

楊 树 选 种 学

科 学 出 版 社

楊 樹 選 種 學

中国林业科学院林业科学研究所

树木改造室遺傳选种研究組

集体写作

科 学 出 版 社

1960

內 容 簡 介

在祖国社会主义建設总路綫的光輝照耀下, 林业生产工作中的多、快、好、省方式, 最重要的莫如快速生长树种的創造。楊树选种学, 是在我国社会主义建設对林业生产工作的要求下所形成的現代科学。它将于羣众运动中發揮它改造自然的力量, 多、快、好、省地增产工农业上的原料供給。此书首先略述世界各国楊树选种的近况, 并第一次发表我国主要楊树的发育型, 作为选种原始材料的根据。其次敘述引种和杂种优势的理論, 根据我国楊树开花生物学特性, 制定我国楊树的杂交方法和育苗規程, 同时并列举杂交組合的各种成果, 并敘及远緣杂交的事实和理論。从而指出要創造适合社会主义建設的新品种, 就必须选择适合的亲本, 才能使楊树有用的特性形成显性而成为有經濟价值的新品种。并根据上述一些具体情况, 拟定楊树选种程序以資广泛的应用, 而形成楊树創造新品种的羣众性科学。最后指出我国近年所創造出的快速生长楊树新品种, 以及栽培繁殖等技术規程, 以供我国在楊树栽培事业中的广泛应用。

楊 树 选 种 学

著 者 中国林业科学院林业研究所
树木改造室遗传选种研究組

出版者 科 学 出 版 社
北京朝阳門大街 117 号
北京市书刊出版业营业許可証出字第 081 号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

总經售 新 华 書 店

1980 年 2 月 第 一 版
1960 年 2 月 第 一 次 印 刷
(京) 0001-2,500

书号: 2065 字数: 190,000
开本: 850×1168 1/32
印数: 5 1/2 册: 28

定价: 1.25 元

目 录

緒論	乐天宇、徐緯英(1)
世界楊树选种工作近况	徐緯英(4)
楊树选种原始材料的研究	乐天宇、徐緯英、馬常耕、焦謙之(10)
楊树的引种	徐緯英、馬常耕(51)
关于杂种优势	徐緯英(64)
楊树开花生物学特性研究	徐緯英、林靜芳、焦謙之(66)
楊树有性杂交方法	徐緯英、李才江(80)
楊树杂种播种育苗方法	李才江、郭翠仙(92)
各种楊树杂交組合介紹	徐緯英、李才江、馬常耕、焦謙之(98)
在創造楊树新品种工作中应用远緣杂交方法的研究	徐緯英、胡长齡、卢树先(124)
亲本选择、显性形成、杂种特性鑑定	乐天宇、徐緯英、馬常耕(146)
楊树选种程序	徐緯英、馬常耕(165)
区域化栽培試驗	徐緯英、馬常耕、焦謙之、李才江、修永昌(190)
楊树新品种	乐天宇、徐緯英、馬常耕、李才江(200)
良种繁殖站及加速繁殖法	徐緯英、馬常耕、湯秀蓮等(210)
大規模的生产楊树杂种种子的方法	徐緯英、焦謙之、林靜芳等(216)

緒 論

在党的总路綫光輝照耀下，我国社会主义建設出現了大跃进的形势，不論是在工业上、建筑上、日常生活以及改造自然的工作上，对森林及其产品等都提出了更大量的要求。这样，林业工作就必须用更大的跃进姿态来参加到社会主义建設的革命运动中。扩大森林面积，改善农业气候，保証丰收，提高森林生产力，滿足社会主义各項建設对林业上的要求。在这样巨大的工作中，就必须应用速生树种才可以提高效率。而速生树种則以楊树最为主要，这是大家所能理解的，但对于旧的一套楊树經營管理方法，已經不能解决目前和今后社会主义建設中所提出来的問題，例如，迅速的大面积綠化，十年为期或更短的采伐，因此，我們就必须对它的經營方法在实践中去开辟新的途径。楊树选种——优良品种的創造，即是最重要的途径之一。世界各国在楊树选种方面的新成就，已使人們深信，进行楊树选种工作可以解决現代工业上的許多原料問題，以及农业上建立防护林等的問題。

現代楊树选种学乃是根据苏維埃創造性达尔文主义为基础的米丘林遺传学原理来进行改造楊树的，用各种方法动摇楊树的遺传性和扩大它的可塑性，按照国家建設的要求，定向培育和选择創造有更高生产力和更良好質量的新品种。因为經過杂交，选择就包含着創造性的意义，包含着种的不断前进，种的不断提高。我們不應該将选择簡單的了解为挑选，而是新品种創造的过程。在农业上选种的成就，已使人們深信选种工作是高額丰产因素之一，在林业上进行选种，同样能解决許多实践問題和产量品質的提高。但农业上所采用的选种方法，在很多情况下不能滿足林业上的要求。在我国林业上的选种，为社会主义創造性运动的森林选种方法和原理，还没有完整的建立起来。

我們編写这本书的动机，就是在工作崗位上試圖根据我国历

代的选种成就、世界先进的米丘林科学以及在我国解放战争胜利后我們对于我国楊树自然类型的研究、选种工作的实践等作出結論，总結出我国楊树选种工作——創造新品种的原理和方法。作为羣众性楊树选种工作中的技术規程草案，以广应用。

楊树选种一般也可以采用下列三种工作。(一)选拔自然界中現存的有經濟价值的类型。(二)利用改变了的外界条件对树种的直接作用。(三)利用杂种培育。用第一种方法，虽然也可以提供我們一些优良的树种，为要迅速滿足社会主义建設多快好省的要求，也是應該积极进行的。第二种方法，应用不同的外界条件的影响来改变树种的性状，是很緩慢的，对我国社会主义建設中的大跃进来說，是不适合的。而且在自然界中能影响树种现状变化的外界因素的配合是如此的多种多样，它們之間的更替和相互关系是如此的复杂，要加以确切的掌握，实际上还是有些困难的。第三种方法，应用杂交法改造树种性状，例如同种間不同地理性的远緣或生态型以及不同种的种間杂交等，都是易于达到改变和迅速塑造树种新性状的目的。因此，在我們的楊树改造工作上当以杂交、培育、选择等作为主要而簡捷的方法。杂种是具有丰富而动摇的可塑的遗传性状的有机体，我們对杂种进行有定向的培育和选择，可以影响它的新遗传性的形成，使它向着我們所需要的方向发展，促使有經濟价值的特性发展和巩固，使这种有用的特性佔着絕对的优势。杂种楊树是由于两个不同的遗传性在新的有机体内的結合，能有更强的营养体生长，形成杂种优势，具有比較长寿和較高的生活力。这种方法，是迅速改造楊树的强有力的可靠工具。是使楊树自然类型向国家所需要的方向发展。因此，我們改进楊树品种应以有性杂交为其基础来拟定选种技术規程。

在我国楊树选种工作上应完成哪些任务，也就是进行楊树选种的具体目的，这是在开始进行这项工作时所应首先考虑的。由于各个地区自然条件的不同，就对楊树的性状有不同的要求，如华北地区、内蒙和新疆地区对楊树就各有不同的要求，内蒙及新疆要求楊树具有較大的耐干旱气候和耐較大的温差的性能。而华北地

区对楊树的要求,就不必具有如那样抗干旱及耐大温差的强烈性。华南或华东对楊树的要求又不相同,乃是要求抵抗炎热及耐大湿度。在华东或华南一般人都認為对楊树是没有什么需要的,因为还有其他速生树种,但它在胶合板工业及造纸工业上的特殊优良特性,现在还没有其他树种能够代替楊树。因此,在华东或华南区我們仍应培育几种能适应該地区气候的楊树新品种,以供給这些专门用途上的需要。这就是說,在我国各个自然地区,应有各自独特的楊树选种工作上的任务,为各个地区創造适应于該自然条件的并为各种不同需要具特有品質的新品种。因此,在各个自然气候区的楊树选种工作至少应完成下列的任务。

1. 在各个自然区域里,应有适应于該地区自然气候条件的优良用材新品种,并在生长速度上应比各区域原有用材楊树至少快25%,材質也应比較細密,物理力学特性也应该比較优良。例如,在华北創造新品种就应比毛白楊、加拿大楊、小叶楊、青楊等品种生长迅速,材質也应比它們优良。在西北地区就应在質量上和生长速度上都比小叶楊和山楊优良。在新疆地区就应比銀白楊、新疆楊、胡楊等更为优良。

2. 各自然地区也应培育最良好的纖維用楊树新品种,应比当地現有的楊树品种良好而且生长迅速,单位面积纖維出产量应比較更大。又如新疆和内蒙地区的胡楊,纖維質量是很优良的,但心腐病为害极严重,就应以改良胡楊能抵抗心腐病的品种为任务。

3. 各个自然地区也应創造出最优良的城市綠化用的优良新品种,应比現有的楊树美观、长寿、速生、抗性强、防风倒、不損路面等。

4. 为各煤矿区創造最适宜的矿柱材新品种,应比該地区原有楊树优良,幼齡时即能速生、抗病、抗压并能迅速成为矿柱材。

5. 为各种极严酷的自然环境地区創造防护林树种,例如为各种农田防护林带、防沙林带、盐碱地林带、海岸林带、防风林带創造出比原有的楊树速生而抗性强的新楊树品种。

世界楊树选种工作近况

由于楊树是一个用途广的用材树种，因此在林业上不仅注意到楊树造林面积的增加，而且注意到楊树經營質量的提高。因此对于楊树种性的改良，已广泛的为各国科学研究工作者所注意。苏联在1933—1941年期间就得到了将近六万个杂种，在山楊、銀白楊、加拿大楊、黑楊、香脂楊、西伯利亚楊等楊中得到了大量的种間杂种。資本主义国家的科学家虽然較早的进行了这项工作，如在1921年育成了格氏楊等（*P. generosa*, *P. angustifolia* × *P. trichocarpa*），但是在工作进展的速度上及規模上已远远落在社会主义国家之后。在苏联各个气候地帶的林业研究机构都在进行着这项工作，在列宁格勒卡馬洛夫林业工程学院，在莫斯科林业机械化研究所，在楊树改良上是做得最有成績的，其他如在烏发农、林、土壤試驗站，烏发試驗林坊的聶平茲夫施业区，乌克兰基洛夫格勒省，微西洛-包考汶考夫树木园及乌克兰科学院，林业科学研究所，在奧得薩全苏选种遗传研究所、洛夫斯基烏茲別克社会主义共和国、在塔什干中亚林业研究所、斯大林格勒省卡梅申試驗站等，各国地区都在进行着楊树改良工作。在民主德国塔兰得林业研究所也是大規模的进行楊树选种工作，在波兰、匈牙利也在广泛地进行楊树改良工作。而資本主义国家这方面的工作常是为資本家的造紙公司所掌握的。我們中国在解放以后科学文化得到迅速的发展，尤其是1958年大跃进以来发展更快，林业科学研究所遗传选种研究室、南京林学院、西北农学院、东北林研所、南京中山植物园等都在进行这项工作。我室数年来已进行的組合有140个，并且已有四个新品种推广在生产中应用。

现将世界各国对楊树改良工作方面的情况和結果綜合分別介紹于下：

— 有关有性杂交工作方面

用有性杂交方法来创造杨树新品种的工作是进行得非常广泛的,进行过杂交的组合是极为大量的,就已有材料知道苏联 1933—1945 年間杂交的组合就有 123 个以上。其結果用下列表格表示(表 1)。

从这些材料中我們可以看到,胡楊派的楊与其它种的楊杂交是没有得到成功的。但是最近苏联与波兰、匈牙利的林学家共同培育出一种新的品种,用胡楊与多种楊树进行了有性、无性杂交得到了优良的新品种。我們用在杂交时加父本种柱头液的方法也得到了小叶楊、青楊与胡楊的杂种。从上述材料看楊树其它派之間的杂交都是能成功的。

不只一个科学家进行了銀白楊与山楊的杂交,形成的杂种是生长旺盛的。用新疆楊杂交, A. C. 雅布洛柯夫由此选育苏維埃塔形楊,特別美观,生长旺盛,并抗寒,在莫斯科能生长,在苏联草原带卡梅申 12 龄高 8.75—9.0 米,比銀白楊高 2 米,他們比山楊杂种更为抗旱。山楊与新疆楊的杂种也具有良好的生长特性,如雅氏由这个组合选育出雅勃洛柯夫楊,就是生长良好,有塔形树冠的楊。Ф. Л. 次波夫由这个组合选育出的 *P. wezelobokowjensis* 楊 13 龄时高达 10.2 米,胸径 18 厘米,抗旱,耐热能耐草原气候条件。苏联 A. M. 別列津用香脂楊与黑楊杂交获得良好結果,杂种在烏发黑鈣土上 4 龄时达到 6.2 米。又以黑楊与柏林楊及苦楊等进行授粉得到良好杂种,在苏联黑鈣土上四龄时高 6.1 米。A. B. 阿尔滨斯基在斯大林格勒弱硷化栗鈣土上以鑽天楊与小叶楊杂交,鑽天楊与柏林楊、黑楊杂交都得到杂种,生长旺盛,迅速,抗旱。証明在草原地带鑽天楊是一个杂交良好的亲本。

有性杂交不仅是用了上列组合,而且还用新的杂种又进行了杂交,例如 A. C. 雅勃洛柯夫(A. C. ЯБЛОКОВ)做了 № 167 (山楊 × 美楊) × 欧洲黑楊, № 53 (銀白楊 × 山楊) × 新疆楊 + 灰楊, Т. П. 奥左林、B. T. 洛夫斯基用雅氏楊 № 11、№ 18、№ 77、№ 8 与新

疆楊进行了杂交。用山楊×灰楊 № 2832×新疆楊, 山楊×灰楊 № 2835×新疆楊进行了杂交。

由不完全的材料統計, 綜合各方面材料在其它国家进行过的杂交組合还有下列:

1. *P. acuminata* × *P. deltoides*
2. *P. adenopoda* × *P. alba*
3. *P. adenopoda* × *P. tremula*
4. *P. alba* × *P. canescens*
5. *P. alba* × *P. deltoides*
6. *P. alba* × *P. grandidentata*
7. *P. alba* × *P. maximowiczii*
8. *P. alba* × *P. nigra*
9. *P. alba* × *P. tacamahaca*
10. *P. alba* × *P. tremula*
11. *P. alba* × *P. tremuloides*
12. *P. alba* × *P. trichocarpa*
13. *P. canescens* × *P. deltoides*
14. *P. canescens* × *P. tremula*
15. *P. cathiana* × *P. deltoides*
16. *P. cathiana* × *P. laurifolia*
17. *P. deltoides* × *P. fremontii*
18. *P. deltoides* × *P. grandidentata*
19. *P. deltoides* × *P. laurifolia*
20. *P. deltoides* × *P. maximowiczii*
21. *P. deltoides* × *P. nigra*
22. *P. deltoides* × *P. tremula*
23. *P. deltoides* × *P. tacamahaca*
24. *P. deltoides* × *P. trichocarpa*
25. *P. fremontii* × *P. nigra*
26. *P. fremontii* × *P. trichocarpa*

27. *P. grandidentata* × *P. tremuloides*
28. *P. lasiocarpa* × *P. nigra*
29. *P. laurifolia* × *P. maximowiczii*
30. *P. laurifolia* × *P. nigra*
31. *P. laurifolia* × *P. tacamahaca*
32. *P. laurifolia* × *P. tristis*
33. *P. maxmowiczii* × *P. nigra*
34. *P. maxmowiczii* × *P. trichocarpa*
35. *P. nigra* × *P. simonii*
36. *P. nigra* × *P. suaveolens*
37. *P. nigra* × *P. tacamahaca*
38. *P. nigra* × *P. tremula*
39. *P. nigra* × *P. trichocarpa*
40. *P. nigra* × *P. tristis*
41. *P. simonii* × *P. tacamahaca*
42. *P. simonii* × *P. trichocarpa*
43. *P. suaveoleus* × *P. tacamahaca*
44. *P. suaveoleus* × *P. tremula*
45. *P. tacamahaca* × *P. tremula*
46. *P. tacamahaca* × *P. tristis*
47. *P. fremale* × *P. tremuloides*

以欧洲黑楊之一变种(*P. nigra* var. *plantiensis*)与美洲黑楊的一个变种(*P. deltoides* var. *monilifera*)杂交选育出来的迟芽楊(*P. serotina*)在德国意志民主共和国与匈牙利已经广泛的应用在生产中,由欧洲黑楊中選育出来的五月楊(*P. marilandica*)由*P. nigra* var. *plantiensis*与楊杂交培育出来的健楊(*P. robusta*)也广泛应用在上列国家生产中,五月楊在匈牙利21年生平均树高25米,胸径30厘米,株行距是2×2米,积蓄量每公顷320立方米。

迟芽楊在匈牙利各地的生长有如下的情况:

表 2

地 名	年 齡	高 m	胸径(現有株数)		現有材积积蓄 立方米/公頃
思推雪那健尔及	29	30	42		550
雪及高太尔	25	30	41	239	523
鄒尔里克斯見	15	19	23	662	302
烏雪及脫	22	26	30	575	600(1.5×1.5)
克須得肯尼	37	33	57	257	1120

二 无性杂交工作方面

苏联 П. Л. 波格丹諾夫 (П. Л. Богданов) 曾用培育在嫁接愈合处生长出来的芽得到无性杂种, 在 4 年中获得了 10 个不同組合的杂种, 其中只有西伯利亚楊 + 黑楊于 1933 年在愈合处得到 3 个芽, 一是典型的西伯利亚楊, 一个是典型的黑楊, 另一个是由嫩枝的最基部生长出的, 有杂种特性, 叶的开放期比西伯利亚楊早 6 天, 比黑楊早 12—14 天, 第三个芽形成的杂种 5 年生时高 3.5 米, 在 1940 年, 即 8 年生时高为 7.8 米, 在組織結構上亦具有杂种的特征。

A. C. 雅勃洛柯夫 (А. С. Яблочков) 用米丘林的营养教养法使不耐寒的楊嫁接在耐寒的楊树种上, 則增强了抗寒性。用有性杂交与无性杂交相接合的方法, 用米丘林的无性接近法克服远緣杂交不孕的方法来創造楊树新品种也已有显著成功的例子, 如上列已提到过的苏联、波兰、匈牙利林学家合作創造的, 以胡楊与其他多种楊树杂交选育成的和平树即是。这种楊树生长迅速, 一年生 4.5 米高, 能耐沙漠气候, 将成为中亚細亚沙漠地区造林主要树种。

不論在苏联 П. Л. 波格丹洛夫或其他国家阿查本斯基 (1944) 也用 X 射綫照射了楊树种子, 用 X 射綫照射五种楊树发芽的种子, 减数分裂时期的花芽, 授粉前的花粉、休眠芽及开始萌动的芽, 不定芽形成时期的愈合組織創造新品种都沒有得到成功的結果。

关于楊树多倍体的工作, 在 1937 年瑞典科学家如尼松爱

尔(Nilsson-Enle)等做过,認為多倍体可生长較快,但是結果四倍体并不比普通的二倍体的生长快。企图用改变染色体而获得新种的方法,是以机械遗传学为理論基础的作法,是沒有前途的。在苏联 A. T. 別列津用黑楊与香脂楊杂交得到的杂种生长特別快,但它們的染色体数与亲本的染色体数是相同的,因此他証明杂种优势并不决定于染色体数。

在克服杂交不孕性的工作上,卡扎尔切夫用无性接近法获得了胡楊与黑楊的杂种,我們用米丘林創造出来的方法即在杂交时加父本种的柱头液的方法也得到了胡楊与小叶楊及青楊的杂种,在将枝条放在黑暗条件下培养提高了捻实率。例如用鑽天楊与中国大叶楊在普通有光而温暖的条件下培养杂交,做了7个枝条82个穗沒有得到一个成功的,而将枝条培养在黑暗而冷的条件下做了两个枝条,14个花序得到成熟的花序11个,158粒种子。

綜合上面的情况証明了,用米丘林的方法,用不同的种杂交和相应的对杂种幼苗的培育,可以为各种气候条件的地区得到特別有价值的結果,可以創造出最有价值的快速用材树种的完全新的品种。

楊树选种原始材料的研究

当我们进行新品种創造和楊树改良时，我們首先应当将那些利用来創造新品种或用来加以改良的种、品种或类型等，加以詳細的研究。这些用来創造新品种或要加以改良的一些原始材料，选种学上称之为选种原始材料。

一般选种原始材料可以分为二类：第一类是自然的原始材料，即是供直接选拔而育成品种的原始材料。其中又可分为本地原始材料和外区原始材料。例如对我们在北京或华北区來說，小叶楊，山楊等就可以称为本地的原始材料。在这些种里进行自然类型的选择是形成新品种的重要方法之一。本地原始材料由于自然选择的結果具备着很大的适应性，可以从中选择創造新品种的杂交亲本。在自然原始材料中的第二部分則是外区的原始材料，对我们在北京和华北区做楊树选种工作來說，引用分布在其他地区的滇楊、川楊、清溪楊、胡楊、新疆楊、箭杆楊等以及在其他国家的种如鑽天楊（美国白楊）、加拿大楊、欧洲大叶楊等，都是屬於外区的原始材料。成功的引种外来的树种是选种工作中的重要一环。在河北山东一带，生长极良好的加拿大就是引种外国的楊树种，原来生长在陝西关中地区的优良楊树种箭杆楊引种到北京也生长良好，这可說明选种工作中应用外区引种材料的有效实例。但是外地原始材料一般适应力較小，如果事先不經過杂交或其他处理，以及选择馴化等过程，常不能适应具有較大差别的自然环境的新地区，不能直接作为現成材料加以应用。但是外区原始材料因为从不同的生活条件中来，如經馴化，在遗传性状上就反映着自然气候条件和土壤条件等的多样性，能适应于极不相同的生长地区，并具有极其多样的生物学特性，而形成經濟上极有价值的特征，因此外地原始材料在选种事业上是有一定的价值的。

原始材料第二类，是用事先人工創造类型的方法——如杂交、

远緣杂交、无性杂交以及通过改变外界环境作用产生变异等方法創造出来的类型，称为人工創造的原始材料。因为用杂交方法不可能立即出現一个創造出来的新品种，而是必需經過一系列的复杂过程才能形成一个新的有价值的品种，因此称它为人工选种原始材料，这种原始材料具有在自然原始材料中普遍看不到的經濟上的及生物学上的特性和特征。这便是两者之間的区别。

正确的适当的利用原始材料，在創造新品种和改良树种时是非常重要的。为了达到能够正确的利用原始材料，因此，广泛的收集原始材料并加以研究，在选种工作中是一个重要的首先阶段。

对原始材料基本特点有一个全面了解，至少需要进行下列各項的研究：

1. 分类学上的特征；
2. 生态学上的特性；
3. 阶段发育上的主要条件；
4. 对本地区不同自然条件下的可能适应性；
5. 抵抗病虫害的习性；
6. 物候学性状；
7. 經濟产品的产量和品質的特性研究；
8. 在改变了的环境条件和栽培方法的适应下，对高度农业措施的反应。

在楊树选种学中，不再叙述各原始材料在分类学上的特点，因为对它們这方面的記載已在一般的植物志上和1958年中国林业科学院遗传选种研究室編著的“楊树”上，作了詳細的叙述。下面我们先分別将其生态学上的特点作些必要的介紹，以資应用。

一 各楊树种作为原始材料的生态学研究

以生态学的观点来研究选种原始材料，对选种工作有很大的意义和必要，因为我們所用的原始材料，生长在各种各样的自然环境条件下，它們由于自然选择的結果，不仅在形态学上、生物学上

和有用的經濟学特性和特征的整体上,有它們的特点,而且在适应不同气候条件、土壤条件等的性状的整体上,也有一定的規律,我們創造出来的新品种首先也要預期适应于一定的生长条件和栽培方法,因此我們不論是用选择自然界的类型,或引种外地树种,或通过杂交等方法来創造新品种,对于用以进行創造新品种的原始材料的生态习性也需要有透彻的研究,以便于創造出的新品种在預定的环境中得到高额丰产。

近年来我們进行楊树新品种創造的工作所应用的原始材料是广泛的,它們具有各个不同的性状,現分別加以討論:

1. 响叶楊(*P. adenopoda* Max.): 主要分布于汉水和长江下游一带的常綠闊叶林区,这一地区的年平均温度很高,在 $15-17^{\circ}\text{C}$ 之間,分布地区的北限也在 $13-14^{\circ}\text{C}$ 間。重要分布地区一月份(最低温度在 $1-4^{\circ}\text{C}$)沒有低于 0°C 的,七月份(最高温月)平均 $25-29^{\circ}\text{C}$,大多数地区在 27°C 左右。由此可見响叶楊分布地区是冬暖夏热,已表征出了响叶楊对温度的要求。就絕對最低温度看,只在个别年份的短暫時間里曾达 -17°C ,而平时不会达到 -10°C ,这一地区絕對高温虽曾达 43°C ,但一般在 $38-40^{\circ}\text{C}$ 之間。极端温度說明了响叶楊温度适应的最大范围。

年雨量 $1000-1500$ 毫米,在分布的北限上,年雨量为 750 毫米,年变率小,不超过 20% ,在生长季节也不超过 30% ,最重要的是年最大降水量和最小降水量之比不大,一般是 $2:1$,也就是說沒有明显的旱季(而毛白楊分布地区竟达 $5:1$ 即是旱季明显)。4—8月都在 100 毫米間。相对湿度在 $70-80\%$ 之間。总之根据降水量、湿度等綜合的生态因素来看,响叶楊乃是适应于比較潮湿的环境条件。

一年內生长期也較长,可达 $260-300$ 天,霜期短,惟在冬季,北方較强,寒流常影响本区,使气温大大下降,才有伤害,但不至死亡。

响叶楊分布的海拔不高,多在 500 米以下,在陝南一些地区,曾在 700 米左右的山谷中,見到响叶楊的成片林。土壤多为黃壤,

南方为棕色壤和棕色森林土。

根据所列举的材料，我們可以認為响叶楊是常綠和落叶混交濕地偏濕生发育型。其生态型的主导因子以图表示如下（图1）。

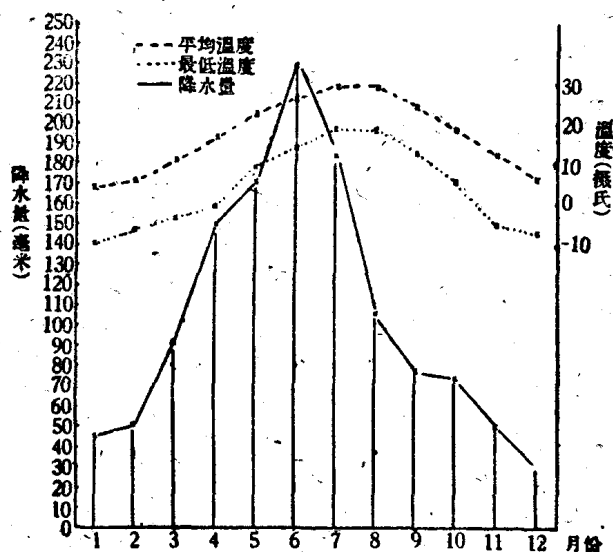


图1 响叶楊生态型主导因子图

2. 毛白楊(*P. tomentosa* Carr.) 分布在黄河中下游冲积平原一带，屬夏綠闊叶林区。年平均温度虽在 14°C 左右，但冬季却很冷，如一月份为平均 $0-2^{\circ}\text{C}$ ，绝对最低温达 -19°C ，每年都可出现 -10°C 以下的低温。但夏季又很热，如七月份平均温在 28°C 以上，主要分布区的豫东和鲁西，甚至达 29°C 以上。极端最高温 43°C 、年较差在 $28-30^{\circ}\text{C}$ 間，日夜温差也达 14°C ，春秋季节日夜温差较大，以致树干常被冻裂。因在此季节昼夜几乎等长，气候也多晴朗，白天辐射强，夜里則散热多，造成剧冷剧热之故，为此毛白楊的干枝就形成发亮的淡青白色的皮，以反射白光，减少危害程度。

本地区年降雨量在 500—600 毫米，但因受季风影响，所以年变率很大，在 30% 左右，所以經常发生春旱及早涝不均的情况，农諺有“三年一小旱，五年一大旱”和“十年九旱”等，都是表示本区降