



DR. TUZSON

IÁNOS.

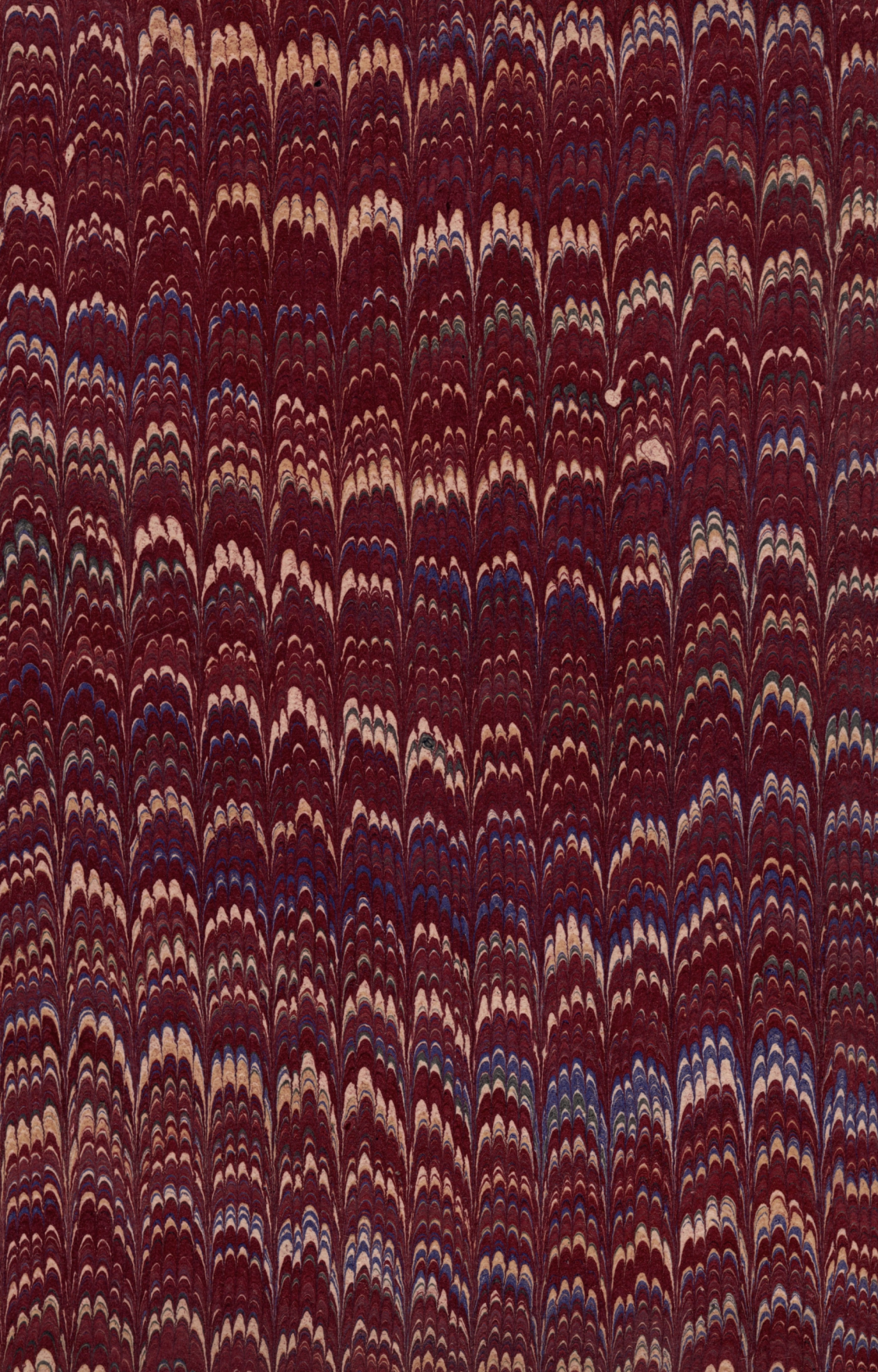
ANATOMIAI
ÉS
PHYSIOLOGIAI
VIZSGÁLATOK
A
VÖRÖSFENVŐ
FÁJÁN.





DK

58









1814/1866
8165 031A



KÜLÖNLENYOMAT AZ »ERDÉSZETI KISÉRLETEK« 1899. évi 1. ÉS 2. SZ.
FÜZETÉBŐL.

ANATOMIAI ÉS PHYSIOLOGIAI VIZSGÁLATOK

A VÖRÖSFENYŐ (*Larix europaea* DC.) FÁJÁN.



IRTA

DR. TUZSON JÁNOS

ADJUNKTUS A M. KIR. KÖZP. ERDÉSZETI KISÉRLETI ÁLLOMÁSON.



Skf. 264. 7. m.

I.

T 12.

SELMECBÁNYA

JOERGES ÁGOST ÖZV. ÉS FIA KÖNYVNYOMÓJA

1899.



1. Bevezetés.¹

Az erdőgazdaság fejlődésével a természetes fatenyésztés helyébe hovatovább az egyes fafajok mesterséges tenyésztése, elegyítése, idegen fafajok meghonosítása és általában a legcélszerűbbnek gondolt erdőnevelési elvek alkalmazása lép; szükséges tehát, hogy fafajainkkal mennél behatóbban megismerkedjünk.

Amíg az értékesítés és felhasználás fokozott mértékben követeli az egyes fajok fájának technikai szempontokból való ismeretét, addig a tenyésztőnek ezenkívül első sorban a fáknak, mint növényeknek életfeltételeivel s életteni tulajdonságaival kell megismerkednie.

Mind a fizikai tulajdonságok, mind pedig a tenyésztés kérdéseinek végső számai, — miként azt a továbbiakban lépten-nyomon látni fogjuk, — a növény-anatomia és physiologia körébe vágnak s e kérdéseket ok szerint csakis e tudományágak módszereivel vagyunk képesek megoldani.

Sok oly tétel, mely a tulajdonságok pusztán technikai vizsgálásának eredménye, vagy mely a tenyésztésnél tapasztalati adat gyanánt ismeretes, megdől az okok beható vizsgálása által, és ha lényegében egyik-másik meg is állja helyét, a belső ok megismerése által a kérdés egészen más világításba jut és biztos alapot nyernek a következtetések.

Ezen a téren a botanikának az erdőgazdaság szolgálatában tehát igen fontos szerepe van, amennyiben a mellett, hogy az ezirányban kikutatott eredmények fejlesztik a tudományt, szilárd alapul szolgálnak a gyakorlatnak is, és felvilágosítást adnak oly tényekről, melyek ismerete nélkül a tapasztalati tételek megokolatlanul állanak, és mint ilyenek nem tudás, hanem csak elfogadás által lehetnek ismertekké.

A növények egyes testrészei physiologiai feladataiknak megfelelően különféle szerkezettel bírnak. A legrégebbi alsóbbrendű növényeknél a részek szerkezeti különbségei mind inkább eltűnnek egészen addig, ahol az összes életműködéseket egy csupasz protoplasmatömeg végzi; a magasabb rendűek felé haladva pedig, a részek szerkezeti különbségei mind nagyobbak lesznek. Ha ebből a szempontból egy fát vizsgálunk, ennél a testrészek közötti éles különbségek első pillantásra

¹ E dolgozat experimentális részét a müncheni erdészeti kísérleti intézet növénytani laboratóriumában kezdtem meg *Dr. Hartig Róbert* egyetemi tanár úr vezetése alatt, kinek szíveségeiért e helyen is köszönetet mondok. Köszönettel tartozom továbbá *Vadas Jenő* m. kir. erdőtanácsos úrnak, ki mint a m. kir. központi erdészeti kísérleti állomás főnöke lehetségessé tette, hogy az állomás növénytani laboratóriumát a dolgozat folytatásához szükséges eszközökkel s anyagokkal felszereljem s általában szíves támogatásban részesített. A Feketevágról vett vizsgálati anyagért pedig *Garlathy Kálmán* m. kir. erdőigazgató úrnak s *Udvardi Agoston* m. kir. erdész úrnak mondok köszönetet.

szemünkbe tűnnek: a törzs mind külső, mind belső szerkezetével is élesen elüt a lombozattól és minden behatóbb vizsgálat nélkül is tisztán áll előttünk, hogy a törzs physiologiai feladatai is lényegesen elütnek a lombozatétól.

Az elemi alkotórészek növényi jellege s egyes functiók közösek, ami közös eredetre vall; a részek szerkezeti különbségei azonban szembetűnők. Ezek a különbségek a növények életfeltételei és a természet behatásai közötti viszonynak megfelelően jöttek létre megmérhetetlen idők alatt. Az életfeltételek simultak a természeti viszonyokhoz s a belső szerkezet úgy alakult, hogy az életfeltételeknek megfeleljen.

A különböző helyek s geologiai korszakok eltérő természeti viszonyai alkották a nemeket és fajokat s a szerkezet átmenetes változásai leghívebb tanúi a fajok eme kiválásának.

Az elsajátított tulajdonságok bizonyos határokig állandó nemi, illetőleg faji jellegek, amelyek természetesen mint jellegek megmaradnak akkor is, ha egy fajt a neki meg nem felelő viszonyok közé telepítünk, csak hogy e természeti viszonyok s az illető növényfaj elsajátított életmódja között más a viszony s így az osztódó részek működésének s a belső szerkezetnek is bizonyos határok között változnia kell. A tenyésztésre befolyó körülmények változását a növények többé-kevésbé eltűrik s a fajok keverednek; itt azonban a fajok egymásköztli küzdelme lép előtérbe s az a faj, amelyik az illető területen tenyésztésének optimumában van a jövevény fajokat kiszorítja, amiben az élősdű gombák s rovarok is közreműködnek, melyek a meggyengült ellenálló képességű egyedekben lelik életfeltételeiket.¹

Amint a különböző helyek eltérő természeti viszonyai befolyást gyakorolnak a növények életműködéseire s ezáltal a belső szerkezetre, éppúgy ugyanazon helyen is különféle szerkezettel épülhet fel a növény aszerint, amint a meteorologiai, a táplálkozási s más viszonyokban változások állanak be.

A tenyésztésre befolyó körülményeknek a belső szerkezetre való hatásai, a belső szerkezetnek az életműködések szerint való változásai, s mindeme változatosság mellett a növényi test felépülésében észlelhető törvényszerű célirányos, egységes technika, leghívebben nyilvánul meg a fák törzsének belső szerkezetében.

* * *

Az egyes fajok fájának tulajdonságaival foglalkozó dolgozatokat, melyek sorozata benyúlik a múlt századba, két főcsoportra oszthatjuk: olyanokra, amelyek a technikai tulajdonságokkal foglalkoznak és a melyek botanikai szempontokból ismertetik a fák törzsének belső szerkezetét. A két irány közt azonban éles határt vonni nem lehet, mert a technikai vizsgálatoknak a botanikailag felderített tételekre kell támaszkodniok és viszont az anatomia és physiologia tételei a technikai vizsgálatok számadataiban találnak igazolásra. Bármennyire szétágazók is a növénytan és a technika iránya és céljai, ezen a téren e két irány módszereinek szoros kapcsolatba kell jutnia.

A fák physikai tulajdonságaira nézve a legrégibb, alapvető vizsgálatokat *Duhamel du Monceau*, a francia tengerészeti főinspector a tette a múlt század derekán, kinek dolgozatairól *Nördlinger* megjegyzi, hogy alaposág, körültekintés és a természet törvényeinek szívós követése tekintetében mintaszerűek.

¹ V. ö. a vörösfenyő betegségeiről szóló cikkel az »Erd. Lapok« 1897. évi XII. füzetében.

Később (1848.) *Chevandier és Wertheim* munkája¹ jelent meg, amely különösen az egyes fajok fájának szilárdságával és rugalmasságával foglalkozik behatóan.

1860-ban adta ki *Nördlinger* »Die technischen Eigenschaften der Hölzer« című muokáját,² mely még ma is, mint adat-forrás szerepel s az önállóan feldolgozott hatalmas anyagon kívül felöleli mindazt, ami megjelenéséig ez irányban közzététetett.

Újabban több technikai intézet foglalkozott a fák tulajdonságainak kipuhításával s hovatovább tökéletesített gépek használatnak erre a célra, miről különösen a zürichi intézeten volt alkalmam meggyőződni. Ily újabb vizsgálati adatokat szolgáltatnak többek közt a müncheni intézet közleményei³, és *Tetmajer L.* zürichi tanárnak »Methoden u. Resultate der Prüfung der schweiz. Bauhölzer. Zürich, 1896.« című dolgozata.

A fák anatómiai, és élettani tulajdonságaival igen behatóan foglalkozik *Dr. Hartig Robert* müncheni egyetemi tanár, kinek dolgozataira a következőkben több helyen lesz alkalmam rátérni.

Hartig a fafajok fájának tulajdonságait dolgozataiban botanikai és erdészeti szempontokból ismerteti s az anatómiai tulajdonságokat és tenyészeti viszonyokat kapcsolatba hozza a használati tulajdonságokkal.

Különlegesen a lúcfenyőt, a tölgyet és a bükköt dolgozta fel, ezenkívül azonban általában a fenyőféléket s több lombfa fajt is. Laboratoriumában sokat végeztek ezirányban tanítványai is.

Ezek a dolgozatok nagyrészt a *Hartig* külön munkáiban, a müncheni erdészeti növénytan intézet kiadványaiban és a »Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift«-ban jelentek meg.

Az általános növényanatómiákon kívül, melyek közül a *Haberlandt*-ét kell említenem, a már felsoroltakon kívül különösen a *Hartig Th.*, *Sanio*, *Kuy*, *Sachs*, *Krabbe*, *Mayr* és mások munkáiban találtam dolgozatomhoz támpontokat.

Különlegesen a vörösfenyő fájára nézve a *Hartig R.* dolgozataiból vettem értékes adatokat.

Az irodalomra részletesebben itt nem térek ki, ezt alkalmam lesz ez egyes fejezeteknél közvetetlen hivatkozások által tenni. Azt azonban meg kell említenem, hogy ha behatóan kutatjuk a fák tulajdonságaira vonatkozó irodalmat, akkor több kérdésben a legkülönbélebb s egymásnak gyakran ellenmondó tételek útvesztőjébe jutunk. Ehhez leginkább hozzájárul az, hogy a szerzők nagyrésze általánosítja tételeit. Ama általánosított tételek pl., melyek a fa jóságát néha igen egyszerű viszonyba hozzák a fajsúlylyal, az évgűrű vastagságával, a korral stb. mind oly szabályok, amelyek egy esetben megfelelnek, a másokban nem. Két ugyanolyan fajsúlyú fadarab igen elütő tulajdonságokkal birhat és az anyagtartalmat a használati tulajdonságokkal a többi szerkezeti sajátságok tekintetbevétele nélkül összefüggésbe hozni nem lehet: két egyforma vastagságú évgűrű közül az egyik szilárd lehet, a másik gyengébb szerkezetű s a tulajdonságoknak a korral való

¹ Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois.

² Ennek 1890-ben újabb, kivonatos kiadása jelent meg »Die gewerblichen Eigenschaften der Hölzer« cím alatt.

³ Mitth. aus dem mechan.-techn. Laboratorium der Kön. techn. Hochschule in München 1883. és 1887.

változásai sem dönthetők el a szokásos rövid tételekkel. Néha egy és ugyanazon fafajra sem vágnak be az ilyen szabályok és még kevésbé egyes csoportokra, vagy éppen általánosan a fákra.

A természet a fák törzsének felépítésében a legváltozatosabb technikát űzi, amit rövid szabályokba foglalni nem lehet.

A tudomány emelkedésének s a feldolgozott anyag szaporodásának természetes következménye, hogy az általánosított tételeket a speciális esetekre vonatkozó vizsgálatok eredményei mindinkább háttérbe szorítják.

A jelen dolgozat célja a 2 fejezetben leírt vörösfenyő törzsek fájának anatómiai és physiologiai ismertetése. Ezen az anyagon a vörösfenyő fáját egyrészt általánosságban vizsgáltam meg, különös figyelmet fordítva a növekedés és az anatómiai szerkezet közötti összefüggésekre, másrészt pedig az alsóbb vidékről vett törzsek fájának tulajdonságait a rendelkezésre álló adatokhoz mérten igyekeztem kapcsolatba hozni a vörösfenyő ama tulajdonságaival, melyekkel természetes elterjedési körében, az Alpesek és Kárpátok magaslatain bir.

Tudatában vagyok annak, hogy dolgozatom ezt a tárgyat teljesen nem meríti ki; ehhez a megvizsgált anyag sem elegendő s ezért a kérdések megoldásához csak egy részszel járulok hozzá.

1851

/1866/

2. A megvizsgált anyagról.

Összesen hat törzset és egy hetediknek mellmagassági¹ metszetét vizsgáltam meg, ide nem számítva ama észleléseket, amelyeket különböző koru, s különböző termőhelyen nőtt vörösfenyvesekben itt-ott pl. a törzsek alakjára, a növekedésre, a termőhely befolyásának külső jeleire stb. tettem.

A hat megvizsgált törzs közül négy már a célnak megfelelően feldarabolva, feldolgozásra várt a *Dr. Hartig* laboratóriumában, amely törzsek 1894. őszén döntettek a *freisingi* bajor kir. erdőgondnokság kerületében. Ehhez még egy törzset vágattam ugyanott 1897. tavaszán és a hatodikat 1898. tavaszán a *feketevági* (Liptó vm.) m. kir. erdőgondnokság kerületéből vettem.

A freisingi erdőgondnokság területe a Bajor Alpesek és a Duna-, az Amper és az Isar völgye között elterülő dombos vidékre esik. Talaja dinotherium-homok, diluvial agyag által borítva. Az agyagréteg mintegy 1 m mély, felszínén televény-nyel kevert. A talaj általában üde, igen jó úgy, hogy a vörösfenyő csoport közvetlen szomszédságában jól teremnek a kalászosak.

Átlagos magassága ca. 500 m. a földközi tenger felett, évi közép hőmérséke 6—7° R., évi átlagos esőmennyisége 660 mm. A gondnokság területét túlnyomóan lúcfenyvesek borítják, szórványosan s kisebb csoportokban tenyészik a vörösfenyőn kívül a jegenyefenyőt, erdei fenyőt s a tölgyet is.

Az a vörösfenyő csoport, ahonnan a törzsek vették, ültetés által keletkezett és 0-21 ha. területet foglal el nyugat felé lejtő oldalon. 63 éves koráig a csoport teljes záródásban nőtt fel, ekkor erősen megritkították s bükköt ültettek alája mert betegeskedett, amin ily módon némileg segítettek is. E koruktól fogva tehát a fák ritkás állásban nőttek; koronájuk mintegy 17—18 m. magasságban kezdődött. Ottlétemkor 80 darab fát találtam a csoportban.

Miként az adatokból kitűnik ez a *termőhely jóval alatta fekszik a vörösfenyő természetes otthonának* és mind a klíma, mind a talaj nagyon elüt a magas hegysegekeitől.

A VI. számmal jelzett törzset a feketevági m. kir. erdőgondnokságból a »Murányik« nevű hegy meredek, dél felé lejtő oldaláról vettem. Ez a hegy az Alacsony Tátra északi emelkedéseihez csatlakozik a Feketevág folyó mellett. Talajagyát mészkő alkotja. Az illető erdőrészt mintegy 1000 m. magasan fekszik az adriai tenger felett, talaja sekély, üde, televényes, homokos agyagtalaj, mészkő darabokkal keverve. Az erdő keletkezése és tenyészete a természetre volt bízva s változó koru és záródású csoportjai az őserdők jellegeit viselik. A használat nyomai azonban láthatók, a koronák záródása szaggatott. A szóban levő fa jó záródású csoportból való, törzse mintegy 20 m.-nyire ágtól mentes volt.

A területre vonatkozó közvetlen meteorológiai adatok hiányzanak. A legközelebbi megfigyelő állomás Liptó-Ujváron van s innen a következő adatokat kaptam. Évi átlagos hőmérsék 5-7° C. A csapadék évi átlaga 850—900 mm.

Sajnos, hogy úgy a freisingi, mint a feketevági területre hiányzanak a légnedvességi adatok, melyek az anatómiai szerkezet összehasonlításánál fontossággal bírnának.

¹ 1-3 m.-nyire a földtől.

A freisingi I.—IV. törzs közül az I. számú a legerősebb, a IV. számú pedig a leggyengébb növésű törzsek közül való s a II. és III. számú az előbbi kettő között foglal helyet. Az ugyaninnen vett V. sz. törzs a II-höz áll legközelebb. A feketevági törzs az illető erdőrészben egyike volt a legszebb növésűeknek.

A freisingi öt törzs mindegyike excentrikus növésű, kard alakú; a feketevági (VI. sz.) pedig egyenes, központos növésű.

A megvizsgált fadarabok mind a hat törzsből egyöntetűen vétettek, még pedig úgy, hogy minden törzsből közvetlenül a föld felett, azután 1'3 m. magasságban és innen a csúcs felé 3 m.-nyi közökben vettem egy-egy 20 cm. magas törzsrészt. Ezekből növekedési és anatómiai vizsgálatokra egy-egy 2—4 cm. vastag korongot vágattam és a megmaradt 16—18 cm. magas tönköket a fajsúly, víztartalom és összeaszás megvizsgálásához használtam. Három törzsnek egy-egy ágát és gyökerét is vizsgálat alá vettem.

A törzsdarabokon a hovatartozást jelző számozáson kívül a fák állása szerint jelöltem az égtájakat is.

A vizsgálatokat nagyjából külön végeztem a törzsek nyugati és keleti oldalán, mely irány az excentrikus növésű törzseken megfelelt a legnagyobb s illetőleg a legkisebb sugár irányának.

A megvizsgált ágak a fák leghosszabb, tehát alsóbb ágai közül valók s a 20 cm hosszú darabokat 1 m. közökben vágattam. Az ugyanily hosszú gyökér darabok közvetlenül a gyökérfő szomszédságából vétettek.

A törzsrészek további feldarabolását s általában a vizsgálat módszereit az egyes fejezeteknél írtam le.

1851

/ 1866 /

3. A törzsek növekedése.

A növekedés ismertetésére három irányban vizsgáltam meg a törzseket, még pedig: a magasság, a vastagság és a fatömeg növekedését.

A törzsek *magassági növekedését* az 1. sz. táblázat mutatja.

A törzsek magassági növekedése.

1. sz. táblázat.

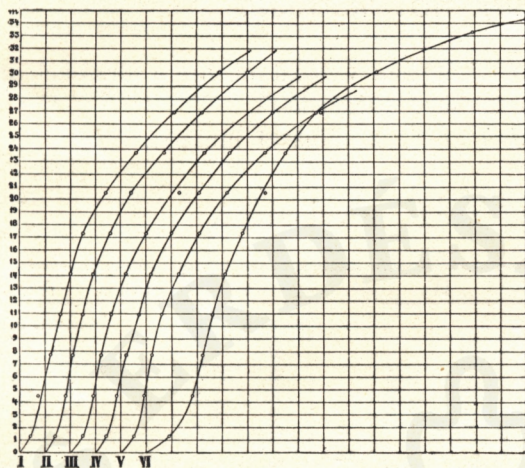
K o r	I.		II.		III.		IV.		K o r	V.		K o r	VI.	
	s z á m u t ö r z s									számu törzs			számu törzs	
	magasság	évi nö- vekedés	magasság	évi nö- vekedés	magasság	évi nö- vekedés	magasság	évi nö- vekedés		magasság	évi nö- vekedés		magasság	évi nö- vekedés
	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.		m.	cm.		m.	cm.
6	2.5	42	2.5	42	2.0	33	2.4	40	8	3.4	43	10	1.6	16
11	6.9	88	7.7	104	6.8	96	7.1	94	13	8.4	100	20	6.0	44
16	10.9	80	11.9	84	10.9	82	10.5	68	18	11.9	70	30	13.4	74
21	14.9	80	15.3	68	13.6	54	13.6	62	23	14.1	44	40	18.4	50
26	17.8	58	17.5	44	15.8	44	15.9	46	28	16.2	42	50	22.2	38
31	19.6	36	19.6	42	17.7	38	17.6	34	33	17.9	34	60	25.3	31
36	21.1	30	21.2	32	19.3	32	19.2	32	38	19.4	32	70	27.5	22
41	22.4	26	22.5	26	20.7	28	20.6	28	43	20.8	28	80	28.9	14
46	23.7	26	23.7	24	22.0	26	22.0	28	48	21.9	22	90	30.0	11
51	24.8	22	24.7	20	23.2	24	23.2	24	53	22.9	20	100	31.1	11
56	25.9	20	25.7	20	24.4	20	24.3	20	58	23.9	20	110	32.0	9
61	26.9	18	26.7	20	25.4	18	25.3	18	63	24.7	16	120	32.7	7
66	27.8	18	27.7	20	26.3	18	26.2	18	68	25.5	16	130	33.4	7
71	28.7	18	28.6	18	27.1	16	27.1	18	73	26.2	14	140	33.9	5
76	29.6	18	29.5	18	27.9	16	27.8	14	78	26.8	12	150	34.3	4
81	30.4	16	30.3	16	28.6	14	28.4	12	83	27.4	12			
86	31.1	14	31.1	16	29.2	12	29.0	12	88	28.0	12			
91	31.8	14	31.8	14	29.8	12	29.6	12	93	28.6	12			

Az egyes koroknak megfelelő magasságokat a korongok évgűrűinek számából állapítottam meg s így közvetlenül a törzsekről csakis ama korok magasságait határozhattam meg, amely korokban a fák a 3.2 m. közökben vett metszeteig nőttek. Így pl. az I. sz. freisingi törzsnél a 4, 7, 12, 16, 20, 25, 34, 46, 61 és 79,- a feketevégi VI. sz. törzsnél pedig a 9, 18, 22, 26, 31, 38, 47, 55, 67, 91 129 és 150 éves korokra állapíthattam meg a magasságokat.

Ezekből az adatokból szerkesztettem a magassági növekedés görbéit, melyeket kisebbítve az alábbi rajz tüntet fel. A rajzon a vízszintes rendszál egy beosztása 10 évnek felel meg és az egyes görbék más és más beosztásoknál kezdődven, a korok mindig a kezdettől, mint 0 ponttól számítandók. A fent jelzett korok közé eső évekre a magasságokat a görbékről olvastam le.

Miként a táblázatból és a görbékből is kitűnik, *a magassági növekedés menete mind a hat törzsen határozott szabályszerűséget mutat.* A freisingi törzsek (I—V.) 10 éves koruk körül növekedtek a legerősebben, mely korszakra

kerek számban 1 m. hosszú hajtások esnek. A feketevági (VI.) törzs 20 és 30 éves kora között éri el a maximális évi növekedést 74 cm.-el. Ezeken a korokon túl



A törzsek magassági növekedése.

a növekedés szabályosan apad: a freisingi törzsek 90 éves koruk körül már csak 12—14 cm.-el növekszenek évenként, a feketevági törzs pedig 140—150 éves kora között már csak 4 cm.-el.

Lehet, sőt minden bizonynyal úgy is van, hogy a magassági növekedés tényleg nem éppen ily szabályos menetű és az egyes évek szerint fordulnak elő kisebb hullámzások, amik a táblázatból nem tűnhetnek ki, mert a fennebb jelzett eljárás szerint a fa korongokból közvetlenül megállapított magasságok közé a többi korok magasságait egyen-

letesen átmenő görbe által közbesíttem. Tekintettel azonban arra, hogy a közvetlen adatok magukban egy-egy szabályosan görbülő vonalat adtak, kétségtelen az, hogy a magassági növekedés átlagosan a vázolt törvényszerűséggel bír. Az ábrán a közvetlen adatok pontjait apró körökkel jelöltem s amint látható, ezektől csak 3 esetben kellett eltérni, a görbék természet ellenes megtörésének kikerülése végett.

A *fatömeg növekedését* a 2. sz. táblázat mutatja. Az egyes korokban levő fatömeget a szakaszonként vett metszetekről számítottam ki oly módon, hogy kívülről 5—5, illetőleg a feketevági törzsnél 10—10 évgűrűvel befelé haladva határoztam meg a keresztmetszetek átmérőit, a legkisebb és legnagyobb átmérők átlagaiból. Az átmérőkből a Kunze táblázatai segítségével számítottam a körlap területeket és ezekből s a szakaszok hosszából a köbtartalmat. A csúcsokat, mint kúpokat vettem számításba.

Amint a táblázatból kivehető, a *fatömeg növekedése a freisingi (I—V.) törzseknél igen szabálytalan ingadozásokat mutat*. Ezeknél a törzseknél a növekedés mintegy 20—25 éves korig emelkedik s azután szabálytalanul változik.

A feketevági (VI.) törzs növekedése a 60 éves korig emelkedik, innen a 90 éves korig csökken, ezután megint emelkedik a 140 éves korig s azontúl ismét csökkenés mutatkozik.

Az életfeltételeinek megfelelő termőhelyi viszonyok között szabadon növő fánál, a táplálkozást végző részek fokozatos kifejlődése bizonyos korig a tömegnövekedés emelkedését vonja következményül; ezen koron túl pedig bizonyos ideig többé-kevésbé állandónak kellene lennie a növekedés mértékének, ha külső behatások nem okoznának ingadozásokat, amely behatások végül a növekedés csökkenését s az egyed kihalását vonják maguk után. A szervek működési erélyének bizonyos életkorral összefüggő és belső okokból származó csökkenéséről, vagyis a szerveknek elgyengüléséről a fánál nem igen lehet szó.

A törzsek fatömege és növekedése.

2. sz. táblázat.

K o r	I.			II.			III.			IV.			V.			VI.		
	s z á m u t ö r z s			s z á m u t ö r z s			t ö r z s			t ö r z s			számu törzs			számu törzs		
	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³	fatömeg	évi áll. növ.	dm ³
6	0·35	3·54	0·47	0·47	3·30	0·07	2·10	0·20	2·41	8	2·10	4·40	10	0·38	0·28	0·38	0·28	
11	18·09	7·38	16·97	16·97	6·59	10·57	6·50	12·23	4·48	13	24·12	7·18	20	3·19	5·00	3·19	5·00	
16	54·99	14·65	49·93	49·93	11·59	43·05	11·97	34·64	8·51	18	60·01	11·07	30	53·19	8·84	53·19	8·84	
21	128·25	12·96	107·87	107·87	12·90	102·90	13·60	77·18	9·70	23	115·36	11·59	40	141·58	9·17	141·58	9·17	
26	193·04	21·36	172·38	172·38	12·37	170·92	12·01	125·66	9·54	28	173·33	7·54	50	233·28	12·14	233·28	12·14	
31	299·86	10·78	234·24	234·24	9·26	230·99	7·55	173·38	4·98	33	211·03	10·41	60	354·72	11·38	354·72	11·38	
36	353·74	12·09	280·55	280·55	13·41	268·73	11·42	198·28	9·01	38	263·06	9·20	70	468·51	10·68	468·51	10·68	
41	414·18	16·18	347·61	347·61	13·94	325·84	11·94	243·32	8·14	43	309·07	11·80	80	575·33	9·87	575·33	9·87	
46	495·10	26·12	417·30	417·30	19·13	385·56	17·46	284·01	12·77	48	368·07	14·85	90	674·01	9·34	674·01	9·34	
51	625·69	20·77	512·95	512·95	17·16	472·85	12·33	347·84	8·03	53	442·31	12·02	100	767·43	9·73	767·43	9·73	
56	729·56	28·56	598·74	598·74	21·54	534·52	15·08	388·01	9·77	58	502·42	12·20	110	864·74	11·00	864·74	11·00	
61	872·37	14·10	706·42	706·42	14·43	609·91	7·08	436·84	7·02	63	563·43	11·77	120	974·71	12·40	974·71	12·40	
66	942·88	14·39	778·59	778·59	20·30	645·30	11·25	471·92	11·55	68	622·26	15·52	130	1098·69	18·02	1098·69	18·02	
71	1014·81	12·96	870·09	870·09	18·30	701·54	9·19	529·65	7·30	73	699·84	17·87	140	1278·87	16·78	1278·87	16·78	
76	1079·61	21·40	943·13	943·13	25·90	747·48	14·44	566·16	15·92	78	789·18	14·72	150	1446·68		1446·68		
81	1186·61	9·41	1072·63	1072·63	12·24	819·66	6·46	645·78	4·34	83	862·77	9·30						
86	1233·66	19·70	1143·83	1143·83	28·53	851·98	12·48	667·46	8·54	88	909·27	16·99						
91	1332·17		1286·49	1286·49		914·38		710·14		93	994·20							

A tömeg növekedés menetében mutatkozó ingadozások tehát a külső behatásoknak tudhatók be s mennél inkább megfelel a termőhely az illető fafaj életfeltételeinek, annál egyenletesebb lesz a növekedés menete.

A freisingi törzsek, miként azt már a dolgozat elején is kiemelttem, nem a vörösfenyő természetes elterjedése köréből valók, hanem mesterségesen telepítettek oly termőhelyre, melynek talaja és klimája nagyon elütő a vörösfenyő otthonának talajától és klimájától. A kitűnő talaj és az évenkénti tenyészeti idő hosszú tartama kedvezőek voltak a növekedésre s ezért átlagosan gyorsan növekedtek a törzsek, sokkal gyorsabban mint a feketevági törzs, vagy mint az Alpesek szűk évgyűrűjű

vörösfenyői. A növekedés menetében azonban nagyok az ingadozások, ami a lombozat működésének természetellenes változásaira mutat. A freisingi vörösfenyő csoport élettörténetét s a megfelelő meteorológiai adatokat részletesen nem ismerem, csak annyit tudok ebben az irányban, hogy a *Coleophora laricella* Hbn. rovar és a *Sphaerella laricina* Htg. gombabetegség, — melyek az alsóbb fekvésű, meleg, hosszú tenyészeti idejű vidékeken sokkal gyorsabban szaporodnak, mint az Alpesek magaslatain, — gyakran megtámadták a lombozatot. Ez minden esetre lényegesen hozzá járult a növekedés ingadozásaihoz.

Hogy a freisingi törzsek növekedésének ingadozásait az egész csoportot érő külső behatások okozták, azt minden kétséget kizáróan bizonyítja az, hogy egyes feltűnőbb változások mind az öt törzsen ugyanabban a korban ismétlődnek; amint pl. azt a táblázatban feltűnő számokkal nyomtatott és a növekedés hirtelen csökkenését mutató adatok is bizonyítják.

Legyen még itt megjegyezve, hogy a táblázatból kivehető tömeg-növekedési adatok nem adják az egyes évek növekedéseit, hanem csak az 5 éves korszakok átlagait s ennél fogva a korszakok egyes éveire eső ingadozások némileg még kiegyenlítettek.

A feketevági (VI.) törzs tömeg-növekedése lassúbb, de határozottan szabályosabb menetű, csak hogy ennél a 60 és 120 éves korok között valamely külső körülmény által korlátozva van a növekedés; de ebben is kitűnik a szabályosság, mert az évi növedék a 100 éves korig fokozatosan csökken és azután megint emelkedik. Megvizsgáltam még egy másik — a feketevági törzs szomszédságából vett — törzset is és ez a törzs a növekedés hasonló visszaesését mutatta ugyanazokban a korokban. Valószínű, hogy a növekedés eme változását az okozta, hogy a vörösfenyők a szomszédos lúczfenyők által a 60 éves kor táján túlszárnyaltattak s később a beárnyékolás alól felszabadultak s koronájukat lassan megint kifejlesztették.

A freisingi törzsek növekedésének ingadozásait a feketevágival szemben jellemzik az évgűrű vastagságok szélsőségei is. Míg ugyanis a feketevágítörzs mellmagassági metszetén a legvastagabb évgűrű 4 mm. széles és kimaradó évgűrűje¹ nincsen, addig a freisingi törzsek ugyanilyen metszetein a legvastagabb évgűrű 13 mm. széles és ezzel ellentétben több kimaradó évgűrűt fedeztem fel rajtuk. Ezek közt az kimaradó évgűrűk között olyant is találtam, amelynek helyét a mellmagassági metszeten csak egy, a széles oldalon fellépő, elsatnyult sejtsor jelzi.

Kétségtelen, hogy a növekedés eme sajátosságai lényeges befolyást gyakorolnak a fa szerkezetére, mire a továbbiakban még visszatérek.

Az évgűrűk vastagsága a korral, valamint egy és ugyanazon korban a magasság szerint változik.

Erre nézve szintén mind a hat törzset megvizsgáltam, itt azonban csak egy freisingi — és a feketevági törzs adatait közlöm a 3. és 4. sz. táblázatban. A törvényszerűség ezekből is eléggé kivehető s ha a többi törzs adatai kissé eltérők is, — átlagban ugyanazt a menetet mutatnák. Miként eme táblázatokból és az 1. tábla képeiből is kivehető, *az évgűrűk átlagosan a korral vékonyodnak*. Ez — tudvalevőleg — szükségképpen következménye a kerület (periferia) növekedésének.

¹ Lásd 29 oldal.

Az évgýűrűk átlagos vastagsága az I. törzs különböző koraiban és magasságaiban.

3. sz. táblázat.

Korszak:	2—11	12—21	22—31	32—41	42—51	52—61	62—71	72—81	82—91
Magasság m	m i l l i m é t e r								
0	6.65	3.29	4.28	2.14	3.25	3.25	2.48	1.58	1.15
1.3	6.81	3.84	2.62	1.22	1.88	1.77	0.80	0.81	0.58
4.5	6.07	4.66	2.82	1.13	1.62	1.56	0.83	0.83	0.53
7.7	—	5.20	2.84	1.16	1.67	1.55	0.84	0.89	0.61
10.9	—	5.70	3.37	1.36	1.83	1.49	0.92	0.93	0.64
14.1	—	—	3.83	1.82	2.20	1.67	0.93	0.91	0.64
17.3	—	—	2.86	1.98	2.46	1.79	0.97	0.94	0.75
20.5	—	—	—	1.75	2.65	2.22	1.16	1.04	0.96
23.7	—	—	—	—	2.33	2.21	1.42	1.20	1.21
26.9	—	—	—	—	—	—	1.35	1.84	1.44
30.1	—	—	—	—	—	—	—	1.90	1.68

Az évgýűrűk átlagos vastagsága a VI. törzs különböző koraiban és magasságaiban.

4. sz. táblázat.

Korszak:	2—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120	121—130	131—140	141—150
magasság m.	m i l l i m é t e r														
0	0.88	1.76	3.08	2.29	1.38	1.25	1.23	0.91	0.90	0.83	0.81	1.14	1.24	1.40	1.20
1.3	—	1.82	3.03	2.03	1.34	1.19	0.95	0.79	0.74	0.54	0.56	0.72	0.83	1.08	0.90
4.5	—	—	4.02	2.10	1.33	1.16	0.90	0.76	0.74	0.53	0.56	0.57	0.61	1.01	0.77
7.7	—	—	4.05	2.37	1.40	1.33	0.99	0.76	0.64	0.56	0.47	0.49	0.52	0.93	0.75
10.9	—	—	—	2.75	1.63	1.49	0.97	0.75	0.68	0.55	0.48	0.58	0.62	0.91	0.80
14.1	—	—	—	2.93	1.88	1.70	1.16	0.88	0.73	0.65	0.57	0.65	0.61	0.85	0.70
17.3	—	—	—	—	2.44	1.97	1.32	0.92	0.70	0.64	0.62	0.62	0.67	0.73	0.70
20.5	—	—	—	—	—	2.47	1.42	1.12	0.72	0.71	0.62	0.68	0.71	0.85	0.70
23.7	—	—	—	—	—	—	1.83	1.23	0.77	0.74	0.78	0.70	0.70	0.78	0.69
26.9	—	—	—	—	—	—	—	1.35	0.84	0.89	0.80	0.70	0.62	0.72	0.69
30.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.17	1.02	0.59	0.38	0.45	0.65
33.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.62	0.67

Különbéle évgýűrű-vastagságok a megfelelő tömegnövekedésekkel csak egyenlő vagy közel egyenlő kerület mellett hozhatók viszonyba. Az egymástól távolabb eső korok évgýűrű-vastagságai a tömegnövekedéssel nem állanak arányban. A feltűnőbb növekedési ingadozások azonban a szomszédos évgýűrűk vastagságai által híven visszatükröződnek a keresztmetszeteken. Így pl. az I. törzs tömegnövekedésének a 30 és 40 éves korok közötti visszaesése az évgýűrűk vastagságaiból is kitűnik, nemkülönben a VI. törzs növekvésének a 60 és 140 éves korok közötti fokozatos csökkenése és emelkedése is.

Az évgyűrűk vastagsága a magassággal, a törzsek aljától kezdve eleinte csökken, a csúcs felé megint emelkedik és közvetlenül a csúcsban megint csökkenhet.

Az évgyűrű vastagságok eme változásai idézik elő azt, hogy dacára annak, hogy az évi növedék kúpos palást alakjában rakódik a már meglevő törzsre, a törzs mégis hengeres alakot nyer.

A táblázatokból is kivehető, hogy az évgyűrűknek a magassággal való vastagodása a különböző korokban törvényszerűen változik, és jellemző, hogy a csúcs felé történő vastagodása az évgyűrűknek a korral hovatovább magasabbra tolódik, mi az említett hengeres növést vonja következményül.

Az évgyűrűk vastagsága közvetlenül a csúcsban összefügg a magassági növekedéssel s miként a táblázatokból is kivehető, a magassági növekedés apadásával, vagyis a korral, a csúcsok évgyűrűinek vastagsága is apad. Ha a magassági növekedés igen lassúvá lesz, akkor a csúcs évgyűrűi az alsóbb részekéhez képest vékonyabbak is lehetnek, amint azt a VI. törzsre vonatkozó táblázat mutatja, a hol a 110—150 éves korokban az évgyűrűk a csúcsban megvékonyodnak. Innen ered az, hogy a vén fák csúcsa kúposabb, a fiatalabbaké hengeresebb.

Az évgyűrű vastagságoknak a magasság szerint való változásai tudvalevőleg nemcsak fafajok szerint, hanem ugyanazon fajnál aszerint is különféle, amint az egyes példányok zárt állásban vagy szabadon nőttek és a termőhely is befolyást gyakorol ez irányban. Ennek behatóbb tárgyalása azonban célomtól elvezetne.

Összehasonlítva a fatömeg növekedésének menetét a magassági növekedéssel szembetűnő, hogy a *megvizsgált törzsek magassági növekedése törvényszerű szabályosságot mutat és ebben a tekintetben függellen a tömeg-növekedés ingadozásaitól.*

Ismeretes, hogy a fák növekedése tavasszal a csúcson kezdődik. A növekedésnek a csúcson és a törzs alsóbb részein való megindulása között, különösen zárt erdőben, tetemes időköz van. Első sorban tehát a képzett anyagok a csúcs felépítésére használatnak oly mértékben, amint az az illető korban s az illető termőhelyen törvényszerű sajátossága az illető fafajnak és csak azután indul meg a növekedés a törzs alsóbb részein. Nyár végén pedig a csúcson a növekedés hamarabb nyer befejezést, mint a törzs alsóbb részén.

*Hartig R.*¹ vizsgálatai szerint zárt állásban nőtt erdeifenyőn (*Pinus silvestris*), lúcfenyőn (*Picea excelsa*), jegenye fenyőn (*Abies pectinata*), és vörösfenyőn, München környékén (ca. 500 m. teng. f.) a csúcs növekedése május, júniús, július hónapokra esik, a törzs alsó részei pedig június, július és augusztus hónapokban vastagodnak.

Az általam megvizsgált törzsek közül kettőt vágattam tavaszkor: a fekete-vági törzset május 20-án és ezen még semmi nyoma sincs a növekedésnek; a freisingi V. sz. törzset pedig június 23-án, mely a csúcstól lefelé a következő növekedést mutatja:

Magasság m.	Az új növekedés átlagos vastagsága mm.
26·9	1·3
23·7	1·1
20·5	0·3
17·3	0·2
14·1	0·2

¹ Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin 1885. p. 36.

14 m.-en alúl csak alig látható növekedés az excentrikus metszetek vastagabb oldalán, a törzs legalsó részén azonban megint megvastagodik az új évgűrű s átlagosan mintegy 0,2 mm vastag.

A növekedés eme sajátosságának tulajdonítható tehát, hogy a törzsek növekedésére befolyó körülmények nem okoztak a hosszúnövekedésben oly ingadozásokat, mint a tömegnövekedésben. Ezt bizonyítja különben az az ismert tény is, hogy zárt erdőben, a közbeszorult fák, dacára annak, hogy néha igen kis koronával assimilálnak, mégis a magasba törnek s ezzel szemben törzsük marad karcsu.

Miként a vizsgálati anyag leírásánál is említettem, a freisingi törzsek mindegyike excentrikus növéssű, vagyis a tenyészeti központ nem esik a keresztmetszetek mértani központjába. A feketevági VI. sz. törzs szomszédságából vágatott fa szintén ily excentrikus növéssű, melynek képe az I. táblán látható.

Az *excentrikus növéssel* összefüggésben a törzsek kard alakúak. A keresztmetszet szűkebb része a homorú- és széles része a domború oldal felé esik. Ez a növény a vörösfenyő sajátos tulajdonsága, valamint az is, hogy gyakran kigyó vonalban halad felfelé a törzs. Az ilyen növéssű csemeték későbbi csúcsajtásai is következetesen így nőnek.

Az excentrikus növény okai ismeretlenek; az okot hol a szél hatásában, hol pedig a fény után való törekvésben keresik. Erre nézve magam is több megfigyelést tettem, mind hegyi vidékeken, mind pedig alsóbb vidékre telepített vörösfenyvesekben, de határozott törvényszerűsége a jelenségben nem akadtam.

A freisingi csoport majdnem minden egyes törzse nyugatról kelet felé hajlik domború oldalával. A feketevági erdő részben csak itt-ott láttam egy-egy meggyömbült törzset, nagyjából egyenes növéssűek a fák. Tirolban s a Bajor Alpesebben gyakran látni kardalakú törzseket, de néha egymás mellett álló törzsek is különféle irányok felé görbülnek. Selmechánya közelében szintén megfigyeltem egyes vörösfenyő csoportokat és sem az uralkodó szél, sem a fény iránya nem nyilvánul meg következetesen. Az ágazat elhelyezéséhez viszonyítva is különböző a görbülés iránya: találtam oly fákat, melyek nyugati szélnek kitett erdőszélén álltak, ágazatuk csak ebben az irányban volt kifejlődve és a törzsek mégis befelé hajlottak; itt az uralkodó szél hatását vélne okúl az ember. Más esetben pedig egészen védett irány felől görbülnek a fák.

Általánosságban véve a legtöbb vörösfenyőt kelet, vagy ennek mellékirányai felé láttam görbülni. Azt hiszem, hogy itt bonyolult jelenséggel állunk szemben, minek előidézésénél szerepe lehet a napfénynek, az uralkodó széliránynak, a fa növényi irányára esetleg a fiatal korban befolyó tényezőknek, mint pl. a hónyomásnak és végül lehet, hogy a gyökérzet elhelyezkedése is befolyásolhatja a meghajlás irányát.

A kardalaku növény következménye az évgűrűk excentrikus fejlődése, mely jelenségben kétségkívül a mechanikai hatás nyilvánul meg. A törzs a domború oldal felé nehézkeedik és itt az évgűrűk vastagabbak, szilárdabbak, mint a homorú oldalon (l. az I. táblát).

A keresztmetszetek szűkebb és szélesebb oldalán eltérők a növekedési viszonyok, ami mindjárt tavasszal, a növekedés megindulásakor érvényesül, amint azt az V. törzs bizonyítja. Ezt a törzset, mint már fennebb említettem, június 23-án döntöttem, amikor már növekedése megindult és a növekedés nemcsak a

különböző magasságokban mutatja a már vázolt különféleségeket, hanem egy és ugyanazon keresztmetszeten sem indult meg a cambium sejtek osztódása egyszerre, hanem a széles oldalon előbb.

A növekedés a két oldalon ugyanis a következő:

Magasság	Az új növekedés vastagsága	
	Széles oldal	Szűk oldal
m.	mm.	mm.
26·9	1·3	1·3
23·7	1·5	0·8
20·5	0·5	0·2
17·3	0·3	0·1
14·1	0·3	0·1
10·9	0·2	0

Ezen alúl a szűk oldalon szabadszemmel kivehetőleg hiányzik a növedék, a széles oldalon pedig a törzs aljáig látható. Az alsóbb részek növekedését mikroskoppal is megvizsgáltam és pl. a 7·7 m. magasságból vett metszeten a szűk oldal 1-, a széles oldal pedig 16 sejtsorral növekedett. Megjegyzendő, hogy ez adatok a széles oldalnak a tenyészeti központtól legtávolabb és a szűk oldalnak ahhoz legközelebb eső pontjaira vonatkoznak. Oly helyet, ahol a növekedésnek semmi nyoma sem mutatkoznék, nem találtam, de feltehető, hogy azon a metszeten, ahol a szűk oldalon még csak egy sejtsor a növekedés és a széles oldalon már 16 tracheidasor van, ott a széles oldal első sejtsora hamarabb képződött, mint a szűk oldalé.

Ez tehát ha nem is oly mérvű, de hasonló jellegű azzal a jelenséggel, amely a növekedésnek a magasságok szerint való megindulásánál tapasztalható. Amint t. i. a növekedés megindulása fokozatosan terjed a csúcstól lefelé, úgy a leírt esetben egy és ugyanazon magasságban is előbb indul meg a növekedés az excentrikus metszet széles oldalán s aztán terjed a szűk oldalra.

A két jelenség különfélesége kétségtelen, amennyiben a csúcson általában hamarabb indul meg a cambium működése, míg az excentrikus keresztmetszetek szűk és széles oldalán a cambium erősebb, illetőleg gyengébb táplálása idézi elő a leírt jelenséget: mindkettő fényt vet azonban a képzett anyagoknak — hogy úgy fejezzem ki — céltudatos felhasználására.

Ennek a ténynek behatóbb kutatása mindenesetre érdekes eredményekre vezetne, melyek világot vetnének az excentricus növés és általában a növekedés kérdéseire. Az általam megvizsgált anyag azonban kevesebb adatot szolgáltat, semhogy ebből további következtetéseket lehetne vonni.

Az V. törzs excentrikus növést az 5. sz. táblázat mutatja, mely a szűk és széles oldal évgyűrűinek vastagságait tartalmazza, a különböző korok és magasságok szerint. Az adatok az egyes oldalak legszűkebb, illetőleg legszélesebb részeire vonatkoznak. A törvényszerűségek csak általánosságban tűnnek ki, az egyes adatok között pedig gyakoriak a szabálytalan ingadozások, ami tényleg előforduló szabálytalanságok kifolyása. Így feltűnő pl. az 54—63 éves korszakban a csúcs évgyűrűinek feltűnő vékonysága (0·6 mm.); ebben a korban tényleg valamely behatás folytán ily lassu volt a csúcs növekedése. A 2—13 éves korszakban a föld feletti metszet széles oldalán 5·2 mm. az évgyűrűk vastagsága, 1·3 m.-ben pedig 7·5 mm. Ennek oka részben az, hogy alul még beleestek a legelső, lassúbb növéssü évgyűrűk

Az V. törzs átlagos évgyűrű-vastagságai az excentrikus kereszt-
metszetek két oldalán.

5. sz. táblázat.

Korszak:	2—13	14—23	24—33	34—43	44—53	54—63	64—73	74—83	84—93
magasság m.	m i l l i m é t e r								
S z é l e s o l d a l (K)									
0	5·2	3·4	3·9	2·1	3·3	1·6	3·9	4·0	1·3
1·3	7·5	3·5	2·2	1·5	2·2	1·3	2·0	1·7	0·9
4·5	—	3·9	2·3	1·8	1·9	1·5	1·8	1·8	0·9
7·7	—	5·6	2·4	1·8	1·9	1·4	1·5	1·5	1·1
10·9	—	5·3	3·0	2·0	2·2	1·6	1·5	1·5	1·0
14·1	—	—	3·9	2·4	2·2	1·9	1·6	1·4	1·3
17·3	—	—	—	3·0	2·2	1·9	1·6	1·6	1·2
20·5	—	—	—	—	2·5	0·6	1·5	1·5	1·4
23·7	—	—	—	—	—	—	1·7	1·8	2·3
26·9	—	—	—	—	—	—	—	1·2	1·8
S z ű k o l d a l (Ny)									
0	3·8	3·8	1·7	0·9	0·9	0·7	1·5	1·6	0·5
1·3	5·7	2·7	1·2	0·6	0·8	0·8	0·4	1·0	0·5
4·5	—	3·1	1·6	0·8	0·9	0·7	0·5	0·8	0·4
7·7	—	4·0	1·2	0·8	0·9	0·6	0·5	0·8	0·3
10·9	—	4·0	2·2	1·1	0·9	0·7	0·5	0·4	0·5
14·1	—	—	2·6	1·6	1·1	0·8	0·7	0·8	0·5
17·3	—	—	—	2·5	2·0	1·2	0·7	0·7	0·6
20·5	—	—	—	—	2·2	0·6	0·9	1·1	0·8
23·7	—	—	—	—	—	—	1·2	1·3	1·2
26·9	—	—	—	—	—	—	—	1·2	1·8

is a mért részbe, 1·3 m. magasságban pedig, csak az ezen felülnyúló, gyorsabban nőtt rész évgyűrűi szerepelnek.

A megvizsgált törzseken általánosságban az excentrikus növés foka a korral emelkedik és a magassággal apad, ami a mechanikai hatás elvének teljesen megfelel. Az emelkedő súlyllyal ugyanis hovatovább jobban igénybe van véve a domboru oldal és az alsóbb részek inkább mint a felsőbbek. Eme elv mellett szól az is, hogy a jobban igénybe vett széles oldal évgyűrűi nemcsak vastagabbak, de szilárdabbak is. A szilárd nyári pásztának a tavaszihoz való viszonya ezen az oldalon sokkal — és fokról-fokra kedvezőbb mint a szűk oldalon.

Hogy az excentrikus növésnek a szerkezetre s a tulajdonságokra nagy befolyása van, az már a mondottakból is kitűnik, de erre később még több helyen visszatérek.

A növekedésről elmondottak világosan rámutatnak arra a gyakorlati tételre is, hogy *a fák összes tömegnövekedése nem hozható kapcsolatba a törzs alsóbb részeinek vastagodásával és hogy az alsóbb részek évgyűrűinek száma nem adja a kort mindig pontosan*, vagy legalább is nem adják ezt az alsóbb rész szabad szemmel látható évgyűrűi. Ahol a kor pontos meghatározása szükséges, ott mindig a csúcsból kell kiindulni.

4. Geszt és szijács.

A vörösfenyő gesztes fa (l. az I. tábla képeit) és gesztje színre és más tulajdonságaira nézve is lényegesen elüt a szijáctól. Amíg a szijács az életműködésekben részt vesz a nedvvezetés által, gyantavezetékei működnek és parenchymája befogadja és tovább adja a különféle anyagokat, addig a sötétebb szín által kiváló geszt már csak mechanikai szereppel bír és benne az életműködések minden folyamata be van fejezve. A geszt — miként a továbbiakban látni fogjuk — vízszegényebb mint a szijács, de anyagokban dúsabb, súlyosabb.

A geszt képződésének részletei még nem ismeretesek teljesen. A képződésnél végbemenő lerakódás anyagát a régiek xylochromnak nevezték, ami sem forró vízben, sem alkoholban vagy éterben nem oldódik és a savaknak, alkáliknak is ellent áll.¹ Mások megint úgy magyarázták a geszt súlyosabb voltát, hogy ennek sejt falaira újabb rétegek rakódnak le. Egy harmadik nézet szerint pedig kétségbe vonták, hogy a gesztelés volna oka a súlyemelkedésnek s azt állították, hogy ez a tulajdonság meg volt az illető részben addig is, amíg szijács volt.²

De Bary azt állította, hogy a gesztképződésben a visszafejlődés kezdetét kell tekinteni, ami azonban a dolog természetével ellenkezik, mert »a tipikus geszt képződését, mely a szijácsnál nemcsak mechanikai tulajdonságaira nézve jobb, hanem anyagok lerakódása következtében az elkorhadástól is jobban védve van, inkább a fatest normális és kedvező tovább fejlődésének kell tekintenünk.«³ *Hartig* szerint⁴ az 1000 éves tölgyben sem lehet különbséget találni a legregibb és legújabb geszt között.

Újabban több vizsgálat eredménye nyújt ezirányban felvilágosítást és ezek szerint a különféle fajok gesztje igen különféle szerves és szervetlen anyagoknak a sejtek lumenébe (belső üreg) és falaiba való lerakódása által keletkezik. Ezek az anyagok természetesen nem keletkezhetnek a gesztben, hanem a képző anyagok egy része használtatik fel az évenként nagyobbodó geszt képződésére. A gesztelésnél lerakódó anyagok közvetlenül a parenchyma sejtekből erednek. A vörösfenyőnél — miként *Hartig*⁵ is felemlíti — igen feltűnő a szijács és a közvetlen mellette levő gesztrészek közötti fajsúly különbség. Ez minden esetre elütő tulajdonságokra is vall, amire a fajsúly viszonyoknál még visszatérek.

A megvizsgált törzsek szijácsa és gesztje közötti viszonyt a 6. sz. táblázat mutatja.

A táblázat adatainak összegyűjtése alatt arra a tapasztalatra jutottam, hogy a geszt-képződés az egyes keresztmetszeteken, sem az egyes évgyűrűkkel, sem pedig állandó szijács-vastagsággal nincs külön összefüggésben, hanem e kettőnek határozott együttes befolyása látszik érvényesülni.

Hogy állandó szijács-szélesség nem szabja meg a gesztet, azt bizonyítja az, hogy az *excentrikus keresztmetszetek széles oldalán szélesebb, szűk oldalán pedig szűkebb a szijács.*

¹ *Hartig Th.* Forst u. Jagdzeitung 1857. p. 283.

² *Nördlinger*, Die technischen Eigenschaften d. Hölzer, 1860. p. 34. 35.

³ *Haberlandt*, Physiologische Pflanzenanatomic. 1893. p. 520.

⁴ *Hartig R.* Untersuchungen aus dem forstbotan. Inst. zu München. II. p. 48.

⁵ *Hartig R.* Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume p. 81.

A szíjács és geszt egymáshoz való viszonya.

6. sz. táblázat.

Magasság m	I. törzs			II. törzs			III. törzs			IV. törzs			V. törzs			VI. törzs		
	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm	Az évgyűrűk száma		A szíjács vastagsága mm
	a koron- gon	a szíjács- ban		a koron- gon	a szíjács- ban		a koron- gon	a szíjács- ban		a koron- gon	a szíjács- ban		a koron- gon	a szíjács- ban				
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	13	21·1	
1·3	87	28	18·8	87	21	25·0	86	27	16·7	87	27	15·8	88	23	20·1	141	18	17·5
4·5	83	29	20·3	83	24	25·6	82	27	16·0	83	28	16·6	84	27	21·4	132	22	19·7
7·7	79	27	20·4	80	24	22·9	79	26	16·7	79	28	17·1	81	26	20·4	128	24	20·3
10·9	75	25	19·4	76	25	23·0	75	25	15·4	74	26	16·3	77	26	19·2	124	24	20·1
14·1	71	25	18·4	72	23	24·4	69	24	17·0	69	24	15·4	70	24	19·9	119	24	17·8
17·3	66	22	17·8	65	22	22·8	61	23	15·2	61	22	15·5	62	23	20·1	112	24	17·6
20·5	57	20	18·5	57	21	23·1	48	23	17·8	50	20	15·9	51	20	21·5	103	24	17·1
23·7	45	17	22·0	44	15	23·9	38	18	18·5	38	18	16·7	36	14	22·5	95	23	16·3
26·9	—	—	—	29	11	22·8	—	—	—	21	12	16·3	14	—	—	83	22	15·4
30·1	12	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59	25	12·6
33·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	16	9·3

Hogy pedig évgyűrűhöz nincs kötve, az is kétségtelen, *mert a szűk oldalon több-, a széles oldalon kevesebb a szíjács évgyűrűinek száma.*

A két tényező együttes hatása pedig következik az éppen elmondott viszonyból és abban nyilvánúl, hogy az excentrikus keresztmetszet szűk oldalán több a szíjács-évgyűrű, tehát a gesztképződés itt idő szerint visszamarad, különben igen megközelitené a kerületet; a széles oldalon pedig a gesztképződés előre siet, hogy — az évgyűrűk vastagabbak lévén — a kerülettől nagyon ne maradjon vissza. Innen ered ama fordított viszony, hogy ahol összeszűkülnek az évgyűrűk ott több a szíjács évgyűrűinek száma, de vékonyabb a szíjács és ahol szélesek az évgyűrűk ott kevesebb évgyűrű képezi a szíjácsot, de ez szélesebb. Következménye ennek a viszonynak egyszersmind az is, hogy a geszt ugyan excentrikus, de nem egészen oly mértékben mint az évgyűrűk.

Ahol gyorsabb a növekedés ott időbelileg a gesztképződés előbbre siet, ahol pedig a növekedés lassú, ott visszamarad. Kétségtelen, hogy ez a viszony a szíjács élettani feladataival áll szoros kapcsolatban és hogy ezt különösen a vízvezetés követeli meg.

Az egyes keresztmetszeteken tapasztalható eme viszonya a gesztnak a szíjácshoz, a táblázatból ki nem vehető, mert ebbe a keresztmetszetek 4 átellenes oldalából kiszámított átlagokat irtam be. Az átlagok kiszámítására szolgált adatoknak azonban mindegyike ezt a viszonyt bizonyította. Így pl. az V. sz. törzsrre vonatkozólag mutatja ezt a viszonyt a 7. sz. táblázat.

A 6. sz. táblázat adatai a szíjács és geszt közötti viszonynak a törzsek különböző magasságai szerint való változásait mutatják. Ha ezt szemügyre vesszük, nyomban feltűnik a freisingi törzseknél (I—V) ama általános törvényszerűség, hogy *a szíjács évgyűrűinek száma a magassággal csökken*, ami már más fafajokra is bebizonyított. Ez a jelenség hasonló az egy és ugyanazon keresztmetszeten talált viszonytal és csak amellett szól, hogy amint a csúcs felé vastagodnak a szíjács évgyűrűk,

7. sz. táblázat.

Magasság m.	Széles Oldal		Szűk oldal	
	a szijács szélessége mm.	a szijács évgyűrűinek száma	a szijács szélessége mm.	a szijács évgyűrűinek száma
1·3	24	18	18	28
4·5	27	19	18	32
7·7	26	19	16	31
10·9	25	20	14	30
14·1	25	19	17	27
17·3	27	18	16	25
20·5	29	17	14	22
23·7	25	11	20	16

úgy a gesztesedés is időbelileg előbbre siet. Amíg a freisingi törzseknél a szijács évgyűrűinek száma a törzsek alján (1·3 m.) 21—28 közt váltakozik, addig a csúcsok közelében már csak 11—14 évgyűrű képezi a szijácsot. A szijács vastagsága pedig nem sokkal különbözik, sőt többnyire nagyobb a csúcsban.

Hogy a gesztképződésnek a növekedés gyorsaságával való összefüggése miként nyilvánul a különböző növekedésű törzseken, arra a megvizsgált anyag sajnos nem nyújt elegendő és megbízható támpontot. Az I.—IV. törzs között ugyan meg van a fokozatos átmenet és az V. sz. a II. sz. mellé sorozható, miként az a fatömegekből (2. sz. táblázat) kivehető, de éppen a szijács viszonyaira nem egészen irányadó a törzs növekedése, hanem csak az utóbbi 20—25 évgyűrű határoz. A törzsek, miként már említettem mintegy 30 év óta ritkás állásban nőttek és így az utóbbi évgyűrűk meglehetően gyors növéseik mindegyik törzsön. Másik körülmény, ami befolyással van erre a kérdésre az, hogy a gyorsabb növéseű törzsek nagy területén vékonyabbak az évgyűrűk, mint — arányos növekedési viszonyok mellett — a vékonyabb törzsek kisebb sugarú keresztmetszetein és bonyolulttá teszi a kérdést az excentrikus növés különféle foka is. Biztos összehasonlításra oly törzsek szolgáltatnának megfelelő anyagot, melyek keresztmetszetein a geszt kerülete és évgyűrűinek száma legalább megközelítőleg egyenlő volna s különbség éppen az utóbbi évtizedek növekedésében mutatkozna.

Még komplikáltabb a viszony különböző kor és más termőhely mellett, amint azt a feketevági VI. sz. törzs az I.—V. számakkal szemben mutatja.

A részletek beható átvizsgálása azonban határozottan arra a kétségtelen tényre vezet, hogy a vastagodás gyorsasága és a gesztképződés között az egyes törzseken a már leírt összefüggés meg van.

Hogy ez a viszony a különféle törzssztyályoknál is érvényre jut, azt a Hartig tanítványai által¹ tett vizsgálatok lú-, jegenye- és erdeifenyőre is bizonyítják. A kiszámított adatokból ugyanis kivehető, hogy a gyengébb növekedésű törzsek szijácsa átlagban több évgyűrűből áll, mint a gyorsabb növéseűeké.

A növekedéssel szorosan összefüggő korona nagyság természetesen a megfelelő összefüggésben áll a gesztképződéssel.

¹ Bertog, Forstl naturwiss. Zeitschr. 1895. p. 110. Omeis u. o. p. 157.

5. Az évgyűrűk anatómiai szerkezete.

A vörösfenyő fája tracheidákból és parenchymából áll. Az évgyűrűk tavaszi pásztáját aránylag vékonyfalú, nagy lumenű *vezető-tracheidák* alkotják, a nyári ¹ pásztát pedig vastagfalú kisebb lumenű *szilárdító-tracheidák*. A bélsugarak belseje vagy tisztán parenchymából áll és csak a szélen csatlakozik ezekhez 1—2 vagy több sor *kereszt-tracheida*, vagy pedig a bélsugár belső sejtjei közé is vegyül egy-egy, vagy több ilyen tracheida-sor. ² A gyanta vezetékek parenchyma sejtekkel vannak bélelve és részben a hossz-tracheidák között, részben pedig a bélsugarakban vannak elhelyezve. A hosszirányban haladó gyantavezetékek a bélsugarakban levőkkel találkozási pontjukon összeköttetésbe lépnek.

A vörösfenyő évgyűrűi éles vonalakkal tűnnek ki és az egyes évgyűrűkben is élesen elüt a nyári pászta a tavasztól.

A megvizsgált törzseken csak az igen vastag évgyűrűkben tapasztalható fokozatos átmenet a tavaszi pásztából a nyáriba.

A II. táblán levő képek különböző korú évgyűrűk szerkezetét mutatják s a tavaszi és nyári pászta szabad szemmel látható különbségének okait híven magyarázza azok mikroskopi képe.

A fák évgyűrűiben levő eme különbségek keletkezésének okaira ³ nézve legelterjedtebb, de sok oldalról megtámadott és megcáfolt nézet a *Sachs*-féle elmélet, melyet H. de *Vries* kísérleti úton igyekezett bebizonyítani. Ez a kéreg nyomás elmélete, mely ellen tisztán elméleti szempontból is sokat lehet felhozni; amit azonban *Krabbe* kísérleti úton is megcáfolt, amennyiben kimutatta, hogy a kéregnyomás között tavasszal és ősszel nincsen lényeges különbség. *Russov* a turgor különböző voltára vezeti vissza a tavaszi és nyári pászta különbségeinek okát, amit *Wieler* kísérletei cáfoltak meg. *Hartig* a táplálkozási viszonyok különbségeire mutat rá és az évgyűrű-képződés okát abban látja, hogy nyáron a táplálkozási viszonyok kedvezőbbek és ennek következtében erősebb szerkezetű részt építenek a fák az aránylag vékony falú sejtekből álló tavaszi pásztára. *Wieler* pedig éppen ellenkezőleg magyarázza a jelenséget, hogy ugyanis a rosszabb táplálkozás okozza a nyári pászta képződését.

Az tagadhatatlanul áll, hogy a tenyészeti idő periodikus megújulása és a tenyészetnek ezzel egybekapcsolt megindulása és lezáródása okozza a mi fáink évgyűrűs szerkezetét. ⁴ Az is ismeretes, hogy célszerűség szempontjából az évgyűrűs szerkezet fáink életfeltétele s az elért cél a nedvvezetés és a szilárdítás. Mint nyílt kérdés áll azonban előttünk az, hogy mily belső okok idézik elő ezt a jelenséget.

A jelen dolgozatom alapját képező adatok összegyűjtése közben, a megvizsgált törzseken számos, különféle táplálkozási viszonyok között nőtt évgyűrűt

¹ A »nyári« jelleg tulajdonképpen közös mind a két megkülönböztetett részre, az »ősz« elnevezésnél azonban helyesebb, mert ősz elején a fák vastagsági növekedése viszonyaink között többnyire már be van fejezve.

² *Strasburger* szerint (I. a 28. oldalon idézett munka 24. lapján) a bélsugarak belsejében tracheidák nem fordulnak elő, csak a széleken. Ezt vizsgálataim megczáfolják.

³ V. ö. *Haberlandt*. Physiologische Pflanzenanatomie. II. kiad. 1896. p. 516. Itt a kapcsolatos irodalom is fel van sorolva. p. 535. 16.

⁴ A tropusi fáknak nincsenek évgyűrűi, vagy ha vannak, úgy ezek csak határozatlan szerkezetűek.

vizsgáltam meg és azt találtam, hogy a növekedési és táplálkozási viszonyok változásai feltűnő változásokat idéznek elő az illető évgyűrűk tavaszi és nyári pászttájának egymáshoz való viszonyában is; továbbá pedig, hogy ez a viszony, — ugyancsak a növekedés menetével és acambium táplálásával kapcsolatban, — változik a korral és a magassággal s ugyanazon korban változik az excentrikus keresztmetszetek széles és szűk oldalain. Ez a tény legbiztosabb kifejezője annak, hogy elsősorban is a növekedési, illetőleg táplálkozási viszonyok állanak összefüggésben az évgyűrű szilárdabb nyári pászttájának képződésével. *Wieler* tétele azonban nem állhatja meg helyét. Annyi tény, hogy a nyári pászta legszélső, leginkább ellaposodott sejtjei, melyek közvetlenül a növekedés befejezésekor képeztetnek, gyengén táplált sejtek; ezt azonban az egész nyári pásztára nem lehet kiterjeszteni. Nem képzelhető ugyanis, hogy a vastag falu sejtekből álló anyagban gazdag, szilárd nyári pászta a gyengébb táplálkozás kifolyása lenne. Ebben a tekintetben a *Hartig* véleményéhez csatlakozom.

»A cambium táplálása tavasszal aránylag gyenge. Az új hajtások és levelek, nemcsak hogy nem működnek közre a cambium táplálásánál, hanem még maguk is tápanyagokat igényelnek. A napok még rövidek, a léghőmérsék mérsékelt s így a fény és a meleg még csekély ahhoz, hogy új képzőanyagok képeztesse s ezek a növekedésre használtassanak. Ehhez járul még, hogy a talaj hőmérséke, mi a fatörzsébe és így a cambiumra is átmegy, igen lassan emelkedik. Tavasszal, vagyis május- és júniusban ez okokból a táplálkozási viszonyok sokkal kedvezőtlenebbek, mint nyáron. A tápláló anyagok képezése és azok felhasználása a sejtek képződéséhez kedvezőbben alakul, mihelyt az új hajtások és tűk teljes erővel dolgoznak s mihelyt a nappal a leghosszabb és a talaj és a levegő hőmérséke az optimumot elérte.«¹ Abban, hogy a táplálkozási viszonyok nyáron kedvezőbbekké lesznek, nézetem szerint a gyökerek növekedésének is lényeges szerepe lehet.

A növekedésről szóló fejezetben lehetőleg részletesen leírtam mindazt, amit az általam megvizsgált törzseken tapasztaltam a növekedés menetére. A vastagsági növekedésre vonatkozólag láttuk, hogy ez a törzs egyes részeiben különböző mérvű és különböző időben indul meg. Előbb indul meg a csúcson és azután terjed a törzs alsóbb részeire és az excentrikus keresztmetszetek szélesebb oldalán erőteljesebb, mint a szűk oldalon, vagyis a fák cambium köpenye a különböző részekben különféleképpen tápláltatik.

A nyári pásztának a tavaszihoz viszonyított arányára nézve a törzsek különböző részeiben azt találtam, hogy a nyári pászta, — eltekintve a legfiatalabb koru vastag évgyűrűktől, melyek nagyjából tavaszi fából állanak, — az évgyűrű vastagságával vastagodik s a jobban táplált évgyűrűkben aránylag több a nyári fa, mint a lassú növekedésű évgyűrűkben. (Ezt az I. tábla képei is feltűntetik helyenként). Az excentrikus keresztmetszetek két oldalán pedig nagyon is szembetűnő, hogy a jobban táplált, gyorsabb növéssű oldalon aránylag sokkal több a nyári fa, mint a szűk oldalon. Eme leírt két viszonyhoz pedig még egy harmadik csatlakozik: a nyári pászta viszonylagos vastagsága ugyanis a magassággal apad.²

¹ Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. 1885. p. 32.

² Ez utóbbi törvényyszerűség más fenyőkre is kiterjed. L. Kny. »Anatomie des Holzes von Pinus silvestris L. 1884. p. 202. és Bertog, Wuchs u. Holz d. Weisstanne u. Fichte Forstl. naturwiss Ztschr. 1895. p. 199.

Ezek a törvényszerűségek határozottan arra mutatnak, hogy az évgűrű képződés a cambium-öv táplálásával áll összefüggésben. A csúcsban, amint láttuk hamarabb indul meg a növekedés és hamarabb véget ér, aminek természetes következménye az kell legyen, hogy ott aránylag több a tavaszi fa és vékonyabb a nyári pászta. Az excentrikus keresztmetszetek szűk oldala pedig általában igen gyengén növekedik s a szélesebb, jobban táplált oldalon sokkal több a nyári fa mint amazon.

Ezek a jelenségek a célszerűség szempontjából is teljesen igazolhatók. A csúcs és az alsóbb részek nyári fája közötti viszonyt *Hartig* úgy magyarázza,¹ hogy az évgűrű keresztmetszetének területe a magassággal apadván, a nedvvezetés szempontjából szükséges, hogy a csúcs felé a nedvvezető pászta hovatovább nagyobb arányokat öltön a szilárdító pásztával szemben. Ezt az excentrikus keresztmetszeteken meglevő viszonyra is alkalmazni lehet, amennyiben *a szűk oldalon a nedvvezetés szempontjából aránylag több vezető szövetnek kell lennie, mint a széles oldalon.* A célszerűség ezenkívül mechanikai szempontokból is kimutatható: a törzs alsóbb részén és az excentrikus keresztmetszet szélesebb oldalán ugyanis szilárdabbnak kell lennie a fának, hogy a nagyobb igénybe vételnek megfeleljen s így e részeken túlnyomóbbnak kell lennie a szilárdító nyári pásztának.

A nyári pászta viszonylagos nagyságát gyakran hozzák összefüggésbe a tavasz hosszának a tenger feletti magasság szerint való változásával. Igen valószínű, hogy ha viszonylagosan hosszabb a nyár, úgy ez nagyobb nyári pásztát eredményez, de csakis hasonló talajviszonyok mellett. Ha a tavasz rövidülésével, illetőleg a nyár viszonylagos nagyságának emelkedésével a talaj minősége csökken, amint az a magas hegységben gyakran történik, úgy a nyári pászta viszonylagos vastagsága nemcsak hogy nem emelkedik, de apad.

Hogy az évgűrűk képződése, a fának oly sajátossága, mely a tenyészeti viszonyok változásaitól függ, azt igen híven bizonyítják a kettős évgűrűk képződésének esetei, melyekről külön fejezetben szólok.

Sachs túlhaladott elmélete az évgűrűképződést egészen más oldalról magyarázza. Ez ugyanis nem a nyári pászta sejteinek vastagfalú voltára, hanem ezek ellaposodására irányul.

E tekintetben a megvizsgált vörösfenyő törzsek évgűrűinek keresztmetszetein azt találtam, hogy, — eltekintve az egyes évgűrűkben mutatkozó szerkezeti különbségektől, — a tracheidák keresztmetszetei általánosságban a tavaszi pásztában a sugár irányában nyúltak, a nyári pászta felé hovatovább isodiametrikusabbak lesznek és az évgűrű széle felé a sugár irányában hovatovább összelaposodnak.

A sejtek keresztmetszeteinek eme alakváltozásai a törzsek különféle növekedési évgűrűiben változók, még pedig: *a gyorsabb növekedésű és apróbb sejtekből álló évgűrűk² sejtei a nyári pásztában is kerekdedek s csak az évgűrű szélén laposodnak el, míg a lassú növéssű, vékony évgűrűk nagy sejtei, mindjárt a nyári pászta kezdetén ellaposodnak.* Hogy itt mechanikai hatás nincs, azt maga ez a tény is bizonyítja, mert a gyors növekedés mellett fokozottabbnak kellene lennie a kéregnyomásnak és jobban el kellene laposodnia a sejteknek, mint pl. az I. törzs 86-ik évgűrűjében, (I. II. tábla 3. kép) melynek nyári pásztája csak egy sejtsorból áll.

¹ Die Eigenschaften des Eichenholzes, Forstl. naturwiss. Ztschr. 1894. 4.

² Lásd a sejtek nagyságáról szóló 8. fejezetet.

A sejtek keresztmetszetének alakja az érintő- és a sugárirányú méret viszonyától függ.

A tracheidák érintő irányu mérete a fenyőknél a kerület által határozottan meg van szabva, még pedig akkorára, hogy a sejtek egymáshoz simulva a kerületet teljesen betakarják s ez a méret legfeljebb a gyantamenetek környékén szenvedhet feltűnőbb változást, ami ugyancsak az összeillő elhelyezkedés következménye. A nyári sejtek ellaposodását tehát, csak a sejtek sugár irányú növekedésének a tenyészeti idő vége felé történő meglassulása okozza. Ez úgy látszik többé-kevésbé határozott mértékben bekövetkezik, akár gyors az illető évgyűrű vastagodása, akár lassu és természetes, hogy ha erőteljesebb a táplálkozás és *a nyári pászta képződése még akkor megkezdődik, amikor a sejtek sugár irányu tágulása erőlyes, akkor a nyári pászta sejtjei mindaddig kerekdedek, amíg a radialis növekedés annyira lassul, hogy a tangentialis méret lesz a nagyobb* és megfordítva: *mennél lassabb a növekedés, illetőleg sejt szaporodás, annál inkább eltűnik a fokozatosság s annál hirtelenebb az átmenet a nagy lumenű tavaszi sejtekből az ellaposodott nyáriakhoz.* A fentiekből következik az is, hogy *mennél apróbbak a sejtek, annál később és csak közvetlenül az évgyűrű határán következik be ellaposodásuk.* (I. a II. tábla képeit).

Hogy ugyanazon metszeten egymás mellett különféle keresztmetszetű sejteket lehet látni, az a sejt szaporodás következménye. A sugárirányban történő sejt szaporodás ugyanis a kerületet folyton növeli és ennek folytán szükséges, hogy a kerület irányában is új sejt sorok lépjenek fel, ami az illető cambium-sejtnak keresztfallal való kettéoszlása által történik. A sejt szaporodás e folyamatát Raatz¹ ismerte fel először és ez abban áll, hogy a ketté osztott cambium-sejt csúcsai az osztlás helyén növekedni kezdenek: a felső lefelé nyúlik, az alsó felfelé és egymás mellé tolódva szaporítják a cambium-sejteket a kerület irányában. Az így osztódott sejtek leszármazottjai természetesen eleinte kisebbek, mint a szomszédos fa-sejtek s keresztmetszetük területe is kisebb, még pedig annál inkább, mennél közelebb esik a metszet a sejtek csúcsaihoz. Ilyen keresztmetszetek természetesen nem laposodnak el a nyári pásztában, csak közvetlenül az évgyűrű szélén, ahol már nagyon meglassul a tracheidák sugár irányu növése. A nyári pászta elején az ily sorok sejtjeinek keresztmetszete kerekded, sőt a sugár irányában nyúlt is lehet.

Hogy a sejteknek a kerületen való összeillő elhelyezkedése mily befolyásokat gyakorol a keresztmetszetek alakjára, azt igen változatosan mutatják a lombos fafajok évgyűrűi, melyekben az edények teljesen megzavarják a tracheidák és sclerenchym rostok sugár irányu szabályos elhelyezkedését. Mihelyt azonban az évgyűrű határán az edények fellépése megszűnik, s a kerületet a fasejteknek kell befedniök, megint helyre állanak a sorok és miután itt a sejtek keresztmetszetének sugár irányú növekedése már alább hagyott, el kell laposodniök.

A tavaszi és nyári fa között levő, eddig leírt különbségekhez még egy harmadik is járul és ez a szilárdító és nedvvezető tracheidák *gödörkéi* között levő különbség.

A megvizsgált törzsek különféle növekedésű évgyűrűin e tekintetben is különfeleségek mutatkoztak s általánosságban erre nézve a következőket találtam.

¹ Die Stabbildungen im secundären Holzkörper der Bäume und die Initialtheorie. Pringsheim's Jahrb. 1892. p. 631.

1. Az idősebb korban képezett, lassú növéssű évgűrűk nagy lumenű s aránylag vékony falu tavaszi tracheidáinak sugár irányu falain kettős sorokban lépnek fel az udvaros gödörkék, a kisebb tavaszi sejteken egyesével.

2. A gödörkék a nyári pászta határa táján kisebbek lesznek, hovatovább ritkábban lépnek fel és az átmenet annál élesebb, mennél hirtelenebb a sejtfaalak vastagodása, vagy ellaposodása.

3. A nyári pászta sejtjein, különösen az évgűrű határán, az érintő irányú falakon is láthatók apró gödörkék.

4. A gödörkék fellépése különböző lehet. Egyes metszeteken az egész nyári rész sugár irányu oldala gödörkéket mutatott, másokon a vastagfalu tracheidák sugárirányu falain majdnem teljesen hiányoztak a gödörkék. Az érintő irányú falak gödörkéinek fellépése is változó. találtam oly részeket is, melyeken a tracheidák mind a sugár-, mind pedig az érintő irányú falakon gödörkéekkel bírtak. A gödörkék egy és ugyanazon metszeten is egyes helyeken sűrűbben, más helyeken ritkábban állanak.

A tracheidák jellege és a gödörkék fellépése közötti összefüggést igen szépen bizonyítják a kettős évgűrűk képződésének a továbbiakban ismertetett esetei. Ama esetben ugyanis, amelyikben a tavaszi pásztában »nyári« jellegű tracheidákból álló réteg lépett fel (II. tábla 4. kép), az udvaros gödörkék is hirtelen megkisebbednek és megritkúlnak eme rétegben, amidőn pedig a nyári pásztában »tavaszi« jellegű tracheidák lépnek fel (I. II. tábla 5. kép), a szélesebb és vékonyabb falu sejteken megint gyakoribbak és nagyobbak a gödörkék, pedig a már kezdetét vevő nyári pásztában már megkezdődött volt a gödörkék kisebbsülése és ritkulása. E változása a gödörkéeknek a keresztmetszeteken is kivehető, annál inkább mutatták azonban ezt a sugár irányu hosszmetszetek.

Az udvaros gödörkék fellépésében mutatkozó változatosságokat mindenesetre a fa háztartása követeli meg s azoknak kellő magyarázása a nedvszállítás kérdéseinek terére vezetne.

Az évgűrű szerkezete a fa physikai és technikai tulajdonságaira egyaránt befolyással van.

A fenyőfelékről általában az a nézet,¹ hogy a nyári pászta vastagsága állandó és független a tavasztól, minélfogva az évgűrű vastagodásával csökken a szilárd nyárfifa viszonylagos nagysága.

A megvizsgált törzsek ezt a tételt a vörösfenyőre nem igazolják, mert amint már említettem is, *az egyes részek évgűrűiben ezek vastagságától függetlenül változhat a tavaszi és a nyári fa között a viszony* és ez elsősorban a táplálkozási viszonyokkal függ össze.

Ezt bizonyítják a megvizsgált törzsek excentrikus keresztmetszetei is, melyeken a szűk évgűrűs oldal túlnyomóan tavaszi fából áll és így sokkal rosszabb minőségű, mint a széles oldal vastag nyári pásztás évgűrűi. Ama említett tétel azonban, hogy a fenyők fája annál jobb, mennél vékonyabbak az évgűrűk, a gyakorlatban mégis bír jogosultsággal, amennyiben a jobb minőségű fenyőfa mindig szűk évgűrűjű, de nem helyes az az anatomiai magyarázat, hogy ezt a nyári pászta állandó volta okozza.

¹ Kny. Anatomie des H. von Pinus silv. 1884. p. 202. Nördlinger. Die techn. Eigenschaften der Hölzer 1860. p. 20.

Az évgyűrű szerkezetére oly sok körülmény foly be, hogy ezt a kérdést minden esetre érvényes rövid tételekkel megoldani nem lehet. A földrajzi fekvés és a tengerfeletti magasság szerint változó klímái és talajviszonyok megszámlálhatatlan tényezőinek mindegyike nyomot hagy a szerkezetben; abból tehát, hogy pl. a svéd és orosz erdei-fenyvesekből eredő szűk évgyűrűs árbócfá jobb a mi erdei-fenyőnk fájánál, vagy, hogy az Alpesek finom évgyűrűs vörösfenyője jobb az alsóbb vidékeken tenyésztetteknél, nem szabad azt állítani, hogy minden szűk évgyűrűs fenyő jobb a széles évgyűrűsnél, mert ez a viszony más körülmények mellett fordított is lehet.

Bonyolódottá teszi végül még ezt a kérdést az is, hogy a használhatóság fogalma igen sokféle tulajdonságot foglal össze, amelyek mindegyike nem halad egyezően a nyári pászta nagyságával.

Hogy a vörösfenyőnél a magas hegységből eredő fa jóságára a nagyobb gyantatartalom is befolyást gyakorolna, azt megeáfolják a Mayr vizsgálatai,¹ melyek szerint a vörösfenyő gyantatartalma a tengerfeletti magassággal apad.

¹ Das Harz der Nadelhölzer 1894. p. 58.

1851

/1866/

6. Kettős,- vagy ál-évgyűrűk.

Az irodalomban több helyen akadunk arra az állításra, hogy a fák bizonyos körülmények behatása alatt kettős évgyűrűt is képeznek. Így különösen *Kny*¹ és később *Wilhelm*² ismertették azt, hogy ha káros behatások (hernyó rágás), vagy mesterséges lekoppasztás által a fa elveszti lombozatát és még ugyanabban az évben kizöldül, úgy az új kihajtás előtt és után képezett fa szerkezete elütő s látszólag két évgyűrű képződik. Ez az esete a kettős évgyűrű képződésének tehát rokon, sőt azonos a fa szerkezetében a tenyészeti időszak váltakozása által létrejövő anatómiai különféleséggel.

A kettősnek látszó évgyűrű képződés egy másik esetét ismerteti *Hartig R.*³ mely szerint ily jelenséget tavaszi fagyok is okozhatnak. Ez már pathologiai természetű és abban áll, hogy az évgyűrű lefűzésének megkezdése után, a tavaszi fagy következtében, a cambialis fasejtek szétszakíttatnak és a bélsugarak eredeti irányukból kitérítettnek. A fagy által képződött ürt azután részben a bélsugarak töltik ki, melyek e helyen osztódnak s kitégúlnak. Ez által az anatómiai változás által oly vonal jön létre az évgyűrűben, mely szabadszemmel normális érgyűrű-határnak is nézhető.

Ugyancsak *Hartig R.*⁴ a kettősnek látszó évgyűrűk egy másik keletkezését is ismerteti, amit a villámütés hatásának tulajdonít és ez abban áll, hogy az évgyűrűkben abnormis gyantavezeték-sor képződik.

Az általam megvizsgált vörösfenyő törzseken három faját ismertem fel az álévgyűrű-képződésnek.

A feketevági VI. sz. törzs 122-ik évben képezett évgyűrűje a törzs 17 m. magas részétől kezdve felfelé kettősnek látszott, minek okául a mikroszkopi vizsgálat alapján egy gyantavezeték-sornak az egész kerületen való fellépését találtam.

Az ily gyantavezetékek keletkezésének módjáról és okairól tudtommal kevés ismeretes és így csupán egy esettel állván szemben, csak a jelenség megemlítésére kell szorítkoznom. A leírt álévgyűrű könnyen felismerhető arról, hogy a gyantavezetékek által képezett határ gyantával itatott s olyan formán tűnik fel, mint amikor itatós papíron nedves vonalat húzunk.

Az általam talált másik két faja az álévgyűrűknek azonban az eddig ismertettektől eltérő. Ezeket gyors növekedésű, fiatal évgyűrűknél észleltem. Keletkezésük egy esetben az, hogy a *tavaszi pásztában képződött egy réteg vastagfalú, nyári jellegű tracheida* és másik esetben megfordítva a *nyári pásztában képződött egy réteg vékonyfalú, tavaszi jellegű tracheidákból álló pászta*. Az utóbbi anatómiailag hasonló a *Kny* és *Wilhelm* által ismertetett kettős évgyűrű keletkezéséhez, csak hogy a vörösfenyőnél az általuk említett újbóli kihajtás ugyanabban a tenyészeti időszakban ki van zárva, mert ha a vörösfenyő tüit vesztí, úgy abban az évben többé nem hajt ki. Kizárja különben ezt a feltevést az is, miszerint

¹ »Über die Verdoppelung des Jahresringes«. Verhandl. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg. 1879.

² »Die Verdoppelung des Jahresringes« Berichte d. deutsch. Botan. Ges. 1883. p. 216.

³ Forstl. naturw. Zeitschr. 1895. p. 1.

⁴ »Untersuchungen über Blitzschläge in Waldbäumen« Forstl. Naturwiss. Zeitschr. 97. 3. füzet.

oly évgűrűt is találtam, amelynek nyári pásztájában kétszer ismétlődik a leírt jelenség.

A kettős évgűrű e két fajtát a II. tábla 4. és 5. képei tüntetik fel. Keletkezésüket — a szükséges megfigyelések hiányában — nem áll módomban kellően magyarázni; feltehető azonban, hogy e jelenségeket a meteorológiai viszonyoknak az illető időszakban való megfelelő változásai okozták. A vörösfenyő általában, de különösen fiatal korában igen érzékeny minden külső behatás iránt és úgy látszik, hogy ez az érzékenység az alsóbb vidékeken, ahol növekedése igen gyors, még fokozottabb. Könnyen feltehető tehát, hogy a leírt álévgűrűk képződése az időjárásra vezethető vissza. A tavaszi pásztában fellépett vastagfalu rész képződése a táplálkozásra előnyös körülmények által idéztetett elő, a nyári részben fellépő tavaszi jellegű pászta pedig, a táplálkozásra kedvezőtlenebb viszonyok következménye.

A normalis évgűrűhatár szabadszemmel kivehető jellegét különösen a tavaszi részben fellépő vastagfalu sejtréteg viseli úgy, hogy ez a csalódásig két évgűrűnek tünteti fel az illető év növekedését és csak a mikroszkop segítségével vehető ki, hogy a nyári jellegű rész megint fokozatosan megy át a tavasziba.¹

¹ A jelen dolgozatom teljes befejezése után jutott kezembe *Strasburgernek* »Über den Bau u. die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen« című munkája, amelyben egyes részek szintén a vörösfenyő fájának anatómiájával foglalkoznak. E munka 25. és 955. oldalán az általam itt ismertetett kettős évgűrű-képződés második esetéről (amidőn a nyári pásztában tavaszi tracheidákból álló réteg lép fel) már említés van téve.

1851

/1866/

7. Évgyűrűk kimaradása.

Amint már fennebb említettem, mind a hat freisingi törzsön tapasztaltam azt, hogy egyes évgyűrűk, melyek a törzs felsőbb részeiben még jól kivehetők, az alsóbb részekben, részben vagy egészen is eltűnnek s a törzsek legalsó megvastagodó részén megint fellépnek.

Ez a jelenség leginkább mutatkozik az I. törzs 85-ik évgyűrűjén, melyet az alaptól a csúcsig mikroskopi vizsgálat alá vettem. Ennek az évgyűrűnek vastagsági viszonyait a következő táblázat mutatja:

Magasság	Az évgyűrű vastagsága	A tracheidák száma a sugár irányában		
		tavaszi	nyári	összesen
m.	mm.			
0	0.160	2	3	5
1.3	0.018	—	—	1
4.5	0.053	1	1	2
7.7	0.089	1	2	3
10.9	0.267	4	5	9
14.1	0.303	4	5	9
17.3	0.249	4	4	8
20.5	0.534	7	7	14
23.7	0.730	8	13	21
26.9	2.136	29	31	60
30.1	1.940	43	23	66

Ezeket a méréseket az excentrikus keresztmetszetek legszélesebb részein tettem és miként a méretekből kivehető ez az évgyűrű a 7.7 m. magasságtól lefelé szabadszemmel nem vehető ki, csak a törzs legalsó részén. A szűk oldalon természetesen az évgyűrű elveszése nagyobb részre terjed ki. 1.3 m. magasságban, a szűk oldalon az évgyűrű helyét csak itt-ott jelzi egy vékonyfalú, ellaposodott sejtsor részlet. A II. tábla 3. sz. képe ennek az évgyűrűnek 4.5 m. magasságából, a széles oldalról vett keresztmetszetét mutatja.

Az évgyűrű részben való elenyészését ezenkívül, az I. III. és IV. törzs mind-egyikének 35-ik és 62-ik évgyűrűjén észleltem s az V. törzs 82-ik évgyűrűjén. Ezek a törzsek egy csoportból valók s úgy látszik, hogy a növekedésnek ugyanazon években történt megcsappanását a Coleophora és a Sphaerella fellépése okozta.

Igen érdekes az, hogy a feketevági (VI. sz.) törzsön, — melynek növekedése sokkal lassabb s évgyűrűi sokkal vékonyabbak, mint a freisingi törzseké, — ily kimaradó évgyűrűt nem találtam.

Ez a törzs természetes elterjedési körében nőtt s amint a növekedés leírásánál láttuk, sokkal egyenletesebben növekedett, mint a freisingi törzsek, amelyek a vörösfenyő természetének meg nem felelő területen növe, minduntalan a növekedést zavaró behatásoknak voltak kitéve. Hartig¹ az apáca lepkének (Ocnaria monacha) Bajorországban, 1891-ben történt nagy mérvű fellépése után, a forstenriedi parkban több oly lúcfenyőt megvizsgált, melyeknek koronáját különböző mértékben lekopasztotta volt a nevezett lepkének hernyója és hasonlóan azt tapasztalta, hogy az erősen lerágott fák növekedése csak a csúcsok kisebb-nagyobb térszére terjedt ki s a törzsek alsóbb részein már nem volt növedék.

¹ Forstl. naturwiss. Ztschr. 1896. p. 11.

8. A tracheidák nagysága.

Különösen *Sanio* beható vizsgálatai óta ismeretes az, hogy a fák törzsében a sejtek nagysága különféle és hogy e tekintetben határozott törvényszerűségek vannak. *Sanio* vizsgálatai¹ az erdei-fenyő fájára nézve e tekintetben a következő eredményre vezettek.

1. A fasejtek nagysága a törzsben belülről kifelé emelkedik s bizonyos koron túl állandó.

2. A sejtek végleges, állandó nagysága a magassággal emelkedik s elérve maximumát a csúcs felé megint apad.

Újabban *Hartig* és tanítványai különféle fafajokat vizsgáltak meg e tekintetben² s a vizsgálatok eredménye igazolja a *Sanio* tételeit más fajokra is, azzal az eltéréssel, hogy a korral emelkedő nagysága a sejteknek nem marad állandó, hanem a későbbi korban apadhat.

Az I. sz. törzset e tekintetben 1·3 m. magasságban legfiatalabb korától kezdve a legkülsőbb évgyűrűkig és e törzs 87 éves korban képezett évgyűrűjét a törzs aljától a csúcsig megvizsgáltam s méréseim eredménye a 8. és 9. sz. táblázatban van összeállítva.

A tracheidák hosszának megmérése céljából a megvizsgált évgyűrűk fáját Schulze-féle folyadék segítségével bontottam sejtekre.

A méréseket mikrometerrel ellátott okulárral végeztem, s a mikrometer beosztásainak értékét 100 részre beosztott millimeter mértékkel határoztam meg.

8. sz. táblázat.

Oldal	Kor, év	Az évgyűrű vastagsága	A tracheidák hossza			A tracheidák keresztmetszetének területe		
			tavaszi pászta	nyári pászta	átlag	tavaszi pászta	nyári pászta	átlag
			m i l l i m é t e r			0·00 . . . □ mm.		
Széles	5	—	1·09	1·37	1·23	059	055	058
	6	8·0	1·86	2·27	2·07	085	066	079
	26	2·8	2·83	3·21	3·02	190	134	156
	46	2·6	3·30	3·79	3·55	202	141	177
	66	1·1	3·89	4·17	4·03	237	101	181
	86	0·4	4·50	4·83	4·67	233	086	160
Szűk	5	—	1·09	1·37	1·23	059	055	058
	6	6·5	1·72	2·29	2·01	086	057	079
	26	1·5	3·65	3·80	3·72	214	120	167
	46	1·4	4·50	4·79	4·65	239	120	171
	66	0·4	4·41	4·87	4·64	234	75	178
	86	0·3	4·36	4·60	4·48	227	121	180

¹ Ueber die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*) Jahrb. f. w. Bot. 1872.

² Forstl.-naturwiss. Ztschr. 1892. 6. 1894. 4. 1895. 4. 5. 6, 1896. 11.

9. sz. táblázat.

Magasság m.	Az évyűrű vastag- sága	A tracheidák hossza			A tracheidák keresztmetszetének területe		
		tavaszi pászta	nyári pászta	átlag	tavaszi pászta	nyári pászta	átlag
		m i l l i m é t e r			0.00 ... □ mm.		
0	0.87	3.57	3.90	3.74	237	095	145
1.3	0.40	4.50	4.83	4.67	233	086	160
4.5	0.53	5.12	5.49	5.31	317	095	217
7.7	0.55	5.01	5.27	5.14	252	120	192
10.9	0.82	5.14	5.36	5.25	234	110	157
14.1	0.75	4.69	5.20	4.95	238	117	171
17.3	0.64	4.87	5.20	5.04	219	111	153
20.5	0.94	4.83	5.28	5.06	213	107	151
23.7	1.44	4.27	5.20	4.73	196	100	132
26.9	2.29	3.25	4.12	3.69	149	076	115
30.1	1.53	2.04	2.69	2.36	074	044	065

A hosszakra nézve minden évyűrűből, illetőleg minden magasságból 15—20 vezető- és ugyanannyi szilárdító-tracheidát mértem meg s ezek átlagait vettem.

A keresztmetszetek területei már sokkal több sejt átlagából vannak kiszámítva, amennyiben a mikroskopi keresztmetszeteken a látókör nagysága szerint vettem bizonyos radialis és tangentialis szélességet s a méretekből és a megfelelő sejtszámokból kiszámítottam a négyzet területét és a benne foglalt sejtek számát, miből osztás által kaptam az egy sejtre eső területet. Ezt külön végeztem a nyári és külön a tavaszi pásztában és azután külön az egész évyűrűre. E szerint a keresztmetszetek területeinek átlaga a táblázatban nem a tavaszi és nyári pászta egyszerű közepese, hanem középszám az egész évyűrűre. Ezzel szemben a hosszszaknál az átlag a vezető és szilárdító tracheidák hosszának egyszerű közepese.

A méréseket külön végeztem az excentrikus keresztmetszetek széles és szűk oldalán, hogy e tekintetben is összehasonlíthassam a két oldal anatómiai különféleségét.

Mielőtt rátérnék az adatok ismertetésére, lássuk hogy mily körülmények folynak be a sejtnagyság változásaira a fatörzsben.

A sejtek szaporodása, amint láttuk kétféle osztódással történik. A cambium sejtjei osztódnak először tangentialis hosszfalakkal s e közben az osztódó sejtek hosszirányban növekszenek, aminek következménye természetesen az, hogy minden később lefűzött sejt hosszabb. Ha a periferia annyira nőtt, hogy új sejt sor közbetolódása szükséges, akkor egy cambium sejt keresztfallal ketté oszlik s a felső rész lefelé, az alsó pedig felfelé növekedve egymás mellé tolódik s ezáltal a sejtsorok száma egygyel szaporodott.

E két osztódás menete szabja meg tehát első sorban a sejtek nagyságát. Mennél gyorsabb a növekedés, annál gyakrabban szükséges, hogy új sorok tolódjanak a periferiába, tehát annál gyakrabban feleződik a sejtek hossza. Ennek következtében legrövidebbek a sejtek a fiatal korú, gyors növekedésű évyűrűkben és különösen a csúcs hajtásban; a külsőbb évyűrűkben pedig, a vastagodás gyorsaságának a korral apadó fokához mérten hovatovább hosszabbak lesznek a tracheidák. *A jelenséget azonban nem lehet a kor közvetlen behatásának*

tulajdonítani, mert ez az osztódási folyamatok erélyével, vagyis a vastagodás menetével függ össze közvetlenül és a korrall csak közvetve.

A korrall, rendes viszonyok között apad a vastagodás és így a sejthossz általánosságban a korrall is összefüggésbe hozható, ha azonban oly évgűrűk sejthosszait hasonlítjuk össze, melyek közül a fiatalabb lassúbb növekedésű és az idősebb gyorsabban vastagodott, akkor az általános törvény fordítottját fogjuk találni, t. i. az idősebb évgűrűben rövidebbek lesznek a sejtek, mint a fiatalabban.

Erre vonatkozólag ugyancsak az I. sz. törzs 1:3 m. magasságból vett metszeten tettem méréseket, a 35—36 és 56—58-adik évgűrűkön, melyekben a sejtek hosszait a 10. sz. táblázat mutatja.

10. sz. táblázat.

Kor, év	Az évgűrű szélessége	A tracheidák hossza			A tracheidák keresztmetszetének területe		
		tavaszi pászta	nyári pászta	átlag	tavaszi pászta	nyári pászta	átlag
		m i l l i m é t e r			0·00 ... □ mm.		
35	1·01	3·54	4·00	3·77	187	080	117
36	2·90	3·55	3·71	3·63	224	106	144
56	1·07	4·12	4·50	4·31	201	096	130
58	5·80	3·28	3·46	3·37	210	091	146

Amint az adatokból kivehető, a 35-ik évgűrű sokkal lassúbb növekedésű volt, mint a 36-ik és ennek megfelelően az előbbinek sejtei 3·77 mm. hosszúak az utóbbié pedig csak 3·63. Még feltűnőbb ez az 56. és 58-adik évgűrűk között, ahol élesebb a különbség a vastagsági növekedések között is.

E mellett bizonyít az is, (l. a 8. sz. táblázatban) hogy a megvizsgált excentrikus keresztmetszeteken ugyanazon évgűrű is rövidebb tracheidákból áll a széles oldalon és hosszabbaktól a szűk oldalon.

Hogy a legidősebb korban is rövid sejteket eredményez a hirtelen növekedés, azt eléggé bizonyítják a sérülések helye fölött képződő vastag évgűrűk, melyek rövid sejtekből állanak akkor is, ha rendes körülmények között koruknak maximális sejthossz felelne meg.

Közelebbről szemügyre véve a táblázatoknak a tracheidák hosszára vonatkozó adatait, láthatjuk, hogy a vörösfenyő a leírt különféleségeket igen élesen mutatja. A sejthosszak a megvizsgált keresztmetszeten az idősebb évgűrűk felé nagyobbodnak; ahol azonban a növekedés annyira meglassul, hogy általában a cambium-sejtek megnyúlása is csökken, ott megint apad a sejthossz, amint azt a 8. sz. táblázatban a szűk oldal adatai a 46 éves koron túl mutatják. Szembetűnően mutatják továbbá az adatok azt is, hogy a tavaszi pásztában a tracheidák rövidebbek, mint a nyáriban és végül, hogy az excentrikus keresztmetszet széles oldalát rövidebb sejtek alkotják, mint a szűket.

A 9. sz. táblázat adatai szerint a tracheidák hossza a 87-ik évgűrűben a törzs aljától egy darabig emelkedik és a csúcs felé hirtelen csökken; éppen úgy, amint a vastagsági növekedés a törzs aljától felfelé csökken s a felsőbb részekben megint emelkedik. A sejthossznak a magasság szerint való változásainál még mindenestre szerepe van annak is, hogy amint láttuk, más a vastagodás menete a csúcsban és — és a törzs alsóbb részein.

A tracheidák keresztmetszeteinek területét összehasonlítás kedvéért a hosszak mellé soroztam.

Először is szembetűnő, hogy egy és ugyanazon évgűrűben a vezető és szilárdító tracheidák hossza és keresztmetszetének területe között fordított a viszony, ugyanis a nyári pászta sejtjei hosszabbak a tavasziaknál és keresztmetszetük területe kisebb, mint ezeké.

Az átlagok, vagy a tavaszi és nyári tracheidák keresztmetszetének területei külön-külön, egyenes arányban állanak a hosszal: mennél hosszabb valamely tracheida, annál nagyobb a keresztmetszet területe.

Ehhez képest tehát a tracheidák keresztmetszetének területe a törzs ugyanazon metszetén, a korral emelkedik; ugyanabban az évgűrűben pedig, a magassággal egy darabig emelkedik és azután a csúcs felé csökken. A tracheidák keresztmetszetének területét az I. törzsön, a kimaradó 86-ik évgűrűn is megvizsgáltam a különböző magasságokban és az erre vonatkozó adatok a 11. sz. táblázatban vannak összefoglalva.

11. sz. táblázat.

Magasság m	Az évgűrű vastagsága	A tracheidák keresztmetszetének területe		
		tavaszi pászta	nyári pászta	átlag
	0.00 . . . □ mm.			
0	0.160	147	122	132
1.3	0.018	—	—	061
4.5	0.053	158	079	118
7.7	0.089	200	100	132
10.9	0.267	161	086	119
14.1	0.303	197	110	149
17.3	0.249	173	096	134
20.5	0.534	207	103	155
23.7	0.730	186	090	126
26.9	2.136	157	088	121
30.1	1.940	077	047	067

Ha ezeket összehasonlítjuk a szomszédos 87-ik évgűrűre vonatkozó adatokkal (9. sz. táblázat), úgy azt találjuk, hogy a 86-ik évgűrűben a sejtek keresztmetszetének területe a törzs nagy részén kisebb, mint a 87-ik évgűrűben. Ez onnan van, hogy a túlgengye növekedés mellett a sejtek is visszamaradtak növésben.

Ha mindeme viszonyokat a táblázatokban behatóbban vizsgáljuk, úgy látszólag az említettekhez képest ellenmondásokat is találunk, a minek megítélésénél nem szabad szemelől téveszteni, hogy (miként a II. tábla rajzaiból is kivehető) az egyes évgűrűk között összefüggés van. A radialis sorok szám és szélesség szerint folytatódnak a következő évgűrűben és ha elütő is két évgűrű vastagsága, az átmenet nem hirtelen, ami természetesen a sejtek méreteinek átlagos nagyságában is kifejezésre jut. Ez által az egész törzsben mintegy egységes átmenet uralkodik, amit a vastagsági növekedés ingadozásai nem változtatnak meg oly mértékben, mint a milyenek ezek maguk lehetnek.

Ez a sejtek hosszára éppen úgy áll, mint a keresztmetszetek területére. A vastagodás lassulásával ugyanis a sejtek nagyobbodnak s ha most egyszerre

egy vastagabb évgűrű következik, természetes, hogy itt nem lesznek egyszerre oly apró sejtek, mint egy ugyanolyan növekedésű fiatalabb évgűrűben, melybe már a megelőző évgűrűből számos, apró sejtekből álló radialis sor ment át. Eszerint tehát egy gyorsan vastagodott idősebb évgűrűben az illető évgűrű képződésénél történt fokozottabb mértékű sejtosztódás hatása érezhető lesz ugyan a sejtnagyságokon, de azért mégsem birhat oly kis sejtekkel, mint egy ugyanolyan vastag fiatalabb évgűrű.

A fasejtek nagyságának az évgűrű vastagságával való összefüggésére nézve megjegyzendő még, hogy e tekintetben a törzs egy és ugyanazon keresztmetszetén az egymástól távol álló évgűrűk nem hasonlíthatók össze. A szélsőségeket véve pl. valamely koros keresztmetszet legbelsőbb évgűrűjét nem hasonlíthatjuk össze a legkülsőbb évgűrűvel, mert a belső az illető korban csúcshajtás volt és így más volt vastagodásának menete, mint a külső évgűrűé.

Végül a táblázatokban levő adatokra nézve megemlítem még azt is, hogy, — miként a rajzokból is kivehető, — mértani szabályosságról itt nem lehet szó, mert ugyanazon évgűrű különböző részein más és más lehet az alakulás. Különösen pedig a keresztmetszetek területénél igen érezhető befolyást gyakorolhat az, hogy az évgűrű határán milyen mérvű az ellaposodás és hogy milyen a nyári pásztának az őszihez való viszonya, ami az átlag adatokban kifejezésre jut.

Mint hogy a táblázatok átlagadataiból a szélsőségek nem tűnhetnek ki, megemlítem, hogy a leghosszabb tracheidát az I. törzs 10·9 m. magasságból vett metszetén találtam, a 86-ik évgűrű nyári pásztájában, 6·41 mm. hosszal; a legrövidebbet pedig 1·3 m. magasságban, az 5-ik évgűrű tavaszi pásztájában, 0·63 mm. hosszúsággal.

1851

1866

9. Víztartalom az élő fákban.

A fresingi V. sz. és a feketevági VI. sz. törzsben a víztartalmat is meghatároztam. Ennél nagyjából a *Hartig* módszereit követtem, melyek »Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München« II. kötetében vannak leírva.

Az eljárás röviden a következőkben állt.

A vizsgálati anyag leírásánál említettek szerint az erdőben egy-egy 18 cm. magas tönkrészt vágattam ki a törzsek különböző magasságaiból; a tönkökből pedig az excentrikus növés széles és szűk oldalain, illetőleg a feketevági törzsön, mely nem volt excentrikus, a keleti és nyugati oldalból egy-egy éket hasítottam ki, a bélcsőtől a kéregig. Ezeket a darabokat a kellő jelzések után vasilin és viaszból készült kenőccsel kentem be, hogy ezáltal a víz elpárolgását megakadályozzam. A darabokat ázután kergestül együtt nedves moha közé csomagoltam zsákokba és így szállítottam haza. Otthon azonnal hozzáfogtam a feldaraboláshoz és mérlegeléshez.

A leírt ékek oldalairól közvetlen a mérlegelés előtt még eltávolítottam egy-egy lapot s ázután kívülről számítva 10—10, illetőleg a lassú növésű feketevági törzs darabjaiból 15—15 évgyűrűt hasítottam le.

Az így nyert darabokat, — a keresztmetszeteken levő zsír lekaparása után, — gyorsan megmérlegeltem és köbtartalmukat vízbesülyesztés által meghatároztam, amihez köböző üveg-cilindereket használtam. A köbtartalom ily meghatározása nem egészen pontos, amennyiben a víz felszínének abszolút pontossággal való leolvashatása ki van zárva, másodsor pedig, mert nem lehet kikerülni, hogy a fára apró légbuborékok ne tapadjanak s így ezek is a fával méretnek. Jobb módszer azonban erre a célra nincsen és a hiba különösen nagyobb daraboknál oly csekély lehet, hogy tekinteten kívül hagyható. Arról, hogy az ember pontosan köbözhető mértani alakot adasson a daraboknak, itt le kell mondani egyrészt azért, mert a méréseket a kivágás után azonnal kell végezni, másrészt pedig, mert a szárítás által amugy is különféle alak változásnak tétetnek ki a darabok. Ezekről eltekintve is szükséges, hogy az egyes keresztmetszetek darabjai együttesen, a bélcsőtől a kéregig egyenes oldalú éket képezzenek, hogy ezáltal egymáshoz viszonyítva, az egész körlap egyes rétegeinek arányos nagyságát képviseljék. Csakis ezáltal lehetséges, hogy a különböző magasságokra és oldalakra vonatkozó átlagokat egyszerűen az egyes darabok adatainak összegéből kiszámíthassuk.

A frissen megvizsgált darabokból később minden vizet eltávolítottam azáltal, hogy a darabokat addig szárítottam 100° C. mellett, amíg súlyvesztéseget már nem mutattak. Ez 96 órai szárítás után rendszerint bekövetkezett.

A szárításnál folyadékra berendezett szárító kamrát használtam, Folyadékul az V. sz. törzsnél (Münchenben) magasabb forráspont elérése céljából sós vizet vettem, a VI. sz. törzsnél pedig a glycerin és víz egy oly keverékét, mely 104—105° C.-nál forrt. Az utóbbi jobbnak bizonyult. A folyadék koncentrálódását gőzsűrítők alkalmazásával akadályoztam meg.

Az abszolút száraz darabok a kamrából exicatorba és innen mérlegelés alá kerültek, valamint köbtartalmukat is meghatároztam a leírt módon. Vízbesülyesztés előtt a darabok keresztmetszetei bezsírozottattak, hogy ezáltal a víznek a fába való beszívódása megakadályoztassék.

A leírt módon meghatározott súlyok és köbtartalmakból következőképen számítottam ki a víztartalmat.

$$\text{Vízartalom} = \frac{\text{Friss súly} - \text{Abs. száraz súly}}{\text{Friss köbtartalom}}$$

A megvizsgált két törzs víztartalmát a 12 és 13-ik táblázat mutatja.

Vízartalom az V. törzs friss fájában, 100 köbegység fára vonatkoztatva.

12. sz. táblázat.

Az őgyűriük kora	0	1:3	4:5	7:7	10:9	14:1	17:3	20:5	23:7
m é t e r m a g a s s á g b a n									
A keresztmetszet legnagyobb sugarú részén (K)									
84—93	56.1	53.7	52.2	54.1	55.6	56.6	60.4	62.7	59.6
74—83	41.0	39.3	40.0	38.3	44.1	42.8	44.8	56.0	25.0*
64—73	27.0	20.4	18.3	18.7	19.0	17.8	18.0	18.2	18.3
54—63	25.7	20.4	17.5	17.1	18.5	16.2	16.3	15.5	—
44—53	28.6	19.9	18.4	19.1	18.9	17.1	16.6	15.0	—
34—43	26.2	20.9	17.6	17.6	17.2	15.7	15.9	—	—
24—33	26.8	18.8	16.3	16.1	15.1	13.4	—	—	—
14—23	22.5	15.4	14.5	13.8	—	—	—	—	—
4—13	19.0	—	—	—	—	—	—	—	—
1—3	19.7	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	28.0	25.4	24.7	26.4	26.1	25.5	28.8	36.7	44.0
A keresztmetszet legkisebb sugarú részén (Ny)									
84—93	63.7	62.8	65.6	66.7	70.2	68.9	67.3	66.8	58.6
74—83	51.6	45.3	57.2	54.8	59.1	61.8	60.3	60.1	37.9*
64—73	37.3	31.7	38.0	38.0	32.8	44.9	36.5	25.0	18.4
54—63	34.3	19.4	18.5	20.2	13.5	24.4	15.3	15.5	—
44—53	30.3	18.7	15.7	16.1	13.6	15.0	15.3	—	—
34—43	29.9	19.2	17.2	17.5	15.2	15.9	15.0	—	—
24—33	26.8	17.9	14.6	15.9	15.2	—	—	—	—
14—23	21.5	16.5	13.7	13.6	—	—	—	—	—
4—13	22.4	16.1	—	—	—	—	—	—	—
1—3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	32.2	25.8	26.0	25.0	26.9	28.4	30.4	44.4	45.1

Hartig az említett kiadványban és »Das Holz der deutschen Nadelwald-bäume« (1885.) c. munkájában részletesen ismerteti egyes fafajoknak a víztartalmát és vizsgálataiból kiderül, hogy ez évszakok szerint változó. A vörösfenyőre nézve ismerteti, hogy a szijács víztartalmát legnagyobbinak találta a június és július hónapokban vágatott fákon, a minimum pedig április és október hónapokra esik.

Az általam megvizsgált V. sz. törzset június 23-án vágattam, a VI. sz.-t pedig május 20-án: tehát oly időben, amikor a víztartalom emelkedőben, illetőleg a maximum közelében van.

A két törzs különben, tekintettel a különböző eredetre, ez irányban további összehasonlításra nem alkalmas.

A 12. és 13. sz. táblázatban levő adatokra nézve előre kell bocsátanom, hogy a geszt és szijács közötti határt a sorok közé húzott vonalak által jelöltem.

Víztartalom a VI. törzs friss fájában, 100 köbegység fára vonatkoztatva.

13. sz. táblázat.

Az évgyűrűk kora	0	1-3	4-5	7-7	10-9	14-1	17-3	20-5	23-7	26-9	30-1	33-3
mé t e r m a g a s s á g b a n												
K e l e t i o l d a l												
136—150	60·3	61·3	65·2	61·7	66·8	63·0	61·2	56·7	54·5	65·5	51·1	45·9
121—135	36·0	48·8*	46·8*	46·9*	49·4*	51·4*	46·9*	34·2*	34·3*	41·3*	28·2*	—
106—120	35·1	25·5	24·1	22·5	26·9	26·2	28·5	22·0	21·1	23·4	21·3	—
91—105	31·4	24·5	22·4	21·6	20·7	21·6	19·8	18·9	19·1	19·1	—	—
76—90	31·8	26·5	24·1	21·1	20·6	20·1	19·8	20·0	19·3	18·9	—	—
61—75	31·1	24·2	21·7	20·3	19·5	18·5	18·8	19·4	18·7	—	—	—
46—60	31·5	23·2	21·4	20·5	19·8	19·8	19·6	18·1	—	—	—	—
31—45	30·2	23·3	21·4	20·3	19·9	—	—	—	—	—	—	—
1—30	28·8	23·2	21·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag:	35·5	31·8	31·5	30·3	28·2	30·3	26·7	25·2	25·9	34·5	34·8	45·9
N y u g o t i o l d a l												
136—150	61·9	59·0	61·4	63·7	64·4	62·2	60·2	63·7	64·9	67·7	62·7	45·9
121—135	31·9	35·4*	39·7*	45·3*	46·8*	40·1*	46·7*	46·7*	47·8*	48·9*	36·2*	—
106—120	30·1	24·8	21·2	21·6	22·3	20·8	20·9	21·8	24·7	26·1	22·7	—
91—105	30·3	23·4	22·7	21·4	21·8	20·7	20·4	22·0	26·4	21·6	—	—
76—90	27·6	23·2	22·6	21·7	22·1	21·7	20·8	24·2	24·9	21·4	—	—
61—75	26·1	22·6	21·9	21·0	21·4	20·9	21·8	22·5	22·6	—	—	—
46—60	25·9	22·5	22·8	21·2	20·9	19·9	22·9	21·0	—	—	—	—
31—45	25·7	23·0	22·9	22·2	22·0	—	—	—	—	—	—	—
1—30	25·5	22·5	21·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag:	33·7	30·4	32·1	31·5	31·5	31·4	36·2	37·5	39·7	39·6	38·3	45·9

Ahol nincs vonal, ott a csilagos szám oly darabra vonatkozik, amelyet részben még szíjács és részben geszt képez; az arány azonban változó, ami a víztartalom nagyságából megítélhető. Általában véve az évgyűrűk korát tartalmazó rovat adatai csak megközelítők, mert a friss fa feldarabolásánál fődolog volt a gyorsaság és ennek következtében, — különösen ahol igen vékony évgyűrűk voltak, — nem volt pontosan betartható a 10, — illetőleg 15—15 évgyűrű.

Ez okból a szíjács évgyűrűinek száma a táblázatokban nem egyezik teljesen a 6. sz. táblázat erre vonatkozó pontos adataival.

Közelebből szemügyre véve a törzsek víztartalmára vonatkozó adatokat, szembetűnő mindkét törzsön az, hogy *a szíjács külső évgyűrűi több vizet tartalmaznak, mint a belső szíjács darab, hogy a geszt sokkal kevesebb vizet tartalmaz, mint a szíjács és hogy a geszt víztartalma a belsőbb részek felé apad.* Ezekből azt lehet következtetni, hogy a vízvezetés főleg a szíjács külső részeiben történik, kevésbbé a belsőbb részekben és hogy a geszt, — miként azt *Hartig* a lú- és erdeifenyőre is kimutatta, — a vízvezetésben nem szerepel s csak annyi vizet tartalmaz, amennyit a sejtfaalak imbibitio folytán tartalmazhatnak.

A szijács víztartalma a törzsek különböző magasságaiban ingadozásoknak van alávetve s ebben a tekintetben a törzsek határozott törvényszerűséget nem mutatnak. A geszt a törzsek legalsóbb részeiben több vizet tartalmaz, mint a magasabban levő részekben. Az egyes magasságokból vett átlagok természetesen a csúcs felé emelkednek, mert hovatovább fogy a csekély víztartalmú geszt.

Hartig szerint a fenýőfélénél a szijács víztartalma általában a csúcs felé egy kissé emelkedik.

Külön véve a törzseket, az V. sz. törzs igen érdekes adatokat szolgáltat. *Az excentrikus keresztmetszetek szűk oldalán ugyanis a szijács jelentékenyen több vizet tartalmaz, mint a széles oldalon.*

Az évgýűrűk szerkezetéről írt fejezetben már rámutattam arra, hogy az excentrikus keresztmetszetek szűk oldalán aránylag több a vezetőtracheidákból álló rész, mint a széles oldalon és hogy ez physiologiailag nedvvezetés szempontjából is fontossággal bír. Ezt az V. törzstre vonatkozó adatok igen szépen bizonyítják. A két oldal gesztjének víztartalma között már nincsen lényeges különbség, csupán a törzs legalsó részében, hol a szűk oldal gesztje szintén több vizet tartalmaz. A VI. sz. törzs két oldalán a minden részen tapasztalható ingadozásoktól eltekintve a víztartalom egyforma és átlagosan jóval nagyobb, mint az V. sz. törzsben.

Hogy mily okok idézik elő a törzsek egyes részeinek víztartalmában tapasztalható különféleségeket és ingadozásokat, arra a megvizsgált anyag mennyisége s a jelen dolgozat keretei nem engedik részletesebben kitérnem. Az egyes daraboknak a víztartalom ingadozásai szerint való összehasonlítása által azonban arra a meggyőződésre jutottam, hogy a törzs különböző részeiben és a különböző viszonyok között nőtt fák törzseiben mutatkozó növekedési és anatómiai különféleségek szoros kapcsolatban állanak a víztartalommal is.

Az *ágak* víztartalma a friss darabok köbértalmának %-aiban a következők:

Fa	0	1	2	3	Átlag
	méternyire a törzstől				
V.	36·1	39·3	39·8	53·4	40·1
VI.	31·9	39·7	42·9	47·2	38·2

A számokból kitűnik, hogy a víztartalom az ágak csúcsai felé emelkedik, ami onnan van, hogy az ágak vékonyodásával hovatovább nagyobb arányban szerepel a szijács.

A *gyökerek* víztartalma ugyanazon fánál a következő:

az V. fánál:	{	Szijács	50·8
		» és geszt	36·0
		Geszt	28·3
		Átlag	43·1
a VI. fánál:	{	Szijács	57·1
		Geszt	42·2
		Átlag	51·1

10. Fajsúly és összeaszás.

*Sachs*¹ vizsgálatai szerint, melyeket később *Hartig*² is megerősített, a fa-sejtek falának fajsúlya minden fajra egyaránt mintegy 1·56-ra tehető. A különböző fafajoknál és ugyanazon fa különböző részeiben mutatkozó lényeges fajsúly különbségek tehát, az anatómiai szerkezettel és a sejtek anyagtartalmával, függenek össze: a friss fa fajsúlya a víz, — organikus anyag — és levegő tartalommal az abszolút száraz fáé pedig az organikus anyag mennyisége és a levegő által elfoglalt üregek közötti viszonytal. A sejtfalak anyagán kívül fellépő anyagok különösen a geszt és szíjács közötti súlykülönbségekre bírnak befolyással.

Az anatómiai szerkezet szabad szemmel és mikroszkop által látható különféle-segeivel az előbbi fejezetekben megismerkedtünk s láttuk, hogy ezek a kor és magasság szerint és az excentrikus növény szűk és széles oldalain nagyon is szembetűnők; természetes következménye tehát ennek, hogy a törzsek különböző részeiben az abszolút száraz fajsúly is különféleséget mutat, amiben épen úgy fel-találhatók a törvényszerűségek, mint a szerkezet változásaiban. A friss fa faj-súlyában az anatómiai szerkezet változásait a víztartalom befolyása túlhaladja.

A fajsúly-viszonyokra mind a hat törzset megvizsgáltam, még pedig az I. II. III. IV. törzset légszáraz és abszolút száraz állapotban, az V. és VI. törzset pedig frissen és abszolútszárazon.

Az adatokat a 14.—22. sz. táblázatok tartalmazzák, hol egyszerűség kedvéért a fajsúlyt jelző számoktól a »zéró« egészet elhagytam és így tizedespont csak ott szerepel, ahol egy egésznél nagyobb a fajsúly.

A táblázatokban a geszt és szíjács közötti határt, — hasonlóan mint azt a víztartalomnál jeleztem, — a vonalak mutatják, illetőleg az átmenetet a csillagos számok. Utóbbiak értéke aszerint változik, amilyen az illető darabban az arány a geszt és a szíjács között.

A vizsgálat módszereire nézve a szükségeseket már a víztartalomról szóló fejezetben leírtam. Azt azonban még itt is meg kell említenem, hogy az egyes fadarabokon a lehasításkor az évgűrű határok pontosan nem voltak betarthatók, és így az évgűrűk korát jelző rovat adatai csak megközelítők.

A 14. és 15. sz. táblázatban levő adatok szerint a *friss fa fajsúlya* a külső, vízben dús rétegekben a legnagyobb és befelé apad. A magassággal a szíjács súlya nem mutat szabályszerű változást, a geszt darabok azonban igen, még pedig fajsúlyuk a magassággal apad.

A friss fa fajsúlyának változásai annak a viszonyoknak felelnek meg, amely az abszolút száraz állapotra vonatkozó fajsúlyok és a víztartalom között van. Ama részeken tehát, ahol nagyobb a víztartalom, kevésbé jut kifejezésre a friss fa fajsúlyában az abszolút száraz állapotra vonatkozó fajsúly és megfordítva.

¹ Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 1882. p. 286.

² Untersuchungen aus dem Forstbotan. Inst. zu München II. p. 14.

Az V. törzsben talált, friss állapotra vonatkozó fajsúlyok.

14. sz. táblázat.

Az évgyűrk kora	0	1-3	4-5	7-7	10-9	14-1	17-3	20-5	23-7
	m é t e r m a g a s s á g b a n								
A keresztmetszet legnagyobb sugaru részén (K)									
84-93	1-076	1-066	1-085	1-088	1-097	1-078	1-085	1-084	1-059
74-83	910	916	927	929	970	949	934	1-024	811*
64-73	831	770	761	773	770	730	712	705	772
54-63	841	766	727	706	728	660	652	630	—
44-53	877	754	749	740	716	660	645	613	—
34-43	843	790	727	708	684	630	631	—	—
24-33	879	698	668	626	608	605	—	—	—
14-23	742	596	589	539	—	—	—	—	—
X-13	627	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	807	780	780	753	790	754	781	846	950
A keresztmetszet legkisebb sugaru részén (Ny)									
84-93	1-139	1-077	1-048	1-031	1-041	1-059	1-038	1-058	1-041
74-83	981	914	1-012	980	965	997	1-008	1-034	844*
64-73	1-064	790	807	801	714	835	784	754	691
54-63	1-009	706	662	650	532	657	609	604	—
44-53	918	702	642	625	556	585	613	—	—
34-43	913	727	689	681	610	639	632	—	—
24-33	818	683	588	619	597	—	—	—	—
14-23	688	620	554	539	—	—	—	—	—
X-13	693	565	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	875	733	706	694	681	715	741	887	920

A VI. törzsben talált, friss állapotra vonatkozó fajsúlyok.

15. sz. táblázat.

Az égyűrűk kora		0	1-3	4-5	7-7	10-9	14-1	17-3	20-5	23-7	26-9	30-1	33-3
m é t e r m a g a s s á g b a n													
Keleti oldal													
136—150	1-144	1-067	1-114	1-065	1-075	1-038	1-004	964	935	1-097	967	945	
121—135	1-025	1-009*	992*	960*	940*	960*	913*	895*	834*	921*	742*	—	
106—120	1-057	879	854	766	793	795	841	785	751	815	720	—	
91—105	975	804	771	730	690	721	685	689	699	704	—	—	
76—90	995	830	790	720	702	696	697	714	693	687	—	—	
61—75	981	805	744	702	675	668	685	702	674	—	—	—	
46—60	976	795	744	715	697	694	669	635	—	—	—	—	
31—45	945	779	717	669	656	—	—	—	—	—	—	—	
X—30	871	738	653	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Átlag	1-000	864	839	800	759	783	758	758	706	855	825	945	
Nyugati oldal													
136—150	1-106	1-078	1-101	1-093	1-120	1-083	1-103	1-113	1-105	1-136	1-074	945	
121—135	945	956*	938*	953*	986*	912*	985*	958*	961*	1-010*	938*	—	
106—120	967	839	765	746	815	754	762	781	834	875	753	—	
91—105	969	800	780	730	770	728	752	741	864	762	—	—	
76—90	920	810	786	743	771	758	716	805	818	735	—	—	
61—75	900	796	740	730	758	731	751	754	745	—	—	—	
46—60	904	804	765	724	745	709	711	674	—	—	—	—	
31—45	894	804	738	694	765	—	—	—	—	—	—	—	
X—30	842	736	653	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Átlag	950	866	845	815	850	826	879	887	919	923	898	945	

Az V. és VI. fa *ágai* friss állapotban a következő fajsúlyokat mutatták:

Fa	1	2	3	4	Átlag
	m.-nyire a törzstől				
V.	952	917	1025	1060	957
VI.	962	925	934	1003	945

A friss ágak fajsúlya tehát az ágak csúcsa felé emelkedik, amit a víztartalom emelkedése okoz.

Ugyanazon fák *gyökerei* friss állapotban a következő fajsúlyokkal bírnak:

az V. sz. fánál:	{	szijács	1'092
	{	geszt és szijács	1'048
	{	geszt	939
	{	Átlag	1'022
a VI. sz. fánál:	{	szijács	1'123
	{	geszt	1'257
	{	Átlag	1'176

Abszolút száraz állapotra vonatkozó fajsúlyok.

16.–21. sz. táblázatok.

Az évgyűrűk kora	0	1'3	4'5	7'7	10'9	14'1	17'3	20'5	23'7	26'9	30'1	33'3
	m é t e r m a g a s s á g b a n											
I. törzs.												
A keresztmetszet legnagyobb sugarú részén.												
82—91	592	513	479	502	512	530	508	519	482	492	468	—
72—81	667	495	447	430	509	505	517*	526	485*	528	—	—
62—71	678	567	467*	450	501*	545	539	538	492	—	—	—
52—61	658	552	472	501	516	556	508	515	471	—	—	—
42—51	625	525	476	476	500	518	530	464	—	—	—	—
32—41	609	558	535	464	515	527	461	—	—	—	—	—
22—31	509	—	474	468	483	460	—	—	—	—	—	—
X—21	438	485	—	387	—	—	—	—	—	—	—	—
A keresztmetszet legkisebb sugarú részén.												
82—91	432	448	485	503	393	366	384	480	496	531	468	—
72—81	437	462	499	483	413	357	398	492*	544*	—	—	—
62—71	513*	481*	476*	546	385	447	434*	520	556	—	—	—
52—61	529	541	524	543	474	481	490	493	525	—	—	—
42—51	566	570	540	503	483	492	491	451	—	—	—	—
32—41	520	589	529	535	474	458	455	—	—	—	—	—
22—31	526	505	460	500	526	—	—	—	—	—	—	—
X—21	509	476	373	—	424	—	—	—	—	—	—	—

Az égyűrtük kora	0	1:3	4:5	7:7	10:9	14:1	17:3	20:5	23:7	26:9	30:1	33:3
	m é t e r m a g a s s á g b a n											

II. törzs.

A keresztmetszet legnagyobb sugarú részén.

82—91	595	575	609	549	558	544	513	540	555	520	478	—
72—81	692	537	628	577	530	519	511	548	627	590	—	—
62—71	729	657	682	728	586	594	572	613	670	—	—	—
52—61	701	641	729	637	620	641	611	678	—	—	—	—
42—51	705	627	674	640	628	635	600	—	—	—	—	—
32—41	675	637	681	644	615	567	527	—	—	—	—	—
22—31	622	579	589	557	530	—	—	—	—	—	—	—
X—21	558	530	528	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A keresztmetszet legkisebb sugarú részén.

82—91	436	544	545	532	490	555	462	472	532	579	478	—
72—81	508*	487	511	586*	459	515	499	490*	678	—	—	—
62—71	634	588	654	—	493*	538*	516*	547	587	—	—	—
52—61	720	645	635	—	575	614	597	569	—	—	—	—
42—51	729	661	704	—	635	615	574	—	—	—	—	—
32—41	700	659	689	514	677	521	—	—	—	—	—	—
22—31	667	598	552	—	524	—	—	—	—	—	—	—
X—21	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

III. törzs.

A keresztmetszet legnagyobb sugarú részén.

82—91	549	638	619	591	611	627	625	577	639	—	—	—
72—81	582*	667*	693	623*	655	696*	618	603	651*	—	—	—
62—71	702	671	696	602	622	690	693	643	627	—	—	—
52—61	701	647	676	590	627	647	682	595	—	—	—	—
42—51	748	691	681	626	669	625	610	—	—	—	—	—
32—41	673	643	658	631	600	585	—	—	—	—	—	—
22—31	580	574	568	546	—	—	—	—	—	—	—	—
X—21	496	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A keresztmetszet legkisebb sugarú részén.

82—91	552	528	525	—	442	446	453	436	633	—	—	—
72—81	540	527	549	—	451	463	498	548	628	—	—	—
62—71	566*	556*	539*	606	613	546	552*	647	626	—	—	—
52—61	642	620	604	615	593	563	593	597	—	—	—	—
42—51	653	669	638	588	610	602	585	—	—	—	—	—
32—41	689	671	638	—	593	—	—	—	—	—	—	—
22—31	566	636	561	537	—	—	—	—	—	—	—	—
X—21	581	526	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Az évyűrűk kora	0	1:3	4:5	7:7	10:9	14:1	17:3	20:5	23:7	26:9	30:1	33:3
	m é t e r m a g a s s á g b a n											

IV. törzs.

A keresztmetszet legnagyobb sugaru részén.

82—91	623	658	638	625	563	594	580	584	500	569	—	—
72—81	629	—	656*	681	625*	619*	585	631*	543*	—	—	—
62—71	717	740	666	680	589	633	593	644	545	—	—	—
52—61	739	717	654	651	591	607	608	589	—	—	—	—
42—51	747	742	645	635	612	533	601	—	—	—	—	—
32—41	736	683	601	612	548	—	—	—	—	—	—	—
22—31	643	601	—	557	—	—	—	—	—	—	—	—
X—21	548	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A keresztmetszet legkisebb sugaru részén.

82—91	546	571	564	489	404	405	449	448	522	569	—	—
72—81	572	596	537*	475	419	417	504	—	562*	—	—	—
62—71	618	566*	476*	475	441*	537	592	534	—	—	—	—
52—61	611	619	585	542	537	521	553	531	—	—	—	—
42—51	655	646	587	560	549	589	541	—	—	—	—	—
32—41	661	629	478	492	487	—	—	—	—	—	—	—
22—31	598	586	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X—21	568	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

V. törzs.

A keresztmetszet legnagyobb sugaru részén.

84—93	601	597	627	620	603	600	557	542	530	499	—	—
74—83	556	575	592	621	616	584	554	525	608*	—	—	—
64—73	633	630	632	629	642	616	602	585	627	—	—	—
54—63	647	640	622	603	646	556	556	529	—	—	—	—
44—53	653	630	617	621	592	551	540	513	—	—	—	—
34—43	658	650	608	597	580	530	528	—	—	—	—	—
24—33	679	566	555	515	504	466	—	—	—	—	—	—
14—23	592	496	491	439	—	—	—	—	—	—	—	—
X—13	482	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A keresztmetszet legkisebb sugaru részén.

84—93	546	524	446	420	392	454	446	474	534	499	—	—
74—83	529	538	506	502	406	427	458	500	535*	—	—	—
64—73	770	528	498	491	436	430	472	556	566	—	—	—
54—63	751	575	512	512	458	454	522	503	—	—	—	—
44—53	695	593	558	527	480	493	526	—	—	—	—	—
34—43	688	614	588	590	530	545	540	—	—	—	—	—
24—33	630	579	512	539	515	—	—	—	—	—	—	—
14—23	530	523	470	448	—	—	—	—	—	—	—	—
X—13	521	447	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Közelebbről szemügyre véve az I.—V. freisingi törzsre vonatkozó adatokat, mint általánosan szembetűnő törvényszerűségek tűnnek ki a következők.

1. Legkisebb fajsúlyu a fiatal korban képezett fa. A kor szerint haladva a fajsúly emelkedik s elérve egy maximumot megint csökken.

2. A gesztképződés által a fajsúly tetemesen emelkedik, mit igen feltűnően mutatnak a szíjács és geszt határos darabjai.

3. A fajsúly az egyes korszakokban a magassággal apad.

4. Az excentrikus keresztmetszetek szűk oldalán kisebb a fajsúly, mint a széles oldalon.

E törvényszerűségek a legszorosabb összefüggésben állanak az anatómiai szerkezettel. A fiatal korban képezett vastag évgyűrűk túlnyomóan vezető tracheidákból állanak, igen kevés a szilárd nyári rész; ezért itt a fajsúly a legkisebb. A későbbi korban, midőn a korona nagyobbodásával erősebb lesz a táplálkozás: a nyári pászta hovatovább vastagabb lesz és ezzel a fajsúly is emelkedik. A maximum utáni menetét a fajsúlynak nehéz megítélni azért, mert azt további menetében megzavarja a geszt határa, amin túl a fajsúly hirtelen csökken. E tekintetben a 150 éves feketevégi törzs sem nyújt biztos támpontot: ennél a fajsúly belülről egész a geszt határáig emelkedik.

A *freisingi törzsek* (I.—V.) fája általában legsúlyosabb a 30—70 éves korok között, erre a korszakra esnek a legerősebb nyári pásztás, vastag évgyűrűk.

A geszt képződéssel kapcsolatos súlyemelkedés igen feltűnő, tekintettel azonban arra, hogy igen sok esetben már a geszt határa előtti darabokon a korrallal a fajsúly esése mutatkozik, bajos lenne megállapítani, hogy az említett hirtelen súlyemelkedést mely részben okozza a gesztképződés és mennyi tulajdonítandó a szerkezeti változás hatásának.

A geszt fajsúlyának emelkedését a már említett anyaglerakódás okozza, mely anyagok közül azonban a gyanta kétféle hatással bírhat: emeli a súlyt, de a szárításnál mérsékli az összeaszást, ami szorosan összefügg a fajsúlylyal, melyet a súlyból és köbtartalommból kell kiszámítanunk.

A fajsúlynak a magassággal történő esését az okozza, hogy a csücs felé hovatovább kisebb az évgyűrűk nyári pásztájának viszonylagos nagysága.

A legnagyobb fajsúlyokat a törzs legalján találjuk, mely a legszilárdabbul van építve.

A fajsúlyok különbségei az excentrikus keresztmetszetek szűk és széles oldalán szintén az évgyűrűk nyári fájának viszonylagos nagyságára vezethetők vissza amivel a szerkezet leírásánál s a víztartalomnál is foglalkoztam.

A növekedési viszonyokról szóló fejezetben láttuk, hogy e tekintetben épen a freisingi törzsek a legnagyobb változatosságot mutatják, ami az anatómiai szerkezetben is kifejezésre jut. Ez a változatosság hiven vissza tükröződik a fajsúly viszonyokban is, és az ezekre vonatkozó adatok mintegy kiegészítik, szemléltethetvé teszik a növekedésről és az anatómiai szerkezetről mondottakat.

A fajsúlyok törvényszerű változásai mellett, a legszabálytalanabb ingadozások is mutatkoznak, mint ahogy az a táplálkozásban és növekedésben fellépő változatosság mellett másként nem is lehet. Sok megvizsgált darabot összehasonlítottam szerkezetre nézve, különösen pedig olyanokat, amelyek fajsúlyja szabálytalanak tűnt fel és az illető darab évgyűrűinek szerkezete mindig megadta a kellő felvilágosítást. Ha egy darabon pl. csak 1—2 évgyűrűnek elütően vastag

nyári pásztája volt, ugy ez már kifejezésre jutott az illető darab nagyobb fajsúlyában.

Az abszolút száraz állapotra vonatkozó fajsúlyok sokszor vétetnek a fajóságának mértékéül. A megvizsgált törzsek e tekintetben arra a meggyőződésre vezettek, hogy *eme egy és ugyanazon termőhelyen nőtt törzseknél kifejezi a fajsúly a szilárdító részeknek a nedvvezetőkhez való viszonyát s a nagyobb fajsúly szilárdabb szerkezetre mutat.*

A tracheidák nagysága a megvizsgált anyagon a fajsúlylyal viszonyba nem hozható. Annyi bizonyos, hogy az apró tracheidákból álló fiatal fa több sejtfalat tartalmaz, mint a nagy lumenű sejtekből álló idősebb fa, csak hogy az idősebb részekben kedvezőbb a vastagfalú tracheidákból álló nyári pásztának, a vékonyfalúakból álló tavaszihoz való viszonya és ez uralkodik a fajsúly változásai felett. Ugyanez mondható a csúcs és az alsóbb részek közötti viszonyról is.

A fajsúly tehát a tracheidák nagyságát nem fejezi ki és így az nem hozható összefüggésbe a fizikai és technikai tulajdonságokkal sem, melyekre okvetlen befolyással van a sejtek nagysága. Így pl. az I. törzs 1·3 m. magasságában a legfiatalabb és legidősebb részek fajsúlya között, különösen a szűk oldalon nincsen nagy különbség, pedig a legfiatalabb részeket 1—2 mm. hosszú tracheidák alkotják, a legidősebbeket pedig 4—5 mm. hosszúak. Hogy ezeknek technikai tulajdonságaik is elütők, arról egy zsebkéssel is meggyőződhetünk: a fiatal, kis sejtekből álló fa törékeny, porhanyós, a másik pedig hosszú, ruganyos szilánkokban hasad.

A *feketevági (VI.) törzsre* vonatkozó adatokat összehasonlítva a freisingi törzsek fajsúlyaival azt találjuk, hogy a feketevági törzs túlnyomóan súlyosabb részekből áll és anyagtartalma nincsen oly ingadozásoknak alávetve. A fajsúly viszonyokra és a szerkezetre nézve az V. sz. törzsszel hasonlítottam össze a feketevágit, különösen pedig az 1·3 m. magasságból vett metszeteiket és kitűnt, hogy a feketevági törzs sokkal kevesebb nyári fája dacára is súlyosabb mint amaz, mely különösen a széles oldal egyes helyein sokkal több nyári fát tartalmaz.

Ez a tény amellettt bizonyít, hogy *a különféle termőhelyen nőtt vörösfenyőknél a fajsúly nem mutatja mindig az évgyűrűk nyári pásztájának viszonylagos nagyságát.* A gyantatartalom valószínűleg itt is szerepel súlyával és mint az összeasztást befolyásoló tényező is, mely kettő egymással ellentétesen működik, amennyiben a gyanta egyrészt emeli a súlyt, másrészt emeli azonban az abszolút száraz fa köbtartalmát is, miáltal a fajsúly csökken.

Az ágak fajsúlyait az alábbi táblázat mutatja.

Fa	0	1	2	3	Átlag
	méternyire a törzstől				
I.	730	540	544	535	628
V.	652	573	601	584	612
VI.	706	579	556	588	619

A számokból kivehetőleg az ág vékonyodásával, vagyis a törzstől távolabb eső részek felé a fajsúly csökken. A törzs fájához hasonlítva az ágakat, a fajsúlyok viszonya a különböző részek szerint különféle lehet; az átlagokat véve azonban az ágak súlyosabbak, mint a törzsfá.

A legsúlyosabb részek, a *gyökerek*, melyeket abszolút száraz állapotban az V. és VI. fánál a következő fajsúlyuaknak találtam:

az V. sz. fánál:	szi jács	688
	szi jács és geszt	791
	geszt	740
	Átlag	730
a VI. sz. fánál:	szi jács	644
	geszt	994
	Átlag	783

Amint a fejezet elején említettem az I. – IV. törzs fajsúlyait megvizsgáltam *légszáraz* állapotban is,¹ a részletes számadatok azonban tudományos értékkel nem bírnak és így csak az átlagadatokat közlöm a 23. sz. táblázatban.

A légszáraz állapotra vonatkozó fajsúlyok átlagai a különböző magasságokban.

Törzs	Oldal	0	1:3	4:5	7:7	10:9	14:1	17:3	20:5	23:7	26:9	30:1
		m é t e r m a g a s s á g b a n										
I.	Széles	634	640	515	488	534	550	528	538	513	539	498
	Szűk	542	541	510	540	485	477	483	516	557	566	498
II.	Széles	699	638	674	643	614	604	590	631	632	580	510
	Szűk	680	637	637	604	569	598	564	561	590	607	510
III.	Széles	675	663	683	630	656	674	679	632	686	—	—
	Szűk	634	620	615	604	602	574	587	607	660	—	—
IV.	Széles	684	—	672	653	624	633	628	639	565	603	—
	Szűk	—	630	571	546	527	540	552	562	577	603	—

A légszáraz és az abszolút száraz állapotra vonatkozó fajsúlyok változásainak menete egymáshoz hasonló és így az abszolút száraz fadarabokra közölt adatok jellemzik a légszáraz fa egyes részeinek fajsúlyait is. Ezáltal utóbbiak az abszolút száraz fadarabok fajsúlya változásainak megítélésénél igen jó ellenőrzési adatokul szolgáltak.

A fajsúlyokkal szoros összefüggésben áll a fadarabok száradás általi térfogat vesztesége, vagyis az *összeaszás*, ami technikai szempontokból egyik legfontosabb tulajdonsága a fának.

E tekintetben az V. és VI. törzset vizsgáltam meg s az adatok a 24. és 25. táblázatban foglaltatnak.

A 24. sz. táblázat adatai szerint az V. sz. excentrikus növésű törzs széles és szűk oldala összeaszási százaléakai között különbséget látunk, még pedig *a szűk oldal átlagosan többet aszott össze, mint a széles oldal*. A 25. sz. táblázat szerint a VI. sz. feketevégi törzs átlagosan kevesebbet aszott össze, mint az V. sz. törzs. szűk oldala és valamivel többet, mint ennek széles oldala; az egész törzset véve pedig, a feketevégi törzs valamivel kevesebbet aszott össze mint a freisingi.

¹ Két évi száradás után.

Az V. törzs összeaszása, a friss köbtartalom %-aiban kifejezve.

24. sz. táblázat.

Az évgyűrűk kora	0	1:3	4:5	7:7	10:9	14:1	17:3	20:5	23:7
m é t e r m a g a s s á g b a n									
A keresztmetszet legnagyobb sugaru részén (K.)									
84 - 93	14:28	11:55	10:25	11:92	10:34	14:83	13:68	15:78	11:55
74—83	11:20	10:43	11:13	12:15	14:33	10:88	12:23	11:86	7:89*
64—73	11:34	11:14	8:65	7:09	10:00	10:37	11:88	10:66	6:34
54—63	9:67	12:21	11:40	11:69	15:35	10:40	12:00	10:25	—
44—53	9:89	12:07	10:14	11:72	11:18	11:62	11:36	9:89	—
34—43	11:73	10:59	9:34	10:80	11:95	10:94	10:56	—	—
24—33	9:74	10:44	9:33	9:85	9:67	7:85	—	—	—
14—23	11:19	11:00	9:46	8:60	—	—	—	—	—
X—13	9:65	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	10:95	11:07	10:10	11:55	12:09	11:11	12:02	11:91	9:81
A keresztmetszet legkisebb sugaru részén (Ny.)									
84—93	8:06	14:37	12:89	13:46	13:75	18:69	18:68	18:08	14:82
74—83	12:23	14:58	13:00	11:84	8:54	11:62	12:00	13:25	13:04*
64—73	10:17	10:66	13:67	14:20	11:53	10:00	11:59	9:67	10:20
54—63	11:24	10:83	12:38	12:72	12:93	9:36	12:90	10:89	—
44—53	11:53	13:41	12:98	11:97	12:53	11:95	12:87	—	—
34—43	10:79	13:07	12:03	14:15	13:50	12:40	10:84	—	—
24—33	12:62	12:78	13:71	14:17	13:81	—	—	—	—
14—23	10:68	13:38	11:70	10:52	—	—	—	—	—
X—13	9:93	9:75	—	—	—	—	—	—	—
Átlag:	11:01	12:68	12:88	13:00	12:50	11:93	13:00	12:99	13:47

Igen gyakran hozatik kapcsolatba az összeaszás nagysága az évyűrűk vastagságával és a száraz állapotra vonatkozó fajsúlylyal.

A megvizsgált két törzs adatait véve tekintetbe, a két törzs anatomiai szerkezetében mutatkozó jellegek, majdnem a szélsőségeket képviselik, miként azt már az előbbi fejezetekben leírtam; az összeaszási százalékok átlagai azonban nem mutatnak ily feltűnő különbségeket.

A részleteket véve, sem az évyűrűk vastagságával, sem a fajsúlylyal nem változik az összeaszás törvényszerűen s ha a részletes adatok közt mutatkozó viszonyokat az átlagokkal hasonlítjuk össze, annál bonyolultabb viszonyok támadnak. Az egyes darabokra vonatkozó összeaszási százalékok arányban állanak ugyan a fajsúlyokkal, mert mind a fajsúly, mind pedig az összeaszás kiszámításában egyaránt szerepe van az abszolút száraz fadarabok térfogatának. Ebből azonban nem lehet azt következtetni, hogy a nagyobb fajsúly nagyobb összeaszással van egybekötve. Leginkább bizonyítják ezt az V. törzs széles és szűk oldalaira vonatkozó átlagadatok, melyek szerint a kisebb fajsúlyú szűk oldal többet aszott össze, mint amaz. Ama nézet sem talál ezeknél a törzseknél igazol-

lásra, hogy a szűkebb évgyűrűkből álló fa többet aszik össze, mert e tekintetben is különféle viszonyokat lehet találni az egyes részekben.

A VI. törzs összeaszása, a friss köbttartalom %-aiban kifejezve.
25. sz. táblázat.

Az évgyűrűk kora	0	1·3	4·5	7·7	10·9	14·1	17·3	20·5	23·7	26·9	30·1	33·3
	m é t e r m a g a s s á g b a n											
K e l e t i o l d a l												
136—150	8·67	8·27	9·80	7·25	11·40	14·71	—	7·21	8·75	11·38	14·58	10·5
121—135	11·46	12·11*	12·80*	11·80*	12·59*	10·61*	8·33*	9·74*	—*	11·46*	14·28*	—
106—120	8·61	11·11	13·41	10·74	11·34	12·16	7·54	9·21	10·61	10·86	10·41	—
91—105	13·42	12·76	12·92	10·71	11·58	10·78	9·09	11·50	10·43	10·93	—	—
76—90	11·08	11·36	10·50	10·61	11·06	10·73	10·31	10·55	11·89	8·65	—	—
61—75	11·50	12·28	11·58	11·85	11·58	13·26	11·76	10·28	12·71	—	—	—
46—60	12·87	13·74	14·49	13·76	13·01	10·86	11·11	8·28	—	—	—	—
31—45	13·14	15·25	13·78	10·99	12·41	—	—	—	—	—	—	—
X—30	13·00	16·14	10·96	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	11·02	12·53	12·45	11·11	12·50	12·01	9·41	9·77	10·74	10·76	12·82	10·5
N y u g a t i o l d a l												
136—150	8·66	8·09	8·53	9·16	6·35	11·06	13·49	12·51	12·76	10·52	12·82	10·5
121—135	10·63	9·54*	11·45*	12·17*	12·02*	13·89*	11·50*	11·68*	12·65*	11·50*	7·40*	—
106—120	9·09	9·88	11·96	11·84	—	9·09	12·04	12·29	9·55	11·45	9·09	—
91—105	7·50	13·22	11·46	12·72	10·71	9·52	9·80	11·87	9·57	11·19	—	—
76—90	10·32	9·50	11·93	13·87	9·18	9·18	14·78	9·79	12·19	10·17	—	—
61—75	9·17	10·59	13·27	13·71	12·38	10·58	11·46	13·79	9·78	—	—	—
46—60	8·24	10·77	14·63	14·85	14·28	7·74	14·99	8·47	—	—	—	—
31—45	11·54	14·22	14·93	14·97	12·90	—	—	—	—	—	—	—
X—30	10·53	10·96	14·45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	9·66	10·64	12·12	12·91	11·48	10·38	12·60	11·61	11·48	10·93	9·76	10·5

Az összeaszást a sejtfalak összehúzódása okozza; az imbibitio folytán a micella-közökben tartalmazott víz eltávozása után ugyanis a fa-micellák egymáshoz sorakoznak. Ebből indulva ki, az összeaszásra befolyással kell bírnia az anatómiai szerkezet minden egyes tényezőjének és így a sejtnagyságnak, a vastagfalu nyár pászta és a vezető rész egymáshoz való viszonyának, az évgyűrűk vastagságának, a geszt képződésnek stb., mely tényezők behatásai hol egy irányuak, hol pedig ellentétesek lehetnek és így az összeaszás nagysága épen oly bonyolult behatások között áll, mint azt a fa más tulajdonságaira nézve is már láttuk, annál is inkább, mert az összeaszást nem lehet teljesen szabályos menetű térfogatváltozásnak tekintenünk.

Azok a törvényszerűségek, melyek a törzsek különböző részeinek összeaszását jellemzik és amelyek létezését kétségbe vonni nem lehet, ebből a két törzsből elegendő biztossággal nem ítéltethők meg.

Az ágak összeaszási százalékait a következő táblázat mutatja:

Fa	0	1	2	3	Átlag
	m.nyire a törzstől				
V.	9:25	9:32	10:30	10:00	9:47
VI.	9:30	9:00	9:19	9:61	9:08

Az adatokból kivehető, hogy az ágak átlagosan kevesebbet asznak össze, mint a törzs darabjai és hogy az ágak csúcsa felé az összeaszási százalék emelkedik.

A gyökerek összeaszási százalékait a következőknek találtam:

V. sz. fa	Szijács	14·96
	» és geszt	13·40
	Geszt	11·45
	Átlag	13·25
VI. sz. fa	Szijács	14·48
	Geszt	15·92
	Átlag	15·10

Az ágakkal ellentétben tehát a gyökerek szárítás által átlagban többet veszítenek térfogatukból, mint a törzs darabjai.

A légszáraz állapotban megvizsgált törzsek szárítás által átlagosan a következő százalékokkal kisebbedtek térfogatban:

26. sz. táblázat.

Törzs	Oldal	0	1·3	4·5	7·7	10·9	14·1	17·3	20·5	23·7	26·9
		m é t e r m a g a s s á g b a n									
II.	Széles	4·29	4·03	3·83	5·97	4·43	6·29	5·35	6·34	6·46	4·16
	Szűk	3·09	4·30	4·73	6·00	6·73	3·51	5·55	4·88	6·66	5·88
III.	Széles	5·28	5·93	6·25	5·16	5·96	6·32	6·20	5·59	3·79	—
	Szűk	4·89	6·87	5·88	6·12	5·14	6·73	6·22	6·68	5·71	—

A 24. és 26. sz. táblázat adataiból a freisingi törzsekre megközelítő pontos-sággal kiszámítható most már az a százalék is, amennyivel a friss fa köbtartalma apad a légszáraz állapotba jutásig.



1. kép. A freisingi II. sz. 91 éves vörösfenyő-törzs mellmagassági keresztmetszete, mintegy 3·5 szer kisebbitve.

2. kép. Egy feketevági, nagyon excentrikus növéssű, 150 éves vörösfenyő törzsének mellmagassági keresztmetszete, ugyanoly mértékben kisebbitve, mint az előbbi.

E két képen kivehetők: az évgyűrűk vastagságában mutatkozó különféleségek, a tavaszi és nyári pászta közötti arány változásai, az excentrikus növés folytán létre jött széles és szűk oldal szerkezeti különbségei, a szíjács és geszt és általában a különböző részek között és a két törzs közt mutatkozó szerkezeti különbségek.

1851

/1866/



1. kép.



2. kép.



Az I. tábla 25. és 26. éves korban készült égyüdtörű kereszt-
metszet, a törzs 4,5 m. magasságából való szecentikus korong, azelőt oldalról
véve. A két égyüdtörű még mindkét oldalán csatlakozik egy, lény a szomszédos
24. táblához 87. égyüdtörűből.

A 26. ik égyüdtörű kimaradt, és csupán egy távnyi és egy nyári sejtől
III. A 27. ik égyüdtörű távnyi és a 28. iknek nyári pásztájában gyantavészlelőket lát
balról. Az égyüdtörű baloldali részében halványan a bőségek, melyek közül az
amelyik a két egymás mellett lévő gyantavészlelő közé esik, kereszt-tácheidák
mutat nagyobb köbökkel.

A 28. ik. Részlet az V. tábla 6. éves korban készült kétes égyüdtörűből, a
törzs 1,8 m. magasságából véve. A kép a távnyi pásztá ama részletét mutatja,
mely részben egy «nyári» jellegű csatlakozás tácheidákból álló részen fekszik, és
amely az illelt lakoronton szabadszámot, néve égyüdtörű baloldali részében, és
égyüdtörű baloldali részében a sejtökön távnyában a kép alján jóval alul esik.

A 29. ik. Az V. tábla 15. éves korban készült kétes égyüdtörűnek nyári
pásztája, a törzs 1,8 m. magasságából véve.

Az égyüdtörű baloldali részében a kép felső részén a 10. ik égyüdtörű egy távnyi
sejtök csatlakozik. Az égyüdtörű kétes részén távny, mert a nyári pásztában, mely
a két kétesből, egy vékonyabb távny, nagy távny távnyi, jellegű tácheidák
közé lép fel. E rész közepén távny egy bőséges fejlődésének kezdete látható.

Mind a három mikroszkopi kép mintegy 110-szeresét (lineár) mutatja a ter-
mészet nagyságát, az elősoroláson kívül a képek jobb oldali tácheidák az
anatomiai szerkezete és különösen ama különbségek, melyek a különböző kori
égyüdtörű tácheidák nagyságában és alakjában mutatkoznak.

3. kép. Az I. törzs 85 és 86 éves korában képezett évgyűrűinek keresztmetszete, a törzs 4·5 m. magasságából való excentrikus korong széles oldaláról véve. A két évgyűrűhöz még mindkét oldalon csatlakozik egy rész a szomszédos 84, illetőleg 87 évgyűrűkből.

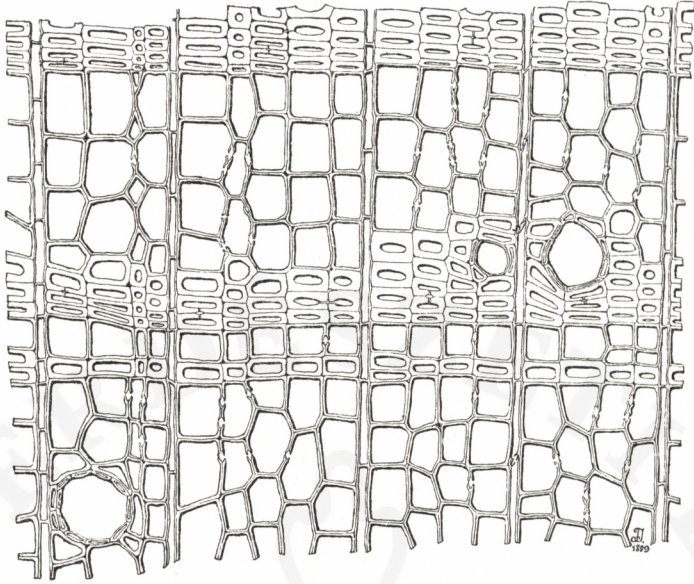
A 86-ik évgyűrű »kimaradó« és csupán egy tavaszi és egy nyári sejtsorból áll. A 87-ik évgyűrű tavaszi- és a 85-iknek nyári pásztájában gyantavezetékek láthatók. Az évgyűrű-határookra merőlegesen haladnak a bélsugarak, melyek közül az, amelyik a két egymás mellett levő gyantavezeték közé esik, kereszt-tracheidákat mutat udvaros gödörkéekkel.

4. kép. Részlet az V. törzs 6 éves korban képezett kettős évgyűrűjéből, a törzs 1·3 m. magasságából véve. A kép a tavaszi pászta ama részletét mutatja, mely részen egy »nyári« jellegű, vastagfalú tracheidákból álló réteg lépett fel, ami az illető fakorongon szabadszemmel nézve évgyűrű határnak tekinthető. Eme évgyűrű valódi nyári pásztája a sejtsorok irányában a kép alján jóval alul esik.

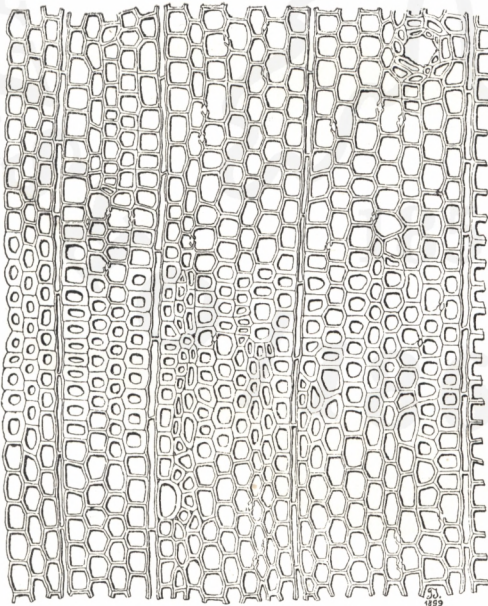
5. kép. Az V. törzs 15 éves korban képezett kettős évgyűrűjének nyári pásztája, a törzs 1·3 m. magasságából véve.

Az évgyűrű határához, a kép felső szélén, a 16-ik évgyűrű egy tavaszi sejtsora csatlakozik. Az évgyűrű kettősnek látszik, mert a nyári pásztában, mely α -nál kezdődik, egy vékonyabb falu, nagy lumenű »tavaszi« jellegű tracheida réteg lép fel. E réteg közepe táján egy bélsugár lefűződésének kezdete látható.

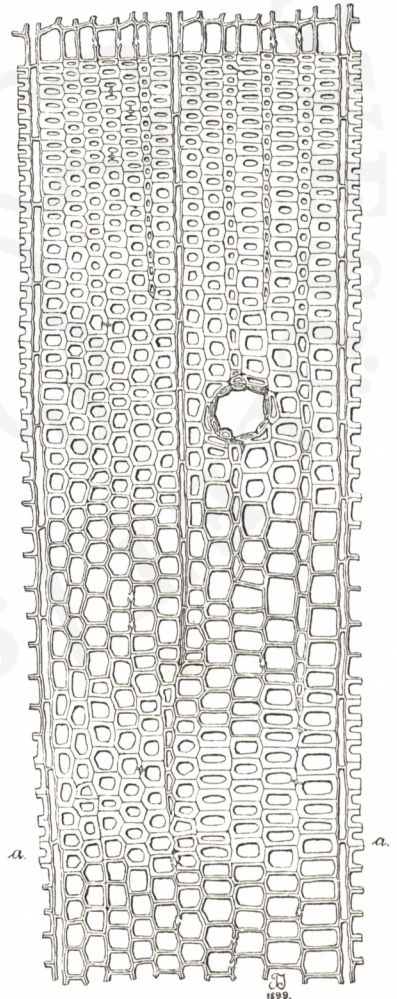
Mind a három mikroskopi kép mintegy 110-szeresét (linear) mutatja a természetes nagyságnak s az elősoroltakon kívül a képek feltüntetik általában az anatómiai szerkezetet és különösen ama különbségeket, melyek a különböző korú évgyűrűk tracheidáinak nagyságában és alakjában mutatkoznak.



3. kép.



4. kép.



5. kép.

















