

农田气候

魯 辛 著

財政經濟出版社

农 田 气 候

魯 辛 著
盧 其 堯 譯

財 政 經 濟 出 版 社

內 容 提 要

本書首先介紹农田气候即小气候形成的条件,指出太陽熱、土壤、地段位置、地形及植物本身在农田气候建立中起着怎样的作用,指出这些气候要素对植物生長和發育有什么样的影响。書中還以許多例証表明如何估計小气候特征以提高产量。最后并說明如何按照植物的需要改造农田气候。

本書供農業生产合作社、国营农場、农林試驗机构、气象站、气候站及中等气象專業学校等工作人員参考。

Н. П. Русин

Климат сельскохозяйственных полей
Гидрометеорологическое издательство

Ленинград 1955

根据苏联水文气象出版社

1955 年列宁格勒俄文版本譯出

农 田 气 候

[苏] 魯 辛 著

盧 其 堯 譯

*

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 61 号

中華書局上海印刷厂印刷 新华書店总經售

*

787×1092 耗 1/32 · 3 1/4 印張 · 62,000 字

1957 年 5 月第 1 版

1957 年 5 月上海第 1 次印刷

印数: 1—4,000 定价: (9) 0.36 元

統一書号: 13005.35 57.4. 京型

目 录

序 言	5
第一章 小气候及其形成	7
1. 沒有植物的田地的小气候	8
2. 热量平衡及其組成部分	13
3. 热量平衡的組成部分与小气候因素——土壤溫度、空气 溫度和空气湿度的关系	18
4. 地形对小气候形成的影响	30
第二章 有农作物的田地的小气候及其对植物生活的 影响	39
1. 农田上的小气候	39
2. 植物生活中的热和光	58
3. 空气湿度对蒸發和植物蒸騰的影响	61
4. 風和积雪对小气候的影响	71
第三章 小气候在农業上的利用	75
1. 田地小气候特征的測定	77
2. 农業实践中小气候特征的計算	81
3. 改造小气候的可能性	93

序 言

大家知道，植物只有在充分受到光、热、水分和养料的保証时才能很好地生長和發育。但是，自然界并不是处处都給予植物所必需的一切的。例如，在中亞細亞有很多热和光，但是却没有水，而在苏联北方，不論什么地方都有很多的水和充足的光，但是，热量和养料却很少。然而，苏联人民要求处处获得谷类作物的稳定产量、在沙漠中栽种棉花、在極地地区有蔬菜、不仅在克里木有水果，而且在严寒的西伯利亞也有水果。为此，人們給土壤施肥、修筑灌溉溝渠、排干沼澤、改善土壤耕作措施、改进农業技术。

經常估計每一地区、每一地段的气候特征，在为获得高額产量的斗争中也有很大的意义。

土壤肥力的改善和土壤的灌溉使植物养料和水分得以保証。然而，土壤只是植物生活的一种环境，植物本身还处在另一种环境——空气中。在空气的环境中植物在呼吸，这里，在陽光的作用下，植物从無机的二氧化碳和水創造和积累复杂的有机物質（碳水化合物）。因此，很显然的，假使空气的温度和湿度，以及其他条件对生長和發育是有利的話，那么，植物就正常地生活，否則，植物就呈現抑制状态，甚至死亡。

例如，在干旱風的作用下，一、二天之内可以毁灭广大的庄稼地。假使天气条件很好，在这样的土地上就能长出优良的庄稼。

为了永远获得丰收，不仅应该改善土壤的肥力，而且也应该在每一块田地、每一个田区上创造对植物生活最有利的（最适宜的）气候条件。要做到这一点，就应该知道该田地上的气候是怎样形成的，以及它怎样影响植物的生长和发育，也就是说，要知道，什么样的空气温度对植物是有利的以及什么样的空气温度对植物是不利的，什么样的空气湿度是植物必需的以及什么样的空气湿度对植物是有害的、什么样的空气综合条件是有益的以及什么样的空气综合条件会带来危害。这样，不仅可以顺利地使植物适应于这种气候条件，而且还能改变这种气候条件。

这本小册子向读者介绍了农田气候，或小气候的形成条件，指出太阳热、土壤、地段的位置、地形以及植物本身，在农田气候的建立当中起着什么样的作用，也指出这些气候要素对植物的生长和发育有什么样的影响。

本书以许多例证表明如何估计气候特征以帮助获得较高的产量，以及如何才能按植物需要的方向来改造气候。应当说明，本书只阐明了与个别田地或田区的气候（小气候）有关的一些问题，一般气候因子的作用则没有涉及。

富利特（Л. А. Флит）同志参加了本书的编写，作者向她表示真诚的谢意。



第一章 小气候及其形成

在四月里到南方去旅行，会留給人們以惊奇的印象。火車急馳而过的那些地方的一般外貌改变得如此显著，彷彿，不仅从一省駛进了另一省，而且也从一季駛进了另一季。

在列宁格勒近郊，森林还完全像冬天的样子，田地被雪复盖着，只有光輝的太陽和在小丘的斜坡上出現的黑色融雪地才促使人們想起了春天。

但是，当火車駛过了莫斯科、都拉、奥廖尔以后，雪就消失了。在春天的陽光下，因为潮湿而变黑的田地上草已經發了青。

火車愈来愈駛向南方。最后，出現了第一株有白花的树，而后，又出現了第二株、第三株。果园正盛开着花。

这就是說，植物状态的变化表明了从春季晚的涼爽的列宁格勒地区到春季早的炎热的南方地区的气候的变化。

但是，为了看到气候上这些惊人的变化，并不一定需要从事遙远的旅行。有时經過半公里就够了。

通常，好些地区甚至好些省几乎都具有相同的气候条件。

例如，列宁格勒，虽然位于莫斯科以北几乎 600 公里的地方，但是，7 月里的平均气温只比莫斯科低半度。

然而，不要忘记，除了一般理解的气候以外，还有另外一种气候，即个别田区、谷地、沟壑、森林的气候。在这里，所有这一切，在同一时间内有时就可以看到彼此之间有显著差异现象。山谷中还有雪，但小丘上初生的草已经发了青。黑麦田的一个地方已经抽了穗，而另一个地方还处在孕穗期中。一些地段上良好地生长着番茄，而在另一些地段上它们却遭受着霜冻灾害。

同一田地的不同地段，在本身气候特征上有时可以彼此有如此显著的差异，就好像莫斯科省的气候和克拉斯诺达尔边区的气候的差异一样。在这样一些田地上，温度、湿度和風常常是完全不同的。诚然，所有这些差异在二米高的地方几乎已经看不到，但是，在較低的地方，特别是在地面附近，差异大到足以造成自己特殊的小的气候，或小气候。

这种表示小地段特征的气候只出现在地面附近，因而，对各种农作物的生活有很大的影响。

1. 没有植物的田地的小气候

地球上生命的源泉是太陽。热量一天天、一年年从太陽进入地球大气中。由于这种热量，森林发出綠色、果园在春季盛开花、庄稼得以成熟。根据計算，假使把一年中进入地球大气的整个太陽热量收集起来，就可以融化复盖整个地球表面上 35 米厚的冰層。

热量以不同的方式到达地面。在晴天，它主要是得自直接的太陽光綫(直接輻射)；在陰天，主要是得自被大气散射了的太陽光綫(散射輻射)。

春季和夏季，土壤的大部分热量得自直接太陽輻射。然而，在北方，那里常常是陰天，太陽处于地平綫上很低的地方，所投下的光綫是傾斜的，太陽热在夏季也主要是通过散射輻射到达地面。

夜間，太陽进入地平綫下，既無直接輻射也無散射射輻，地面主要只能从大气获得热量。

这是怎样發生的呢？

原来，水滴、微塵、空气微粒、树木、植物、土壤，也就是說，地面上的一切物体，甚至于雪和冰，都要經常輻射热量。只是不同的物体所放出的热量有所不同而已。物体的温度愈高，則它損失的热量也愈多。地球大气輻射很多热量，几乎也和直接輻射一样，一晝夜間它的一部分热量也用于增热土壤。但是，并非来自太陽和大气的地面全部輻射热量都被土壤利用。一部分輻射热却从土壤表面，就好像从鏡面上一樣，反射了。例如，种有小麦的田地，反射所有到达其上的光綫的 12—25%、秋耕休閑地反射 10—15%、新下的雪甚至反射 85%。很明显，这种反射掉的热量沒有用来增热土壤。土壤只吸收剩余下的热量，这种剩余下的热量促使土壤增热。

增热了的土壤，就像燒热了的爐子一样，要把自己的一部分热量輻射到大气中。通过这样的热輻射，土壤約損失全部获得的热量的 30%。

春季和夏季，土壤获得的热量比放出的热量多。这种留在土壤表面上的辐射热，或剩余辐射(остаточная радиация)，是地面上和邻近地面的空气层中一切生命过程的源泉。^①它维持了植物和动物有机体的生命；基本上，也就是由于它，形成了小气候。

讓我們想像，有一些表面平坦、土壤相同、耕作方法相同的毗連的田地。在这些田地上，辐射热的剩余量应该是一样的。事实上，这样的田地極少遇到。同一田地上可以有不同的土壤和不同的农作物。某些田地是在休閒。田地可以有不同程度的湿润，在地形上也可以是不同的。因此，辐射热的剩余量在这些田地上也将是不同的。

我們对罗斯托夫省兩塊毗連的田地上的辐射进行了观测。这些田地具有同样的地形、同样的土壤，也处在同样的气候条件下。差异只是在于，一塊田地是在休閒，另一塊田地生長着春小麦。這兩塊田地获得同量的辐射热，但兩塊田地上的辐射的剩余量是不同的。休閒的田地上，辐射的剩余量大得多。休閒地吸收陽光比春小麦多，春小麦在自己發育的不同时期中反射的陽光为 12—25%。

在不同地形的田区上，获得的与放出的辐射热之間出現了更显著的差异。这样的田地是很多的。它們有的位于小丘上、有的位于低地中、有的向南、有的向北、有的向东或向西。辐射的剩余量在这些田地上將是不同的，因為它們获得不同量的辐射热。

^① 在專門的气象文献中，剩余辐射多半称为辐射平衡。

讓我們比較詳細地來研討一下這一點。大家知道，太陽愈高，或投下的太陽光綫愈陡，則地面從太陽獲得熱量也愈多。

一部分位於平地、一部分位於具有 20° 和 10° 傾斜度的小丘北坡和南坡的莫斯科緯度上的不同田區，獲得不同的熱量。

假使，以 3 月 21 日春分這一天晴天平坦田地上所獲得的太陽熱的數量作為 100%，那麼，傾斜 10° 的小丘的北坡獲得 77%、南坡獲得 117%，而傾斜 20° 的小丘的北坡獲得 52%、南坡獲得 132%。

春季，太陽還處於地平綫上很低的地方，南坡獲得熱量日益增多。在那種陽光投射最陡的陡削斜坡上將具有較多的熱量。在這一季節中，莫斯科緯度上傾斜大於 20° 的南坡獲得的熱量比副熱帶的平坦田地為多。在這裡，南坡的傾斜度只要增加 1 度，就好像氣候向南遷移 100 公里。

夏季，在 6 月 22 日夏至這一天里出現了另一種情形，太陽高高升到天空當中。陽光比較均勻地照射到南坡和北坡，土壤到處獲得大致相同的熱量。夏季，在過於傾斜的南坡上，陽光在坡上的投射角反不大，好像沿地面滑過一樣，因而，斜坡獲得熱量較少。

深的、被小丘遮住的谷地，獲得陽光更少。因此，在那裡，即使在炎熱的日子里，也經常是涼爽而潮濕的。在那些平坦田地中間偶然遇到的小的低地中，則相反，白天甚至比較熱，因為這裡風是微弱的，因而地面附近的受熱空氣幾乎不與較冷的上層空氣發生混合。

因此，隨着土壤、植物復蓋和地形的不同，用於增熱土壤

表面的輻射熱量是有改變的。任何一個田區的小氣候不僅僅是決定於輻射熱的數量(剩餘量)的。

假使土壤表面把全部所獲得的輻射熱耗費於自己的增熱上，那麼，土壤表面經過幾小時就要燒得通紅了^①。事實上，這種情形不會發生。在夏季的白天，土壤表面的溫度平均每小時增高 3° — 5° ，很少為 10° — 15° ，用於自己增熱的只佔全部輻射熱的 3—5%，很少到 10%。

土壤表面，獲得一些熱量時，不僅是增熱，而且也立刻開始放出熱量。此時，從土壤表面發出二種熱通量^②。一種熱通量用於增熱溫度較表面為低的較深的土壤層，另一種較大的熱通量用於增熱貼近土壤的空氣層。土壤表面與較深的土壤層之間的溫度差愈大，第一種熱通量就愈大；而土壤表面與空氣之間的溫度差愈大，則後一種熱通量也愈強。

除此之外，一部分熱量被消耗於土壤中的水分蒸發。蒸發 1 克水需要 600 卡熱量。對於土壤表面蒸發 1 厘米厚的水層應該消耗掉這一表面在一天半到二天內所獲得的全部太陽熱。

因而，小氣候在很多情況下依輻射的剩餘量的消耗為轉移，也就是說，依消耗於較深的土壤層的增熱、空氣的增熱和蒸發的熱量各有多少為轉移。因而有時，具有較多輻射剩餘量的田地也常比輻射剩餘量較少的田地為冷。

① 每 1 立方厘米土壤增熱 1 度，約需消耗 0.3 卡熱量。在晴朗的夏季白天，每平方厘米土壤依靠輻射熱獲得約 300—350 卡熱量，也就是說，平均每小時獲得約 25—30 卡熱量。由於這樣的數量，土壤表面的溫度每小時要增高 80° — 100° 。

② 熱通量(поток тепла)一詞也有譯作熱流的——譯者。

讓我們来举一个例子。有二塊相同的田地，一塊是干燥的，另一塊是比較潮湿的（冬季降雪較多）。在二塊田地上来自太陽和大气的輻射热的热量是一样的，但是，輻射热的支出和温度却是不同的。这种情形之所以發生，是因为比較潮湿的田地土壤温度較低、輻射較少。这就意味着輻射热的剩余量这里將較多。看来这塊田地上應該增热較多。但事实上，剛好相反，因为这里几乎全部輻射热的剩余量都消耗于土壤蒸發，可是在比較干燥的田地上，輻射热的剩余量却用于空气的增热上較多。

因此，土壤表面好像是一个物理實驗室，在这个實驗室中發生复杂的輻射能轉变为热能的过程、水分蒸發的过程等等。但是这还不够，土壤还是到达其上的热量的精密分配者。这里，热量的收入总是等于支出，或者，就是說，热量收支是平衡的。

2. 热量平衡及其組成部分

讓我們以字母 Σ 表示依靠剩余輻射所获得的热量， Π 表示消耗于土壤增热的热量， B 表示消耗于空气增热的热量， I 表示消耗于土壤蒸發的热量。

那么，热量平衡可以写成：

$$\Sigma = \Pi + B + I$$

热量收支間的平衡反映了基本的物理定律之一——能量守恒定律。

由这个定律可知，物体所获得的能量没有任何的消失，而

是轉換成能量的另一种形式。

十分明显，組成热量平衡的每一个部分可以按不同方向指向土壤，也就是說，热量依靠这些組成部分可以进入土壤或自土壤中失去，但是，热量的收入永远等于支出。

我們用正号(+)表示土壤中热量收入，而用負号(-)表示热量支出。那么，白天和夜間的热量平衡的一般情况如圖 1 所示。

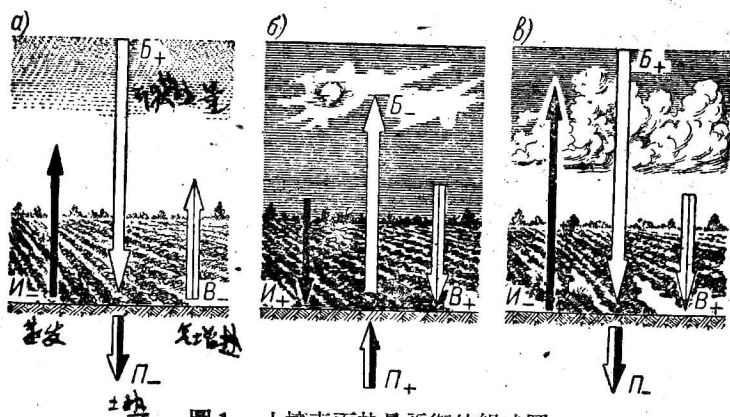


圖 1. 土壤表面热量平衡的組成圖

a. 干燥土壤—白天； б. 干燥土壤—夜間； B. 潮湿土壤。

白天，輻射热的全部剩余量用于土壤增热、空气增热和土壤水分蒸發。夜間，土壤沒有从太陽获得热量，而相反的，由于輻射，还要不断地失去热量。

为了填补热量的这种損失，热通量从空气和較深的土壤層中流向土壤表面。此外，土壤还获得白天曾經用于蒸發的那些热量。这种热量在水汽从空气中凝結形成露的时候，也

就是說，在与蒸發相反的过程中，又还給了土壤。

然而，圖 1 中 a 和 6 的热量平衡的圖式，并不永远是相同的。常常發生这种情况，就是，白天土壤消耗热量比依靠輻射平衡获得的热量要大得多。例如，雨后的潮湿土壤消耗很多热量在蒸發上，以致于除了輻射热以外，土壤还要被迫从空气中借用热量来补充，空气温度此时常常比土壤温度高。在这种情况下，热量平衡的圖式如圖 1 上的 B 所示。

在南方草原中的高地上夏季几乎沒有露水。因此，那里土壤表面在夜間只依靠热量平衡的二个組成部分——从空气和較深的土壤層中——获得热量。

假使空气比土壤冷，那么，就不会从空气中流入热量。在这种情况下，土壤表面只依靠从較深的土壤層中流来的热量而获得热量。因此，从上面土壤表面热量平衡的公式和圖 1 可以看出，土壤表面不仅可以依靠輻射获得热量，而且也可以依靠从較深的土壤層流入的热量、从形成露水时水汽的凝結中、从在土壤表面上移动的空气（假使空气具有較高的温度）中获得热量。但是，不論土壤表面依靠什么样的热量平衡組成部分获得热量，热量的收支之間應該永远保持平衡，也就是說，热量的收入和支出的差值應該永远等于零。

請你想像一下南方草原中的田野。在周圍好几公里內，既沒有河流，也沒有湖泊。其中各地的土壤，由于太陽和風的作用而干裂了。土壤是这样的热，以致于赤着脚在上面走感觉很痛。增热的空气在眼前流过。很容易發現，無數的气流从地面上升。远方出現的树木和房屋失去了自己平常的輪廓。

很热。

但是,当人們在这里修筑了运河、灌溉了土地,周圍一切就似乎活躍起来了。田野現出綠色,空气显得比較潮湿。

用什么来解释这种变化呢?

从前草原中很少有水,土壤是干涸的,土壤没有什么蒸發,几乎全部的太陽热量都用在空气的增热上。当土地获得了灌溉时,到达地面上的大部分太陽热量消耗于蒸發。較少的热量用于空气和土壤增热。空气和土壤温度降低了。变得比較涼爽了。小气候改变了。

因而,計算土壤获得的和消耗的热量、并主动地来改变热量平衡的任一組成部分,就可以改变小气候甚至这个地方的气候。

由改造自然而引起的气候改变,实質也就在这里。

为了闡明輻射热用于热量平衡的每一組成部分上的若干問題,我們选取了三种土壤类型(圖 2)。这个圖表明土壤的热量在夏季各月中白天消耗多少。在干燥的黃土型土壤上,全部輻射热只消耗于空气增热(80%以上)和土壤增热(18%)。这些土壤中沒有水,因此热量并不消耗于蒸發上。罗斯托夫省的栗鈣土在 6 月里还有水分,因此只有一半的輻射热用于空气增热,其余的輻射热用于土壤增热和蒸發。在富有水分的潮湿泥炭土上,有一半以上的热量用于泥炭中的水分蒸發,大約有 $\frac{1}{3}$ 的热量用于空气增热,只有 $\frac{1}{10}$ 的热量用于較深泥炭層的增热。

因此,土壤中水分愈多,則輻射热量消耗于蒸發也愈多,