

农业物理学问题

А. Ф. 約 飞 主編
И. И. 薩莫依洛夫

科学出版社

农业物理学問題

А. Ф. 約 飞 主編
И. И. 薩莫依洛夫

朱振武 陈德鑫 韓純儒 合譯

Под общей редакцией академиков
А. Ф. ИОФФЕ и И. И. САМОЙЛОВА
ВОПРОСЫ
АГРОНОМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
Сельхозгиз
Ленинград, 1957

內 容 簡 介

本书是一本論文集，內容选自全苏列宁农业科学院肥料組为农业物理学問題召开的扩大全体會議（1955年3月15日—19日）上所做的报告共30篇。主要內容除有关农业物理学总問題和总任务的报告外，还有这門科学各个部分的报告：土壤水分状况方面；土壤和近地面空气层的热状况方面；土壤結構及創造和保持土壤結構的方法方面；以及苏联不同土壤地理帶中土壤耕作的方法等方面。

本书可供生物物理、土壤物理科学研究工作者及大专院校生物系生物物理、农业物理专业师生参考。

农 业 物 理 学 問 題

А. Ф. 約 飞 主編
И. И. 薩莫依洛夫

朱振武 陈德鑫 韓純儒 合譯

*

科学出版社出版（北京朝陽門大街117号）

北京市书刊出版业營業許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1962年4月第一版

书号：2504 字数：336,000

1962年4月第一次印刷

开本：850×1168 1/32

(京) 0001—5,300

印张：12 3/4

定价：1.80元

前 言

本选集中以簡要的形式发表了全苏列宁农业科学院肥料組为农业物理学問題而召开的扩大全体会議(1955年3月15—19日)上所做的报告。在全体会議和分組會議上,共听取了約50篇报告和近70个发言。

除了有关农业物理学总問題和总任务的报告之外,全会还听取了这門科学各个部分的报告:土壤水分状况方面;土壤和近地面空气层的热状况方面;土壤結構及創造和保持土壤結構的方法方面;以及苏联不同土壤地理帶中土壤耕作的方法方面。

在有关土壤水文学方面的論文中,土壤水分的移动性和对植物的有效性与土壤中含水量的关系問題占着重要的位置。这里援引了苏联各地帶的土壤中水分状况方面的大量实际資料。

土壤热平衡方面的論文,闡明了这一科学部門的現狀,以及土壤和加温地冬季状况的問題。

最后,載入土壤結構和耕作方面的資料。

遺憾的是,由于許多原因,这里沒有能发表全会的全部报告。对未收入本选集中的报告,只写了簡介作为报导。

肥料組关于农业物理学問題方面的全会,是在关于这个問題的第一次會議(1934年1月19—24日)之后21年才召开的。在此期間,苏联广泛地开展了农业物理学(包括土壤物理学)方面的工作。这个知識部門中理論和实验的研究工作,成为解决土壤耕作、干旱地区土壤灌溉、碱土改良和过湿土壤排水以及农业科学和实践的其他部門問題的牢固的基础。

本选集并不想对农业物理学整个工作做出总结。但是編輯部相信:收在本选集中的論文对于科学和实践工作者是有益的,并在某种程度上将有助于完成提高农业栽培和产量方面的总任务,对

于完成苏共中央二十次代表大会的历史性决议向农业提出的巨大任务作出力所能及的贡献。

目 录

前言.....	vii
农业物理学的任务.....А. Ф. 約飞(Июффе) 院士	1
土壤中水分的移动及其調节的某些途径.....	
..... Ф. Е. 闊略謝夫(Колясев)	9
土壤水分移动規律性的确定..... Б. В. 杰里	
亚根(Дерягин)、М. К. 美里尼柯娃(Мельникова)	34
土壤和土质中水分的平衡和运动..... С. В.	
涅尔平(Нерпин)、М. К. 美里尼柯娃(Мельникова)	49
水分对作物的有效性与土壤和土质的结构及紧实度的关系...	
..... Б. Н. 米丘林(Мичурин)	69
流沙上造林时的水分状况.....И. Б. 列烏特(Ревут)、	
Н. Г. 查哈洛夫(Захаров)、Л. С. 道岑科(Доценко)	90
对有机矿物大顆粒在相当干旱土壤內的湿润机制的研究.....	
..... Н. С. 拉斯介加耶夫(Растегаев)	114
土壤水分特性与其粒度成分的相关性.....	
..... К. Н. 希什柯夫(Шишков)	124
研究砂中悬着水特性的試驗.....	
..... Н. С. 奥列什金娜(Орешкина)	132
灌溉时土壤中水分的渗入和分布.....	
..... М. В. 帕列奥勃拉仁斯卡娅(Преображенская)	143
农田热状况学說的现状.....	
..... А. Ф. 丘得諾夫斯基(Чудновский)	157
远距离电阻干湿表和测定空气湿度的新方法.....	
..... М. А. 卡干諾夫(Каганов)	177

壟作是作物栽培的土壤热量改良措施.....	
.....	Е. П. 里亚伯娃 (Рябова) 190
高畦果园冬季状况的研究.....	
.....	Г. Г. 郭东 (Годун)、О. Д. 罗趾斯卡娅 (Рожанская) 203
土壤低温对植物生命活动影响的问题.....	
.....	В. П. 达得金 (Далькин)、Г. С. 郭尔布诺娃 (Горбунова)、Е. Е. 托尔果夫金娜 (Торговкина)、Г. П. 尼基丁 (Никитин) 216
冻土的透水性.....	Л. Н. 斯切潘诺夫 (Степанов) 227
用“安全电热丝”法加温的温床工作状况的理论研究.....	
.....	М. И. 奥兰斯基 (Оранский) 244
温床电力加温的合理方法的设计和研究的.....	
.....	Б. А. 杰耶夫 (Деев) 251
土壤结构问题.....	П. В. 威尔西宁 (Вершинин) 253
两类质上不同的团聚体的季节变化, 它们与土壤养料对植物根有效性的关系.....	А. Ф. 丘林 (Тюлин) 271
关于土壤结构的测定.....	А. М. 比亚雷 (Бялый) 283
关于各种机械成分的生草灰化土的微结构和大结构的某些特点.....	В. Н. 季莫 (Димо) 288
林带对半荒漠土壤物理状况的影响.....	
.....	А. Ф. 华久尼娜 (Вадюнина) 300
根据土壤空气成分资料论土壤好气和嫌气条件问题.....	
.....	И. П. 帕雅索夫 (Поясов) 314
在木本和草本群落之下草原和半荒漠的土壤空气中二氧化碳状况.....	В. Б. 马茨凯维奇 (Мацкевич) 323
在中央黑钙土带应用马尔采夫土壤耕作制的原则和农业物理学的任务.....	В. В. 克瓦斯尼柯夫 (Квасников) 337
提高生草灰化土肥力的某些物理学原理.....	
.....	К. И. 巴江 (Балтян) 347

土壤物理机械性质是决定农业机器工作的因子.....	
..... П. У. 巴赫岑(Бахтин)	361
通过对生草层局部施肥来提高牧草产量和改善土壤物理条件	
..... Л. С. 道岑科	378
苏联欧洲部分非黑钙土带播种春小麦的秋耕地播种前的耕作	
制..... Н. Н. 克拉善宁尼柯夫(Крашенинников)	385
未列入本选集的报告简介.....	
..... М. К. 美里尼柯娃、Л. Н. 斯切潘诺夫	394

农业物理学的任务

A. Ф. 約飛 (Иоффе) 院士

党和政府关于进一步提高我国社会主义农业和畜牧业的決議，提出了未来远大的任务，指出了完成这些任务的主要途径。这样，发展农业科学，以及在集体农庄、国营农場的实践中应用农业科学的成就，就具有更重大的意义。

应当动员全部科学力量，首先是与动植物生活条件直接有关的那些科学部門，致力于提高农业的理論和实践。

生物学和化学早就在农业科学中占有显著的地位。但是应用物理学及其极为丰富的可能性还远远不够。产量决定于外界环境条件(光、热、水分、空气)，正如决定于种子品质和营养条件一样，
• 这个原理早就认为是无可怀疑的真理。

外界环境——这首先是物理因子，必須研究这些因子，并且可以学会控制这些因子。苏联的物理学家們在超过我們敌人所担心和朋友們所希望的短时期內，解决了原子和热核武器的問題，他們并把原子能用于和平的目的。苏联物理学成了技术进步的基础：它的理論和方法正贯穿到有关的知識部門中。

毫无疑问，苏联物理学家能給农业带来不少有益的东西。

那末农业物理学的任务是什么呢？我先从其中最明显的虽不是最重要的任务开始讲起，也就是从数量上研究周围的环境，从测量的方法和测量的仪器談起。

誰也不怀疑：为了正确地指导农业生产，必須注意土壤和近地面空气层中的温度和湿度，必須知道并在一定程度上预测风力和风向，以及霜冻的发生，这是掌握影响产量的物理因子的必要的第一步。

在实践中如何解决这个任务呢？

用水銀溫度表測量溫度，用阿斯曼通風干濕表測量空氣濕度，而土壤濕度的測定則要求採取許多樣本並進行實驗室的处理。每一種測量都在一定程度上破壞了所研究的环境特性，有時並破壞了所研究地段上植株的狀態。因此，我們所獲得的，常常並不是我們所提出的那些問題的答案。

其實，現代物理學所擁有的方法要方便得多和合理得多，如果應用這些方法就能把農業技術提高到新的水平上。農業物理研究所已研究出了測量農學家所感興趣的數值的遠距離自動集中記錄的儀器系統。這些儀器能同時自動記錄不同地段上溫度、濕度和其他指標的不斷變化情況，以代替觀測員一晝夜三次到當地去觀測。位於一個地點的這種中心觀測站，能得到全部田地上各種現象的情況。

以下我舉出幾個新儀器的例子：

一、В. Г. 卡爾馬諾夫(Карманов)研究並製造出大小不到一毫米的小粒半導體的溫度和濕度測量計，它們可以在有指針的電動儀器上很精確地測定葉子或莖任何部分的溫度，以及在這些部分之上的空氣濕度。借助於這些儀器，可以研究植物蒸騰作用、蒸發和凝結、增熱和冷卻等的極為細微的過程。

二、А. Ф. 丘得諾夫斯基(Чудновский)教授和農業物理研究所的其他研究員所發明的儀器，能夠測定土壤表面的平均溫度、植株層中和土壤表面之上的空氣平均濕度和溫度、植株所得到的照度、不同深度的土壤溫度。把這些儀器變成電動測量和自動記錄，就可以使觀測工作大為簡化和正確。

對空氣溫度和濕度進行精確的梯度測量，就可以確定下墊面的總蒸發量或農作物的需水量。

三、拖拉機和農業機器要消耗大量的液體燃料。但是它們所作的功，無論什麼方法也測量和檢查不出來。И. В. 科羅包契金(Коробочкин)研究出一種工作計，這種儀器可以測量拖拉機所作的功，精確度達 1.5%。

可惜,几十种这样极其有用并经过仔细检验的仪器,还未开始大量制造。它们在全苏农业展览会上广泛地表演过,并得到部的同意,但在实践中它们尚未得到广泛应用,还只是在农业物理研究所的工场中少量地制造着。

农业物理学的最重要任务,应当认为不仅在于测量外界环境条件,而且在于根据该作物的要求尽可能地改变外界环境条件。可以想象:如果不只是用物理学方法,而且还用遗传学的方法来对待这些任务的话,那末这些任务就会完成得更好和更加完善。农业物理学应当使空气和土壤的小气候向着最有利于植物的方向改变,而选种学应当培育出适应于这些条件的品种。农业物理学家和选种家的互相协作,要比他们分散的努力能取得更大的成效。例如,把玉米的栽培界线向北推移的任务,既要求改良土壤的热状况,也需要选择要求热量最少的品种。

积极地影响作物生长的物理条件,这个任务是困难的,但也是可以解决的。仔细地研究了决定土壤湿度和温度以及营养物质进入的全部现象之后,应当总结所获得的结果,并把这些结果加以严格的(尽可能是数学的)公式化,以便创造出控制外界环境的理论。

从这种理论出发,必须进一步找出能在田间大规模实行的农业技术方法,并确定适用这些方法的气候和土壤界限。

这个计划能够实现吗?我可以从农业物理研究所的实践中举出若干解决这些任务的例证。

例如,在北部地区,马铃薯常常由于早秋霜冻而死亡,这个事实迫使首先研究霜冻本身。研究发现:茎叶的受冻和变黑,使块茎停止生长,这是叶子强烈辐射的结果,强烈的辐射使叶子的温度比不流动空气的温度降低 $5-7^{\circ}\text{C}$ 。而这时土温还相当高。在与盛行风平行的高壟上栽培马铃薯,可使叶子依靠土壤中贮存的热量而增温,并大大减少产量的损失。

仔细的研究阐明:壟作还有其他的优点。根据上述中心观测站的资料确定:在整个春季,壟上块茎和根发育之处的温度,比平

作来得高,同时并消除了土壤过分潮湿的现象,而所有这些因子的结果,使每公顷产量比平作高 60 公担。壟作的方法很容易与方形穴栽的优点结合起来。马铃薯壟上方形穴栽的经验,也应用到北部地区玉米的栽培上,并得到极为良好的结果。

相似的情况可以解释茹契柯夫(Жучков)教授所提出的在北部地区高畦上栽培果树的有效结果。中亚细亚南部地区棉花壟作的多年研究,也发现这种方法在那儿有很大优点——保持土壤的结构,更好地利用水分和肥料。

第二个例子是 Ф. Е. 闊略謝夫(Колясев)教授所提出的有机矿物大颗粒。研究了颗粒本身所发生的过程、加入颗粒中的肥料状态、微生物的丰富性、颗粒的湿度、以及研究了颗粒周围各土层的各种现象,使我们得出如下的结论:颗粒的吸湿性保证了汽态水从土壤流向颗粒,从而提高了土壤干旱时期营养物质对植物的有效性。在苏联各地区一万公顷的面积上,颗粒使蔬菜产量每公顷都增加 50—100 公担。

第三个例子是瀝青乳剂,用瀝青乳剂可以把流砂固定,为流砂的绿化创造了条件,并使荒瘠的砂地变成经济上有用的田地。

迅速成长的农业机械化和电气化,使农业技术与工业相接近。在农业生产上应用各种机械,就有必要提出过去物理学家在工厂中所研究的那些问题。农业机器由于它们在教育上的革新和多样性,就要求给以更大的重视。但是,无论在机器拖拉机站还是在制造农业机械的工厂中,你都遇不到物理学家,甚至在机械化和电气化的研究所里也很少。而另一方面,在工业中什么样的物理方法你都可以看到: X 光分析和光学分析、电子学、超声波、半导体、干扰、无线电技术。

应当认为:研究耕作时土壤中的物理过程和这些过程对土壤结构的影响,分析能的耗费和农具的磨损率,这些都是有巨大实际意义的特别重要的任务。除了现在所应用的土壤耕作方法之外,还应当仔细地研究其他的土壤耕作方法。研究锯、铣刀、振动、电渗透的原则的适用程度,即使仅在实验室研究中利用超声波作为

疏松工具，而在田间条件下利用超声波来鉴定土壤的物理条件，这些都是有益的。

同时，也提出了利用金属快速加工时所采用的超硬合金和半导体材料(車刀)作为切削刀刃的问题，以及在翻耕时应用犁的滑潤油问题。

当然并不是提出鋸或切削土地，新的任务应当按其自己的方式来解决。但我并不怀疑：如果是创造性地利用先进工业技术，而不是纯粹机械地搬用的話，那末，先进工业技术的新鲜血液，将使几千年的土壤耕作方法更新。技术进步的速度，对农业来说也是能够达到的。

与耕作有关，存在着土壤结构、土壤团聚体的水稳性以及结构对农作物产量的作用的问题。借助于胶合物质人工形成结构，可能是达到这个目的的手段之一。现在美国为了这个目的正在大肆吹嘘塑料生产的废物——克利里烏姆(Криллиум)¹⁾。

农业物理研究所早在战前就用这些方法研究了结构的作用，后来应用了泥炭中的提出物，这些提出物把形成结构的特性和补充养料結合了起来。水稳性团聚体和肥料能提高产量。除此之外，还研究了土壤结构形成及其在各种因子影响之下发生变化的机制问题。

现在我們談一下未来的、尚未在技术上得到解决的一些任务。

原子能在我們的生活中具有特別重大的意义。放射性同位素已肯定地在技术中作为检查生产和探伤之用。生物学和医学无论在诊断方面或在医疗各种疾病方面也都广泛地应用同位素。现在可以指出在农业中利用放射性物质和射线的許多极有前途的方向。在放射性的基础上，可以創造实验室和田間研究的各种方法。揭露放射性物质对土壤、微生物区系和高等植物的多方面影响，是很重要的问题。我們并且应当准备在农业中直接利用原子能。

1) 克利里烏姆——丙烯酸和甲基丙烯酸的多種聚合化合物的集合名詞，可參閱“农业物理学原理”(Основы агрофизики)一书第388—392頁——譯者注。

我們很清楚地知道，在廣闊的田地上所進行的各種過程要實行電氣化會碰到多大困難，電力在集體農莊的實踐中還應用得多少。

半導體物理學的現狀，使得下面這個任務大有成功的可能：那就是不用機器而由任何地方性燃料取得電能。半導體熱電偶不僅可以保證供應無線電設備的電源，而且可以保證電力照明和生產過程的電氣化。半導體熱電偶利用煤油燈玻璃罩所發出的熱空氣，現在已經用來供給無線電的電源。任何東西也不能阻礙在極大範圍內利用熱電偶。

在收穫和貯藏產品、運輸奶品、防止水果腐爛時所發生的困難，是大家清楚地知道的。物理學及其熱電冷卻和加熱，在這裡也能給予幫助。例如，如果在運送牛奶的貯槽中接上熱電堆，那末就可使牛奶的溫度在夏季保持在 5°C 左右，而在冬天用同樣的熱電堆就能使它加熱，而所耗費的電能僅為普通變阻器的 $1/4-1/5$ 。

在穀物倉庫或蔬菜水果倉庫內自動記錄溫度和濕度，而且把溫度自動地保持在規定的水平上，這是現階段已經可能解決的任務。

對於干草和穀物的干燥過程、青貯的狀況、冬作物和果樹的冬季狀況，還注意得遠遠不夠。

在保護地上，全部條件我們都能控制，但產量仍然不高，這表明我們關於植物的需要方面的知識是多麼不足。應用物理學的研究方法，就能詳細地確定這些資料，發現錯誤，制定系統的措施，以保證在短時期內生產維生素和糖分含量高的有價值的蔬菜。已能在60天內收穫番茄，50天內收穫草莓，12—15天內收穫四季蘿卜。應用人工光照，可以在一年內獲得六次小麥產量，並能使樹木的發育加速許多倍。

物理學以自己的研究方法可以給農業以不少的幫助。把農學家幾世紀來的經驗與現代物理學所制訂的各種研究方法結合起來，並以辯證唯物主義的方法論作為指導，農業技術就可能在更高的程度上控制自然的力量。

在物理学中广泛应用的那些方法，象同位素指示剂，半导体，无线电技术仪器，光学，电子学，超声波，X光、放射性物质和核物理学的其他制剂的照射，都能成功地应用于农学的研究。

还不应该忘记数学方法的巨大可能性，数学方法的效果在最近几年来随着分析计算机的出现大大地增长了，计算机在几分钟之内就能无误地解决极复杂的数学任务，而这些任务在过去需要许多月的繁重劳动才能解决，电子计算机很容易地担负起霜冻预报、天气和土壤状态长期预报的任务。现代的计算机可以毫不费力地计算多种多样作用的任何组合。

物理学和农学可以相互有利地利用彼此的經驗。在物理学中确定了理論、經驗和实践之間一定的相互关系，这种相互关系成为技术进步的基础。物理学从观测及其总结中得出了理論；这种理論的数学公式化就能包括极其多种多样的现象，这种理論为理解已知的事实和预言新的现象创造了稳固的基础。实践可以可靠地信賴这种理論。

因此在物理学中不搬用引文，不引証权威学者当作論据；任何論断的証明都是从經驗或总结經驗的理論中得出来的。农业科学状况的危险征状，是經常引証权威、引用他們的主张或引用他們的著作。在这方面，对农业方面的各門科学來說，利用物理学的經驗将是有益的。

另一方面，农业技术接近于实践。因此，它能比物理学更好地利用革新者的經驗，提出新的問題，比較不同条件下发生的现象。显然，这些优越性还利用得不够。

在我們党中央委员会的決議中，不止一次地指出了沒有正确地考虑现实条件而編制的农业技术規程的教条性质。丰富的經驗資料还没有象总结力学和光学規律那样地总结成农学理論。

我已經列举了摆在农业物理学前面的不少重要問題，但是只有其中少数正在研究，虽然部分地已被解决了。当然，农业物理研究所以自己有限的可能性，不可能解决农业物理学的全部任务，并且还远远沒有列举出所有的問題，而是仅仅涉及了农业物理学

的初步进展。这是在现在整个来说物理学对农业还是袖手旁观的情况下所能做到的。每年物理学所解决的技术任务的每一百件中，未必有一件是农学方面的任务，而要知道在其作用上它们是有同样价值的。

毫无疑问，农业物理工作的阵地展开得越是广阔，越是深入到农业和畜牧业的问题中去，那末就会越来越多地发现新的任务和解决这些任务的新的途径。

现在企图深入到农业物理学的未来阶段中去则为时尚早。现在看来是不可信和不能实现的许多东西，一定会变成现实的和能够成功的东西。在技术中曾经不止一次地是这样，在农业中将会这样。我们的任务是使日期提早，加速和扩大这方面的工作，为物理学家和土壤学家、选种学家和微生物学家、植物生理学家和机械学家、气候学家和土壤改良学家的密切协作准备条件，他们的工作都是为了一个共同的目标，那就是完成我们党所提出来的任务。

土壤中水分的移动及其调节的某些途径

农学科学博士 Ф. Е. 闊略謝夫 (Колясев) 教授

沒有关于农作物对水分要求的正确知識，不善于按我們所需要的方向调节土壤和作物的水分状况，要想解决提高农作物产量的任务是不可能的。

在本世紀有許多研究者(Коссович, Ротмистров, Высоцкий, Лебедев, Дояренко, Качинский, Роде, Некрасов, Андрианов, Долгов, Рыжов, Францессон, Колясев 等人) 从事了土壤水分状况问题的研究。近年来,对土壤水文学的发展贡献最大的有三部著作: А. Ф. 列別杰夫(Лебедев)的“土壤水及地下水”; С. И. 多果夫(Долгов)的“土壤水分运动及其对植物有效性的研究”和 А. А. 罗戴(Роде)的“土壤水分”。但是,在这些著作中却也极明显地反映出在解释土壤水分变化上的两个原则的斗争,这两个原则分别引用了两种相对立的假說——薄膜假說和毛管假說。在列別杰夫的著作中,从試驗上証明了威尔留依(Верлюи)关于在不同的土壤湿度条件下,在理想土壤中水分呈毛管状态、悬挂状态和纜索状态的观念是毫无根据的,并且令人信服地論証了在土壤水分达到所谓最大分子持水量(超过植物萎蔫湿度)之前,水分与土粒的結合具有吸着的性質。列別杰夫认为,薄膜水的移动决定于水膜的厚度梯度及水膜为土粒表面剩余能量固着的程度(图1)。

与列別杰夫相反,在 С. И. 多果夫的著作里,威尔留依的观念以“土壤水分不連續毛管状态假說”的形式获得了进一步的发展。多果夫把土壤中的自由水区分为不移动毛管状态(衔接状态)、可移动毛管状态(念珠状态)和易移动毛管状态三种。从这种