

Dr. OTOKAR VODRÁŽKA :

O degeneraci buněčných jader při tvorbě dřeva jehličnatých stromů.

(Se dvěma tabulkami.)

V četných buňkách jádra degenerují; tak všeobecně v cévách a sice v tracheích (NĚMEC 1910) i tracheidách (KOERNICKE 1899), v sítkovicích (NĚMEC 1910, STRASBURGER 1891, LECOMTE 1899, FISCHER 1886, ZACHARIAS 1884, SCHMIDT 1882, SCHMIDT E. W. 1917.), v některých parenchymech, jež ztrácejí živý obsah a plní se vodou, jak tomu jest často ve dřeni, dále v některých pletivech orgánů rozplozovacích (antipody, někdy nucellus a částečně i endosperm, tapetové buňky atd.) a ovšem též v buňkách odumírajících orgánů (NĚMEC 1908).

Degeneraci jader v cévách zabýval se KOERNICKE (1899). Studoval jádra během vytváření se tracheid u *Viscum*. Shledal, že jádra degenerující pozvolna ztrácejí svůj zrnitý obsah chromatinový, takže konečně nabývají vzezření prázdných váčků, zřetelnou blanou opatřených. Váčky ty pak nepravidelně se scvrkují a mizejí. Nálezy KOERNICKOVY potvrdil NĚMEC (1910), zkoumaje vývoj cev v kořenech hrachu (*Pisum sativum*), při němž v jednotlivých buňkách, které se v cely rozlišují, tolikéž jádra degenerují. Během diferenciacce cev mizí podle NĚMCE z buněk cytoplasmu, zároveň jádro stává se chudším substancemi strukturovanými. Především se v něm zmenšuje jadérko, chromatická hmota omezena je pouze na periferii jadernou, kdež uložena jest ve způsobu nepravidelných zrněk a vláken. Jadérko pak zmizí docela, stejně také strukturovaný obsah jádra, tento někdy dříve než jadérko, ač také může tomu býti obráceně. Poslední stadium je váčkovité jádro s poměrně tuhou blanou a homogenním, nebarvitelným obsahem, takže tu jádro činí dojem vakuoly, ohraničené poměrně tlustou blanou. Jádro to pak se scvrkne a sice, jak se zdá, rychle a zmizí docela.

Nálezy KOERNICKOVY i NĚMCOVY týkající se degeneraci jader v cévách (*Pisum sativum*) a tracheidách (*Viscum album*) souhlasí se změnami v degenerujících jádrech buněčných při tvorbě dřeva jehličnatých stromů.

Vasální primány kambiálního kruhu záhy diferencují se v dřevní tracheidy a během tohoto vývoje jádro degeneruje, neboť v dospělých

zdřevnatělých tracheidách není již ani stopy po jádrech. V souhlasu s uvedenými autory běží i zde o autolysu jádra obsahujícího původně hojně chromatinu, postup však rozpuštění, tvar degenerujících jader a jiné ještě podrobnosti tohoto pochodu jsou poněkud odchylné od degenerací jader dosud známých.

Studoval jsem tuto degeneraci na dvou zástupcích jehličnatých stromů, na smrku (*Picea excelsa*) a na borovici (*Pinus Laricio*).

Pokud se týče mikroskopické techniky, užito k fixování materiálu lihu 96% a sbírán koncem června, tedy v době značné činnosti kambiálního kruhu. Podélné a příčné řezy mikrotomové barveny buď haematoxylinem HEIDENHAINOVÝM, nebo směsí kyselého fuchsínu a anilinové zeleni. Někdy užil jsem kombinace obou výše uvedených metod.

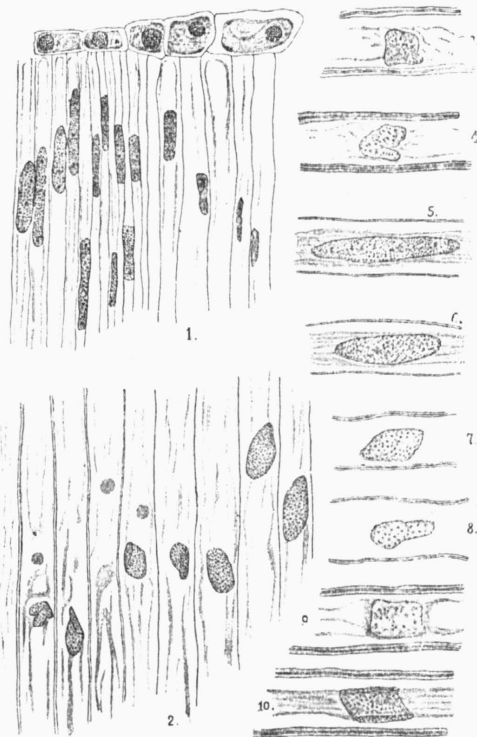
Picea excelsa.

Na tenkých podélných radiálních řezech silnou větví tohoto druhu lze při užití obj. 7a a ok. IV. (Reichert) dobře sledovati několik řad úzkých, do délky značně protáhlých buněk kambiálního kruhu. (Tab. I., obr. 1.).

Buňky kambiálního kruhu mají vedle plasmatického obsahu, podlouhlá, tvaru buňky přizpůsobená jádra s četnými jaderky. Jádra ta jsou neobyčejně dlouhá. Měřením zjistil jsem jádro mající do délky 0'0486 mm a šíře 0'00675 mm, jiné mělo délku 0'0540 mm a šíři 0'0054 mm, třetí nejdélší vykazovalo délku 0'0796 mm a šířku 0'0050 mm. Propočítána měří rezná plocha posléze jmenovaného jádra 0'000395 mm². Jaderka jsou tu nápadná svým počtem (až 8) i velikostí, měřivajíť v průměru nezřídka až 0'0036 mm. Jeví se jako váčky bez struktury, na celém povrchu stejně zabarvené slaběji než chromatinová zrna při užití HEIDENHAINOVA haematoxylinu. Jaderko jest vždy světlejším kruhem hmoty jaderné obklopeno.

Směrem k lýku i dřevu jádra kambiálního kruhu mění tvar tak, že se zkracují, za to však rozšiřují. Jeví se pak, číslky vyjádřeny, střední hodnoty pro jádra těchto buněk pro délku 0'046 mm a šířku 0'009 mm. Jich rezná plocha jest 0.000414 mm². Toto rozšíření jader do plochy

Tabulka I.



v buňkách, v sítkovici nebo tracheidy se měnících, jest charakteristická a zvláštní právě v části vasální spíše než v části kribální. Zde totiž nabyvše největšího rozšíření do plochy, jádra více se nezplošťují, nýbrž, pokud mohl jsem sledovati, rychle vakuolisují a degenerují. (NĚMEC 1908, obr. 164.) Tab. I., obr. 1.

V části dřevní dějí se však s jádrem další změny v tom směru, že se stále zplošťuje, do plochy rozšiřuje tak, že v prvých řadách tracheid se stěnami dosud nezdřevnatělými má jádro vždy velmi značnou plochu. Čísly vyjádřeno, měřívá tu jádro do délky až 0·053 mm a šířky 0·018 mm, což dává řeznou plochu 0·000918 mm². Tím nabude jádro největší možné plochy, což jest asi v 1.—3. řadě mladých tracheid. V tomto stadiu jsou v jádrech ještě tu a tam patrna jadérka, ale v menším počtu (1—2). Tab. I., obr. 2.

Nazval bych toto stadium formování jádra, přípravou jádra k degeneraci, neboť nabyví tvaru tenkého lupenu zvětšilo neobyčejně plochu, již přichází ve styk s plasmou jádro obklopující. Při plochem tvaru jádra má enzym rozpouštění jádra působící nejsnáze možnost proniknutí ke všem součástkám jaderné substance a působiti na ně svou aktivitou. Jest tedy zploštění jádra jakousi jeho přípravou k degeneraci.

Po dosažení největší možné plochy, počne jádro se umenšovati a mění svoji polohu. V buňkách kambiálního kruhu i v nejmladších vasálních buňkách staví se jádro vždy tak, že polohou svou sleduje tvar buňky. V buňkách protáhlých jest také protaženo ve směru většího rozměru buňky. V tomto případě však jádro, a děje se to asi ve třetí a následujících nejbližších řadách tracheid, počne se kloniti a staviti svým největším rozměrem napříč buňky a přikládajíc se, stáčí se kol vnitřních stěn vznikající tracheidy. Úkaz tento lze všude dobře sledovati. Tab. I., obr. 2, a 10, tab. II. obr. 5. Jádro, postavivši se kolmo na délku tracheidy a ovinuvši se kol stěn, počne degenerovati. Degenerace jeví se zmizením jadérek, zmenšováním jádra a rozpouštěním chromatinu.

V jádru napříč postaveném zřídka kdy zastihneme ještě jadérka, ta zmizí v době, kdy mění svoji polohu.

Zmenšování jádra v páté, šesté a sedmé řadě tracheid je očividné.

Při tom ubývá více délky jádra nežli šířky a tím si vysvětlíme, že v sedmé a osmé řadě tracheid jsou jádra čtvercové plochy. V šesté a sedmé řadě jsou jádra dlouhá 0·021 mm a široká 0·016 mm a jejich plocha 0·000336 mm². Osmá a devátá řada má jádra čtvercová 0·016 široká o ploše již jen 0·000256 mm². V následujících dvou řadách jsou již jen nepatrné zbytky po jádrech.

Rozpouštění chromatinu a i ostatní substance jaderné děje se stejnoměrně na celé ploše jádra a toto se poněmhu stravuje a ubývá. Úbytek jádra jeví se na jeho stále menší a menší ploše, rozpouštění chromatinu na řidnutí jeho barvitelné substance. Rozpouštění děje se poněmhu, proto nenalezneme tu proliferovaných jader, jako jest tomu u následujícího rodu (borovice). Také scvrklá jádra a sbalená lze tu jen velmi vzácně nalézt. Tab. I., obr. 4. Jádro obyčejně až do úplného rozplynutí zachovává plochý tvar.

V deváté a desáté řadě tracheid počítaje od kambiálního kruhu jsou již jen zbytky po jádrech. Plasma nahromaděna jest kolem nich a jsouc

s nimi téže barvy, valně od nich se neodlišuje, toliko hrubá zrnitost jaderného zbytku poněkud vyniká. Tab. I., obr. 3, 4, 9. Plasma i jádro jsou stejně zabarveny, užíjeme-li anilinové zeleni a kyselého fuchsínu k zabarvení degenerujících jader. Jest totiž zajímavo, že anil. zeleň, která velice efektivně zabarvuje chromatinová zrna normálních jader, na zbytky jaderné nepůsobí a převládne kys. fuchsín, jenž vedle protoplasmu také chromatinová zrna jaderných zbytků červeně zabarví. Vykazují tudíž zbytky degenerovaných jader v tracheidách erytrofilii AUERBACHEM (1891) na stárnocích jádrech pozorovanou. Proti erytrofilii zbytků jaderných v cévách nutno uvést, že zbytky jaderné v sítkovicích nejvíce erytrofilie u tohoto rodu, a jsou proto zbytky ty po působení výše uvedených barviv zeleně zabarveny. Z toho patrně, že jest správný názor NEMCOV (1908), že erytrofilie stárnocích jader není vlastností konstantní a že jest pravděpodobně podmíněna fyziologickými rozdíly mezi jádry.

Počínaje desátou řadou tracheid nenalezneme již ani stopy po jádrech ani protoplasmě v těchto elementech dřevních. Proběhne tedy poslední akt degenerace jádra v souvislosti s resorbí protoplasmu velice rychle. Stěny tracheid jsou v těchto řadách již dokonale zdřevnatělé a dospělé pro svou fyziologickou funkci.

Tabulka II.



Pinus Laricio.

Analogicky jako u smrku i zde ve větvičce asi 1½ cm v průměru mající, skládá se kruh kambiální asi z deseti řad úzkých značně protáhlých buňek, v nichž jádra bohatá chromatinem, tvarem přizpůsobují se tvaru buňky, jsou úzká a dlouhá. Celkově jsou tu jádra menší než u smrku. Nejdelší měřené bylo 0·047 mm do délky a 0·006 mm do šířky, tedy s plochou 0·000282 mm². Jadérek jest tu méně a nejsou tak patrna jako u smrku, ježto jsou zastíněna nahromaděnými chromatinovými zrny. Jadérka vystoupí zřetelněji teprve tehdy, až jádro se rozšíří do plochy; tu stane se průhlednějším a lze v něm čítati jáderka. Napočítal jsem jich zpravidla 5—6, z nichž největší mělo asi 0·003 mm v průměru.

Jako u smrku i zde jádra ve vasálních buňkách a v prvních řadách tracheid rozšiřují se značně do plochy. Měřením zjistil jsem, že může jádro nabýti tu délky 0'0504 mm a šířky 0'0162 mm, což odpovídá ploše 0'000816 mm². Jeví tu tedy jádro řeznou plochu více než trojnásobnou proti jádrům kambialního kruhu. Tab. II., obr. 1, 3. V třetí až páté řadě tracheid jádro již se nerozšiřuje do plochy, ale tiskne se k stěnám buňky a ovíjí se kolem, při čemž někdy postaví se na příč buňky svou délkou právě tak, jako jest tomu u smrku. V těchto řadách tracheid jsou jádérka ještě patrná a vytrvávají tedy v jádrech déle než u smrku. Po ovinutí kol stěn jader značně ubývá na délce, méně na šířce. V páté řadě tracheid mívají jádra délku 0'022 mm a šíře 0'015 mm, což rovná se ploše 0'00033 mm².

V následujících řadách (5—7) neubývá valně jádrům velikosti jich plochy, za to však děje se v nich jiná změna, totiž rozpouštění chromatinu. U smrku dalo se rozpouštění chromatinu pomalu a stejnoměrně na celé ploše jádra. Zde však rychle chromatin se rozpouští v substanci jaderné a tím si vysvětlíme, že nalezneme jádra, jež mají povrch jakoby vyleptaný, vzniklý tím, že na některém místě povrchu jádra chromatin úplně se již rozpustil (vyjímaje veliká zrna) a na jiném ještě jen málo je rozpuštěn. (Tab. I. obr. 7.) Jest samozřejmo, že nejprve se rozpustí malá zrna a po tom teprve zrna veliká. Proto po většině v jádrech poslední řady nalezneme jen poměrně veliká zrna chromatinová. Tab. II., obr. 3, 5. Jádra na tomto stupni degenerace měřívají do délky 0'018 mm a šířky 0'014 mm, jeví tedy plochu 0'0029 mm².

V osmé a deváté řadě stihneme již jen zbytky po jádrech. Zbytky ty jeví se červeně zabarvenými po užití směsi zeleně anilinové a kyselého fuchsinu. Blána slabě červeně a zbytky chromatinu tmavě červeně. Zbytek má tvar několikrát přehnutého vaku. Skrovná protoplasma nekupí se kol zbytku jako u smrku. Tab. I., obr. 8. Tab. II. obr. 2, 4.

Desátá řada tracheid mívá již stěny úplně zdřevnatělé a nechová ani stopy po jádre.

Děje se tedy degenerace jader při vytváření tracheid jehličnatých stromů (*Picea*, *Pinus*) tím způsobem, že nejprve jádro z tyčinkovitého tvaru v kamb. kruhu běře na sebe tvar plochého lupenu a pak teprve rozpouštějí se jednotlivé substance jaderné. Nejdříve zanikají jádérka a pak se rozpouští chromatin, buď poněnáhu stejnoměrně na celém povrchu jádra (*Picea*), nebo rychle (*Pinus*). Zbytky jaderné jsou buď ploché nebo vakovité se zřetelnou erytrofilií.

Z ústavu pro fyziologii rostlin české university
v Praze.

Výklad tabulek.

Tabulka I.

Obr. 1. Podélný řez silnou větví smrku (*Picea excelsa*). Svisle probíhají jádra buněk kamb. kruhu, vas. a kribrál. buněk a napříč buňky dřeňového paprsku. Heidenhainův haemat., anil. zeleň a kys. fuchsin. Obj. 7a, ok. IV. Reichert.

Obr. 2. Podélný řez vyvíjejícími se tracheidami smrku (*Picea excelsa*) z téže větve. Heidenh. haematoxylin. Obj. 7a, ok. IV. Reichert. Jádra vasálních buňek a jádra degenerující.

Obr. 3. Zbytek degenerovaného jádra v tracheidě smrku (*Picea excelsa*). Anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 4. Vakovitý zbytek jádra v tracheidě smrku (*Picea excelsa*). Anil. zeleň. a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 5. Jádro z vasální buňky borovice (*Pinus Laricio*). Heidenh. haemat. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 6. Jádro asi z páté řady tracheid borovice (*Pinus Laricio*). Heidenh. haematoxylin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 7. Degenerované jádro v tracheidě borovice. (*Pinus Laricio*) s vyleptaným povrchem. Heidenh. haemat. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 8. Zbytek jádra v tracheidě borovice (*Pinus Laricio*) Heidenh. haemat, anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 9. Zbytek jádra v tracheidě smrku (*Picea excelsa*). Anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 10. Jádro smrku (*Picea excelsa*), stočené kol stěn tracheidy. Heid. haemat., anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Tabulka II.

Obr. 1. Příčný řez větví borovice (*Pinus Laricio*). Heid. haemat., anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{18}$, ok. IV. Reichert.

Obr. 2., 3., 4. Různé části téhož řezu při témže zvětšení. Ukazují různé fáze degenerace jader.

Obr. 5. Příčný řez tracheidami smrku (*Picea excelsa*). Jádra do plochy rozšířená a stočená kol stěn tracheid. Heid. haemat., anil. zeleň a kys. fuchsin. Hom. im. $\frac{1}{12}$, ok. IV. Reichert.

Sur la dégénération des noyaux au développement du bois des Conifères

par Dr. Ot. Vodrážka.

Avec 2 tables.

C'est KOERNICKE (1899) qui a étudié la dégénération des noyaux dans les trachéides du *Viscum album*; ses découvertes ont été confirmées par NEMEC (1910) à l'étude de la dégénération des noyaux dans les vaisseaux de racine du pois (*Pisum sativum*) etc.

Les deux auteurs sont d'accord que la dégénération y consiste en dissolution du chromatin nucléaire de sorte que le reste du noyau n'est

évident que comme un petit sac vide, garni de la membrane nucléaire. A la dégénération, le progrès est suivant : d'abord, c'est le nucleolus qui disparaît, et ensuite, les grains chromatins et les autres substances du noyau se dissolvent. Le reste du noyau, un sac vide, rétrécit et disparaît entièrement.

J'ai étudié la dégénération des noyaux au développement du bois, savoir dans les trachéides des arbres conifères, du sapin (*Picea excelsa*) et du pin (*Pinus Laricio*).

C'est dans la communication suivante que je présente brièvement les résultats de ces études.

Le coupes microtomiques, faites dans le jeune bois, ont été teintes ou à l'aide du hématoxylin de HEIDENHAIN, ou de la mixture de la couleur verte d'aniline et de la fuchsine acide, ou à l'aide de la combinaison de ces deux méthodes.

Sur les coupes longitudinales du bois, du liber et de la couche cambiale du sapin (*Picea excelsa*), on peut bien suivre plusieurs lignes des cellules considérablement longues, à des noyaux allongés et étroits. (Table I., fig. 1.). Dans ces noyaux qui atteignent bien souvent jusqu' à 0'0796 mm de longueur et 0'0050 mm de largeur, on peut voir de nombreux nucleoli (jusqu' au nombre de huit), atteignant 0'0036 mm en diamètre. A la direction vers l'aubier d'un côté et vers le bois de l'autre, les noyaux s' étendent considérablement en superficie. Ensuite, les noyaux de l'aubier dégénèrent et se décomposent vite. (Table I., fig. 1.). Les noyaux du bois aplatissent encore davantage, de sorte qu'ils atteignent assez souvent jusque 0'053 mm de longueur et 0'018 mm de largeur, de manière qu'ils ont à la coupe une superficie de 0'000918 mm². Dans un tel noyau, on trouve souvent encore un nucleolus. (Tab. I., fig. 2.). Ce n'est qu'en commençant par la troisième ligne des trachéides que le noyau dégénère, ce qui se manifeste par la disparation des nucleoli, par la diminution du noyau et le changement de la position. Le noyau change de position de manière qu'il se range par sa longueur à travers la cellule et tourne autour de ses parois. (Tab. I., fig. 10., tab. II., fig. 5.). Le noyau rapetisse et ses grains chromatins se dissolvent. La dissolution de ces grains se passe proportionnellement sur toute la surface du noyau. La superficie du noyau ne forme ensuite, dans la 8^{ième} — 9^{ième} ligne des trachéides, qu'à peu près un quart de celle qu'il a eu dans les premières lignes. Avant la perte totale, le noyau renferme encore les restes des grains chromatins, qui, différemment du chromatin des noyaux normaux, manifestent une erythrophilie considérable. (AUERBACH 1891.) Le protoplasme s'assemble autour des restes de noyau. (Tab. I., 3, 4, 9.).

A l'étude du pin (*Pinus Laricio*), on voit les mêmes circonstances, en ce qui concerne les noyaux de la couche cambiale, des trachéides et des tubes cribreux jeunes. C'est de même ici que les noyaux des premières lignes des trachéides s' étendent considérablement en surface. (Tab. I., 5, 6.) Les nucleoli, dont le nombre est plus petit, persistent plus longtemps dans les noyaux et nous allons les trouver encore dans la 3^{ième} et 4^{ième} ligne des trachéides, en comptant de la couche cambiale. De la 3^{ième} jusqu' à la 5^{ième} ligne des trachéides, le noyau rapetisse et se range bien souvent, de même qu'au sapin, à travers de la longueur de la trachéide. De la 5^{ième} jusqu' à la 8^{ième} ligne des trachéides, le noyau ne change guère son

étudue, cependant les grains chromatins se dissolvent intensivement. C'est par cela qu'on s'explique que quelques endroits du noyau sont singulièrement diaphanes, comme corrodés (Table I., fig. 7.), tandis que sur un autre endroit de la surface du noyau, il y a encore assez de chromatin. C'est par cela que le pin diffère du sapin, parce que là, la dissolution du chromatin se passait peu à peu proportionnellement sur toute la surface du noyau.

Le reste du noyau est un sac, sur les faces duquel il y a encore les restes des grains chromatins qui sont aussi erytrophiles. (Table I., fig. 8, table II., fig. 2, 3, 4.). Il y a peu de protoplasme et il ne s'assemble pas autour des restes du noyau.

De l'institut pour la physiologie des plantes
à l'Université tchèque, Prague.

Explication des tables.

Table I.

Fig. 1. Coupe longitudinale par une branche épaisse de la *Picea excelsa*. Verticalement passent les noyaux des cellules de la couche cambiale, de trachéides et des tubes cribreux jeunes, à travers, les cellules du rayon médullaire. Teint par le hématoxylin de H., par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Obj. 7a., ocul. IV. Reichert.

Fig. 2. Coupe longitudinale des jeunes trachéides de la *Picea excelsa*. Les noyaux des premières trachéides et les noyaux dégénérants. Teint par le hématoxylin de Heideihain. Obj. 7a., ocul. IV. Reichert.

Fig. 3. Reste d'un noyau dégénéré dans la trachéide de la *Picea excelsa*. Teint par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 4. Reste sacculiforme d'un noyau dans la trachéide de la *Picea excelsa*. Teint par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 5. Noyau d'une jeune trachéide de la *Pinus Laricio*. Teint par le hématoxylin de H. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 6. Noyau à peu près de la 5^{ième} ligne des trachéides de la *Pinus Laricio*. Teint par le hématoxylin de H. Im. hom. $\frac{1}{12}$, oc. IV. Reichert.

Fig. 7. Noyau dégénéré dans la trachéide de la *Pinus Laricio*, à la surface corrodée. Teint par le hématoxylin de H. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 8. Reste d'un noyau dans la trachéide de la *Pinus Laricio*. Teint par le hématoxylin de H., par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 9. Reste d'un noyau dans la trachéide de la *Picea excelsa*. Teint par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 10. Noyau de la *Picea excelsa*, enroulé autour des parois de la trachéide. Teint par le hématoxylin de H., par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Table II.

Fig. 1. Coupe transversale d'une branche de la *Pinus Laricio*. Teint par le hématoxylin de H., par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.

Fig. 2, 3, 4. Différentes parties de la même coupe au même agrandissement. Elles montrent les différentes phases de la dégénération des noyaux.

Fig. 5. Coupe transversale des trachéides de la *Picea excelsa*. Les noyaux sont étendus en surface et enroulés autour des parois des trachéides. Teint par le hématoxylin de H., par la couleur verte d'aniline et la fuchsine acide. Im. hom. $\frac{1}{12}$, ocul. IV. Reichert.