

Tech. Bull. No. 3

Feb 1944

農林部中央林業實驗所

研究專刊

第 三 號

林苗與林地生態關係之研究

(附西文摘要)

程 濟 雲

Published by
The National Bureau of Forest Research
Chungking, China

重慶中央林業實驗所編印

民國三十三年二月出版

成都市蓉新印刷工業合作社代印

林苗與林地生態關係之研究

程 躋 雲 著

目 錄

敘 言

- (一) 略述中國中部造林之主要樹種與今後營林應注意之問題及中國與日本全年各月雨量之分佈
- (二) 略述實地考察中歐各國營林之方法與趨勢以供中國將來造林之參考

第一章 試驗林苗所產生有機養料分配於根，枝幹及葉之研究

(一) 研究之目的及理論

(二) 特別試驗

- (1) 擇雨量，土壤，立地不同之三大苗圃選取標準苗木以供試材
- (2) 擇雨量（即全年雨量一・三〇〇公厘，一・一〇〇公厘，九五〇公厘及六九〇公厘四處），立地，土壤不同之四林區內，選取其天然下種之標準苗木，以供試材。

第二章 受光度影響於針葉闊葉形成之研究

(一) 各種闊葉闊葉（即位在陽邊生長之葉）形成之研究

(二) 在受光度不同情況下針葉形成之研究

(三) 同種松苗，在受光度不同情況下，因其來源（原產地）之不同影響於其發育之研究

第三章 試驗有關立地類別之林地內小灌木，草本植物及苔蘚等攝取養料之研究

(一) 在不同之林地內，選取各種草本植物及苔蘚等用化學分析其所含養料養料分量之比較

- (二)選取在立地不同生長之烏飯樹屬植物之一種 (*Vaccinium myrtillus*) 綠葉，以化學分析其所含鈣與矽酸分量之試驗

附 註

- (一)本文係摘譯著者在德國明興大學森林學系研究試驗之結果
敘言從略 (見原文)
- (二)各項個別試材與主地關係之理論及試驗經過詳細數字之敘述從略 (見原文)
- (三)關於試驗手續及方法等從略 (見原文)
- (四)各項個別試材之試驗結果共繪製比例圖十五幅 (見原文)
- (五)原文曾分別摘要在德國塔蘭世界林業雜誌發表

Die Zeitschrift Für die Weltforstwirtschaft (Forstliche Hochschule Tharandt)

第一章 試驗林苗所產生有機養料分配於根，枝幹及葉之研究

(一) 研究之目的及理論

按林苗根，枝幹及葉三部「重量」比例之關係，乃研究林業上實地應用之主要基礎工作，在自然科學家，知枝幹葉之分量，是與一定之根部相符合，但有機物之總產量是否全在根部？此為林業經濟上之重要問題，故根之產量如何，實有研究之價值焉。

- (1) 因此種有機物部份，是為產生木材之有效原料，但每被其奪取，致用材之生產量，因之減低。
- (2) 從他方面說，如根部發達，在許多地方，很顯著的能使土地改善，因有根部發育優良之樹種培植之土地，每可使根部不發達之樹種，如針葉樹，能在該地生長良好，因可使其根部比較上能深入土地下層，多取養分。

關於此點，在闊葉樹與針葉樹之區別，普通頗為顯明，惟前人研究針闊葉樹之總生產能力，普通祇就地上部分「體積」之產生量，而著者現在不從「體積」，而用「重量」的比例方法 (按自然

科學原理言，用重量比例法，亦較為合理，因闊葉樹材，平均較重。如此可使從木材產量，而推測其生產能力有區別一層，更可明白。因此吾人觀察闊葉樹產生較大較多之根，可推知其在林業上對於土地改良功用之重要，並不亞於針葉樹多產木材之價值。

此種關係，雖為林業界所公認，但至現在，尚缺乏試驗上之證明，因為根部之產量，在野外選取標準林苗，以供試材，乃一煩重之工作，著者因為時間及勞力所限，故試驗材料，亦未能取用大樹，亦祇採集幼苗（最大苗木，為廿年生左右），以其比較上能取得較多之標準試材也。

植物發育，其根部與地上部份「重量」之比例關係，是受各因子之影響，其中以樹種，年齡，長大，溫度，陽光，水分，養分及土壤種類等之影響為尤大，此外根部組織形成之種類及植物整個發育之狀況，均有關係。

樹種之影響：一般植物，因種類之不同，其地上與下部養料之產生，因之亦大有區別，此為普通之現象，但今所試驗者只限於林苗，歷據試驗較大林苗根部約佔百分之十至十五，極少超出百分之二十者，在十五年至二十五年生之雲杉，其根與地上部之比例，平均為一與四之比。

林苗年齡及苗木之影響：按根部與葉部之重量，在幼齡時比較上均大，後來則枝幹之重量，隨年齡而增加。

溫度之影響：據試驗地溫平均在攝氏十二度至十七度之間者，其地上之植物根部，產量為最少。

陽光之影響：陰處生長植物之根，比較陽處生長者弱小。

土地水分之影響：歷據試驗，凡林苗在水份缺乏之土地，其根部發育強，所以有機養料，需用於形成強壯之根部，致其地上部份之產生能力，被奪取一部份，而因之減低，故雲杉幼苗之根部，在水分多之地少，在乾燥地則多。

養料種類之影響：同年齡雲杉苗之平均高度，與其土壤中所含淡素分量之多寡，成正比例即淡素成分含量遞減者，其苗木之高度亦減低，歐洲赤松重量，亦與其立地所含淡素及磷肥分量之多寡成

正比例，水青岡喜在石灰質之土壤生長，與土壤之化學性及物理性較少直接之特別關係。

普通在肥沃地生長之苗根組織較為發育，但其地上部產量，較之根部尤多。

土壤種類之影響：歷據試驗，土壤影響於根與枝幹及葉之比例者甚大，如六年生雲杉苗，其有機產物之總重量，在腐植質土為最大，壤土次之，石灰質土為最少，但根部重量則相反，又就四年生歐洲赤松苗比較試驗之結果，二者大致相同，四年生山毛櫸苗試驗結果，所得之比例，相差亦大，其總生產量在壤土為最大，石灰質土為最小，而根部則以在腐植質土生長者為最少，石灰質土為最大。

普通各樹種在肥沃生長者，其總生產量均大，而根部則以在瘠地性長者為大，至其乾燥時之重量，用百分比計算，在瘠地生長者，其根部普通較其肥沃地生長者為大。

(二) 特別試驗

試材係取於南德各地土壤，雨量不同之苗圃內，及雨量，立地，土壤，不同之天然下種森林內，在每地選取標準林苗，數十百株，依年齡，長大及種類等，分別比較試驗，至樹種則以雲杉歐洲赤松為主，山毛櫸杉落葉松及其他闊葉樹，雖亦採用組織材較少。

(1) 在雨量土壤不同之三大苗圃，選取標準苗木，以供試材。

雲杉：在此三大苗圃中擇雲杉生長最適宜之圖地那芬(Laufen)，選取標準苗木五百株，試驗結果，其根及葉之產量，比例上均較小，在雲杉生長不適宜之圖地隆伯(Nürnberg)，所取同量之試材，試驗結果，則相反，即幹部在此例上為較小，根及葉為較大。

歐洲赤松：幼苗葉之重量，其比例普通大於根與枝幹之總重量，觀原文一圖之一二年生松苗葉與枝幹及根之比例，尤為顯著。

就雲杉與松之試驗結果，其比較上顯著不同之點：(1) 松長生於雲杉能生長之立地，至三年生後，其生產重量，每超過於雲杉，(2) 松之針葉重量，較其根枝幹全部之總產量為大，有時幾有同額

雲杉之二倍。(3)但根部重量，在最初之一二年生情形相似，至第三年生，松之根部，即顯出較雲杉根之比例為小，若不從相等的年齡，而從相等的重量，與雲杉比較觀察之，三年生後，仍繼續相對的較小，此種區別，在立地與松之生長愈好時，則發現愈多，觀第六，六a及第七，七a四圖中，松，雲杉，山毛櫸，冷杉等之根與枝幹及葉三者之重量比例（係按苗齡苗大而排列者）甚為明顯，落葉松根部之重量，佔百分之二十九至三十二，與同齡之松苗根重，大致相同。

據供此次試驗之各種樹種中，闊葉樹以洋槐之根部較多，苦楝樹及櫟木之根較少。在壤土之二苗圃，針葉與闊葉樹苗生長均優，在沙質土之苗圃則以松苗之長較為優勝，各項林苗，其根及葉之重量比例，隨年齡之增加而減小，即苗齡愈大，而根與葉在重量之比例愈小。

(2) 在雨量（即全年雨量一千三百公厘，一千一百公厘，九百五十公厘及六百九十公厘四處）立地，土壤不同之四處森林內，選取天然下種之標準林苗，以供試驗材。

雲杉：林內天然下種之標準幼苗，其根部與枝幹部產量之比例，隨苗齡之增加，與苗木之長大而遞減，此與苗圃幼苗試驗結果相似。

平均一年生雲杉之枝幹產量，約佔根〇·七倍，普通最初增加很快，繼則逐漸減小，在七年生至十二年生苗之產量則佔根部之二·二至二·三倍，換言之，即自一年生至九年生之林苗，其根部自總產量百分之五十九落至百分之三十。雲杉平均苗齡四·五年生者，其重量為四·一錢，而根之重量，則為百分之三十八，其平均苗齡一二，一年生者，其重量為八六·五錢，而根重僅佔百分之三十二，茲列表如次：

地	Benediktbeuren Selshaukt			Miinkeiid		Landsbut		
	名	柏列德克 (1300mm)	老時羅浦台 (1100 mm)	明興南部 (950mm)	郎	池 (690mm)	古	
林地 (統數)	1	2	3 平均	9 10 平均	12	13a	13b	14 15 16 平均
根 部	36	33	33	35 30 33	29	31	30	26 31 27 29
地上枝幹	64	67	67	65 70 67	71	69	70	74 69 73 71
根幹枝全部總產量	109	100	100 100	100 100 100	100 100	100	100	100 103 100 109
針 葉 部	85	61	51 56	60 50 55	67 72	70	67	67 69 69

個上表柏列的克 (Benediktbeuren) 雨量較多，土壤較好，而其苗根反較多，似與理論及前人研究之者相抵觸。推測其原因：蓋以該地積雪期較長，植物之生長期較短，加以雨水較多，霜期較長，因之霜害亦較大，且濕氣多之土壤，空氣流通較通，況土質優良之處，每每雜草繁茂，幼苗易被遮蔽，故該地雖為上等之雲杉林，其現價林相，亦甚優良，惟幼苗之生長，在此例上未能如現實林之佳，且亦未能表現該立地為雲杉生長適宜之地，其根部組織，年年較多而粗大，乃為克服上述困難，故有此之現象及結果，且有時土壤含石灰質較多者根亦較多。

郎池湖台 (Landsbut) 雨量較少，土質為沙質壤土，現實林之生長雖較柏列的克之雲杉林為次，然以雨量對於幼苗之生長已足用，其地土壤之空氣流通亦佳，且植物之生長期較長，故其須較少之根部，則可發育健全也。

仍有一原因，即在疎鬆土地，其根部組織，形成較多之鬚根，發育良好，若在砂石較堅硬之地，為克服機械上之抵抗力，故每每形成較大之粗根，但攝取養料者，多為上層之鬚根，非粗根也，故在疎鬆土壤之根雖細而輕，其功用有時及勝於堅土之重而粗之根。

由上言之，幼苗根部重量比例，不能作為判林地良否之絕對標準蓋：(1)因比較根重，不是完全因立地之價值而形成，每視土之抵抗力如何而決定，例如中等之立地，而有疏鬆之沙質壤土，則其根之產量，每：反較在上等土地，其中有粘重土壤者為少，(2)在幼苗生長良好之立地，其根部較少之現象，并不是自幼年一直至中年老年都能維持，達到很好林相的現象：

針葉量與根幹全量之比例，平均苗齡四、五年生者，其比例為百分之九十七，平均苗齡一二、一年生者，其比例為百分之七十三，（參看原文第三圖）

總之在立地不良處，普通根之比例，佔百分之三十五，針葉佔百分之六十，在較好之立地，其根之比較，佔百分之二十九，針葉佔百分之五十，茲將雲杉天然下種幼苗之根，枝幹及葉三部比例如次：

地 名	者時電補台			明興	郎龍湖台	郎龍湖台
立地 號數	2	3	10	15—16	12	13a,b 14
土壤 種類	壤土	壤土	粘質壤土	粘質壤土	腐植質壤土	沙土 石礫沙土
陽 光 %	40	90	25	80	20	40 75
根 部 %	33	33	30	29	29	34 26
枝 幹 %	67	67	70	71	71	69 74
枝幹根共重 %	100	100	100	100	100	100 100
葉 量 %	61	51	50	68	67	71 69

歐洲赤松：根部產量每每發生之初期較大，粗降低，嗣又漸漸增加，其原因：(1)當植物萌芽發育之初期，須先完成根部之組織，俾可利用此種良好生產能力之基本組織，比較上始能產生較多之地上部份，嗣因地上部份之增加，為根之產量在比例上，又逐漸減

低，至最小限度，在此時期，因為老林逐漸間伐之結果，給予林內以充分之濕氣與陽光，適宜天然下種之幼苗，得有較多養分供給之機會，但此後因其地之幼苗及新草等之根部，因繁多而發生生存競爭，致養料之供給，又趨困難，所以在此種比較上環境變劣時，其根部之生產量，又不得不增加，因此可使養料之供給得以平衡也。

(2) 林苗當迅速生長時，其根部一方供給大量之養料，一方須固定樹身，故根部組織之產量，須較重，松苗之根量，在沙土平均為百分之三十四，在粘質壤土平均為百分之二十一，附表如次：

項 目	歐 洲 赤 松	落葉松
立地 (號數)	13	14
土壤種類	小石礫砂土	石礫砂土
陽光 %	40	75
根部 %	24	24
幹部 %	76	76
針葉 %	80	86

(三) 試驗結果

(A) 苗齡，苗大與其根葉發育之產量關係

- (1) 各種林苗，在第一年生，其根部重量，普通均較枝幹為大，(參看原文第一及第二圖)
- (2) 隨苗齡之增加，其根部重量在全體木質部產量中，初則迅速低減，繼則低減緩慢，最後則因樹種立地之不同，而達到一定之比例。
- (3) 苗根產量，隨苗大而遞減之情形與上同 (參看原文第七A圖)
- (4) 移植苗木，在簡述 (二) (三) 條件情況下，其發育情形，有一過渡反映之現象，即是初則促進其根部產量之發達，(參看原文第一圖)
- (5) 一年生實移，氣乾時針葉之重量，較其地上之枝幹為大，而松則較其根與枝幹之總產量為大，(參看原文第一及六A圖)
- (6) 實移與松之針葉重量，自一年生至二年生，平均為遞加現狀，

但後來普通則為遞減。

(B) 樹種與苗根苗葉發育之產量關係

- (7) 闊葉樹及冷杉之根部重量，顯著的是較歐洲赤松，落葉松及雲杉之根部重量為大（參看原文第一至第七圖）
- (8) 雲杉根部（至少可說在幼苗時代）較歐洲赤松與落葉松為大（參看原文第一及第三至第七圖）
- (9) 雲杉針葉部份（至少可說在幼苗時代）較歐洲赤松為小，但較落葉松大（參看原文第一及第三至第七圖）
- (10) 在本試驗之各闊葉樹種中以櫟之根為最大參看原文第二圖

(C) 立地與苗根苗葉發育之產量關係

- (11) 在立地條件限制下之區別，葉部所受影響較之根部為大（參看原文第六及第七圖）
- (12) 同一樹種，當其幼年生長在優良之立地，較之在不良之立地者，普通形成根葉之產量均較少（參看原文第一至第七圖）
- (13) 林苗生長在疎鬆土壤者，多形成纖根組織，因此其重量無論如何，在比例上較之在粘重土壤生長者為輕（參看原文第一至第七圖）
- (14) 因此根部對林地價值，難作絕對之標準
- (15) 對於林地之價值，葉部尚可作為相對的較好之指標

第二章 受光度影響於針葉及闊葉形成之試驗

- (1) 由東普魯士及萊因河兩地原產之歐洲赤松苗，以人工支配其受光度，其在完全受光之地生長者，其高度與重量之比例；萊因河產者僅有東普魯士產者一半高，其地上部份重量，亦僅有八成七，但根部產量，二者相差無幾，此證明東普魯士松在完全受光時，自幼苗時代起，其產生有機物形成樹幹者，已比萊因河松為多，故樹體雖同，因來源不同，而木材之產生量已大有區別。

- (2) 在受較強之蔽蔭（即在完全受光度 $1/3$ 及 $1/6$ ）地生長者，萊因河松較之東普魯士松受影響為大，茲以完全受光者之產量當一〇〇，東普魯士松在受光度 $1/3$ 之地生長者，其有機物產量為百分之四四，在受光度 $1/6$ 之地生長者，其有機物產量為百分之十九，而萊因河松在受光度 $1/3$ 時，其有機物產量僅百分之十一，由此證明萊因河松，受蔽蔭為害之程度，隨其增強而加大。
- (3) 東普魯士松之根部與全部重量之比例隨蔽蔭度而漸減，如受光完全者，根部佔百分之一七，在受光度 $1/6$ 之地者根部佔百分之一三。
- (4) 最後一年生之頂枝（即頂芽抽長之枝，形成樹幹者）長度，隨受蔽蔭度而漸短，但東普魯士松，較萊因河松所減者為少，前者在受完全光度時，頂枝長一八·四公分，在受光度 $1/6$ 起，長一七·一公分，在受光度 $1/3$ 時長一三·八公分，在受光度 $1/6$ 時，長九·七公分，而萊因河松，在受光度同等，而其長度，則僅有一七·七公分，一五·八公分，一〇·一公分及五·一公分，兩者互相比較，後者較短，茲假定東普魯士松，最後一年生頂枝之「長度」為一，其與受光度 $1/2$ 、 $1/3$ 及 $1/6$ 者之頂枝「長度」作比例，則等於 $1:0.93:0.75:0.53$ ；在萊因河松之比例；即等於 $1:0.87:0.63:0.29$ ；再就其最後一年生頂枝「重量」比較，則東普魯士松之比例，等於 $1:0.87:0.59:0.33$ ；而萊因河松即等於 $1:0.82:0.36:0.012$ ；其差別之大，甚為明顯。
- (5) 側枝總重量，因受光度遞減，而隨之減少。
- 東普魯士松，在受光度 $1/2$ ，且有相當濕氣之立地，其頂枝所積有機物重量為較多，因在完全受光地，側枝比較上，所需要之有機物較多，是以向上生長（高生長）之頂枝，在受弱蔽蔭而有相當濕氣之地，並不減低，惟側枝則弱而短，因此證明松樹在受光度 $1/2$ 時，實能產生幹長節少之良材，此點對於造林或處理天然下種

更新時，應特別注意者也。

- (6) 針葉因受光度關係，而形成陽葉陰葉二種，且其粗細，又隨受光度之強弱而增減。

故林業家利用受光度關係，觀察林苗頂枝與側枝生長情形，在野外則可鑑定松種之來源，在濕氣相當充足之林地，亦可推知其材種生產量強大，反之則較小，惟有樅物產量分配於頂枝與側枝，則全在受光度之支配而側枝之形成，實影響於松之淨節及材質，故營林時，除注意頂枝生長外對於側枝生長情形，亦須注意（參看原文第八至第十一圖）。

第三章 試驗有關立地鑑別之林地草木植物及苔蘚等攝取礦物養分之研究

林苗與林地草本植物及苔蘚等在多數立地，每為陽光，水分及養料關係，而起生存競爭，關於陽光及水分，前已述及，茲試驗其礦物養料攝取之關係。

- (1) 擇立地及森林種類不同之處，而採取其林內生長之本本科與他種植物及苔蘚等，用化學分析，定其灰之重量及灰分中所含之 SiO_2 與 CaO 之分量。

因此即可鑑別此等植物所需礦物養料分量之等級與其對於林苗及立地所發生之影響，且在野外，即可藉以協助直接簡單鑑定該立地之土壤性質，如在酸性土壤，則只能生長含 CaO 及 SiO_2 少之植物及苔蘚。

- (2) *Yaccinium myrtillus* 同種種類，其所含 SiO_2 之多寡，與海拔高度反比例，即立地愈高者，含 SiO_2 愈少，至與雨量之關係，雖不若是之顯著，亦有此傾向，惟 CaO 之含量在各立地，區別甚微，蓋以根淺，不直接達於地下之土層，故在 CaO 缺乏之立地，以土壤之含量少，與現實林之生長關係，自較重大，尤其是對於淺根性之雲杉林。實言之有需要 CaO 之雜草等存在，即有妨礙林苗之生長。

結 論

森林生態問題，關係營林事業甚鉅，惟範圍廣大而複雜，茲以解決造林問題，為主要目的而試驗，故試材祇用幼苗。

採取試材之立地，特別着意於各地雨量之區別，蓋雨水為林木生長上之主要因素，尤為營造西北森林必須解決之問題。

影響於林木同化作用者，以陽光為主要因子，故受光度對於闊葉及針葉樹之關係，實為第二個之最重要問題。

林地植物礦物養分含量之分析試驗，乃為林業家在野外鑑定立地之幫助。

試驗結果，以其平均數之比例，製圖十五幅表示出之，尤為明顯。

BEITRAG ZUR ÖKOLOGIE VON JUNGEN HOLZPFLANZEN UND VON WALDBODENPFLANZEN

重要參考書籍

1. C.V. Seelhorst mit Tucker, 1898: „Der Einfluss welchen der Wassergehalt und der Reichtum des Bodens auf die Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Organe der Haferpflanze ausüben“. Mitteilungen aus dem Laboratorium des Versuchsfeldes der Universität Göttingen, erschienen im Journal für Landwirtschaft, XLVI, 1898, S. 52, Verlag Paul Parey-Berlin.
2. Kossowitsch, 1904: „Die Entwicklung der Wurzel in Abhängigkeit von der Bodentemperatur in der ersten Wachstumsperiode der Pflanzen“, erschienen im russischen Journal für experimentelle Landwirtschaft, 1903, Bd. IV, S. 399 ff.

3. Clausen, 1929: „Oberirdische Pflanzenmasse und Wurzel-
entwicklungsgewicht“, erschienen in „Fortschritte der Land-
wirtschaft“, IV, 1929, S. 277, Verlag Julius Springer,
Berlin und Wien.
4. Nobbe, 1875: „Beobachtungen und Versuche über die
Wurzelbildung der Nadelhölzer“, Mitteilungen aus
der physiologischen und Samenkontroll Station
Tharandt, Erschienen in „Landwirtschaftliche Vers-
uchsstationen“ XVIII, 1875, S. 279, verlag Eduard
Focke, Chemnitz.
5. F. Schwarz, 1892: „Über den Einfluss des Wasser- und
Nährstoffgehaltes des Sandbodens auf die Wurze-
lentwicklung von *Pinus silvestris* im ersten Jahre“,
Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1892, 3, 97.
6. H. Burger, 1930: „Holzarten auf verschiedenen Bo-
denarten“, Mitteilungen der Schweizerischen Cent-
ralanstalt für das forstliche Versuchswesen, XVI,
Bd. Heft 1, S. 49, Zurich 1930.
7. H. Lündegårdh, 1930: „Klima und Boden“, S. 252, S. 185:
Verlag Gustav Fischer, Jena.
8. Engler, 1903: „Untersuchungen über das Wurzelwachstum
der Holzarten“, Mitteilungen der Schweizerischen
Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen,
Bd. 7, S. 247 ff.
9. Hoffmann, 1939: „Vergleichende Untersuchungen über
die Wurzeltracht forstlicher Kleinpflanzen“, Wis-
senschaftliche Abhandlung zur Erlangung der Dokt-
orwürde an der Staatswirtschaftlichen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität München,
Buchdruckerei Eduard Seibert, Giessen 1939.

10. K. Müller: „Aschenanalysen über den standörtlich verschiedenen Mineralstoffgehalt der Fichtennadeln bei vergleichbarer Probenahme“. Dissertation, Tharandt 1934, S. 27.
11. Mustala: „Beitrag zur Ökologie der Tanne.“ Dissertation, Tharandt 1934, S. 26.
12. Täger: „Untersuchung über Licht- und Schattennadeln“. Diplomarbeit, Tharandt 1935, unveröffentlicht.
13. Cieslar: „Licht- und Schatt Holzarten, Lichtgenuss und Bodenfeuchtigkeit“, Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1909, S. 5.
14. Badoz: „Lichtversuche mit Deckeittern. Ausgeführt mit II Holzarten im Versuchsgarten Adlisberg 1893-97“, mitteilungen der Schweiz, Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 6. Bd. 1898, S. 29.
15. Weber: „Über den Einfluss des Standortes auf die Zusammensetzung der Aschen von Buchenlaub und Fichtennadeln“, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1875, S. 221.
16. Krauss: „Über die Schwankungen des Kalkgehaltes im Rotbuchenlaub auf verschiedenem Standort“, Forstwissenschaftliches Centralblatt 1926, S. 401.
17. V. Krüedener: „Forstliche Standortsanzeiger“ S. 41, München 1933, Verlag Max Schick.
18. Krauss: „Wald und Boden“, Zeitschr. Raumforschung und Raumordnung, 2. Jahrgang, Seite 592; insbesondere Seite 596.

