

中等农业学校参考書

苏联集体农庄三年制农学畜牧訓練班教科書

农作物灌溉

莎烏綿教授主編

財政經濟出版社

中等農業學校參考書



蘇聯集體農莊三年制農學畜牧訓練班教科書

農作物灌溉

莎烏緹教授主編

章施王朱石	祖蘭頌太增	同生康叔華	合譯
			校訂

財政經濟出版社

內 容 提 要

本書系根据苏联国立农業書籍出版社出版的莎烏綿教授主編“农作物灌溉”1955年版本譯出。原書經苏联农業部农業宣傳总局审定为集体农庄三年制农学畜牧訓練班第二学年教材。

本書对灌溉与土壤肥力的关系、灌溉制度、灌溉方法、各种农作物的灌溉技术、灌溉網及其建筑物、灌溉工作的机械化、防止沼澤化和鹽漬化以及計劃用水、农業給水与蓄灌等等均有所闡述，內容全面，其特点是理論結合实践，簡明易解，可作为我国中等农業学校作物栽培專業的参考書。

本書譯者为东北农学院章祖同、施蘭生、王頌康三位同志，校訂者农業部教材編譯室朱大权、石增华同志。

Под редакцией
проф. В. А. Шаумяна

ОРОШЕНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР

Государственное издательство
сельскохозяйственной литературы

Москва 1955

根据苏联国立农業書籍出版社
1955年莫斯科俄文版本譯出

农 作 物 灌 溉

[苏]莎烏綿教授 主編

章 祖 同
施 蘭 生 合譯

王 頌 康
朱 大 权 校訂
石 增 华

*

財政經濟出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第6号

中华書局上海印刷厂印刷 新华書店总經售

*

850×1165 1/32·9 5/8印張·1 插頁·225,000字

1958年5月第1版

1958年5月上海第1次印刷

印数：1--4,100 定价：(10) 1.50元

統一書号：16005.341 58.3. 章型

目 录

序言.....	7
第一章 灌溉是提高土壤肥力的手段.....	9
§ 1 土壤肥力的主要因素和灌溉对提高土壤肥力的意义.....	9
§ 2 土壤中的植物养料元素和水分.....	10
§ 3 土壤中水分的天然积蓄和灌溉的消耗量.....	14
§ 4 灌溉系统.....	16
§ 5 灌溉水的经济利用.....	19
复习题.....	23
第二章 农作物的灌溉制度和灌水定额.....	25
§ 6 农作物的需水量.....	25
§ 7 灌溉制度和灌水定额的确定.....	28
§ 8 灌水定额的测定.....	33
§ 9 浸润灌溉的灌水定额.....	38
§10 灌溉前土壤含水量的测定.....	41
§11 灌水次数及灌水时间.....	43
§12 土壤水分消耗时间的测定.....	47
复习题.....	50
第三章 农作物灌溉的农业技术特点.....	51
§13 灌溉地的轮作.....	51
§14 棉花.....	54
§15 糖用甜菜.....	60
§16 洋麻.....	62
§17 黄麻.....	63
§18—19 玉米.....	65
§20 向日葵.....	67
§21 芜菁.....	68

§22 蔬菜作物·····	70
§23 馬鈴薯和瓜类作物·····	81
§24 水稻·····	85
§25 冬小麦·····	91
§26 春小麦和大麦·····	93
§27 多年生牧草·····	96
§28 一年生牧草·····	101
§29 填閑作物·····	103
复習題·····	105
第四章 灌溉方法与灌水技术·····	107
§30 土地灌溉的方法·····	107
§31 利用地面逕流水灌溉的方法·····	110
§32 灌水方法及其特点·····	114
§33 不播种的深溝溝灌法·····	118
§34 播种溝溝灌法·····	120
§35 灌水溝的長度和灌溉流量的大小·····	122
§36 畦灌法·····	123
§37 人造瓦式灌溉溝的灌水·····	125
§38 格田淹灌法·····	128
§39 畦和溝的浸潤灌溉·····	129
§40 給水入灌水溝、畦和瓦式灌水溝的技术·····	132
§41 配水管·····	136
§42 临时灌溉渠和瓦式灌溉溝对采用效率高的灌水技术的意义·····	141
§43 地面逕流灌溉的技术·····	144
§44 人工降雨灌溉的技术·····	147
§45 用短流人工降雨設備灌水·····	150
§46 用双悬臂式人工降雨机組灌水·····	155
§47 用長流人工降雨設備灌水·····	158
§48 用污水灌溉·····	162
复習題·····	165
第五章 組織有計劃地用水·····	166
§49 有計劃地用水是灌溉系統工作的基础·····	166

§50 灌溉时的劳动組織·····	167
§51 灌水員所需的灌水流量的大小·····	169
§52 場內用水計劃的編制·····	171
§53 灌水和耕作的日工作进度表·····	176
§54 灌水前的准备·····	176
§55 用水計劃执行情况の檢查·····	179
§56 現金支付国家灌溉系統所供給的水·····	180
§57 灌溉渠系管理局与集体农庄間的合同关系·····	182
复習題·····	184
第六章 灌水前灌溉地准备工作的机械化·····	185
§58 灌水前灌溉地的准备·····	186
§59 寬行距条播、方形播种和方形穴播作物灌水用灌水溝的挖掘·····	188
§60 播种灌水溝的挖掘·····	198
§61 作物畦灌的畦的挖掘·····	201
§62 輸水溝和临时灌溉渠的修筑与填平·····	205
§63 浸潤灌溉的农業地的准备·····	212
§64 灌溉地的筑平·····	213
复習題·····	217
第七章 場內灌溉網和建筑物·····	219
§65 場內灌溉網和建筑物的用途·····	219
§66 固定渠上的建筑物·····	223
§67 临时灌溉網上的建筑物·····	228
§68 灌溉时的配水和水的計算·····	234
§69 固定渠上的量水建筑物·····	237
§70 临时灌溉網上的量水建筑物·····	241
§71 灌溉網和建筑物的管理·····	245
§72 提高灌溉網有效系数的措施·····	247
§73 用水管理員的責任·····	250
复習題·····	252
第八章 灌溉地狀況的觀測和鹽漬化、沼澤化的防止·····	253
§74 灌溉地狀況觀測的目的·····	253

§75 观测井的配置及地下水水位的观测·····	255
§76 测定地下水位的方法及观测井的管理·····	258
§77 地下水位观测材料的处理·····	260
§78 防止灌溉地盐渍化和沼泽化的措施·····	261
复习题·····	262
第九章 农业给水和蓄灌·····	264
§79 集体农庄和国营农场中给水的组织·····	264
§80 给水的水源·····	266
§81 需水量的测定、建井地点的选择和给水水源的卫生保护·····	270
§82 竖井·····	272
§83 管井和引泉设备·····	277
§84 从井中扬水的机械化和自动化·····	281
§85 输水管道及其连接·····	288
§86 河流、渠道和水塘附近地下水的利用·····	289
§87 从地面给水水源取水·····	291
§88 牧场的给水·····	296
§89 蓄灌和重点灌溉以及水塘的建立·····	299
§90 给水和灌溉用的抽水机站·····	304
复习题·····	310

序 言

在中亞細亞、南高加索、羅斯托夫省、伏爾加河以東地區和我國其他干旱地區，作為提高農作物收穫量的重要方法的田地灌溉已經獲得廣泛的發展。

集體農莊和國營農場借助人工灌溉保證維持最符合於栽培作物要求的土壤濕度。利用這種方法，先進的集體農莊和國營農場從每公頃田地上獲得籽棉 30—60 公担、蔬菜作物和馬鈴薯 400—500 公担、小麥 25—35 公担、水稻 50—70 公担、多年生牧草的干草 80—100 公担以及其他作物的高額產量。

當灌溉水的供給、分配和使用合理時，則能达到灌溉的良好結果。灌溉的實踐證明，破壞了這些條件會使灌水質量降低，造成水分損失，從而引起灌溉地的沼澤化和鹽漬化，妨礙農作物單位面積產量的提高。

蘇共中央二—三月全會提出一項任務，要在 1954—1958 年內在所有的植棉集體農莊實行和掌握棉花苜蓿輪作，並且保證嚴格監督集體農莊的用水和廣泛採用最完善的農作物灌水方法。全會同時議決進行必要的工作來整理現有的和修建新的集水—排水網，不允許灌溉地的進一步鹽漬化和從輪作中減少灌溉地。

在這本教科書中敘述了灌溉是提高土壤肥力的手段（因而也是提高農作物產量的手段）的基礎，並講到確定灌水定額、灌水時期和灌水次數的方法，最完善的灌溉方法和自動化與機械化灌水的技術，組織集體農莊和國營農場的有計劃用水。其次介紹了有

关灌溉地灌水前准备工作机械化、场内灌溉网和灌溉网上建筑物、观察灌溉地土壤改良情况和防止灌溉地盐渍化与沼泽化等必要知识。

有关农业给水和蓄灌的问题专立一章来叙述。

灌溉地上农作物的农业技术,主要是连系灌溉制度略加叙述。比较详细的农业技术知识,农学畜牧训练班的学员可以从专门的教科书中得到。

教科书的著者们所抱的目的是要帮助农业工作者掌握有关高效利用灌溉来获得高额而稳定的产量同时使资金和劳动花费最少的必要知识。

教科书由全苏水利技术和土壤改良科学研究所的著者们集体编写:莎乌绵(В. А. Шаумян)(第一、二、四、五各章);米哈伊洛夫(М. Н. Михайлов)和罗马诺夫(В. М. Романов)(第三章);费朵林可(И. Д. Федренко)(第四章的 §45、§46 和 §47);萨姆索诺娃(Н. П. Самсонова)(第六章);波波娃(В. Я. Попова)(第七章);费维格(Е. П. Фивег)(第八章);格里巴诺夫(И. П. Грибнов)(第九章)。

第一章

灌溉是提高土壤肥力的手段

§1 土壤肥力的主要因素和灌溉对提高土壤肥力的意义

灌溉是旨在人为地湿润土壤来最大限度地满足栽培作物对水分的需要，以便获得农作物高额而稳定的产量的一种有计划措施制度。灌溉时土壤的湿润借助于灌水来进行。灌水次数、灌水日期和灌水定额以及进行灌水的方法和技术决定于地区的自然条件、土壤中积蓄的天然降水和地下水、栽培作物的特性、运用农业技术的水平、土壤状况和耕作方法。

土壤生产作物产品(人类的粮食、家畜饲料、工业原料)的能力即土壤肥力。

因而土壤肥力和植物生长及发育决定于日照、温度、空气、植物的养料元素和水分的存在，并且也决定于土壤状况，因为各种物质和水分是在土壤中转化为栽培植物所能吸收的形态。

为了提高土壤肥力，发展用以供给和调节植物养料元素、水分和改良土壤环境的科学技术方法也是必要的。在社会主义农业中，土壤肥力的不断提高是依靠合理的劳动组织及广泛地利用科学技术成就有计划地来实现的。

没有植物养料元素、水分、空气、日照和温度，土壤肥力是不可思议的。同时这些因素的数量和质量还必须处在使植物生长和发育良好的适当比例和形式之下。例如，假使土壤中含有过多的水分或

水中溶有大量的有害鹽类，那末在这样的土壤中栽培的作物就不能生長，所以土壤不具有肥力。因此，在沼澤土壤和鹽漬土壤上，若不采取專門的措施来消除过多的水分和鹽类，农作物就不可能正常的生長和發育。

按照植物的要求，土壤肥力因素有效調節的程度决定于人类用来影响土壤的科学技术方法的發展程度。例如，向栽培作物的土壤中人工施肥，創造土壤的結構，及时供給植物以必要数量的水分和使用最先进的农業技术的其他方法就能消除栽培作物对自然条件的依賴，并能大大地提高土壤肥力。如果沒有人为的影响土壤肥力因素，那末土壤就只有天然的肥力。

但是，利用科学和技术成就的性質和範圍直接决定于当前社会的生产方法。例如，在資本主义国家中，土壤肥力一貫地为了財閥的利益而被掠夺。因此在資本主义的条件下，在农業上能不能采用科学和技术的成就不是由有計劃的和合理的經營管理来决定，而是由追求最大利潤的部分企業主的利益决定的。

在社会主义社会中这种情况是完全相反的。这里的生产关系尽力使生产力、科学和技术能够發展。

集体农庄、国营农場、机器拖拉机站为了不断提高谷类作物、經濟作物、蔬菜作物和其他作物的收获量，以便在我国創造丰富的农产品，正在根据科学、技术和先进的农業經驗的成就有計劃地調節土壤肥力的因素。

在灌溉地上获得棉花、甜菜、蔬菜、谷物、牧草和其他农作物前所未有的高产的先进集体农庄、国营农場和科学机关的实践，証明了社会主义农業拥有無窮無尽的潜力。

§2 土壤中的植物养料元素和水分

植物的养料元素包括碳、氧、氢、氮、磷、鉀、硫、鈣、鎂、鉄和-

些其他元素。其中每一种元素，如果处于一定的化合物状态便能為植物利用。例如碳以游离的二氧化碳形式被利用，氧以游离的分子和含氧化合物的状态被利用，氢以水的形式被利用，氮主要是以化合物状态被利用（只有豆科植物才能利用游离的分子氮），磷和硫以磷酸鹽和硫酸鹽的状态被利用。

上述每种元素，甚至当植物对它的需要量不大时，对植物來說也是生活上所必需的。

植物需要养料元素比較少，但是消耗水分很多。

活的植物体内水分是主要的部分。例如棉花含水 67—77%。此外植物通过大量的具有特殊構造（为了收吸空气中二氧化碳所必須的）的叶面进行蒸發而消耗了数百倍的水分。每一吨收获物（干的狀態）消耗的水比植物所消耗的各种养料元素的总和多到 1,000—2,000 倍。

光照和温度直接影响植物的生長和發育。这些因素可以借及时进行播种、植株密度、株行距、土壤耕作制度、温室温床的设备等等来調节。植物养料元素的調节借施肥制度来实现。

植物的水分狀況借农業技术的和土壤改良的措施来調节。

植物呼吸所需的二氧化碳和氧直接自空气中吸收。大多数的养料元素和水分通过根系自土壤中进入植物有机体。

科学和技术的現狀已能借調节土壤肥力的主要因素的方法，其中包括植物的营养狀況和水分狀況，積極地影响植物的生長和發育，提高它的收获量。

水分对植物养料元素改变成植物可吸收状态的过程起着很大的作用。水能溶解这些元素，并且由于水的不断流动能將这些元素（成無机氮化物或有机灰分元素化合物的状态）自土壤运输到植物的綠色部分。水分是植物的組成部分，能調节植物的温度狀況。植物为了自空气中吸收二氧化碳和形成有机物一定需要水分。

当灌溉时,灌溉水源(河流、湖泊、池塘、貯水池、水库等)蓄儲的水分便由机械因素和物理因素变成土壤肥力的因素和植物生長及發育的生理因素。

每一种植物無論对养料元素或水分的要求都有它一定的量和質,并且这些要求在植物發育的各个阶段上变化是很大的。

植物消費的养料元素和水分决定于这两种因素比例的改变。如果水分丰富,而养料元素不足(土壤沼澤化),或相反地养料元素丰富,而水分不足(干旱),都会引起植物收获量的下降,甚至死亡。

当供給土壤的水分無論是过多或者不足时都会使土壤肥力因素之間的比例不合理并使植物营养受到破坏。

灌溉农业的先进工作者研究了植物的本性 & 当地的条件,掌握了农业科学的成就,从而确定了各个田区的灌水日期、灌水定額和灌水次数。他們的实践証明,甚至按最准确的方法所規定的一般灌溉制度,在集体农庄和国营农场中必須还要进行修正。因此必須考虑每一个农场及其每一塊田区的特性。

在数十公頃、数百公頃和数千公頃灌溉地上获得高额产量的集体农庄和国营农场的先进經驗对解决这些問題提供了很大的价值。

当采用人工灌水时,主要的任务就是創造土壤中为保証植物在其整个生長和發育过程中养料元素最大吸收率所必須的积蓄水。

在灌溉农业中,系人为地將水灌入土壤,因而它的花費是巨大的,所以永久地保持和正确地利用土壤中的积蓄水具有非常重大的意义。

在有結構的土壤中,水分能很稳定地保持在土壤中,为植物更有效地利用,并且养料元素也能为植物更好地吸收。在無結構的土壤中則恰恰相反,水分的积蓄不稳定,因为水分会沿着毛細管移

动,因而大部分的灌溉水無用地通过土壤表面而蒸發。

有結構的土壤与無結構的土壤不同,它是由細小的,牢固粘着的团粒組成,团粒間的空隙比团粒內部土粒間的空隙大得多。水分在团粒間移动十分困难,因此土壤中不会形成毛細管,同时团粒中积蓄的水分牢固地保持着。这种水分可以进入植物的根系。

有結構的小团粒土壤的优点在于水分不能停滯在团粒間的空隙中,而空隙被空气所充滿。因此保证了为改变养料元素成为植物可吸收状态所必須的空气能自由地进入土壤。当对栽培在無結構土壤上的中耕作物灌溉时,灌水后耕耘土壤,以便靠疏松暂时使土壤性質接近有結構土壤的性質。

当确定灌溉需要的水量时必須知道:植物所需要的总水量;創造土壤中水分有效积蓄的降水和地下水的最大利用限度;全年供給土壤的灌溉水的总量;每次灌水的給水量。

著名的学者季米里亞捷夫(К. А. Тимирязев)指出,为了获得一吨植物的种子要消耗 1,000 吨水,但是这不是植物所必需的需要量,在适当的条件下水的消耗在頗大的程度上可以减少,因为正常地形成有机物,植物在蒸騰上不需要这样大量的水,这样多的水实际上都是蒸發掉的。

應該补充說明,大部分的水是經過土壤表面蒸發掉的,这些水分不是获得收成所必須的。当土壤保持有結構的疏松状态时能显著地减少土壤表面的蒸發,当植物的蒸發面增加比較小时也能提高产量。

从所有的这些情况可以得出結論:提高土壤肥力和农作物的收获量一定会使單位产量所消耗的水分减少。农业先进工作者的綜合試驗肯定了这个結論。許多先进的集体农庄提高了土壤肥力和农作物的收获量,同时也使获得一吨收获物消耗的水分减少到 500 吨。由此可見,如能消除水分的一切損失,則总耗水量,以每公

頃收获棉花 50 公担为例,可能只有 2,500 立方米。但是在目前的条件下还不能使水分的一切损失消灭,因此水分依然被大量消耗。

§3 土壤中水分的天然积蓄和灌溉的消耗量

依靠降水和地下水,土壤的天然湿度能充分地保证植物对水分的消耗量,而水分自土壤中蒸发不会引起土壤干旱的地区不需要灌溉。但是不同的作物对水分的需要量不同,因此在同一地区对一种作物可能是不需要灌溉,而对另一些作物则极需灌溉。例如在莫斯科省、列宁格勒省和中央地区、西部地区 and 西北部地区的许多其他省份,年雨量平均为 500—750 毫米,那里的集体农庄和国营农场不进行灌溉,甚至在许多情况下采取了排水措施,都曾获得谷类作物的高额产量,但是为了获得蔬菜作物的高产广泛地采用人工灌水。

在某些地区天然降水的总量对获得谷类作物和其他作物高额产量是足够的。但是降水量常常和植物在一定时期对水分的消耗量不相符合,因而不能保证为获取高额而稳定的产量所必需的土壤水分状况。大部分的水从田里流失或无用地蒸发掉。中央黑钙土地区的省份便属于这样的天然潮湿的地区,那里的年降雨量平均是 475—550 毫米。灌溉时规定充分利用天然降水,而在个别干旱时期则采用灌水来补充。

在我国草原地区,年雨量减少到 325—450 毫米,而蒸发加强,灌溉用来作为防旱的根本手段具有很大的意义。但是即使在此地天然降水仍是主要的水源,而灌水在个别时期作为天然降水的补充来保证农作物对水分的消耗量。

在降水量很少而蒸发很大的地区,这种情况完全相反。例如在中亚细亚的许多地区,一年内天然降水为 150—250 毫米,实际上农作物对水分的消耗量测定为 400—600 毫米降水量。在这些地

区,虽然也必须利用降水,但是在此地灌水是有决定意义的,若不进行灌水,获得高额产量是不可能的。

因此当灌溉时必须首先保证最充分地利用积蓄水、降水和地下水。

大家都知道,土壤具有一种性质能吸收并保存大量水分。这种性质称为土壤的田间持水性。当根分布层的土壤为水分饱和时,大面积的土壤本身变成水库,植物自水库中直接获得它所需要的水分。例如面积为一公顷,深达一米的土层能容纳和保持水分2,000—4,000立方米。其中约有1,000—1,500立方米的水分是束缚水,其余1,000—2,500立方米的水分可以长期为植物利用。土壤中植物可吸收的积蓄水可以靠天然降水来补充,而在没有天然降水时,则利用灌水来补充。

土壤中可以容纳大量的水分,超过它的田间持水量,但是这样的湿度会引起土壤沼泽化,多余的水分沿地面流失,因此引起土壤冲刷,地区的淹没等等。

当土壤中水分的积蓄依靠降水和地下水,同时土壤以后的天然湿度足以获得农作物的高额产量时,灌溉可以借拦阻和利用雪水及雨水的地面逕流来实现,而不用人工给水。

如果播种前土壤中的积蓄水和以后的降水很少,不足以使土壤的根分布层的湿度达到田间持水量,这就需要适当地进行播种前的浸润灌溉。如果生长期灌水的消耗量下降,则土壤中的水量和以后的天然降水就足够了。

在其他的情况下,当土壤中植物所需的水分不足时,必须预先补充积蓄水达到土壤田间持水量,同时采取生长期灌水。在中亚细亚和南高加索降水很少,而蒸发急剧,依靠灌水和降水在土壤中一次创造的有效积蓄水只能达到植物总需水量的25—30%,因而生长期灌水是主要的灌溉方法。

在草原地区当灌溉多年生牧草、蔬菜和其他喜湿植物时也能出现类似的灌溉条件。

大量需水的多年生牧草的灌溉也以采用生长期灌水为主，降水和土壤中一次创造的有效积蓄水不敷栽培高产干草的需要。

由于蔬菜作物的根系分布很浅，所以栽培蔬菜作物的土壤积蓄水应该形成在土壤上层，因此积蓄水比这种作物对水分的总需要量要少。蔬菜作物的灌溉主要采取小定额的多次的生长期灌水。

根据气候和土壤条件、计划栽培的农作物特性和经济特点而采用不同的灌溉方法。为了正确地选择灌溉方法和效率很高地利用灌溉系统和灌溉地，必须了解降水的分布情况、农作物利用降水的程度、土壤条件、土壤的积蓄水、作物的组成，及其对水分的需要量，以及轮作、劳动资源和劳动组织。

主要的灌溉方法有：

1. 地面逕流灌溉法，这种方法的目的是拦阻田间的雪水和雨水，也就是在田地上形成逕流，并把这些水变成土壤中有效的积蓄。
2. 浸潤灌溉法，当采用这种方法时，除了最大限度地利用天然降水外，规定进行播前的浸潤灌溉。
3. 生长期灌水法，这种方法主要是进行生长期灌水，并利用天然降水和蓄水在播前的时期来补充生长期灌水。

§4 灌溉系统

在一定的技术基础上为进行灌溉所组织的机构（渠道、建筑物、设备）称为灌溉系统。

在苏联是按照有计划地利用天然的水源来进行灌溉。灌溉的主要任务是：最大限度地利用天然水源的水来提高土壤肥力，并与其他植物生活条件共同保证获取高额而稳定的产量。

为了完成灌溉的这项主要任务必须：