

TIGAO GUOSHUCHANLIANG DE NONGYIEQIXIANGJICHU

提高 果树产量的 农业气象 基础

[苏]Г.Г.别洛博罗多娃
气象出版社

提高果树产量的 农业气象基础

〔苏〕Г.Г.别洛博罗多娃 著

王馥棠
开来福 译校

气象出版社

内 容 提 要

本书研究了果树作物对生态条件,特别是气象条件的要求。这些条件的时空变化及其对果园产量的影响,包括在严寒冬季和融雪冬季作物越冬条件的鉴定、鉴定准则和鉴定方法。并就严寒危险程度和干涸危害作了相应的区划,为果树作物的合理布局提供了依据。

书中详细分析了气象条件对果实品质的影响,特别是夏秋时期的气象条件对果实长期贮藏的影响;并给出了天气条件对果实品质经济指标影响的定量估计。最后,阐述了在果树栽培业中开展水文气象情报服务的重要经济效益及其特殊要求。

本书可供广大农业气象工作者、果树栽培工作者、水文气象和农业院校以及大学地理和生物系师生阅读。

Г. Г. Белобородова

Агрометеорологические основы повышения
продуктивности плодового

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1982

提高果树产量的农业气象基础

[苏] Г. Г. 别洛博罗多娃著

王馥棠 开来福 译校

责任编辑 张国秀

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

* * *

开本: 787×1092 1/32 印张: 6 字数: 131 千字

1985年9月第一版 1985年9月第一次印刷

印数: 1—2100 统一书号: 13194·0249

定价: 1.45 元

译者的话

果树业是“大农业”中的一个重要组成部分。它的产品与人民群众的生活消费直接相关。但是，要大力发展水果生产，不仅要扩大果树的种植面积，而且要提高果树的生产力，尤其是要全面地研究和合理地利用种植地区的农业气候资源和小气候条件。不很好地鉴定果树作物对环境因素的要求和种植地区的农业气候资源，不仅不能为各种果树的合理布局创造客观条件，还有可能导致产生一系列的严重后果和难以弥补的损失，如由冻害所导致的大减产或品质低劣。

在我国，发展山区果树业是开发山区、利用山区的重要途径之一。特别是我国广大亚热带丘陵山区，自然资源十分丰富。只有详细鉴定并合理利用这些资源，才能充分发挥这些山区的巨大潜力，为发展我国的大农业作出重要贡献。

发展水果生产的另一重要方面是提高水果的品质，这同样与种植地区的天气气候条件有关。因为，只有在最适宜的气候条件下，才能结出着色明亮、外观漂亮和芳香味美的果实。显然，其经济收益将大大高于那些品质低劣的果品。

此外，水果能否长期贮藏，能否抗御各种病害，如何合理配置贮藏水果的冷库，以及如何采取各种促控措施改变果园的小气候和生长条件等等，也都与果树生长期间(收获前)的天气气候条件有密切的关系。

众所周知，诸如上述各项研究，过去在我国开展较少，也不甚系统。近年来，我国在柑桔方面作了不少工作，在某种程度上填补了这方面的空白。但对于其他果树，研究仍不

很深入、细致和完整。

本书着重介绍了有关苹果方面的分析和研究，也兼述了一些其他温带果树(包括浆果)。不足的是，很少涉及种类繁多的亚热带和热带果树，这可能与作者所在的地理环境有关。

但目前，国内外有关这方面研究的比较系统的论著尚不多见，而本书结尾还附有不少文献目录。鉴此，我们译出了这本书，以飨读者。

本书可供广大果树业工作者、农业气象工作者、气象工作者以及有关院校的师生参考阅读。

限于水平 译文中难免有欠妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

前言	1
第一章 果树作物的产量与农业气象条件	3
1.1 果树作物对太阳辐射的利用	9
1.2 果树作物对热量的要求及其生产率和地区的热量资源	14
1.2.1 作物生长、发育和产量与高度和坡向的关系	15
1.2.2 果树作物的霜冻害	27
1.2.3 果树作物生长期热量资源的鉴定	29
1.3 果树作物对水分的要求, 果树产量和地区的水分资源	33
1.3.1 苹果在适宜水分条件下的需水量	35
1.3.2 无灌溉条件的苹果水分保证率	
第二章 气象条件对苹果果实品质的影响及其在长期贮藏过程中的抗病性	41
2.1 生长条件对苹果果实商品和食用质量的影响	41
2.2 气象条件对贮藏过程中苹果果实抗病性的影响	49
2.2.1 低温病害	50
2.2.2 晒焦斑病	57
第三章 果树作物的越冬, 气象条件的影响和鉴定, 地区的区划	66
3.1 果树作物在严寒冬季的越冬特点	67
3.1.1 仁果类作物	70
3.1.2 核果类作物	79
3.1.3 品种的抗寒性	86
3.1.4 夏秋季条件对作物冬前锻炼的影响	89

3.1.5 小气候及其对作物生长状况的影响.....	92
3.1.6 海拔高度和地形对作物越冬的影响.....	99
3.1.7 地区的严寒危险性鉴定和区划.....	105
3.2 果树和浆果作物在有融雪天气冬季的越冬特点.....	112
3.2.1 小气候及其对作物生长状况的影响.....	114
3.2.2 果树和浆果作物的增温特点.....	117
3.2.3 果树和浆果作物冬季干涸与生态条件的关系.....	119
3.2.4 品种对冬季干涸的反应.....	132
3.2.5 果园受冬季干涸危害地区的气候特征和区划.....	136
第四章 果树栽培业气候条件的估计.....	147
4.1 根据气候和生物学特性考虑作物分布.....	148
4.2 改善作物越冬条件的农业技术措施.....	153
4.3 集约果树业的地区气候资源估计(以苹果 Анорт 品种为例)	158
第五章 果树栽培与水文气象情报.....	163
结束语.....	169
参考文献.....	172

前 言

根据苏共26届7月(1978)和11月(1979)中央全会、27届11月(1981)和5月(1982)中央全会所提出的任务,要大力发展水果(果实和浆果)生产。最好的解决办法不仅仅是扩大果树和浆果的种植面积,而且要提高已有果树业的生产力。在这种情况下,全面地研究地区的各种农业气候资源是合理组织和经营管理的必不可少的条件。

以环境要素与农业对象要求之间的关系为基础来评定气候,就可以揭示地区的各种气候特点,为各部门和农业各专业的最合理布局提供客观依据,其有效性将大大取决于气候条件及其利用的程度[4, 44, 52, 58, 92, 123, 155, 156, 181, 186, 188, 189, 196, 202, 205]。

对天然条件和自然资源不进行很好的鉴定,特别是果园里的气候条件,就有可能导致一系列的、常常是连续性的减产和品质低劣,而在植株死亡的情况下,更会产生重大的和难以弥补的损失。

天气气候影响园艺经济的明显例子就是严冬。例如,1968—1969年冬天(这是近15年来最严寒的冬天之一),对果树业经济的不利影响延续达3—5年之久。

与此同时,根据气候特征而布局在哈萨克斯坦东南部的浆果灌木(穗状醋栗浆果),其利润率却增加了两倍。

众所周知,虽然山区园艺占有相当大的比重(20%),并且其收益很高[68, 69, 138],然而,在中亚和哈萨克斯坦、北高加索、阿尔泰山区以及其他地区,发展山区果树业的巨大潜

力尚未被充分利用起来。在开发山区时还没有充分考虑地区的小气候特征以及作物对生长地条件的要求。目前，当已经注意到要进一步开发山区和扩大果园面积的时候，特别需要对自然资源进行合理的鉴定。

当前的首要任务、发展园艺业的不可分离的一方面是获得高质量的产品。

水果的商品性以及食用品质，显然还有该专业经济和部门的利润率同样取决于天气条件和气候。例如，苹果品种Апорт只有在哈萨克斯坦，并且在一定的气候条件下才能结出产量很高、着色明亮、外观漂亮的果实。在品种布局时，考虑这些特征（在其他条件相同的情况下）就能控制产品的质量，并对其经济效益产生重要的影响。这样，在平均产量为9.5—10.0吨/公顷时，由于品质的优劣，每公顷Апорт品种的苹果收益可相差两倍之多。

鉴于党和政府关于全年保证居民有新鲜水果供应的决议，产品的品质和商品性问题就具有非常重要的意义。后者特别与大规模建设和制定贮藏水果的冷库计划有关。

长期贮藏水果的效果、合理利用冷库容量，只有在存放有一定质量的果品时才能得到保证和保障。为了提高果品的质量和耐贮藏性，预防在贮藏过程中发生和发展病害，在对果品采取预处理时，同样需要考虑各种生态因素，其中包括气象因素。

已经明确，如果考虑到收获前的天气条件，在最适宜的时间采摘果实，并且在一定地区进行贮藏，则在长期的冬贮过程中（6—8个月），产品的损耗是可以避免的，或者减少到最低限度。

园艺业的利益不仅仅在于要求制定合理利用气候资源的

方法，而且在于制定改善外界物理环境条件的方法和途径。为了改变生长条件，保证果树和浆果作物获得最高产量，可以采取各种农业技术措施（坡地梯田化、园林行距系统、株丛弯曲越冬、株冠整枝、种植密度等等）。这些措施可以改变种植地的植株小气候，创造出近似于植被对象所要求的最适宜条件。这种工作不仅可导致作物高产，而且还可消除或使气象因素的不利影响减少到最低程度。

如所周知，应用气象研究的方向取决于这个或那个地区的经济特点，取决于生产对象和过程对外界物理环境条件的依赖程度，即必需制定“自己的”鉴定和估计天气、气候的方法。对于果树—浆果作物来说，这样的研究暂时还开展得很少。为了说明果树农业气候工作的现况，著名的农业气候学家Г.Т.谢良尼诺夫（Селянинов）^[159]在1961年就已经指出，“当前，仅仅对桔子进行了精度较好的区划，而对其他作物来说，仅仅是近似的。对于某些生产价值较高的作物，由于缺乏农业气候鉴定，因此连一般性的估算都无法进行（诸如苹果、核果类植物）。”

近10—15年，我国的各科学机构作了不少工作，在某种程度上填补了这方面的空白。其中，哈萨克斯坦果树和葡萄科学研究所的植物气候室进行了一定的工作。

据此，我们曾试图确立果树和浆果作物合理布局的生态学基础，以提高它们的产量。尤其是研究了这些作物的要求以及各发育阶段、各生长时期、各自然地区和各生长地的环境因子保证程度，评价了各地的气候和小气候特征，区划出栽培果树作物的各种有利地区。在那些栽培果树不太有利，但对园艺业来说农业气候条件还是有利的地区，则确定了可能采取的相应的改良措施，以提高园艺业的产量。

在解决上述各种问题的時候，利用了現有的各種方法、措施和手段。此外，以哈薩克斯坦的資料為基礎，還開展了各種新的研究，這些研究可用于解決其他地區的一些類似問題。

本書中所敘述的各種材料都是很有意義的。它們在園藝業的水文氣象服務中，在編制遠景發展規劃、經濟組織計劃和土地建設計劃中，在设计新果園和改造現有的老果園、布局區劃新品系和新品種中，在解決園藝業的專業化和集約化、各地區的栽培技術、農業土壤改良、育種工作以及冷庫的配置、建設及其容量大小等問題中都是很需要的。

這些研究的結果，在制定合理利用自然資源和保護自然的實踐措施時是有用的。

本書的基礎是作者多年研究的結果。這些研究是在哈薩克斯坦果樹和葡萄科學研究所的植物氣候室內完成的。此外，還有各種文獻資料、國家品種試驗站網以及蘇聯國家水文氣象和自然環境監督委員會所屬氣象站網的大量資料。

在收集和整理大田資料的工作中，植物氣候室的同事Г.И.馬利科娃(Маликова)、В.Г.索鮑列夫斯卡婭(Соболевская)、В.Н.斯麥爾多娃(Смердова)、А.В.納帕爾科娃(Напалкова)和З.Я.斯科羅霍多娃(Скороходова)給予了非常寶貴的幫助。

作者感謝А.П.費多謝耶夫(Федосеев)教授、А.И.切克列斯(Чекерес)地理科學副博士、В.П.波諾馬爾丘克(Пономарчук)農業科學副博士，以及Р.Т.特赫涅里亞德諾娃(Технеряднова)在研究和成書過程中所給予的寶貴意見。作者向上面各位同志表示衷心的謝意，他們的友好協助在很大程度上促進了本書的出版。

第一章 果树作物的产量与 农业气象条件

唯物辩证法把农作物的生长、发育与产量看作为一个不可分割的过程,它取决于作物组织的遗传特性及其生长条件。这些原理在К.А.季米里亚泽夫(Тимирязев)、И.В.米丘林(Мичурин)、Н.И.瓦维洛夫(Вавилов)及其他国内外学者的奠基性研究中获得充分的论证和全面的发展。

П.Г.希特(Шитт)和З.А.麦特利茨基(Метлицкий)^[200]把这些原理向园艺业方面作了发展和深化。指出在鉴定作物和制定其栽培技术时,首先要考虑:

所栽培作物的遗传特性——它们决定了个体发育的趋势;

外界条件的周期性与非周期性变化的综合结果——它决定了该作物所固有的遗传特性的发育趋势;

作物个体发育各阶段的转换——它体现在本身发育的遗传趋势以及外界环境对这些特性的影响和这一趋势出现的可能性。

按上述文献^[200]作者的意见,以上各点的实质在于“每一个体在其生长和发育过程中,都经历了一系列的外部 and 内部结构上的变化,以及个别组织化学成分上的变化,……遗传特性可以给个体的生长和发育趋势带来一定的影响,而外界条件乃是一种具体的环境,它也能对这种趋势产生一定的影响。

各种外界条件可以使作物的发育特点和速度发生一定的

紊乱，结果是，在不同的外界条件下，它们将不再是相同的，尽管其原种材料有完全相同的遗传基础。作物外界条件差异越大，则这种差别也就越大”。

为了使农作物能正常生长、发育并获得一定的产量，需要有一个相应的各种因子的综合。正如上面所提及的，其中外界物理环境条件具有首要的意义。

由于作物在进化发育过程中所形成的生物学特征是不同的，所以果树作物对生态条件（光、热、水、土）的要求也是不同的。然而，所有作物在生长发育过程中的共性是“特有的”，不同的作物和品种都有自己最适宜的光照和温度，最低和最高值。它们对水分的要求也是不相同的。

最适宜的光照、热量和水分并不是常数，而是在生长过程中随各发育阶段和发育时期呈有规律的变化^[200]。

当各基本产量要素保持平衡的时候，也就是当作物生长发育各因子的综合作用遵守生物学规律的时候，作物可获得最高产量。这是很清楚的，因为只有在与周围环境的交换过程中，物质和能量的积累和损耗之间存在一定比例关系时，植物机体才能发挥正常的功能。后者只有在作物要求与生态因子间的关系达到最适宜的情况下才有可能出现。这些条件越有保证，产量就越高。例如，园艺业的产量，果实和浆果的质量都是如此。显然，只有在恰当地估计外界环境条件时，才有可能在化费劳动和资金最少的情况下获得最高的产量。选择什么样的栽培技术取决于这些或那些树种和品种是否能更充分地利用自然气候资源。

对适宜条件的任何偏离，不管是正的还是负的，都可导致生长和发育过程的破坏。这些偏离越大，则要求与资源间的差距就越大，植物体的反应就越强烈，产量变化就越明显。

它将受现有各生存因子的影响，并且受其中具有最小值或最大值的因子的影响。在这种情况下，外界条件破坏了“植物-周围环境”系统的交换过程。植物机体首先“采取”一些保护措施，利用各种生物-生理、生化及其他机制过程来保证交换过程中能量和物质收支的相对平衡。但是，植物调节交换过程的潜力不是无限的。植物体与环境条件间“矛盾”的增长，影响时间的延长，以及这些影响在数量上的累积，可导致细胞和组织的质的破坏，最后使产量下降，甚至植株的死亡。

要解决作物对环境的要求与实际存在的自然条件和资源之间的矛盾，就要靠栽培技术，靠采取各种农业技术措施等等。

农业技术是否有效的鉴定标准是定量估算该措施能调节哪个因子，到什么程度。随着对决定产量的各植物特性以及形成产量各要素认识的深入，就有可能采取各种农业技术措施，以解决植物与自然环境间的矛盾。

从自然资源与经济收益角度来考虑各地区不利气象条件的特点，就可以采取必需的综合措施，并限制不利因素的影响，以保证植物发挥正常功能所必须的条件，进而获得所需要的产品。

这样，在研制果树和浆果作物合理布局的生态学基础时，当把土壤、天气和气候作为决定作物生长可能与否，并获取不同程度产量的环境来看待的时候，其具体任务的解决由以下两个阶段组成。首先，确定自然环境对种植对象的影响性质和程度，尔后，将所获得的各特征和关系视作相应气候估算的基础 [186]。

评定各个气候因素的时空分布及其综合效应，并将这些

与各发育阶段和发育时期的要求作一比较，就可以确定其每个因子对作物的影响。由于现有气候资源与生产对象的要求在数量上是不相适应的，那么可据此确定采取这一种措施或那一种措施的必要性，这些措施可消除或减弱不利外界条件的影响，或增强有利条件的影响。在这种情况下，不仅要确定外界环境因子的有利或不利作用，而且既要估算天气气候对整个地区生产率影响的程度，也要评价对各个自然区的影响。

在第一阶段就要求研究能应用于所研究对象的天气气候条件的方法。首先要获得能客观反映外界自然条件与地区果树-浆果作物生产率之间因果关系的各种定

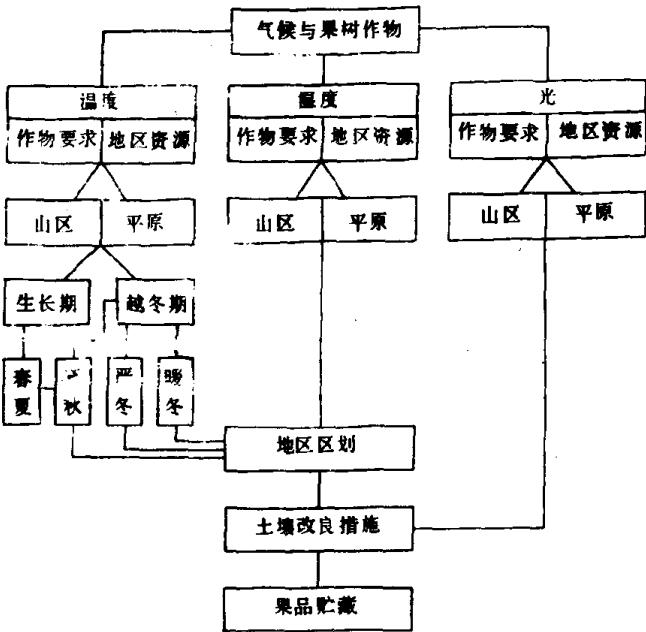


图 果树栽培业中天气气候条件的估算程序

量特征。所有这些可揭示地区不利气象条件的分布特征，并最终提出为克服这些不利条件的影响所能采取的一系列实际措施。

根据产量形成过程为合理利用气候因子而采取相应的栽培技术——这是将所有措施归纳为一个综合系统的最重要的任务之一（图1）。

1.1 果树作物对太阳辐射的利用

各种果树（包括各品种）对太阳辐射和光照的定量要求暂时还没有被鉴定出来。所有果树作物都是喜光的，其相对耐阴性有所不同而已。种植在我国的果树作物，按其对于光要求的减少情况可以排列如下：阿月浑子、无花果、树莓、石榴、杏、扁桃、桃、欧洲甜樱桃、胡桃、梨、苹果、葡萄、浆果作物。

哈萨克斯坦园艺经济区各果树种植地区所获得的太阳辐射是不相同的。它随纬度和海拔高度、坡向、天气类型以及其他许多因子而变化。在哈萨克斯坦东南部的平原地区，晴空水平面上的直接太阳辐射年总量为6285—6494兆焦耳/米²，山区为6938兆焦耳/米²。在有云的情况下，平原地区的总辐射量可下降至5656—5866兆焦耳/米²，山前地区和山区（由于云量的关系）可降至5238—5656兆焦耳/米²。在年变化过程中，最大的月总辐射和直接辐射出现在6月（670.4—879.9和419.0—670.4兆焦耳/米²），最小值在12月（125.7—188.5兆焦耳/米²）。

到了山里，由于大气质量的减少（太阳光是经由大气射入地面的），以及大气中水汽、气溶胶和各种气体的减少，太阳辐射的强度增加了。与平原和山前地区相比，山里有较强

的太阳辐射，这种情况已在许多著作中提到了 [95, 123等等]。在外伊犁阿拉套山区，根据我们的计算，2500米高度以下，每升高100米，直接辐射量平均增加9.77瓦特/米²（它是能量的主要部分）。因此，山区果园可获得比平原更多的太阳能。然而，这种规律只有在夏天晴空和寒冷时期才出现；在每年的温暖时期里，山区的晴天日数要减少，因而，太阳能的收入也就要减少。这样一来，在海拔1711米，7月份垂直面上的直接辐射量要比海拔847米上少20%。

在总辐射的垂直分布上，也有与直接辐射相同的规律性，但表现得更为明显。冬季和春秋时期，与山前和平原地区相比，高山地区可相应地多得到25%和9—14%的总辐射，而夏季却相反，要少6—7%。

各种生长地的栽培果树，在整个生长期（4至9月）可得到的总辐射量如下：平原-草原区为4131.34兆焦耳/米²，山前区为3712.34兆焦耳/米²，山区为3699.96兆焦耳/米²和高山区（海拔1711米）为3674.63兆焦耳/米²。

分布在同一高度的不同坡向和坡度上的果园，所得到的太阳辐射是不相同的（图2）。随着海拔高度的增加，太阳辐射中的红外线通量就增加，也就是说，光谱成分发生了变化。根据С.П.波波夫（Попов）[134]的研究，在海拔2000米高度上，太阳辐射中红外线通量与其总通量之比可增加到20—25%，也就是说，转变成热的太阳辐射通量增加了。

根据С.А.斯坦科（Станко）等人 [170]的资料，在外伊犁阿拉套山区，海拔2980米上，中午太阳光中的紫外线和红外线通量比海拔780米上分别增加55%和24%。

这些作者的研究表明，同一种植物对太阳能的吸收是随着生长地高度的增加而增加的。这种现象发生在光谱的整个