

植物的化学作用与气候

Н. И. 夏拉波夫著

科学出版社

植物的化学作用与气候

Н. И. 夏拉波夫著

游修龄 厉葆初译

科学出版社

1957年8月

Н. И. Шарапов
ХИМИЗМ РАСТЕНИЙ И КЛИМАТ
АН СССР, 1954

內 容 提 要

本書內容分两大部分,上編介紹地球上植被的發展及因陆地出現而轉变为陆生方式的近代知識和概念;自然历史环境的基本因子——光、热和水分在植物的發展和定型中的作用;植物两个主要生命过程——蒸騰作用与同化作用之間的关系及它們的作用等。下編討論植物体中化学物質組成的轉化与气候的关系;各类作物的各种貯藏物質——蛋白質、油分、淀粉、糖等的形成与气候的关系;最后还闡述了关于作物的試驗和区划系統組織、关于引种措施的实践上的見解等。

本書在理論上提供植物体中各种貯藏物質形成过程可能的机制的概念,在实践上为合理地組織引种、作物区划工作以及提高作物产量提供參考意見。

植物的化学作用与气候

Н. И. 夏拉波夫著
游修齡 厉葆初譯

*

科学出版社出版(北京朝陽門大街117号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第061号

北京新华印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1957年8月第一版

書号:0359 印張:6 3/8

1957年8月第一次印刷

开本:850×1168 1/32

(京)0001—2,055

字数:152,000

定价:(10) 1.20元

序 言

苏联共产党第十九次代表大会的历史性決議是苏联人民为进一步增进劳动人民的福利、扩大生产資料的生产、广泛發展生产力、全面利用我国丰富的自然資源而斗争的宏大綱領。

在研究工作者面前放着許多重大的任务,其中特别是,現在就需要采取措施加强学者們尽速地解决直接有关利用这些資源的科学問題。由于这个緣故,研究与气候自然因子有关的許多問題,首先是在农業上为了提高栽培作物的产量而更充分、合理和有效地利用气候因素的問題,具有特殊的意义。

党和政府确定,最近几年农業上最迫切的任务,是进一步尽量地提高所有作物的产量,更大規模地發展作为整个农業生产基础的谷物經濟以及广泛开垦生荒地和撩荒地。

如所周知,重要的不只是預卜收获的产量,而是实际上收貯于倉庫的产量。同样的,每年精确地鑒定每一个区每一个州所得收获物的品質,确定各种作物产品的化学成分,其重要性也不亚于此。

本書是一些实验材料的理論研究和分析,这些材料是过去较少研究的有关气候对于植物形成各种化学物質的作用的問題。

目前植物生理学和植物生物化学拥有大量的有关植物化学成分的变异与栽培或自然生长条件之关系的实验材料。

例如,大家都知道,栽培在苏联北部和中部緯度条件下的油料作物,它們所产的油脂,比栽培在南部和东南部的多,而油分本身的化学成分,即使是同品种的材料,各种常数也显然不同;北方的植物所产油分的碘价較高,带两个和三个双鍵的不饱和脂肪酸的

百分率較大，等等。当然，这些油在技术和农业上的用途是不同的。同样已经确定，种子中贮藏蛋白质的形成在质和量方面都以在东南部和南部各区最为有利，正是在这些气候带中，禾谷类作物所结的籽粒在饱满度、透明性以及其他有经济价值的品质特征方面都是优良的，相反的，在苏联中部和北部地带的条件下，化学物质的形成以淀粉占优势，等等。其他有实用价值的物质，如糖分、韧皮纤维、植物碱、挥发油等方面，同样的观察和实验研究资料也已经积累得很多。中部和北部纬度条件下高等植物花被的色彩繁多，但香气比较贫乏，而南部区域的现象则相反，植物的花被富含香气，而色彩的变化则有限，这已经引起研究家们的注意，并认为是气候的独特影响所致。

可是大部分研究者仅局限于观察植物的化学成分在栽培或生长条件的影响下所引起变异的现象。而其实，理论上、特别是实践上最重要的倒是确定与生长地气候有关的引起这种现象的最密切的原因。

在理论上，本书的著作希望可以提供植物体中油分、蛋白质、淀粉、糖分及其他物质形成过程的可能机制（Механизм）的概念，而在实践上，也希望可以直接指明，某某地区最适于发展某某作物或某某技术作物，换言之，本书的著作希望可以作为合理组织所有引种措施的依据、作物区域化以及提高作物收获量的依据。因此，我们就从这样的考虑出发，即气候的影响不应该从总的表现方面去理解，而是要通过每一个因子的作用、它的主要意义的分别测定，当然，也要与其他因子联系起来分析。这样，希望可以扩大我们的可能性去掌握自然界的现象，希望可以创造一些条件使自然现象向合乎我们需要的形态方面随意地重复和组合，这种形态原来在自然界中是不遇的或者偶然一见的；还希望可以替它们事先决定方向和范围。这是很自然的，克服气候方面的障碍——这些障碍总起来说决定着植物光合作用的能力和规模、生长期的长短、

对温度激变的抵抗力等等——在植物栽培上，只能根据植物的發育規律与气候因素有一定的联系这个明显的概念。

这种研究的困难主要在于现在的专门文献中，关于植物化学成分的变化与一定气候因子的联系，没有(或者几乎没有)肯定的观点或见解。

作者认为上述研究的见解不论对于批判地分析有关这个问题方面的文献或就植物的習性与气候因子的关系方面进行比较的研究，都是很充分的，因为人们在栽培植物时对于气候因子的天然进程的积极干预只能局部地引起一些改变，而植物的天然發育只有在气候因子的影响下才能通过。

在苏联不同气候带每年进行的(用一定的方法)大量作物品种的試驗为本书的完成提供了特别宝贵的实验材料。这些試驗是从1924年起由全苏作物栽培研究所所属系统进行的。因为作者多年来曾是研究所的研究员，并直接领导苏联各气候区域中各种作物的試驗，所以本书引用大量材料是比较容易做到的。个别化学分析在同一研究所的生物化学实验室内完成。总之，工作的主要方法是室内法、田间法和实验室法。

此外，还引用了我们苏联其他科学研究机关、研究所、試驗站和选种站研究各类植物和作物(豆类、禾谷类、馬鈴薯、糖用甜菜等等)的实验材料。华盛顿农业部科学局的资料，美国各試驗站以及个别研究者(特别在加拿大)的研究工作有很大的用处，同样也引用了其他一些次要的来源。

本书分七章。第一章简要介绍从陆地出现的时候起，地球上植被的发展和因陆地出现而轉变成“陆生”生活方式的近代知識和概念。历史方法对自然科学有莫大的意义，应用它可以最正确地了解目前植被的情况和各种植物的習性与綠色植物界以前历史的关系。十分明显，生物生存条件旱生化的日益增强，随着生物轉变成陆上生活方式，不可避免地会引起植物相应的适应，不仅在植物

的结构、器官的形态及其机能方面，也决定它们所制造的特殊产物或物质的形成。

本章还探讨了自然-历史环境的基本的、普遍的因子——光（辐射能）、热和水分对植物的发展和组织以及植被形成的作用。

本章末尾，分析了植物有机体生命活动的两个主要过程——蒸腾作用和同化作用的作用，确定这两个过程是结合的、互相联系的现象，其本质，是水动力学现象（гидродинамическое явление）[而不是如一般所认为的水静力学现象（гидростатическое явление）]。

第二章“关于植物体中物质的化学组成的进化与气候的关系问题”说明了有机体生存条件的早生化不仅引起植物在结构、器官的形态及机能上的适应，也决定了它们制造的特种产物或物质的形成的全貌。鉴于环境因子（在这里是气候）——水分、光和热有特殊的作用，在植物所有生命过程中都表现得十分明显，本书第三、第四和第五章就把重点放在不同种类作物的各种贮藏物质的形成与气候的关系上，照我们的意见，这样可以更好地明了它们的习性，以期从它们那里获得我们必需的产品（在量和质方面）。本书第三章探讨气候因子对蛋白质植物和油料植物的习性的影响；第四章列举气候因子对糖料植物和淀粉植物的影响的材料；第五章同上，为纤维植物的习性。

在第六章中，根据前面有关植物体中上行液流和下行液流相互作用问题理论研究的实验资料的分析，确定了我们所称“植物体中同化过程和蒸腾过程的水动力学联结性”的规律性，肯定了它在植物有机体的发育和植被型的发展中的作用以及它对社会主义农业的实际意义。

第七章阐述关于作物的试验组织和作物区域化以及关于引种措施的实践程序的见解。这些组织和措施促进了作物产量的全面提高。

我們对下列作物曾作了植物習性与气候因子的关系的比較研究：禾谷类作物和形成貯藏蛋白質的豆菽类作物；貯藏油脂的油料作物；貯藏淀粉和糖的淀粉作物和糖料作物，以及形成韌皮纖維、叶纖維和果纖維的纖維作物。

根据我們所作的理論和实验的分析，我們亲自获得的試驗材料以及各研究机构和研究者們的資料看来，关于植物的習性与其“生境”（Местообитание）或栽培环境的气候的关系方面是可能窺見一定的規律性的。

本書的指导思想是米丘林关于环境对植物發育的作用的学說，这个学說对于气候因素的意义和植物內部所發生的各种过程的相互联系性給予特別的注意。

在我們国家里，关于耕地的农作物种植和合理配置的国家措施制度，正在遵循列宁-斯大林的指示有計劃地实行中。根据苏維埃的生物科学（它的代表学者是季米里亚捷夫、米丘林、杜庫查也夫、科斯蒂切夫、普里亚尼希尼可夫、齐津及其他等）的成就来創造新的丰产的植物品种，根据新的原則来进行作物的区域化。在这一宏大的事業中，照我們的意見，我們所提出的有关植物習性与气候的关系的見解和結論将可以發揮一定的作用，并为建立引种和区域化的合理基础提供材料。

目 录

序言	i
上編	1
一. 植被發展的历史以及太陽光能和水分在这个發展过程中 的作用	1
(一) 关于植被發展的历史	1
(二) 关于太陽光能和水分在植物界發展中的作用	10
二. 关于植物体中物質的化学組成的进化与气候的关系問題	35
下編	68
一. 貯藏态油分与蛋白質的形成	68
二. 貯藏态淀粉和糖分的形成	118
三. 韌皮纖維、叶纖維和果纖維的形成	146
四. 植物同化作用和蒸騰作用过程的联結性	159
五. 作物地理区划的任务与气候	166
結束語	174
参考文献	177

上 編

一. 植被發展的历史以及太陽光能和水在这个發展过程中的作用

“未来的自然科学家應該依靠物理和化学的方法……而且将来比过去更甚,如果他忽視了自己从事的科学的寬广的任务和总的目的,他将只能徒然地徘徊在專門研究的枯燥犹如沙漠的領域中。”

(K. A. 季米里亚捷夫全集, 卷7, 520 頁, 1937 年)

(一) 关于植被發展的历史

植物界的發展, 正如古典的研究者郭良揚尼諾夫 (П. Ф. Горянинов)、霍福美斯脫 (Hoffmeister, 1834) 貝略也夫 (В. И. Беляев, 1851) 及郭連欽 (М. И. Голенкин, 1844—1885) 等所指出的, 是經過一系列的系統發育过程的: 藻类——同型孢子的蕨类——异型孢子的蕨类——裸子植物——被子植物。这种逐步的順序的器官結構和机能的改变, 經過解剖形态学的探索研究, 从真正的水生植物——蘚类到典型的旱生植物——高等显花植物, 反映了地球上各个地質时期的生命历史。古植物学的記載, 直到現在为止, 証明了陆地的孤立和大陆的出現决定了植物界的进化是沿着植物的形态适应于水分不足这个方向进行的。

現在誰也不再怀疑, 陆生植物是从具有組織結構的藻类植物而来的, 而藻类植物則由单細胞生物进化而来。地球上植被的进化过程是植被不断扩大其旱生化的清楚的圖象。

只要考察一下地球上植被和植物区系的发展图象，从白垩纪（或甚至更早些）起直到现代为止我们所掌握的古植物遗体，就可以显明地看出这个发展的过程与整个地球上的气候条件改变有直接的关系。

在白垩纪中叶以前，根据当时的植被特征来判断，地球上还没有直射的阳光。只有从白垩纪中叶起，不间断的直射光线才开始到达地球表面。以前老是充满着水汽雾和密密层层云海的大气，开始澄清起来，变成温暖而透光的了。这种情况对于地球上植物区系和植被的发展有着非常重要的作用，因为它决定了植物形态对这些生存条件的适应和改变的特征，因为这种情况引起了完全新的植物类型——被子植物的发展，被子植物的不期而出现以及非常迅速地在地表普遍分布，首先就注定了排挤掉裸子植物，绝大部分的裸子植物在生命舞台上只占了极短的一段时间¹⁾。

文献方面对这个问题的发挥得最有价值的是俄罗斯学者郭连钦（М. И. Голенкин）的著作“植物世界生存斗争的胜利者”（1927），作者以其博学强记列举大量的事实资料证明新类型——被子植物的最大特征在于它们能够为了自己的需要而以最大程度地保持并利用太阳光。

被子植物的出现以及非常迅速的发展和分布对于整个地球上的植物界和动物界的发展起了深刻的影响。根据郭连钦的信念：“从本质上说，我们可以把我们所知的地球历史及其生长物分成两大部分：被子植物出现以前——古代时期，被子植物出现以后——新的时期，这个时期一直到现在还在继续着。”

地球大气状况的改变，大气的澄清，太阳光直接射到地表，太阳辐射的激变，这些都是地球上气候改变的根本原因，气候的改变引起适应生活的新的植物类型，具有显明的旱性形态性状，适

1) 据估计现代的被子植物约有 20 万种，而裸子植物只有 500 种（等于 1:400）。

宜于調節利用水分。太陽光照射到地表，地球受到更多的光照，这就促成陆地、大陆的出現，从而更明显地决定了气候省和带的对比，而在許多地区就形成了明显的大陆性的干燥的气候条件。

大陆的出現迫使植物界养成适应这种生活方式的能力，而避免水分損耗和干燥的必要性又使有机体的形态和解剖結構复杂化，促进了在生理上保持水分和机械稳固性的組織的發展。就被子植物而言，其特征就是各器官的特殊結構以及不平凡的多样性。被子植物的根、莖、叶的构造截然不同于所有其他的植物类群，不仅是不同于現今自然界生存的，也不同于古代的化石植物。研究家們的注意力都轉向于叶子的非常的多样性，叶子在莖上的着生和分布，奇巧的叶脉构造，叶子运动的能力，特殊的完善作用的适应性，个别种或类型發展而成的巨大的叶面积等等。令人惊异的还有不可思議的多样性，解剖結構的建築学原理，导管束自动調節上行液流和下行液流工作的完善系統，蒸騰作用和同化作用的过程等。被子植物的莖与其他植物类群比較，在形态和結構方面也是非常的不同，它們能适应任何生存条件而完成其各式各样的作用（例如仙人掌类、藤本植物、桉树屬的植物及其他）。

在形态改变的同时，植物繁殖的过程也起着进化和变异。这个过程逐渐地簡化；雄性細胞失去可动性，只能在湿润的环境中独立运动，特殊的花粉管發展起来，成为現在業已不会运动的性核的可靠的保存者和傳遞者，而“只有少数低等的裸子植物，如銀杏、苏鉄，保留了它們自己古老的方法，借自由地浮游在水中的精子而授精”（庫茲涅佐夫 Кузнецов, 1914）。

被子植物的这种特性是有机体为了旱化作用，改造自己适应于爭取水分而对强烈改变了的生存条件所产生的必然反应。这种特性赋予被子植物以許多有价值的优点，超过了裸子植物，大大地

保证了它們在地球上的生存。这些优点包括：胚珠隐藏在子房里面；减少胚珠的营养物質和建造物質的消耗从而比其他植物类群大大地增加了种子的数量；被子植物的杂交授粉特性比之裸子植物的風媒授粉成为更完善可靠的繁殖方法。

由于胚珠安全地保藏在子房之內，所以不需要单独的保护器官，这样就有很大的可能性使胚珠在不良的环境条件下得到保存、發育。减少营养物質和建造物質的消耗就可以使被子植物發育更多的种子，例如唇形科菊科和其他被子植物的个别代表便是这样。胚珠閉藏在子房內就可以創造出各式各样的被子植物果实的不同結構，而且这些果实的多样性是無穷的，使我們在生活斗争中的抉擇方面更为合理。現存被子植物的極其繁复的結構上的适应性实在是令人惊人的，决非化石的或現代的裸子植物的种子所能望其項背（裸子植物的种子借風力或动物傳布，在傳布的时候，風和动物并不能破坏裸子植物种子的这种适应性）。

虫媒授粉和基本上借昆虫而行杂交授粉的适应特性是随着昆虫的迅速發展而發展起来的。这种相互的适应性引起生活上新的花器形态和新的昆虫种，从而加快了發展的速度。

这样的授粉方式对于植物是更有利的，因为虫媒授粉保证了花粉傳遞的正确性而且沒有損失，使植物有可能减少其制造花粉的数量。如所周知，显花植物所获得的花粉数量比之被子植物風媒授粉所制造的大量花粉是微不足道的。花粉数量的减少首先引起了接受花粉的花器部分（即柱头的大小）大大地縮小。小的花朵开始聚集在各式各样的花序上具有鮮明的色彩，这样更易引起昆虫的注意。“被子植物借昆虫授粉的适应性使花器出現了鮮明的色澤和香气，引誘着傳粉者，我們所看到的奇妙不可思議的类型，例如兰科的植物……有些植物只对夜間活动的昆虫开放其芳香的花萼，反之，有些植物只在明朗的白昼陽光下或早晨开放花瓣，总之，尽量适应它們自己的傳粉者的生活方式、口味和習慣”（Bap-

санофьева, 1948)。

随着被子植物的發展以及由于这种新的情况, 在动物界开始了种的变异, 出现了極其繁多的昆虫, 随后是新型的現代鳥类, 猿类, 若干翼手类以及其他等。

植被的更換引起大量食植物的动物如恐龙类的絕灭, 恐龙类已經沒有能力与哺乳类竞争, 哺乳动物获得更快的發展和分布, 优异地适应新的生存环境。将第三紀的和現代的哺乳动物作一比較研究, 就“可以获得各种哺乳动物类群的順序适应的明显例子, 如适于攀緣采食果实的猿类, 食种子的嚙齿类, 食树叶的长頸鹿、某种白犀, 适于草原及高地草原生活的以禾本科植物为食的馬类以及許多偶蹄目的动物等等。”(同上, 1948)

地球上气候的繼續不断干燥化, 自有史以来即带来水分因素对植物界的长期而复杂的影响的明显特征。亚洲人民历史上的偉大博学家, 著名的旅行家和地理学家格魯姆-格如瑪依洛 (Г. Е. Грум-Гржимайло, 1933) 作了一个結論說, 由于大陆性气候在各历史时期的增强, 在中亚細亚的广大面积上, 放牧地和耕种土地不断消灭, 沙漠地不断增加。“从前繁荣的区域, 国家, 部族, 他們的移民, 完全消失了, 代之以杳無人迹的沙漠, 微少有限的牧地。”中亚細亚, 尤其是它的东半部, 变成山脉組成的閉鎖系統, 排除了海洋的直接密切的影响。地球气候向干燥化方面擴張在这一带表現得最为清楚, 还有古代植物区系的殘遺(在过去都是适于較湿润气候的代表植物), 江湖的消失、干燥化和水平面的下降, 阿尔卑斯山区江河和湖泊流域的縮小, 这一带冰川的缺如、减少……都足以說明这一点。吳尔福 (Е. В. Вульф, 1944) 的巨著中关于地球上植物区系的历史部分也作了同样的結論, 認為植物界的进化一直是取决于植物对水分不足的适应历史, 这种植物区系的旱生化过程很显然地因人类破坏热带森林而加速, 而森林的破坏則是由于对土地經營的掠夺式的無政府状态, 由于資本主义方式的国民經济管

理及国际竞争。¹⁾

因此，植物界以及与植物界直接关联的动物界的进化在其整个历史过程中都取决于对水分不足的适应能力，而植物区系的这种旱化过程又显然地是由于人类自己破坏了热带和亚热带的森林，由于稀树干草原、沙漠区域的扩大而加速着进行。

一切陆地上植物所固有的毫無例外的生理学特性，即它們發育的周期性，是温带、亚热带和热带气候条件下所共有的，这种生理学特性正是植物界發展途徑的明显的証据。这种發育的特性即使在最潮湿的热带区域一年四季的变换極不明显的条件下，也可以观察得到。在那兒可以看到例如許多的木本植物，与一年四季沒有清楚的关系而在不同的持續時間內落下叶片；即使是同一种的树木，在不同的生态条件下，其落叶和生叶的时间也不一样。

在自然界里决沒有絕对的常綠植物不偶尔更換其叶片和沒有任何持續程度的休眠期。在潮湿的热带地区，絕大部分树木的种都是逐漸更換叶片的；有許多树木保持老叶的功用直至新芽开展时

1) 資本主义国家如美国、英国、法国企圖开拓沙漠和荒弃的地区並沒有获得很大的效果；数十年来开拓事業只进展到在沙漠地区[如卡拉哈利(Kalaham, Калахари)之在非洲,阿塔卡馬(Atacama, Атакама)之在美洲]建立許多矿井,环绕着水草地区建起来的城市和移民,以保証运输路綫的給养而已。不仅如此,以前有經濟周轉价值的土地又变成沒有价值了,現在在西欧国家的領土上有着三千万公頃的荒弃土地,都是由于对土地財富的橫蛮的掠夺所致。資本主义世界在改造开拓沙漠和廢弃地区的事業方面是表現無能为力的。

同时,也完全有可能在已知的条件下肯定地解决改造沙漠的問題,使之成为大的文化基地,具有發达的农业和工业,因为現有的水分数量可以更小心合理地利用。此外,在历史上,特别是近几百年来發覺到地球气候的干燥过程有一定的緩和,这是許多研究家們都注意到的[別尔格(Л. С. Берг),及其他学者]。

苏联的巨大成就說明这方面有更大的可能性,苏联根据社会主义的原則,在有計劃地管理国民經济的条件下,以高度的效率將沙漠和荒地納入經濟周轉中。在中亚細亚、南高加索、北高加索、克里米亚、乌克兰、哈薩克斯坦、伏尔加河流域、中央黑土地帶各省及其他地区的灌溉和干旱区域扩大灌溉,植树、护林带、大面积的积雪、利用大小河流灌溉、推行草田农作制以及其他的国家措施,針对着与干旱斗争,保存并小心合理利用湖泊江河、天然降雨的水分,通过这些方法很成功地开拓了几千万公頃以前被抛弃荒廢而現在納入經濟利用的土地。

为止并在新叶出現前的几天才将老叶脫去。

弗奥福拉斯脫(Феофраст, 紀元前390—305年)早就写过:“常綠植物的叶片是局部地散落萎謝的;在一株树上从来不会保留着同一些叶片,一些叶片新生开展起来,另一些叶片萎縮雕謝了。”[植物之研究(Исследование о растениях)第一册第9章,§7]。

植物發育的周期性即使是潮湿热带地区的树种也具有这种特性,使我們可有条件地区別逐漸換叶的常綠树和在一定時間內全部脫叶的落叶树;这里落叶树的生长旺盛时期是与休眠期交替的。

这种發育的周期性在一年中干湿季交替明显的热带地区表现得最为清楚,在这些地区落叶的周期总是在雨量稀少的时候,落叶之后便进入植被的休眠状态。

随着植物从热带向温带、寒带以及向高山推进,周期的落叶和几乎完全停止了同化作用和蒸騰作用,成为發育的必然机能,受寒冷的气候条件(即寒冷的周期)所控制,沒有可能正常地利用水分。这里,植物因温度条件不利而表现出生理干旱。在这种条件下冬季的休眠期便代替了在炎热缺雨的低緯度下所引起的同样的时期。

因此,休眠时期不論其长短持續的程度如何,是發育的必然机能,是每一种植物通过历史过程根据其各自的方式形成起来的。植物的休眠期除了丢失叶片以外,引起了所有生理-化学过程的器官和酶的綜合体的改造,这即使在实验条件下就植物的抗旱性和抗寒性現象上也很容易观察得出来。

植物抗旱抗寒的生理-解剖特性是这些植物对于水分不足的一定关系的反映,換言之,水分不足引起了植物体中这些特性的形成。据现今解剖学、生理学和生物化学的现代方法的正确測定結果,早生植物、肉質植物、半肉質植物、中生植物和水生植物彼此間的区别仅仅在乎解剖特性的旱性形态、生理机能以及新陈代谢現象等方面程度上的差异而已。所有这些特性只有一个原因,那就

是水分供应的程度差别。植物受干旱条件的为害,换言之,受水分不足的为害,或受低温造成的水分过剩下的“水分不足”的为害(即生理干旱)——这首先是有机体的生化和生理作用遭受破坏所致,具有一切由这种情况而引起的有时甚至非常复杂的现象和后果[馬克西莫夫(Максимов), 1916, 1926, 1952; Л. 依万諾夫(Иванов), 1922—1923; 杜曼諾夫(Туманов), 1926, 1940, 1951; 庫尔薩諾夫(Курсанов), 勃拉戈維辛斯基(Благовещенский), 卡薩柯娃(Казакова), 1933; 查林斯基(Заленский), 1904; 凱勒尔(Келлер), 1922; 柯尔庫諾夫(Колкунов), 1905, 1907, 1922, 1929; 克連啓(Кренке), 1941; 西薩江(Сисакян), 1940, 及其他研究者]。

由此可見, 热带植物之轉变为亚热带和温带植物是受一定的、正确地重复着一年四季而水分不足的条件所制約的, 而且这正是—切乔木出現休眠期的根本原因。所以吳尔福(1944)正确地观察到, 在乔木植物界的这种生物学特性中我們有着必然的前提来了解热带植被进化为温带潮湿地区的森林植被的过程。就是到現在还可以观察到这种过程在东部亚洲的巨大面积上出現, 那兒热带区域逐渐轉变为温带, 热带气候为温带的气候所取代, 而热带的植被也轉变为温带的植被。А. Н. 克拉斯諾夫(Краснов)在他那时候(1894年)就写过: “东亚沿岸的植物区系的总体應該提供一幅亚热带第三紀植物区系进化为现代温带及寒带植物区系的巨大的进化圖象。”

随着向北方推进, 热带被子植物开始变为落叶的种, 常綠森林为落叶森林所代替。所有这些轉变——从一个植物区系轉为另一个植物区系——在現今东部亚洲仍旧可以看得到。在那兒可以看到“我們的温带的落叶森林还处在从热带植物区系的内部产生的阶段”(克拉斯諾夫, 1894)。

同时, 与这些現象并行的是木本植被和灌木植被为草本类所充实起来。干草原、半沙漠、裸露面积的出現决定了独立的草本植物