

灌溉土地盐渍化 与沼泽化的防治

B. A. 莎 烏 綿 著

天津大学水利系土壤改良教研室译

水利出版社

灌溉土地鹽漬化与沼澤化的防治

B. A. 莎烏綿著

天津大学水利及土壤改组教研室译

江苏工业学院图书馆
藏书章

水利出版社出版

1956年3月

原出版者的話

本書闡述了灌溉土地鹽漬化与沼澤化發生的原因。并且根据先進生產者及科学研究机关的試驗，介紹了可以完全消除这些原因及墾殖已經鹽漬化和沼澤化土地的一些簡易措施。

本書特別着重地講述了如何防止灌溉系統中各地段上的水量損耗以及經濟用水的問題。

对于本書的意見和批評請寄到：Москва, Орников пер. 3.

書号：005(56205)

灌溉土地鹽漬化与沼澤化的防治

定价：(8)0.43元

原書名：Борьба с засолением и заболачиванием
орошаемых земель
原作者：В. А. Шаумян
原出版者：Сельхозгиз
原出版年份：1953年
譯者：天津大学水利系土壤改良教研室
出版者：水利出版社(北京和平門內北新華街 35 号)
印刷者：水利出版社印刷厂(蚌埠大馬路 463 号)
發行者：新華書店

56.3. 蚌型, 61千字, 830×1200 1/32开, 26/16印張
1956年3月第一版, 蚌埠第一次印刷, 印數(蚌)1—3,250
(北京市書刊出版營業許可証出字第080号)

原 序

在我國，灌溉農業的發展達到了空前未有的規模。在偉大的共產主義建設的基礎上，灌溉和引水的面積將超過 2,800 萬公頃。

黨第十九次代表大會關於 1951~1955 年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中提出了極為重大的任務：“保證非常有效地使用一切灌溉和排水的土地。施行普遍過渡到以臨時灌溉渠代替固定灌溉渠的新式灌溉系統。當前首要的任務，是在利用古比雪夫水电站的電力的基礎上，以及在列寧伏爾加—頓通航運河地區修建灌溉系統和供水系統；在斯大林格勒水电站、土庫曼大運河、南烏克蘭運河和北克里米亞運河一帶着手建設灌溉系統和供水系統。”

在上述這些任務中，灌溉農業的根本問題之一——防治灌溉土地的鹽漬化與沼澤化具有特別重大的意義。

在偉大的共產主義建設地區——伏爾加河沿岸和里海窪地、南烏克蘭及北克里米亞、頓河下游、西土庫曼的里海平原、阿姆河下游及土庫曼大運河流經的全部地區，新開墾土地上的灌溉和引水應當達到可以完全消除鹽漬化和沼澤化的可能性的地步；就是墾殖現有的鹽漬化土地也始終要避免產生次生鹽漬化的危險。

在中亞細亞、南高加索、北高加索的許多灌溉地區，土地鹽漬化與沼澤化已成為擴大播種面積及提高灌溉作物產量的巨大障礙。即使在弱鹽漬化與沼澤化的土地上，產量也要降低。若鹽漬化與沼澤化過程繼續發展下去，不但會使產量急劇下降，而且還會使這些土地完全不能種植農作物。

整理和開墾每一公頃灌溉土地都需要花費人民大量的金錢。這樣

的土地如果被廢棄，對於國民經濟來說是一個重大的損失。

耕種鹽漬化與沼澤化土地，需要花費更多的勞動。有時由於土地的鹽漬化與沼澤化，甚至不得不將農場遷移到其他地區去。最後沼澤化土地還是瘡疾傳佈的發源地。

防治灌溉土地的鹽漬化與沼澤化，在國民經濟上有着巨大的意義。它能促使灌溉作物的種植面積大大地擴大，並提高它的單位面積產量，歸根到底，也就是使我們獲致了農作物生產的增加。防治鹽漬化和沼澤化與灌溉系統的管理和灌溉土地上所採用的農業技術這兩方面的基本問題有着密切的聯繫。它要求根本改善整個用水過程和利用灌溉面積的過程。

在社會主義的灌溉事業中，已經為徹底終止灌溉土地鹽漬化和沼澤化的過程和使早先荒廢了的土地能夠重新並永久地為農業所利用創造了一切必要條件。

本書所討論的防治灌溉土地鹽漬化與沼澤化的措施着重於以下兩方面：第一，如何消除產生這些現象的原因；第二，如何消除其不良後果。

目 錄

原出版者的話

原 序

一、灌溉土地的鹽漬化与沼澤化	1
1. 鹽漬化与沼澤化的过程	1
2. 鹽漬化与沼澤化的基本原因	2
3. 防治鹽漬化与沼澤化的基本方法	5
二、消除灌溉土地鹽漬化与沼澤化的原因	9
4. 实行草田輪作制是防止土壤內鹽分向上移動的根本方法	9
5. 及時的土壤耕作是防止土壤內有害鹽分向上移動的方法	12
6. 正确地灌水是防止灌水田地上水量損失的方法之一	14
7. 關於灌水定額的選擇及灌水次數的确定	16
8. 儲水灌溉和防治灌溉土地的鹽漬化	17
9. 平整灌水田地	21
10. 灌水田地上洩水損失的防止	22
11. 灌水時防止土壤过分濕潤	23
12. 新式灌溉系統和供水計算	24
13. 採用改善了的灌水技術	27
14. 灌水組織	31
15. 檢查農莊內的用水情况	34
16. 稻田的佈置	35
17. 限制土壤的沖洗和保持集水—排水網和排水網的正常状态	36
18. 渠道的工作制度	37

19.提高灌溉網的有效利用系數及防止渠道的滲漏損失·····	39
20.改建灌溉網过渡到新式灌溉系統·····	41
21.渠道的防滲淤灌·····	42
22.应用黏土护面、黏土斜牆以及渠床的鈉化固結·····	44
23.渠床的疏松、压实和輓平·····	46
24.防止幹渠及農莊間配水渠內的水量損失·····	47
25.消除幹渠及配水渠內灌溉水洩走的原因·····	48

三、鹽漬化灌溉土地的墾殖·····49

26.墾殖鹽漬化土地的主要措施·····	49
27.冲洗鹽漬化土地和制定一次冲洗的定額·····	50
28.多次定額冲洗的供水間歇時間、供水次數及總的冲洗定額·····	52
29.總冲洗定額的許可數值·····	53
30.冲洗鹽漬化土壤最適宜的時間的選擇·····	55
31.集水—排水網及洩水網·····	56
32.集水—排水網的管理和改善·····	59
33.鹽漬化土壤的冲洗·····	63
34.防治冲洗土壤次生鹽漬化的主要措施·····	65
35.計劃用水是防治灌溉土地沼澤化与鹽漬化最主要的方法·····	67

一、灌溉土地的鹽漬化與沼澤化

1. 鹽漬化與沼澤化的過程

土地鹽漬化是在土壤中有害鹽分濃度增高的情況下產生的，而**沼澤化**則是在地下水位升高到耕作層的情況下產生的。灌溉土地的鹽漬化與沼澤化會引起農作物產量的降低或全部死亡。

鹽漬化過程和沼澤化過程有着密切的關係。灌區內的土壤和地下水通常都含有有害的鹽分。地下水位上升而引起沼澤化過程的同時，鹽分也隨着急劇地向表土層移動，於是這就加速了土壤的鹽漬化。

但即使沒有沼澤化過程，在水分形成毛細管上升水流時，土壤中的鹽分也是會發生移動的。在太陽熱能的作用下，表土層中的水分被蒸發掉以後，下層土壤的水分就沿着毛細管上升來補充原來被蒸發掉的水分的位置。鹽分也就隨着水分進入表土層。在無結構的土壤中，毛細管水不間斷地自下而上地移動，這種現象甚至在地下水離地面3~4公尺的情況下也可見到。但當地下水離地面小於1~2公尺並且沼澤化過程開始發展時，毛細管水分的移動就更為劇烈。

如果表土層的水分很快地被蒸發掉，鹽分就成為固體存留於表土層內。這些鹽分逐漸累積起來，就增加了土壤溶液的濃度，以致為害作物，使作物凋萎或者全部死亡。

土壤鹽漬度及其對作物產量的不良影響，時刻都在隨着所採用的農業技術、地下水位、土壤的成分和狀態以及其他條件的不同而發生變化。

表1是按照固體殘渣重量及其所含氯鹽量以及這種鹽漬度對作物

發育的影响而作出的土壤鹽漬化程度的大概說明。

表 1、氯鹽使土壤鹽漬化的程度和鹽漬化对植物發育及其產量的影响

固 体 殘 渣 (%)	氯 鹽 含 量 (%)	土 壤 鹽 漬 化 程 度	鹽 漬 化 对 作 物 發 育 的 影 响	棉 花 產 量 的 降 低 (%)
0.3~1.0 <0.3	0.01 0.01~0.1	弱鹽漬化	部 分 凋 萎	10~30
0.3~1.0 1.0~2.0	0.01~0.1 <0.01	中鹽漬化	凋 萎	30~60
0.0~1.0 2.0~3.0	>0.1 <0.1	強鹽漬化	嚴重凋萎，部分死亡	60~80
2.0~3.0 >3	>0.1 任何數量	鹽 土	全 部 死 亡	100

在地下水位上升和靠近土壤根分佈層的范围內，作物不僅受到鹽分高度集中的損害，而且还受到土壤中空气不足的損害。当上升的地下水从根分佈層中排擠出空气時，营养物質轉变为作物所需的可給态的过程就被削弱或停止；作物所需的养料便遭到破坏，因而不能再正常地生長和發育了。

2. 鹽漬化與沼澤化的基本原因

为了防治灌溉土地的鹽漬化与沼澤化，僅一般地提供这些过程是不够的，还必須知道它真正的原因，以便集中所有主要的措施來消除这些原因。

美國及其他資本主义國家的許多土壤改良学家把土地鹽漬化与沼澤化看作是不可避免的現象，看作是土壤天然性狀的不可克服的后果。

这样的解釋本身毫無科学根据，但它却是符合資本主义企業主的利益的。他們是灌溉系統的主人，在实行与土地鹽漬化和沼澤化的不良后果作斗争的措施時，可从農民身上獲得一笔額外的利潤。

在我國灌溉農業的条件下，必須与这种反科学的關於灌溉土地鹽漬化与沼澤化不可避免的“理論”作坚决的斗争。这种“理論”是非常有

害的。它使生產者迷失了方向，因为它只能把实际措施引向与灌溉土地的鹽漬化和沼澤化的不良后果作沒有前途的斗争的道路，也就是使產生这些現象的原因仍舊繼續發生作用。

在土壤改良中，鹽漬化与沼澤化的原因是由於地下水位上升所引起的这一种說法最为盛行。但是这样的解釋不能認為是全面的和充分的，因为地下水位的上升又是由於其他的原因所致。

为了探求这些原因，我們應該研究補給地下水的主要水源。

滲入土壤因而使地下水和鹽分一起上升的水源可能是各种各样的：

(1) 由於定額制定得不当，未执行計劃用水，採用淹灌和漫灌，以及灌溉系統和其建筑物的管理不善，以致向田地供水过多；

(2) 由於違反灌水規則，灌水前沒有很好地整理田地；应用落后的灌水技術，因而引起灌水時土壤的过分濕潤；

(3) 在棉花、谷物或者其他作物的灌溉地區內佈置稻田，並進行水稻的淹灌；

(4) 由於墾殖未穩定的鹽漬化土地，而对鹽漬化土壤經常進行大定額的冲洗；

(5) 由於違反用水計劃，供給的水量过多，而未能充分应用全部灌溉用水，因此產生水自灌水田地上洩走的現象；

(6) 由於農莊內灌溉網的养護不善和沒有採取防滲措施，水自灌溉網中滲漏掉了；

(7) 由於違反晝夜灌水的規則，供給灌溉網的水量过多，对建筑物的管理不善，水自農莊內灌溉網中洩走；

(8) 由於渠道的养護不善和缺乏防滲措施，水自幹渠及配水渠內滲漏掉了；

(9) 由於居民區及畜牧業基地的給水組織得不合理，在非灌水時期供給灌溉系統以过多的水量；

(10) 自高处流入的地下水和地面水、壅水、降水量、河流水位的上漲，特別是在多雨年份等等。

几乎所有上面所列举的補給地下水的水源都取決於灌溉系統的管理方法和利用灌溉水的方法，而其中主要部分是與農莊內部的用水相關聯的。集體農莊、國營農場及其他農場內的用水組織得愈好，則灌溉系統的管理將愈合理，灌溉水的輸水損失愈少，補給地下水的水量也愈少，而地下水上升也愈低。在灌溉系統的所有地段上，特別是在灌溉田地上，灌溉水的輸水損失成為補給灌區地下水與地下水上升的主要水源。

然而有些觀測的結果証明，也有這種情況，土地鹽漬化與沼澤化是由於含鹽地下水的天然高水位的結果所致。在這樣的情況下，地面水和地下水的來流、河中水位壅高、河水很大、降水量等乃是補給地下水的水源。

在天然條件下，當去流量和作物耗水量小於來流量時，地下水位升高至土壤耕作層，並發生鹽漬化與沼澤化的過程。當去流量和耗水量大於來流量時，通常不致發生沼澤化及因沼澤化而引起的鹽漬化的現象。

當地下水的天然水位很低時，灌溉土地鹽漬化與沼澤化的主要原因為：（1）灌溉系統的管理不善，未執行經濟用水和使用土地不當；（2）農業技術水平低劣，因而不能根絕土壤內毛細管上升的水流。

由此可見，鹽漬化與沼澤化不是由土壤的某些不可克服的性狀所引起的。這僅是不合理的灌溉所引起的後果。

灌溉土地的人們（集體農莊莊員、國營農場的工人、管理灌溉系統的工作人員）本身就能夠而且也應該避免鹽漬化與沼澤化現象的發生。

在蘇維埃政權的年代里，為我們灌溉農業中正確地管理灌溉系統、珍惜地利用水和土地資源創造了物質上、技術上和組織上的必要條件。因此灌溉土地的鹽漬化與沼澤化的基本原因能得到徹底地消除。這只需要在集體農莊、國營農場以及在灌溉系統的各地段上，正確地選擇防止這種現象發生的方法和組織這種防治的工作。

農業先進生產者及科學研究機關的試驗證明，防治灌溉土地鹽漬化與沼澤化所採用的措施，不僅旨在防治鹽漬化與沼澤化所產生的後果，並且還要消除這些現象的原因，這樣防治灌溉土地的鹽漬化與沼澤化才能獲得最大的成效。

3. 防治鹽漬化與沼澤化的基本方法

開墾灌溉土地需投入大量的資金與勞力去修築渠道和建築物，整理種植農作物前的地區及組織經濟生活。對灌溉農業工作者提出必須執行的要求就是保護這些土地免遭鹽漬化與沼澤化。

消除灌溉土地鹽漬化與沼澤化的不良後果，就需投入大量的額外的資金和勞力。為此，必須重視預防沼澤化與鹽漬化的現象，重視消除造成沼澤化與鹽漬化的原因。

為了正確地採取各種措施來消除灌溉土地鹽漬化與沼澤化的原因和不良後果，必須在每一具體情況下，首先知道何種補給水源使地下水狀況發生了根本的改變。為此，在每一灌溉面積或每一灌溉地段，都要對從各種來源進入地下水的水量和流量以及地下水位的降低進行觀測和計算。

我們根據鹽漬化與沼澤化各種不同的原因，採取不同的措施來防治這些現象。例如，若土地鹽漬化與沼澤化是由於灌溉水的損失和農業技術水平低劣所致，那麼就應採取一切措施來消除這些缺點。但在含鹽地下水天然水位很高的土地上，還需採取修建排水系統的輔助措施。

李森科院士在研究鹽漬化問題時，在其所著“論B.P.威廉士的農業學說”一文中寫道：

“B.P.威廉士建議在灌溉農業地區播種多年生牧草是對的，因為多年生牧草能夠提高土壤的肥力，同時也是防治土壤鹽漬化的一種措施。但是，B.P.威廉士否認排水為防治土壤鹽漬化手段之一的見解則是錯誤的，其實，在含鹽地下水水位很高的地段上，對鹽漬土進行沖洗工作和排水工作乃是十分必要的”。

由此可見，防治灌溉土地的鹽漬化与沼澤化，应按照預防这些現象發生的途徑進行；而在含鹽地下水位很高的地段上，則須採取冲洗土壤的有害鹽分和排除过多的地下水的办法。

地下水位降低的主要原因有：

(1) 植物的叶面蒸發；

(2) 土壤的地表蒸發；

(3) 从灌溉面積內流走的地下水去流；

(4) 集水—排水網所排除的地下水量 (当有集水—排水網時)。

灌溉農業的重要任务是全面地開墾未被利用的灌溉土地來种植灌溉作物和造林，实施和推行草田輪作制，根本地改善灌溉系統的管理。隨着这些問題的解决，就能消除引起灌溉土地鹽漬化与沼澤化和使灌溉土地不能再为農業利用的各种原因。

能保證消除產生鹽漬化与沼澤化原因的措施应成为防治灌溉土地鹽漬化与沼澤化的一切措施的基礎。只有当完全消除了次生鹽漬化与沼澤化發生的可能性時，防治灌溉土地鹽漬化与沼澤化不良后果的措施才能產生極穩定的良好的效果。

为了消除灌溉土地上產生鹽漬化与沼澤化的原因，应在灌溉地區的范围內消除地下水的補給、地下水位的上升、地下水沿毛細管的上升以及鹽分隨之升入耕作層內的現象。此外，为了消除灌溉土地鹽漬化与沼澤化的不良后果，尚需通过特种冲洗土壤的办法來排除土壤中的鹽分，將已冲洗过的土地投入農業生產，並且要防止已墾殖的土地的次生鹽漬化。

防治灌溉土地鹽漬化与沼澤化的基本方法首先是：

(1) 过渡到新式灌溉系統，在集体農莊、國营農場及灌溉系統內实行计划用水，採取完善的灌水技術和正確的灌溉制度；

(2) 全力防止灌溉系統所有地段上的水量損失，禁止在灌水期与非灌水期向灌溉系統放入过多的水量，以提高灌溉系統的有效利用系數；

(3) 採用高度的農業技術，種植多年生牧草以建立土壤團粒結構和以綠色體覆蓋地表，這就從根本上消除了有害鹽分上升到表土層的可能性；

(4) 實施各種消除現有鹽漬化與沼澤化不良後果的措施及在消除次生鹽漬化原因的基礎上來墾殖鹽漬化土地與沼澤化土地；

(5) 在灌溉系統上採取預防性的措施：修建必要的洩水建築物及其他建築物，以便在發生事故或者進行修理和其他工作時排水以及宣洩洪水與其他水量。

防治鹽漬化與沼澤化是提高灌溉土地肥力的問題，也是改善灌溉系統的管理工作和提高灌溉水的有效利用率的問題。

正如試驗證明，每一單位產量的耗水量是隨着產量的提高和採用的灌水技術的改善而顯著地減少的。例如，在中亞細亞許多地區內，當農業技術、灌溉技術和灌溉組織的水平都很低時，棉花的灌溉定額為6,000~8,000立方公尺/公頃，而每公頃產量僅為10公担左右。這就是說，每公担產量耗水600~800立方公尺。

先進的集體農莊、國營農場及先進地區在灌溉定額為4,000~5,000立方公尺/公頃的情況下，棉花產量達到了每公頃30~40公担。這就是說，他們把棉花的單位產量的耗水量減少到120~130立方公尺。

但這還不是極限，許多社會主義勞動英雄已獲得了更大的成就。例如，巴斯基·巴格洛娃（阿塞拜疆蘇維埃社會主義共和國庫蘇姆—依茲馬依洛夫地區，伏羅希洛夫集體農莊）在灌溉定額為5,000立方公尺/公頃的情況下，獲得的棉花產量達105公担。這就是說，每公担棉花的耗水量僅是47.5立方公尺。

圖一是在溝灌及人工降雨灌溉的條件下，先進農業生產者所收穫的產量與每公担棉花的耗水量的關係曲綫。

由圖中可以看出，當採用原始的灌溉方式及產量很低的時候，每公担棉花的耗水量為600立方公尺，而產量高的時候則為50立方公尺。在每公頃產量為30~50公担時耗水量為：

溝灌.....200~130 立方公尺/公担

人工降雨.....110~ 60 立方公尺/公担

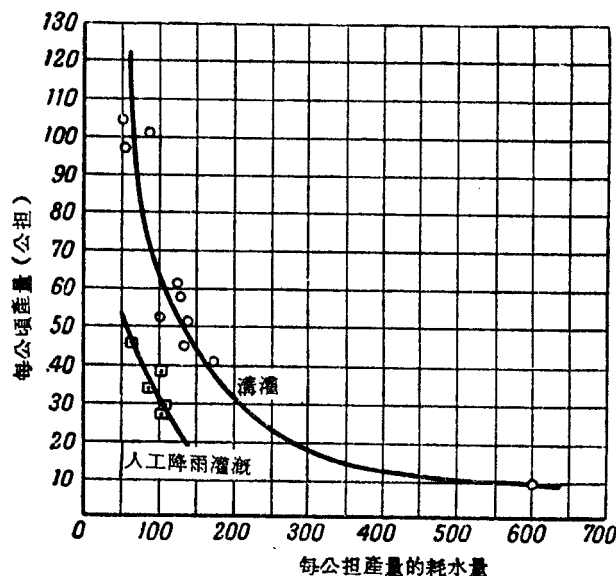


圖 1 每公担棉花產量所消耗的水量与產量高低和灌水方法的關係曲綫

由此可見，社会主义勞動英雄、先進的集体農莊、國营農場和先進地區以及科学研究機關在每公担棉花產量上所消費的水量比在採用原始灌溉方式情况下的耗水量減少了4/5~11/12。这就証明能顯著提高水的有效利用率和大大減少了引起鹽漬化的各种可能的水量損失。產量愈高、灌溉技術愈好，則補給地下水的水量也就愈少。

二、消除灌溉土地鹽漬化与沼澤化的原因

4. 实行草田輪作制是防止土壤內鹽分向上移動的根本方法

为了全面地預防土地鹽漬化，不僅需要消除引起地下水上升的各种原因，还須創造各种条件以尽量減少水量的土壤表面蒸發的損失。这就要种植多年生牧草，实施草田輪作制，採用能使土壤經常保持有結構和疏松状态的土壤耕作方法。

多年生混合牧草能長期使綠色体覆盖着土壤表面。在此時期內水分只被作物所蒸發。而造成鹽分向表土層移動的土壤表面蒸發則完全停止了。在灌溉的条件下，种植多年生牧草，可獲得高额的干草產量，並且它能使無結構的土壤成为有結構的土壤。

土壤穩定的細小团粒結構能断絕上升的毛細管水流。在底層为礫石層的非鹽漬化灌溉土地上，就確鑿地証实了這一點。礫石層由於本身具有粗大的顆粒，能切断地下水上升的毛細管水流，从而也消除了鹽分向表土層移動的原因。此外，过多的水分也可經此層（礫石層）而滲入底土層。

威廉士院士在解釋礫石底土層能切断地下水經毛細管向表土層上升的作用后，繼續說道：“正如在生產条件下（白塔—阿拉尔）所進行的試驗証明，使耕作層具有穩定的团粒結構，就能使耕作層与底土層間的毛細管联系完全断絕。实施草田農作制是極易達到使土壤具有团粒結構的（在二年內）。在这种情况下，不僅完全可以保証不再發生次生鹽漬化，而且除作物的叶面蒸發以外，土壤表面的蒸發也完全停止了，因此不但耗水量比在無結構土壤上進行原始灌溉方式所耗的灌水

量減少了4/5，並且籽棉產量還增加了3倍，要知道，這就等於在耗費同樣灌水量的情況下，灌溉面積增大了14倍”[●]。

當土壤是由1~10公厘的團粒組成時，它像礫石層一樣，就不再為上升的毛細管水流創造條件，在有穩定的細小團粒結構的土壤中，是不會發生毛細管作用的。

無結構土壤不能穩定地保持水分。滲入這種土壤的水分，約有70~80%左右在太陽熱能的作用下劇烈地移向表土層，並經表土層蒸發掉，而鹽分則仍舊存留在表土層中。

具有穩定的細小團粒結構的土壤能很好地儲存水量。在這種情況下，除植物蒸發以外，水分僅從幾公分厚的表土層蒸發掉；蒸發量約佔滲入土壤水量的20%。有結構土壤及無結構土壤的水分蒸發情況，如圖2所示。

若土壤能穩定地保持水分，就能延長歇灌期和減少灌水次數，因而也能消除額外灌水所造成的渠道上和灌水土地上的滲漏損失。

由此可見，種植多年生牧草和建立土壤穩定的細小團粒結構乃是消除鹽分隨毛細管水流向上移動和大量節約用水的根本方法。

土壤的結構性同時也是土壤肥力的基本條件之一，因為在有結構的土壤內能形成良好的空氣、水分、熱和植物所需的養料等狀況。

草田輪作制可使土壤具有穩定的細小團粒結構。種植多年生豆科和不本科混合牧草的田地，若經良好的牧草田間管理，則經過1~2年後土壤就能具有結構性。在灌溉條件下，使無結構土壤成為有結構土壤所需的期限能夠而且應當比非灌溉田地來得短。這是因為灌溉的牧草產量比不灌溉的要多1~3倍。

種植窄穗鵝觀草同黃花苜蓿的混合牧草、草原燕麥、球莖大麥、歐蘭草（Бекмания）、毒麥草以及其他牧草，事先要周密地考慮到適應這些牧草的自然條件。

若輪作制中有多年生牧草，就必須保證牧草栽培的高度農業技

● “B. P. 威廉士全集”第八卷，蘇聯國立農業書籍出版社1951年版第214頁