通常可以分為三種基本的地形部位：分水界、坡地和谷地。我們無論說到土地表面的哪一部分，都難免會發現高地、低地和傾斜地。

雨水平均地降到全部土地上來。但是這些水的進一步命運並不相同。它沿着土地流動的情形是這樣的，一部分穿過地面流入土壤中，一部分在整片土壤上沿着傾斜的方向向下流去。這裏便發生不均勻的情形了。在分水界上，水的輸入量僅限於雨水，而在坡地上，則還要加上從比較高的部位流下來的水量。地勢越低，越接近於谷地，水的輸入量就越來越多。

降落在分水界上的一部分雨水，滲透入土壤中，滲透入比較高的、比較不緊密的各土壤層中。但是，正像以後將要說到的，水只能夠滲透入土壤中的一定深度。土壤中的水開始沿着傾斜的方向流去。水依照接近谷地的程度，越來越多地積聚起來（加上從坡地表面透入來的水分）。但是因為水在這裏也不能夠進入太深（水透入深處的程度很小），過剩的水便只有一個出路——即升高起來。

這便是水在土壤中分佈的一般規律。在分水界上，土壤水僅在下雨的時候才能聚積起來。雨一停，水便立刻在土壤內部以及沿着土壤表面、順着傾斜的方向迅速地流去。水的數量依照接近谷地的程度，越



第 1 圖：土壤水依照不同地勢的分佈情形  
 破折線表示水(上層地下水)暫時存在的區域；實線表示穩定土壤水的區域。  
 箭號表示土壤水流動的方向。箭號的長短表示土壤水流動的速度。

來越多地增加起來。水的流動速度，越來越緩慢，因為土壤的一部分空隙充滿了從上面滲透進來的雨水。而因為水不能夠再向下流，所以在土壤中的水面便升高起來。

顯然的，在全部土地上的濕潤狀況是很不同的：在分水界上的濕潤狀況的，是斷斷續續的，而在谷地上的濕潤狀況則是經常性的，在分水界上的植物，常常缺乏水分，而在谷地上的土壤則永遠無間斷地充滿着水分。

營養物質必須溶解在水中，才能被植物所吸收。植物的營養物質是可溶解於水中的。但是土壤中既然發生着水的流動，所以水不斷地把養料因素從坡地帶走，並把它們聚積在谷地裏。在分水界上的植物養料，不斷地被水淋溶出去，因此分水界所含的植物養料最少。沿着坡地向下，植物養料不斷地增加起來。

養料這種不均勻的分佈，說明着什麼呢？它說明着，如果在全部農業土地的表面上都栽培着需要同樣濕度和養料的植物，那末大部分的農業土地上的產量便會很低。必須隨時注意這種情況，而在土地上配置植物時也須考慮這一點。否則我們便不能獲得可能的高額產量。而產量

的大小，乃是農業勞動生產率的直接尺度。

在爭取高度農業勞動生產率的鬥爭中，永遠不要忘記下列兩種基本的要素。

第一，必須在農業中維持全部四種車間（即是植物栽培、動物飼養、耕作和青飼料基地）的正確平衡，我們才能夠保證高度的農業勞動生產率。第二，應當依照作物對水分和養料的需要情況，妥善地把它們配置在農業土地上。

**各種因素的同等重要性或不可置換性** 在說到以上的一切後，現在必須再提出一個很重要的問題，便是關於農業耕作的各種「規律」的問題。不論什麼時候，農業耕作的這些規律都具有異常巨大的意義。在這裏，我概括地告訴讀者，這些規律是什麼，它們是怎樣被歸納起來的。

植物的生活條件有四：光、熱、養料和水分。爲了要闡明植物與它們的生活條件在數量上的關係，曾經作過很多的試驗。最初的一些試驗是赫爾里格爾（註）所作的。他試着闡明植物與水分的關係。有一個試驗是這樣進行的：取八個完全同樣大小的玻璃試盆。把土壤放在這些試盆中。一切試盆中土壤的重量都是一樣的，體積是一樣的，因此，土壤的密度也是一樣的。在這些試盆中播種了大麥。赫爾里格爾當時儘可能地選取了同樣的種籽。他所播種的種籽之發芽程度，是完全相同的。在各個試盆中，只是土壤濕度有所不同而已。

最初，這個科學家確定了土壤各個細粒和各個團粒間的一切空隙所能夠容納的水量。他把這個水量稱爲百分之百的土壤持水量。在所有的八個試盆中，濕度的百分率都不同：是最大的土壤持水量的百分之5、10、20、30、40、60、80和100。各個試盆中濕度的測定，每天進行兩

註：德國土壤學家 Hellriegel。——譯者註

次。測定的方法是在早晨和晚間秤量各個試盆的重量。依照蒸發程度，並在各盆中加水以補充由蒸發所丟失的水分，這樣，在植物的全部生活過程中，每一個試盆都永遠保持着一定的濕度。

各個試盆中的大麥成熟了，收穫後並加以稱重。所獲得的結果如下：在持水量百分之 5 的試盆中，產量非常低；在持水量比較大的第二個試盆中，產量比較高。此後，產量越來越高，最後達到最高的產量：在百分之 60 的土壤持水量下所獲得的產量最高。如果再提高百分之 20 的持水量，產量反而降低，而在具有水分飽和到極點的土壤的最後一試盆中，產量則等於零。

從這個研究獲得的材料中，我們發現了，每一次增加濕度（從具有百分之 20 的濕度的試盆以後），所增產的部份逐漸遞減。而從具有百分之 60 的濕度的試盆以後，產量則開始下降，一直到零為止。下面是這個試驗的結果：

試盆的土壤濕度，最大持水量的百分率。	5	10	20	30	40	60	80	100
全部乾物質的產量(單位1/10克)	1	63	146	172	217	227	197	0

類似的試驗做了很多次，這些試驗全部顯示了大致相同的結果。根據這些結果，科學家們建立了三個定律。第一個是最低量定律：如果完全缺乏植物生活的某一種條件，在這裏是指水分（關於光、熱以及植物的一切養料元素，也都進行過類似的試驗），那末，產量便等於零。第二個是最高量定律：如果植物生活的某一種條件達到可能的最高量時（在我們的例子中，是最大持水量百分之一百的濕度），那末，產量也是等於零。這個結論是完全出乎意料之外的。從前一般人都以為，在處理植物時，如果水分越多，產量也越高。但赫爾里格爾的試驗指出了，當植物具有最高量的水分時，便完全不能夠獲得產量。第三個定律是：只有

在所謂最利於植物生長的數量的水分、光、熱及其他的情形下，才有可能獲得最高的產量。爲了要獲得最高的產量，需要適宜的、最有利的數量之植物生活因素。資產階級科學家們所建立的三個定律就是：最低量定律、最高量定律和最適量定律。

所進行的一切試驗都證實了以上的結論，這些結論並且好像是無疑地正確了。以後我們將指出，爲什麼會發生這樣的結論。現在我們將暫時討論一下，資產階級科學家們從類似於剛剛敘述的那些試驗中所匆促做成的一些經濟學上的結論。

我們已經說過，在赫爾里格爾的試驗中，每一次增加濕度所增產的部份，逐漸遞減。這一點可以很容易地從以上所列舉的關於赫爾里格爾試驗的結果之數字中計算出來。在這裏，我們見到了所增加的濕度作用的遞減。任何一次增加同樣數量的濕度，都像以前的一樣，產生了更少的效果。作用的遞減似乎發生了。同樣的遞減，也可以在類似的關於光、熱和各種植物養料的試驗中觀察到。這種遞減，被資產階級科學家們叫做「土壤肥力遞減定律」，他們並且從這個「定律」作出了對於農業進步的前途很抱悲觀的結論。根據資產階級科學家們的「定律」，得到了這樣一個結論，即我們越努力，所獲得的效果就越少。

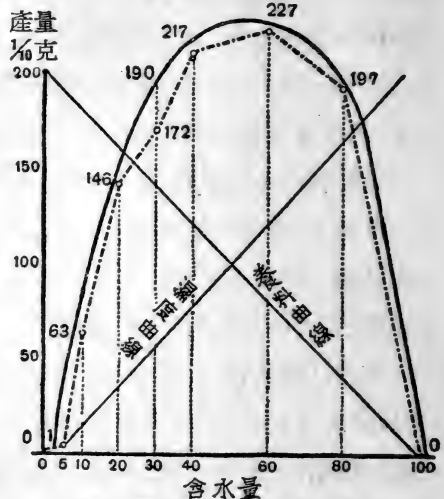
列寧當時便曾經注意到這個「定律」，多方面地研究這個問題，並且令人信服地指出了，這個定律在自然界中並不存在。列寧證明了，資產階級科學家們杜撰這個定律：「……是爲了要掩蓋資本主義對農業進步的阻礙」(列寧語)。在各個試驗中觀察到的，每一次增加植物生活條件(水分、養料、光、熱)之作用的遞減，並不是定律，而且這是違反了一個基本科學定律的要求之不可避免的結果；這個基本科學定律便是一切農業因素的同等重要性。

一切的植物生活條件，都具有完全的同等重要性。在這些條件(光、

熱、植物養料和水分)中間，沒有比較重要的和比較不重要的，——一切都是同等重要的。如果問，吃飯、喝水和呼吸，那一樣是我們比較需要的，那末回答顯然是這樣的：一切都是同等需要的。如果我們不喝水，便會死，而如果不吃飯，不呼吸，也會死；結果是同樣的。有完全的同等重要性的。

如果現在看一看赫爾里格爾試驗的條件，那末我們便會對植物產量下降的原因，瞭解得很清楚。植物的生活是依靠四種因素的，其產量當然也是

如此。在作這個試驗的情形下，有兩種因素(光和熱)是完全一樣的。赫爾里格爾認為，他僅在改變着一種因素而已——即濕度。但是他採用了天然土壤。這種土壤中的植物養料因素，主要是以有機物質的形態存在着的。而植物則只能夠吸收無機的氧化物而已。營養物質，只有在好氣細菌的作用下，這就是說，在有空氣、有氧氣的情形下生活着的細菌的作用下，才能夠從有機的形態轉變為無機化合物的形態。好氣細菌把組成有機物質的元素，轉變為無機化合物。只有在有空氣的情況下，好氣細菌才能夠進行這種轉變。但是既然土壤中增加了水分，那末這個土壤中的空氣數量必定要減少——這是初等物理學定律。兩個物體不能夠同時佔據同一的位置。這是什麼意思呢？如果我們減少土壤中的空氣



第2圖：產量的高低(單位 $\frac{1}{10}$ 克)在一種植物生活因素影響下的變化之圖解(依照赫爾里格爾的試驗)。

數量，那末這便是說，我們限制了那些把有機物質轉變為無機物質的細菌之生活的可能性。水分越多，好氣細菌的生活和活動條件便越壞。最後，在被水分所完全飽和的土壤中，好氣細菌便完全不能夠發育。所以，土壤中所含有的一切有機物質，仍然保持為有機物質。我們已經知道，含於有機物質中的養料物質，是植物所完全不能夠吸收的。水分越多，留下的植物養料便越少，因此，植物便生長得越壞。沃里尼 (Вольни) 並且在實踐上用試驗證實了這個合乎理論的分析。

這個試驗共有三列的試盆。在每一列中，有三個試盆的土壤濕度分別為最大土壤持水量的百分之 20、40 和 60。最後一種試盆的土壤，具有「最適量的」濕度，這種試盆有兩個：一個試盆具有沒有施肥的土壤，另一個試盆的土壤，施用了完全的無機肥料，施肥的數量足夠保證最巨大的產量。這兩個具有最大的土壤載水量百分之 60 濕度的土壤的試盆，以後也只有一個補充施用肥料。

每一列的試盆，分別放在不同的溫室中：第一個溫室的屋頂貼着黑紙，這就是說，是半暗的（微弱光照的）；第二個溫室的屋頂貼着白色的薄紙（中度光照的）；而最後，第三個溫室則不貼紙（強烈光照的）。這個試驗產生了下列的結果：

	試 盆			
	不 施 肥			施 肥
土壤濕度(最大持水量的百分率)	20	40	60	60
強烈光照下的產量	110	320	403	589
中度光照下的產量	95	218	274	350
微弱光照下的產量	80	180	208	223

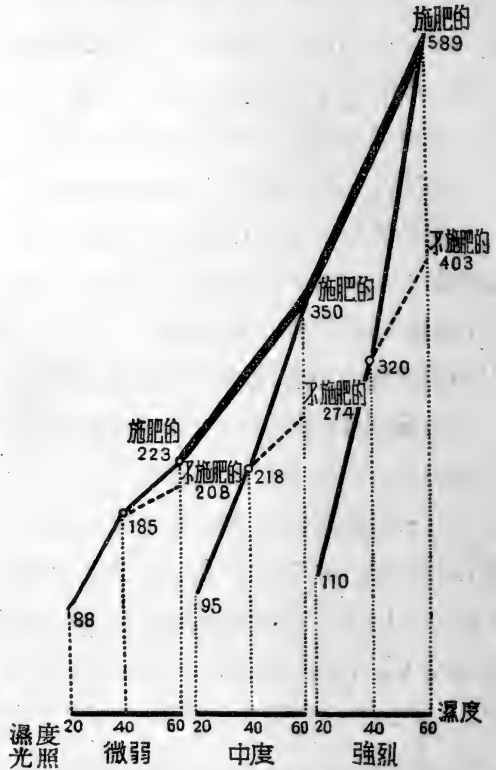
首先，我們從植物與水量變化之關係的觀點，來看一看這一切試驗的結果。最初，產量曲線是向上升的，但在百分之 60 的持水量下，效果

便強烈地減少，曲線上升便和緩了。光照的影響，只有在產量的一般提高上才表現出來，但是曲線的特徵到處都是一樣：曲線過了百分之60的持水量後便向下彎了。

但是，這一種現象只有在土壤不施肥的情形下才會發生。在施肥的土壤的試盆中，光和水分的變化條件完全一樣，而所觀察到的則完全不同。這裏在微弱光照下，曲線的上升仍然和緩起來，但是曲線的偏斜角稍為小些。而在中度光照的影響下，曲線不但沒有偏斜，反而成爲一條完全上升的直線。在完全光照下所得到的結果也是一樣：曲線也變爲上升的直線。如果保證植物能有一切的生活條件，則它們的產量是無限量的。

除了太陽的光和熱之數量以外，沒有一樣東西能夠限制產量的增長。而太陽的光和熱的數量是巨大的。現在我們所利用的，僅僅是光和熱的有效量的很小很小部份而已。

伏爾尼的試驗實際說明了，自然界中並不存在着所謂土壤肥力遞減定律。這個定律是不存在的，而各種措施的實效性之降低，僅僅是因



第3圖 產量在光、水分和養料的同時影響下的不斷提高狀態的圖解(圖中的數字代表產量)(沃里尼的試驗)。



爲不遵守一切植物生活條件的同等重要性之定律才發生的。基本的定律一旦受到破壞，各種現有的措施的實效便立刻減低了。

農業生產的基本定律，是它的一切因素的同等重要性定律。如果我們在農業中採取某一種措施，那末爲了要從這一種措施獲得最大的實效，必須同時實行包括一切生產因素的步驟。比方說，如果我們播種多年生牧草（多年生豆科作物和多年生禾本科作物的混合），那末就一定需要應用複式犁（註<sup>1</sup>）來進行土壤耕翻。

如果我們的措施方法雖然僅僅不包括任何一種條件，那末我們的措施之實效性便立刻會降低。那些達到了空前未有的產量的社會主義農業斯達哈諾夫運動者的成功，說明了他們永遠注視這個條件，並且在自己爭取農業勞動生產率的提高的鬥爭中，永遠遵循着這個條件。

**什麼是土壤肥力** 但是決定農業勞動生產率的是什麼呢？以上我們已經說過，農業勞動生產率基本上是決定於產量的。而產量則決定於土壤肥力。這裏我們就接近了我們的具體問題了。土壤肥力是什麼呢？從前有一個時候，人們都很固執地在尋找肥沃的優良的土壤。過去在個人經營的農莊中經常存在着的土地的重疊夾雜（註<sup>2</sup>）、土地的細小分散、土地的遙遠隔離、土地的狹長分佈和土地的衆多分散等等現象，都是以上所說的那些搜索更優良土地的事件之直接結果。任何土壤，凡是能夠產生更好的產量的，都被人們加以瓜分，加以平均分配。既然加以瓜分，農家的耕地便細小分散起來了。但是，科學指示了：土壤並沒有所謂好的或壞的。「沒有不良的土壤，只有不良的耕作者，」這一個完全確定而清楚的口號已經被經驗所確認和證實了。這一個口號是有科學根據的。在每一塊土壤上，都可以獲得任何的產量；只要有足夠的太

註1：複式犁亦叫做「具有前犁的犁」，詳見後。——譯者註

註2：一個個人經營的農莊的若干塊耕地散亂地分佈着，並且重疊夾雜在他人的耕地中。——譯者註

陽的光和熱，任何產量都能夠獲得的。獲得這種產量的技能，乃是農學家能力的一種尺度，同時也是農業耕作科學的任務。

土壤肥力決定於什麼呢？從各種因素的同等重要性定律看來，可以完全肯定地說：只有在當植物生活的一切土地條件（水分、養料）都永遠以最高量供應着的時候（需要這麼大的數量，爲的是要吸收全部的太陽熱和太陽光），植物才能夠發揮完全的工作，才能夠提供最高的工作效率。這就是說，不論水分和養料，都應當是最高量的。

我們能夠控制兩種植物生活因素：養料和水分。植物對這些因素具有完全一定的需要。這兩種因素，在植物生活的全部時期中，應當同時而且不斷地以最高量來供應植物。這兩種因素的供應必須是不間斷的，這一點是特別重要的。如果它們的供應時期是不同的，這就是說，如果植物有時候有很大量的水分，但養料不足，那末，植物就會工作得毫無成果。那些消耗於創造植物生活條件的勞動，將成爲毫無生產率的。如果植物有很多養料，但水分不足，那末它便會枯焦。勞動也是毫無生產率的。因此，土壤肥力的基本規律是這樣的：土壤應當在植物生活的全部時間內不斷而且同時地供應它以最高的水分和養料。這是土壤肥力一個完全具體的公式，農業發展的成就要以這個公式能否在實踐上實現爲轉移。

我們把土壤滿足植物對於土地的生活因素（水分和養料）的需要之能力，叫做土壤肥力。

耕作學的任務，是在於教導農業工作者們在植物生活的全部過程中不斷而且同時地供應植物以最高量的水分和養料的方法，是在於教導他們把我們的一切土地轉變爲高度肥沃的。

## 植物及其對土壤的需要

1. 禾本科植物的種籽及其發芽。——2. 一年生和多年生禾本科植物。——3. 一年生禾本科植物與多年生禾本科植物在性質上的差異。——4. 農作物需水的變異性。——5. 作物依照其對水分的相對需要之分類法。——6. 植物發育的各個臨界時期。——7. 各種植物對水分的不同需要之原因。

在「導言」中，我們得到了一個關於土壤的基本特性（肥力）、關於這種肥力的規律以及耕作學的任務的肯定結論。

要進一步分析肥力的條件和進一步研究精耕土壤的性質，我們認為必須先複習一下我們所關心的植物的性質，以及它們對土壤的需要。

**禾本科植物的種籽及其發芽** 禾本科植物的種籽（果實），含有一種長橢圓形的物體，即所謂「胚乳」或內胚乳。胚乳的細胞含有澱粉和蛋白質；當附着於胚乳下部的胚還沒有長出到地面上來而形成綠葉的時候，這些澱粉和蛋白質可作為胚的養料，當胚形成為綠葉的時候，綠葉便能夠獨立地製造澱粉，並在自己的細胞中把澱粉轉變為蛋白質。

禾本科植物的胚有一個盾狀體（子葉盤），附着於胚乳。盾狀體的下面，有未發育的根和莖，即所謂胚根和胚芽（第4圖）（註）。

當禾本科植物種籽遇到水分和空氣同時存在以及有利的溫度之條件時，它便開始發芽了。在水分和空氣的影響下，在胚乳的細胞中便形成着一種物質，這種物質會把澱粉化為糖。糖經過盾狀體被胚所吸收，胚便開始生長。

第一個在胚中生長的是胚根。它逐漸伸長，並穿破蓋着整個種籽的

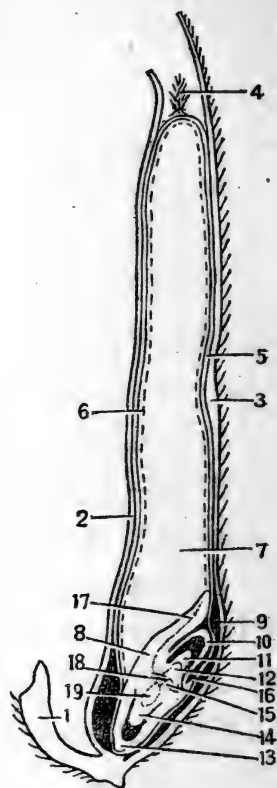
註：從第4圖到第17圖，是蘇聯農業人民委員部穀物總署農業土壤站研究員羅斯托夫切瓦繪的。

種皮。在很多的禾本科植物中，當種皮破裂以後，主根即暫時停止發育，同時也有一些禾本科植物的根仍然繼續生長的。但是一部分禾本科植物的次生根，在種皮破裂以後都開始發育起來，這些根逐漸分枝，而形成會從土壤中吸收水分的鬚根。

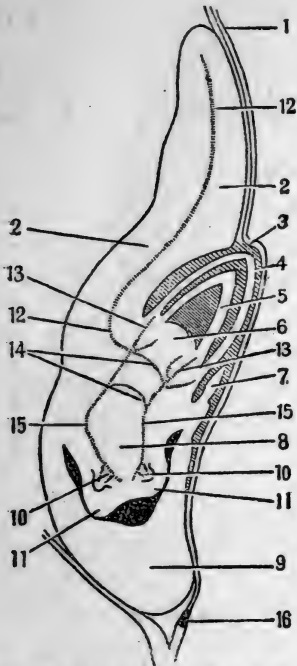
由於次生根的充分發育，從土壤中吸收水分到禾本科植物種籽的作用，便加強起來，這時候，胚芽（未發育的禾本科植物莖）便立刻緊跟着也發育起來。

胚芽是一個具有尖端的細管，它的底部有未發育的莖和葉。在胚芽生長的時候，最初的葉的細胞便開始迅速繁殖，因此整個細管便伸長起來。這時候，細管的尖端便穿破穀物種子的種皮，而到外面，推開那阻擋它前進的土壤微粒，為自己穿到土壤表面準備好條件。細管升高到土壤表面以後，它的尖端的細胞便逐漸蛻脫，細管逐漸張開，而它的進一步的生長便停止了。

在升高到土壤表面而它的上端張開了以後，細管便有一些很光滑的內壁，禾本科植物之未發育的莖沒有遇到阻礙，在細管中開始發育起來。禾本科植物的



第4圖：禾本科植物種籽的縱剖面圖  
 1—小穗主軸之一部分；2—內穎；  
 3—外穎；4—柱頭遺跡；5—果皮；  
 6—糊粉層；7—胚乳（內胚乳）；  
 8—盾狀體（子葉莖）；9—胚上部  
 周圍的溝紋；10—最初的葉鞘（胚芽  
 鞘）；11—未發育的第一葉；12—  
 莖生長點；13—最初的根鞘（胚根  
 鞘）；14—未發育的主根；15—未  
 發育的不定根；16—未發育的鱗葉  
 （外胚葉）；17—盾狀體的維管束；  
 18—胚莖的維管束，與胚莖互相交  
 織（網結）；19—胚根的維管束。



第5圖 禾本科植物胚的縱截面圖  
 1——連合着的果皮和種皮；2——盾狀體(子葉盤)；3——胚上部周圍的溝紋；4——最初的葉鞘(胚芽鞘)；5——未發育的第一葉；6——頂芽；7——未發育的鱗葉(外胚葉)；8——未發育的主根；9——最初的根鞘(胚根鞘)；10——未發育的不定根；11——不定根的隆起物；12——盾狀體的維管束；13——胚莖的維管束；14——各維管束之交織(網結)；15——根的維管束；16——種籽孔(珠孔)。

莖經過細管孔長出來，形成第一個綠葉。禾本科植物的發芽便到此為止，進一步開始分蘖。

所謂分蘖，是指新枝或新莖的形成。禾本科植物的任何一個莖都是中空的管，這個管被一些內部的橫隔膜分開為若干部份，這些部份叫做節間，全部加起來即形成莖稈。莖稈被橫隔膜所分隔的地方，從外面可以很清楚地看出來，因為禾本科植物的葉便是從這些地方發育出來的，這些地方稍為隆起，叫做莖稈的節。



第6圖 禾本科植物主根的生長  
 1——胚構造的一般圖解；2——主根穿破種皮，從種皮孔發育出來的，或為主根，或為不定根，係依禾本科植物的種類而有所不同。

禾本科植物的葉圍繞着整個莖稈的周圍；葉下部捲成管狀，包圍着莖稈的節間之大部份。

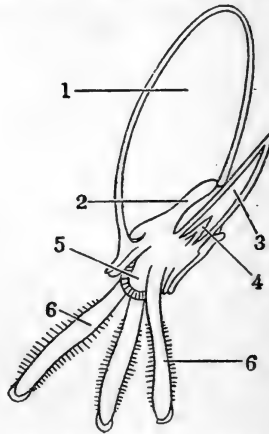
葉包圍着節間的捲曲部份，叫做葉鞘；只有上部份才不捲曲，形成葉片，這部份就叫做禾本科植物的葉。

禾本科植物與豆科植物以及其他科牧草的不同，是在於禾本科植物莖的增長不是發生於每一個節間的上部，而是發生於節間的下部。這種增長是用所謂「間生」生長的方式進行的，這就是說，藉助於節間細胞

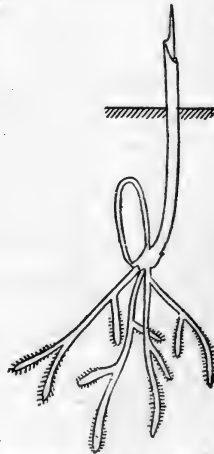


第7圖 燕麥和稷的發芽

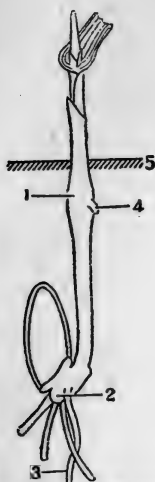
1——燕麥的苗和不定根；2——稷的苗和主根。



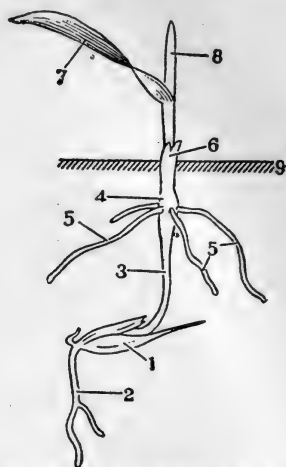
第8圖 禾本科植物種籽次生根和胚芽的生長圖解  
1——胚乳；2——盾狀體(子葉盤)；3——初生葉鞘；4——胚莖；5——未發育的主根；6——具有根冠和根毛之次生根。



第9圖 禾本科植物主枝穿出黏化的最初葉鞘頂端之圖解



第10圖 第三級根開始從禾本科植物的分蘗節發育出來的情况圖解  
1——分蘗節；2——衰萎了的主根；  
3——次生根；4——未發育的第三級根；5——土壤表面。



第11圖 禾本科植物幼苗圖解  
1——穎內的種籽；2——主根；3——含於初生葉鞘中的第一個節間；4——分蘗節；5——穿過初生葉鞘的第二級不定根；6——在土壤表面上張開的初生葉鞘；7——第一葉，其葉鞘圍繞着第二（地上的）節間；8——第二葉；9——土壤表面。

分裂的方式進行的，節間的細胞因此逐漸把莖的上端向上推進，使它從葉鞘裏生長出來。

豆科植物和其他科(禾本科除外)牧草的莖，是只有上端生長的；低下最老的部分有很多木質纖維以及由細胞壁構成的維管束。活細胞僅存在於這些莖的皮層中。

當禾本科植物發芽時，莖即從種籽內發育出來，在距離土壤表面不遠的地方形成了第一個節。有一部分禾本科植物之第一個節，是在土壤表面下深度不大的地方形成的，另一部分禾本科植物之第一個節，却在土壤表面上形成。大多數禾本科植物之第一個節，都具有特別重要的意義，叫做分蘗節。

在由節生長出來的葉鞘的腋裏，有一個芽，這就是未發育的新莖，

在芽的長出處有一個或幾個隆起物，這些隆起物是由未發育的根形成的，這些未發育的根位於莖芽的內部，是在未發育的莖的中央部份形成的。大多數禾本科植物的新枝，僅能從分蘖節發育出來。只有少數的禾本科植物，如：蘆竹和白翦股穎(*Agrostis alba*)之某一匍匐性變種，新枝才是從其他的地上節發育出來的。

在禾本科植物的分蘖中，一個新的莖(枝)開始從第一個節的芽發育出來，從這個新莖的基部分生一條或若干條或多或少強烈分枝的新根。新發育的莖，在距離主莖或遠或近的地方，形成自己的分蘖節，這個分蘖節和第一個分蘖節同樣順序地發育着。當根從分蘖節中形成後，在禾本科植物發芽時所形成的一切根，都逐漸死亡。

**一年生與多年生禾本科植物** 一年生與多年生禾本科植物是不同的。

一年生禾本科植物的分枝能力或分蘖能力，是有限制的；一切的枝在春化階段以後幾乎同時繼續着進一步的發育，順序地形成第二、第三等等的節間和節，然後形成花序以及結實直到成熟，此後，整個植株，包括根在內，便一同死亡。

一年生禾本科植物的全部發育(從發芽到新種籽成熟)，是在少於一年的時間內完成的。

一年生冬性禾本科植物的發芽期，永遠是在播種那一年的秋季結束的，而分蘖期則可能在同一年的秋季內完成，或集中在第二年的春季，或者可能從秋季開始一直進行到春季完成。但是冬性作物的全部發育，永遠是在少於一年的時間內完成的。

多年生禾本科植物在播種的那一年，只有那些直接從種籽發育出來、並且形成第一個分蘖節的枝，才會形成果枝。而那些從這個第一分蘖節發育出來的枝，以及以後順序發育出來的枝，都不會在自己發育開



始的那一年內形成果枝，而是停留於葉枝的狀態。

枝的葉在第一年的生命中所製造的全部有機物質，都貯藏在枝的地下部分，作為第二年由這些枝發育成的果枝的營養物質。葉在冬季嚴寒下都死去，只有很少數的多年生禾本科植物才在整個冬季的過程中保存着自己的飼料品質；比方說像羊茅(*Festuca ovina*)，或我們蘇聯東南部各草原上的溝葉羊茅(*Festuca sulcata*)，都屬於這些禾本科植物，基於溝葉羊茅的這種特點，牲畜在冬季才可能有放牧的場所。

與果枝開花同時，新枝便從過冬的枝的分蘗節裏發育出來，這些新枝也像去年一樣形成着一些具有新根和新枝的新分蘗節，並且在它們形成的那一年內仍保持着葉枝的狀態。在草甸禾本科植物方面，形成了果枝的那些枝，在冬季都與自己的全部根系同時死亡。可見多年生禾本科植物的每一個枝僅活一年而已，但是多年生禾本科植物與一年生禾本科植物有一點不同，就是它不僅以種籽來繁殖，而且同時也以越冬的地下枝來繁殖，這一點是多年生植物的特點。

**一年生禾本科植物與多年生禾本科植物在性質上的差異** 一年生禾本科植物在夏季死亡，而多年生草地植物則在初冬死亡。最初看來，可能以為這一點差異並不重要。但是實際上這點差異會引起很重要的後果。

一年生禾本科植物殘株的死亡有機物質，在夏季仍然保持在土壤中。這時候土壤中水分最少，空氣最多。因此，一年生禾本科植物所遺留的死亡的有機物質，便的好氣細菌的作用下，開始分解。有機物質的分解在這些細菌的分解作用下進行得很快，含於植物殘餘內的全部物質都分解為簡單無機化合物的形態，這些無機化合物最適於被植物所吸收而作為它的養料。結果，一年生禾本科植物也像所有的一年生植物一樣，不能在土壤中累積有機物質。

多年生禾本科植物的情況就完全不同了，它們的果枝在冬初與所有的根一同死亡，而後來這些死亡的有機物質就累積在土壤中。顯然的，在整個冬季中，這些有機物質不會發生任何的分解。春季土壤中集中着可能的最高量的水分。秋季水分完全被土壤所吸收，此外，更補充了在整個冬季不可避免地以水蒸氣的形態由較低的不結凍的土壤層蒸發到較高的結凍的土壤層、並在這裏凝結為冰的那些水量。因此，在春季，長着多年生牧草而未經耕作的土壤的一切空隙，都充滿着水分；這樣一來，土壤中就不含有空氣和氧氣了。因此，植物殘餘在這種土壤中的破壞，應當是在春季在嫌氣細菌的作用下進行的。這些細菌破壞有機物質很緩慢，由於細菌的生活活動增加了對於細菌本身有害的產物，破壞作用不久便完全停止了。

由於水分從土壤中蒸發掉，空氣便進入土壤中。但是，較高土層的土壤未經耕翻，其中有很多在冬季死亡的多年生禾本科植物的莖和根，進入的空氣不久便刺激着那些好氣細菌的生活活動。這些細菌吸收了進來的空氣之全部氧氣，來使有機殘餘物發生氧化。因此，土壤中在夏季也缺乏氧氣。土壤中的有機物質便不會完全破壞。當冬季來臨時，多年生禾本科植物的果枝之一切地下部分，再在土壤中死亡。到了第二年，這些條件仍像去年一樣地重複發生着，而且更加厲害；因為土壤中植物殘餘數量的增加，引起了從土壤表面吸收氧氣的加強。結果，死亡的有機物質在長着多年生禾本科植物的土壤中的累積，便一年一年地越發增加起來。

顯然的，土壤中的植物殘餘如果累積得越多，土壤中含有的植物養料就越豐富。可是，只有簡單的無機化合物才能够營養綠色植物。因此，如果植物養料是以死亡的有機物質的形態而累積在土壤中，那末，儘管養料因素在土壤中貯藏得很豐富，植物仍然缺乏可以吸收的養料。可

見，養料雖然存在於土壤中，但大部分的貯藏都好像是「不流動的資本」。這個問題將在以下的一章中詳細地討論到。

多年生禾本科植物可分為根狀莖的、疏叢的和密叢的三類。

根狀莖的禾本科植物的分蘖節，是在土壤表面下形成的。當它們分蘖的時候，新的枝在土壤表面下發育了一些時候，有時候形成幾個地下的節間和節；只有在距離第一分蘖節頗遠的地方，地下莖才會在較高的地方形成一個新分蘖節，並且突然折向上，長到土壤表面上來。新的地下莖從新的分蘖節裏發育出來。葉鞘從地下莖的節發育出來，這些葉鞘包圍着以間生生長法而增長的節間基部。地下莖上的葉片，僅以短小的鱗片之形態發育起來。從地下葉鞘的腋裏只發育出一束根。這種地下莖叫做根狀莖；具有這種地下莖的多年生禾本科植物，叫做根狀莖的禾本科植物。匍匐冰草便是根狀莖禾本科植物的例子。

另外一類禾本科植物，雖然也在土表下形成分蘖節，但其地下莖却在離開自己形成的分蘖節不遠的地方，便長到土壤表面上來。新莖只在土壤表面下發育一個節間和一個節，這個節間形成以後，莖便長到土壤表面上來，變為綠色的枝。這些枝之唯一的地下節便是它們的分蘖節，具有新分蘖節的新枝便是從上述的分蘖節發育出來的。在溫暖的季節，在禾本科植物整個生活的過程中，發育便是這樣進行的。每一個分蘖節，都發育出自己的獨立的根束。可見這一類禾本科植物發育着疏鬆的叢，因此叫做疏叢的禾本科植物。貓尾草（註）便是疏叢禾本科植物的例子。

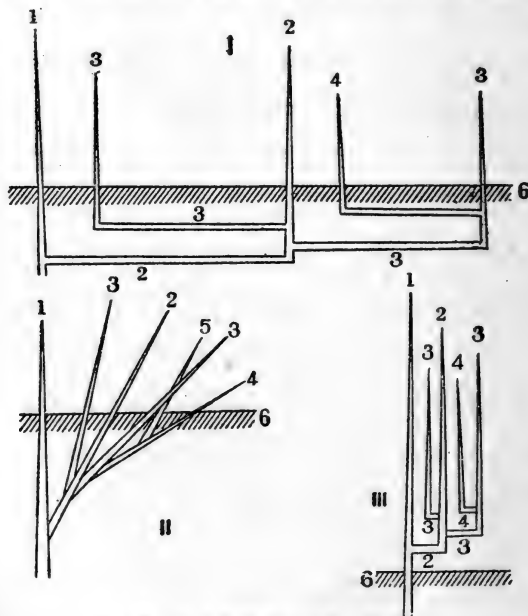
無論根狀莖禾本科植物和疏叢禾本科植物，在土壤表面下都有一些不斷形成新細胞的部分。這些部分便是分蘖節（在那裏不斷地發育着新的枝）和節間基部（在那裏，地下枝是以間生生長的方式增長着

註：貓尾草，又叫梯牧草。——譯者註

的)。新細胞的發育，必須具備三種條件——溫度、濕度和氧氣。

土壤濕度，是隨着草甸土壤中所累積的死亡植物殘餘之數量而增減的，因為有機物質的持水性是很大的。但是，濕度既增加，水分從土壤表面蒸發出去的現象也加強了，而這樣便降低了土壤溫度。同時，所累積的有機物質在好氣細菌的作用下發生分解，吸收着全部氧氣，使氧氣不能達到各個分蘖節和各個節間基部。植物養料的一切元素，都以不會被吸收的有機物質的形態停留在土壤中。

顯然的，根狀莖禾本科植物和疏叢禾本科植物既然不會適應發生了變化的生存條件，便應當逐漸死亡，讓位於更能夠適應發生了變化

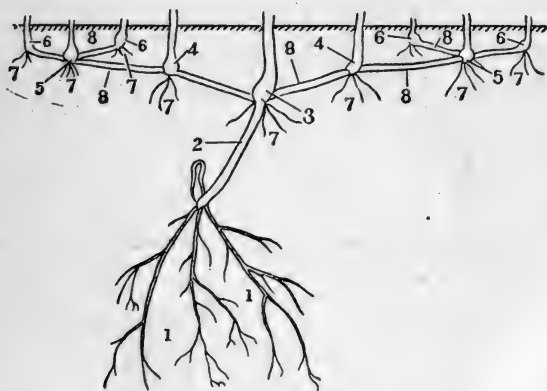


第12圖 禾本科植物的分蘖之圖解

I——根狀莖禾本科植物；II——疏叢禾本科植物；III——密叢禾本科植物。數目字表示地下枝和地上莖順序發育的級：6——土表。禾本科植物的分蘖是所謂「合軸分枝式」的，這就是說，每一級的枝長到土表上來，並形成爲莖。以後各級的枝，是由前一級分生出來的。

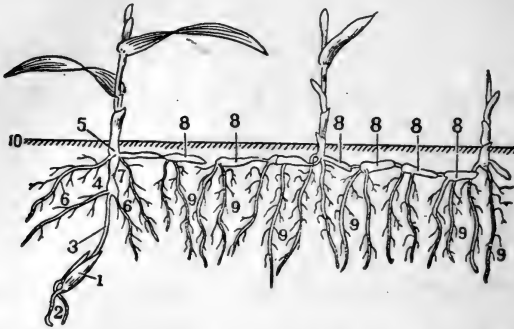
的生活條件的那些植物。

分蘗節在土壤表面上發育的那些禾本科植物，便是能夠更好地適應發生了變化的草甸條件的那種禾本科植物。但是，分蘗節除了需要充分的氧氣外，還需要穩定的濕度條件，因為新的細胞不能夠在乾燥的空氣中形成。禾本科植物——凡是分蘗節是在土表上發育起來的——都能夠保護自己的各個分蘗節免於乾枯，因為這些禾本科植物的新枝發育出來的時候，都緊密地與舊枝挨擠在一起，這樣一來，便形成了很濃密的叢。雨水和露水長久地保存在濃密的叢中，並且在蒸發的時候，也在各個分蘗節周圍保持着一定的空氣濕度。這些禾本科植物叫做密叢禾本科植物。這些禾本科植物，比方說鬚草(*Deschampsia*)，在草甸表面上形成着濃密的叢。關於禾本科植物的這一切特點在生產上的意義，我們將在本書以後幾章裏討論。



第13圖 多年生禾本科植物的分蘗之圖解

- 1——第二級根系；2——第一個(地下的)節間；3——主(第一個)分蘗節；4——5——6——第二級、第三級和第四級的分蘗節；7——第三級和以後各級的根系；8——以後各級的地下節間。



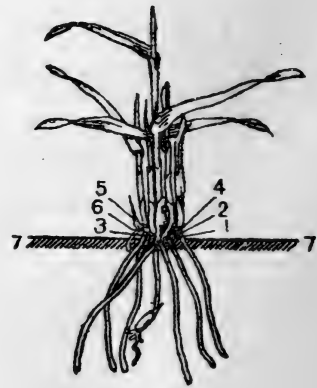
第14圖 根狀莖禾本科植物的根狀莖和根之分佈圖解

1——種籽；2——第二級根(初級根沒有發育出來)；3——第一個節間；4——5——第一和第二分蘗節；6——第三級根系；7——第二個(地下的)節間；8——根狀莖節間之葉鞘；9——由各個分蘗節發育出來的短不定根及其分根；10——土表。



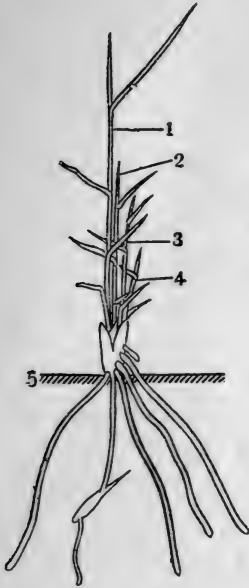
第 15 圖 疏叢禾本科植物的分蘗圖解

1——第一級節；2——第二級節；3——第三級節；4——第三級根；5——第四級根；6——第五級根；7——土表。



第 16 圖 具鞘外枝的密叢禾本科植物之分蘗圖解

1——第一級分蘗節；2——3——4——5——6——第二、第三及以後各級的枝的分蘗節；每一個枝有一個不定根；7——土表。



第17圖 具鞘內枝  
的密叢禾本科  
植物的分蘖圖  
解

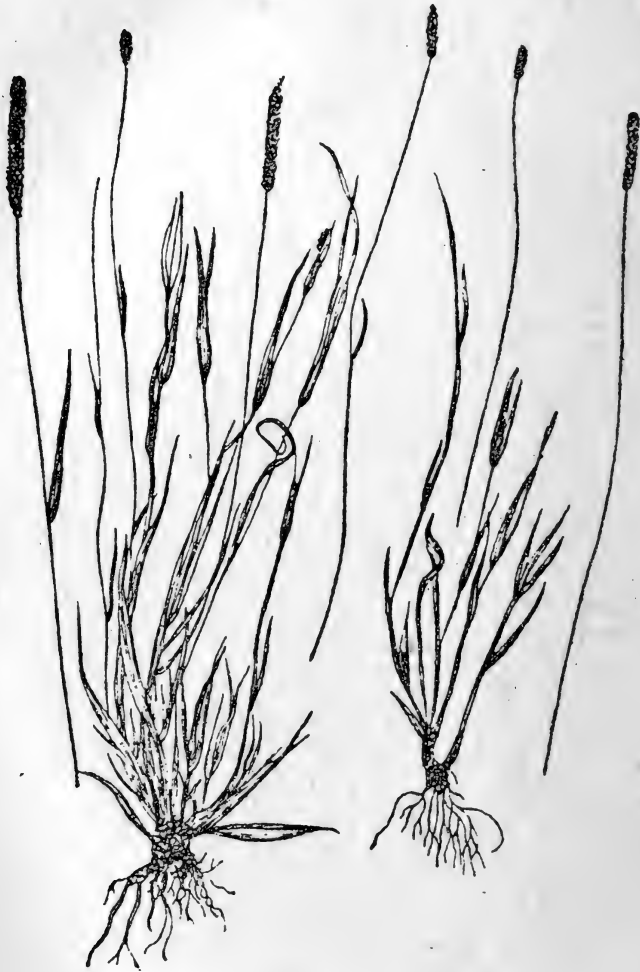
1—2—3—  
4—第一、第二及  
以後各級的枝；每  
一個枝都有一個不  
定根；5—土表。



第18圖 香草屬(Hierochloe)

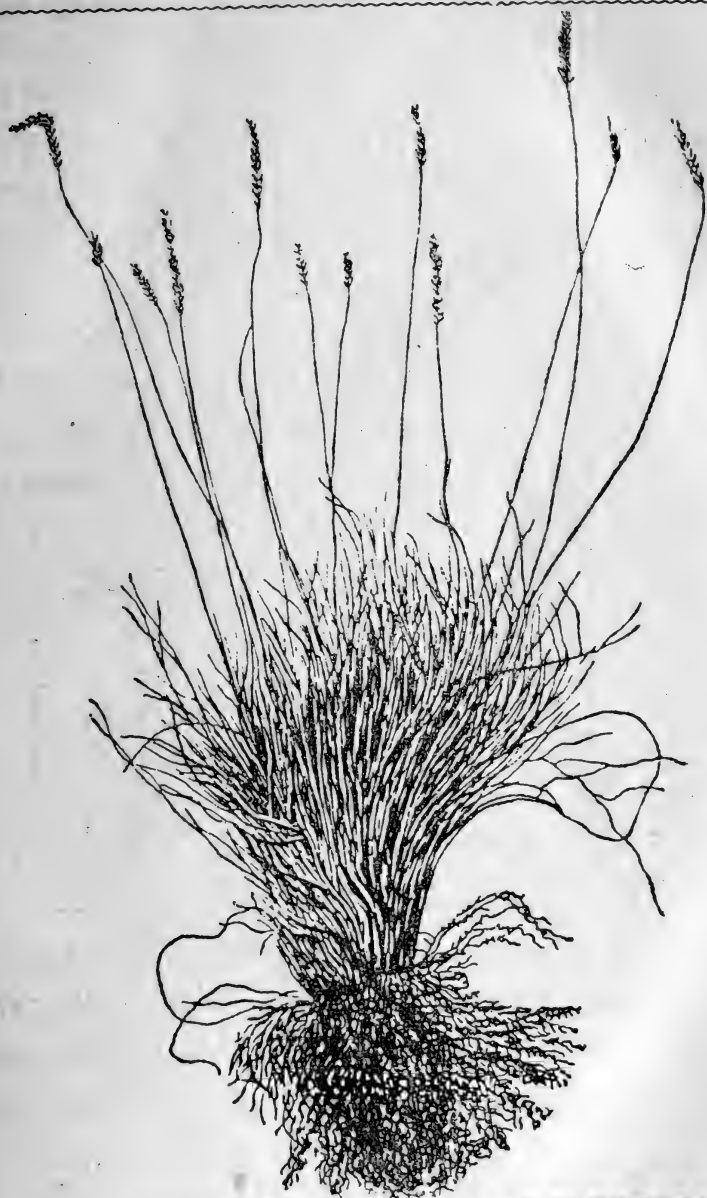
被葉鞘蓋住的長根狀莖，每一個節裏生長出未發育的葉(鱗片)  
以及短小的強烈分枝的根(威廉士土壤農學博物館中的植物標  
本)。

(天)



第19圖 貓尾草(疏叢植物之一種)的二種類型,左方是栽培型的,右方是野生型的(威廉士土壤農學博物館中的植物標本)。





第20圖 羊茅之濃密的叢，具有被內菌根貫穿着的黑色根系(威廉士土壤農學博物館中的植物標本)

**農作物需水分的變異性** 1865年，在彼得羅夫農林科學院，即現在的季米里亞捷夫農業科學院中，伊里因科夫（Ильенков）教授進行了作物需水量的測定，這是文獻中有記錄的第一個試驗。此後，在說明這個具有極其重要實踐意義的植物生活因素上——以各種植物在產生每一單位重量的乾燥收穫物時所使用的水量來表示——曾經進行了不斷的試驗。

所得到的數字非常多，但這些數字不但完全不能符合辯證法，而且常常甚至不能符合簡單的算術。表示植物在產生每一單位乾物質時所使用水量的數字，在一個非常巨大的範圍內變化不定。下面的表便是不同的研究者在不同的條件下試驗出來的、植物在產生一個單位重量的乾物質時所使用的水分單位重量數之變化不定情形的例子。

植 物	水 分 單 位 數	植 物	水 分 單 位 數
小 麥	1,530—235	豌 豆	1,658—235
黑 麥	724—377	油 菜	912—337
大 麥	676—258	芥 菜	1,658—269
燕 麥	665—401	亞 麻	1,093—787
黍	447—275	馬 鈴 薯	448—281
蕎 麥	646—371	茶 菜	2,083—227
玉 蜀 黍	369—233	苜 蓿	1,354—520

上述的巨大差異的原因，是在於任何一個因素只有在植物也具有一切其他的因素時，才能表現其最大的實效。這個假設可以用很多材料來加以說明。土壤中所含的營養元素，對於植物的水分使用量也有影響，這一點可以從列捷爾（Лэзер）（註）在印度的試驗很清楚地看出來。

註：即 Leather。

在製造每一單位重量的乾物質時所需要水分單位重量數如下：

	在 土 壤 中			
	未 施 肥 的	施 肥 的		
		氮	氮、磷	氮、磷、鉀
小 麥	800	917	545	480
亞 麻	1,093	1,198	1,000	787

烏依茨托(Уидсто)作了一個僅加以灌溉但同時不施肥的試驗，這個試驗顯示了：企圖孤立地利用任何唯一的植物生活因素，是不會得到什麼效果的。

灌溉水量增加的倍數	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0	7.0	10.0
因此而引起的在製造每一單位收穫物所消耗的水分單位	856	869	948	1,038	1,317	1,530	1,809
水量的無謂消耗	—	13	89	132	461	674	953

僅僅施用肥料而沒有同時增加植物所能使用的水量，是不會得到什麼效果的；同時，養料的各種個別元素之缺乏也會產生不利之影響。這一點可以從下列的小麥試驗看出來：

在45%及70%的土壤持水量的情形下之乾物質產量(單位 $\frac{1}{10}$ 克)

土壤肥料的性質	土壤濕度		土壤肥料的性質	土壤濕度	
	45%	70%		45%	70%
未施肥	194	228	鉀、磷肥	205	217
鉀肥	188	222	鉀、氮肥	722	1,200
磷肥	192	231	氮、磷肥	648	1,113
氮肥	575	1,052	鉀、氮、磷肥	744	1,308

光之照射量對於植物工作生產率的影響，可以由赫爾里格爾所作的大麥試驗看出來，這些大麥是在直接的太陽光下和在不同強度的散

射光下長大的。在這種情形下，創造每一單位的乾物質時大麥所使用的水分單位數如下：

在直接的太陽光下	在 散 射 光 下		
	強 烈 的	中 度 的	微 弱 的
349	483	519	675

除了外界條件以外，植物的年齡對於植物工作生產率也有影響。幼齡葉面比較老齡葉面的工作生產率要高些。這一點可從布利格斯(Бриггс)和山茨(Шанц)所作的苜蓿試驗看出來，在創造每一單位重量的乾物質時，苜蓿所使用的水分單位重量數如下：

夏初.....1,008

夏中.....1,354

夏末收割以後.....520

顯然的，在說到各種不同植物對水分的需要時以及說到植物工作生產率時，通常必須特別小心。這種需要不僅因植物的種和品種而異，而且也決定於它們的發育條件，這些發育條件並不是全部、也不是任何時候都能計算到的。

產量的大小是決定於熱和光照射量之每年變化、土壤濕度和空氣濕度、風向和風力、植物灰分養料和氮素養料的相互關係等等的綜合作用，決定於土壤溶液的反應，決定於土壤溶液鹽分的濃度，決定於微量元素以及其他的、尚未研究出來的、構成植物實際生活環境的因素之存在。這些不同的綜合作用對於同一植株和對於各個不同植株的影響是多麼巨大，這一點可以由烏依茨托所作的試驗中清楚地看出來。這些試驗是連續地在四年內進行的，進行試驗時嚴格遵守完全同一的條件，並且都應用1901年收穫的同一品種的種籽。試驗的結果顯示出各種植物

的工作生產率，這種工作生產率是以創造每一單位重量乾物質時植物所使用的水分單位重量數來表示：

植 物	年 代			
	1902年	1903年	1904年	1905年
小 麥	258	340	755	356
蒸 菜	639	227	645	670
豌 豆	1,658	269	510	525

**作物按照其對水分的相對需要之分類法** 植物栽培學還沒有充分詳細地研究出對土壤學應當提出的具體需要和要求，這一點反映在過於一般的和過於直覺的作物分類法。

不可不着重指出，企圖把作物劃分為固定的、生產上的各種類，是與原生質的各種重要特性、原生質的變異性顯然發生矛盾的，是與由這種特性直接產生出來的性質（活的有機體之無限可塑性）顯然發生矛盾的。此外，也不可以把農業生產認為死的、形式固定的東西。農業生產很容易受社會關係的任何變化、以及受科學的各種成就所影響。

把作物劃分為暫時的種類，可能有好幾種根據。這種分類法，也像生產的分類法一樣，應當根據與生產有直接關係的各種重要特性來制定，也就是說，根據植物與各種生活因素的關係來制定。

以國民經濟和國際經濟的三個基本部門（加工工業、開採工業和製造工業）的各種一般需要為根據的作物分類法，我們將不加以討論。我們將討論用保證植物以必需的水量和養料這一狹義的生產任務為根據的各種分類法。

作物之技術的分類法，可以按照兩類基本的植物生活因素（宇宙的因素和土地的因素）來進行的。不同的植物，對於地球表面的緯度條件以及海拔高度所決定的宇宙因素（光和熱）的數量之適應性，是不同的；

依照這種適應性的不同，作物可以分爲寒帶作物、溫帶作物、亞熱帶作物和熱帶作物。

在每一類作物之中，可以依照其與土壤的生活因素(水分和養料)的關係，再加以劃分。

在科學的耕作制發展之初期，曾經有人嘗試依照植物與在生產中最常缺乏的那些養料因素(鉀素、磷素和氮素)的關係，而把作物再加以劃分。

曾經劃分爲：鉀素植物類(其灰分中頗多鉀素)；磷素植物類(其灰分中頗多磷素)；和鈣素植物類(其灰分中含有大量的鈣素，而其植株中則含大量的氮素)。還嘗試再劃分一類其灰分中頗多矽酸的植物。

上述的分類，與根據其他的農業性狀而劃分的種類，頗爲符合。第一類包括根菜作物、塊莖作物和工業原料作物，第二類是穀類作物，第三類是豆科植物，而第四類可與禾本科植物一類聯合起來。

但是，把作物依照其灰分的成份來劃分的企圖很快地被捨棄了，因爲這種分類法沒有生產上的意義，也沒有科學根據。

另一種以作物與水分的關係爲根據的分類法又產生了，因爲在實踐上，保證植物對水分的需要，是最困難的生產任務。可是，這並不是說，植物與養料元素的關係具有較少的生產上的意義。

從伊里因科夫所作的試驗時起，五十多年以來，全世界有二百個以上的科學家曾經進行過關於作物與水分的關係的各種研究；由比較這些研究的結果，可以依照植物對於土壤持水量的需要，把農作物劃分下列各類。

各類作物的一般特性	對土壤持水量的需要(以土壤最大持水量之百分率來表示)(註)
(1)田間的禾本科早熟飼料作物	10—20
(2)南方、北方和山地的春性穀類作物	20—30

(3)中緯度地帶的穀類作物(冬性的和春性的)	30—40
(4)具有商品性的穀類作物(主要是春性作物)	40—50
(5)穀類豆科作物	50—60
(6)工業原料作物和根菜作物	60—70
(7)田間的多年生牧草(禾本科的和豆科的)	70—80
(8)牧場上播種的牧草(禾本科的和豆科的)	80—90
(9)天然草場的牧草	90—100

(註)最大持水量是土壤的一切毛細管空隙和非毛細管空隙都充滿着水分的那種狀態。

為了闡明各類植物對土壤持水量的需要之巨大差異之原因，必須先認識那些決定植物對水分的需要的條件。

**植物發育的各個臨界時期** 決定植物對水分的需要量的各種基本條件之一，即是植物發育各個臨界時期之長短。

在植物發育中，通常可以劃分為四個時期，這些時期在禾本科植物方面表現得最為清楚。

這些時期便是發芽期、分蘗期、開花期和成熟期。

在第一時期中，由禾本科植物之發芽的種籽(穎果)，發育出初生根來。

在分蘗期中，在每一個新枝上都形成分蘗節，由每一個新的分蘗節發育出新的枝，而每一個枝的基部都有自己的新根。分蘗期的開始及其長短，是決定於溫度條件的一定範圍。在有利的溫度條件每次長久來臨、同時又有足夠水分時，分蘗便重新開始進行。每一種甚至每一品種的植物，都有自己的溫度條件的範圍，在這種範圍內才可能分蘗。在植物栽培中關於這些範圍的研究，首先是由李森科院士進行的。

非禾本科植物的分蘗期比較不明顯，它以各種營養器官由根頸開始強烈發育而被表現出來。

必須保證各種作物的發芽期、分蘗期和成熟期以不同數量的水分，

這一點的意義可由伏里尼(Вольни)所作的各個試驗看出來。我們將引證兩個關於春黑麥和春小麥的試驗結果。

在每一個試驗中，把同數量的植株栽培在試盆中，除了水量以外，一切的條件都相同。

在植株的不同發育時期中，土壤濕度被保持在土壤最大持水量的百分之 20 和 60，這兩級濕度依照下表安排在各個發育時期中：

	發 芽 期	分 蘗 期	成 熟 期
1	20	60	20
2	20	20	60
3	20	60	60
4	60	20	60
5	60	60	20
6	60	20	20

產量有如下表：

土 壤 濕 度 (以土壤最大持水量的百分率來表示)			產 量 (單 位 公 厘)		
發芽期	分蘗期	成熟期	春 黑 麥	春 小 麥	
			乾 物 質	穀 粒	蘗 桿
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	28	102

表中的數目字很清楚地顯示出分蘗期在禾本科植物生活中的重要性。分蘗期乃是禾本科植物生活的一個臨界時期，在這一時期中，植物需要最多的水量。在這一時期中，新枝和新葉形成起來，年青的組織蒸



發掉特別多的水分。

分蘗期的長短，是把作物劃分為上述各類之主要原因。

(1)—(2)首二類的作物，本質上是壽短的植物，而它們的短命乃是首二發育時期(主要是第二時期)短促的結果。

(3)第三類包括分蘗期很短的疏叢春性作物，以及分蘗期集中在秋季的冬性作物(各種黑麥品種)。

(4)第四類包括春小麥、長久而大量分蘗的二稜大麥和在春季分蘗的冬小麥。

(5)第五類也叫做闊葉植物類，此類植物之營養器官具有長久的發育時期。

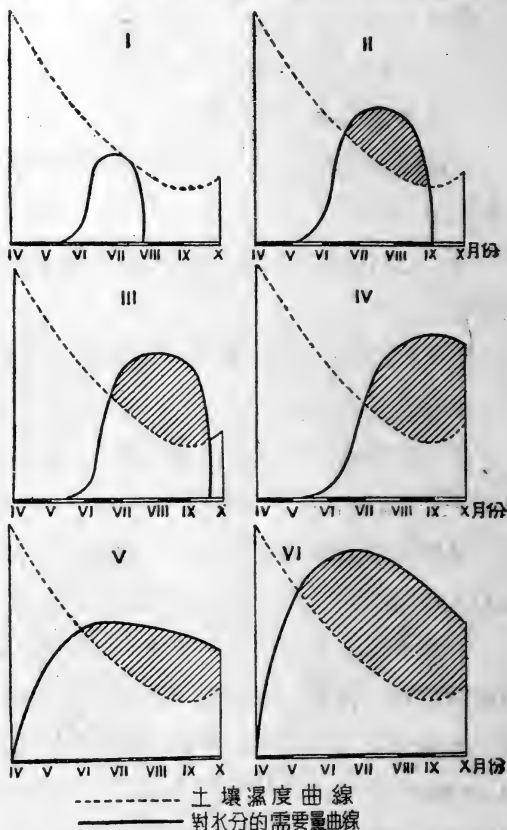
(6)第六類包括工業原料作物和根菜作物。後者是二年生植物，其首二發育時期都在第一年，而第二發育時期常常延長至四個月之久。

(7)—(9)最後三類包括多年生草本植物，其分蘗期自開花時開始，包括了整個成熟期，並延長至冬季。

**各種植物對水分的不同需要之原因** 營養期的長短以及葉面總面積的大小，大大地影響着作物對於水分的需要之程度。

對於水分的需要決定於營養期的長短，這一點我們已經研究過。這裏僅須注意一件事：在露地上栽培作物，不能同時得到早熟和高額產量。有機物質的累積，是一種生物學過程，這個過程必須經歷一定的時間。要加速這一過程，只有在提高各種宇宙因素的照射強度的情形下或在增加宇宙因素照射時間(每一晝夜)的情形下，才可能達到；這一點可以用在保護地上栽培作物的方法或用實施育種性質的選種方法來達到。因此，在同一地理緯度條件下，而又沒有進行育種工作時，早熟和低產量永遠同時發生，因為營養期的縮短不可避免地也會引起日光照射期的相應縮短。

植物蒸發水分的多少(這也是每一公頃作物對水分的實際需要量), 決定於每一公頃作物的葉面總量, 也就是說, 決定於作物在田地上的密度, 以及各個個別植株的葉的繁茂程度。密度大, 是飼料作物和纖維作物之栽培的特徵; 葉子繁茂是豆科作物和油料作物的特徵。這些植株所累積的脂肪和蛋白質之發熱量, 比較碳水化合物之發熱量為高, 所以這些植株便需要大量蒸發水分, 而植株的巨大葉面便是大量蒸發水分的結果。我們要提醒一下, 平均每公分的脂肪在燃燒時放出 9,500 卡路里的熱量, 每公分的蛋白質放出 5,500 卡路里, 而每公分的碳水化合物僅放出 4,000 卡路里。此外, 各種質體把不含氮的碳水化合物轉變為含氮的物質, 須同時放出大量的熱, 而



第21圖 土壤溫度在植物營養期內的變化與各類作物對於水分的需要量之間的相互關係

I——南部、北部和高山地區的早熟穀類作物和早熟飼料作物； II——晚熟穀類作物（糧食或商品性的）； III——工業原料作物； IV——根菜作物（工業用的、食用的和飼料用的）； V——田間播種的多年生禾本科植物和豆科植物； VI——草甸播種的多年生禾本科植物和豆科植物。

植物爲了要使它的工作表面的溫度冷卻下來，不得不蒸發掉大量的水分。因此，豆科植物、工業原料作物、油料作物和纖維作物，都與根菜作物放在同一類。

一年生田間作物和多年生飼料作物對於水分的需要量之不同，可以由上列圖解曲線看出來(第21圖)。

一年生植物對水分的需要，從播種後若干天起便開始，並且不斷地增加一直到開花末期；而且在開花期來臨以前，由於綠色葉面衰老的結果，對水分的需要量便稍爲降低。從開花期終了時起，由於葉逐漸死亡的結果，對水分的需要量便開始迅速降低；在接近完熟時，植物對水分的需要便完全停止。

多年生飼料作物從覆雪中顯露出來時起，便開始蒸發水分。蒸發量不斷地增加一直到收割爲止。在收割以後，這種情形便再重複起來，但對水分的需要並沒有達到夏季的水準。

在第二次收割後，對水分的需要便繼續到嚴寒。在春季，我們可以觀察到田間土壤中含有第一次最高量的水分。

從這時候開始，土壤中的水量便不斷地減少。隨時的降雨，逐漸補充着土壤中的水量，但是降雨並未能使水量不逐漸減少。土壤中水量逐漸減少的程度，在夏季期間越發加強起來，特別是消滅樹林而獲得的土地之開墾以及天然草甸之開墾，在那裏土壤中的含水量更容易消失。

在植物收穫以後而冬季來臨以前，由於秋季的降雨，土壤中的水量便慢慢增加起來。這時候便是土壤中水量第二次最高量的時候。

## 精耕的土壤

1. 有結構的和無結構的土壤。——2. 無結構土壤的水分狀況。——3. 無結構土壤的養分狀況。——4. 有結構土壤的水分狀況。——5. 有結構土壤的養分狀況。——6. 三種農業土地。

以上我們已經得到一個結論：所謂土壤肥力，就是土壤在植物生長的全部期間內繼續不斷地滿足植物對水分和對養料的最大需要的能力。這是一個稍為長的定義，但是同時也是一個極簡單的定義。在植物生長的全部期間內，土壤應當繼續不斷地滿足植物對水分和養料的最大需要。全部試驗說明：我們可能學會使每一種土壤都成為肥沃的，在每一種土壤中創造一些條件，使土壤能夠不斷地供應植物以最大數量的水分和養料。

爲了學會在任何一種土壤中創造最高肥力的條件，就必須認真研究這些條件。不知道這些條件的性質，我們便不能夠改變這些條件。

首先，必須詳細分析土壤的水分狀況和養分狀況。

**有結構的和無結構的土壤** 土壤能夠處於兩種結構狀態中。這兩種狀態便是團粒的(有結構的)狀態和單粒的(無結構的)狀態。

我們可以想像土壤是單粒的物體，在這種物體中，構成土壤的那些個別微粒，相互之間並沒有任何的特殊關係。這一切微粒以完全密結的塊狀體存在於整個耕作層中。緊密地存在於地表的土壤，是無結構的塊狀體。

第二種土壤是有結構的狀態，在這種狀態的土壤中，一切土壤微粒都結合成為不同形狀和不同大小的個別團粒。正常的團粒之直徑是從1—10公厘，這就是說，團粒大約像小豆粒到小核桃的大小。這樣的土壤叫做團粒狀的土壤。團粒狀土壤的耕作層疏鬆地鋪在無結構的犁底

層之上，在犁底層中，一切的微粒都密結成爲無結構的塊狀體。

也常常有一種土壤狀態，在這種土壤中，完全沒有團粒，各個微粒相互之間完全獨立地存在着，但是它們是整個的、疏鬆的物體。比方說，公路上的塵埃便是這樣。但是，這是一種暫時的狀態：一旦下雨而塵埃被浸濕的時候，便立刻形成了緊密而無結構的土壤。這樣看來，我們有兩種極端不同的土壤結構狀態。現在我們將研究這兩種結構狀態極端不同的土壤之水分狀況和養分狀況。

**無結構土壤的水分狀況** 顯然的，爲了使土壤能夠滿足植物對水分的最大需要，必須使大氣降雨雪量的全部水分都滲透入土壤中，並且使水分在滲透入土壤中以後，會保持在土壤中，而只有植物才能利用它。在這種情形下，土壤保有巨大和穩定的水分貯藏量，這樣便能夠滿足植物在全部營養期內對水分的最大需要量了。

大家都知道，土壤中的水分貯藏量是決定於大氣的降雨雪量的。讓我們想像一下，土壤濕度是怎樣改變的。我們將首先想到下雨。因爲雨後土壤表層便立刻濕了。爲了瞭解水在土壤中是怎樣移動的，必須簡單地提一提水在毛細管狀物體中的運動定律。在散碎的土壤中，一切的空隙都是毛細管狀的（這些空隙的直徑都在 0.1 公厘以下），在這種土壤中，水分只能因毛細管作用而移動，而不受重力的影響。在毛細管作用下水的運動定律，與在重力作用下水的運動定律完全不同。我們拿任何一個毛細管狀物體爲例，比方說，由黏土造成的磚，如果我們把磚之一端放進水中，水就開始由下向上移動。如果我們把水放在那塊磚的上面，在磚中的水就向下移動。如果我們把水放在磚的右面，在磚中的水就開始由右向左移動。在毛細管狀物體中的水，永遠是向着離開水源的方向而移動的。這種移動是由於兩種不相同的濕度（濕度強度）的勢差而引起的。在一端上的濕度強度一旦比較另一端大些時，水便立刻從濕

度強度較大的地方向濕度強度較小的地方移動。在我們所舉的例中，情形也是一樣。當我們把水放在磚上，在着水的地方濕度強度就增加，這時候，水立刻從濕度強度較大的地方向濕度強度較小的地方（較乾燥的地方）移動。這便是毛細管水運動方向的一般定律。水從毛細管狀物體較潮濕部分向該物體較乾燥的部分移動。否則，水就不能移動。

爲了確定任何一種運動的性質，我們必須知道運動的兩個因素：運動方向和運動速度。水在毛細管狀物體中的運動速度，是逐漸衰減的，逐漸降低的。對於水在毛細管狀物體中運動速度遞減定律，每一個人是知道得很清楚的。爲什麼在我們地球表面上有池塘、湖泊和其他蓄水庫呢？每一個池塘、每一個湖泊之底部，都是毛細管狀的、會透水的土壤。蓄水庫中的水之所以不能透入地中，而積留在地面，僅僅是因爲水在毛細管狀物體中（在無結構的土壤中）的運動之速度，是逐漸遞減的。既然運動是逐漸緩慢的，所以就應當有一個時候，這種運動便實際上停止了。當水在土壤中的運動停止，土壤濕透到一定的深度以後，我們就已經不能夠用任何力量、用任何壓力迫使另一些水量滲透入土壤中去了。這是一個很重要的定律。

在無結構的物體中，水是以逐漸遞減的速度由比較潮濕的地方向比較乾燥的地方移動的。既然我們知道這一點，那末，我們便很容易想像出，水在無結構的土壤中是怎樣移動的。在地表上，形成了一個較大的濕度強度，即形成了比較深的土壤層更大的濕度。根據水在毛細管狀物體中的運動定律，水應當以逐漸遞減的速度向下移動。透入這樣土壤中的任何一個水滴，在以後的任何一段時間內，其移動的空間都是越來越小。這一運動到了一定的深度便停止了，這深度是視土壤的機械成分而異的。但是既然透入土壤中的第一個水滴是移動得很緩慢的，那末，它便成爲第二、第三和以後各水滴透入土壤中的妨礙。因此，在無結構

的土壤表面，水便集結成滴液態的一層，也就是說，集結成服從重力作用定律的水層。在無結構的土壤上，由於水向下流動之逐漸衰減，遂不可避免地形成了池塘，因為一部分水不能夠透入土壤中。集結在土壤表面的水，不可避免地受重力的作用。它依照重力定律而移動。這些定律是大家熟知的。重力永遠作用於一個方向，即由上而下；而在重力作用下的運動，永遠是以等加速方式進行的：在每一段的以後時間內，物體所移動的距離都比較前一段時間所移動的距離遠些。因為在自然界中並沒有絕對水平的地面，所以顯然的，水開始以等加速的速度沿着土地的傾斜方向而向下流去。

如果我們考慮到以上的情形，那末，我們就完全明白，在無結構的土壤中的水分貯藏量，一定會比較從大氣中降落的水量少些。一部分水不可避免地從土壤表面流失。透入土壤中的水量，永遠比較從大氣中降雨雪量少些。沿着無結構的土壤表面流去的水量，對於不同機械成分的土壤來說，當然是不同的。而且這一水量是決定於地面傾斜度和很多其他原因的。但是，就很多不同的條件和很多不同土壤的一般情形來說，我們可以認為：能透入無結構的土壤中的水，並不超過全部雨量的30%；而70%的雨水都沿着土壤表面流失了。顯然的，在無結構的土壤中，水的貯藏量是不可能大的。它平均不能超過總雨量的30%。

到此又發生了另外一個問題。我們上面說到只有30%的雨水能透入無結構的土壤中。但是雪水，在春天當雪融解時所形成的那些水，又怎樣呢？這些水的命運怎樣呢？以下我們將研究這個問題。當冬季來臨時，上層土壤凍結，上層土壤中的水遂形成冰晶體；這時候，在凍結的（上面的）和未凍結的（下面的）土壤部分之間，便立刻形成了一種蒸氣壓力的差異。在凍結影響下，在上層土壤中的水蒸氣壓力，比較更深的未凍結的土壤層中的水蒸氣壓力低得多。當上層土壤中的水結冰時，水

蒸氣便立刻開始由下向上移動。水分開始從較低的未凍結的土壤層中向上移動。這是大家都知道的水蒸氣移動過程。水蒸氣由下向上的移動，一直進行到在凍結的土壤層中已經沒有空間能再讓水蒸氣凝結的時候為止，換句話說，就是一直進行到土壤微粒間在秋季沒有被水所充滿的一切空間，都被冰所充滿的時候為止。這樣看來，凍結土壤之全部表層在冬天將被冰晶體所充滿。土壤微粒間的一切空間，將被冰所充滿。

水蒸氣的移動過程，可以說明每一個人都知道的在春季道路泥濘難行的現象：冬天土壤表面並沒有雪，或雪已被掃淨，但土壤一旦在春天融解時，即使秋天土壤很乾燥，也立刻出現了泥濘的狀態。這一種現象是由於水由下向上移動以後，水充滿了凍結層土壤之一切空間所致。

因此，由於雪融解所得到的水，在無結構的土壤上，都全部沿着土表的傾斜方向而流去。我們上面所說的那 30 % 的雨量，僅指夏季的雨水而已。降落到土壤上的夏季雨水之 30 %，就是無結構的土壤所能够貯藏的最高水量。

這樣看來，在無結構土壤中，水的貯藏量是不能够更多一些的：這種水的貯藏量是以夏季雨水的狀態降落到土壤上的水量的三分之一。這便是無結構的土壤之第一個不良的特性。但是，還不只這樣而已。

土壤中水的貯藏量不僅應當是較多的，而且也應當是穩定的。讓我們看一看，在無結構的土壤中水的貯藏量是穩定到什麼程度。

當雨停止的時候，根據濕度勢差的定律，水便開始從土壤表面蒸發。當水開始從土壤表面蒸發的時候，便立刻形成了一層薄薄的、比較處於較深的土壤乾燥些的土壤。濕度強度大小的情況便與前相反。位於上層的比較乾燥的土壤，具有較小的濕度強度，而位於下層的比較潮



濕的土壤，則具有較大的濕度強度。根據毛細管作用定律，水應當立刻向上移動。實際上也是這樣的。當雨水停止降落在無結構土壤的表面時，水的毛細管流動開始向上進行。因為在無結構的土壤中，一切的空間無疑的都是毛細管狀空間，所以土壤所保有的水貯藏量，全體像一個整體一樣地向上移動。這種向上移動的速度究竟有多大呢？起初看來，這一速度應當是逐漸衰減的。但是，在無結構的土壤中，水向上移動的速度是等速的，或甚至是等加速的。以下我們將研究這種作用的原因。

土壤中水分向下流動時，其速度何以逐漸減低呢？這是因為濕度的差異或濕度勢差，依照水透入下面的深度而逐漸減少着。而這種差異乃是促成水的運動的動力和原因；動力既然消失，運動也就當然隨着停止了。當水進行相反的運動（由下向上）時，我們沒有觀察到上述這一點。水不斷地從土壤表面蒸發掉，所以上層的乾燥度不斷地保持着一定的程度。濕度勢差始終保持着或甚至增長着。因此，土壤中全部水的向上運動，是依照等速運動或加速運動定律而進行的。由於太陽光使土壤溫度升高以及由於風的影響，水的蒸發加強，在這種情形下，便觀察到水的加速向上運動。

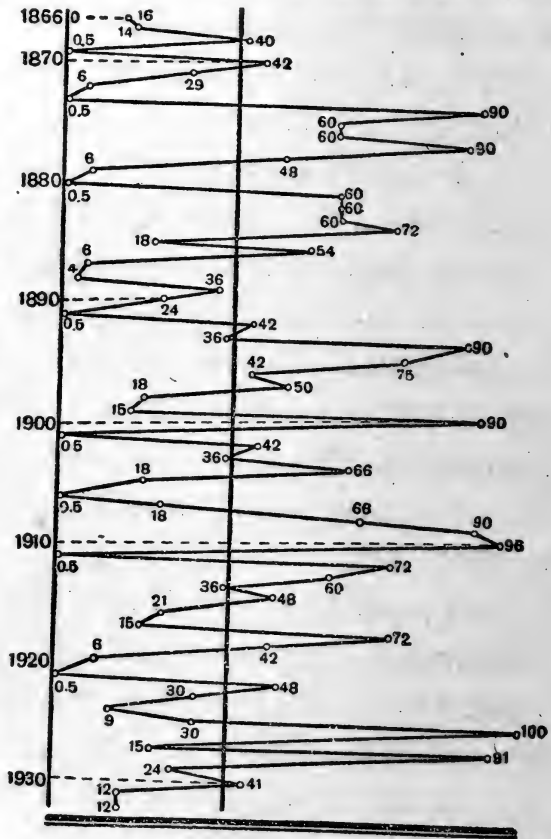
如果水的蒸發會因風和太陽照射的影響而加強，那末，在無結構的土壤中，水的向上運動便可能非常迅速。每一個人從自己的日常經驗中都能覺察到：在良好的充沛的降雨之後，如繼以乾燥而多風的氣候，土壤中的水分便會迅速地蒸發掉。

在蘇聯歐洲部分的東南部，只要有一兩天刮了強烈的春季乾風，便足以使土壤中的全部水分貯藏量都隨風而消逝。潮濕的春季土壤劇烈變乾，達到嚴重的程度，以致在秋季發育旺盛的冬黑麥有時也會變成枯草。甚至在秋季很少分蘖的冬小麥，在強烈的春季乾風下，也在未收割

時就乾枯了。這樣看來，在無結構的土壤中，水分貯藏量不但不充足，而且是不穩定的。這意味着，在無結構的土壤上，作物產量是僅僅決定於降雨的頻度的：不是決定於總降雨量，不是決定於每次降雨的水量，而是決定於降雨的頻度。

如果時常降雨，則在土壤中水分之緩慢向下運動轉變為迅速的向上運動之間的各段時間內，土壤滿足植物對水分的需要的時期，將重複出現。如果這樣的潮濕時期，由於常常重複而演變成繼續不斷的狀態，那末，作物產量可能是很高的。但是因為這樣的條件很少重複，所以在無結構土壤上的作物產量永遠是以逐年變幻不定為特徵的。產量之逐年變幻不定，乃是自然經濟的重要特點。

在某一年，產量可能很大，但在第二年，任何方法都難以保證避免毫無收成。



第22圖 自然經濟下的作物產量  
赤卡洛夫省布勒魯克地區 67 年來 (1866—1932) 小麥的每年平均產量；圖中所用的單位是每俄畝的普特數(1 俄畝等於 1.092 公頃，1 普特等於 16.38 公斤)。

(天)

如果不常下雨，那末，在無結構的土壤上就不可能有巨額的產量。產量曲線強烈地變幻不定，變幻幅度很大，多年平均產量不大，這就是在無結構土壤上的盲目農業經營的特徵。農學家的技巧在這裏一點兒也不起作用。他不能夠用任何力量、用任何知識把水保持在無結構的土壤中。一切都決定於降雨的頻度。農業成爲自然現象的玩具。如果經常下雨，就有收成，如果沒有下雨，就因亢旱而顆粒不收。在無結構的土壤上，只可能有自然經濟。

無結構的土壤不能滿足我們對肥沃土壤所提出的第一個要求：它不能創造巨額和穩定的水分貯藏量，因此，它不能滿足植物對水的需要。

**無結構土壤的養分狀況** 現在我們將研究一下，無結構土壤之養分狀況是怎樣的？植物的一切營養物質都是以有機物質的狀態存在於土壤中的。上面我們已經敘述過，生物學上重要的元素，在地球表面是非常少的。這些元素全部以有機物質的狀態存在着，生物的全部生活是由兩類過程來構成的，一方面是有機物質的創造，另一方面是有機物質的完全分解。否則，生命的長期生存便是不可能的。很久以來已經證明過：植物灰分營養各種元素和可吸收態的氮素之總量，即植物從土壤中吸收的一切養料元素，都是以有機物質的狀態存在於土壤中的。但是綠色的栽培植物在自己的養料方面具有極端一定的需要。它們只能夠吸收無機的氧化物來作養料。

綠色植物不能夠吸收有機物質和還原的無機化合物來作養料。顯然的，既然一切養料都是以有機物質的狀態存在着，因此，爲了使有機物質所含的各種元素能夠成爲植物的養料，有機物質必須分解。

有機物質之分解有兩種方式。我們可以用高溫來燃燒有機物質，或者用增加壓力的方法來分解有機物質。但是在自然界中，土地表面並沒

有這樣的條件。在自然界中，有機物質的分解是在通常的地球表面溫度和壓力下實現的。在這些條件下，有機物質的分解只有在非綠色微生物活動的影響下才能發生的；在田間土壤中，這樣的微生物便是細菌。這些細菌是無色的微生物，會分解土壤中的有機物質，它們可分為兩類：第一類是好氣細菌，只能在有氧氣的情形下生活；第二類是嫌氣細菌，能够在沒有空氣的情形下生活和分解有機物質。這些細菌分解有機物質的方式，是完全不同的。

在有氧氣的情形下生活的好氣細菌，分解有機物質非常迅速而徹底。在這種分解下，有機物質所含的各種元素構成完全氧化態的無機化合物，這些無機化合物恰恰是綠色植物的營養所需要的。

如果在土壤中佔優勢的是嫌氣細菌，就是說，是可以在沒有空氣的情形下生活的那些細菌，那末，有機物質便分解為比較簡單的有機化合物。在嫌氣細菌從有機物質中取得了能力以後所遺留下來的一切無機物質（碳氣除外），都以還原化合物的狀態分離出來，就是說，以不含氧的化合物的狀態分離出來。全部的氧都以碳氣的狀態分離出來。這些化合物不適合於作為植物的養料。此外，嫌氣細菌消費氧來作養料，從一切能够放出全部或一部分所含的氧的土壤化合物中奪取氧。換句話說，這些嫌氣細菌使土壤中的氧化物還原。這些化合物轉變為含有最少氧的氧化物。這樣一來，由於嫌氣細菌的活動，獲得了比較從前存在的更簡單的有機物質，但是這些較簡單的有機物質也是不適於做植物的養料的。從前含於土壤中、而且能够被綠色植物利用為養料的一切物質，都被嫌氣細菌還原為綠色植物所不能吸收的化合物。嫌氣過程，即有機物質在沒有空氣的情形下的分解過程，對於植物的營養並沒有益處。我們只能夠利用好氣的分解過程。在敘述了以上所說的以後，我們將研究一下無結構土壤中的情況是怎樣的。

我們首先想像，在無結構的土壤中含有大量的水，無結構土壤的一切空間都充滿了毛細管水，而所有的水都整個地在向下移動。既然土壤微粒之間的一切空間都充滿着水，那末顯然的，在土壤中便不能有空氣，即不能有我們所關心的氧氣了。當土壤中有很多水時，便發生了有機物質的嫌氣分解過程，就是說，發生了在沒有氧氣的情形下的分解過程。結果，土壤中雖遺留下有機物質，但是從前以能被植物的根所吸收的狀態存在於土壤中的那些物質，則轉變為還原化合物。這樣看來，在無結構的土壤中，如果水分充足一定會引起養料的缺乏。只有很多的水分，但沒有養料。這便是無結構土壤的一種狀態，而這種狀態乃是不肥沃土壤的特徵。

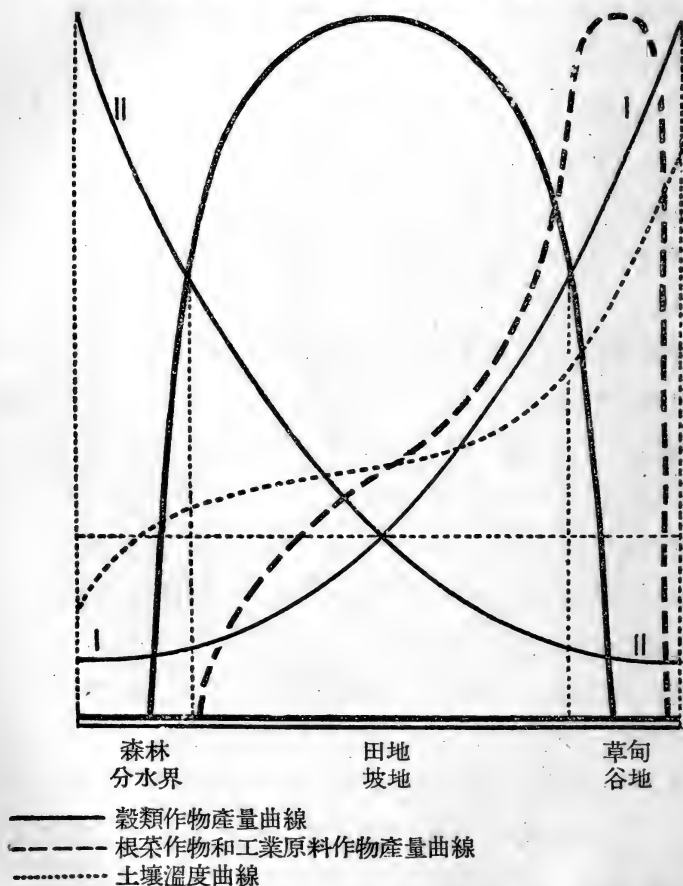
讓我們研究一下第二種情形。假定無結構的土壤乾了。水分從土壤中蒸發掉以後，空氣便透入土壤中。在好氣細菌的影響下，土壤中遂發生了有機物質的強烈分解。有機物質迅速地和毫無止境地分解。有機物質的一切元素都轉變為無機的氧化物。在這樣的土壤中，雖然可以被利用的養料數量可能很大，但是却不能夠被植物所利用，因為在這樣的土壤中缺乏水分。養料多而水分少，這便是無結構土壤的另一種狀態，而這種狀態也是不肥沃土壤的特徵。

無結構的土壤，在任何條件下都不具備土壤肥力的首要條件，——即同時存在着最高量的水和植物養料。不能夠保證同時供給植物以最高量的水和最高量的養料。當土壤中有大量的水時，養料的數量便很小；或者是有大量的養料時，水的數量便很小。這樣看來，無結構的土壤並不具備土壤肥力的首要條件。

植物僅僅在某些最短的時期內，才處於或多或少的良好營養條件下。在這些時期內，土壤中的水分還沒有全部蒸發掉，但是一部分土壤

開始發生了好氣過程。在這時候，植物便可利用土壤中遺留下來的水分和充分數量的養料了。

上述各點告訴我們，爲什麼在無結構土壤中作物的平均產量是很



第 23 圖 在地勢不同的無結構土壤上，好氣分解作用、厭氣分解作用、水分狀況與產量的天然相互關係之圖解

I——厭氣分解作用曲線； II——好氣分解作用曲線。休閒耕作法引起了產量的天然趨勢，這種趨勢表現在圖中的黑色實線上；對這種天然趨勢作鬥爭，便是草田耕作制的首要任務。

低的，爲什麼作物的產量每年都是不穩定的。現在我們將研究一下有結構土壤的水分狀況和養分狀況。

**有結構土壤的水分狀態** 首先要說一點，不論我們怎樣觀察有結構土壤，從側面來觀察或從上面來觀察，一般情況都是一樣：在各個個別團粒之間，有一些廣大的非毛細管狀的空隙，這一點是顯然的。如果雨水降到土壤上，那末，不論雨多麼大，全部水量都透入團粒之間的那些非毛細管狀的空隙中，這一點是完全可以瞭解的。水很容易透入這樣的土壤中，正像通過篩子一樣。試驗表明，從大氣中降落到地面上的水的100%，都會通過這樣土壤的表面透入土壤中去。

透入的水立刻分佈在全部土壤中。首先，每一個團粒都爲水所飽和。團粒的飽和進行得很迅速。每一個個別的團粒都是由無結構的和壓實的土壤體。

這樣看來，水在團粒中的移動是根據逐漸減速運動定律而完成的。但是團粒是很小的，直徑不過是從1—10公厘。水分移動還沒有來得及減速，團粒便已經被水所飽和了；因此，減速不可能出現，而一個團粒的各個土壤微粒之間的一切毛細管狀空隙便都不可避免地充滿水分。

如果雨很大，而全部的水不能都滲入團粒內的毛細管狀空隙，那末，在耕作層的底部，將出現一層滴液態的水層，正像在無結構土壤表面所形成的一層水一樣。

這便是在結構土壤中所造成的各種情形。

土壤凍結時，在上層各團粒中的水也凍結了。較深的下層土壤却不結凍。因此，水蒸氣必然從未結凍的土壤層向上移動。這是一般的定律。但是這些水蒸氣將凝結在什麼地方呢？將凝結在有冰的地方，就是團粒的內部。在冬季，每一個團粒將積蓄水分，直到構成團粒的那些土壤微粒之間的一切空隙都充滿了水分爲止。其中沒有水的那些團粒之間的

空隙，則仍然是空的。最多在這些團粒表面上可能結了霜，但是各團粒之間的空隙本身却仍然是空的。因此，當春季雪開始融解的時候，融解成的水將通暢地透入各團粒之間的空隙中，並分佈在耕作層底部成爲一層滴液態的水層。這樣看來，結構土壤會吸收每年全部降雨雪量的100%。

雪融解了，雨停止了；透入結構土壤中的水，其進一步的命運是怎樣呢？首先，顯然的，上層的團粒所處的條件，與無結構土壤所處的條件完全一樣。當然，沒有什麼東西能夠阻止上層的水因蒸發而喪失。上層的團粒因蒸發而喪失了全部的毛細管水。這是一般的定律。但是，在結構土壤中，全部水分的蒸發僅限於水分由上層團粒中的蒸發。在無結構土壤中不可避免的那種向上移動，在這裏不可能發生。團粒與團粒之間的空隙，比較團粒中土壤微粒彼此之間的空隙寬些。但根據物理學定律，毛細管運動的水，不能夠從較細的毛細管進入較寬的毛細管。這樣看來，上層的團粒起着隔離層的作用。在上層團粒乾燥以後，水分從結構土壤中的蒸發，幾乎完全停止。

在各種不同的條件下對各種不同的土壤進行試驗，這些試驗表明：能夠從結構土壤上層中蒸發掉的水量，大多是等於透入土壤中水總量的15%。結構土壤所能保持的貯水量，等於每年大氣降雨雪量的85%。這一水量將完全存在於植物所能利用的土壤體內。這是第一個極重要的結論。顯然的，只有團粒狀的土壤結構才能夠保證植物所必需的巨大和穩定的貯水量。

現在我們將研究一下，透入土壤中的那些水的命運如何呢？

讓我們假定在春季透入土壤中的水量非常多。在這種情形下，土壤中耕作層的底部，便形成了一層滴液態的水層。

顯然的，滴液態的水的流動方式，在這裏要服從它在無結構土壤表



面水的流動時所服從的那些定律，就是說，沿着當地的傾斜方向流去。但是滴液態的水，是沿着土壤的犁底層的表面流去。在無結構土壤上，滴液態的水之流動是發生在土壤表面上的，即發生在耕作層的表面；而在結構土壤上這種流動則發生在犁底層的表面。在第一種情形下，沒有任何東西能夠妨礙水之迅速和完全流掉。但在第二種情形下，却存在着巨大的「土壤體的抵抗力」：水在流動時，必須經過全部團粒，這些團粒引起了很大的阻力，於是便大大地減低了水在犁底層的表面沿着傾斜方向的流速。這種流速的減低是極端重要的。

既然這種運動是沿着傾斜方向進行的，那末，顯然的，位於下層的土壤將在很長的時期內不斷地得到水的供應。夏季的雨水維持着這種水的流動，幾乎在整個夏季都不停止。水在整個夏季將沿着犁底層的表面流去。這一點完全保證植物以所需的水分。

滴液態的水在其緩慢的流動中，應當服從我們以上已經說過的那些定律。因為在犁底層表面上，形成着一層比較潮濕的土層，所以，一定會發生水分從心土層中逐漸減慢的向下流動。水使心土濕透到一定的深度時，便不再發生任何的流動了。任何壓力都不能夠再把新的水透入心土中。但是透入心土中的那些水量，將完全不會蒸發。水只可能蒸發到耕作層各團粒之間的那些空隙，而在這些空隙中的空氣則被水蒸氣所飽和着。透入犁底層中的水量，可全部為植物所利用。它不會沿着當地傾斜方向流動，也不會向下流動。只有植物的根才能夠伸入心土中，並且利用這些水分。

完全同樣，當上層的土壤團粒乾燥以後，在下層的土壤團粒中的全部水量，將只有植物才能利用；植物的根必須伸入耕作層中，只有這樣，植物才能利用這些水量。含於結構土壤中的全部水量，將完全為種植

在該土壤上的植物所利用。因此，在結構土壤上的作物產量，是非常穩定的，逐年變動得很小。只有宇宙的因素，如太陽光線、陰天日數和溫度變化等等，才能引起產量的變動。

有結構土壤的水分狀況是清楚的。它已經詳細地被研究過。

**有結構土壤的養分狀況** 在有結構土壤上植物的養分狀況是怎樣呢？在有結構土壤中，每一個團粒都充滿了有機物質。每一個團粒中都有有機物的殘餘和腐殖質。這對於植物的營養條件有什麼關係呢？

顯然的，在有結構土壤中，水和空氣並不是對立的。當水進入有結構土壤中時，便立刻均勻地分佈到各個團粒中去。這時候，空氣便進入團粒之間的空隙中。水分佈於團粒的內部，而空氣則存在於團粒的周圍。這樣看來，在團粒表面上的土壤有機物質，由於可以接觸到充分的空氣，遂處於最好的分解條件下。在每一個團粒表面上，有機物質將發生非常顯著的好氣分解作用（就是說，在好氣細菌活動影響下的分解作用）。在好氣分解作用下，有機物質的營養元素被分解為氧化態的無機化合物，即恰恰為綠色植物之營養所需要的那些氧化物。

團粒中含有大量的水分，而在這些團粒的表面上則經常有空氣流通。因此，在這些團粒表面上進行着非常顯著的好氣分解作用。但是所謂在每一個團粒的表面上都進行着好氣分解作用，其意義究竟何在呢？要知道，好氣分解作用的特徵恰恰是這樣的：它進行得很劇烈，並且用盡了那些可能進入有機物質內部（在這種情形下是進入團粒內部）的全部氧氣。因此，正像巴斯忒和維諾格拉茨基所證明的，每一個團粒的內部都是一個非常確定的範圍，其中的有機物質分解是在沒有空氣的情況下進行的，或換句話說，是一個嫌氣作用的範圍。這一事實對於我們來說是非常重要的。

在無結構土壤中，全部的水都因蒸發而喪失。空氣透入土壤中以代

替水的原來位置，土壤中所含的全部有機物質，都在好氣細菌的影響下發生迅速和完全的分解。有結構土壤中不可能有類似的情形。無結構土壤與有機物質之間並無密切的關係，但有結構土壤却並非如此。有機物質僅僅在團粒的表面發生分解。而在團粒內部，有機物質仍然保存着。在土壤中，似乎存在着有機物質分解的自動調節作用。在團粒表面上有機物質的好氣分解作用如果進行得越強烈，在團粒內部的厭氣分解條件就越佔優勢。每一個團粒好像一個儲蓄庫一樣，阻止着土壤於頃刻之間將它的財富消耗淨盡。植物利用團粒表面的營養元素越多，則新的養料供應更可源源而來。全部的養料貯藏量，即土壤財富，都保存着，因為它並沒有無謂地浪費掉。

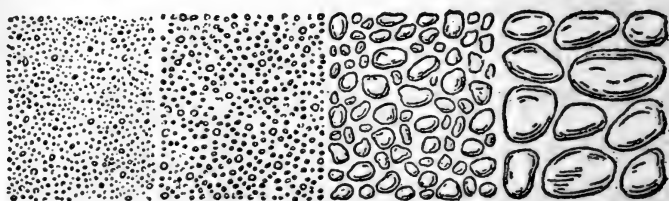
有結構土壤的重要特性便是這樣，——在這種土壤上的植物，永遠可以利用在每一團粒中的最高量的水分，以及最高量的養料。

在這樣的土壤上，作物平均產量的曲線既高而且穩定。無論在那一年所得到的產量，都能保持在這一平均產量曲線的高處，變動不大。因此，有結構土壤也叫做精耕的土壤。

我們的土壤，蘇聯集體農莊和國營農場的土壤，能够改造為有結構的土壤嗎？在社會主義農業條件下，沒有任何的原因足以妨礙這一任務的完成。相反的，社會主義農業具備了一些條件，這些條件有利於迅速完成這一具有巨大國民經濟意義的任務。我們的科學已經擁有許多例子，說明這是必然能够完成的。

從我的科學活動的最初期起，在 50 年前，我曾經管理過彼得洛夫農學院的試驗田地。我繼續管理這項工作達 20 年之久，起初擔任法捷耶夫教授的助理員，後來擔任教授。在這一試驗田地上，曾採用過很多輪作制，目的在於不斷地保持土壤耕作層的結構狀態。結果獲得了下列的材料：在一個曾盡可能地採取了保持土壤結構的一切步驟的輪作制

中，連續 20 年來黑麥的平均產量是每公頃 68 公擔(410 普特)。逐年的產量都維持在這一高額產量的左右，變化很小。最低產量是每公頃 62 公擔(375 普特)，而最高產量是每公頃 70 公擔(420 普特)。既然在農學院試驗田地上可以獲得這樣的成就，那末，在現在的條件下，我相信並沒有任何的原因足以妨礙在其他地點也獲得同樣的成就。我們的首要任務，便是耕作層土壤永遠保持為團粒的狀態。



單粒結構 團聚結構或黃土性結構 團粒結構 塊狀結構

第 24 圖 各種不同類型的土壤結構圖

還必須注意到一點：土壤的團粒狀態不但會影響土壤本身的水分狀況，而且會影響當地的水利狀況。

我們每年春季都發生洪水泛濫。在河谷中，積蓄着那麼多的水，以致伏爾加河、頓河和第聶伯河不能在 1—2 個月內把水流到海裏去。到了夏季，雖然有疏浚工作隊不斷地工作着，疏浚航路和清除淺灘等等，但河流航行率仍然下降。這些措施的有效期間只有一年。到了第二年春季，新的洪水又沖積來大量的砂。這些積砂便是無結構土壤所直接造成的後果。

**三種農業土地** 我們試想像一個包括田地、森林和草甸的任何廣大地域的剖面。這三種土地的水分狀況是怎樣呢？一般都認為森林能使氣候變為濕潤的。森林地方的氣候，永遠比較濕潤。這一點是多麼明顯，因此有人提出了大片森林會吸引雨的理論，認為在森林地方雨量比

較在田地和草甸多些。但是歐洲成千的測候所在數十年來曾經收集了降雨量的準確記錄。這些記錄表明，降落在森林、草甸和田地上的雨量，平均是一樣的。

進一步的研究表明：森林中發育茂密的樹冠；在森林土壤表面上永遠有一層死亡的有機殘落物層，這殘落物層是由枯葉、枝梢、針葉、樹皮等等構成的。顯然的，當雨還沒有降落到樹冠緊密鬱閉的森林之土壤上以前，雨一定會先淋濕這些樹冠，並且分佈在樹冠上。因為雨水分佈在樹冠的巨大表面上，所以很多的水分便從這些樹冠蒸發了。詳細的研究表明：由大氣中降落的水，平均大約只有 75% 達到森林的地面，其餘之 25% 則藉樹冠表面蒸發掉。至於在田地和草甸上，幾乎 100% 的雨水都達到地面。

在敘述了以上各點以後，當然發生一個問題：爲什麼森林會影響地方的濕度呢？爲什麼森林會提高氣候的濕度呢？這是由於這 75% 的水全部迅速地被森林土壤之死亡有機殘落物層所吸收。後來，水就在死亡有機殘落物層中很緩慢地沿着傾斜方向流去，並且保持坡地上和河谷中的土壤水的水準面。森林會阻止水的迅速流動，只有用這一點才可以說明森林會影響地方氣候濕度的原因。

此外，我們蘇聯的一切大河都是沿着所謂下積物而奔流。這是疏鬆的、半分選的漂礫崩解物，這層位於基礎岩之上。在下積物之上覆蓋着冰川堆積物。冰川堆積物（即底積物）被一些裂縫所貫穿着，這些裂縫便形成了連續的過濾系統。

當滴液態水在森林殘落物層中沿着傾斜方向緩慢地流動時，一部分水便透入崩解物裂縫中，並且緩慢而不斷地將水供給在下積物上流動的地下水層。這一地下水層再將水供給河流，並且維持河流的平水期水位於一定的高度。森林不但會調節傾斜地的濕度，而且同時會調節地

方的水利狀況。當森林被破壞的時候，當森林被砍伐而代以無結構土壤的田地時，夏季全部雨水的70%以及春季雪水的100%，都沿着土壤表面而流失。結果遂造成了洪水的泛濫。到春季，全部的水量都流入河中。在森林區，較大部分的水都透入崩解物的裂縫中。

當春季的水沿着地表流去的時候，河流中的水位便立刻降低，不利於航行。在無結構土壤的情況下，春季每發生很大的洪水，一到夏季，則完全無水。而在有結構土壤以及有防護林的情況下，在心土中的水，則緩慢地流動着，河流在整個夏季都有水。這一緩慢的流動把河流水位經常地保持在很高的位置。土壤結構性決定了整個地方的水利。現在我國的水利還沒有組織好。越靠近南方，我們就越清楚地看出河的支流越少。在草原地帶中，阿畝河、西爾河、畝爾加布河和其他河流，都發源於冰川，並且沒有支流。在黑土地帶中，伏爾加河、頓河、第聶泊河則發源於森林地區。這些河流的支流也是發源於森林地區。發源於黑土地區的河流，在春初都是水量過多，然後逐漸流失直到次年春季為止。在夏季，這些河流變成空谷，偶而有些水池。這種現象也是愈向南行，愈為顯著。

培育土壤使其具有結構狀態以及建造大面積的森林，不僅具有農學的意義而已。這是一項巨大的國民經濟任務。這便是為什麼關於保持全部耕地的土壤結構和建造防護林的問題，會成為這麼迫切的問題的主要原因之一。

## 土壤肥力的喪失及其恢復

1. 土壤耕作制的基本任務。——2. 土壤的穩定性和粘結性。——3. 土壤穩定性喪失之機械的原因。4. ——土壤穩定性喪失之物理化學的原因。5. ——土壤穩定性喪失之生物學的原因。——6. 土壤肥力條件的恢復制度。——7. 施肥制。——8. 飼料基地的建立。——9. 土壤耕作制。——11. 壟條的特性。——12. 淺耕的有害後果。——13. 壟條翻耕制。——14. 歇荒耕作制。

有一種土壤，其耕作層是由個別的穩定的團粒所構成的，我們稱這種土壤為有結構的土壤。在整個耕作層中的土壤都是團粒狀的。有結構的土壤位於無結構的犁底層之上。

**土壤耕作制的基本任務** 土壤耕作之首要而基本的任務，就是要將土壤耕作層變成團粒狀態的。

但是如果各團粒之間的一切空隙都充滿了粉碎的土壤，則這樣的土壤與無結構的土壤並沒有絲毫分別。有結構土壤的最大價值，是在於在各個土壤團粒之間，有一些廣闊的空隙，而這些團粒乃是由一團密實的、單粒的無結構的土壤粘結而成的。如果各團粒之間的這些廣闊空隙，充滿着細小粉碎的、非團粒狀的土壤，則土壤中的發生的一切生物學作用和水的流動情況，便將和在粉碎而無結構的土壤中所發生的完全一樣了。因此，對於土壤耕作的基本任務，我們還加上下列一個非常重要的要求：耕作必須把整個耕作層土壤變成團粒狀態，但是在耕作進行的過程中，必須儘可能地不要擊碎土壤。

上述條件的重要性可以用下列一點來說明。試想，如果團粒狀的土壤中，粉碎的土壤達到全部土壤之 23—35%，那末，這些粉碎的土壤便已足以阻塞各團粒之間的一切空隙了。含有 65% 團粒和 23—35% 粉碎土粒的土壤，與含有 100% 粉碎土粒的土壤，沒有絲毫區別。

由上述一點來論證，我們對土壤耕作提出了一個嚴格的要求：造成土壤的結構狀態時，必須儘可能地少使土壤粉碎。這樣，組成整個制作科學的各種制度之一（土壤耕作制）的技術任務，便清楚地描繪出來了。土壤耕作的任務，是在於把整個土壤耕作層變成團粒的狀態，同時要儘可能地少使土壤粉碎。

**土壤的穩定性和粘結性** 十分顯然的，既然團粒狀態是最適合於我們的目的，那末，從實踐來看，從生產的觀點來看，保護土壤的團粒結構便是極其重要的。

顯然的，土壤團粒必須以穩定性為其特徵。所謂穩定性，我們是指土壤團粒在水中不易渙散的性能而言。必須着重指出，土壤穩定性常常被人與土壤粘結性，即土壤團粒抵抗壓碎的性能，混為一談；所謂土壤粘結性，是指土壤抵抗以機械的力量使團粒分散為散土粒的性能。

每一個土壤團粒都必須具有兩種基本特性：第一，它必須以粘結性為特徵，就是說，必須能夠抵抗那種壓碎團粒或促使團粒的微粒互相分離的機械力量；其次，團粒必須以穩定性為特徵，就是說，當浸水中時，不會迅速渙散為泥漿。從生產的觀點來看，這種穩定性是非常重要的。

如果團粒沒有穩定性，則在第一次下雨以後，土壤上層的一切團粒都將渙散為泥漿。這些泥漿流入團粒狀土壤中。各團粒之間的一切空隙都將充滿着渙散的土壤。因此，在第一次下雨以後，土壤將具有無結構土壤的一切特性；形成一層結皮，土壤將被塵土所充塞。在這樣的土壤上，不可能獲得豐產。在土壤結構不穩定或缺乏持久性的情形下，需要反覆地進行土壤的耕作。必須耕作一兩次，才能把土壤變成有結構的狀態。如果土壤是不穩定的，那末，新的結構狀態也只能保持到第一次下雨為止。當雨再下的時候，在反覆的土壤耕作下所形成的新團粒，又告渙散，重新恢復其無結構的狀態。



土壤耕作要消耗巨大的勞動力和能量。因此，可以減少耕作次數的土壤穩定性，在實踐上是有很大意義的。土壤穩定性會減少我們生產收穫物時所消耗的勞動量。

這裏發生了一個問題：土壤結構和土壤穩定性是由於什麼原因才會喪失呢？在生產收穫物時，任何土壤，如果在耕作和播種一年生作物以後就聽其自然，那末，便毫無疑問地將逐漸喪失其團粒狀的結構。因此，我們無論如何必須每年重複耕作，才能使土壤具有團粒狀的結構。而如果土壤是不穩定的，就必須每年重複耕作好幾次。因此，為什麼土壤會喪失結構性的問題，是極其重要的。土壤團粒狀結構的破壞，乃是不可避免的事。我們不能夠在一次創造土壤結構後，便永遠使它保持着。

我們把土壤一定會喪失結構性的原因，分為三類：機械的原因、物理化學的原因、生物學的原因。

**土壤穩定性喪失之機械的原因** 機械的原因是很清楚而可以瞭解的。

在進行任何生產性的土壤耕作過程時，我們都要在田地上通行。在收穫、施肥和播種時，拖拉機、機器、馬車以及載重汽車等，都要從田地上經過。總之，在整個季節中，都有重物在土壤表面上經過。在這些重物的影響下，上層的土壤團粒一定會被壓碎。上層的團粒不斷地被人畜踐踏，拖拉機、機器和馬車等的輪子所破壞。於是在田地表面上的土壤，便變成了無結構的狀態。土壤中所產生的機械的粉碎，深度平均達到10公分。深度可能稍為大些或稍為小些，但是平均是10公分。上層10公分的土壤，都是由於機械的原因而喪失其結構性。但機械的原因不能作用到更深的地方。因為重物的壓力遭遇到土壤團粒粘結性的抵抗。在大約10公分的深處，這種壓力衰減以至消失。純粹以機械方式破壞土壤結構的那些力量，所能作用到的深度，便是如此。

除此以外，也不能不想到一點：那些用來創造團粒狀結構的耕作工具，在工作進行中也會使土壤粉碎。甚至最完善的犁也一定有楔形的犁刀。

當犁刀切開地面時，凡是它所遇到的一切團粒，都被切碎為碎土；同時，犁頭在遇到團粒時，也把團粒擦碎為碎土。

甚至最完善的土壤耕作工具，也至少會把少數的團粒破壞為碎土，這些就是機械的原因。

**土壤穩定性喪失之物理化學的原因** 其次有第二類的原因，即物理化學的原因。土壤團粒如果要成為穩定的，在水中不會渙散，就必須用某種不溶解於水的膠結物質來黏固。如果要具有穩定性，團粒中的土壤微粒必須用不溶解於水的膠結物質來黏固。只有在這樣的情形下，團粒才不會在水中渙散，我們才會獲得真正穩定的土壤。

確定什麼樣的膠結物質能夠不溶解在水中，是一件非常重要的事。很多的研究表明，腐殖質便是這種膠結物質。因此我們非常重視土壤中的腐殖質：它是土壤結構穩定性的保證。既然團粒被腐殖質所黏固，團粒便具有巨大的穩定性。但是並不是任何的腐殖質都能把土壤團粒都黏固到某種程度，使得這些團粒不會在水中渙散。

並不是任何腐殖質都不會溶解在水中。一切粘結物質的一般特性是這樣的。任何的粘結物質可能存在於兩種狀態。這兩種狀態如果用簡單的話來說，一種叫做膠，另一種叫做水泥。

所謂膠，我們是指這樣的粘結物質，這種粘結物質能夠在自己乾後把被粘結的東西粘合在一起。用於粘固木塊的普通細木工膠，能夠在乾燥狀態下把各個木塊粘合在一起。但是如果我們把用膠粘合的東西放入水中，這件東西就立刻瓦解。當膠放入水中時，膠微粒立刻開始在水中擴散，正如任何的氣體放入空間時在空間一樣。如果把一塊木工膠放

入水中，膠就開始脹大，變軟，膠微粒分佈到全部水中。這些現象在熱水中發生得很迅速。膠並不是像糖或鹽那樣地溶解在水中，而是膠微粒擴散在水中，形成所謂膠體溶液。只有在乾燥的狀態下，這種東西才能把物質粘固起來。在這種情形下，這種東西便叫做膠；在膠體化學中則叫做溶膠。

有一些物質能夠把東西膠固在一起，即使在水中，也不會瓦解，這些物質叫做水泥，在膠體化學中則叫做凝膠。在卜特蘭水泥中，這種能力表現得非常明顯。

任何粘結物質都可能具有在水中渙散或不渙散的能力。一切的粘結物質都有個別的微粒，這些微粒非常小，只有一公厘的百萬分之幾；粘結物質不會溶解在水中，但是它的微粒（由很多但數目不同的分子組成的）則會在它們所處的水中均勻地擴散。

在這裏我們應當談一談膠體化學。

膠體微粒是一些非常細微的東西。它們的直徑不過是一公厘的百萬分之幾而已。如果一種物質細微到這種程度，那末顯然的，整個物體的相對表面的是非常大的。膠體微粒的各種表面作用，即由表面張力所引起的各種作用，也表現得非常顯著。在這些作用中，我們應特別注意以下兩種：第一是各微粒之間相互的分子引力。各微粒既然這樣細微，那末，這些微粒便相互接觸得最為緊密。同時，在很短距離中作用着的分子引力，在這裏將表現得非常強烈。這一特性，即很強的分子引力，叫做粘結性。

含有大量細微膠體的土壤，具有很大的粘結性（粘結性是土壤抵抗因機械作用而分開土壤微粒的力量）。有時候我們把粘結性叫做土壤的「粘重」。我們把土壤分為輕鬆土和黏重土。土壤粘重度係以由土壤整體分出一片壟條所需要的力量來衡量。土壤中的細小膠體微粒越多，所需

用的這種力量越大，耕作也就越困難。我們所說的粘重土，例如粘質土，就是指其中有很多細小膠體微粒的土壤。這樣土壤的耕作需要很大的動力。

砂質土含有粗大的土粒，直徑不到一公厘。土壤中的微粒，僅在一些個別的點互相接觸。因此，分子引力在這裏是不大是。在耕作時，砂質土不會造成巨大的抵抗。在這種情形下，我們把它叫做輕鬆土。土壤中的極細粒越多，土壤耕作就需要越大的力量。

膠體的另一物理特性，便是：完全不會溶解在水中的膠體微粒，當與鹽溶液接觸時，能夠用微粒引力把鹽基離子吸引在自己的表面，形成一鹽基層。

膠的每一微粒，永遠都被自己吸引住的鹽基微粒所包圍着。膠的微粒能夠擴散與否，是決定於膠微粒所吸收的鹽基之性質的。在第一種情形下，膠體將成爲膠，而在第二種情形下，膠體將成爲水泥。

如果被簡單的木工膠所吸住的鹽基，是由單價金屬（鉀、鈉或銨）所構成的，那末，膠便能夠使自己的微粒在水中擴散。顯然的，如果膠是由動物的物質、由結締組織之廢料所構成的，那末，含於動物物質中的蛋白質，在分解時便形成氨氣，氨氣便被膠微粒所吸住。簡單的膠永遠含有被吸收狀態的銨陽離子。在廐肥腐化時形成的腐殖質，含有被吸收狀態的銨。大家都知道馬廐有一種特殊的氣味，這種氣味是由於大量氨氣形成而產生的。這樣的腐殖質不能夠使土壤團粒具有穩定性。當被這樣腐殖質所黏固的團粒放入水中時，腐殖質微粒立刻開始在水中擴散，團粒立刻渙散。

如果我們把雙價金屬（例如鈣）鹽溶液加到膠上，情形就完全不同。這時候，鈣離子便把被吸收的單價金屬離子擠開，並且佔了後者之位置。在膠中被吸收的單價銨，將被雙價金屬——鈣——所代替。這樣的

膠便喪失了自己微粒在水中擴散的能力，而變成水泥了。我們用這樣的水泥把東西牢牢地膠固。如果被膠固的東西乾了，然後放入水中，它已經不會瓦解了。膠微粒喪失了在水中擴散的能力，——膠變成了水泥。我們可以依照我們的願望，用腐殖質來製造膠（即其微粒會在水中擴散的那種物質），或來製造水泥：只要用鈣或鐵來代替被吸收的鋁，或相反的，用單價的陽離子來代替鈣便可。

爲了使土壤團粒具有穩定性，那種把土壤團粒的微粒互相膠固的腐殖質，必須含有吸收態的鈣。這樣的腐殖質叫做活性腐殖質，即具有水泥特性的腐殖質。

我們要求那種把土壤微粒互相膠固爲團粒的腐殖質，必須含有吸收態的鈣。

我們嘗試使耕作層具有穩定的結構，目的是在於使全部的大氣降雨雪量都能够透入土壤中，使水能够自由地透入土壤中，並且以貯藏的方式保持在土壤中。在大氣水透入土壤中的時候，發生下列的現象：全部的大氣降雨雪量（雨、雪、露、霜等等），都毫無例外地一定含有鋁鹽。大氣的雨雪水把鋁鹽溶解了。在所謂靜電荷之影響下，鋁鹽不斷地在大氣中形成。大氣的雨雪水溶解了這些鋁鹽，並把鋁鹽帶到土壤中來。因此，流到各團粒之間而立刻滲入這些團粒中的那些大氣水，根據上述的吸收過程，一定會把鈣排斥開，並以鋁來代替了鈣。這種土壤中所含的鋁鹽陽離子，會把被腐殖質所吸收的鈣排斥開，並代替鈣的位置。因此，在雨水透入土壤中的影響下，上層土壤將喪失穩定性，這一點是完全不可避免的。被腐殖質所吸收的鈣，逐漸被淋溶出去。

但是大氣中所含有的鋁鹽並不多。因此，當大氣的雨雪水透入土壤中時，鋁將很迅速地被上層土壤所吸收。在透入更深土壤的那些雨水中，所含的鋁已被上層土壤吸收，並被從土壤中排斥出來的鈣所代替。

因此，雨水之作用僅達土壤表層而已。實踐表明，鈣不可避免地被銨所代替這一現象，僅會發生到10公分的深度而已。因此，這一上層將不可避免地喪失穩定性。由以上所敘述的一切，可以知道爲什麼雨水會對土壤結構狀態發生那麼有害的影響。甚至很小的細雨雖然不能予土壤結構以機械的破壞，但仍然會使土壤喪失穩定性。銨排斥鈣，來代替鈣的位置，於是土壤結構便破壞了。

任何的雨都會破壞上層土壤的結構，使土壤喪失穩定的結構。機械的力量僅破壞結構，而雨則破壞結構的穩定性。這便是結構破壞的第二種原因。

**土壤穩定性喪失之生物學的原因** 我們已經說過植物營養所需要的是什麼。爲了使植物獲得營養，我們應當維持土壤中的有機物質好氣分解條件，就是說，在有空氣的情況下生活的細菌之影響下所發生的分解之條件。有機物質的一切元素必須變成無機氧化物。我們所以要使土壤具有團粒狀結構的一個原因，便是在於要不斷地維持土壤中的空氣流動，使得土壤有機物質的能夠被在有空氣的情況下生活的細菌所分解。腐殖質是一種有機物質。非常顯然的，細菌不會選擇何種有機物質是我們所需要的，何種不是我們所需要的。處於好氣細菌作用範圍內的一切有機物質，都會被破壞。因此，爲了使植物獲得營養，我們必須破壞腐殖質。在每一個團粒表面上都發生着好氣過程；使土壤微粒保持爲團粒的全部腐殖質，一定會不斷在每一個團粒表面上發生破壞。這說明了什麼呢？這說明：把這些微粒膠固成爲團粒的物質正在發生破壞，而團粒會喪失穩定性。不再被水泥所膠固的土壤微粒，開始被水所沖失，並充滿了各團粒之間的空隙。破壞過程進行越久，這些微粒就積累得越多，而它們就越來越多地充滿各團粒之間的空隙。

爲了植物的營養，我們不得不破壞土壤的穩定性和結構。爲了恢復

不斷被破壞的土壤穩定性，我們必須採取某些措施。

**土壤肥力條件的恢復制度** 目的在於在整個植物栽培期間內保持土壤穩定性的那種措施，叫做耕作制，或叫做土壤肥力條件恢復制度。如果我們的土壤是不穩定的，如果土壤不能夠保存耕作所給予它的團粒結構，它便不能夠成爲肥沃的，不能夠滿足基本的肥力條件，即不能夠同時含有最高量的水分和最高量的養料。

這兩個措施制度——土壤耕作制和土壤結構穩定性恢復制度或土壤肥力條件恢復制度——歸根到底是在於保持土壤中的有機物質好氣分解條件。由於這一點的結果，土壤不斷地積累着植物的灰分元素，以及植物可吸收的狀態的無機氮化物。

在一年的過程中，有幾段的時間是田地上沒有栽培着植物的。

田地上沒有栽培着植物的那些時期，恰好就是最多的水分由大氣流入土壤中的時期。在春初，一年生植物還沒有播種，但土壤已經在融解了。這時候，冬季的雪水立刻大量地透入土壤中。全部的冬季雪水都會透入有結構的土壤中，形成一層滴液狀態的水層，這些水開始沿着犁底層的表面流去。我們要提醒一下，植物只能夠吸收會溶解在水中的養料。因此，顯然的，在土壤的結構狀態下，在春初我們有一種危險，便是在團粒狀土壤中不斷形成的那些營養物質，將被淋溶到谷地中和河中。

在植物收穫後，也有一段很長的時期田地上沒有栽培植物。在沒有耕作的槎地上，有雜草性植物，但它們是處於生長的末期；而在耕作的槎地上則完全沒有植物。但是這時候，秋雨開始下降，到臨近冬季時，下雨次數逐漸增加。在土壤中單獨地存在着一層沿着傾斜方向而流動的滴液狀水層。這樣看來，顯然的，在秋季時也有喪失植物營養元素的危險性。此外，在每次收穫時，我們也從田地土壤中帶走了相當數量的植

物營養元素。因此，在耕作措施制度中還包括了第三種制度——**施肥制**。

**施肥制** 施肥制的任務，是在於恢復土壤中必要的營養物質貯藏量，並且把所施用的一切營養元素迅速地變成有機物質的狀態。我們通常都施用無機肥料狀態的營養物質，這些物質越會溶解，就越有價值，但是也就越容易被淋溶掉。因此，施肥法的任務，還包括把所施用的一切無機化合物迅速地變成有機物質的狀態，這樣才能使後來因有機物質的好氣分解而不斷供給植物以養料，因為這就是土壤肥力條件。植物在全部生活的過程中必須被保證以均勻而充分的營養。

**飼料基地的建立** 最後，爲了使農業生產達到最高的勞動生產率，我們必須在生產上把植物栽培業的藁稈廢料改造爲動物飼養業的產品。只有用爲動物飼養業建立飼料基地——綠色飼料基地和多汁飼料基地——的方法，才能達到上述一點。

這四種制度構成了整個耕作學說。**耕作制**的任務是在製造最少量碎土的情況下創造土壤的結構狀態。**施肥制**是維持土壤中最多量的植物養料無機物質，並且把它們變爲有機的形態。**土壤肥力恢復制度**的任務是不斷地恢復土壤結構的穩定性。最後還有**飼料基地建立制度**。這四種制度構成了整個耕作學說。

**土壤耕作制** 現在我們將進而研究耕作制。從我們在上面所說的看來，非常顯然的，可以得出如下的結論：上層 10 公分的土壤在上述的三類原因之影響下，不可避免地在喪失着結構。經驗進一步表明：在 10 公分的深度以內，鈣會從腐殖質中淋溶出來。更進一步說，水把所含的銨遺留在上層 10 公分的土壤中以後，便流入下層的土壤，因此增加下層土壤的穩定性，使它豐富了鈣素。好氣過程在上層也發生得最強烈，這一點也是很顯然的，因爲在大氣中有無盡藏的氧氣，流到上層來的氧氣最多。由於土壤表面越來越喪失結構，空氣的透入也越來越困難。最後，



氧氣便很難透入比 10 公分更深的土壤中。因此，在下層土壤中便發生越來越強烈的有機物質嫌氣分解過程，即在沒有氧氣作用下的分解過程。這一點表示：第一，腐殖質是保存在這一土層中，就是說，腐殖質不能夠那麼迅速地分解；第二，在下層土壤中所有的有機殘餘，也將緩慢地破壞和分解為比較簡單的有機物質。同時，新的腐殖質還會再積累起來。但是無機物質會從破壞的有機物質分解出來，成為還原的（不含氧的）狀態。土壤中所有的能夠還原的無機物質，將變成不適用於植物利用的含氧最少的化合物。在這一過程的影響下，下層開始具有對植物營養不利的特性。在下層土壤中，可利用的營養物質貯藏量減少了。有害的物質可能積累起來，因為很多的還原物質是具有對植物有毒的特性的。

**壟條的特性** 從耕作的觀點看來，就是說，從純粹生產的觀點看來，我們必須把兩種土層區別開來：上層（其特性已敘述得非常清楚）和下層。在上面 10 公分的土層中，所有的是喪失了團粒狀態的無結構土壤。這個上層的主要特性便是粘結性。在無結構土壤中，每一個土壤微粒的全部表面都與最鄰近的土壤微粒接觸，各微粒的一切表面都最緊密地接觸着。因此，僅能夠在很短距離發展的那些分子力，在這裏就有完全表現出來的可能性了。土壤微粒間的這些分子引力，叫做粘結性，或叫做土壤對那些企圖分開土壤微粒的外來機械力量的抵抗力。這便是上層土壤的一般特性，它是以巨大粘結性或對耕作的巨大抵抗力為特徵的。我們在耕作時所消耗的力量之最大部分，恰恰就是用於破壞這一無結構狀態的上層 10 公分的土壤。

在實踐上，土壤粘結性可能以兩種形式出現。如果土壤蓋滿着一年生植物的殘餘（槎），那末，這塊留槎地土壤佈滿了幾乎是由上垂直向下的根。一年生植物的根大多是向下發育以尋求水分，它們永遠是基本上垂直的。因此，如果我們要切開這樣的壟條，那末，這些根便不會表現出

多大的抵抗力來。抵抗力幾乎完全是由於土壤粘結性所致。因此，如果我們要耕作這 10 公分的土層，並且用 10 公分深的犁來工作，那末，在巨大的土壤粘結性之作用下，整片土壤將分裂成爲一些大的個別的硬土塊。在各硬土塊之間將有一些微細的土粒，但耕地之基本部分將是由硬土塊構成的。如果在秋季或春季耕作留茬地時耕得太淺，那末耕地就一定會有許多硬土塊的。

**淺耕的有害後果** 如果我們有一塊長了多年生草本植物後的田地，比方說牧草地(生草土)，那末在這塊田地上，大多數的活的枝都是處於水平和斜的狀態。只有根才是垂直向下發育的。同時，整個上層土壤都充滿着生草土之活的和死的殘餘，以致上層土壤還具有另外一種特性——極大的彈性。在耕作生草土時，形成間斷或延續的壟條或壟帶。土壤中存在着水平狀態的、彈性的和強壯的有機殘餘，將永遠阻止着土壤被分離爲個別的土塊。

如果在耕作時我們僅淺耕到 10 公分的深度，那末便可能出現這兩種情形。顯然的，爲了把土壤變成團粒結構狀態，變成適合於植物播種和進一步發育的狀態，必須採用某些輔助的方法。如果沒有這些輔助的方法，那末不論在第一種情形下和第二種情形下，我們都不能播種。

到現在爲止，我們才有兩三種農具，用於把土塊或生草土變成團粒狀態，以及用於土壤進行淺耕時候。這些農具是耙、圓盤切鏟和鎮壓器。

耙的工作部分，是楔形的齒。有一些齒是用一個共同的架子聯結起來，形成一個系統，這個系統使這些齒能夠像一個整體一樣地運動着。在這種情形下將發生什麼呢？當這樣的楔形齒系統被放在土壤上的時候，由於架子和楔形齒本身的重量，每一個齒的尖端都刺入個別土壤中。土壤一切結構單位處於這個齒刺入的行進路線上時，便被粉碎爲碎土；與耙齒體積一樣的土壤，則被耙齒所壓碎。與耙齒刺入部分的

體積一樣的土壤部分，被壓碎成爲碎土。然後，這些被壓碎成爲粉末的粉碎土壤，爲了讓路給耙齒，必須向各方向散開。這個楔形齒的壓力，把粉末摩擦和搓揉到被齒所形成的孔之旁邊，到周圍的土壤中。在土壤微粒四散時耙齒所產生的壓力，把耙齒周圍的全部土壤都完全破壞。結果，寬度等於耙齒寬度兩倍、而長度等於耙齒刺入深度的那部分土壤，變成粉碎狀態。土壤完全粉碎成個別的微粒，粉碎成單粒狀態。體積等於一切耙齒體積兩倍的土壤，都變成粉碎的狀態。這是第一種結果。

然後耙便開始在土壤表面上運動。這就是說，在每一齒的全部行進路線中，寬度爲齒厚度的兩倍、而深度爲齒刺入土壤中的全部深度之空間中的全部土壤，都變成碎土。那樣一來，巨大部分的土壤都變成粉碎的狀態。

生草土耙耕工作，與留茬地耙耕工作並沒有什麼不同。在生草土耙耕時，耙齒所行經的路線附近，寬度等於耙齒直徑的兩倍之空間的全部土壤，都將變成碎土，正像上述的情形一樣。在留茬地上，整個土壤是可移動的。因此，在這樣土壤上的耙耕工作很快地即可完成。在生草土上，耙齒把壟條切成若干小條；這些條之下部（即耙齒所不能達到的地方）仍然互相聯結着。因此，必須縱橫耙耕好幾次，直到整個生草土都變成滲雜着粉粒的細微土壤爲止。若干次的計算表明：由於耙耕的結果，有50—60%的土壤都被破碎了。

以上我們已經指出：23—35%的粉粒便是以完全抵消了土壤團粒狀態的作用。因此，耙耕既然會產生50—60%的粉碎土壤，那末必然會把任何的結構土壤都變成無結構土壤。因此，顯然的，土壤耕作學說的一個基本任務，是在於研究出一個無需應用耙的土壤耕作制。

在尋找比較完善的耕作方法時，圓盤切鏟就被發明了。

圓盤切鏟是一些會個別轉動的犁板，或一組共同地在一個與該農

具前進方向交一定角度的軸上轉動的犁板。圓盤切鏟的工作情況如下：圓盤切鏟在本身重量的影響下切入土壤中。顯然的，切入土中的圓盤應當與刺入土中的耙齒提供同樣的效果。當然的，圓盤切鏟厚度一定比較耙齒的厚度小得多。但是，在土壤中圓盤切鏟所經過的全部空間中，一切的團粒仍然遭受破壞。圓盤切鏟厚度的兩倍的空間中的全部土壤，都完全粉碎了。大量的粉碎土壤產生了。

因此，耕作學家們都把自己的力量和注意力轉向於如何避免使用圓盤切鏟和耙，或如何可以最少地使用它們。最初，他們都竭力研究如何增加犁對土壤的破碎力，以及如何加深耕作層。

在分析了壟條的特性以後，我們開始完全明白，為什麼在淺耕時我們不可避免地非使用耙或圓盤切鏟不可。因此，廢棄圓盤切鏟和耙的最初若干嘗試，就是用斜度很大的碎土犁來更深地耕翻土壤。上層 10 公分的土層不會破碎，這一土層不是具有粘結性就是具有彈性。只有那些沒有沿水平方向發展的根狀莖的、潮濕的下層土壤，才會破碎。



第 25 圖 採用壟條翻耕制時壟條的情況之圖解

下層中土壤的抵抗力較小。如果把下層搖動，那末它就會自己四散成爲疏鬆的團粒狀土壤。因此有人假定：如果把若干能够破碎的下層土壤與上層 10 公分的土層滲雜起來，成爲一個土層，那末就可以得到我們所要的團粒狀結構。但是這一假定是不正確的。

在僅用傾斜度很大的犁板來耕作全部土層時，上層土壤裂開成爲硬土塊，而在傾斜度很大的犁板上的下層土壤則變成團粒。有人假定：在從犁板高處掉落到犁路之底部時，硬土塊或生草土將停留在下面，它

們上面將有一些會破碎的土壤覆蓋着。他們認為：硬土塊停留在犁路的底部，其上面則是疏鬆的團粒狀土壤。但是實際上並不是這樣。事實是這樣：當被翻起的土壤從犁板高處撒下的時候，全部的團粒狀土壤都在各硬土塊之間向下撒；結果，在鬆軟由團粒狀的下層土壤上，還是那些原封不動的土塊或生草土碎塊。情況與前一樣，所不同的是：從前土塊或生草土層是在原封不動的、未耕過的土壤上，而現在這些土塊則是在耕鬆的土壤層上。的確，這樣的耕作可以產生一些良好的效果：既然把土壤耕鬆得更深，根和空氣就更容易透入，比較多的土壤就能夠被我們所利用。雖然如此，但是處於表面的硬土塊或生草土，仍然一定要使用耙才能夠清除。

**壟條翻耕制** 在19世紀70年代之初期，土壤耕作學說就是處於上述狀態。在使用這樣的土壤耕作方法時，也研究出了一些土壤耕作制。這些土壤耕作制中有一個最古老的，直到現在還在某些地方應用着，便是所謂壟條翻耕制。這種土壤耕作制便是使用我們剛剛說過的各種農具的土壤耕作制之一。

應用壟條翻耕制來進行耕作，需要有一定類型的犁板。這些犁板的形狀可能是各種各樣的，但它們的類型是同樣的。這種犁鏟很寬，約在50—70公分之間。翻轉所得到的壟條是大而重的。犁板本身則有一個稍為扭曲形的柱形表面，而有時則有一個平的表面。在這種類型的犁板工作時，厚度20—25公分的壟條被翻轉了180度。在犁經過以後，那些在犁耕前還在土壤表面的活的生草土部分，在犁耕後便翻轉向下到犁底層上了。

由於犁板特性的原故，翻轉時形成的壟條幾乎完全不會散碎：它們僅僅扭轉而已。用作耕翻壟條的這一類型的犁，幾乎完全不會使有彈性的壟條疏鬆，而僅把它翻轉了一個180度而已。壟條的土壤是不會

疏鬆的。相反的，由於被犁頭所切碎，表面上的全部土壤都磨碎成粉土，而全部碎土則都被壓進切口之表面。因此，在各個壟條表面的全部土壤，完全喪失了結構。在耕作時形成的全部粉土，都完全擠進各個團粒之間的空隙，以及擠進在壟條翻轉時形成的不深的裂縫。換句話說，我們所得到的土壤表面全部都是單粒的、無結構的。

秋季雨水透入無結構的土壤中的情況，是只按照毛細管定律的，就是說，流動的速度很小而且是遞減的。大部分的水將沿着土壤表面流去。這些水在流去時，會透入各條翻轉壟條之間的空隙，並且分佈在犁底層之表面。壟條雖然體積和重量很大，但都相當疏鬆地排列着；在壟條與犁底層之間有一層有機殘餘層，這一有機殘餘層是在犁耕時被翻下的植被。由於這樣的結果，全部的秋季雨水很容易透入犁底層中。因此，從土壤吸收秋季和春季的雨水之觀點來看，第一年是最有利的。由於壟條被翻轉，土壤獲得了完全的貯水量。這一貯水量並不是保存在各個壟條中，而是保存在犁底層中。在這裏所貯藏的水，幾乎等於秋季、冬季和春季的全部雨雪水。關於這些水的命運，我們將在下面簡單地敘述一下，而在這裏我們將先討論土壤耕作的一個任務。

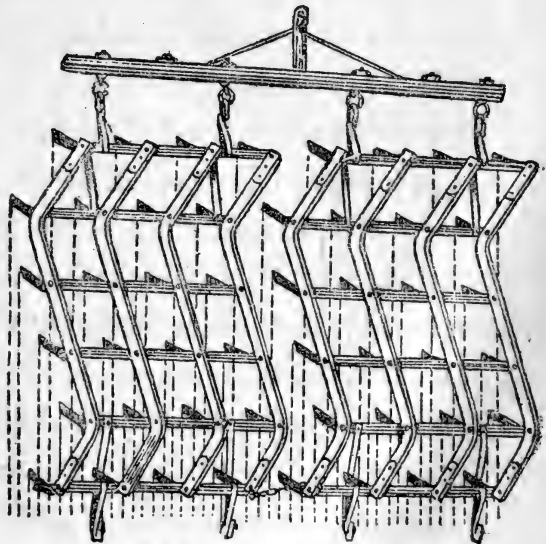
使從前長在土壤上的植物死亡，是土壤耕作的任務之一。要儘可能使一切植物死亡，這一點對於我們來說是重要的。如果植物沒有死亡，它們將在下次的播種中成爲雜草。由於翻轉的壟條很厚，活的生草土各部分完全得不到光線，——翻轉的壟條中所有的植物不能發育。此外，在乾燥的翻轉壟條中，植物與犁底層中所貯藏的水完全隔離。因此，全部植被都非常迅速而完全地死亡。這一切爲下一年的播種創造了有利的條件。

在翻轉的壟條中的貯水量非常小。翻轉的壟條是完全不疏鬆的塊狀體。因此，水可能很迅速地蒸發掉。顯然的，在這些條件下，早期播種

是必要的。

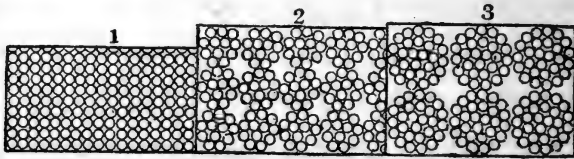
在壟條翻轉後，土壤中的全部貯水量是很大的，但是土壤肥力並不僅決定於貯水量，而同時也決定於土壤中的營養物質貯藏量。在實行土條翻耕制的時候，營養物質的情況可以綜述如下：在翻轉的壟條中，強烈的好氣分解過程（即營養物質在有充分空氣的狀態下的分解過程）開始發生。這一分解過程從表面起到空氣透入的任何地方都發生着。含有大量氮素的物質，比較任何其他物質都早些分解。因此，在翻轉的壟條中首先積累着大量無機狀態的氮素。在這種情形下，氮素養料是很充足的。但是其他有機物質的進一步分解則進行得慢得多。在表面上，好氣分解過程進行得非常強烈；這一事實說明，空氣中的氧氣幾乎沒有透入翻轉的壟條的內部。因此，生草土內部分解得很慢。只有氮素養料貯藏得最多。因此，可以瞭解為什麼在這樣條件下所產生的第一年產量含有極多的有機物質。

爲了要在這樣的翻轉壟條上播種某種植物，我們必須創造疏鬆的一層，以便可以掩蓋種籽。除了耙和圓盤切鏟以外，我們不能夠使用任何其他農具來完成這一任務。只有使用耙和圓盤切鏟，我們才能在這裏創造疏鬆的土壤層。在表面有一層疏



第26圖 兩套的現代重耙

鬆的土壤層，是有很大的意義的。第一，這一疏鬆的土壤層保護着翻轉的壟條中所有的貯水量，免致蒸發掉，——存在於翻轉的壟條中的水與上層土壤完全脫離關係。含於翻轉的壟條中的全部水，處於植物能完全利用的狀態。第二，在這一疏鬆的土壤層中發生着很強烈的好氣分解過程，這一分解過程不致因空氣氧氣的不足而延緩。在疏鬆的土壤層中，全部生草土發生非常強烈的分解。



第 27 圖 無結構土壤中(1)以及團粒排列情況不同的有結構土壤中(2和3)的各土粒與各結構單位之間的毛細管空隙和非毛細管空隙的分佈情況(阿愛列波愛繪)

在上述的條件下，第一年的產量是非常高的。從前皇家土地管理署曾經擁有大量土地，以及利用這裏所敘述的生荒地開墾方法；在記述皇家土地管理署工作的舊檔案中，有關於每公頃 100 公擔小麥產量的記錄。這些產量的特徵完全是決定於生草土怎樣耕作。如果生荒地開墾了，那末，穀類作物的第一年產量永遠是低的，因為在這些條件下，只有一項氮素是充足的。在僅有氮素營養的時候，穀類作物常常不到脫粒時便倒伏了。因此，穀類作物大多不播種在生荒地上。在生荒地上，通常是播種不會倒伏，而需要很多氮素養料的植物。常常是播種瓜類植物——西瓜、甜瓜、南瓜、黃瓜等。

只有在第二年，當多數的氮素已經被瓜類作物所利用了以後，才可以播種穀類作物。如果所耕作的不是生荒地而是撈荒地，又如果撈荒地荒廢得不很久，如果撈荒地中沒有積累過多的氮素物質，那末，在這種情形下就可以播種最高品質的小麥，即舉世無匹的硬粒春小麥。



我們的硬粒小麥中所含的蛋白質，平均等於 23%。有時候，蛋白質含量達到 27%。至於澳大利亞、加拿大、阿根廷和非洲小麥的各個最優良品種之蛋白質含量，沒有超過 18—22%。因此，我們的硬粒小麥在國際市場上完全沒有競爭者。用上述方法耕作的撈荒地，在過去是輸出小麥的主要生產基地。

當第一年的收成收穫了以後，必須準備土壤來進行第二年的播種。現在讓我們來研究一下，將為第二年創造些什麼樣的條件。由於壟條的內部還完全沒有分解，第二年可以在未耕作的壟條上播種。至於貯水量的條件，第二年完全不同了。在第一年中，全部水量都透入各條壟條之間的空隙。但是現在這些空間都塞滿了去年耙耕的那些疏鬆土壤。耙使土壤散碎。各團粒間的一切空隙，都充滿了粉碎土壤。

整個土壤具有了無結構的特徵。在第一次下雨時，全部土壤結成爲密實的土塊，並喪失了結構土壤的優點。因此，在應用壟條翻耕制來耕作土壤時，到了第二年便只剩下一種耕作方法了：必須把田地重複地進行耙耕或圓盤切鏟耙耕，以便加深疏鬆層。有力的耙耕或圓盤切鏟耙耕，會使土壤表面變成疏鬆狀態。但是在這種情形下，土壤結構會更加破壞，而土壤肥力條件更加變壞。

在這種條件下，創造了什麼樣的植物營養條件和潮濕條件呢？從大氣中來的全部水量，只有依照毛細管作用，就是說，以逐漸遞減的速度，透入粉碎的土壤中。因此，在土壤表面上，不可避免地會形成一層滴液狀態的水層，就是說，形成一層僅服從於重力定律的水層。水受了重力的作用，沿着土壤表面流去。水不能夠透入各條壟條之間的裂縫，因爲這些裂縫充滿了粉碎的土壤。因此，到了第二年，壟條本身中的貯水量非常小。大部分的春季雨水都沿着土壤表面流去。土壤也不能貯藏冬季雪水，這個原因我們在上面分析無結構土壤之水分狀況時已經揭

明了。

春季的土壤貯水量是非常不穩定的。當雪融解的時候，水立刻開始從土壤表面蒸發。各條壟條中所有的全部水，開始向上移動，移向乾燥的一層。這是因為土壤具有了無結構土壤的一切特性。如果不常常下雨，壟條就會很快地完全乾燥。壟條中的貯水量是少而不穩定的。而植物則需要大而穩定的貯水量，因為大而穩定的貯水量才能保證植物在全部生活時期中對水分的需要。因此，到了第二年，必須進行最早期的播種，這樣才能够儘可能完全地利用天然的春季貯水量。土壤表面必須用耙或圓盤切鏟使疏鬆，並且要儘可能早些播種。只有在這種情形下，植物才有時間和有可能使自己的根透入比較潮濕的犁底層中，好來利用沒有被去年的播種作物所完全利用的水分，以及利用因冬季水蒸氣凝結而補充上來的水分。但是這一貯水量仍然是不大的，這一貯水量已經被前一次的播種作物利用到某一種程度。但因為在壟條本身中貯水量是不大和不穩定的，所以到了壟條翻轉的第二年，植物所利用的水量比較第一年少得多。

有機物質在第二年的分解進行得很好，因為壟條容易乾燥。而既然壟條乾燥，空氣便透入壟條中以代替水的位置，好氣分解過程進行得很好。壟條中的營養物質很多，但是植物不能夠完全利用它們，因為沒有足夠的水。第二年的產量降低了。如果說，第一年的產量達到每公頃 80—90 公擔，那末到了第二年，產量不會超過 30—40 公擔。

**歇荒耕作制** 到了第三年，已經接近於再翻轉壟條了。壟條是那麼疏鬆，以致可以用犁耕作。結果怎樣呢？從前翻轉的壟條仍然分解得不完全。因此，當田地犁耕時，土壤表面便出現塊狀的生草土。耕地表面是呈現着一些雜亂的生草土塊，各生草土塊間的一切空隙都充滿着粉碎土。在這樣條件下，要進行播種是不可能的。無論如何，在這裏必須創造

均勻的疏鬆土壤。創造這樣的結構之唯一方法，不是強烈的耙耕，就是強烈的圓盤切鏟耙耕。在圓盤切鏟耙耕或耙耕時，一切的生草土都破碎為個別的硬土塊，同時，很多粉碎的土壤形成了。在壟條翻轉的第三年，耕地的狀態便是這樣。

在這樣耕作的時候，土壤在秋季和冬季貯藏的水之大部分都蒸發掉。在這樣土壤中的貯水量，是僅決定於降雨的次數：如果常常下雨，那末土壤便不斷保持有水；只要下雨稍為延緩，這樣的土壤就立刻過度乾燥。因此，從第三年起，產量之自然變動情況，便開始顯著地表現出來。產量的高低開始僅決定於降雨的次數。如果氣候良好，產量就很高，而如果氣候惡劣，產量就很低。結果得到了一條自然的產量曲線，其變動的振幅很大。

在應用壟條翻耕制來進行土壤耕作時，產量的一般情況便是這樣。顯然的，過了幾年後，無結構的耕作層將與犁底層結合成一塊。在這樣土壤上的產量將僅決定於氣候條件。過去，人們都把這樣的土壤拋棄，並開始耕作新的撈荒地。「衰竭的」土壤，就是說，已成為無結構的土壤，都被人放置荒廢，這樣便構成歇荒耕作制。

在應用歇荒耕作制時，整個耕作層土壤在接近於栽培的第五、六年時（在應用歇荒耕作制時每塊田地很少耕種到六年以上），都成密實的粉碎的土壤，這樣的土壤在雨水影響下便與全部犁底層完全結成一塊。第一年的撈荒地便是處於這樣的狀態。

在撈荒地上，第一年僅生長着雜草植物而已。這就是所謂高雜草撈荒地。在這一撈荒地中，二年生雜草長得最多。一年生雜草逐漸落後。在栽培時期中，一年生雜草植物種籽與栽培植物種籽一起被掩埋入土中，所以一年生雜草在那時候發育得很好。在撈荒的第一年中，一年生雜草遇到了不良的生長條件，因而死亡。二年生植物在撈荒地上發育起來，

這些二年生植物還在前一年便發育了很好的根系，到了撈荒的第一年，便非常迅速地結籽。烏麥和二年生的雜草性的雀麥屬植物，都屬於這樣的植物。

第二類最觸目的植物，將是二年生主根植物；這類植物在撈荒的前一年秋季，就發育了深入土中的、粗大的主根。在發育的第一年，這類植物用全部力量來發育一條長的根，這條根並且開始向有水分的那些土壤層中強烈地發育着支根。常植物根達到這一潮濕的土壤時，植物就立刻開始發育地上器官。植物開始發育根附近的葉子，形成蓮座叢；在綠色表面吸收養料的影響下，植物根開始強烈地生長粗大的根，貯藏材料也開始積累。植物根在秋季過程中越來越發育粗大的根。到了冬季，粗大的主根穿入很深的土中（有時達 2 公尺），根上部粗達 5 公分。到了春季，當根已經這樣大的時候，莖器官開始迅速地發育起來。在撈荒地上高着一些所謂高雜草植物：薊(Cirium)、飛簾(Carduus)等等。在第一年，撈荒地上長得最多的是薊。第一年的撈荒地（高雜草撈荒地），就農業的觀點來看，生產率是最小的，因為只有在春初，這一撈荒地才能作為牲畜的不良牧場。但是當雜草植物長得老一點時，牲畜便不願意吃它們了。如果這塊撈荒地在秋季不大量放牧牲畜，那末我們到了第二年便可以發現重大的改變。在第二年，這一撈荒地上長了很好的冰草，這種冰草每公頃可以產 5—6 噸的乾草。到了下一年，冰草的產量將更高。以後，產量發生非常大的變化：產量降低了。

到秋季，在高雜草撈荒地上的植物死亡了。根開始迅速地進行分解。周圍的土壤貪婪地吸收所形成的全部腐殖質。當高雜草的根發育到深處的時候，根把自己周圍的土壤壓實了。所形成的全部腐殖質，都被壓實的壁貪婪地吸收。根本身由於好氣過程而分解。在土壤中形成一個很深的腔，這個腔具有非常鞏固的、並積滿了腐殖質的壁。

秋季當薊死亡後，一個非常一定的情况將發生：整個高雜草撈荒地都被一些深而圓錐形的腔（被根所形成的）深深地貫穿着。當開始下雨時，或當雪在春季開始融解時，本來要沿着表面流去的水，會流入這些腔中。因為這些壁的土壤是非常密實的，所以土壤貪婪地吸收着水。土壤擁有了巨大的貯水量。同時，當水透入孔中時，立刻分佈到整個土壤。氧氣立刻透入來代替的水位置。非常迅速的和強烈的有機物質好氣分解過程便開始了。這樣看來，這樣的土壤含有大量的水分和大量的營養物質。因此，在高雜草撈荒地以後，冰草會產生巨額的產量。到了下一年，土壤再擁有巨大的貯水量。生長得很老的冰草會產生更高額的產量——每公頃 8—10 噸的乾草。

冰草的根狀莖，正像禾本科植物的任何莖一樣，絕對需要同時有水分和空氣。植物之任何活的部分，都同時需要水分和氧氣。因此，冰草的主要體積是在同時有最多水分和最多氧氣的地方發育的，就是說，在高雜草根所留下的孔中發育的。但是冰草是屬於草甸植物羣落中的一種多年生草本植物。這些多年生草本植物的基本特性，是在於它們會在土壤中積累一些難於分解的有機殘餘和腐殖質。草甸植物羣落的植物與草原植物羣落的一年生和多年生植物之差異，就是在這裏。一切的一年生植物都在夏季死亡，當時土壤中很少水分，而好氣分解過程又發生得強烈。有機物質很迅速地分解，到它所含的元素完全無機化為止。

具有纖細根的多年生禾本科植物，在深秋時死亡。它們活到結凍的時候，那時，土壤中的水結了凍，植物已經不能獲得水分了。因此，冰草的一切枝，都由於因結凍來臨而發生的所謂土壤生理學缺水現象而死亡。到了春季，冰草之死亡的根和地下莖不能夠迅速地發生好氣分解，因為春季在土壤中永遠有很多水，土壤中主要是發生沒有空氣的分

解過程。這樣的分解過程進行得很慢。有機物質分解為比較簡單的有機物質。因此，有機物質積累得非常迅速。有機物質積累得越多，上層土壤就吸收越多的氧氣來使這些有機物質分解。無氧氣分解的條件，一年一年地逐漸加強。因此，到了第三、四年，各土壤團粒間的一切空隙都充滿了死亡的冰草殘餘。水分就絕不是那麼完全地透入土壤中了。因此，到了第三年冰草的產量大大降低。到了第四年，整個土壤完全貫穿以死亡的冰草根狀莖。乾草的產量更加降低。

冰草是一種根狀莖性的禾本科植物。它的地下莖，有一些像地上莖所有的那樣的呼吸器官（地下莖有葉鞘、未發育的葉葉，上有氣孔）。因此，冰草需要有氧氣在土壤中自由流通。但是氧氣被積累於土壤表層的有機物質所阻礙着。因此，過了四、五年，冰草已經不能發育，因為土壤中所進行的分解過程大多是厭氣的。冰草於是被產量少得多的落草屬植物（*Koeleria*）所代替。在撈荒地上的乾草產量，降低到非常低的程度。落草屬植物也是草甸植物羣落的植物。因此，土壤中積累有機物質更多。落草屬植物後來又被菌根營養性的羊茅（*Festuca ovina*）、溝葉羊茅（*Festuca sulcata*）和針茅（*Stipa*）所代替。

撈荒地逐漸變成針茅草原。到了這時候，土壤的肥沃條件已經恢復了，土壤具有了穩定的團粒狀結構，又可以拿來栽培作物了。

歇荒耕作制的簡單歷史就是這樣，這種耕作制曾經被人們應用了很長的時間，應用了數百年。但是顯然的，這種土壤肥力恢復制度需要大量的土地，因此，由於人口的增加，這種制度是不能繼續應用的。穀類作物需要擴大播種面積。因此必須減少歇荒地的面積。到了最後，歇荒耕作制逐漸變成一年歇荒制。一年歇荒制叫做休閒耕作制。歇荒耕作制是最古老的土壤穩定性和結構的恢復制度。在歷史發展中，這種舊的耕作制逐漸被休閒耕作制所代替。

在還沒有進一步敘述其他的耕作制以前，我認為有必要再提醒一下下列的事：所謂耕作制，我們是指某種科學措施制度，其任務在於把創造穩定的團粒狀結構所必需的、新的活性腐殖質積累在土壤中。

現在我們有兩種耕作制：休閒耕作制和草田耕作制。在下一章中，我們將討論這兩種耕作制的內容，並且檢查一下哪一種適合於我們的需要。

## 草田耕作制

1. 休閒耕作制。——2. 草田耕作制。——3. 分水界。——4. 坡地和谷地。

各種耕作制相互間之所以有所不同，是在於它們怎樣在土壤中製造有機物質，而這種有機物質必須在分解時形成活性的腐殖質。隨着時間的演進，土壤腐殖質不是由於好氣分解而完全消滅，就是喪失了其活性腐殖質的特性：可被吸收的鈣從土壤中淋溶出來，而被銨所代替；這時候，腐殖質就變成了非活性有機物質，變成了非活性腐殖質。顯然的，爲了製造新的活性的腐殖質，適合於這個目的有機物質必須有一個新的來源。就有機物質來源的特徵來說，以及就這個來源的利用方式來說，休閒耕作制和草田耕作制都是不同的。

**休閒耕作制** 休閒耕作制分爲兩種：第一，是所謂不施廐肥的休閒耕作制，第二，是施廐肥的休閒耕作制。不施廐肥的休閒耕作制，認爲在土壤中還存在着的非活性腐殖質，可以從新製造成爲活性的腐殖質。擁護這種耕作制的人們認爲：喪失了黏固土壤團粒的能力的腐殖質，可以重新變成能够黏固土壤團粒的腐殖質。這種不施廐肥的休閒耕作制，直到最近以來，還很廣泛地流行於我們蘇聯的黑土地帶中。

社會主義建設的歷史說明了：在我們的時代，這種耕作制的擁護者們乃是人民的敵人，他們企圖用一切方法來妨礙集體農莊的發展和鞏固。

有人說，南方和東南方的土壤不需要施用廐肥；這種有害的理論現在已經被揭發，並且澈底粉碎了。

施廐肥的休閒耕作制並不認爲可以從死亡的非活性腐殖質製造活性的腐殖質。因此，這種耕作制建議把廐肥施用到土壤中去，以便獲得



活性的腐殖質。其差別就是這樣：第一種耕作法認為可以從非活性腐殖質殘餘重新形成活性的腐殖質，因此它不建議把廐肥施用到土壤中去；第二種耕作制堅持必須施用廐肥，它認為只有廐肥才能够作為活性的腐殖質之來源。

每一個集體農民都瞭解，第二種耕作制比較第一種耕作制好。但是也必須明白另外一點：這兩種休閒耕作制對於爭取高額而穩定的產量之集體農莊來說，都是不適宜的。

為了用批判的態度來研究這些耕作制，首先必須記得，腐殖質是土壤微生物——土壤細菌——活動的結果。這些細菌很顯然地分為兩類：在有空氣氧氣情況下生活的所謂好氣細菌，以及在沒有空氣情況下生活的嫌氣細菌。第一類細菌——好氣細菌——只能夠把有機物質破壞到其一切成分都成為無機物。這些細菌不能夠形成腐殖質。腐殖質是嫌氣細菌（即在沒有空氣情況下生活的細菌）活動的結果。這些細菌並不把有機物質完全分解，而僅把它分解為簡單的有機化合物。嫌氣細菌在自己生活活動的時候，製造出腐質酸，這種腐質酸所形成的土壤腐殖質，具有穩定性特性（具有水泥特性）。但是既然活性的腐殖質是嫌氣細菌的產物，所以它屬於被我們叫做排泄物的那類物質。生物的一切分泌物通稱為排泄物。我們知道整個生物界有一個共同的定律：任何一類有機體的排泄物，都不能夠作為自己的能量來源或養料來源。大家知道，任何生物都不能夠從自己的排泄物來取得營養。

某一類生物的排泄物，只能夠利用來作另一類在性質上完全不同的生物之養料來源或能量來源。比方說，動物和人不斷地製造碳氣，——這是新陳代謝的產物之一，不論動物和人都不能夠利用碳氣來作養料來源或能量來源。只有綠色植物，就是說，只有在性質上與動物完全相反的有機體，才能夠分解碳氣，並利用它的元素來作養料。這一點

對於一切有機體都是如此。因此，下列的結論是清楚而可瞭解的：既然活性的腐殖質（水泥）是嫌氣細菌的產物——排泄物，所以它不能夠再被這些嫌氣細菌重新製造為別的東西。這一點是非常清楚的。

試想一種已經變成了粉末的灰泥，其中所含的水泥已經完成了自己的工作，喪失了其固有的膠固能力。我們不能夠從已經給灰泥以穩定性的那些石灰，獲得新的活性的水泥，除非把石灰燃燒，就是說，再使它經歷從前經歷過的那種過程。至於腐殖質也是一樣：如果腐殖質是非活性，已經喪失了把無機的土壤微粒膠固為穩定的團粒的能力，那末，要從這種腐殖質獲得活性的腐殖質，我們必須使它通過只能夠創造這種腐殖質的有機體。這樣看來，不施廐肥的休閒耕作法理論，認為可以迫使嫌氣細菌從自己的排泄物中取得營養。我們知道，這一理論與上述的生物學定律之基礎，完全矛盾。沒有一種有機體能夠從自己的排泄物中取得營養，嫌氣細菌的排泄物不能夠作為這些嫌氣細菌的養料或能量來源。

不施肥的休閒耕作法，認為藉助於土壤耕作，使非活性腐殖質具備了良好通氣的條件，便可以獲得活性的腐殖質。但是在良好的通氣情況下，我們不能夠獲得腐殖質。

不施廐肥的休閒耕作制建議我們耕鬆休閒地中或耕地中的土壤，並且使土壤完全具備了好氣生物活動的良好條件。但是好氣細菌不能夠積累腐殖質。它們只能夠破壞腐植質。它們不能夠積累新的腐殖質。這一點是與作為地球上全部生命的基礎的基本生物學原則相矛盾的。不施廐肥的休閒耕作制永遠不能夠保證土壤結構穩定性的恢復。

我們將轉而討論施廐肥的休閒耕作制。這種耕作制是以比較正確的觀點為基礎的。它認為利用舊的腐殖質來創造新的活性的腐殖質是不可能的。為了製造新的腐殖質，必須在土壤中施用新的有機物質，施

用與嫌氣細菌不同的有機體之生命活動的產物。廐肥是最常被這種休閒耕作制建議來作為這種新的有機物質。但是爲了要在土壤中從廐肥製造腐殖質，顯然必須把這種廐肥施到土壤中去。舖在土壤表面的廐肥，絲毫不能幫助土壤增加腐殖質。要把廐肥施用到土壤中去，我們只有一種方法，——就是我們必須把廐肥犁翻。但是要知道，犁翻和土壤耕作的目的，是在於在土壤中建立儘可能比較完全的好氣條件。這裏發生了一個顯然的矛盾：爲了要在土壤中刺激嫌氣細菌（活性的腐殖質之製造者）的活動，我們必須在土壤中創造好氣細菌活動最有利的條件。休閒耕作制的基本矛盾就在這裏。爲了積累腐殖質，我們必須用嫌氣細菌的工作把腐殖質的來源（廐肥）改造爲另一種形式，並且加以保存。但是爲了刺激嫌氣細菌的工作和保存腐殖質，休閒耕作制却把廐肥安排在最容易分解的條件下。這是一個完全的矛盾，在這裏不可能有任何的妥協。這是一個絕對的矛盾。休閒耕作制的擁護者自己也深深知道他們所擁護的耕作制之弱點。

曾經證明過：在休閒地中施用廐肥時，在施用廐肥和播種冬性作物之間的這一段時間內，全部廐肥的 80 % 分解爲無機物，——休閒地中的好氣分解條件是多麼良好！這些數字是休閒耕作制擁護者們得到的。只有在技術方面不完善的休閒地中，——即在由於技術不完善而我們應當加以廢止的「農民」休閒地中，——僅僅 65 % 廐肥在上述一段時間發生分解。在技術最完善的休閒地中，即在晚期絕對休閒地中，有 80 % 的廐肥發生分解。這些數字是經精確的研究而確定的。

這裏發生一個問題：如果所施用的廐肥在土壤中有了那樣良好的分解條件，那末爲什麼不是 100 % 發生分解呢？是否可以創設某種條件，使得 100 % 廐肥都分解呢？如果我們可以創設這種條件，那末我們是對的。在研究這個問題時，我們十分清楚地看出爲什麼在休閒地中不

會全部的廐肥都發生分解的原因。當我們把廐肥分佈到田地上時，當然是談不到廐肥能均勻地和散碎地分佈在土壤中的。廐肥在施用時的那種狀態下，是一種難於均勻分佈的物質。我們所謂分佈，是指廐肥簡單地分散為個別的糞塊以及耕入土壤中而言。耕入土壤中的這些個別的糞塊，開始從表面上發生好氣分解。但是既然有機物質表面發生十分強烈好氣過程，那末，這就是說，好氣過程利用了流到表面來的全部氧氣。氧氣並不透入糞塊內部。而僅僅因為我們沒有掌握在田地上分佈廐肥的完善方法，所以廐肥才沒有全部分解。好氣過程成為好氣過程本身的敵人：它利用了流到有機物質表面的全部氧氣。

但是我們將繼續進行分析。廐肥不僅是要創造土壤穩定性，而且要增加植物養料貯藏量。必須把廐肥分解成無機物，才可以作植物養料。這裏又發生一個完全的矛盾：爲了要在土壤中積累腐殖質，我們必須保存廐肥，但爲了要從廐肥製造植物養料，我們必須破壞它。爲了這些目的，我們已經有一些機器，可以使廐肥均勻地分佈在土壤中；這些機器便是所謂鏟土機。這機器用一些專門的鈎狀鋤齒，把廐肥和土壤混成非常散碎的東西；它們把廐肥弄碎，並把廐肥與疏鬆的粉碎土壤混合起來。當廐肥這樣分佈時，它全部毫無遺留地和非常速地分解爲無機物。既然廐肥很均勻地分佈在全部疏鬆土壤中，所以過了三個星期以後，全部 100 % 的廐肥都發生分解。在這種情形下，當然不能夠有任何腐殖質的形成。

但是讓我們假定，腐殖質能夠從廐肥形成。這裏發生一個問題：是否能夠形成活性的腐殖質，就是說，是否能夠形成那種能穩定結構的腐殖質？當廐肥分解的時候，大量的碳酸銨形成了。廐舍的氣味，是由於氨從好氣方式破壞的廐肥產生出來而引起的。廐舍的氣味是氨的特有氣味。如果在廐肥分解的時候腐殖質能夠形成，那末，它將含有被吸收狀

態的氮。經驗表明，在某些條件下能夠從廐肥形成的腐殖質，含有被吸收狀態的氮。這樣的腐殖質能夠在水中擴散，因此不是穩定性的。但是既然腐殖質本身是不穩定的，所以它也不能夠創造土壤穩定性。好氣分解的基本特性，恰恰是以這一能力為基礎的。

在天然有機物發生好氣分解時，細菌製造了一種黑色的腐殖質，即所謂胡敏酸。胡敏酸是細菌的產物，並且對於細菌來說是很毒的。但是在分解時，氮也形成出來。細菌把含氮的有機物質首先分解為氮。氮是細菌新陳代謝的產物，對於細菌也是很毒的。在把土壤加以機械分析的時候，土壤必須放在水中約三星期；這時，避免土壤腐化的最好方法，便是加上千分之一的氮。這時候細菌不能夠發育。在好氣過程進行時，胡敏酸和氮同時形成出來。這兩種物質對於細菌來說都是毒的。但胡敏酸是酸類，而氮是強烈的鹼類。它們一定會化合成為一種中和的鹽類，成為胡敏酸銨。在這種情形下，這兩種有毒的東西變成無毒了，胡敏酸銨並且成為細菌氮素養料的來源。這種鹽類是完全中和的，並且完全無毒，因而細菌可以完全分解它。好氣過程的特點之原因就在這裏：它不斷地使它自己進行時所處的那種環境，變成無毒的，因此它能夠不斷地進行。關於為甚麼有機物質會被好氣細菌破壞到其一切成分都完全成為無機物的問題，也可以在這裏找到解答。

這樣看來，我們不能夠用廐肥來創造土壤穩定性，以及在土壤中積累活性的腐殖質。因此，不論不施廐肥的休閒耕作制和施廐肥的休閒耕作制，都與土壤結構穩定性的恢復過程沒有絲毫關係。採用休閒耕作制來耕種，就是採用不科學的耕作制來耕種。但是沒有採用科學的耕作制，是不能保證高額而穩定的產量的。在無結構的土壤上，平均產量是不可能高的。產量逐年大大地變動。在無結構的土壤上，產量完全決定於下雨之頻率。

在平均產量不高的情形下，某一年可能獲得高產量，但下一年可能完全沒有收成。顯然的，在這樣的不穩定的基礎上，我們是不可能建設長遠的和有計劃進步的社會主義農業。我們需要高額而穩定的產量。我們的布爾什維克黨、蘇維埃政府和偉大的斯大林號召我們達到這一目標。而只有當我們採用了科學的耕作制時，才能得到高額而穩定的產量。

草田耕作制便是這樣的科學的耕作制。這個科學的耕作制的基礎，是我們偉大的俄羅斯科學家郭斯隊切夫奠下的。

我在這裏不能夠詳細敘述這個問題的歷史，而將轉而敘述現代草田耕作制的幾個基本原則。

**草田耕作制** 在休閒耕作制中，鄉村莊園主的全部注意力都集中於田地。當然，在某些地方也注意牧草栽培，但永遠被認為次等重要的部門。休閒耕作制把自己的全部注意力集中於田地，這便是與草田耕作制的第一種區別。它不僅注意田地，而且也注意一切毫無例外的耕地，注意農業生產的一切部門：注意田地，注意草甸，注意森林，注意動物飼養業。根據任何種生產的首要定律，在協調的生產方法中的任何措施，都必須與生產的一切成分有關。當我們僅影響生產的某一方面，僅影響生產的某一部門和某一因素時，我們立刻不可避免地將遇到我們上面所述的那種情形，——我們以後每一次行動所產生的效果，將越來越降低（越來越遞減）。資產階級科學家們把這種情形寫成一個定律。但是這裏並沒有任何定律存在，而是不遵守基本生產規律的直接結果，這個規律指出，生產的一切成分都是同樣重要的。草田耕作制之所以寶貴，是因為它包括、聯合和結合着生產的一切成分，把它們看作完全同等重要的成分。休閒耕作制則沒有這樣的性質。

草田耕作制與休閒耕作制的第二種區別，是在於前者把全部農業

土地分爲三類：分水界、坡地和谷地。這三類土地的處理應按照其各自獨立的、協調的計劃分別進行。這三類土地應當用完全獨立的土壤肥力恢復制度來處理，因爲要製訂一個適用於三種不同條件的耕作制，顯然是不可能的。分水界需要一個獨立的耕作制，田地需要一個獨立的耕作制，而所謂「絕對草甸」也需要一個獨立的耕作制。

**分水界** 草田耕作制要求分水界必須造林。森林、果樹，——是可以利用分水界條件的唯一植物羣落。如果我們在分水界上栽培草本植物，而草本植物却完全是決定於土壤表層的濕度和養分狀況，那末，不論我們如何努力，我們在分水界條件下將不可避免地遇到變化甚大的產量。這一點可用下例來解釋：分水界的水分狀況是很不穩定的。在這裏，只有在常常降雨的情形下，才可以獲得高額的產量。分水界所特有的不穩定的水分狀況和養分狀況，不能夠保證植物在生長的全部時間內以最高量的水分和養料。換句話說，這裏的條件對於具短根系的植物來說不可能是有利的。只有具有多年的深根系的、而不依靠土壤表層的水分狀況和養分狀況的植物，才能夠在生產上利用分水界的天然條件。

草田耕作制有一個完全必要的要求：凡是地勢較高而多年生和一年生草本植物在其上不能有穩定產量的地方，必須造林。

分水界必須蓋遍着具有當地意義的樹林。所謂具有當地意義是什麼呢？具有當地意義的樹林，會自動地調節附近農業土地的濕度。與環繞着整個草原的森林帶相結合的這些具有當地意義的樹林，對於防止乾旱、防止乾風來說，是極其重要的。它們將幫助各集體農莊永遠戰勝乾旱。

分水界上的樹林，和整個草原上的森林帶，除了具有當地意義以外，還具有巨大的一般國民經濟的意義。它們用自己的巨大體積調節着

整個國家的水利。

**坡地和谷地** 現在我們討論坡地和谷地。在休閒耕作制下，當一切土地都開墾了的時候，這兩類土地都用來實施田間作物輪作制。這就是說，在休閒耕作制田間作物輪作制中循環播種的糧食穀類作物，可能種在坡地的上部，種在谷地，以及種在坡地的中部。顯然的，谷地的水分狀況和養料狀況條件，是與坡地上部的條件完全不同的。在谷地上，水分和養分十分充足，而在坡地上部，水分和養料則十分有限。如果全部土地都只耕種糧食穀類作物，那末，我們只能在坡地的範圍內期望或多或少平常的產量，而在谷地範圍內的穀類作物則不能產生高額の產量，不能夠非常有生產效果地利用全部的水分和養料；過多的水分和養料反使產量降低。

從這裏就發生了草田耕作制的第二種要求：這兩種耕地——谷地和坡地——必須加以分別。必須有兩種輪作制：一種在坡地上，一種在谷地上。當然，這兩種輪作制的組成部分是不同的，這一點要由這些土地的各種不同土壤條件來決定。這就是草田耕作制的基本要求之一。這個要求的主要目標，是在於提高勞動生產率。爲了提高農業中的勞動生產率，必須把這兩類耕地分開來實施飼料輪作制和田間作物輪作制。

草田耕作制中的飼料輪作制，已經代替了舊的過時的牧草栽培的概念。必須強調指出，這兩種輪作制不能用尖銳的界限來劃分。不應當認爲必須把每1,000公頃耕地都劃分爲三部分：333公頃的樹林，333公頃的草甸，333公頃的田地。這些耕地的面積可以而且應當根據當地條件、經營方向和該農莊計劃，來加以適當地改變。如果一個農莊中草甸的谷地土壤佔多數，那末，在這種條件下，應當儘可能利用這種情況。飼料輪作制的範圍必須擴大，農業應當以動物飼養爲主要生產方向。如果國家計劃要求農業首先以穀物生產爲專業化方向，那末，必須擴大田



間作物輪作制的範圍。各種輪作制的範圍及面積，應當是以國家計劃為基礎的一般生產條件之結果。但是在變更這些輪作制的範圍時，應當清楚地瞭解，我們在耕種那一部分土地，因為每一部分土地都需要它自己的農學措施方法。

在計劃每一種輪作制時，我們發生了一個關於在每一種輪作制下恢復土壤肥力條件的問題。這個問題必須就每一種輪作制來分別討論。在這裏不能夠有一個共同的方案。我們將先討論田間作物輪作制。

## 草田耕作制中的田間作物輪作

1. 多年生牧草和一年生田間作物。——2. 牧草田地和田間作物輪作中的意義。——3. 田間作物輪作中牧草田地利用的久暫。——4. 牧草田地上牧草種類的選擇。——5. 牧草田地耕作的時間。——6. 多年生牧草的種籽繁殖工作。——7. 穀類作物在輪作中的位置。——8. 工業原料作物的位置。

上面我們已經看到，在一年生植物栽培的條件的影響下，在純粹機械原因、物理化學原因和生物學原因的影響下，田地土壤必會喪失團粒結構。這一點是不可避免的。但是如果這一點是不可避免的，又如果團粒結構的喪失不可避免會引起產量的降低，那末，顯然的，在農業中必須有不斷恢復和保持土壤團粒結構穩定性的方法，就是說，必須有在土壤中積累活性的腐殖質的方法，所謂活性的腐殖質，是指能膠固土壤團粒的那種腐殖質。

休閒耕作制不能夠實現這一要求。只有在草田耕作制下栽培多年生牧草，才能夠實現這一要求。

**多年生牧草和一年生田間作物** 多年生牧草與一年生田間作物有什麼分別呢？它們的不同是在於其死亡的時間。田間作物在夏季死亡，那時候土壤中水分很少。這些植物把土壤中的全部水分都消耗於製造自己的收成。因此，這些植物的死亡，以及其槎之死亡物質的分解，都是當土壤中有許多空氣的時候發生的（空氣透入土壤中以代替蒸發掉的水分）。根的死亡物質，處於非常強烈的好氣分解條件下，開始發生強烈的分解。在一年生植物收穫的二十天後，土壤中將不再有植物根的殘餘。它們全部分解到一切有機物質完全無機化的時候為止。

但是因為在收穫後田地已沒有活的植物有機體，又因為在秋季水

開始由大氣中大量流入，以可溶解於水中的無機物形態的植物營養物質，開始被土壤水逐漸淋溶出，沿着地勢傾斜的方向流去。因殘餘的根分解而形成的一切無機物質，被帶走到谷地去。因此我們的一年生栽培植物，在任何條件下都不能夠在土壤中積累有機物質。這些植物需要有機物質破壞來供自己營養之用。

草甸植物羣落的多年生草本植物是在深秋時死亡的。它們也是因水分缺乏而死亡，但不是由於絕對缺乏，而是由於所謂土壤生理乾旱而死亡的。當土壤中水分在深秋結凍的時候，水成爲植物所絕對不能利用的東西。這種狀態就叫做土壤的生理乾旱。多年生禾本科植物的每一枝，都有它的獨立的根系。上一夏季形成花朵和種籽的那些枝，到了秋季都與一切的根一起死亡。只有在下一年會發育新根系的那些芽，才留在土壤中：這些便是地下的越冬芽。多年生禾本科植物之死亡的全部根系和死亡的一切地下枝條，將處於什麼情況下呢？既然土壤已經結凍，所以在冬季過程中不能夠發生任何的分解過程。春季隨後就到來了。在春季，任何土壤中都含有最高的水量。在無結構土壤中，全部土壤都充滿着水。土壤的一切空隙都充滿着水。這是最高的土壤含水量。既然這樣，很顯然的，土壤含有最低量的空氣。從春初時起，死亡的多年生禾本科植物殘餘開始在嫌氣細菌活動的影響下進行分解。分解過程進行得很慢；細菌製造着烏里敏酸，——積累在土壤中的腐殖質。

最初看來，可能認爲：由於土壤在春季逐漸變乾，空氣開始透入土壤中以代替蒸發掉的水之位置，而已經開始發生嫌氣過程的那些有機殘餘，現在應當被好氣細菌所分解了。但是事實並不是這樣。既然土壤尚未犁耕，而多年生禾本科植物的大部分死亡有機物質是積存在土壤表層中，所以在土壤表面的最高部分中，開始發生非常顯著的好氣分解過程。既然是這樣，所以好氣過程在最良好的條件下進行；濕度和溫度

在春季都是最有利的。過程是進行得那麼強烈，以致全部的氧氣都被上層所截住，而在這一表層的保護下，氧氣完全不會透入土壤中。在土壤中，在離開上層表面較深的、但平均不深於 2—5 公分的土壤層中，則發生非常強烈的嫌氣過程，這種過程的結果，便不可避免地是無定形腐殖質和不完全分解的有機殘餘的積累，多年生草本植物的有機物質在土壤中的積累，逐漸增加。每年都有一定數量的有機物質遺留着。在下一年中，除了過去留下的有機物質以外，還增加了新的有機物質。這些新有機物質更加強烈地截住氧氣。因此，在第二年，嫌氣分解條件將表現得更加強烈，而第三年又更強烈，如此類推。在種着多年生草本植物的土壤中，有機殘餘物的數量和腐殖質的數量逐年在增加着。這個特徵是極端重要的。

很久以來就完全肯定地認為：一年生農業植物的栽培不能積累有機物質。只有多年生牧草，才能够積累有機物質。這樣看來，農業是沒有選擇權的。解決任務只有一個方法，——一年生植物的栽培必須時時間斷，改以栽培多年生草本植物。換句話說，必須實施田地的牧草播種。田地的牧草播種的任務，就是在於要在土壤中積累有機物質。

在飼料不夠的地方，田地的牧草播種常常被認為解決飼料問題的方法。這樣看法並不是完全正確的。飼料最好就是在谷地上生產，在飼料輪作中生產。飼料輪作法是解決飼料問題的基礎。由田間作物輪作中獲得的乾草，對於整個生產來說只是次要的。我們必須在田間作物輪作中加入牧草播種一項，因為我們現在沒有創造土壤穩定性、創造團粒結構穩定性的其他方法；因此，在田間作物輪作中播種多年生牧草的首要任務，是屬於農業技術的。

**牧草田地**在田間作物輪作中的意義 在田間作物輪作中，牧草田地是有非常重大的意義的，如果把它的意義認為只是解決飼料問題，那

末，這是很錯誤的。由於牧草田地的重要性，以及由於常常對牧草田地的意義加以不正確的解釋，我們將詳細地討論這個問題。

牧草田地產生很便宜的產物，即飼料(乾草)。強調指出這一點，是很重要的。

第二點，既然牧草田地產生乾草，所以它顯然可以用來鞏固農莊的飼料基地。休閒耕作制把農莊全部土地都編入一個輪作制中，於是不可避免地引起飼料的不足。休閒耕作制規定一切土地都要開墾，其中包括草甸。因此，人們開始把田間作物輪作中的牧草田地看作消除飼料缺乏的方法。必須把這一點完全弄清楚。田間作物耕地都在坡地上。在坡地上，我們不能夠用任何力量和方法來使土壤的水分狀況和養分狀況更加改善。在坡地上，條件只是中等的。然而，飼料植物需要最高量的水分和營養物質。這種需要被兩個原因所決定。飼料植物所含的氮素越多，我們對它們的評價就越高。我們的基本目標，是要使飼料植物含有最高量的氮素；爲了這一點，我們就在土壤中製造充足的含氮養料。但是這樣對穀類作物是有害的。我們希望飼料植物所含的不能消化的纖維素的數量，儘可能減少。爲了達到這一點，我們要把飼料植物播種得密一些。但是密集的播種物具有很大的蒸發表面。我們爲了不獲得木質的纖維素而把植物播種得越密集，植物的蒸發面就越大。田間作物輪作的田地不能夠供給必需的水量，這一點是栽培牧草常常失敗的原因(播種物枯焦)。除了需要大量水分以外，飼料植物也非常需要養料。坡地的土壤往往不能夠滿足飼料植物的這些需要。因此，在田間作物輪作中的飼料植物的產量，永遠低於在飼料輪作中這些飼料植物的產量。

我們應當把需要大量水分的飼料植物放在飼料輪作中去栽培。因此，必須完全清楚地記得：田間作物輪作中牧草田地的主要任務，是在於恢復土壤結構的穩定性。這是主要的目標。田地中牧草會產生飼料

(乾草),這一點僅僅在某種程度上補償牧草田地上的消耗而已。我們必須把田間作物輪作中的牧草田地,看作土壤耕作一樣,就是說,把牧草田地看作是農業技術上所絕對必要的。

多年生牧草在田間作物輪作中停留的時間,也決定於這一農業技術的必要性。

**田間作物輪作中牧草田地利用的久暫** 田間作物輪作中牧草田地利用的久暫,應當與恢復土壤結構穩定性所必需的時間取得絕對的一致。經驗表明:對於大多數的我們土壤來說,栽培兩年的多年生混合牧草,已經完全足夠來完全恢復土壤結構穩定性了。在土壤結構穩定性完全消滅的條件下,需要一塊二年的牧草田地,才能恢復喪失的穩定性。當草田輪作制在一切田地上實施了一遍的時候,條件改變了。這時候需要的已經不是重新創造結構的穩定性,而僅是保持穩定性了。這種工作需要較少的消耗。這時候我們可以僅栽培一年的多年生牧草。休閒耕作制的一些擁護者們,建議把田間作物輪作中的牧草田地利用3—4年。他們所以這樣建議,據說是因種籽缺乏和飼料缺乏。但是這一切說法都很容易被駁倒,因為如果在農莊中飼料不足,那末,應當在飼料輪作中生產這樣飼料。而如果飼料輪作所佔用的田地面積不大,那末就應當加以擴大。關於牧草種籽缺乏的說法,也不足以說服人,因為如果沒有種籽,就應當生產種籽。要知道,我們並不缺少其他田間作物的種籽,所以怎樣可以歸咎於牧草種籽缺乏呢?除了對這個問題表現出頭腦遲鈍以外,沒有別的解釋。我們建議在田間作物輪作中牧草田地僅利用一年(當土壤所需要的不是重新創造結構的穩定性,而是恢復結構穩定性時),有一些農學家認為我們的建議是不正確的。他們是這樣推理的:如果我們僅栽培一年的多年生牧草,那末,這樣豈不是等於栽培一年的一年生牧草嗎?栽培一年的一年生牧草和栽培一年的多年生牧草,

最初看來，似乎完全一樣。

但是這種觀念是非常錯誤的。一年生牧草與多年生牧草的尖銳不同，在於前者生枝的能力是有限的。而多年生牧草生枝的能力則是無限的。多年生牧草從開花時起，就是說，從春末起到秋季結凍時止，會產生新的枝，而每一新枝都有獨立的根系。一年生牧草生枝的能力則受分蘖期所限制。它們僅在春季、在收割以前才會產生大量的枝。在收割以後，它們的生枝的能力大大地降低，而一切被收割的枝條都死亡了。這就是說，一年生牧草所積累的全部根殘餘，是當土壤中有很多空氣和很少水分的時候在土壤中死亡的。由於這些條件，在一年生飼料植物方面，也像穀類作物一樣，植物在土壤中所積累的全部有機物質，都在好氣細菌的影響下發生分解。我們已經好幾次指出，這個過程只能引起一種現象，——即引起有機物質的完全分解。一年生植物不能夠積累有機物質。這樣看來，既然我們栽培一年生飼料牧草，所以我們只解決飼料問題。我們對於恢復土壤中活性的腐殖質的含量，並沒有作過任何工作。

然而，如果我們栽培一年的多年生牧草，比方說，栽培貓尾草與三葉草的混合，或者首蓓與冰草的混合，那末，在第一次收割為乾草以後，全部活的根系都遺留在土壤中，根會繼續形成新枝。多年生牧草產生新枝的能力是無限的。這些新枝形成完全獨立的根系，所以除了已經遺留在土壤中的根以外，還加上新枝的全部根。當我們第二次收割這些植物的時候，我們重新消滅新枝的地上部分，而全部活的根會再形成具有新根系的新枝。

從春初起到秋末止，多年生牧草都在土壤中積累着有機物質。可見這裏已經有一個巨大的性質上的差異。我們不僅得到飼料產物，而且我們也在土壤中積累着有機物質，特別是在第二次收割的時候。因此，如

果我們利用一年的一年生牧草來代替利用一年的多年生牧草，那末，這將是一個很大的錯誤。

除了以上所說的以外，一年生牧草所產生的飼料，主要是含有碳水化合物。就其飼料價值來說，一年生牧草是不如多年生牧草的。因此，無論從何種角度來看，也不可以用栽培一年的一年生牧草代替栽培一年的多年生牧草。田間作物輪作中的牧草田地，不論其利用的久暫如何，必須栽培多年生牧草。田間作物輪作中的牧草田地，在實施草田輪作制初期的時候，可以栽培多年生牧草兩年。然後，在具有兩年牧草的輪作制循環了一次或兩次後，便可以轉入利用多年生牧草一年了。

**牧草田地上牧草種類的選擇** 擇選牧草的問題是極其重要的。在田間作物輪作中應當播種什麼樣的牧草呢？在這一點上常常遇到兩種互相對立的觀點。一種觀點的代表人物認為田地播種牧草目的僅在生產飼料，所以他們說，我們的任務在於得到儘可能多的飼料。這種論斷似乎是完全正確的。爲了補償牧草田地上的消耗，必須得到儘可能多的飼料收成。但是如果進一步得出結論說，爲了這個目的我們應當僅播種多年生豆科植物、三葉草或苜蓿，那末，這種結論已經是完全不正確了。

我們並不否認多年生豆科植物的巨大飼料價值和農業技術上的價值，可是必須指出建議僅播種豆科牧草的錯誤。在牧草田地中，多年生禾本科植物的價值（不論在飼料上和特別在農業技術上）是與豆科植物完全一樣的；在沒有播種多年生禾本科植物的情形下，牧草田地僅在極小的程度上完成自己的任務而已。這一點可以用下列的情況來說明。

多年生禾本科植物在最表面的土壤層中發育着根系。一般常常認爲多年生禾本科植物根能透入土壤中達 2 公尺或更深些。但是，要形成結構，重要的不是在於個別的根會透入很深的地方，重要的是在於根系的絕大部分都是在上面 20 公分的土壤層中發育的。禾本科植物在給予



土壤以結構，這一點是無可置疑的。作為草甸植物羣落的傑出代表的多年生禾本科植物，能够在土壤上層中積累腐殖質，這一點也是無可置疑的。

但是在禾本科植物根系分解的時候，會使土壤結構具有穩定性的那些鈣化合物，製造得太少。

由於比較豆科植物含有更少的蛋白質（其中含有硫），在禾本科植物根發生好氣分解時，硫酸鈣形成得很少。鈣以碳酸鈣的形式分離出來。碳酸鈣在游離時分解為氧化鈣、水和碳氣。氧化鈣不會被腐殖質所吸收，因而不能夠使腐殖質具有穩定性。

豆科植物根含有很多蛋白質，這些蛋白質含有很多硫。在這些根發生好氣分解時，形成着很多硝酸鈣和硫酸鈣，這些硝酸鈣和硫酸鈣在游離時形成鈣陽游子。鈣陽游子被腐殖質所吸收，因而使腐殖質具有穩定性。

由於豆科植物非常需要鈣，多年生豆科植物根發育出大量纖細的分根，其透入土壤中的深度相當於碳酸鈣積累的地方。在土壤表層中，有一些多年生豆科植物（苜蓿）形成着很少分根的主根，這種主根不能夠使土壤具有結構單位的形態。它們的價值是在由於另外一點。

多年生豆科植物根的上部有一個根頸，其中積累着大量的營養物質，這些營養物質包括含有很多硫和鈣的蛋白質。在這些根頸分解時，除了碳酸鈣以外，還形成着大量的硝酸鈣和硫酸鈣，這些鈣鹽最後便產生為了使多年生禾本科植物形成的腐殖質具有我們所需要的穩定性所必需的那種鈣。

根據這一點來說的話。草田輪作制提出了一點絕對的要求：牧草田的草本植被是由同等數量的多年生禾本科植物和豆科植物的莖組成。我們發現，為了這一點，每播種大約三分之二（就重量來說）的豆科植物

種籽，必須播種三分之一的禾本科植物種籽。

必須再提出一點來說明多年生禾本科植物與豆科植物一起播種的必要性。

多年生禾本科植物——貓尾草、冰草——會在上層土壤裏面積累着一些絲狀的根。在每次收割以後，每一代新枝都在上層土壤中積累着越來越多的這種根。我們的目標不僅要創造土壤結構，而且要不依靠耕作而創造土壤結構。根會非常圓滿地達到這一點。根沿着一切方向透入土壤中，把土壤割裂成團粒。我們的第二個任務，是積累腐殖質。顯然的，多年生禾本科植物在根系分解時，在正確的耕作下會產生大量的有機物質、大量的腐殖質。但是這種腐殖質對於土壤穩定性來說還不是完全有用。我們應當製造活性的腐殖質，就是說，製造具有穩定性和不會在水中渙散的那種腐殖質。單獨禾本科植物不能完成這一任務。

當禾本科植物根在最薄的土壤表層中發生分解時，在好氣過程的影響下，大量的銨鹽形成了。在耕作層的較深處形成的全部腐殖質，則保有被吸收狀態的銨游子。但既然腐殖質含有被吸收狀態的銨游子，所以它有在水中擴散的能力。這樣的腐殖質是不可能穩定的。這一點也說明多年生豆科植物是必要的。它幫助我們把多年生禾本科植物所積累的大量有機物質，轉變成活性的腐殖質，就是說，變成我們爲了獲得而在田間作物輪作中播種多年生牧草的那種腐殖質。

不論單獨禾本科植物或單獨豆科植物，都不能夠使土壤具有穩定的團粒狀結構。當它們混合播種時，它們便很圓滿地完成任務。

由以上所述，可以得出栽培多年生牧草的規則。在牧草田地上，一定要把多年生豆科植物和多年生禾本科植物混合播種。

這兩種植物的植株必須具有相等的數量。但是因爲它們的種籽大小不同，所以在播種時我們要播種較多的(就重量來說)豆科植物種籽

和較少的禾本科植物種籽。

至於牧草的選擇，那末，這個問題也被科學解決了。我們有兩個非常不同的地帶——北方地帶和南方地帶。對於北方地帶和南方地帶來說，我們建議不要播種同樣的牧草。對於比較寒冷和嚴酷的北方地帶來說，這些牧草便是貓尾草和紅三葉草。在北方地帶中的田地牧草播種，是以週期地播種混合的貓尾草和紅三葉草為基礎的。對於南方來說，貓尾草和三葉草是不適合的。在這裏它們沒有充分的抵抗力，在不穩定的雪層下就會凍死。但是南方和東方適合於播種的牧草種類，也已經被選擇出來了。這一選擇是在我們蘇聯由我的農學院同事克拉斯諾達爾研究所教授波格丹進行的。這些植物就是冰草、黃苜蓿和雜種苜蓿（瓦魯伊斯卡亞苜蓿）。這兩種植物是最適合於蘇聯南方和東南方的田地牧草播種的。

除了上述的純粹農業技術的目標以外，在田地上同時播種兩種多年生植物還具有生產上的意義。田地牧草播種中的一切多年生禾本科植物，會在第二年利用時產生最高的產量；在第一年中，多年生禾本科植物的產量則低得多。在豆科植物方面，情況恰恰相反：最高的產量是在第一年利用時得到的；到了第二年，豆科植物產量降低了，而到了第三年，它們就從牧草田地上完全消失掉。就生產方面來說，第一年和第二年獲得同樣巨大的產量，是很重要的。只有用唯一的方法才能達到這一點，——即在秋季把貓尾草或是冰草加播在冬性作物田地上，而在春季把黃苜蓿或三葉草加播在同一冬性作物田地上。第一年，乾草中將大多是三葉草或黃苜蓿，而到了第二年，將大多是禾本科植物，就是說，是貓尾草或是冰草。

豆科植物與禾本科植物的混合播種，大大地提高乾草的飼料價值。單獨的禾本科植物以及單獨的豆科植物的飼料價值，比較兩種植物混

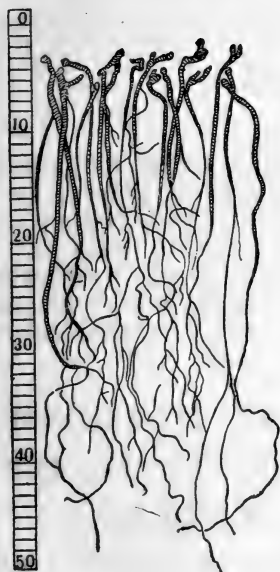
合時的飼料價值低些。這是動物飼養家知道得很清楚的普遍規則。因此，我們在播種混合牧草時，得到了完全的和全面的技術效果。

常常發生一個問題，——要在什麼樣的植物上加播牧草呢？從我們的觀點看來，這完全是無所謂的。加播牧草的地點，決定於輪作的一般

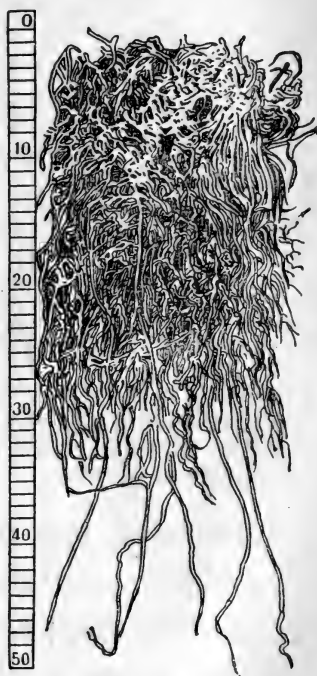


第28圖 在秋季和在春季把貓尾草加播在冬性作物上所生的效果  
1.——1935年8月28日與黑麥同時播種的貓尾草；2.——在春季  
加播在同一田地的解凍的土壤表面上的貓尾草。圖上所示的是黑  
麥抽穗時貓尾草的狀態（甫拉索夫同志在季米里亞捷夫農業科學  
院田地試驗站上的試驗）。

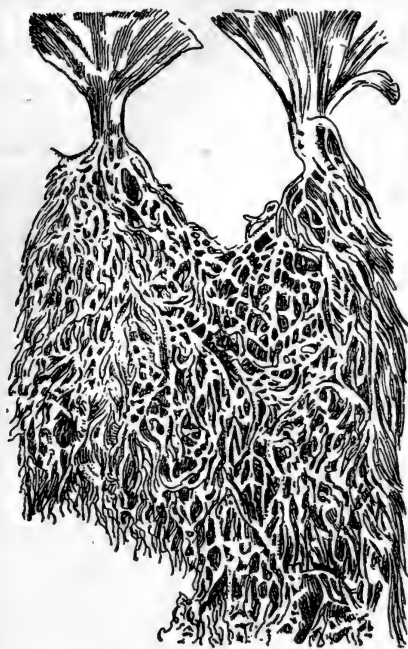
條件。如果就當地條件來說，在冬性作物上加播牧草比較適合，那末，就加播在冬性作物上。有時候在秋季把貓尾草加播在冬性作物上，而在春季再把三葉草加播上去。在秋季把貓尾草加播在冬性作物上（與冬性作物同時播種），產生了很良好的結果。但是如果由於某種理由在春性作物上播種牧草比較適合，那末就加播在春性作物上。在這一方面來說，對草田輪作制並不加以任何限制。



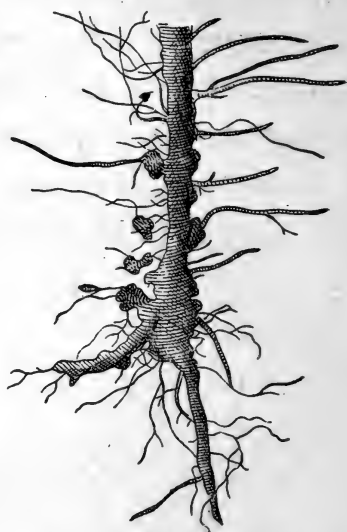
第29圖 在灌溉土地上的苜蓿根  
純粹的播種。烏茲別克共和國阿克·卡瓦  
克試驗站。



第30圖 與第29圖上同種的  
苜蓿之根。但苜蓿不是純粹播種，  
而是與燕麥草混合播種的；因而  
產生了大量的多年的分根，這些  
分根都集中在上面30公分的耕作  
層中。



第 31 圖 紅三葉草的根系  
分根從土壤最表面便開始，但最高量  
的分根是集中在土壤耕作層中(威廉  
斯土壤農學博物館的標本)。



第 32 圖 在天藍苜蓿根頸上形成  
的小根，每年都與根瘤一起死亡

苜蓿根之多年的分根，是在耕作層  
下部開始的，而最高量達到 0.5—1.0  
公尺的深處。土耳其斯坦苜蓿的根頸很  
短，但多年根的分枝是近於土壤表面處  
開始的(引自瑞典人斯瓦略夫·維特的  
著作)。

**牧草田地耕作的時間** 草田耕作制的一個最重要的問題，是牧草  
田地耕作的時間。耕作時間如果不正確，可能使整個工作失敗，使牧草  
田地創造穩定的結構中的全部巨大意義化為烏有。

在牧草利用了兩年後，必須犁耕牧草田地，消滅雜草，準備土壤以  
播種下一種植物。在這一點上常會犯重大的錯誤。讓我們來分析這一錯  
誤。

直接在多年生牧草以後的田地，是草田輪作中的最優良的田地。  
根據休閒耕作制遺留下來的舊習慣，這塊田地從前常常撥來栽培

冬性穀類作物。在牧草田地以後直接栽培冬性作物，是一個極重大的錯誤。爲了要在牧草田地以後栽培冬性作物，牧草田地最遲必須在6月就犁耕，才來得及在8月或9月播種冬性作物。但是如果在6月耕作牧草田地，會得到什麼結果呢？兩年來積累的生草層全部有機物質，將因6月間的犁耕而處於與任何一年生植物殘餘、一年生穀類作物槎所處的完全同樣的條件下。這時候，土壤中含水很少（牧草的收成消耗了土壤中所含的全部水量）而空氣很多。在乾草收割以後，生草土就犁耕。兩年來所積累的全部根，將處於好氣分解的條件下。而這一分解引起土壤中一切有機殘餘的迅速消失。只要把犁耕時間選擇得錯誤，就完全消除了兩年勞動的結果。只要把犁耕牧草土層時間選擇錯誤，就使牧草田地在田間作物輪作中的農業技術意義化爲烏有。

但是還不止這樣。在牧草以後的冬性作物，雖然得到了輪作中的最好地位，但永遠產生很低的收成。這一點可以用下列的情況來說明。在牧草田地中我們混合播種豆科植物和禾本科植物。豆科植物積累着大量的含氮物質。牧草以後的土壤，有很多的氮素。夏季犁耕引起全部有機物質發生強烈的好氣分解。在土壤中形成着大量的無機氮化物。不含氮的物質比較含氮的物質分解得慢些。結果，土壤中只是氮素過多而已。氮素過多會引起冬性作物在秋季的強烈分蘖。冬性作物形成極其濃密的綠色物體，到了春季，它的第二節間是在蔭暗的條件下發育的。因此，第二節間很長。結果，穀類作物非常沒有抵抗力。在風、雨、成熟的穗之重量等等的影響下，整株穀類作物倒伏了。莖的下部節間受了損傷，穀類作物已經不能夠直立起來。在這樣的條件下，產量降低了。但是即使這株穀類作物直立起來，那末，結果莖稈太重，而穀粒太少。在氮素養料過多的情形下，莖稈過重是不可避免的。氮素養料過多也是不可避免的，因爲蛋白質首先發生分解。結果，有人研究出一個更不合理的方法。

因爲在多年生牧草以後，氮素永遠過多，有人開始在牧草以後播種冬性作物以前實行休閒。這就是所謂栽培三葉草的半休閒。花了兩年去積累有機物質，花了兩年去積累氮素，然後在夏季犁耕了牧草田地，并使田地休閒了一個整年。此後就會獲得良好的冬性作物產量。

在犁耕了的牧草田地實行休閒時，會發生什麼呢？這樣的休閒只能產生唯一的結果：我們藉助於三葉草而收集了兩年的全部氮素，都完全浪費地被從土壤中淋溶出去。除了消除土壤中積累的多餘氮素以外，一年的時間也用於分解全部有機物質，用於浪費地把氮素從土壤中淋溶出去。但是要知道，有機物質是花了兩年的時間而積累起來的。很難再想像任何一個更不聰明的行動了。

在牧草田地以後，必須緊接着栽培春性作物，無論在什麼情形下都不能栽培冬性作物。牧草田地的犁耕必須在秋末進行，那時候土壤中已經有很多的水分。在犁耕以後，在整個的冬季中，有機物質不會發生任何的分解。到了春季，土壤濕度達到最高度；而充滿團粒間的一切空隙的全部有機物質，都飽和了水分。因此，在晚期的犁耕下，有機物質在春季一定會發生嫌氣分解，就是說，腐殖質會積累起來。但是因爲在牧草田地的生草土壤中，有豆科植物的有機殘餘，也有禾本科植物的有機殘餘，所以土壤團粒都充滿穩定的腐殖質。在這樣的條件下，土壤中創造了穩定性結構，這就是我們在田間作物輪作中播種多年生牧草的理由。穩定的結構保證輪作中的一切作物產生高額而穩定的產量，直到田地上下次再栽培牧草時爲止（6—7年後）。

**多年生牧草的種籽繁殖工作** 牧草種籽繁殖問題是非常重要的，這個問題也可以認爲與整個草田耕作制不可分離的。我們將討論作爲牧草種籽繁殖技術的基礎之一些基本原理。

現在有一種傳播得很廣泛的意見，認爲要繁殖多年生牧草種籽，需



要有一些專門的種籽繁殖地段，在這些地段上，多年生牧草應當實行寬行條播。我們不同意這個意見，因為我們認為這個意見是不正確而有害的。

在育種時，爲了要清除不同品種的植株，必須實施寬行條播的栽培方法；這一點正像在進行每次除草以後，在每次會破壞無保護的土壤之結構的陣雨下降以後，必須進行行間鬆土一樣。

但是當各個別「純系」的代表植株被選擇後，或當「集體選擇的族系」被清除雜質後，這些所獲得的「純系」或「優良族系」在「繁殖」時，必須處於該「品種」在生產時將處的那些條件下。

如果不照這樣做，我們將與達爾文理論的一個基本原理絕對矛盾。當我們爲了「加速」獲得種籽而實現寬行條播的條件時（這些條件與三葉草或苜蓿或貓尾草在生產上栽培所處的條件完全不同），我們事實上變成按着適者生存的道理把做種的三葉草實施人工選擇以便使它適合於栽培來繁殖種籽了。

我們的目標，是牧草及其不可分離的性狀——耕作層中的絲狀根系。但是在實施寬行條播時，我們不自覺地按照植株產生種籽的數量這一性狀來選擇植株。在這種情形下，我們忘記了一點：植株產生很多種籽的特性，是與各種營養器官（莖葉——牧草——綠色物體）迅速發育和生活期的縮短有關係的。多年生紅三葉草的一年生族系貝爾朋克「馬蒙特」及其變質族系——兩次收割的三葉草「波季斯科」及普通的南歐的「兩次收割」的紅三葉草族系，可以作爲上述一點的例子。

在這些族系中，生活期保存至兩年，但是它們完全或幾乎完全喪失了「馬蒙特」的有利性狀——空心程的薄壁性（幾乎與波斯三葉草「哈布達爾」、「薩布塔爾」或「薩布達爾」的性狀一樣）。同時，我們有十四年的沃洛戈特三葉草族系和六年的亞羅斯拉夫三葉草族系。我們還有更鮮

明的例子，來說明優良的栽培植物在市場（資產階級的資本主義商業的基礎）需要的影響下遭受育種上的損害。我還記得具有短的（1—5公分）穗狀圓錐花序的沃洛戈特貓尾草。這種貓尾草不論過去和現在都產生產量不多的種籽（穎果），但產生產量甚高的綠色物體——牧草，大多是沒有任何刺、毛等等的長葉子。沃洛戈特貓尾草的生活期，長達5—7年。

在十九世紀初期，貓尾草種籽經由阿爾漢格里斯克港輸往倫敦。

在倫敦，「皇家藝園者」提摩太非常重視貓尾草。由於貓尾草的耐寒性和高度的飼料價值，被叫做提摩太草的貓尾草，很迅速地由倫敦推廣到全部北歐，並且作為一種英國牧草而回到俄國來。因為當時一切的英國東西都被認為好東西，所以提摩太草也得到了同樣的聲譽。

十九世紀七十年代和八十年代之末，由於實施兼有播種多年生牧草的輪作，以及由於栽培的貓尾草之低種籽產量，全歐洲非常需要貓尾草種籽。

美國育種家們迅速地知道了市場的需要，並且迅速地發出了很多「育成的」貓尾草品種，這些品種具有長達20—25公分的穗狀圓錐花序。新品種產生了很多的種籽產量，整個歐洲市場都充滿了這些新品種。美國生產者獲得了大量的利潤。

但是新的貓尾草品種，也像類似的美國三葉草品種一樣，具有很多不良的特性。它們大都是早熟的（這一點從市場的需要看來是有利的）。它們的生活期縮短為兩年。而最主要的，在生活的第二年，第二次收割以後（收穫種籽或收割乾草都毫無不同），不論貓尾草和紅三葉草的新品種都完全死亡。它們的死亡的根在完全乾燥的土壤中（它們本身使土壤乾燥的），受到了連續二十天在氧氣環境下的完全分解。此外，它們的綠色體積含有很多的木質化纖維素，這樣的三葉草乾草立刻被認為粗飼料。

此外，爲了「市場」的需要而不可避免地急於出貨，不得不把第一年利用的植株來進行「兩次收割的」三葉草之育種工作。這樣引起了不自覺地選擇並不耐寒的族系。1939年，在蘇聯歐洲部分和西部西伯利亞部分的非黑土地帶以及北方黑土地帶之中，兩次收割的三葉草之播種物都凍死了（很顯然的，毫無例外的）。只有伯爾摩、奧爾洛夫、沃洛戈特等等的「一次收割的」族系，才能過冬，它們可被利用來做「兩次收割」。

歐洲很快地瞭解了已經造成的情況，所以在正確地看出美國三葉草和貓尾草種籽貿易中的各種近乎欺騙的不榮譽行爲後，立刻採取了堅決的步驟。一部分歐洲國家完全禁止美國的紅三葉草和貓尾草種籽入口，而一些沒有禁止這些種籽入口的國家（斯干德那維亞國家），則爲了警告購買者，規定必須用不會影響種籽發芽率的品紅，把所有的美國紅三葉草和貓尾草種籽染上鮮紅的顏色。

如果我們爲了加速繁殖紅三葉草或苜蓿（不可避免地也包括貓尾草）而實施寬行條種的栽培方法，我們將走上那些不榮譽的美國育種學家和種籽繁殖學家所走過的道路。（我絕不是毫無根據地加罪於美國育種學家和種籽繁殖學家，說他們不名譽。只要舉出貝爾朋克、貝特以及現在還健在的漢森等人的名字便够了；他們的著作構成了育種學和種籽繁殖學中的一個時代；他們的名字可以與米丘林、李森科、齊津、捷爾查文、加爾列特和威里摩倫的名字並列；我從與貝特和漢森私人談話中知道，他們非常反對上述的不名譽的商人的。）

我並不懷疑下列一點（我在育種和種籽繁殖方面進行了很多工作）：我們選擇了這種方法以後，無論對於紅三葉草、貓尾草、不含生物鹼的羽扇豆來說，或對於任何栽培植物來說，我們將不可避免地用人工選擇的方法（不符合於我們的意志的）來選擇一些依賴人工育成的穩定的特性，因而使偉大的、天然的、還發現得很少的植物（和動物）寶藏受到損

害。

這種厚顏無恥的貓尾草種籽投機事業直到現在還繼續着，這一點可以從下列一事看出來：現在美國的種籽市場上，還有所謂「用來收穫乾草的貓尾草」和「用來收穫種籽的貓尾草」。難道這樣不會使人想到這是資本家爲了維護自己的利益而弄的把戲嗎？難道這樣不會使人想到「用來收穫乾草的貓尾草」目的是要供應某一類的「消費者」嗎？

除了李森科所指示的方法以外，我沒有看見能夠防止以上所說的原則上錯誤的道路的其他方法。必須動員集體農民羣衆來參加這項工作，使得已經建立了正確的草田輪作的每一個集體農莊，都能夠從第二年利用的牧草田地之第二次收割中自己供應自己以紅三葉草種籽（已經驗證是純族系的種籽），這些種籽不是用寬行條播的栽培方法得來的，而是在普通的牧草田地條件下得來的。

用寬行條播的栽培方法的三葉草產量，與普通的密集播種的牧草田地的產量，並沒有很大的差別。

在寬行條播的栽培方法下，紅三葉草種籽的平均產量通常是每公頃 10 公擔。在前列贊省前普隆縣中，我曾從一官定俄畝（2,400 平方俄丈）上獲得 40 普特（註）的紅三葉草種籽。這個產量等於每公頃 6 公擔。既然產量差別不很大，所以何必冒險使我們的全世界聞名的伯爾摩、烏菲姆和奧爾洛夫紅三葉草獲得在寬行條播的栽培方法下不可避免的不良特性呢？

也不可以不注意到下列一件極端重要的事。在寬行條播的栽培方法下，種籽是從第二年利用的牧草田地上收穫的。在這種情形下，首先要將整塊田地耕成一些相距 50 公分的行。然後把行中的三葉草拔疏爲 25—35 公分。以後，至少進行兩次除草，每一次除草後都要進行深的行

註：一俄畝等於 1.092 公頃。一普特等於 16.38 公斤。——譯者註

間鬆土，每一次陣雨後也要進行行間鬆土。

這裏發生一個很自然的問題：兩年的多年生牧草田地的農業技術影響，還留下什麼呢？答案是清楚得像晴天一樣，——絲毫沒有留下了什麼。

我們應當在第二年利用牧草田地時從田間作物輪作的普通牧草田地上獲得多年生牧草種籽。

**穀類作物在草田輪作中的位置** 在牧草以後，一定要栽培春性作物。這種作物應當是最寶貴的，而且最能夠利用良好的田地條件。在南方，這樣的作物是硬粒的春小麥，這種春小麥要求土壤中有大量氮素和大量水分。牧草田地的壟條，是硬粒小麥的最好位置。硬粒小麥很好地利用充分的氮素。氮素足夠被硬粒小麥利用兩年。我們就這樣把充分的氮素利用來製造最優良的穀物——硬粒小麥，而不是把它在栽培三葉草的半休閒時無意義地淋溶掉。藉助於春化處理，硬粒小麥可以推廣到莫斯科這樣的緯度來栽培(甫拉索夫)。

在北方非黑土地帶中，牧草田地以後的最好作物是亞麻。但是我們以後將看出：在草田輪作制下，亞麻的最好位置是在飼料輪作中。在非黑土地帶中，我們的布爾什維克黨成功地建設了新的小麥基地。因此，在這一地帶的田間作物輪作中，牧草以後也可以栽培小麥。

在硬粒小麥以後，可以栽培很多其他作物。可以在草田輪作中栽培的作物種類，是非常繁多的。一切的糧食穀類作物都消耗不多的水分和養料。在草田輪作下，在上述的耕作條件下，糧食穀類作物完全得到所需要的最高量水分和最高量養料。毫無例外的，在這裏可以栽培一切的糧食穀類作物——小麥、黑麥。

**工業原料作物的位置** 除了糧食穀類作物以外，在上述的輪作中，栽培一些工業原料作物也是很好的。首先，蒸菜就其意義來說是很重要

的工業原料作物之一。大家知道，苜蓿中所含的氮素越多，液汁的美味程度就越低。因此，如果牧草田地以後的充分氮素已被小麥所利用，那末，苜蓿可以栽培的時間便到來了。草田耕作制的田間作物輪作完全能够保證苜蓿對水分的需要。在草田田間作物輪作中，如果需要的話，苜蓿可以與穀類作物間隔栽培至三次，但是絕對不可與燕麥輪作，因為燕麥是線蟲的第二種「寄主」。

可以栽培在田間作物輪作中的第二類工業原料作物，應當是工業用的馬鈴薯，這種馬鈴薯可以用於澱粉工業和酒精工業。在一切情形下，工業用的馬鈴薯應當儘可能地減少含氮量。如果要用來栽培工業用的馬鈴薯的土壤，含有片面的充分的氮素，那末馬鈴薯就吸收大量的氮素。而這樣會加倍地影響到馬鈴薯的品質：大量的氮素會引起澱粉粒變成非常細小。當把澱粉在含有氮蛋白質的水中去沖洗的時候，需要很多時間澱粉才能沉澱。經過沖洗後，損失的澱粉達三分之一。因為如此，所以預定來生產澱粉的馬鈴薯，必須栽培在田間作物輪作中，並且必須在充分的氮素已經被其他有價值的、需要充分氮素的作物所利用了以後。

製酒精用的馬鈴薯也必須儘可能地減少含氮量。製酒精用的馬鈴薯所含的氮素越多，產生出來的雜醇油就越多，酒精原料的品質就越壞，要把它加以精餾就越困難。

在苜蓿和馬鈴薯以後，還應當栽培一種工業原料作物，這種工業原料作物更嚴格地要求土壤含有少量的氮素，這種作物就是製啤酒用的大麥。製啤酒用的大麥所含的氮素越少它的價值就越高。種籽澄清的大麥（即含有大量氮素的大麥）完全不適合於釀造啤酒，因為用這種大麥所製成的啤酒具有發霉的氣味。除了工業原料作物以外，可以在田間作物輪作中栽培的，還有豆科作物。

一年生豆科植物在田間作物輪作中栽培，也是很好的。通常在草

田輪作中，我們永遠把穀類作物與豆科作物間隔栽培。草田輪作，是一種正確的田間作物輪作。

讀者們知道，可以選擇來在田間作物輪作中栽培的作物種類，是很多的。至於每一個具體的集體農莊所應選擇的作物種類，則要決定於國家計劃和該農莊的生產方向。可以選擇的作物種類既然這麼多，所以草田田間作物輪作可以澈底地符合於計劃的一切要求的。

## 應用複式犁的土壤耕作

1. 應用沒有前犁的犁之普通犁耕。——2. 應用複式犁之犁耕。——3. 犁耕的深度。——4. 無齒耙和釘耙。——5. 防止雜草。

牧草田地的耕作方法，是草田耕作制中很重要的一點。大概讀者們已經注意到我們往往說到「最重要的」一語。「最重要的」一語，就是一切生產因素同等重要性定律的一種反映。我們在這裏所說的各種科學措施及其方法，都是同樣重要的，而「最重要的」一語就反映我們在本書開頭所討論的同等重要性定律。

**應用沒有前犁的犁之普通犁耕** 直到最近以前，蘇聯的牧草田地耕作還大多是用簡單的犁耕方法來進行的。這種犁耕方法的結果如下。任何的耕作層都分裂為兩層具有完全不同特性的土層。上面 10 公分的一層不會粉碎，下面一層則會粉碎。在用簡單的犁進行土壤耕作以後，不會粉碎的那一部分土層，以破裂的壟帶之形狀留在上面。結構的團粒狀土壤，則通過這一壟帶的土壤之間的空隙，被篩到下面。我們只能夠用耙耕或圓盤切鏟耙耕來消滅這些土塊。但是耙耕和圓盤切鏟耙耕要與犁耕消耗幾乎同樣數量的勞動。

耕作所消耗的勞動幾乎加一倍。此外，勞動的加倍消耗會引起一種損害。在牧草田地壟條進行耙耕或圓盤切鏟耙耕的時候，一部分土壤變成粉碎的狀態。這樣一來，兩年栽培多年生牧草的意義就大大地降低了，而牧草田地對輪作作物產量的良好作用也大大地降低了。

**應用複式犁之犁耕** 實踐和科學從這種狀況中找到了出路。應用複式犁之犁耕方法被採用了。

應用複式犁之犁耕方法是這樣的。複式犁是由兩個主要工作部分



構成的，——即基本的犁鏟和前犁。前犁的形狀與基本的犁鏟完全一樣，只是較小而已。前犁的一切表面（犁頭以及犁板表面）都與基本犁鏟的相應表面嚴格平行。這就是前犁的主要特徵。美國農具工廠常常在犁上加上所謂連接器或犁頭鐵，來代替前犁。但是連接器和犁頭鐵的一切工作部分，並不與基本犁鏟的工作部分平行。因此，連接器和犁頭鐵是不適於精耕的。

在應用複式犁進行工作時，得到下列的結果：壟條很顯然地分為兩部分，——分為上面（大約 10 公分）不能粉碎的部分和下面能粉碎的部分。複式犁並沒有使這個上面部分粉碎的任務。壟條的上面部分是不能粉碎的。因此，嘗試使它粉碎是無用的。應當設法除去壟條的這一部分。應用前犁就可以達到這一點。前犁平均可以達到 10 公分的深度。這一深度可等於 9 和 11 公分，視土壤而決定。前犁把壟條上部拋到犁路中去。

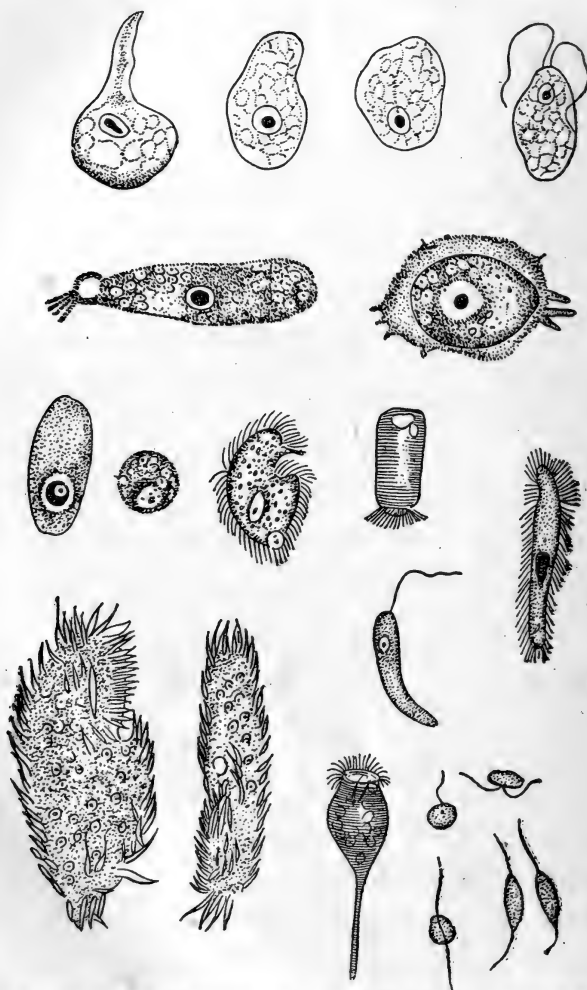
前犁的一切部分都比較基本犁鏟小三分之一。為了使犁路正確而必需的犁刀，是在前犁的後面，基本犁鏟的前面。最初，前犁進行大約達 10 公分的深度，後來是犁刀，再後來是基本犁鏟。（在多鏟的拖拉機犁中，不需要在每個犁鏟前面都安放犁刀。在拖拉機犁中，只要在最後的犁鏟前面放上一把犁刀就夠了。）

既然前犁的寬度較小，所以它的犁頭所切開的寬度僅等於基本犁頭寬度的三分之二。在壟條的上部中，完全沒有犁刀的切痕。在未切開的地方，生草層被撕開。這樣的撕開具有雙重的重要性。隨着土壤的切開而發生的，是落在犁刀或犁頭刃下面的那些團粒都完全成為粉末。由於沒有犁刀切痕，土壤的粉碎減少了。

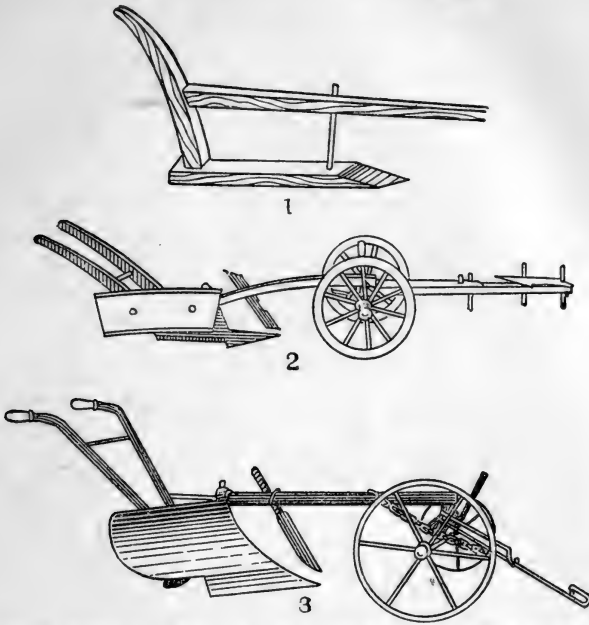
此外，切割工具的工作要消耗大量的勞動；在犁耕時，拉動犁所需的全部力量之近乎 40%，是用於克服犁刀的抵抗力。犁刀工作的主要抵抗力，都集中在壟條上部。既然犁刀只在壟條的下半部才有切痕，

所以用來克服土壤對犁刀的抵抗力所消耗的力量，減少了四分之三。

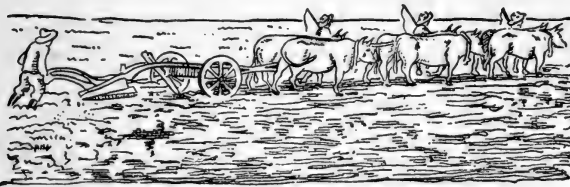
被前犁所犁起來的壟條並沒有從旁邊被切開。它只在下部從左面被切開到自己寬度的三分之二而已。沒有從兩面被切斷的壟條，像彈簧



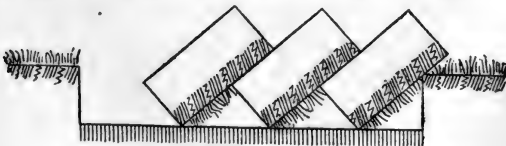
第33圖 在土壤中生活的阿米巴、輪菌類和纖毛蟲(引自瓦克斯曼的著作)



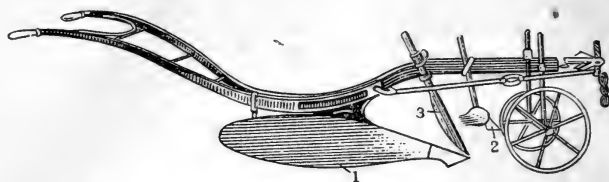
第34圖 原始的土壤耕作工具，這些工具曾經在烏克蘭和前新俄羅斯應用過  
 1——木犁；2——小俄羅斯雙木犁，是由兩個聯結的木犁發展而成的；  
 3——蘭松工廠製造的鋼質雙木犁——「新俄羅斯殖民地犁」。



第35圖 十九世紀烏克蘭應用雙木犁的原始的土壤耕作



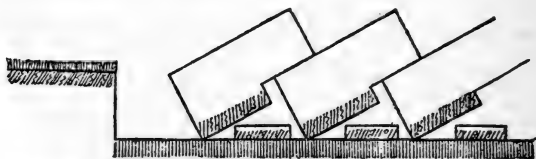
第36圖 採用壟條斜翻耕作法時各條壟條的情況



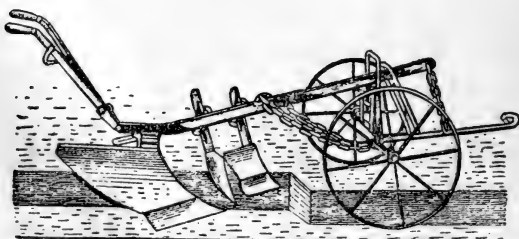
第 37 圖 具有短螺旋犁板的英國單鏟犁(中型的)  
在主鏟(1)前面置有犁頭鐵(2),而在犁頭鐵前面則有犁刀(3)。



第 38 圖 應用具有犁頭鐵的螺旋犁進行犁耕時壟條的情況  
1——犁刀(甲)、犁頭鐵(乙)和犁鏟犁頭(丙)順序行進後壟條的情況;  
2——犁鏟犁板行進後壟條的情況;3——壟條的最後情況。



第 39 圖 應用具有連接器的美國犁進行犁耕時壟條的情況



第 40 圖 具有前犁的「薩克」單鏟馬拉犁,這種犁可以用來進行精耕



第 41 圖 用具有不正確形式的犁板(所謂「精耕的形式」)和不正確形式的前犁的犁進行土壤耕作的結果,這種前犁沒有把壟條拋到犁路底部,而僅拋到前一壟條之「兩旁」

1——在這些條件下生長的苜蓿之根頸和根的碎段(苜蓿是在1937年耕埋入土的,1938年5月10日拍照的);2——烏麥(野燕麥)的苗,沿着犁路方向成行地生長着;3——春小麥田地,這塊田地必須清除殘餘苜蓿長出來的雜草(庫班村庫班試驗站)。



第 42 圖 被沒有前犁的拖拉機犁所犁起來的三葉草田地。莫斯科省克略克施諾國養農場。

一樣的壓住前犁，使犁保持非常穩定（這一點只有在獸力索引的情形下才是重要的）。因此，複式犁才被人叫做自動犁。在應用多鏟的拖拉機犁來犁耕土壤時，這個優點便喪失意義了。至於切開土壤時土壤完全不會粉碎這一優點，則完全保持着。

前犁撕開生草層的上部，並把它拋到犁路底部去。我們將注意到一點，可以完全不必關心落到犁路底部的土壤是怎樣的：是壟帶、破裂的壟帶或土塊。後來是犁刀切過去。它切開了壟條的其餘部分。基本犁鏟的犁頭從下面切開整個壟條。壟條被犁起來到非常傾斜的犁板上，在犁板上被擊碎；被前犁所拋下的壟條部分，就被含有最少土粉末的、擊碎的團粒狀土壤所蓋上。在整個土壤與犁板摩擦時不可避免地形成的土粉末，就在團粒從犁板高處落下來時被篩到犁路底部。於是一個理想的團粒狀的耕地表面就形成了。

**犁耕的深度** 爲了要使上層 10 公分的不會粉碎的壟條蓋上一層團粒狀的土壤，必須使犁能夠至少再犁 10 公分深的土壤。因此，20 公分的深度被認爲最低限度的深度，在這種深度下，用複式犁來進行犁耕是

可能的(不論基本犁鏟深達 20—30 公分,前犁的深度要保持 10 公分)。

如果犁耕淺於 20 公分,那末,沒有擊碎的生草土壤會從團粒狀的土壤下突出來,這樣就必須進行耙耕和圓盤切鏟耙耕。草田耕作制所規定的土壤耕作方法,就是這樣。

**無齒平土耙和釘齒平土耙** 用複式犁來犁耕的田地,是凹凸不平的。如果我們要在有土壤和犁溝的田地上播種,那末種籽便處於不同的濕度條件下。結果,便獲得一塊產量不均勻的田地。爲了使播種結果良好,必須使田地完全平滑化。在舊的土壤耕作制下,是應用耙來消除犁溝。高度技術的犁耕,就是說,應用複式犁之犁耕,使耙完全無需使用。爲了使犁溝平滑化,在用複式犁耕翻的田地上,到了次年春季進行田地耕作的時候要立刻使用木質的無齒耙(或叫平土耙——譯者)。無齒耙是一種極其簡單的工具:用 50 公分長的鏈把三條方形木棍之兩端聯結着,使木棍保持平行,這樣就構成一個無齒耙。每一木棍長爲 1 公尺,其橫截面是方形的,每邊長 5 公分。這三條木棍聯結並不固定,可以隨時解下。在前面那一木棍上裝有鈎釘,用來把無齒耙聯結到索引的軛鈎上。

無齒耙工作的基本規則是這樣的。如果我們沿着犁溝方向移動着無齒耙,那末,顯然的,無齒耙木棍會堆積着一些土壤,並把這些土壤在自己前面拖動着,直到這些土壤向右和向左注入犁溝中去爲止。這樣一定會在土地表面上拖動着土壤。團粒在這樣運動時會破壞,無齒耙工作會引起損害。如果無齒耙是橫過犁溝進行的,那末,後面的木棍會從土堆高處墜入犁溝中,並且打擊着團粒。這時候有很多的團粒也受到破壞。因此,不要使無齒耙沿着犁溝和橫着犁溝行進。無齒耙應當與犁溝方向保持相交一個角度。在這種情形下,無齒耙會把土堆高處把上面的團粒狀土壤掃下,並注入旁邊的犁溝中。此後,就得到一個理想的平坦

的表面，在這樣的表面上條播機可以順利地工作了。草田耕作制必須採取這一方法。只有用這種方法才可以很好地耕作土壤，保持結構，以及為種籽準備有利的條件。

如果在春季，土壤厚厚地蓋上一層土粉末，在表面上形成了一層結皮，就應當使用釘耙（或叫釘齒平土耙——譯者）來代替無齒耙。釘耙的構造，像無齒耙一樣，是簡單而容易的（參看第 47 和 48 圖）。

我們看出，如果我們的土壤是無結構的和粉碎得厲害的，或秋耕並不是用複式犁進行，而是用普通的犁進行的，那時候就不要用無齒耙或釘耙來耕作田地。如果秋耕是用簡單的犁進行的，那末在春季就需要重耙，需要鬆土機。

現在，應用複式犁來耕翻的必要性，已經由法令來規定了。在蘇聯人民委員會和聯共（布）中央「關於保證東南方各乾燥地區的穩定產量的步驟」的決議中，指出：

「規定耕翻到不少於 20—22 公分的深度，為一種必要的農業技術要求，但在耕作層較淺的情形下，則要耕翻至完全的深度，此外，必須使用現有一切前犁。」

**防止雜草** 在同一決議中，規定在不久的將來要在各乾燥地區中普遍地實現正確的草田輪作。現在，這樣的輪作已經在三十個機器拖拉機站中實施了。可是，多年生牧草只有在田地完全清除了雜草的條件下才可能正常地發育。在土壤感染雜草的條件下，多年生牧草即使有時候能夠經得起雜草的壓迫，但是牧草在田間作物輪作中所停留的短短時期內（在乾燥地區中是 2—3 年），多年生牧草由於與雜草作鬥爭的力量懸殊，不能夠以應有的方式來對付雜草，因而對土壤不良特性的改變發生很小的影響。在這樣的牧草田地耕翻以後，農莊所收穫的不是小麥，而主要是雜草。所以會出現這樣多的雜草，是因為在牧草田



地耕翻以前，在耕作層中有很多會發芽的、膨脹的和在自然條件下完成春化作用的雜草種籽。多年生牧草當然不能夠消滅這些雜草。

顯然的，在田地感染雜草的條件下，牧草產量是極低的，而如果是準備作乾草，那末所收集的乾草的品質也是很低的。土壤秋耕制（與收穫同時進行的、深度不大於5公分的滅槎，以及緊接着進行的、深度達20—22公分的、使用複式犁的秋耕）以及晚期絕對休閒地之有系統的逐層耕作都，在與雜草的鬥爭中，和在爭取順利實施正確的草田輪作的鬥爭中，完全表現出其積極的意義。這兩種土壤耕作制必須在播種牧草以前迅速地、普遍地和無條件地實行；蘇聯人民委員會和聯共（布）中央的上述決議，在這一方面完全正確地規定在乾燥地區輪作中逐漸熟練運用多年生牧草的播種。

必須在最短的期間內消除田地的雜草感染性，——田地雜草感染性乃是過去的野蠻的沙俄耕作制的遺產。在準備栽培早期春性作物和特別是準備栽培像稷和玉蜀黍等所謂晚期作物的土壤上，必須進行播種前的耕作，不可不着重指出這種耕作在與雜草的鬥爭中的意義。沒有翻轉壟條的播種前鬆土工作，在這裏具有首要的意義；直到最近以前，播種前的鬆土工作還沒有受到應有的重視，而在很多情形下，播種前鬆土工作還被「建議」禁止進行。

不可不着重指出一點：可惜我們的很多鬆土機都沒有安裝平切型的鋤齒，而這種鋤齒却是乾燥地區所特別需要的。

鬆土工作，即使是多次的鬆土工作，不要深於下次播種栽培植物的深度；比較深的播種前鬆土工作會大大地降低產量。

在說明了這一切後，我們現在將轉而詳細地討論草田輪作制中的這兩種土壤耕作制了：基本的土壤秋耕制（滅槎和秋季犁耕）以及播種前的耕作制（春初的耕作和晚期絕對休閒地的耕作）。

## 土壤秋耕制

1. 滅茬的任務。——2. 土壤秋耕的步驟。——3. 滅茬的技術。——4. 秋季犁耕的技術。

正像農業中的任何措施一樣，滅茬有好幾個任務。很難說其中那一個是最重要的。關於一切農業條件的同等重要性的定律，就是以這一點為依據。不能完成其中的任何一個最細微部分，就會破壞收穫的整個計劃，並招致巨大的損失。

因此，在列舉滅茬的各個任務時，所謂第一個任務、第二個任務等等，不過是指列舉的次序而已，沒有輕重的意義。

**滅茬的任務** 滅茬的第一個任務，是在於消除土壤表面雜草種籽感染性。一切的雜草都有一個共同的特性，就是比與其同時生長的作物早些成熟(早些結種籽)。因此，不論收穫是用什麼方式進行的：連根拔除、鐮刀、長鐮刀、割草機、收割機、簡單收割機和康拜因，毫無分別的，在收穫以後，每公頃田地表面都遺留着數百萬粒的雜草種籽。如果讓這些種籽留在土壤表面，那末它們就不會發芽，並且在下一次犁耕時被翻入土中，因而增加土壤雜草種籽感染性。

滅茬的第二個任務，是在於消除土壤雜草種籽感染性，就是說，消除已經含在土壤中的雜草種籽。

只有用滅茬的方法，才能够清除像匍匐冰草、狗芽根、根莖矢車菊、羽裂蒿苣、烏麥(野燕麥)、雀麥等等的雜草(註)。

大家知道，任何的土壤耕作，其中當然包括滅茬，應當在消耗最少機械力或人畜力和最少物資的情形下完成的，假定其他條件都相同，那

---

註：各種雜草的學名如下：匍匐冰草(*Agropyrum repens*)，狗芽根(*Cynodon dactylon*)，根莖矢車菊[*Acroptilon picris* (pall)]，羽裂蒿苣(*Mulgedium*)，烏麥(野燕麥)(*Avena fatua*)，雀麥(*Bromus*)。——譯者註

末，消耗於土壤耕作的勞動力，是決定於土壤結構性和土壤濕度的。土壤結構性和土壤濕度決定了土壤粘結性，——即土壤微粒粘結在一起的力量。有結構土壤的粘結性等於零，而無結構土壤的粘結性則可能很大。在這種情形下，粘結性的大小是決定於土壤的機械成分和濕度的。在乾燥的狀態下，土壤粘結性可能達到很高的程度，以致用普通的農具不能夠進行土壤耕作。

成熟的但未收穫的穀類作物，不但不會消耗土壤中的水分，而且會保護土壤免於進一步的乾燥。這樣的作物還會保護土壤免於風乾。穀類作物收穫後過了一天，土壤濕度可能已經降低1—2%，這一輕微的乾燥可能引起粘結性增加到2—4倍。土壤的特性是這樣的：當它潮濕時，比方說，當它含有20—25%的水分時，降低濕度1—2%，對於粘結性沒有什麼顯著的影響。當這塊土壤乾燥時，比方說，當它含有7—9%的水分時，濕度同樣降低1—2%，就會致使土壤粘結性增加到兩倍和四倍，因此，在進行滅茬時所消耗的勞動力和燃料，也就要增加那麼多倍。

從這裏得到一個明確的規則。滅茬要與收穫同時進行。滅茬不能夠拖延，這是一項限期的突擊性的工作。

滅茬的第三個任務，是在於消滅害蟲。害蟲的各越冬發育階段(卵、幼蟲、蛹或成蟲)是在茬上、在掉落的種籽上、在發芽的雜草上或在土壤表層中進行的。這些害蟲是很多的，它們都是植物栽培的嚴重威脅。只要舉出下列各種害蟲便够了：麥稈蠅、燕麥蠅、菜蠅、膜翅目各種蜚蠊科動物、榜鬼蟲、切根蟲、蒸菜象鼻蟲、三葉草和苜蓿象鼻蟲、草原螟、甘藍蠅、葱蠅(註)。因為這些害蟲呼吸時都需要氧氣，所以只有在它們集中的

註：各種害蟲的學名如下：麥稈蠅(Mayetiola destructor)，燕麥蠅(Oscinosoma frit)，菜蠅(Chlorops pumilionis)，膜翅目(Hymenoptera)，榜鬼蟲(Anisoplia austriaca)，切根蟲(Euxoa segetum)，蒸菜象鼻蟲(Bothynoderes punctiventris)，三葉草象鼻蟲(Apion aprican)，草原螟(Loxostege sticticalis)，甘藍蠅(Chortophila brassicae)，葱蠅(Hylemyia antique)。——譯者註

環境中創造嫌氣條件(沒有氧氣的條件)以後,才能够消滅它們。

第四個任務是在於防止由於所謂土壤微生物,主要是真菌所造成的土壤衰竭;這些真菌的各個越冬階段是集中在土壤表層中渡過的,至於空氣中的微生物則不同,它們是在植物上越冬的。會造成土壤貧瘠化的土壤微生物是很多的。幾乎一切的工業原料作物和蔬菜作物都有自己特殊的真菌病害。譬如,亞麻有22種病害。造成十字花科蔬菜根腫病(*Plasmodiophora brassicae*)的真菌是大家都知道的。有一種叫做輪枝菌(*Verticillium*)的真菌,會引起馬鈴薯黃萎病以及一切茄科植物(番茄、菸草、茄子)的黃萎病。由所謂「濾過性病毒」所引起的很多病害,像捲葉病、花葉病等等,都是大家所知道的。

這些真菌的冬孢子會在沒有氧氣的條件下保存生活能力到2—3年;必須用下列的方法來與這些孢子作鬥爭:把田間作物輪作(例如亞麻輪作)中牧草田地的利用延長到兩年,或者把會因土壤衰竭而受損害的作物移到飼料輪作中去栽培。但是有很多真菌是可以用在一年內使其不與氧氣接觸的方法來防止的。

滅茬的第五個任務,是在於儘可能利用收穫後的雨水,其中包括夏末和秋季的雨水。這個任務的目的是雙重的。第一個目的,是要在進行秋季犁耕的時候(正常的情形是犁耕到20公分,特殊的情形犁耕到30公分),在耕作層中積累儘可能多的水分,使耕作層達到「成熟的」狀態。在這種「成熟」狀態下,土壤濕度將近等於毛細管持水量之60%。這樣的「成熟的」土壤具有最小的粘結性,並且最能够在不生土粉末的狀況下破碎成爲團粒。當濕度較高時,土壤是可塑的,就是說,土壤在犁耕時會形成帶狀的土條(壟條);犁板的壓力把水分從這一壟條中擠出,因此,新犁翻的壟條會發亮。這種壟條在乾燥以後,只有用碎土機才能够被破碎爲土塊和土粉末。但是土壤濕度在秋季不能够達到這種狀態。

土壤濕度與土壤成熟性比較如果越低，土壤凝聚性就增加越快，而必須消耗於土壤耕作的勞動力就越增加。顯然的，消耗於進行耕作的燃料也同樣地增加。在理論上，犁耕沒有滅槎的土壤比較犁耕已滅槎的土壤多消耗 68% 的燃料，在實際上，約多消耗 65%。全蘇聯由於進行滅槎而節省的資金超過十萬萬盧布；非常顯然的，這一筆節省的數字已成為必須進行滅槎工作的充分根據。

在滅槎時耕作層的潮濕程度達「成熟」狀態，與秋季有無雨水沒有絲毫關係。在收穫以後冬季來臨以前，可能完全沒有雨，但在九月初旬或中旬，耕作層仍然保持「成熟」狀態。這一作用是秋季土壤溫度變動的結果。在夏季，土壤溫熱達到相當的土壤深度，這些熱只有在三月間才被土壤逐漸耗盡。在整個冬季期間中，土壤深層比土壤表層溫暖些。由於溫度差異，水蒸氣不斷地從溫暖的下層土壤上升，而凝結在寒冷的上層土壤中。

這一點就是滅槎第五個任務的第二個目的。由於春季、夏季和秋季土壤表面的夜間冷卻，水蒸氣的凝結作用實際上整年都在繼續着。這一凝結作用在秋季特別顯著，並且隨着日夜溫度差增加的程度而加強。如果土壤沒有進行滅槎，那末在夜間積存的水量，在白晝會從新蒸發到空氣中去。我們的基本的水分會不斷地、不可恢復地和對生產無益地消耗掉，而我們要使耕作層每年春季含有最高量的水，却恰恰需要以上所說的基本水分。因此，在我國乾燥的東南方，我們在土壤深層中遇到了所謂「殭層」，這一「殭層」完全不含有生產上有益的水分。「殭層」是多年來的掠奪性的原始栽培方法之結果。在大片的生荒地中，沒有「殭層」。在生荒地中，土壤表面覆蓋着天然的「草原植被」，水分獲得和消耗的平衡，與在耕地上完全不同。當田地經過滅槎時，水分由於蒸發的無謂消耗立刻停止，同時，收穫後的雨水沿着土壤表面的無謂流失也停

止了。

**土壤秋耕的步驟** 以上所說的是滅槎的五個任務，但是非常顯然的，這些任務只有在下列兩種必要的條件下才能達成：

- (1)滅槎必須與收穫同時進行；
- (2)在滅槎後，必須使用複式犁來進行秋季的深耕。

這兩個步驟構成土壤秋耕制，成爲一個不可分的整體。

這兩個步驟如果互相孤立起來，如果個別地實行其中任何一個而不實行另外一個，就會喪失全部的或幾乎全部的生產意義。

我們仍然不善於利用像數十萬架拖拉機、康拜因、犁等等這樣的巨大可能性。還有些工作者，僅僅是「爲了做報告」而在形式上執行着黨和政府的清楚指示。這些人在收穫後的 20 天後，使拖拉機拖着整套的鬆土機在留槎地上走過，據說是「滅槎」，同時，緊隨着拖拉機和鬆土機之後，又使拖拉機拖着犁在田地上走過，據說是秋季犁耕，然後在報告中寫道：「滅槎計劃已經百分之百地完成了」。我們除了用有意識的暗害行爲以外，不能夠用任何的詞句來解釋這些壞傢伙的「工作」了（我找不出更厲害的話來批評他們）。

**滅槎的技術** 滅槎的深度必須不超過 5 公分。如果依照大多數的指示耕到 7—8—9 公分，那末，大多數掉落的雜草種籽就不會發芽，這樣將增加土壤雜草種籽感染性。只有那些已經在土壤中的雜草種籽才會發芽，而滅槎的第一個任務就完全不能完成了。但是，如果我們用一種耕作方法消滅了本來已經在土壤中的雜草種籽長出來的雜草，但却用同樣的耕作方法使同一土壤中同一雜草的種籽增加百倍，那末，完成第二個任務有什麼意義呢？自古以來，這類工作便被認爲徒勞無功的工作。我恐怕那些主張在「絕對」休閒地上清除匍匐冰草和其他雜草的農學家們，也幾乎是在做着徒勞無功的工作。因爲「絕對」休閒地的耕作是從

春耕時開始的。

只有使用圓盤式農具才能够滅槎到 5 公分的深度，因為滅槎的目的並不是要把麥槎耕埋入土中。所需要的只是把滅槎地表層土壤翻到下面去，以便把種籽埋到不超過 5 公分的深處，但不是把槎埋進去。

進行這一工作，最好是使用凹面的圓盤，即所謂「圓盤犁板」。有一種專門的 16 犁鏟滅槎機，即所謂「麥槎犁」，如果在用康拜因收穫時用來進行這項工作，效果會比其他農具都好些；在用馬拉式收割機收割時，則可以使用下列兩種圓盤式鬆土機來代替「麥槎機」：「弄達里」圓盤式鬆土機和「拉多夫」圓盤式鬆土機，這兩種鬆土機又叫做「蘭達里」鬆土機。

有一種叫做「艾克米小犁(耙)」的農具，用來進行這項工作時，效果更好，這種農具是由 20 片平行的、沒有犁頭和犁底的犁板來構成的。犁板的下緣是尖的；這 20 片犁板是傾斜裝置着的，運動時會把 20 片小壟條犁向右邊。後來大約經過 60—70 公分以後，這 20 片犁板都轉動向左，由是把小壟條犁向左邊，同時改正了一切耕作得不好地方，留下了一塊滅槎得理想的田地。

但是這一切農具在使用時都不可能滿足滅槎工作的基本要求，——即滅槎工作必須與用康拜因收割禾穀類作物同時進行(註)。

我對農業機器總管理局工程師們的全部談話，都遭受到反對，他們認為：理論的計算表明，現代拖拉機的能力不足以再牽引一個裝載藁稈和穀皮的漏斗以及一架滅槎機，何況如果要使麥槎犁操作範圍的寬度與康拜因割禾器操作範圍相等，就必須再加上 5—7 片圓盤犁板。

我們屢次指出，農業機器總管理局的工程師們利用了過於誇張的數字；由於他們的結論在原則上有缺點，這些指示沒有被重視，因為工

---

註：現在蘇聯已經根據威斯士的指示，採用了操作範圍很寬的拖拉圓盤滅槎機，來進行滅槎了。——譯者註

程師們都把全部注意力集中於生產工具，而不注意生產對象。

必須藉助於解決非常重要的全國性的問題之普通方法。季米里亞捷夫農學院土壤學教研室所負責指導的，而由我所領導的蘇聯農業人民委員部穀物栽培總管理局土壤農學試驗站之代理一等研究員聶斯捷年科，建議用實踐的方法來解決問題：當時聶斯捷年科是在羅斯托夫省克利沃羅治地區米爾勒羅夫機器拖拉機站（上述試驗站的實驗機器拖拉機站之一）中工作的。

聶斯捷年科的工作結果可以從下列文件中清楚地看出來：

「記錄 1938年7月26日。我們，下面簽字的人，羅斯托夫省農業廳西北管理處一等工程師郭瓦略夫，米爾勒羅夫機器拖拉機站一等機械師普拉斯季寧，米爾勒羅夫機器拖拉站農學家赤美哈洛夫，蘇聯農業人民委員部土壤農學試驗站代理一等研究員聶斯捷年科，以及「新生活」集體農莊主席舍甫錯夫，視察了克利沃羅治地區米爾勒羅夫機器拖拉機站「新生活」集體農莊的田地（代理一等研究員聶斯年科曾經在這塊田地上把康拜因和滅槎機聯結使用來進行滅槎）；我們發現：

(1) 只要使用改造的圓盤式滅槎機（麥槎犁），把它從左面轉向右面（沿着康拜因的前進道路），以及把滅槎機的操作範圍增加到與「公社社員」康拜因割禾器操作範圍相等，便完全可能把康拜因和圓盤式滅槎機聯結在同一個拖拉機上（ЧТЗ 拖拉機）。

(2) 康拜因和 24 圓盤式滅槎機之聯結使用，是按照兩架康拜因裝置在 ЧТЗ 拖拉機上聯結使用的原理而實行的。

(3) 在平坦的田地上，滅槎進行到 3—6 公分的深度；在不平坦的田地上，滅槎的深度則在 0 到 8 公分之間變動。只有在犁路分歧的地方，以及在直徑小於 24 圓盤式滅槎機直徑的盆狀低窪地上，在滅槎時才會出現耕作不良的田地。在檢查「新生活」集體農莊第一種輪作之第一、第



三和第七區田地時，我們發現：遺漏的部分并不超過全部滅茬田地面積之 5 %。

(4) 割禾器在有穗作物田地上的工作情況，是非常令人滿意的：把尺放在割禾器後面來量度，在收割第三區田地上的冬小麥「郭斯季阿奴姆 0237」時，每平方公尺田地上只遺留 4 個正常發育的穗，這些穗可以用手耙加以收集。

這樣看來，在每平方公尺田地上有 450 穗冬小麥的密度下，所損失的穗數只達 0.88 %。對於春季有穗作物來說，所損失的百分率也是如此。

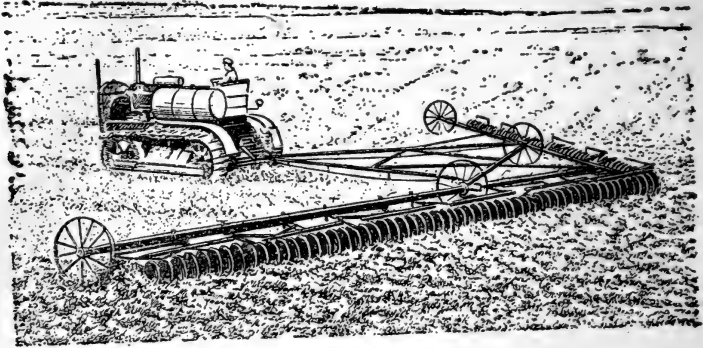
(5) 用康拜因收割并且同時進行滅茬的田地，在視察的那一天，已經生長滿了青綠的雜草（小苞旋花、高苜、苦麻菜、山芥等等）。

在收割後 5 天和 10 天才進行滅茬的田地上，雜草在這一天并不發芽：比方說，基洛夫集體農莊和列寧集體農莊的田地就是這樣。在穀類作物收割後才進行滅茬的田地，這時候有一些很大的裂縫，這種田地并且過於黏固，以致使用郭留申科犁不能夠犁到 20 公分的深度，而有些地方（即在很多土塊的地方）却犁到 25 公分以上的深度。

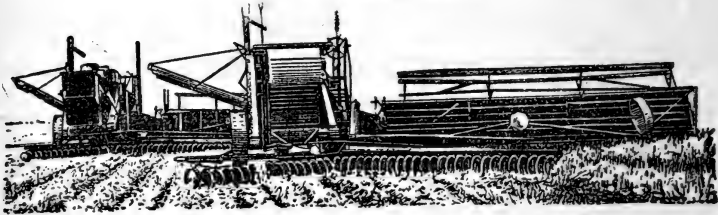
**結論** 在有穗作物收割的時候根據把兩架康拜因聯結在同一架 ЧТЗ 拖拉機上的原理，同時使用聶斯捷年科同志設計的圓盤式滅茬機進行滅茬；我們認為：在收割有穗作物同時進行滅茬的這樣設計，使田地耕作得很正常和良好。

在研究這樣設計的時候，唯一必須考慮的就是把「公社社員」康拜因和圓盤式滅茬機聯結在 СТЗ-НАТИ 拖拉機上來進行工作，并且使總牽引力達到最高的程度，即達到 1,500 公斤。

康拜因和圓盤式滅茬機的這樣聯合使用，使集體農莊節省了在每一種機器個別使用時所應消耗的勞動力。



第43圖 在工作中的滅槎裝置



第44圖 滅槎機與康拜因的聯結裝置。滅槎與收割同時進行。



第45圖 配備有糞桿收集器的康拜因，與滅槎機聯結使用。

省農業廳西北管理處一等工程師郭瓦略夫；一等機械師普拉斯季寧；拖拉機站一等農學家赤美哈洛夫；蘇聯農業人民委員部土壤農學試驗站代理一等研究員聶斯捷年科；「新生活」集體農莊主席舍甫錯夫。

滅槎及收割同時進行的問題，可以認為已經解決了。



第 46 圖 第 45 圖上所顯示的聯結裝置通過以後的田地

**秋季犁耕的技術** 此外還存在着一些任務，滅槎不過是解決這些任務的準備工作而已。這些任務要求創造一種缺氧的環境，以便悶死在禾槎、掉粒、雜草上和在土壤表層中過冬的多年生雜草發芽種籽，悶死害蟲的卵、幼蟲、蛹和成蟲，悶死土壤中有害的真菌孢子、引起一切可能的土壤衰竭的真菌孢子以及濾過性病蟲。此外，我們在土壤中創造缺氧條件時，還附帶地達成兩種其他的目的，這兩種目的的重要性是不可抹殺的。第一，我們調節了土壤微生物羣的成分；第二，我們促成了腐殖質在土壤中的積累。

土壤微生物羣多半是細菌，這一點在土壤細菌學以及普通細菌學的發展過程中已經被辯明是正確的了。土壤細菌的重要性的數量，都是很大的。土壤細菌的數量必須以天文數字(億、兆)來計算。其實，我們沒有理由說是土壤的化學作用：因為土壤中所發生的純粹化學反應是很少的。在土壤中發生的幾乎完全是生物化學反應。而我們所採取的一切土壤「化學化」措施，不過是要調節細菌生活活動的條件而已。

除了絕大多數的、對生產有益的細菌以外，真菌的重要性也並不較小。

除了絕大多數的有益的細菌和真菌以外，土壤中還充斥着絕對有害的動物羣。纖毛蟲、阿米巴、輪齒類動物、下等草蝦屬動物以及所謂「最簡單的動物」(原生動物)，都是以細菌為養料的，它們對土壤是絕對有害的。這一切下等動物只能在有氧氣的環境中生活。因為我們為了使栽培植物得到營養必須在作物發育時維持好氣細菌的生活條件，所以除了作物以外，動物羣也繁殖起來，細菌因而減少了。因此，每年秋季都可以觀察到土壤化學作用大大減弱的現象；在原始的耕作之下，並沒有採取防止這一嚴重現象的步驟，所以就發生了土壤的總衰竭——土壤一切生物化學反應的完全停滯。

對土壤微生物羣的主要鬥爭，要在牧草田地中進行。但是，創造缺氧條件的秋耕，也是調節土壤微生物羣成分的有力手段。因此，在秋耕後，到了春季，細菌活動或「氧化還原勢差」便在土壤中強烈地發生。

第二種過程——有機物質的積累——，是創造缺氧的有機物質分解條件的直接結果。

在初步的滅茬後進行秋耕的時候，因滅茬而翻起來的禾茬以及發芽的雜草都耕埋入土中。高等動物(昆蟲)和下等動物都在缺氧的環境

中死亡了。這一切有機物質都發生缺氧的分解作用。

有機物質在有氧氣的條件下發生分解時，完全破壞了，破壞到「有機物質一切元素完全無機物質化」為止。

在缺氧的分解下還發生另一件事。在缺氧的分解下，細菌產生烏里敏酸(棕色腐質酸)，這種腐質酸逐漸積累起來，很快就使分解過程停止發生。原有的有機殘餘大約有一半始終不發生分解。此外，又積累了一定數量的無定形腐殖質——烏里敏酸。

在秋耕時，一定數量腐殖質的形成是有巨大意義的，因為缺氧的條件——秋耕的主要目的——會因腐殖質在秋耕地土壤表層中的破壞而達到。新形成的腐殖質代替了破壞的腐殖質。

創造缺氧條件的具體過程是這樣的。秋耕的農具，是複式犁。使用這一農具犁耕的最小深度是 20 公分。我們已經知道這一深度是怎樣決定的。多年的試驗顯示：含有從 10 到 2 公厘的團粒而沒有散碎土壤和土塊的團粒狀土壤結構，是獲得一切作物較高產量(例如每公頃 80—100 公擔的春小麥)的最好條件。

這一生產試驗也證明了：任何土壤的結構在春季無論是多麼好，這一土壤在穀類作物收割的時候完全喪失了結構和穩定性。由於我們研究得很清楚的原因所造成的結構的每年破壞，在任何土壤中可能深達 10 公分。如果用普通的沒有前犁的犁來犁耕這樣的土壤，則得到土塊、團粒和土粉末的混合物，這樣的土壤不能產生高額的產量。

經驗表明：喪失了結構的土壤如果含有活性的腐殖質，就會在栽培植物根系的影響下恢復已經喪失的特性。恢復活性的腐殖質的任務，要依靠多年生牧草地來完成。而恢復團粒狀結構的任務則依靠秋耕來完成。

前犁的任務，是在於翻起上層 10 公分的土壤，不必管這些土壤的

狀態如何，把它們翻入犁路底部，這樣一來，在前犁後面行進的主犁就用團粒狀土壤把上述的土壤蓋上。爲了要把上層 10 公分的土壤蓋上，至少再需要 10 公分，這覆蓋的 10 公分土壤將在下一年中喪失結構。因此， $10+10=20$  公分被認爲耕作的最小深度，因爲這一深度是使用前犁的最小深度。

如果「人云亦云」地把滅茬工作進行到 8 公分而已，那末，前犁在行進時將不遇到充分的抵抗力，而僅將土壤和殘茬向前推動而已；這時候犁會被阻塞住，而前犁必須拿掉，就是說，必須回到原始的農業技術去。

當一切都很順利的時候，最初，前犁切開壟條到 10 公分的深度，把切開土條翻入犁路底部，而決不是翻在前一土條旁邊。在前犁後應當放一把長形的（但不是圓盤形的）犁刀，在犁刀後面才是主犁。在多鏟犁中，只需要在最後的犁鏟前面放一把犁刀而已。

下層 10 公分（或更深）的壟條，在複式犁之很斜的主犁板上破碎成細小的團粒，並且覆蓋在已經翻入犁路底部的上層 10 公分土壤上，鋪成一層均勻的但膨脹到 13—14 公分的土層，這一土層有一些淺溝，整個秋季都不會消滅。

顯然的，在疏鬆的團粒狀土壤表層中，被缺氧分解細菌所積累的腐殖質，一定會發生強烈的有氧分解作用。這一分解作用發生得越強烈，氧氣就被吸收得越多；在這一薄層的有氧分解作用下面，整個其餘的土壤都處於很深的缺氧條件下。

這一切促成了高額產量所需要最優良條件的產生，並且說明了：與收割同時進行的滅茬，以及後來進行的用複式犁耕翻到 20—22 公分深度的秋耕，爲什麼都是每一個國營農場和集體農莊所必須進行的。

## 播種前的土壤耕作制

1. 播種前土壤耕作的分類。——2. 秋耕地的春初耕作。——3. 隔離層。——4. 無齒耨耕作。——5. 釘齒平土耙的使用。——6. 播種前耕作的一般原則。——7. 播種前耕作的工具。——8. 休閒地耕作的一般任務。——9. 晚期絕對休閒地的主要任務。——10. 晚期絕對休閒地的夏季耕作。——11. 耨耕是植物田間管理的一種措施。

---

從以上所敘述的可以看出，社會主義農業中防止雜草工作的重心，是在土壤秋耕制上，土壤秋耕制可以預防土壤表面雜草種籽感染性，以及直接消滅最危險的根莖性雜草，並且在某種程度上可以消滅一年生雜草和根出條的雜草。但是顯然的，從雜草的各種主要生物學特點看來，可以知道：僅限於採取一些預防土壤表面雜草種籽感染性的步驟，是不夠的。不論實施土壤秋耕制，不論處理播種材料，不論遵守最低限度的農學法則，就是說，剷除田岸、公路、坡地、溝渠和梯田上的雜草，以及剷除空地上的雜草（在社會主義農業中空地是不應當有的，但是這裏必須提到它），——都不能使人們免去直接在田地中與雜草作鬥爭的必要性。在從原始的無系統的小農耕作過渡到集體農莊和國營農場田地有系統的高度技術的耕作的這一時期中，上述的必要性特別明顯。但是，甚至在社會主義農業田地已經消除了大量雜草以後，直接在田中與雜草作鬥爭還是必要的；有兩個原因：第一，風、鳥、工作人員的衣服不可避免地帶進了雜草種籽；第二，由於雜草的生物學特點。因此，一切的播種前土壤耕作制都是消除土壤雜草種籽感染性之不可免的步驟。在輪作的過程中，至少必須有一年用來有系統地直接地消滅土壤雜草種籽感染性，就是說，用來耕作休閒地。

**播種前土壤耕作的分類** 以這一點為根據，一切的播種前土壤耕

作制可以分爲兩類：(1)栽培春性作物的田地之播種前耕作，這種耕作又可以再分爲兩類：栽培早期春性作物的田地之耕作，以及栽培晚期春性作物的田地之耕作；(2)栽培冬性作物的田地之播種前耕作，或休閒地之耕作。

從以上所敘述的，可以非常顯然地看出：黨和政府對於土壤秋耕的要求，是有很大大意義的，這些要求被集體農莊斯達哈諾夫運動者們所深深地瞭解，在最近的將來，社會主義農業田地將百分之百實行土壤秋耕。

進行過秋耕的一切田地之第一次春耕，都是一樣的。在春初，一切田地的土壤都處於第一次的最潮濕狀態，這種最潮濕狀態是由於水蒸氣從沒有結凍的土壤層中蒸發，以及在已結凍的上層土壤中凝結而造成的。

**秋耕地的春初耕作** 在進行過土壤秋耕的田地中，這個第一次的最潮濕狀態表現得特別顯著，因為除了完全集中在土壤毛細管空隙和土壤團粒中的冬季貯水量以外，在春初，全部雪水也都充滿了非毛細管的空隙。因此，在沒有進行秋耕的土壤中，春季的最高水量等於毛細管持水量的 100%。而在進行過秋耕的土壤中，春季的最高水量却等於土壤總持水量的 100%，就是說平均多了 30—35%。

根據一般的規律，如果任何土壤所含的水分越多，該土壤在單位時間內蒸發而喪失的絕對水量就越大。這個規律在艾捷爾試驗中得到了很清楚的說明。

		土壤濕度(用土壤總持水量的%來表示)				
		100	80	60	40	20
每 100 平方公分的土壤表面在 9 天內所蒸發的水分(單位克)	土壤甲	1,459	1,174	879	591	298
	土壤乙	1,651	1,341	999	669	330

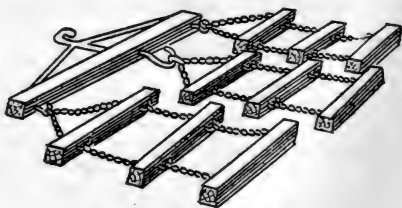


**隔離層** 在曾經進行過土壤秋耕的一切田地上，春初的第一次耕作是在於為減少絕對水量的蒸發造成條件。其方法就是要在土壤表面上創造一層所謂隔離層，隔離層是一層疏鬆的團粒狀的土壤層。這個隔離層的最上兩層團粒直接與空氣接觸，很快地乾燥；這兩層團粒因為與土壤主體脫離了毛細管的聯系，所以會保護整個其餘的土壤免於蒸發。隔離層所起的作用是多麼大，可以從下面所引證的艾捷爾的數字看出來，這些數字表示在不同厚度的疏鬆隔離層下每 4,000 平方公分的土壤表面在 10 天內所蒸發的水量。

		隔離層的深度(單位公分)				
		0	0.5	2.5	4.5	8.5
蒸發的水量(單位克)	土壤甲	2,097	720	527	368	253
	土壤乙	2,925	1,922	1,270	736	477

**無齒耙耕作** 隔離層要用無齒耙來創造，但無論如何不要用耙，即使是很輕的耙也不要。正像上面已經說過的，耙耕會不可避免地引起土壤的大大粉碎；在進行耙耕後，隔離層就變成團粒和粉碎土壤的混合物；在第一次下雨後，隔離層就變成無結構的土壤，因為各團粒之間的一切非毛細管空隙都充滿了粉碎的土壤。水分從無結構土壤層中的蒸發，進行得極為強烈。

無齒耙的構造已經在上面敘述過了，無齒耙最好要用馬拉，因為這種工作是限期的突擊工作，



第47圖 無齒耙的構造

所以必須動員全部現有的馬匹來進行秋耕地的春季無齒耙耕作。因為這項工作很省力，所以使用拖拉機來耕作是不很適宜的；如果使用拖拉機 CT3，那末，為了使拖拉機充分載重，必須把很多無齒耙聯結成一

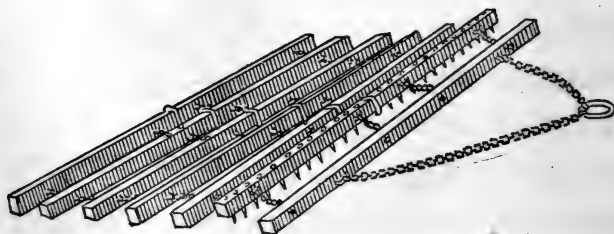
個龐大笨拙的系統，結果將不便於控制。如果國營農場沒有充分數量的馬匹，就可以使用儘可能低馬力的拖拉機，才能够避免上述的不便控制的情形。

毫無例外的，無齒耙行進方向必須與犁溝方向交一傾斜角(不要沿着犁溝，也不要橫過犁溝)。在這樣耕作時，被無齒耙所推動的犁壟土壤撒落到最近的犁溝中去。因為如此，所以無齒耙很省力；土壤移動得不遠，因而很少散碎。

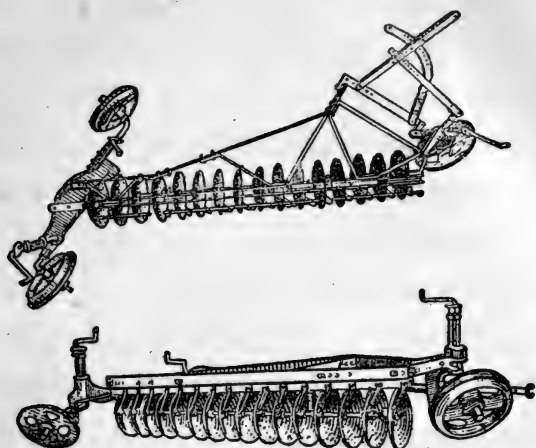
**釘齒平土耙的使用** 當土壤還不是高度耕作的而還沒有達成最高穩定性的時候，或當田地離開在輪作中栽培牧草的時期很遠而其土壤已經大大地喪失了穩定性的時候，可以使用釘耙(或叫做釘齒平土耙——譯者註)。釘耙與普通耙的原則上區別，是在於釘耙只有一排齒，耙的後面幾排齒(第二排齒、第三排齒等等)之最有害作用，因而完全消除了。

釘耙使用的方式，與無齒耙相同。不管秋耕地將來栽培什麼，全部秋耕地應當在春初進行無齒耙耕或釘耙耕。

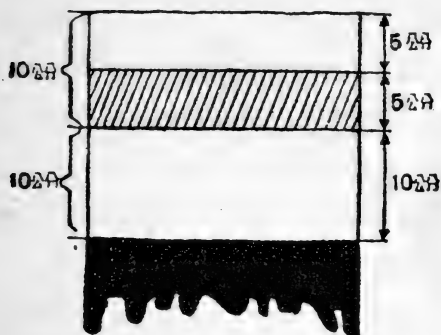
只有當秋耕是用複式犁來進行的時候，春季才可以使用無齒耙或釘耙來進行耕作。如果秋耕是用普通的犁來進行的，就是說，用沒有前犁的犁來進行的，那末春季就需要重耙，無齒耙和釘耙都沒有用了。



第 48 圖 釘耙(艾拉波耶設計的)



第 49 圖 IIIIT 9 號的拖拉機「麥槌犁」，只在滅茬時才使用。



第 50 圖 耕作層的構造

上層 5 公分的土壤在滅茬時被翻鬆了，並與下面的 5 公分一起被前犁拋入犁路底部。再下面的 10 公分被主犁翻上來後，疏鬆地散佈在被拋入底部的土壤上，造成一層 15—18 公分厚的疏鬆層。

**播種前耕作的一般原則** 我們應當牢牢地記住這一點，只有當土壤秋耕制已經實施以後，我們才可以談到播種前耕作制。這兩種耕作制是密切地配合着的，在沒有土壤秋耕制的情形下，任何播種前耕作將不

可避免地失去價值。處在這種情形之下，秋耕的任務（全部耕作層的疏鬆）便要改在春季完成。不論所進行的春季播種前耕作是怎樣的，都必然會引起土壤中貯水量的喪失，同時，疏鬆的土壤之厚度必然會比較種籽所處的深度更大。如果要遵守不可在春季使土壤疏鬆厚度比較種籽所處的深度更大的規則，那末就必須採用原始的壟底播種法，這種播種法永遠會使產量大大降低。

播種前耕作制的第一個任務，因此便完全清楚了，它應當滿足發芽作物的基本要求，這些作物的種籽應當放在已經下沉而不會再下沉的土壤上。土壤在種籽發芽後的繼續下沉，必然會引起根的撕斷、根的擠壞以及根吸收面的擦傷。因此，正像西歐的經驗所顯示的，春季播種前犁耕，如果進行得比較播種機的開溝器工作深度更深，就會引起產量的降低。一般來說，一切根菜作物和春性穀類作物對這一點都很敏感，特別是甜菜更加敏感。

在播種前耕作時應當注意的第二點，就是發芽的種籽需要一個能被空氣和幼苗透過的覆蓋層，這個覆蓋層是一層穩定的團粒狀的土壤層。

應當同時堅決遵守的第三點，就是上層土壤應當儘可能清除了能夠發芽的雜草器官。這一點對於根莖類雜草來說是很顯然的，而對於從種籽發芽的雜草來說也是同樣顯然的。播種的早期春性作物種籽，應當放在土壤中至少4—5天，才能够在開始形成幼苗以前發生膨脹。在晚期春性作物的情形下，這段時間可以延長到7—14天，因為下層土壤和上層土壤的溫度差異較小，而從下層中蒸發上來的水蒸氣凝結在播種的種籽周圍成為滴液狀態的這種過程，也進行得不甚強烈。

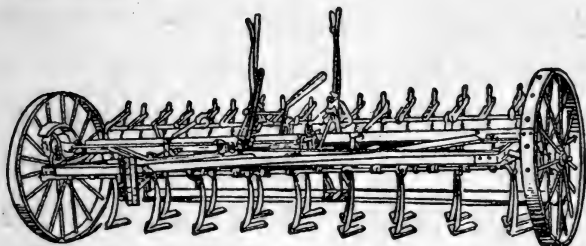
當作物種籽膨脹的必要時期正在進行的時候，整個冬季都在土壤中的那些雜草種籽，已處於膨脹的狀態。它們已經完成春化作用，並且

在耕鬆後它們接觸到空氣時，就立刻開始發芽。因此可以瞭解，雜草種籽既然有多餘的 5—15 天，所以在任何條件下會比較作物更早發芽。它們不是像在晚期春性作物的情形下所必然發生的那樣把作物苗窒息了，就是使早期春性作物的產量降低。

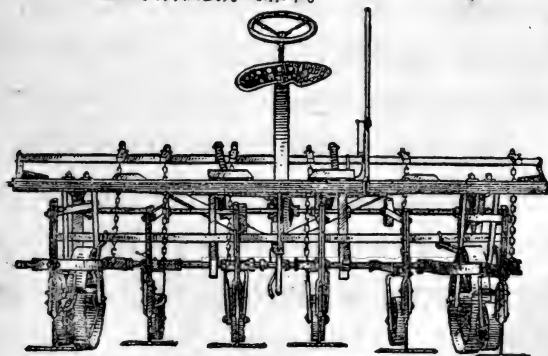
因此，播種前耕作的第三個任務，是在於儘可能清除疏鬆的土壤層的雜草種籽。

非常顯然的，這時候要清除根莖類雜草，必須完全消滅有利於雜草種籽發芽的條件。

從以上所述的，可以非常清楚地推論出正確的（實行了秋耕後的）播種前耕作制的特徵。



第 51 圖 鋤齒式的拔根除草機。這種機器在秋季使用，是用來切斷在秋耕後發芽的雜草。



第 52 圖 卡斯托爾尼同志設計的拔根除草機（卡斯托爾尼同志是沃羅聶治省斯大林國營農場的裝配師）

**播種前耕作的工具** 播種前耕作的上述一切要求，只有在使用拔根除草機或耕作機（這種叫做耕作機是不對的）時才能够實現。拔根除草機工作器官（鋤齒）的構造是很重要的。在大多數的拔根除草機中，鋤齒具有兩面傾斜的（屋頂形的）表面，這些鋤齒用鑄鐵或鍛鐵造的粗厚支柱聯結在拔根除草機的架子上。在有一些構造中，支柱的前面部銳利得像刀一樣。正像上面所解釋過的，這樣的鋤齒，作用與耙齒一樣，它們在支柱兩倍的寬度內和在拔根除草機行進的全部路程內把土壤團粒粉碎成土粉末。因此，在正確構造的拔根除草機中，支柱應當是一條厚度不超過2—3公厘的鋼條，至於其寬度，則決定於鋼的品質，但是在任何情形下都不可小於10公分。支柱聯結在架子上，其寬的一邊要沿着拔根除草機行進的方向，而前緣要尖銳得像刀子一樣。鋤齒要用螺旋釘聯結在支柱上，螺釘頭須裝埋在暗孔中。

拔根除草機的鋤齒切斷了雜草的苗。在很早期播種的情形下，這項工作要直接在播種以前進行。在一些比較晚期播種的情形下，這項工作要在雜草苗均勻出土時進行，第二次工作則在播種以前進行。但是在任何情形下，除草工作的深度不要超過播種機的開溝器後來規定的深度。

播種晚期春性作物時的播種前耕作制，與上述的不同之點，是在於要按照田地綠化的程度來使用拔根除草機；拔根除草機的使用是決定於雜草苗出現的不均勻情形，並且可以重複到三次，不過工作時要遵守上述的規則——播種前耕作的深度，不要超過播種的深度。

甚至只使用拔根除草機兩次時所造成的團粒狀結構土壤微粒的大小，就已經足夠來播種最小的作物種籽（罌粟）。只有在沒有進行土壤秋耕而必須進行春季犁耕時，才需要創造很細小的結構好來播種小種籽作物。

春季犁耕進行得很淺時，會造成土塊狀的結構，而進行得很深時，

則會造成相當粗大的團粒狀結構。當在這樣結構的田地上播種小粒種籽時，大部分的種籽會沿着寬大的非毛細管空間流去，落到它們已經不能長苗的深度。因此，在這些情形下通常要進行很多次耙耕，才能使土壤表層具有細小的結構，但這樣却必然會形成很多土粉末。在這種情形下，甚至很小的雨也會使土壤變成一層結皮，必須使用起棧的鎮壓器或耙才能使這層結皮破壞。

在使用拔根除草機工作的情形下，只有在下了很大的陣雨時才可能形成結皮，而在這種情形下，也必須使用起棧的鎮壓器或耙，才可以保護植物。在完全沒有採用土壤秋耕制時，不得不要進行會破壞播種物的工作。

在有了實現土壤秋耕制的條件時，永遠不要使用圓盤式除草機和有齒耙來進行播種前耕作。

**休閒地耕作的一般任務** 播種冬性作物時的播種前耕作的任務，與播種春性穀類作物時的播種前耕作，在原則上並無區別。播種冬性作物時的播種前耕作，又叫做休閒地耕作。

很久以來認為：休閒地耕作的一個最重要任務，是把水分積累在土壤中。只有當完全沒有土壤秋耕制時，以及當休閒分為晚期絕對休閒、早期絕對休閒、四月休閒、五月休閒、綠色休閒或晚期休閒時，上述一點才有意義。但非常顯然的，自從秋耕被法律規定為必須進行時起，一切早期的和晚期的以及任何五月、六月休閒地，就已經成為歷史的名詞，很快的將成為過去的東西了。休閒地應當按照要播種春性作物的田地所採用的土壤秋耕制來進行基本耕作。如果休閒地沒有基本的秋耕，那末，它就不能利用第一次的春季最高水量，完全不能夠保持這一最高水量的最小部分。在這種情形下，休閒地耕作的首要任務實際上是儘可能積累水分，但是這個任務的完成是完全決定於春夏雨水的頻

率的，就是說，是聽天由命的。不論以後的土壤耕作是怎樣，這樣田地上的產量將只有聽天由命而已。

**晚期絕對休閒地的主要任務** 晚期絕對休閒地是所謂正確輪作制這種不可分裂的措施制度之一個環節。這條鎖鏈的一切環節是互相關聯着而不可分離的。只有當一切的環節都是同樣鞏固時，我們才能達到我們的目的——高額、穩定和不斷提高的產量，以及通過這種產量而增加勞動生產率，這一點是社會主義社會制度的主要基礎，也就是一萬萬七千萬蘇聯公民所期望和奮鬥的目標。

一條鏈會在最弱的一環斷開。只要它在一個環節上斷開，一切其餘的環節就完全沒有用了，這時候我們便回到原始的、技術低劣的自然經濟去，而在這種自然經濟下，產量只決定於降雨的頻率而已。無法控制的產量會不可抑止地迅速下降，這種情況使勞動成爲毫無生產率可言，使我們完全無法與自然作鬥爭。

我們不能說晚期絕對休閒有一個唯一的任務。它的任務是很多的，而且都與一切其他措施方法的一切任務互相關聯着的，它們的效果（不論是有利的和不利的）越來越深的程度都是同樣的。晚期絕對休閒地耕作中的細小錯誤，或一項工作未能如期完成，都足以引起次年播種地感染大量雜草，這樣便引起產量的越發降低，此外又必須消耗大量勞動去進行除草，因而減少農民勞動應得的報酬，並且引起種籽的損失，以及無法爲產品畜牧業保證充足的飼料。

因爲晚期絕對休閒具有很多不同的任務，所以從前有一些人給晚期絕對休閒加上一些不能完成的任務。雖然從前的錯誤已經發現了很久，但是直到現在仍然有人堅持錯誤，以致把休閒地土壤耕作制的任務弄得很不明確。

人工的爲晚期絕對休閒加添了許多任務，也不能夠遮蓋它的主要



任務。晚期絕對休閒的主要任務，就是清除雜草。

這個任務在生產上的重要性是很容易明白的；如果沒有完成這個任務，那末，栽培植物的全部工作就變成栽培雜草了。清除雜草這個任務，使晚期絕對休閒與土壤秋耕制之間產生了不可分離的聯系。

我們可以把很多田間雜草分為三類：一年生雜草、根狀莖雜草和根出條的雜草。它們都是同樣有害的，但是就清除的困難程度來說，第三類雜草最難清除，其次才是第二類雜草，第一類雜草較易清除。

土壤秋耕的任務，是在於防止土壤表面感染這三類雜草的種籽，以及直接清除土壤所感染的根狀莖雜草和冬季一年生雜草種籽，例如烏麥（野燕麥）；正像土壤秋耕不能夠清除大多數一年生雜草和根出條的雜草一樣，晚期絕對休閒（以及半休閒）不能夠清除冬性烏麥，不但如此，並且還加速了根狀莖雜草在田地上的繁殖。

土壤秋耕的第二個任務（與第一個任務同樣重要），是在於防止害蟲的大量繁殖，這些害蟲的各個發育階段（卵、幼蟲、蛹）是在禾槎、掉粒、雜草、土壤表面以上以及土壤表層中越冬的（燕麥蠅、麥稈蠅、甘藍蠅、葱蠅、紅鈴蟲、草原螟、陸蛭蝓以及很多其他的動物）。

土壤秋耕的第三個任務（也是同樣重要的），是在於利用夏末和秋季的雨水，以便在土壤中積累儘可能多的水分，——這些水分是順利進行晚期絕對休閒地的多次耕作所必需的。

我們上面已經說過，土壤秋耕包含兩項工作：(1)滅槎，(2)秋季犁耕。爲了避免重複，我們將不再在這裏敘述這兩項工作的目的，因爲在前面「土壤秋耕制」一章中所討論過的一切，都可以應用到晚期絕對休閒地的秋耕來。

我們將僅在這裏補充一點，不論在普通的秋耕或在晚期絕對休閒地的秋耕中，進行秋季犁耕時，不論在何種情形下都不要使用耙。當

秋耕地由於經歷長久而暖溫的秋季長滿雜草時，只能夠使用鋤齒式除草機(不能使用圓盤切鏟和耙)來進行除草。在採用土壤秋耕制時，只有使用複式犁才能夠清除根狀莖雜草。用普通的犁(沒有前犁的犁)犁耕過的秋耕地，不論在何種情形下都不能清除根狀莖雜草，却反而促成根狀莖雜草更容易發育。

**晚期絕對休閒地的夏季耕作** 已經進行過土壤秋耕(就是說，已經進行過滅茬和秋季犁耕)的田地，含有土壤能夠含的最高水量。這一水量等於秋季雨量(更正確地說，收割後的雨量)的85%；其他的15%從沒有植物覆蓋着的犁耕土壤表面蒸發掉了。在整個冬季期間內，水蒸氣從較低的未結凍的土壤層中上升凝結到較高的結凍的土壤層中來，並且在各團粒的毛細管空隙中凝結。在這種情形下，各團粒之間的寬廣的非毛細管空隙仍然是空的。到了春季，雪水完全(100%)流入這些空隙，並沒有沿土壤表面流去。土壤的片蝕和田地的溝蝕都停止了。土壤中各團粒之間的非毛細管水(上層地下水)沿着傾斜面緩慢地流動着；一部分流入心土的裂縫中，整個夏季補充着地下水和河水，使河流不致淺到不可航行的水位。

春天的水使秋耕地表面變成泥濘狀態，蒸發加強了：因為土壤中水分越多，水分蒸發就越多。因此，一旦可以進行田間工作時(在秋耕地上這個時候很早就到來)，全部的未播種的秋耕地都應當耕鬆。

秋耕地的春季鬆土工作要用木製的無齒耙來進行，如果土壤過於泥濘，就可使用釘耙，但是不論如何，都不要使用耙(特別是輕耙)。鬆土工作進行的方向要與犁溝交一角度(不可沿着犁溝，也不可橫着犁溝)。秋耕地的春季鬆土工作，是一項突擊工作，必須動員拖拉機隊的全部力量來進行這項工作。此外，無齒耙工作是非常輕易的，因此最好要使馬拉(一匹馬拉)。如果使用拖拉機，就需要特別的聯結裝置，因此，聯結裝

置是很笨重而不易運轉的。

晚期絕對休閒的任務(半休閒和栽培中耕作物的半休閒也是一樣),是在於清除土壤所感染的一年生雜草和根出條的雜草(苦麻菜、薊、柳穿魚屬植物、根莖矢車菊)。

必須牢牢記住,在清除晚期絕對休閒地上的根狀莖雜草時,如果是使用耙、彈簧耙、抓土器、彈簧除草機、木犁和特製的馬拉攪草機來梳攏這些根狀莖,就會促成根狀莖雜草在田地上的大量繁殖。清除根狀莖雜草的工作,應當完全集中在晚期絕對休閒以前的兩三次穀類作物以後的土壤秋耕制那方面,這樣一來,田地轉入晚期絕對休閒時已經完全沒有根狀莖雜草了。

如果在一區感染着根狀莖雜草的田地上,在輪作時兩種穀類作物之間插入一種需要中耕的作物,那末,在循環了一次後,這種需要中耕的作物應當用無需中耕的穀類作物來代替,因為中耕也會促成根狀莖雜草的繁殖。

換句話說,正確的輪作不但應當具體化,而且也應當局部化,就是說,一定的田地,在實行正確的輪作以前,要先實行一種過渡的輪作。

用晚期絕對休閒來有系統地清除雜草的原理,就是先使雜草種籽處於最利於發芽的條件下,然後在一切能夠發芽的種籽發芽以後加以消滅,同時,把還未清除雜草的土壤層翻出到表面來。因為晚期絕對休閒的任務是在於清除整個耕作層的雜草,所以顯明的,這一耕作應當包括整個耕作層。

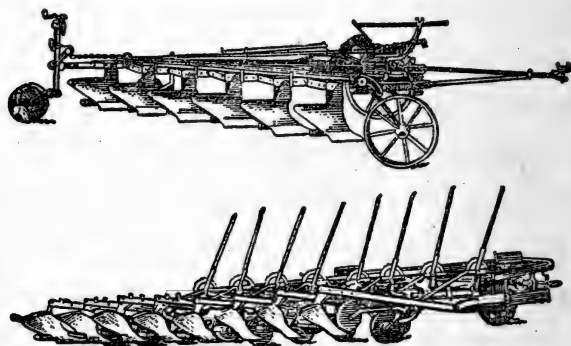
以這個原理為根據,晚期絕對休閒地在進行了春季鬆土工作以後,大約有 10 天完全無需耕作,直到雜草苗長得遍地青綠時為止。這時候便可以開始耕作了。

不要按照日曆來準確地確定耕作時間,而必須在每天日出時檢查

休閒地表面(不要在馬上或車上檢查)，然後確定有多少雜草新芽在晚上出現(每個人都能夠辨別新芽)。

不要在白天進行檢查:因為幼芽不是長成苗,就是好像在黑土上通常發生的那樣,在太陽光下枯萎了。當連續兩天發現新芽出現得很少時(每平方公尺5—6個),就應當進行休閒地鬆土工作。不要等到雜草完全停止出芽,因為雜草發芽時間很不齊一(濱藜能延到三年)。

晚期絕對休閒地鬆土工作是一項突擊工作,應當在儘可能短的期間內結束。



第53圖 多鏟的拖拉機犁,用來耕鬆休閒田地,不是用來滅茬。

應當使用多鏟的鬆土機來進行鬆土工作,必須把還沒有清除雜草的土壤層翻出到表面。因此,使用耙、除草機、抓土器、圓盤機、或具有傾斜犁板的鬆土機來耕鬆休閒地是毫無意義的,應當加以禁止。

休閒地第一次鬆土工作深度,應當不淺於5公分和不深於7公分。晚期絕對休閒地的耕鬆田地不要進行耙耕,而要把這樣的狀態保持到雜草新芽出現,這時候又可以進行第二次鬆土工作了。

第二次鬆土工作的時間,也像在第一次鬆土工作時那樣來確定。也使用同樣的農具。第二次鬆土工作的深度是10公分。當第二次鬆土的

田地又呈青綠的時候，就把廐肥運到田地上去。廐肥要一堆一堆分配在翻鬆的田地上，沿着後來要埋翻廐肥的地帶放着。

廐肥堆要平均地分配在後來要埋翻廐肥的地帶上，放在各個犁頭之間的方塊地上，並且要在當天就犁翻入土。

廐肥要犁翻入土，否則廐肥所含的氮素會以氨氣的狀態揮發掉。

犁翻廐肥時要使用有很陡犁板的多鏟犁，這種多鏟犁不帶前犁，只有一把圓盤犁刀在最後的犁鏟前面。

廐肥犁翻入土的深度是 13 公分，並且不要深於 15 公分。

如果在兩次鬆土工作之間或在第二次犁耕以前，晚期絕對休閒地表面因強烈陣雨而變成泥濘狀態，那末，休閒地表面在乾燥以後就應當以突擊的方式用鋤齒式除草機加以耕鬆。

廐肥犁翻入土後，晚期絕對休閒地重新蓋滿着雜草，——雜草的犁翻必須與休閒地的第二次犁耕同時進行。

第二次犁耕的時間是決定於被犁翻入土的廐肥是否腐熟。當掘開土壤時還可以發現廐肥，但其中的藁稈已經很容易斷碎的時候（即當廐肥變成「短碎」的時候），就必須進行第二次犁耕，時間不要太早，也不要太晚。顯然的，第二次犁耕也是一項突擊工作。此外，它也是一項限期的工作。

第二次犁耕的農具應當是具有很陡犁板的犁；因為第二次犁耕的目的，是在使廐肥與整個耕作層均勻地混和起來，以避免田地肥力的不均勻，所以使用的犁應當是沒有前犁的。

第二次犁耕的深度應當等於耕作層的深度。必須利用第二次犁耕來加深耕作層，因為犁耕是沒有使用前犁的，所以還沒有完全達成結構狀態的低層土壤便因而與全部土壤混和起來了。

如果犁底層從前未曾耕過，那末應當逐步地加深耕作，每次不可

超過 1—2 公分。如果犁底層在去年進行秋季耕作時曾經用深耕機耕鬆，那末就可以立刻把 5 公分的土層翻出來。

要播種冬性作物的田地之第二次犁耕最遲的時間，要在播種冬性作物以前的 20 天，當秋季很少雨水的時候，就要在播種冬性作物以前的 30 天；因為每一種作物有一個主要的規則，就是種籽應當安排在已經下沉的土壤上。因此，在經過第二次犁耕的田地上發芽的雜草必須僅使用鋤齒式除草機來加以消滅，這種除草機工作的深度不會超過今後要播種種籽的深度。有犁板的覆土器（種籽覆土器）無疑是不能應用的。

撒播的種籽也要完全使用鋤齒式農具來翻土覆蓋，否則，還未發芽的雜草種籽將會被翻出來，播種物將感染雜草。

在晚期絕對休閒地耕作時，耙完全不可使用。必須牢牢記住，耙是作物田間管理的農具，而不是耕作土壤的農具。

**耙耕是植物田間管理的一種措施** 只有當土壤已經長着植物的時候，才可使用耙來耕作土壤。在春初耙耕冬性作物，以及在割草或放牧結束後耙耕多年生牧草，都是這樣的例子。耙耕的目的，是在於創造一層隔離層，這層隔離層可以降低水分非因被植物吸收的損失量。植物的耙耕一定要使用重的、並且聯結着很長的套架的鐵耙來進行。輕耙或移動得很不平穩且會跳躍的耙，不但不能充分地疏鬆土壤，而且會毫無益處地消滅很多植物。冬性作物種籽不論條播和撒播後，翻土覆蓋種籽所使用的農具，永遠會在田地上造成一些行列；在耙耕冬性作物時，永遠要橫過這些植物行列而進行，否則耙齒會整行地把植物撕去。如果是用條播的方式播種，那末，在播種結束以後，馬上用最輕的耙把田地耙耕一遍。在這種情形下，一定要使用寬大的、多框的耙，並且聯結着很長的套架。必須永遠避免使用單框的耙：因為這種耙由於行進時的不平穩，會大大地粉碎土壤。

當草田耕作制允許使用耜來作為作物田間管理的農具時，生產上的情況就是這樣。除了這種情況以外，如果草田耕作制在農業上已經完全實現，又如果耕作制的一切上述的要求都完全滿足，那末，耜就永遠沒有需要了。

## 綠色飼料田地和飼料輪作

1. 休閒耕作制下的牧草栽培。——2. 飼料輪作。——3. 飼料輪作中種植牧草的期限。——
4. 牧草田地上混合牧草的成分。——5. 多年生牧草的收割期。——6. 飼料輪作中的田間作物時期。——7. 土壤雜草的清除。——8. 土壤的消毒。——9. 飼料輪作中的工業原料作物。——10. 油料作物。——11. 多汁飼料的生產。

綠色飼料基地是建立產品畜牧業的基礎。任何動物飼養業如果沒有綠色飼料基地而僅靠粗飼料和精飼料，就可能只成爲用來軛役的或用來製造廐肥的動物飼養業。在這樣條件下，不可能建立產品畜牧業，這是很淺顯的真理。

在這裏發生一個問題，就是草田耕作制中的飼料輪作與舊的牧草栽培之間有什麼區別呢？這個問題是極其重要的，我們必須加以討論。

在休閒耕作制下，播種面積越來越擴大，而飼料地面積則因播種地面的擴大而越來越縮小。飼料地面積的縮小，引起飼料地利用之極端無組織化，因而引起不可避免的損害。綠色飼料地的這一損害，引起了所謂合理的牧草栽培之出現。但是所謂合理的牧草栽培，實際上是名不符實的。

**休閒耕作制下的牧草栽培** 牧草栽培的一切措施，自古至今都是以破壞不可避免而積累的有機物質爲目的。這些措施主要在於切斷和疏鬆生草層，使空氣中的氧氣能夠透入。使用的農具是幾把垂直的犁刀所構成的，這些犁刀在生草層上劃成深淺不一的犁溝。非常顯明的，這些犁溝很迅速地被死亡的植物殘餘所填滿，這些犁溝所起的效用，如果有的話，是極其暫時的。此外，切斷密實的、有彈性的生草層所消耗的勞動，是很大的。



一切開生草層的嘗試很快就被放棄了。開始使用單排的和多排的耙連續地把鬆生草層。但是耙耕的結果是出乎意料之外的。在耙耕以後，不但沒有改善牧草的生長情況，而且大大地增進了雜草和苔蘚的發育。

草甸的疏鬆也沒有產生什麼結果。

全部多年的實踐表明：天然草甸的所謂表層改善工作並沒有產生農業上應得的效果。爲了實現改善工作，必須消耗巨大的勞動，而得到的結果不足以補償這些消耗。

爲了根本改變草甸植物的營養條件，必須採取根本的步驟：必須犁耕草甸，必須疏鬆土壤並且讓空氣中的氧氣透入全部的土壤中。

爲了恢復草甸的肥力，必須加以重新犁耕和重新播種。在休閒耕作制的條件下，草甸面積極爲有限；草甸的重新犁耕一定會引起飼料的巨大損失。即使是重新犁耕很小部分的草甸，也會損失大部分的飼料。爲了防止飼料數量的這些變動，必須採取一定的步驟來滿足牧草栽培的需要：在飼料地重新犁耕後，重新犁耕過的土地一定要栽培一年生飼料作物。牧草栽培與飼料輪作之間的基本差別就是在這裏。在牧草栽培中，重新犁耕過的草甸立刻栽培飼料作物。這是由於飼料地面積極爲有限所致。在草田耕作制的飼料輪作中，犁耕過的草甸則用於栽培田間作物——即最寶貴的作物。在經濟方面的差別，也可在這裏看出來。由於在牧草栽培中必須保存飼料地，由於重新犁耕草甸的消耗是一項極大的消耗，農民往往儘可能減少根本改良草甸的工作之次數。

延長牧草利用的期間，引起了不可避免的後果。當草甸經過長期利用後，生草層變得又堅固又厚，以致不能夠使用複式犁來進行耕作。這時候不管願意不願意，也必須採取使用沒有前犁的犁的舊式耕作制了。使用沒有前犁的犁後，必須進行消耗很大勞動的圓盤切鏟耙耕和耙耕。即使不算這一點，犁耕草甸的勞動消耗就已經增加一倍了。總而言

之，由於延長草地利用期間，重新犁耕草地的勞動消耗平均增加一倍。



第 54 圖 長期利用的草甸不得不用美國式的馬拉翻轉犁進行淺土層犁耕。這項工作很繁重，要用四匹馬才拉得動。

爲了補償根本改善草甸時的這些多餘的消耗，牧草栽培建議播種飼料作物。草甸種植了飼料混合牧草和飼料根菜作物。草甸不久也重新長滿了一層多年生牧草。後來，草甸就開始僅僅出產乾草。消耗勞動最大的工作——犁耕——換來的只是廉價的農產品——乾草。正因為如此，所以舊式的牧草栽培雖然被人大事宣傳，仍然不能在農業中被採用。休閒耕作制下的牧草栽培引起人力和物力的浪費。

**飼料輪作** 草田耕作制的飼料輪作，用完全不同的方式來處理綠色飼料生產的問題。

草田耕作制要求：飼料田地面積應當根據農莊的需要來認真考慮。草田耕作制不容忍飼料田地面積的縮小。飼料田地面積應當與農莊的需要緊密地結合着。只有當草甸利用是具有生產效果時，才可以利用草甸。此後，在飼料輪作中，草甸要重新犁耕，然後在很長的期間內（連續 7—8 年內），播種田間作物、工業原料作物、蔬菜作物以及具有高度價值的穀類作物。

這樣看來，草甸更新工作、草甸根本改良工作之一切消耗，在草田耕作制中，可以用最寶貴的農產品來得到補償。問題的這樣提法，是最正確的。在草田耕作制的飼料輪作下，全部的飼料（全部乾草和全部供放牧的綠色飼料）似乎是在草甸上栽培田間作物的額外

收入。這就是牧草栽培與飼料輪作之間的基本差別。這種差別直到現在還沒有被人瞭解。因此，我們要非常詳細地討論與田間作物輪作完全相反的飼料輪作，這個問題的確是值得這樣詳細討論的。

在田間作物輪作中，我們把多年生牧草認為不可避免的贅疣。在田間作物輪作中，要恢復土壤結構的穩定性，必須播種牧草。相反的，在飼料輪作中，多年生牧草和其他飼料作物的栽培，却是農莊飼料生產的重心。必須再度詳細討論關於栽培多年生牧草的問題。

我們已經看到：草原植物羣落與草甸植物羣落之間的基本差別，以及田間植物與草甸植物之間的基本差別，都是在於它們對於有機物質在土壤中的積累過程所起的作用。田間一年生作物不能在土壤中積累有機物質和有機殘餘物。相反的，田間一年生作物却需要不斷破壞土壤中所含的有機物質。這是田間作物一種重要而非常顯然的特性。幾乎在一百年前，這種特性便已經被人用下列的原理完全準確地描述過：破壞土壤使之貧瘠化的最直接的方法，就是連續地栽培一年生作物。這個原理直到現在還沒有人能夠加以否認。

從另一方面來說，我們有草甸植物羣落之多年生草本植物。這些植物的基本特性，是在於它們不能不在土壤中積累有機物質。它們永遠會在土壤中積累有機物質，同時，這一積累過程是逐漸加強的。如果多年生牧草在田地上生長五年，那末，這並不是說，到了最後一年，它已在土壤中積累了比較第一年積累量多到五倍的有機物質。到了最後一年，它所積累有機物質多得多，可能比較第一年積累量多到十倍。草甸植物具有積累有機物質的能力，是因為土壤在草甸植物的覆蓋下，產生了嫌氣分解條件。在這些多年生植物的覆蓋下，土壤並沒有犁耕。

土壤中積累的最高量有機物質，集中在土壤最上層。這些有機物質直接與大氣接觸，必然會發生好氣分解。但是好氣分解是進行得那麼強

烈，以致透入土壤中的全部氧氣都被用盡。因此，在整個土壤中發生嫌氣分解。有機物質積累得越多，氧氣就被吸收得越多，嫌氣分解條件也就越具備。因此，有機物質的積累過程是逐漸加強的。

無疑的，草甸植物的這一基本特性，一定會影響草甸植物的產量，影響草甸的生產率。

在第一年內，草甸產量不會達到最高量，原因是很簡單的：我們在草甸上播種多年生植物時，就考慮到要加以利用好幾年（利用7—8年）。多年生草本植物的發育是相當緩慢的。在第一年生活中，植物還不能完全發育，不能表現其最高生產率。植物仍然在發育中，所以產量較少。在第二年中，這些植物產量最高，幾乎比較第一年增加一倍。到了第三年，產量幾乎保持一樣。到了第四年，產量開始稍為降低，而第五年則越發降低。到了第六年，降低得更厲害。在第七年以後，產量突然尖銳地下降。以後，每年的產量就隨着各種不同的氣候條件的影響而發生劇烈的變動。

要怎樣解釋這種現象呢？在草甸植物的影響下，在第一年中，土壤開始獲得團粒結構。土壤在草甸植物根發育的影響下，變成很有利於水分貯存的團粒狀態。同時，團粒開始積累腐殖質。結果，便得到了極其顯然的土壤團粒狀結構。但是，正像我們剛剛說過的，草甸植物也給土壤積存未經分解的有機物質。因此，在全部土壤中，與團粒狀結構形成的同時，還積存着一些未經破壞的有機的植物根殘餘。

這個過程一年一年越來越加強地進行着。每年除了舊積存的以外，還增加更多的、新的、死亡的根殘餘。各團粒間的空隙越來越多的充滿着未經破壞的有機物質。

飼料輪作中種植牧草的期限 經過7—8年後，全部土壤，即各團粒間的一切空隙，都被整片的有機物質所充滿。一切空隙都被處於各種

分解階段的死亡有機殘餘所充滿。土壤團粒這時候具有最高的穩定性。

這種情形會產生什麼條件呢？有時候土壤雖然變成團粒，但是各團粒間的一切空隙無論被什麼樣的物質所充滿（無論是被植物的有機殘餘或無機殘餘，或是被粉碎的土壤所充滿，都是一樣），我們都應當把這樣的土壤認為無結構的土壤。在這樣的土壤中，水分的向上運動或向下運動，都僅僅根據毛細管定律來進行。水分在一種物質中移動的速度，是與該物質的持水量有直接關係的。有機物質是自然界中持水量最大的物質。泥炭之未經破壞的有機殘餘所能含的水量，可能達泥炭本身重量的五倍。既然持水量和毛細管作用有直接關係，所以在泥炭中水分幾乎是不移動的。在這些條件下所得到的結果是什麼呢？落到土壤表面的全部雨量，開始很緩慢地透入土壤中；地面上形成了泥漿。這種泥漿本來一定會流掉，但是水分在這裏的流動是很慢的。草甸土壤成為不透水的。在這樣的條件下，草甸開始沼澤化了。在土壤表層中，出現了一層不會乾燥的水層。這一水層阻止空氣進入土壤，使土壤完全無可能發生好氣分解過程。不斷積累着的有機物質，只在嫌氣細菌的影響下發生分解。有機物質分解成較簡單有機物質。同時，本來在土壤中的一切無機物質也還原了。土壤的養分狀況大大地惡化起來。因此，乾草產量的變動開始無法控制。但是草甸產量變動的原因，是與休閒耕作制下田地產量的變動完全不同的。在田地上，當降雨頻繁時，產量就提高了。但在草甸上，當降雨頻繁時，水不斷積集，表層有機物質停止分解，所以產量強烈地下落。有利於田地的東西，是有害於草甸的。這就是為什麼需要不時消滅過剩有機殘餘的原因。

我們能夠用什麼方法消滅這些有機殘餘呢？作物栽培的實踐非常肯定地告訴我們，我們用栽培一年生植物的方法能夠有效地消滅這些有機物質。

從前，當牧草栽培的技術還很幼稚的時候，草甸上的有機物質是用火燒掉的。這項措施叫做草甸土的燃燒。土壤先用犁刀切成長方塊，然後犁耕，變成像磚樣的東西。把這些磚疊好，放在枯枝堆上燃燒。顯然的，這種處理方法是毫無生產效果的。這些有機物質含有大量的灰分養料和大量的氮素。但在燃燒時，我們喪失了全部氮素。因此，燃燒生草土的措施，是與高度技術的農業措施毫無共同之點的。

作物栽培告訴我們，栽培一年生田間作物是會破壞有機物質的。因此，十分顯然的，可以用栽培一年生田間作物的方法，來消除草甸上過剩的有機物質。草田耕作制的飼料輪作，是以這一點為基礎的。我們只在一定的期間內把草甸利用作飼料地。然後在牧草產量開始降低時，把草甸重新犁耕，並且在或長或短的期間內在這一塊土地上栽培着田間作物，以利用草甸土中所含的大量營養物質和水分。

飼料輪作的理論基礎就是這樣。這裏發生一個問題：可以把草甸利用作飼料地多久呢？經驗表明：草甸利用的最多年限是7—8年。超過7—8年我們就不能夠有生產效果地利用草甸。此後，產量就開始變動，而這一點是計劃經濟所不能容忍的。此外，如果延長草甸利用的時間，我們就會遇到如下的現象。既然有機物質的厭氣分解開始在草甸上佔優勢，在草甸上就出現了密叢或堆狀的禾本科植物。這些禾本科植物的特點，在於它們的分蘗節是在土壤表面。因為分蘗節是禾本科植物整個有機體生活活動最盛的部分，所以它同時也需要與空氣接觸。因此，分蘗節長出到土壤表面來取得氧氣。這些禾本科植物並且發育出濃密的叢來保護分蘗節免於乾燥。在草甸上出現了濃密的草堆。草甸的生產率急劇地下降。

分蘗節長出到土壤表面來，會引起適當的後果。分蘗節恰恰是積累最多有機物質的地方。當分蘗節是在土壤中時，有機物質就在土壤中積

累着。既然分蘖節長出到表面來，所以有機物質就在土壤表面上積累。

有機物質在土壤表面上的積累過程進行得那麼快，以致生草層的厚度開始累進地增加。如果我們把草甸利用6—7年以上，那末在土壤耕作時，我們一定會遇到生草層的加厚。生草層在上述期間後很迅速地開始增厚。這層不易破碎的土層達到20—30公分的厚度。如果不易破碎的土壤達到20公分，那末在高度技術的犁耕時，爲了要用疏鬆的土壤把它覆蓋住，我們至少必須再犁耕20公分土壤。換句話說，爲了恰當地使用複式犁來進行犁耕，我們必須把耕作進行到40公分的深度。這樣的耕作是很重的，需要消耗極大的力量，並且只有用極大馬力的發動機才能完成。

但是這樣的耕作不能實現，除了成本很高以外，還有如下的原因。既然嫌氣過程在全部土壤中佔優勢，那麼土壤中所含的而能夠放出氧的無機物質，都將還原。

在這些無機物質中有硫酸鹽，這些硫酸鹽是在土壤表面蛋白質分解的影響下不斷形成的，而在空氣缺乏的土壤中還原爲硫化物。硫化鐵形成了。硫化鐵是絕對不能溶解在水中的。因此，當它處於嫌氣分解條件下時，即當處於自己形成的條件下時，它對於植物是無害的。如果我們由於深耕把硫化鐵翻出到表面來，並且使硫化鐵處於好氣分解條件下，那末，情形就完全不同。硫化鐵在氧氣的作用下氧化了。硫化鐵氧化成硫酸和硫酸亞鐵（綠礬）。不論硫酸和綠礬對於綠色植物都是極有毒的。土壤即使含有最少量這兩種物質，便不適宜於栽培植物。

犁耕應當僅進行到20—22公分的深度。我們知道，不論從任何方面來看（不論從犁耕和從草甸生產率方面來看），草甸利用的最好期間是7—8年。在牧草輪作中，這個期間是不可變更的。在田間作物輪作中，多年生牧草最多栽培2年；而在飼料輪作中，則要栽培7—8年。在

田間作物輪作中，栽培一年生植物是我們的基本任務；而在飼料輪作中，栽培一年生植物則首先是消除過剩的有機物質的方法。

**牧草田地上混合牧草的成分** 我們還必須敘述關於牧草田地上混合牧草的成分。在田地上，我們播種等量的豆科牧草和多年生禾本科牧草。在市場上銷售的豆科植物——三葉草和苜蓿——種籽，都是經長期育種的。爲了使它們能夠在第一年內產生最高的產量，育種家們把它們的生活年限縮短了。這些多年生豆科牧草通常過了兩年後就完全消失了。如果我在草甸上播種了普通的、爲田地而育種的豆科植物，那末，就會獲得下列的情況。

在頭兩年中，我們將得到巨大的產量；在第三年中，一切豆科植物都消失了。在草甸上出現了很多空地。這些空地不能夠立刻長着禾本科牧草。禾本科牧草必須先在土壤中發育嫩枝，然後才逐漸長在空地。但是在還沒有這樣的時候，空地立刻長滿一年生雜草了。草甸上的產量大大地降低。農莊所收穫的不是品質優良的乾草，而是含有大量雜草的乾草。草甸的品質大大降低。因此，我們不得不把多年生牧草地上的豆科植物保持最低的數量。只有兩三種植物可以被推薦播種在草甸上而已；第一是瑞典三葉草，這種三葉草還沒有被育種家們爲了田間栽培而認真地進行育種工作；其次是白三葉草，這種三葉草則完全未經育種。白三葉草是一種極矮生的匍匐植物，產量很低。但是它具有牧場植物的意義。對於比較南方的地區來說，可以在一定限度內也推薦播種黃苜蓿。黃苜蓿還沒有充分地進行育種。可以推薦的就是這三種植物。

現在說到禾本科牧草方面。在田地上，我們的混合牧草是由兩種牧草構成的。在北方，我們是播種三葉草和貓尾草，在南方則播種冰草以及黃苜蓿。但在草甸上，我們則嘗試播種儘可能比較多種多樣的混合牧草。各種各樣的混合牧草要根據下列的理由而決定採用。如果我們播種



可以利用7—8年的混合禾本科牧草，那末第一年的產量將很低。在田地上，我們是多播種一些第一年產量很高的豆科植物，來補償上述的低產量。但在草甸上，我們不是多播種豆科植物，而是多播種一些不能生活得很久但第一年產量很高的禾本科牧草。這樣的植物即是：燕麥草 (*Arrhenatherum elatius*) 和鴨茅 (*Dactylis glomerata*)，這兩種禾本科牧草的第一年產量都很高。到了第三年，鴨茅幾乎完全消滅。至於其餘的、或多或少能夠生活比較久的飼料牧草，我們則選擇一些能在高處生長得密茂的植物以及一些能在低處生長得密茂的植物。我們這樣做，目的是在得到儘可能更濃密的草層。如果預計收割兩次和利用收割後再生的草，我們就要在混合牧草中加入播種一些不但在第一次收割而且在第二次收割時產量也很高的植物，這樣的植物可以利用來放牧。

飼料輪作中牧草田地的混合牧草，至少要由7—8種植物來構成的(註)，而且在全部草層中，豆科植物不能超過10%。

**多年生牧草的收割期** 多年生牧草收割期的問題是非常重要的。如果不遵守規定的時間收割，草甸生產率或多年生牧草栽培的生產率就會減低到一半。直到目前為止，我們普遍都收割得很遲。通常認為最適當的收割期，是在牧草花朵盛開的時候，大部分的人甚至主張在更晚的時候。這個結論是以非常簡單的庸俗邏輯為基礎的，這種邏輯認為植株越老，它所含的有用物質就越多。這是一種極荒謬的想法。

多年生植物是以下列方式發育起來。在第一年中，長出了具有自己的根系的莖。就在第一年中，分蘖節已逐漸鞏固。植株在自己的根和莖中積累着營養物質。莖的基部膨脹起來，常常成為鱗莖形狀，大部分養料都集中在這裏。到了次年春季，莖首先開始發育，其次是葉，最後是花

註：威士士曾經認為飼料輪作中多年生混合牧草的種類可以少些；見作者的另一著作「草田耕作制」，沃羅聶治省立出版社，1938年版，第80頁。——譯者註

序。這時候，植物並不利用存在於土壤中的無機養料。它運用自己貯藏的一切養料，並將這些養料輸送到葉部和其他器官中去。這種作用以及新蛋白質在葉中的合成作用，都一直進行到開花的時候。在開花以前，第一次收割的全部有機物質已達到最高量。其後，開花期就開始了。開花正像任何有機體中任何繁殖過程一樣，需消耗極大量的動態能。在禾本科牧草方面，這種消耗表現得特別顯著。禾本科牧草在開花前形成的全部蛋白質之 50%，都在開花過程中破壞了。

但是就生產的觀點來看，飼料作物的開花是沒有任何價值的。對於我們來說，重要的和所需要的並不是花和果實，而是綠色物體。因此：如果我們把植物留到開花，那末，綠色物體中所含的蛋白質之 50%，將被我們毫無生產價值地破壞了。此外，在開花以後，整個植株的重量（不僅是蛋白質）通常都降低了 10—20%。在開花以後，籽粒開始成熟。剩下的全部蛋白質和有效的有機物質，凡適於植物營養的（纖維素除外），都移動到種籽中去。從飼料生產的觀點來看，這種作用除了有害以外並沒有任何意義，因為在收割時，大部分的種籽都掉落在土壤上，而當乾草拿來飼養牲畜時，全部種籽都成為收穫的殘屑。

對於我們來說，這些種籽是沒有任何生產意義的。結果，一切的營養物質都移動到種籽中去，而由莖和葉組成的囊稈，則完全失去任何蛋白質和任何有效的碳水化合物，——留下的只是木質化的纖維素而已。這樣看來，如果我們收割牧草太遲，我們就喪失牧草總量之 10—20%。因此，我們應當在開始開花以前就進行第一次收割。這是一條基本的農業技術法則。當禾本科牧草開始形成花序的時候，就要立刻收割。否則，我們將損失牧草總量之 10—20%，而且所得的牧草是毫無飼料價值的。因此，從生產的觀點來看，只有早收割才是正確的。

有時候人們說，如果我們錯過了早收割的機會，那末，所損的 10—

20%有機物質將被植物所彌補。完全正確的，是會得到彌補的。當開花終止時，具有自己根系的新嫩枝立刻開始發育。所得到的新嫩枝似乎會彌補損失；但是當收割過遲時，我們所獲得的牧草總量中，雖然有20%是含有豐富營養物質的嫩枝，但是有80%却是乾草品質很低的囊稈。而且還不止這樣。既然我們在第一次收割時就消滅了兩代的嫩枝，所以將來的第二次收割就完全沒有希望了。新嫩枝還來不及貯藏營養物質。它們僅開始發育葉子而已。但是既然把這些新嫩枝割掉，所以留下的分蘖節就很衰弱。因此，再分蘖時就形成極衰弱的嫩枝。過遲的收割消除了當年在收割第二次的可能性，並且使下一年的收割量大大降低，因為嫩枝極為衰弱。因此，我們得到一條不可改變的法則：毫無例外的，我們必須在開花以前進行收割。當牧草開始形成花序和穗的時候，必須立刻收割。在這種情形下，我們才能保證獲得豐富的第一次收割量，而第二次收割量才能與第一次同樣地豐富。在及時地進行了第二次收割以後，我們還會獲得收割後再長出來的牧甸。因此，我們得到一條普遍的法則：如果這是牧草田地，如果這是草地，那末我們就應當進行早期的收割。

我們還可以注意到一點，延遲收割會引起土壤水分的無謂損失。延遲收割會使土壤乾燥。這是因為植物在開花時吸收了大量的水分，而就生產的觀點來看，飼料牧草開花時的水分消耗是完全沒有生產效果的和有害的。

只有用早期收割的方法，我們才能得到可以收割兩次的草甸。而得到可以收割兩次的草甸，就是意味着，草甸生產率提高100%。

**飼料輪作中的田間作物時期** 飼料輪作中的田間作物時期，與田間作物輪作無甚差別。當草甸利用6—7年以後，我們開始在犁耕的草甸上栽培田間作物。草甸在正確利用下（不可超過上述的期間）的犁耕，就是要用複式犁來進行。當我們把草甸全部土壤犁耕成疏鬆的團粒

狀態時，強烈的好氣分解過程便開始了。

在草甸土中，積累了大量的有機物質。我們也知道，含氮的有機物質比較其他物質分解得強烈些。因此，在草甸犁耕後的第一年中，土壤中存在大量過剩的氮素。照例，這麼過剩的氮素對於任何穀類作物都是不適合的。因此，如果我們在犁耕生荒地或犁耕利用了7—8年的人工草甸以後，就立刻播種穀類作物，那末，我們就犯了錯誤。無疑的，這些穀類作物會產生大量的蘗稈，但結籽很少。這是利用了過多氮素養料的穀類作物之一般特性。當然的，在草甸上是不能有我們在田地上常常觀察到的那些後果，即在草甸上不能發生種籽瘦癯現象。種籽瘦癯現象的原因，是由於土壤水分因綠色葉面發育過於茂盛而消耗太快。當籽粒充實時，水分不足，植物不得不太快成熟。所獲得的籽粒，是瘦癯而且有皺紋的。當然，在草甸上水分是充足的。但是穀粒產量極低。主要的收穫是蘗稈。在草甸犁耕以後，這塊土地必須利用來栽培最有價值的、而且需要特別大量氮素以便製造儘可能大量含氮物質的作物。

真正能夠有效地利用過剩氮素的作物，是蔬菜作物。蔬菜作物的價值是極大的。草田耕作制的一個特點，就是在這裏表現出來。它徹底消滅了建立特殊的蔬菜輪作的必要性之舊式蔬菜園藝。

蔬菜植物所含的氮素越多，它就越有價值。蔬菜是一種富有養料的植物；它所含的維生素越多，就越有價值。大家知道，爲了形成含氮物質，需要大量水分。因此，除了豆科作物，田間作物不能積累大量氮素和大量維生素，——製造含氮物質和維生素是蔬菜作物的任務。蔬菜作物需要大量水分。在舊式的休閒耕作制下，通常要建立完全栽培蔬菜作物的輪作。這種辦法不能夠保證完全滿足人類對蔬菜的需要，並且不能夠保證提高農業生產中的勞動生產率。

草田耕作制把蔬菜栽培當作整個農業制度的一個不可分離的環

節。草田耕作制使蔬菜栽培有儘量發展的充分可能性。應當在牧草以後的最初幾年中發展蔬菜栽培。

葉用蔬菜作物(甘藍),結多汁果實的一切植物(茄子、番茄),葫蘆科作物(黃瓜、西瓜、甜瓜、南瓜),——都是需要極大量氮素和水分的植物。各個洋葱品種也都屬於這類植物。草甸經過犁耕後,含有大量有機物質。高度技術的犁耕方法使土壤成爲很疏鬆的,因此,土壤能夠貯藏全年降雨雪量之85%。土壤中發生了強烈的好氣分解過程,含氮物質首先分解了。因此,順利栽培蔬菜所必需的一切條件,現在都有了。

當飼料輪作中的6—7年多年生牧草土層經過犁耕,又栽培了蔬菜一年以後,接着的5—6年,就是飼料輪作中的田間作物時期。在這一時期中,可以栽培大量的纖維作物、油料作物、硬粒春小麥、飼料大麥、製麥芽糖用的大麥、稷、多汁飼料作物、青貯作物等等。

草田耕作制中的兩種輪作(田間作物輪作和飼料輪作),結合成爲一個很靈活的輪作制,使農莊有可能完成任何的國家計劃任務。

**土壤雜草的清除** 牧草在飼料輪作中的長期利用,以及牧草所積累的有機物質,促使耕作層發生很大的變化。

牧草在長期利用時經歷了兩年的收割和每年兩次的耙耕,這個事實不能不引起土壤的巨大變化。

田間條件的變化,首先最顯著地表現在土壤雜草感染性;土壤雜草感染性乃是休閒耕作制的禍害。

在犁耕結束以後,由於牧草收割得早,土壤中完全不再增加新的雜草種籽。甚至多年生的根狀莖雜草和根出條的雜草(苦菜、薊、匍匐冰草、木賊科植物),到了牧草時期終了時也消滅了。雜草的根狀莖需要氧氣,但是在充滿着有機殘餘的人工草甸土表層中所發生的好氣分解過程,把所有的氧氣都用盡了。

田地土壤上層中過去所有的一年生雜草種籽，可能發芽。但是它們在幼齡草甸濃密牧草的覆蓋下受到強烈的窒息，牧草早期收割使雜草不能生長到種籽成熟。雜草發芽率的不齊是雜草的基本特性，正是這個基本特性使雜草成爲田間作物的禍害；這個基本特性也由於牧草的長期栽培而消滅了。各種主要雜草的長苗期間，通常延長到三年之久，而牧草則在土壤中栽培 6—7 年。在草甸上，到了第三年，我們就已經不再遇見田間雜草了。處於較深的種籽，按照它們發芽期的來臨而開始發芽，但是它們柔弱的嫩芽，由於種籽細小，沒有足夠的養料，所以在沒有出土以前便死亡了。

因此，飼料輪作中的人工草甸經過犁耕後的土壤，幾乎完全沒有雜草。這樣的土壤也幾乎完全沒有一切可能的真菌寄生物的孢子，也沒有其他種類的寄生物。

**土壤的消毒** 當真菌和其他寄生物在土壤中過分發育時，就發生着所謂土壤的「衰竭」作用，這種現象不會因施肥或改變土壤酸度而消滅；現在可以認爲這個問題已經解決了。比方說，土壤的「三葉草衰竭」作用和「亞麻衰竭」作用，是由於這些植物的大量真菌寄生物在土壤中繁殖所致。土壤「萵菜衰竭」作用是由於線蟲和很多真菌寄生物在土壤中繁殖所致。燕麥的歉收也常常可以用甜菜線蟲在土壤中的繁殖來解釋。

在栽培牧草的 6—7 年內，這些真菌的孢子喪失了發芽能力。土壤發生消毒作用。此外，在這個期間內，土壤中那些能殺害土壤細菌並因而引起土壤有益生物活動普遍降低的纖毛蟲，也死亡了。纖毛蟲的活動影響了土壤有機物質的分解，影響了植物養料變成可吸收態的無機物的速度。在需要大量養料的植物方面，這一點表現得特別嚴重。

現在我們還沒有研究出足以在田間大規模應用的土壤消毒可靠的

物理和化學方法。因此，需要藉助於土壤消毒的一切作物，不論在田間作物輪作和在飼料輪作中，都應當處於多年生牧草保護之下。

在飼料輪作中的田間作物時期內，土壤不僅貯存了大量的植物養料和水分，而且大大消除了雜草，以及消滅了真菌孢子、線蟲和纖毛蟲。

**飼料輪作中的工業原料作物** 在確定工業原料作物在飼料輪作中的地位時，必須永遠考慮到草甸土的上述特點。

工業原料作物可以很清楚地劃分為兩類。第一類包括製糖用恭菜、工業用馬鈴薯和釀啤酒用大麥。這些作物的產品含氮越少，就越有價值。顯然的，這些工業原料作物在飼料輪作中是沒有地位的。我們應當在草田田間作物輪作中栽培它們。

但是還有兩類工業原料作物：纖維作物和油料作物。最初看來，似乎沒有充分理由可以把纖維作物列入飼料輪作的植物種類中。纖維是由不含氮的纖維素構成的，不需要大量的水分和養料。可是不要忘記，溫帶和亞熱帶一切主要的纖維作物——亞麻、大麻、洋麻、棉花——，都產生含油的籽實。由這些植物籽實榨成的油渣，常常含有 90% 的蛋白質。因此，大家知道，這些油渣就是很好的精良飼料。就這一點來說，纖維作物與油料作物是屬於同一類，因為它們都產生含有大量油和蛋白質的籽實。有一些油料作物（例如蓖麻、油菜、芥）的油渣，不用作飼料，因為它們含有有害的物質。

正因為如此，所以纖維作物和油料作物才最適合於在飼料輪作中栽培。

這裏發生了一個問題：這兩類作物那一類應當首先在犁耕的草甸上栽培？如果提到某些作物時，這個問題可以不加思索地解答。這些作物就是亞麻、洋麻和大麻。關於土壤「亞麻衰竭」作用原因的問題，可以認為已經解決了。土壤的「衰竭」作用是由於很多下等的真菌在土壤中

的迅速和強烈繁殖所致。我們上面說過，多年生牧草能把這些寄生物從土壤中清除出去。因此，顯然的，亞麻應當在最近於牧草的時候栽培。還不止這樣：如果亞麻應當在飼料輪作中佔有任何良好地位，那末，飼料輪作中牧草栽培時期，不能少於五年。如果牧草栽培時期延長到最高界限(7年)，就更好。

在牧草地地犁耕以後，亞麻應當在第二年栽培。伊蘭丁的試驗指出，當牧草在飼料輪作中栽培了上述的時間(5—7年)後，可以把亞麻連續地栽培2—3年，毫沒有降低產量和收穫品質的危險。同時，應當考慮到一點：有機物質在土壤表層中的強烈分解，消耗了大量氧氣，使氧氣很難透入更深的土層中。因此，雖然土壤含有大量的灰分養料，但是這些養料仍然保持為有機物質的形態。亞麻的各個栽培品種可能感到灰分養料的不足。因此，在飼料輪作中栽培亞麻時，通常要施用可溶性的磷酸鹽和鉀鹽來作肥料。亞麻在這些條件下當然不需要氮肥。必須遵守預防土壤感染寄生性真菌的一切措施，這一點是不言而喻的。這些措施就是播種材料的消毒，以及收穫後一切殘餘物的清除和燒燬等等。

**油料作物** 飼料輪作中的下一類植物，是油料作物。除了大豆以外，一切油料作物都在飼料輪作中找到了良好的發育條件。大豆是豆科植物，不需要大量水分。因此，大豆不需要土壤中的含氮的無機養料。此外，若土壤中含有大量的含氮無機鹽，對於大豆是有害的。在草田田間作物輪作中，大豆所以成一種極有價值的作物，是因為在輪作的時期內它被配置在不太靠近牧草時期。

在飼料輪作中，必須配置在最近於牧草的油料作物，是罌粟和榨油用亞麻。罌粟種籽非常小，貯藏的養料不多。因此，它的苗很細小而柔弱，完全不能與雜草對抗。由於這個原因，在飼料輪作的田間作物時期中，像罌粟這樣有價值的作物，應當配置在牧草後不超過兩年的時間以



內。

榨油用亞麻也像罌粟一樣，必須配置在牧草後不超過兩年的期間以內，但却是由於另外的理由。

榨油用亞麻和一些其他作物，合稱為「壟條翻耕層」作物。這類作物包括硬粒春小麥、「壟條翻耕層」稷（奧倫堡稷和紅稷）、榨油用亞麻和「草原」燕麥。頭三種作物具有高度的生產品質；「草原」燕麥由於不能與燕麥栽培品種媲美，沒有生產價值。

這三種「壟條翻耕層」作物具有一些共同的生產特性，——它們的種籽含有大量氮素，它們能夠利用生荒地和堅硬撈荒地之剛剛腐爛的壟條翻耕層的養料狀況。

含有無比大量氮素的硬粒小麥，是全世界公認的品質最好的小麥。由於同樣理由，「壟條翻耕層」稷也是最好的稷。榨油用亞麻不僅含有大量脂肪，而且它的油渣含有特別大量的蛋白質。

「壟條翻耕層」作物雖然有一切良好品質，但也有一些不良的生產特點。它們在鬆軟的土地上生長得很壞。它們在生活初期內發育得緩慢。因此它們完全不能與雜草對抗。在感染雜草的無結構土壤上的通常條件下，它們需要除草工作。但在飼料輪作中，這些作物有了良好的發育條件，常常能夠產生豐富的收穫。在飼料輪作中，它們唯一正確的地位是在牧草後的第二年。「壟條翻耕層」作物可以在飼料輪作中連續栽培兩年，而沒有任何損害。

**多汁飼料的生產** 飼料輪作中田間作物時期的最後一類作物，是能夠產生多汁飼料以及食用的和飼料用的塊莖和根菜之那些作物。

多汁飼料包括飼料用的根菜作物和塊莖作物以及青貯作物。

根菜作物和塊莖作物應當配置在輪作的末期，因為土壤中過剩的氮素這時候已經被上述的前作物很有生產效果地利用了。這一點完全

適用於一切的食用根菜作物，特別是適用於胡蘿蔔。關於食用的和飼料用的馬鈴薯在飼料輪作中的地位，也要遵循這個規則。

青貯作物最好是在牧草後的第一年，栽培在不種葉用蔬菜作物和鱗莖蔬菜作物的那部分田地上。

飼料輪作中田間作物時期的最後一種作物，應當是可以在它上面加播混合牧草，以便更新人工草甸的那種作物。春性穀類作物就是這樣的作物。這一類作物可能是燕麥、大麥或軟粒春小麥，這要看當時的生產方向來決定。

以上所提的各種各樣作物，都能够在草田耕作制中找到滿足自己所需要的地位；在提及這一點時，我們不得不承認草田耕作制是一種最適合的耕作制，這種耕作制使生產制度有完全可能適合於有計劃的社會主義國民經濟的需要。

## 土壤肥力的化學條件

1. 施肥的目的。——2. 施用石灰。——3. 施用石灰的技術。——4. 施用石膏。——5. 施用石膏和栽培多年生牧草。——6. 厩肥和無機肥料。——7. 保存厩肥的方法。——8. 施用厩肥到土壤中的技術。——9. 準備好氣性厩肥的技術。——10. 厩肥汁。——11. 葶草。——12. 泥炭。——13. 堆肥。

**施肥的目的** 在每次收穫的時候，我們都從土壤中拿走一定量的植物灰分養料和氮素。必須把植物從土壤中拿走的養料歸還給土壤，因為這些養料是土壤肥力的因素。要解決這項任務，必須同時施用厩肥和無機養料，以及在地地上播種多年生混合牧草（多年生豆科牧草和多年生禾本科牧草）。

必須好好記住，只有在植物完全和不斷獲得水分供應的基礎上，就是說，只有在有結構土壤上，任何無機肥料才能夠表現充分的效果。此外，永遠不可以忽視一點，即我們必須用施肥的方法來改變土壤酸度使之有利於栽培植物，在土壤中為有益土壤微生物的生活和活動創造有利的條件，以及抑制有害土壤微生物的活動。

大多數作物需要一定的弱酸性土壤反應。在自然條件下，這種需要不斷受到破壞。破壞可能朝着兩個相反的方向進行：土壤反應變成酸性的或鹼性的。如果土壤反應是酸性的，那末我們應當施用石灰。如果土壤反應是鹼性的，那末我們應當施用石膏。土壤反應改變的方向（即變成酸性的或鹼性的），決定於形成土壤的母質之特性。

**施用石灰** 概括說，蘇聯北半部的成土崩解物，是酸性的鋁矽酸鹽冰磧物（非常缺乏碳酸鈣的崩解物）。在蘇聯南部，是碳酸鹽冰磧物，而在東部，則是二疊紀冰磧物。

除了偶而可以遇到的石灰石以外，鋁矽酸鹽冰積物並不含游離的碳酸鈣，但是在風化過程中，鋁矽酸鹽和矽酸鹽所含的鈣，形成了少量的碳酸鈣(約1—2%)。相反的，在石灰石風化時，碳酸鹽冰積物和二疊紀冰積物却保存着相當大量的碳酸鈣(約10—20%)，並且形成所謂黃土和黃土性崩解物。

在北方類型的土壤中，特別是在秋季，有非毛細管水流動，透入到土壤很深處。這種水流很容易把碳酸鈣淋溶到地下水位或更深些，或者把碳酸鈣集中在某一土層中。在冬季期間，由成土母質各深層中蒸發出來水蒸氣，在寒冷的上層土壤中凝結；這種凝結作用不能夠把從前從土壤中淋溶出來的碳酸鈣，歸還到上層土壤中來。此外，不論在春季和夏季，毛細管水流動也不能夠把以前從土壤中淋溶出來的碳酸鈣，歸還到上層土壤中來。

這種情況可以用下列一點來解釋，即碳酸鈣只能夠溶解在含有碳氣的天然水中。同時，水溫度越低，溶解在水中的碳氣就越多。

含有溶解的碳氣的天然雨水，在秋末和春初透入土壤中越深，就遇到越來越冷的土壤層，於是本身就冷却了。水越冷，就溶解越多的碳氣。顯然的，在這樣的條件下，水透入越深，就把越多的碳酸鈣變成重碳酸鹽，並使之溶解。因此，在秋季和春季等期間內，碳酸鈣很容易從土壤中被水淋溶出來。

到了比較溫暖的季節時(春末和夏季)，土壤中的毛細管水都向上流動。在春季，毛細管水的向上移動，是由於土壤表面蒸發作用而直接引起的。在夏季，植物綠色表面的蒸發作用，引起毛細管水由成土母質各深層中向上移動到植物根分佈的土層來。

在春季和夏季由較冷的土壤層中向上移動到越來越溫暖的土層來的毛細管水，不斷地溫暖起來。在逐漸溫暖的時候，毛細管水把所含的

碳氣不斷地放出到土壤空氣中，因此，重碳酸鈣就變成碳酸鈣。不能溶於水中的碳酸鈣沉澱在土壤中，因而不能在植物營養期內隨着向上移動的水到上面來。

這兩種過程年復一年地重複着，在這兩種過程的影響下，由鋁矽酸鹽冰積物生成的土壤將完全沒有碳酸鈣，因為碳酸鈣完全從這種土壤中淋溶出來。土壤中缺乏碳酸鈣，是與土壤形成過程中在鋁矽酸鹽冰積物上生成出什麼土壤無關的。在生草灰化土、灰色森林土、北方黑土以及中亞細亞的淺色土壤中，缺乏碳酸鈣的現象也是同樣存在着的。缺乏碳酸鈣的現象發生的時間，主要是決定於生成這些土壤的鋁矽酸鹽冰積物中的碳酸鈣含量的。

土壤中所含的碳酸鈣一減少，各種游離酸就開始積累。在有機殘餘和腐殖質被真菌和細菌所分解的時候，游離酸就以腐質酸的形態形成出來。在含氮的有機殘餘分解的時候，游離酸則以亞硝酸和硝酸的形態形成出來。在蛋白質分解時，則形成硫酸。在蛋白質和碳水化合物分解時，則形成磷酸。在有機殘餘發生厭氣分解時，則形成許許多多的有機酸。

當土壤中含有碳酸鈣的時候，游離酸就把碳酸鈣中的碳氣放出來，形成了各種中性的鈣鹽。因此，土壤保持了一切作物因長期自然選擇而能適應的弱酸性反應。但是當碳酸鈣從土壤中淋溶出來時，土壤中立刻開始積累各種游離酸、弱酸和強酸。土壤中的實際酸度開始增高了。

各種酸類的積累，大大地改變土壤的全部生活狀況。游離酸抑制了土壤一切微生物的活動。有機殘餘開始在土壤中積累。雖然土壤中存在着大量含有氮、硫和磷的有機物質，但是植物却開始感到對氮素、硫素和磷素養料的缺乏。在這樣的土壤中，無機肥料對作物產量僅發出很短暫的作用。在施用後，它們迅速地被吸收到植物的收成內和微生物的有

機物質內，並且保持不分解的、不能被綠色植物所吸收的有機物質的狀態。

土壤缺乏碳酸鈣是各種酸類在土壤中積累的結果，這種現象還引起土壤中發生很多其他不利的變化。這些變化促使土壤結構變劣，促使作物產量降低。

**施用石灰的技術** 要與上述的一切過程作鬥爭，必須在土壤中人工施用碳酸鈣，這種肥料包括生石灰粉（碳酸鈣）、熟石灰（氧化鈣水化物）或泥灰石（在河流的階地旁氾濫地中以及湖泊氾濫地中常常遇到的、複雜的天然的碳酸鹽岩石）。這些措施總稱為土壤施用石灰。

可以從一些外部特徵來判斷土壤酸度是否過高，以及是否需要施用石灰。這些特徵是：

- (1) 田間生長了很多木賊科植物、小酸模、毛茛和一些其他的雜草；
- (2) 紅三葉草生長得不好；田間出現很多不毛之地；
- (3) 在溝渠和小溪中，水呈現銹黃色或棕色，並有一層呈現彩虹色的水面。

這些外部特徵說明了土壤呈酸性反應。但是為了準確地確定土壤的需要以及石灰施用量，必須進行專門的土壤調查工作。

除了土壤酸度以外，也應當考慮到施用石灰的土壤上所種植的植物之特性。西歐很久以來便採取在多年生牧草田地上施用石灰的措施，這項措施促進了牧草的發育。

在一年生植物田地上必須施用石灰的情形下（在休閒輪作制中），要儘可能在播種以前很早施用：在春性作物田地上，要在上一年秋季施用，在冬性作物田地上，要在休閒以前的那一秋季施用。在輪作中有亞麻或馬鈴薯的情形下，石灰永遠不要施用在這些作物田地上，而要儘可能離這些作物遠些施用。羽扇豆則永遠不要施石灰。

石灰要儘可能均勻地分佈在田地上。在施用石灰時，最好要使用無機肥料施用機。如果要在多年生牧草田地上施用石灰，那末，要在用馬拉耨草機除掉去年的殘茬以後再撒播石灰。在沒有植物的田地上施用石灰的情形下，要用有犁板的犁把撒播的石灰淺淺地犁入土中，然後用耨橫過犁路進行耨耕。石灰的效用能繼續到6—9年；在這個期間以後，應當足量地再施用一次。

施用石灰應當認爲是週期性的農業化學措施，要在輪作法每一次循環完成時重複進行一次。直到現在爲止，農業化學還沒有研究出確定石灰施用量的準確方法。在實踐上，通常每公頃施用2—3噸。

**施用石膏** 當成母質含有豐富的鈣化合物的情形下，在土壤形成過程中的草原時期內，土壤酸度條件則完全不同。我們在這裏將不討論在這些土壤中創造鹼性反應的各種過程。我們只指出，土壤呈現鹼性反應，意味着草原時期土壤中存在着兩種化合物：重碳酸鈉和重碳酸鈣。

正像土壤酸性反應一樣，不可以認爲土壤鹼性反應是不變的。必須認爲土壤鹼性反應是土壤形成過程中某一時期內的必然過程。顯然的，與這種反應作鬥爭的一切步驟，應當包括：(1)把植物根分佈層的土壤反應，改變爲作物根系所需要的正常反應(弱酸性反應)，(2)防止鹼性反應的迅速復現。

第一項任務是用比較簡單的方法中和重碳酸鈉和重碳酸鈣來完成。這兩種鹽類中比較有害的是重碳酸鈉，它具有高度的移動性。它很容易被春季向下移動的毛細管水淋溶出去。但是到了冬季，它又在較深的石膏層中重新形成，並且隨着夏季向上移動的毛細管水重新回來。與這種鹽作鬥爭的簡單方法，就是用硫酸來中和它，可以施用在土壤中能被微生物氧化成硫酸的硫磺粉(硫華)，也可以施用在生理學上呈現酸性的硫酸銨，在氨被微生物吸收以後，硫酸陰離子就從硫酸銨中解放出

來。上述物質是非常缺乏的，甚至不考慮到這一點，我們也不能不注意到土壤中同時還存在着重碳酸鈣這一事實，重碳酸鈣會使所施用的物質降低效力。此外，土壤中所含的碳酸鹽和重碳酸鹽數量，將從石膏層中以及含有極豐富的碳酸鈣的泡沸層中迅速地恢復起來。

只有在完全切斷耕作層與下面的成土母質間的毛細管聯系時，與土壤鹼性反應所作的鬥爭才算成功，這一點是非常顯然的。這一點在過渡地帶和草原地帶鹼化土上以及在鹼土上，表現得特別清楚。

鹼土一個具有重大生產意義的典型特性，是它們的極大粘結性，由於這種粘結性，乾燥狀態的鹼土不能夠用普通的農具和牽引機來耕作。鹼土在潮濕時是黏性的和可塑性的，在犁耕時形成沒有一定形狀的土塊，這些土塊很快就堅固得像鐵一樣。

順利改良鹼土的唯一方法，就是在整片土壤表面的規模上切斷耕作層與成土母質的毛細管聯系。

顯然的，只有當耕作層具有穩定的團粒狀結構時，上述一點才能夠達到。在這樣的結構下，向下流動的滴液狀態的水能把一切有害的鹽類淋溶到成土母質中去。但是由於這些土層間的毛細管聯系已經切斷，這些有害的鹽類和它們相互作用的產物，都不能夠再回到耕作層中來。有三個原因，不能夠用機械耕作來使草原時期的鹼化土具有團粒狀結構：(1)機械耕作只能把無結構的土壤變成土塊或土粉，或二者的混合物，但不能夠變成團粒，因為這樣的土壤不能破碎；(2)所獲得的結構並不具有穩定性，就是說，這種結構在第一次與水接觸時就攤散成泥；(3)無結構的鹼土之機械耕作需要消耗大量的勞動，土壤耕作農具和牽引機將不可避免地遭受損壞。

**施用石膏和栽培多年生牧草** 在我們現有的知識和農業技術方法下，要使鹼土具有穩定的團粒狀結構，必須同時施用石膏（農業化學的



作用)以及播種多年生禾本科牧草和豆科牧草(農業技術的作用)。

我們用石膏消除了土壤鹼性反應,使土壤反應成爲弱酸性的。我們用多年生牧草爲土壤比較長期保持弱酸性反應創造條件。

多年生牧草的根系把整個無結構土壤碎成團粒,每一個團粒都被植物根所纏繞着。多年生禾本科牧草的全部根系以及多年生豆科牧草的一部分根系,年復一年地發生厭氣性分解,在這種情形下,每個土壤團粒將飽和着穩定的腐殖質,鹼土全部土壤在3—4年後將具有穩定的團粒狀結構。多年生混合牧草應當包括黃苜蓿或雜種苜蓿,對於鹼土來說,又應當包括窄穗冰草(荒漠冰草)。

施用石膏必須與播種多年生混合牧草同時進行。牧草在鹼土上要栽培好幾年(3—5年)。在鹼土上和鹼化土上同時施用石膏和廐肥,也是很有益的。

當鹼土經過改良以後,可以用來進行草田輪作,在這一輪作的牧草田地中,寬穗冰草可以用來代替產量很低的窄穗冰草。只有在初步改良鹼土時,窄穗冰草才有作用。

**廐肥和無機肥料** 除了施用酸性物質和鹼性物質以外,施用有機肥料也是調節肥力化學條件的一種極重要的方法。有機肥料(廐肥及其他)的施用具有雙重的意義。在栽培一年生植物的影響下,變形蟲、輪齒類、鞭毛蟲和其他所謂原生動物,都在土壤中強烈地發育起來。

這一切微生動物都是以細菌作爲自己的食物。因此,每次循環終了的時候,土壤中到處充斥着微生動物區系,而微生植物區系(有益的微生植物)則受了嚴重損害。在牧草田地中創造厭氣條件,可以抑制微生物的發育。此外,必須把新的微生植物孢子輸入土壤中。要達到這一點,必須施用廐肥和其他有機肥料。

在每次施用無機肥料時,必須同時施用充分的廐肥。這樣才能提高

無機肥料和有機肥料的作用。

如果把無機肥料和有機肥料同時施用，那末，微生物羣可以把所得到的有機物質當作能量和養料的來源，全部無機肥料也能被綠色植物所吸收；此外，廐肥和細菌本身分解以後所放出的物質也被綠色植物利用來作養料。

無機肥料和有機肥料的同時施用，使肥料發生最大的效果（當然要假定土壤是有結構的並且具適當的酸度）。

**保存廐肥的方法** 在草田耕作制還沒有被採用以前，施用廐肥的目的是要在土壤中積存腐殖質；因此當時人們都嘗試施用儘可能大量的未腐熟的有機物質。德國的農業化學甚至建議把未分解狀態的廐肥放在廐肥坑中，然後加上大量的氯化鈉以保存廐肥，鈉對土壤結構發生有害的影響，所以這種保存方法很快就改變了。人們開始建議加上同樣大量的鉀鹽來保存廐肥。在這種情形下，把大量未腐爛藁稈加入土壤中，會引起強烈的去氮作用，所以後來人們就很快改為施用半腐熟狀態的廐肥。這樣狀態的廐肥就是所謂「短碎的」廐肥，即當企圖從廐肥腐熟堆中取出廐肥內的藁稈時，藁稈很容易碎斷。

在草田耕作制下，土壤穩定性的恢復乃是牧草田地的任務。因此，廐肥的意義應當有所改變。在草田耕作制下，就作為有機物質來源這一點來說，廐肥是已經成為比較不重要的；廐肥只可以看作一種優良的無機的氮肥。這樣看來，必須施用完全腐熟的廐肥。在草田耕作制下，準備廐肥的方法應當有所改變。

在草田耕作制下，廐肥應當保存在通氣狀況良好的條件下（通氣保存法）。

廐肥的準備工作，應當絕對在廐舍外特別的廐肥腐熟場中進行，廐肥腐熟場的形狀可以像平板，也可以像坑。

廐肥場的底部傾斜，趨向一個最低點，下面是一個收集廐肥汁的井。井中裝有唧筒，可以用來抽出廐肥汁。廐肥好氣性分解越強烈，井中收集的廐肥汁就越多。廐肥汁的成分極易變化，而且極複雜，直到現在還沒有被研究出來。廐肥汁一部分是混在褥草上和直接從牲畜場取來的尿，一部分是褥草和排泄物有機物質在好氣分解時所形成的水。有機物質在分解時形成的水，溶解了在這一分解時所形成的腐殖質和其他可溶性物質，然後以濃稠的黑色液體(廐肥汁)狀態流入井中。

廐肥好氣分解速度可以用灑淋廐肥汁的方法來調節。這時候，廐肥不要浸在廐肥汁中，而是要用廐肥汁灑淋，井中的廐肥汁要均勻地分配在廐肥堆表面上。這樣灑淋的時候，廐肥堆內所含的全部空氣都被排出到外面來，當堆中的汁重新透入井中時，外面的空氣又進入堆中。灑淋工作要每天進行，在必須延緩廐肥分解時，可以少灑淋幾次。灑淋時沒有任何氣味，是完全好氣分解(廐肥在可與空氣自由接觸下的分解)的徵象。

在採用廐肥通氣保存法時，廐肥分解可分為四個階段：

(1)新鮮的廐肥，其中的糞稈仍然還堅固；從這樣的廐肥中抽出的液汁是混濁的，並且染着紅黃色或綠色；

(2)半腐熟的廐肥，其中的糞稈在取出時非碎斷不可；從廐肥中抽出的液汁是黑色的和濃稠的：半腐熟廐肥就重量來說，等於新鮮廐肥的80%；當新鮮廐肥正在變成半腐熟狀態時，溫度大大提高(到70°C)；

(3)腐熟的廐肥，是黑色滑膩的物質，其中已經分辨不出個別的糞稈了。從廐肥抽出的液汁過濾後是無色的；腐熟廐肥的數量等於新鮮廐肥的50%；

(4)「腐殖質」，或溫床土，是一種黑色疏鬆的土狀物質；抽出的液汁是無色透明的，腐殖質有極大穩定性(不會被水沖失)，施用時要掩埋在土壤下，並且每日用液汁來灑淋；腐殖質數量等於新鮮廐肥的25%。

廐肥達到各不同腐熟階段或分解階段所需要的時間，決定於灑淋廐肥汁的次數。

廐肥嫌氣保存法(不與空氣接觸的保存法)與通氣保存法不同；在採用嫌氣保存法時，雖然廐肥也像通氣保存法下堆成若干堆，但是不必不斷地用廐肥汁灑淋廐肥，只要隨時加以濕潤，使廐肥堆不會乾燥就可以了。將廐肥放在牲畜踐踏下保存時，可以創造良好的嫌氣條件。在這些條件下所獲得的廐肥汁少得多，但是這種保存方法在社會主義農業條件下是不適用的。當廐肥堆在堆中保存時，在廐肥運往田間以前，要把全部廐肥汁抽出灑在廐肥上，以便儘可能使廐肥汁中全部有價值的東西都能保持在廐肥中。在採用嫌氣保存法時，不能觀察到四個顯然的分解階段，而是發生很複雜的過程。好氣分解在表面發生；當廐肥再堆積上來時，好氣分解就停止發生；由於逐漸積累着的烏里敏酸之保護，分解產物和其餘的廐肥不會受到破壞。

不論用好氣分解或嫌氣分解的方法，預先處理廐肥的目的是在於儘可能減少廐肥中所含的纖維素。當土壤中存在著纖維素時，一些統稱為「去氮作用」的過程會發生；在「去氮作用」下，不但土壤中無機氮肥將受到破壞，而且腐殖質也顯然會參加這種作用；在施用新鮮廐肥時，將與把藁稈或麻屑放入土壤時得到同樣不利的結果。

處理廐肥的第二個目的，是要把排泄物的氮素變成比較穩定的腐質酸。

**施用廐肥到土壤中的技術** 施用到田中的廐肥數量，決定於當時所採用的耕作制。在休閒耕作制下，「正常的」施用量是每公頃 40 噸的半熟廐肥，這個數量可以提高到 80 噸，在特殊情形下可以提高到 120 噸。在蔬菜栽培時，廐肥施用量更高。

在田間作物栽培時，提高廐肥施用量要很謹慎，因為廐肥含有大量

氮素，這些氮素很容易變成可吸收的物質，並且很容易造成氮素營養過剩的條件。

在草田耕作制下，施用田地中的廐肥數量降低到每公頃 20 噸的腐熟廐肥，有時候可以到 30 噸。

除了氮素以外，廐肥平均含有 0.2% 的磷酸( $P_2O_5$ )和 0.6% 的鉀( $K_2O$ )。

當土壤施用廐肥時，廐肥撒佈後應當立刻犁翻入土。這一點是很重要的。如果撒佈的廐肥長久停留在土壤表面，那末，它首先喪失過去所含的銨鹽中的全部氮素。碳酸銨在空氣中將分解為碳氣和容易揮發的氨。

但是要立刻犁翻入土的主要原因如下。廐肥在運往田間時含有大量腐殖質。這些腐殖質是以胡敏酸、烏里敏酸和胡敏酸銨的狀態存在於廐肥中。當廐肥乾燥時，胡敏酸銨中的氨首先氧化成為硝酸，而胡敏酸銨中的胡敏酸則放出來。當廐肥繼續乾燥時，各種腐質酸就形成烏里敏素和胡敏素；這樣一來，土壤穩定性藉以保持的那種「新鮮沉澱的」腐殖質，對土壤發生的作用立刻消失了。廐肥乾燥所發生的影響究有多大，可以用朱可夫依照我的要求在前哈里科夫省前蘇姆斯克縣進行的試驗來說明。廐肥撒佈後立刻犁翻入土的那一試驗地段，產生每俄畝 183 普特黑麥的產量（即每公頃 27.5 公擔的產量——譯者註）；而廐肥堆成小堆後開始乾燥的那一試驗地段，則產生每俄畝 83 普特的產量（即每公頃 12.4 公擔的產量——譯者註）。

由於廐肥含有大量氮素，當施用廐肥時，必須採取特別詳細的步驟，使廐肥均勻地分配到田地表面，這樣才能避免作物在田地上生長的不均勻現象。

**準備好氣性廐肥的技術** 廐肥運出的時間和廐肥在腐熟場中的處理，是大規模社會主義農業中極重要的因素之一。由於集體農莊和國營

農場集中了大量的牲畜，小農個體農業制度下所產生的一切舊方法都不適用了。把每天積聚的全部廐肥運出到農舍附近的腐熟場，是一件很不衛生的事情。把已經腐熟的廐肥從農舍運到田間也是很方便的。這一切理由使我們不能不採用已經在很多社會主義企業中試驗過的廐肥運輸方法。

這種方法的要點，是在於只把完全腐熟的廐肥施用到土壤中去，這樣可以避免像休閒地第二次犁耕那樣繁重的工作。完全腐熟狀態的廐肥比較有價值，因為把它施用作為輪作中任何作物的肥料時，施用量少得多。採用這種施肥方式時，需要預先制訂施肥計劃，規定好腐熟廐肥施用在各田地中的數量和時間。

不同飼養條件下的牲畜產生的廐肥數量，可以從任何一本畜牧學手冊中查出來。但是必須注意到一點，廐肥要完全腐熟和容易散碎，需時約一年。

每塊田地廐肥施用量確定以後，應當在該田地周圍指定地點設立廐肥腐熟場。這些廐肥腐熟場設立在每塊田地周圍，應當考慮儘可能節省廐肥的運輸以及撒糞機的運行。

田間的廐肥腐熟場是一塊覆蓋以半公尺厚的碎泥炭土的長方形土地。每天從牲畜場運到田間廐肥腐熟場的廐肥，就放在上述的墊底物（泥炭土）上；因為在冬季，廐肥主要是在牲畜場中堆積起來的，而運輸又比較不忙，所以上述的做法是非常方便的。

廐肥堆的大小應當這樣來規定，即每天運來的全部廐肥在堆上所鋪成的層不可厚於0.5公尺以上。每堆寬度不可以超過2公尺。在不超過上述規定數字的範圍內，可以把廐肥堆成一個長堆，也可以把它分成若干小堆。鋪成疏鬆薄層的廐肥很快就開始「發熱」。溫度升高到70—72度，對於消滅真菌孢子來說是非常有效的，真菌孢子的存在就是廐肥不

正確分解的表示。

用生物學方式使廐肥發熱到 60—20 度，不論在何時何地都是殺滅腸蟲、蛔蟲和線蟲的卵和胚胎的唯一有效方法，這些蟲的卵和胚胎毫無例外地存在於一切動物的排泄物中，數以百萬計。腸蟲的卵和胚胎能耐低溫(40°—50°以下)，耐乾燥，耐長期浸在水中，但是在高溫的鹼性環境中(40°以上)却很快地死亡(斯克列賓院士的試驗)。我認爲用方法使廐肥發熱，在目前還是消滅廐肥(包括人糞尿)腸蟲的唯一必要方法。

當廐肥還在繼續發熱的時候，不要加入新的廐肥。因此，在冬季當發熱過程發生得很緩慢的時候，必須把廐肥同時堆成若干堆。

在堆中高溫開始下降以後，要把堆壓實(踐踏)，然後再在壓實的廐肥上加上一層 0.5 公尺厚疏鬆廐肥層。

就這樣繼續加入新廐肥，一直等到壓實的廐肥堆高度達到 1.5 公尺時爲止。這時候就在堆上鋪上一層 0.5 厚的碎泥炭土，並開始在第一堆旁邊設立一新堆。在預先墊以泥炭土的長形地帶末端，形成了一個聯續的、高約 2 公尺的、上面覆以碎泥炭土的廐肥堆。

在當地沒有泥炭沼澤而遠處泥炭粉又難運來的地區中，可以用堆放廐肥的附近的耕作層土壤來代替泥炭土。

可是，在每日迅速將廐肥從農舍運往田間的情形下，仍然必須在牲畜場附近設立一個同樣的廐肥堆。這個廐肥堆是準備有時候由於某種原因(陰雨的天氣、大風雪等)不能將廐肥運到田間腐熟場時堆放用的。

**廐肥汁** 直到現在爲止，廐肥汁保存和使用時間還未詳細研究。在多數的牲畜場中，都是把牲畜場中所得到的全部液體導往廐肥汁坑中去。從牲畜場中流來的液體，包括牲畜尿；並且含有牲畜場中洗淨用的水。廐肥分解時所產生的液體，同時也導往這個廐肥汁坑中去。因此，液體總體積非常大；廐肥汁成爲非常稀薄的溶液。洗淨牲畜場的水，最好

通過個別的溝渠流入一些生物學濾器，這樣一來，這種水的清淨，便沒有任何困難了。在這種情形下，廐肥汁坑中所含的只有牲畜尿以及廐肥在腐熟場中分解時產生的液汁了。

這些比較不多的廐肥汁之運輸和利用，並沒有不可克服的困難。這樣的廐肥汁要定期地運到規定的田間廐肥堆去。並分配在這些廐肥堆上面。廐肥汁所含的全部養料，都被覆蓋在廐肥堆上的泥炭或土所吸收。

至於廐肥在田間腐熟堆中腐熟時產生的液汁，則完全被墊在廐肥堆下面的半公尺厚的泥炭層（或土層）所吸收。春天雪融化時，要把田間廐肥堆整理一下，鋪平堆上的泥炭覆蓋層；如果廐肥堆乾燥，就要定期用運來的廐肥汁加以濕潤。在這樣的堆中的廐肥，過了將近一年後就完全腐熟了，變成黑色而容易粉碎的物質，非常適合於汽車上的機械裝運，並且非常容易撒佈到田地上。

**褥草** 在飼養相當大量牲畜的時候，必須特別注意廐舍褥草的問題。有人完全不使用褥草，這種非常機械地處理褥草問題的企圖，絲毫不能滿足正確飼養牲畜的要求，應當認為是有害的。不管飼養牲畜的目的是什麼，必須供應牲畜以柔軟而乾淨的褥草。下面墊以泥炭的藁稈碎段，就是很好的褥草。關於使用這種褥草的很多方法，在牲畜衛生學中都有敘述。從農業化學的觀點來看，泥炭在用做這個目的時，是一種非常令人滿意的材料。

**泥炭** 在比較北部的地區中，國營農場和集體農莊土地上有不適合於做燃料的泥炭，這種泥炭加以處理後用做肥料則很適合。最好的方法就是使全部泥炭通過廐舍變成一種效力超過無機肥料好幾倍的肥料。為了這種目的，泥炭要在秋季採集，並且堆成高度和橫斷面都不超過2公尺的疏鬆堆；這樣一來，泥炭在冬季會凍透，其中所含的鐵的氧化物就會氧化，並且被雨雪水所淋溶了。如果泥炭是在冬季採集的，最好不



要急於應用這些泥炭，要把它留在堆中直到次年冬季。這樣處理後的泥炭便可以用做廐舍中的褥草墊底物，然後可以用做廐肥腐熟場的墊底物和覆蓋物，或直接當做廐肥來施用。

此外，這樣的泥炭也可以用來製造人糞尿泥炭肥料；在沒有建設下水道的鄉村中，不論就衛生的觀點來看，或就供應社會主義農業以大量當地肥料的意義來看，人糞尿泥炭肥料的意義都是不可抹殺的。

**堆肥** 特別是在南方的農莊中，不論從鄉村衛生狀況的觀點來看，或從獲得高度價值的有機肥料的觀點來看，堆肥的製造也是同樣重要的。不論在田間和農舍中都可以製造堆肥。堆肥製造方法是極簡單的。泥炭或任何腐爛的有機物質都可以做堆肥堆的墊底物。在寬度大約2公尺的這種墊底物上，放着一切的田間生產廢料和農舍廢料。田間的堆肥堆可以包含棉株、玉米、向日葵、甘藍殘株等等莖的木質殘餘，換句話說，包含不可以喂牲畜和用做燃料的一切東西。腐爛的莖葉、割掉或拔掉雜草都可以製造堆肥。在農舍堆肥堆中，則包含一切可能的乾燥的農莊廢料、街道垃圾、灰、乾草堆的碎草、屠宰場的殘餘以及不能作為別種用途的東西。堆肥要隨時用污水和糞汁來灑淋。當堆肥堆高達2公尺時，就要蓋上泥炭或土。若要加速堆肥腐化，可以加點石灰。

堆肥在將近一年後就腐熟了，可以當作廐肥一樣來施用。

在正確的草田輪作中，主要的肥料是施用在即將栽培冬性穀類作物的休閒地上，而在該冬性穀類作物上則將加種多年生牧草。在休閒地上施用肥料是極重要的，因為穩定的土壤結構能否均勻，是決定於牧草田地上的禾本科牧草和豆科牧草是否良好發育。因此，整個耕作層均勻地施肥，是極重要的；而禾本科牧草根才能均勻地分配在耕作層中。廐肥和無機肥料的第二次施用，要在輪作的中期進行。這時候，肥料也要均勻地分配在整個耕作層中，這一點也是很重要的。

## 無機肥料<sup>(註)</sup>

在「土壤肥力的化學條件」一章中，已經詳細敘述了土壤施肥的目的。我們在施用肥料時，把養料供給植物和有益的土壤微生物；我們用肥料改變了土壤酸度，使其有利於作物。

此外，我們在施用有機肥料時，也把對作物有益的細菌輸入土壤中，加強土壤中的生物學活動，並因而提高土壤肥力。

在那一章中曾詳細敘述為什麼在酸性土壤中施用石灰，在鹼性土壤中施用石膏，以及施用石灰和施用石膏的技術。在那裏也詳細研究了有機肥料的問題。因此，在本章中我們主要將討論我們社會主義農業所使用的一些無機肥料的特性，以及利用這些肥料的技術。由於所含的植物養料元素的不同，無機肥料可以分為氮肥、磷肥和鉀肥。

**氮肥** 我們在施用氮肥時候，把一個極重要的植物營養元素——氮——輸入土壤中。氮素是植物形成蛋白質時所必需的。如果沒有蛋白質，則不論動物和植物都不能生存。

「生命是蛋白體存在的一種形式……。」〔恩格斯，「自然辯證法」，俄文第6版，第29頁〕。

當土壤施用氮素時，植物生長加強，植物含蛋白質量增加。植物的綠色物體（營養性體積——即莖和葉）發育得特別茂盛。

當土壤缺乏氮素時，植物就發生氮素缺乏症；植物生長衰弱，發育緩慢，產量降低。當植物發生氮素缺乏症時，植物葉子就沒有光輝的綠色。

當氮肥、磷肥和鉀肥同時施用時，所發生的效果特別良好。

當氮素單方面過多時，穀類作物藁稈量增加，穀粒產量則受到損

---

註：本章是西羅金寫的。

失。

當土壤氮素過多時，穀類作物和亞麻常常倒伏，亞麻和大麻纖維品質降低。蒸菜糖汁品質變劣，結果由此製成的糖量減少。當氮素單方面過多時，馬鈴薯莖葉生長茂盛，所生的塊莖含澱粉量很低，含蛋白質量則很高。在施用氮肥時，必須認真考慮到這一切情況，不要使氮素單方面過多。我國農業使用若干不同的氮肥，現在我們將討論其中幾個主要的。

**硫酸銨** 硫酸銨是我國應用很普遍的一種氮肥。工業上製造硫酸銨的方法，是使硫酸飽和着氨氣。氨氣製造法有二：

第一種方法，是把煤乾餾，所得的副產物就是氨。在乾餾時，煤是放在不通空氣的密閉器中加熱至高溫。在這樣的條件下，煤不燃燒就分解了。分解產物之一就是氨氣。氨氣放出後，剩下的是一極有價值的燃料——焦炭。

第二種方法，是把空氣中的氮氣和氫氣用人工方法製成氨氣。這兩種元素在高溫和高壓下加入特別的觸媒劑後，便化合起來。氮和氫化合的結果，產生一種新的物質——氨氣；氨氣具有阿摩尼亞水的強烈氣味。牲畜場和廐舍中的空氣所以有特殊強烈的氣味，就是因為其中含有氨氣的緣故。氨氣與硫酸化合就變成硫酸銨。

硫酸銨在外表上與普通的食鹽相似，但是顏色稍為暗黑。氮含量平均為 20 %。在要栽培春性作物的田地上，硫酸銨可以早些施用。比方說，在要栽培蒸菜的田地上，硫酸銨可以在秋季在秋耕地上與磷肥和鉀肥同時施用。

當植物利用硫酸銨時，在土壤中形成了一定量的游離的硫酸。

因此，在施用硫酸銨時，最好同時施用不容易被植物吸收的肥料（例如磷灰石粉）。這些肥料在硫酸作用下成為比較容易溶解的。

如果土壤本身是酸性的(在生草灰化土和北方黑土地區中),那末,硫酸銨的施用將使土壤酸度更加提高,這樣可能對產量發生不利的影響。因此,在施用硫酸銨時,應當先測定土壤酸度;如果酸度過高,就應當施用石灰。

在氮肥缺乏的情形下,氮肥首先應當施用在要栽培最需要氮肥的作物之田地上:棉花、苜蓿、蔬菜、大麻、亞麻。至於要栽培能夠自己積累氮素的豆科作物之田地上,則照例無需施用氮肥。

氮肥平均施用量,要確定得使每公頃土壤獲得 45—60 公斤的氮素。因為硫酸銨含有 20% 的氮素,所以每公擔含有 20 公斤氮素。從這裏很容易計算出,要施用 60 公斤氮素,就必須用 3 公擔硫酸銨。在要栽培像大麻和棉花那樣的作物之田地上,最好把施用量提高:在要栽培大麻的田地上,最好提高到每公頃 90 公斤氮素,而在要栽培灌溉棉花的田地上,則提高到 120 公斤以上。在要栽培穀類作物和一些其他作物的田地上,最好把施用量降低:每公頃 30—45 公斤氮素;至於在栽培亞麻或冬性作物的田地上,春季在苗上施用肥料,則每公頃 20—30 公斤氮素便足够了。

斯達哈諾夫式農業工作者們施用了更高的肥料數量,因而獲得了高額的增產量。斯達哈諾夫式農業工作者們增加肥料施用量,同時改良植物的水分供應。必須記得,如果土壤耕作得越好,就是說,如果土壤結構性越好,那末,肥料的作用就越大,肥料施用量就可以越高。

**硝酸銨** 硝酸銨又稱銨硝石,是在蘇聯應用得很廣泛的一種氮素肥料。工業上是把氨的硝酸化合物的方法來製造它。在外表上,它是一種白色的細結晶鹽類。硝酸銨是一種很有價值的肥料:它含有 35% 的氮素,主要是施用於工業原料作物。

在潮濕的天氣下,硝酸銨很快呈現濡濕狀態,後來很快凝成堅塊。

因此，應當把它保藏在乾燥的、通風狀態很好的場所。硝酸銨平均施用量也要按其所含的氮素來推算，氮素施用量與上段敘述硫酸銨時所列的一樣。

**其他的硝石** 除了銨硝石以外，還有很多其他氮素肥料，都是硝酸與各種不同的鹽基結合而成的。它們也叫做硝石。比方說，含鈉的硝石叫做鈉硝石。它可以從天然礦藏中（南美洲的智利）開採，或用工業方法製造。從天然礦藏中開採的鈉硝石叫做智利硝石。智利硝石大約含有15—16%的氮素。在蘇聯，鈉硝石是在工廠中製造的，施用於製糖用的甜菜。

如果硝酸與鈣化合，那末，在這種情形下，就獲得所謂鈣硝石的肥料。

因為鈣硝石工業生產最初是在挪威開始的，所以鈣硝石也叫做挪威硝石。在中亞細亞，少量的鉀硝礦被發現。鉀硝石是一種很有價值的肥料。它含有13%的氮素，和45%的氧化鉀。

路那硝或蒙丹硝，是硫酸銨與硝酸銨的一種混合物，就其特性來說，是介於硫酸銨與銨硝石之間。它含有25—26%的氮素。它能從周圍空氣中吸收水分，就這一點來說，它較接近於銨硝石。

**氰氨化鈣** 在工業上，是把氮氣通過加熱的碳化鈣的方法，而製造氰氨化鈣的。它含有18—23%的氮素，是一種暗色而容易飛散的粉末。為了減少這種肥料的散失，在撒播時可以把它與各種鉀鹽，特別是磨碎的鉀鈉鹽、土末或潮濕的鋸屑混和起來。

就其對植物的作用來說，氰氨化鈣是與硫酸銨很接近的。它特別適合於在粘重土上和酸性土上施用，因為它含有很多鈣。

應當在播種前的10—15天內把氰氨化鈣施用入土，最好是施用在秋耕地上。如果是施用於甜菜，則應當在播種前更久以前施用。

氰氨化鈣施用於工業原料作物最為適合。

在施用和保藏氰氨化鈣時，必須特別小心，因為它的粉末對於牲畜和人類都是有害的。

**磷肥** 磷是一切農作物的一種極重要的營養元素。被植物從土壤中吸收的大部分磷素，都用來形成植物的所謂生產部分：穀粒和塊莖。

在施用磷肥於穀類作物時，穀粒中的蛋白質含量提高了，施用於油料作物時（亞麻、向日葵等等），脂肪含量提高了。磷肥強烈地影響植物的發育：植物加速成熟。

磷素肥料的價值決定於其中的磷酸含量。

下列的幾種磷肥是最重要而應用最廣的：過磷酸鹽、二倍過磷酸鹽、沉澱磷酸鹽、鹼性爐渣、磷灰石粉和骨粉。

磷肥是用含有磷酸的磷灰石來製造的。冶金工業的各種廢料具有巨大價值，用這些廢料可以製造（在把生鐵製成熟鐵和鋼的時候）有價值的磷肥——鹼性爐渣。

蘇聯擁有製造磷肥的豐富資源。磷灰石的主要產地如下：維爾赫聶甘姆礦（基洛夫省）、伏爾加河岸上的基聶舍姆礦（基聶世馬市上游）、莫斯科礦（耶戈里耶夫礦特別著名）、庫爾礦、薩拉托夫礦、車爾尼戈夫礦、波多里礦、卡薩赫斯坦境內的甘達加赤礦以及楚瓦什自治共和國境內的吳爾納爾礦。最近發現的希賓磷灰石礦特別著名。這裏的礦石含有30—40%的磷酸。

希賓礦區遠在北極圈以內，在希賓冰沼地帶中的郭里斯基半島上。礦藏總量在十萬萬噸以上。

在第一次五年計劃中，郭里斯基半島上建立了一個完全新式的、具有優良公路和鐵道的巨大工業和礦業中心——社會主義城市基洛夫斯克，這個城市現在已經有數萬居民了。所發現的希賓礦藏，是世界上最

大的礦藏。這些礦藏使蘇聯完全無需從外國輸入磷素肥料。希賓礦區是製造最容易被植物所吸收的磷肥（過磷酸鹽、二倍過磷酸鹽、安福粉等等）的最有價值原料之基本源泉。

**磷灰石粉** 磷灰石粉是用磷灰石製造的。把磷灰石放在特製的磨中研磨成細粉。這種肥料的顏色是髒灰色、棕色或草灰色，視製造磷石粉的磷灰石成分而定。

磷灰石粉含有 14—30% 的磷酸。磷灰石粉中的磷酸很難溶解，很難被植物所吸收，特別是最富有磷酸的波多里磷灰石，更加如此。當土壤含有各種酸類時，磷灰石中的含磷物質便變成其他的類型，即容易溶解於水中和容易被植物所吸收的類型。因此，磷灰石粉要適時地施用入土：在要栽培冬性作物的田地上，應當在犁耕休閒地時施用，而在要栽培馬鈴薯、根菜作物、亞麻、大麻和春性穀類作物的田地上，則應當在秋季進行秋季犁耕時施用。如果由於某種原因必須在春季施用磷灰石，那末應當儘可能提早施用，在播種以前重新犁耕時施用。

磷灰石粉是一種有價值的磷肥。它不但能够在非黑土地帶中而且也能够 在黑土的森林草原中成功地施用。在酸性的生草灰化土、灰色森林粘壤土以及沼澤土上，這種肥料產生特別良好的結果。

對於栽培過灌木的土地、經過排水的沼澤土以及荒涼的草甸，磷灰石粉也都很有效。

磷灰石粉可以施用於一切作物，但是對於黑麥、蕎麥、豌豆和三葉草則最有效（特別是施用於三葉草的覆蓋作物上）。

由於磷灰石粉不容易溶解，施用量要相當大，平均每公頃要 90—135 公斤的磷酸。磷灰石粉會發生好幾年的後效。

磷灰石粉與硫酸銨同時施用，效果很大。

磷灰石粉與高位泥炭混合施用，效果也會增加。

**過磷酸鹽** 通常是用硫酸與磨細的磷灰石粉來製造過磷酸鹽。結果，獲得了淺灰的而有時甚至是白色的粉末，這種粉末含有植物容易吸收的磷酸（就是說，這種粉末是能溶解於水中的鹽類）。蘇聯工廠中所製造的過磷酸鹽，平均含有 17—18% 磷酸。與磷灰石粉及骨粉不同，過磷酸鹽可以施用在任何的土壤上（極酸性的土壤除外）以及施用於一切的作物。在非常酸性的土壤上，應當施用磷灰石粉或鹼性爐渣來代替過磷酸鹽。當過磷酸鹽施用入土壤中時，它所含的磷酸就變成比較不容易溶解的類型。因此，過磷酸鹽中所含的磷酸幾乎會從根分佈層中淋溶出去。過磷酸鹽很快地對植物發生作用。用做表層肥料時，對三葉草是很有有效的。過磷酸鹽應在不同的時候施用，這一點視土壤和植物而定；比方說，在施用於蕎麥的情形下，過磷酸鹽應當在秋季深耕地上施用，撒播在行中，並且用作追肥。過磷酸鹽與廐肥同時施用是很有有效的。在這種情形下，廐肥施用量可以減半。施用量是很不同的（每公頃 45—60—90 公斤以上的磷酸）。這一點決定於土壤耕作程度。土壤耕作得越好，土壤結構越穩定，那末，肥料施用量就可以越大，肥料對植物的作用就越大，每公斤消耗的肥料所產生的產量就越高。

二倍過磷酸鹽也像普通的過磷酸鹽一樣，是用磷灰石來製造的，不過有一點不同，就是首先把磷灰石加上過量的硫酸來獲得液態的磷酸，然後再把液態磷酸加上另一份磷灰石。因此，二倍過磷酸鹽比較普通過磷酸鹽更富有磷酸。

**骨粉** 動物骨含有相當多的磷素，約 20—25 %。把脫脂和去膠的骨磨碎（這樣的粉末叫做骨粉），便可以像磷素肥料一樣地施用。骨粉含有 20—30 % 的磷酸；骨粉的磷素比較磷灰石的磷素容易被植物所吸收，但却比較鹼性爐渣和過磷酸鹽的磷素，不容易被植物所吸收。骨粉必須適時地施用：在要栽培春性作物的田地上，要在秋季施用（在秋



耕地上),或在春季(播種前)施用;在要栽培冬性作物的田地上,則要在犁翻休閒地的時候施用。

**鉀肥** 正像氮素和磷素一樣,鉀素也是極重要的植物營養元素。鉀肥會提高產量並改良收穫物的品質。比方說,當施用鉀肥於甜菜時,甜菜根中的糖含量會增加。當施用鉀肥於亞麻和大麻時,亞麻和大麻質量會提高。

當鉀素缺乏時,大多數植物會發育得很不正常,容易感染病害,生長緩慢,常常不能完全成熟;所產生的穀粒很瘦弱。

下列作物需要大量的鉀素:馬鈴薯、甜菜以及其他根菜作物和塊莖作物、甘藍、亞麻、大麻、煙草、蔬菜、天然牧草和人工牧草。

1925年,在烏拉爾山別列茲尼科夫區索里甘姆斯克附近,發現了極豐富的鉀礦。該礦中的鉀鹽貯藏量超過了全世界已知的鉀鹽總貯藏量。

在索里甘姆斯克礦區開採的鉀鹽,不論沒有經過特別加工(粗鉀鹽)或經過適當加工以後(濃縮鉀鹽),都可以用做鉀肥。

下列各種物質是蘇聯應用最廣的鉀肥:鉀鈉鹽石、濃縮鉀鹽和草木炭。

**鉀鈉鹽石** 鉀鈉鹽石主要是由兩種容易溶解的鹽類構成的:氯化鉀和氯化鈉(食鹽)。

就外表來說,鉀鈉鹽石是紅色半透明的塊狀物質。放在特製的磨中磨碎,可以用做肥料。

索里甘姆斯克鉀鈉鹽石含有12—17%的氧化鉀(一切的鉀肥不是用鉀含量來評價,而是用氧化鉀含量來評價)。

鉀鈉鹽石含有大量的氯;因此應當適時地加以施用(要在播種前10—20天內施用,但最好是在秋季施用),才會使有害的大量的氯和其他雜質能够在播種時已經被淋溶到下層土壤中去。

草甸和三葉草田地施用鉀鈉鹽石時，要在收割後或放牧完畢後把肥料施用在土壤表面上。

**濃縮鉀鹽** 把各種粗鉀鹽清除雜質後，便成為濃縮鉀鹽（或精製鉀鹽）。濃縮鉀鹽含有 30—40% 或更多的氧化鉀，視處理粗鉀鹽的方法而定。濃縮鉀鹽的鉀含量，比較粗鉀鹽多 2—3 倍。

**草木灰** 在農莊中可以燃燒柴薪、藁稈等物來製造草木灰。每天可以製成很大的量的草木灰。但是直到現在為止，並不是到處都隨時收集草木灰來用做肥料。然而草木灰却是一種良好的肥料。草木灰含有鉀、磷和石灰。闊葉樹的灰大約含有 10% 氧化鉀、3.5% 磷酸和 30% 石灰。針葉樹的灰含有較少的鉀（6%）或磷酸（2.5%）。藁稈的灰含有特別多的鉀（黑麥稈約含 18%）和磷酸（3%）。

向日葵和蕎麥莖的灰含有極大量的鉀。

泥炭灰和煤灰含有很少量的鉀和磷；因此不能做肥料。

正像一切其他鉀肥一樣，草木灰對人工牧草和天然牧草都產生特別良好的作用。

草木灰中所含的鉀化物都容易溶解於水中。草木灰應當在播種前 10—15 天內施用，但是在草地和三葉草田地上，却要在秋季或在收割以後施用。

藁稈灰的平均施用量是每公頃 5—6 公擔。

如果是施用柴薪灰，而土壤呈強酸性，那末，施用量應當增加到 2—3 倍。

草木灰是一種極有價值的肥料；國營農場和集體農莊必須有系統和有組織地加以收集。

為了預防火災，當草木灰從爐中取出後，應當保存在鐵器中 2—3 天。然後應當把草木灰收集在公共的貯灰場中。貯灰場必須有頂蓋，才

能避免水分進入。水會很迅速地把鉀從草木灰中淋溶出去。

**無機肥料的施用量及其計算方法** 爲了確定對於何種作物應當施用多少肥料，必須考慮到很多條件。首先必須注意：要對什麼樣的作物施用肥料，這種作物會在什麼時期吸收多少營養元素，作物是怎樣利用所施用的肥料。

然後要考慮到：要在什麼樣的土壤上施用肥料，土壤中的營養物質貯藏量多少，土壤的物理特性和化學特性怎樣。

必須考慮到：施用肥料以前的作物是什麼，施用肥料以後的作物應當是什麼。比方說，如果所栽培的是最能够在土壤中積存氮素的三葉草，那末，在這種情形下，氮肥要施用得少些。如果施用了肥料的田地第二年要栽培亞麻或馬鈴薯，那末，就不應當在要栽培這種作物的田地上施用石灰。

最後，應當考慮到從前施用過什麼樣的肥料。如果上一年曾經施用過大量廐肥，那末，廐肥所產生的後效，使後來的肥料施用量可以大大減少；如果對前作物曾經施用過大量磷肥，那末，下一年的磷肥施用量就可以大大減少。

還有很多其他條件，決定着各種肥料的施用量。這一切條件也應當都考慮到。

因此，各種參考書中所列舉的以及上面曾經部分引證過的肥料施用量，應當看做近似值而已。比較準確的施用量應當由當地的農學家來規定。農學家在規定肥料施用量時，應當研究當地的一切條件和附近試驗站的資料，研究斯達哈諾夫工作者的實際經驗以及國營農場和集體農莊的試驗資料。此後，施用量要經過區執行委員會批准而成爲農業法規。每一個農莊在選擇肥料施用量時，必須遵循這些指示。肥料施用量通常是根據肥料所含的植物營養元素的數量來規定的。



磷肥施用量是以磷酸來表示，鉀肥施用量是以氧化鉀來表示，氮肥施用量則以氮來表示。這樣來表示施用量是比較正確的，因為同一種肥料所含的植物養料可能是不同的。然而，要怎樣計算應當用施用多少肥料才能符合上述的施用量呢？

可以用下列的公式來計算：

$$K = \frac{\text{施用量} \times 100}{\text{營養元素百分率}}。$$

公式中的K代表所需肥料的數量。

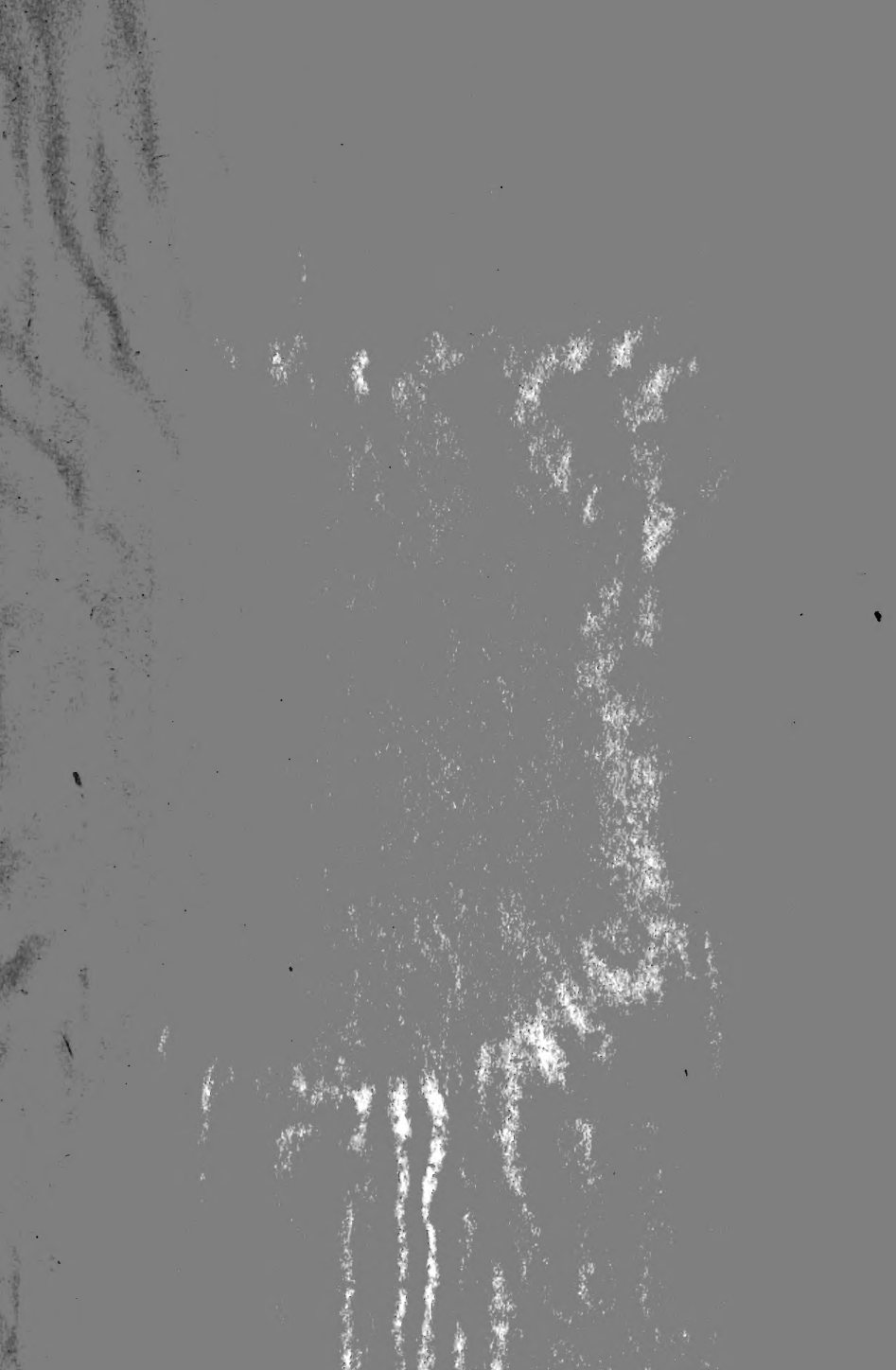
例：我們知道，對三葉草每公頃應當施用 45 公斤的磷酸。

首先應當闡明，現有的過磷酸鹽含有若干百分率的磷酸。通常在購買肥料時的發貨單上，都載明這一百分率。如果發貨單上沒有載明，就應當把肥料送到附近的農學試驗室中去化驗。假定我們已經用任一種方法知道了這磷酸鹽含有 18 % 的磷酸。這時候，把各種數字代入公式，便得：

$$K = \frac{45 \times 100}{18} = 250。$$

所獲得的數字 250，表示必須施用過磷酸鹽的公斤數。任何其他無機肥料的施用量，也可以用同樣的方法來計算。

(完)



BG. 132000

65.267

傅子禎譯

410

耕作学原理

267

~~65.267~~

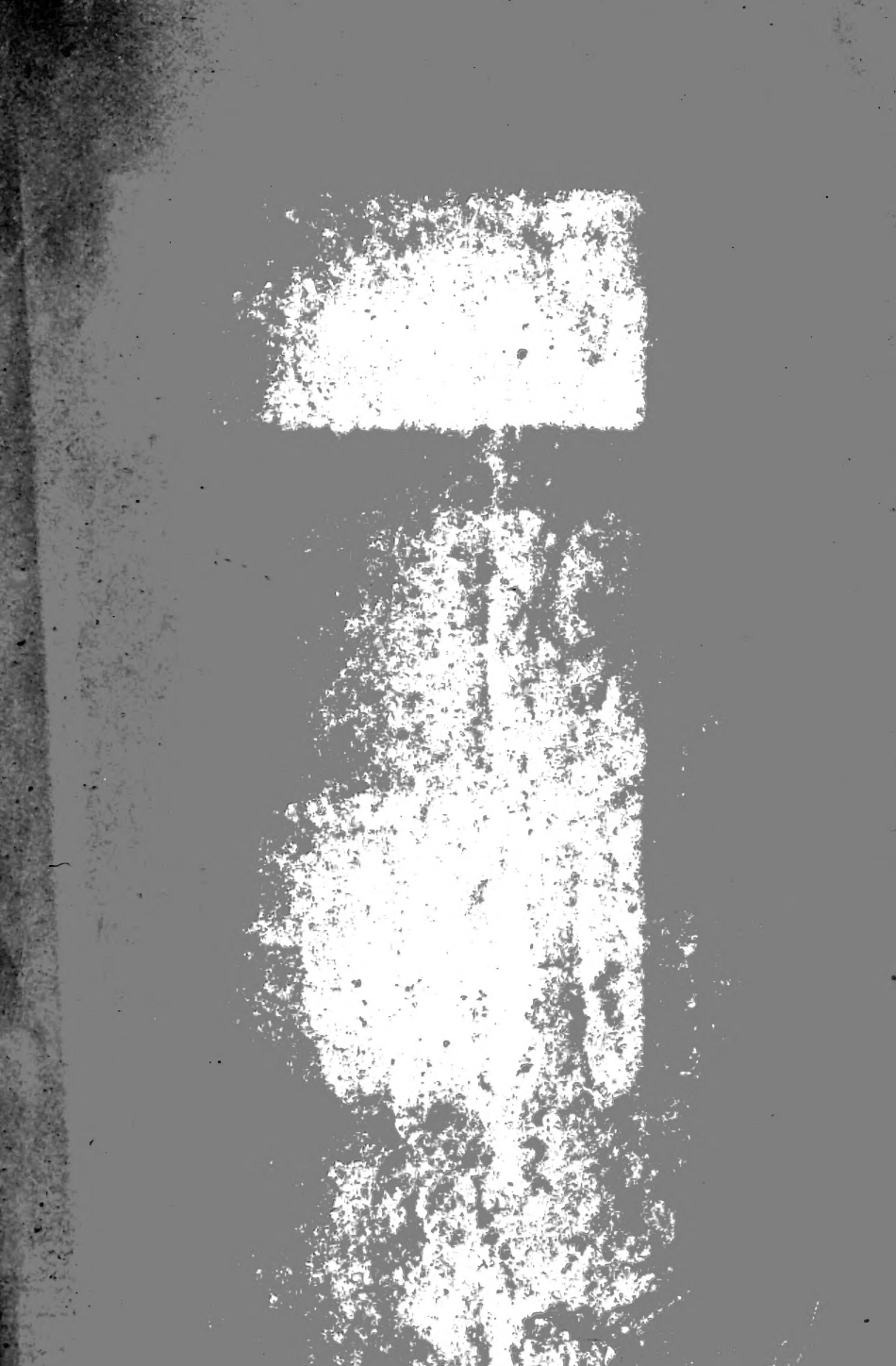
410

書 號.....BG. 132000

登記號.....

冊17A-丙

67:517



18114

\*書號2600.  
定價人民幣16,000元