

Атанас ГУДЕСКИ

АНАТОМСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИГЛИЧКИТЕ КАЈ НЕКОИ ПОПУЛАЦИИ БАЛКАНСКИ ЕЛИ КАКО МЕТОД ЗА НИВНО ТАКСОНОМСКО ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ*

I. ВОВЕД

Внатрешната структура налистот, односно распоредот и развиеноста на ткивата што го изградуваат е една од основните показатели преку кои се суди за биологијата и таксономијата на единките. Листови еднакви по старост, инсерција, па и морфологија кај растенија од ист вид, често пати, повеќе или помалку, се разликуваат по особините на хистолошките целини. Тоа е, секако, последица на генетските фактори, а и реакција на еколошките услови на средината. Ако не може да се разграничи дејствувањето на споменатите фактори непосредно со експерименти поради долготрајноста на истражувањата, посебно кај дрвенестите видови, треба тоа да се изврши на посреден начин, односно преку компаративна анализа на поголем број примероци од повеќе популации во ареалот на таксонот.

Испитувањата на анатомската градба на игличките кај родот *Abies* датираат уште од пред крајот на минатиот и почетокот на овој век (BERTRAND 1874, Van TIEGHEM 1891, KOEHNNE 1893 според TAUBER et al 1926), MAHLERT 1883, MATTFELD 1925, 1930, G. B-v 1893, GUINIER и MAIRE 1908 1930). Во по-ново време испитувања се вршени од FERRE (1941), FRACO (1950), BAZIOTIS (1956), ГУДЕСКИ (1965, 1969), PANETSOS (1975) ПОПНИКОЛА (1974), 1980), ДОБРИНОВ и ГАГОВ (1981) и други.

Систематската припадност на елата во СР Македонија не е дефинитивно разрешена. Во оваа смисла постојат различни податоци, претпоставки и сугестиии, но без конкретни истражувања

* Трудот е финансиран од СИЗ за научни дејности на СР Македонија во рамките на темата „Таксономски и биолошки истражувања на популациите од ела во СР Македонија“.

(КОШАНИН 1925, MATTFELD 1930, LINDTNER 1938, ЧЕРЊАВСКИ 1943, ЕМ 1961, 1974, FUKAREK 1964). Поради тоа нашата цел е преку компаративни истражувања на хистолошките целини на игличките од *Abies alba* Mill., *A. cephalonica* Loud., *A. borisii regis* Mattf. (сионим *A. alba* var. *acutifolia* Turr.) и елата во СР Македонија да придонесеме да се согледа подобро положбата на елата во Македонија, за да се определи попрецизно нејзината таксономска припадност.

II. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД НА РАБОТА

Материјалот потекнува, главно, од природни популации на испитуваните ели. Од *A. alba* располагаме со материјал лично земен од 100 стебла од СР Хрватска (Горски Котар, Плитвице, Мацелјска Гора, Медведница) и СР Словенија (Кочевски Рог). Од *A. cephalonica* добив материјал од 15 стебла од Грција (Парнас) преку Грчкиот конзулат во Скопје и Шумарскиот институт од Атина, на што и во оваа прилика срдечно им благодарам. Освен тоа, анализиран е и материјал од 15 стебла од вештачки подигната шума со *A. cephalonica* на приморскиот карст кај Комин во СР Словенија. Од *A. borisii regis* имаме материјал од популациите на оваа ела во северна Грција (планината Олимп и Вермион). Од популациите на ела во СР Македонија располагаме со материјал од над 1000 стебла од скоро сите нејзини наоѓалишта.

На по 10—30 стебла што фруктифицираа од секоја ела направени се напречни пресеци во средината на по 5—8 петгодишни иглички кои потекнуваат од 2—4 височински региони на круната: 1. врв (фертилни гранки со шишарки), 2. горна половина (фертилни гранки со машки цветови), 3. среден дел (стерилни гранки, но осенчени или полуосветлени), 4. најдолни (стерилни) гранки осенчени или полуосветлени. Препаратите се трајни, дебели 15—25 микрони. За должината на епидермалните клетки, за димензиите на стомите и нивната густина на mm^2 вршена е мацерација на втората третина о должината на игличките по Šultzeovata метода за мацерација на поврвнинските ткива. Овие препарати се привремени — глицерински.

Испитувани се следниве ткива:

1. **епидермис.** — димензии на клетките, дебелина на надворешната мембра на, дебелина на кутикулата и височина на лumenот,
- **стоми.** — редови во лента, број на mm^2 , длабочина и димензии,
2. **механичко ткиво.** — слоеви на хиподермис на лицето, опачината и аглите-рабовите, височина на хиподермалните клетки, височина на нивниот лумен и дебелина на сидот. Присуство и распоред на механичките клетки во зоната на спроводните снопчиња.
3. **Палисадно ткиво (паренхим).** — Слоеви клетки на лице и опачина,

4. Трансфузијски паренхим. — Слоеви клетки над ксилем, под флоем и меѓу нив.

5. Жлездено ткиво (смолни канали). — Локација и широчина на смолните канали.

Некои од податоците се варијационо-статистички обработени по методата на комулација (ЕСИМОВИЋ 1951).

III. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

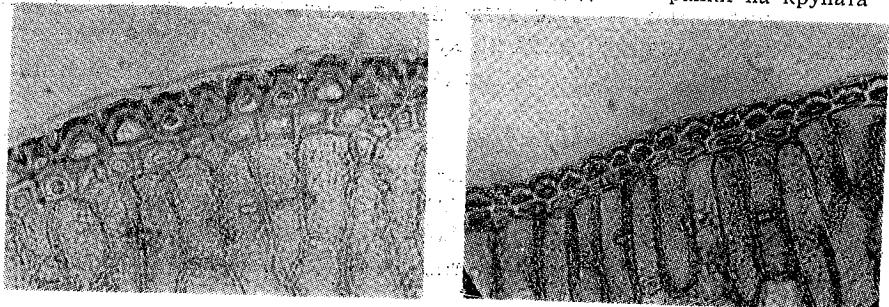
Морфологијата на епидермалните клетки познато е дека е испитувана подетално само кај *A. cephalonica*, типичниот облик на *A. alba* од Горски Котар (ГРДЕСКИ 1965, 1969) и елата од СР Македонија означувана како *A. alba* (ГУДЕСКИ 1969, ПОПНИКОЛА 1974, 1980). Нашиот констатации во работите од 1965 и 1969 година за менливоста на испитуваните параметри на епидермалните клетки и на стомите по региони на кроната ги потврдивме и во овие истражувања кај сите популации на ели што се предмет на овој труд.

Од напречните пресеци на игличките и резултатите на мерењата на епидермалните клетки јасно се гледа дека кај *A. alba*, *A. cephalonica*, *A. borisii regis* и елата во СР Македонија овие клетки се пошироки за 10—30% во однос на нивната височина, односно дебелина, (слика 1, табела 1). Кон надворешната страна сидот на клетките е кутинизиран и многу подебел во споредба со внатрешниот. Бочните сидови се брановидни, слика 2, што овозможува клетките да бидат цврсто меѓу себе споени.

Според екстремните и просечните вредности на димензиите на епидермалните клетки кај игличките од соодветни делови на кроната, јасно се гледа дека најмали клетки има *A. alba*, а најголеми *A. cephalonica*, *Abies borisii regis* и елата од Македонија по димензиите на епидермалните клетки заземаат средна положба меѓу првоспоменатите ели (табела 1—3). Елата од Македонија е иста или многу чублиза до *A. borisii regis* отколку до *A. cephalonica* и *A. alba*.

Сл. 1 Детал од напречен пресек на иглички

а. од врвни гранки на кроната б. од долнни гранки на кроната



ТАБ. 1 ШИРОЧИНА НА ЕПИДЕРМАЛНИТЕ КЛЕТКИ ВО МИКРОНИ

	Варива	Средна вредност	Стандардна девијација	Коефициент на варијација — V%
I. Врв на круната				
A. cephalonica	21—46	32,12	2,153	6,70
ела од Олимп	21—44	28,87	1,709	5,92
„ Вермion	21—41	28,71	2,147	7,48
„ СР Македонија	20—42	28,46	0,297	1,04
A. alba	15—35	26,27	1,632	6,21
II. Горна половина на круната				
A. cephalonica	19—42	30,70	2,315	7,54
ела од Олимп	19—36	27,45	1,887	6,87
„ СР Македонија	18—37	27,15	2,202	8,11
A. alba	12—35	25,55	2,394	9,37
III. Среден дел на круната				
A. cephalonica	18—40	29,34	2,699	9,20
ела од Олимп	16—33	27,63	2,350	8,51
„ СР Македонија	16—33	26,25	1,917	7,30
A. alba	14—32	25,02	1,521	6,08
IV. Долен дел на круната				
A. cephalonica	16—37	26,51	1,928	7,27
ела од Олимп	16—31	26,00	1,704	6,55
„ Вермion	16—31	25,40	1,704	6,71
„ СР Македонија	15—34	25,09	1,673	6,67
A. alba	14—29	23,26	1,736	7,46

ТАБ. 2 ДОЛЖИНА НА ЕПИДЕРМАЛНИТЕ КЛЕГКИ ВО МИКРОНИ

	Врв на круната	Горна половина	Долен дел
	Варир. на вредностите Екстремни Просечни	Варир. на вредностите Екстремни Просечни	Варир. на вредностите Екстремни Просечни
A. cephalonica	32—119	61—80	35—128
ела во СРМ	30—120	60—76	32—130
A. alba	23—100	51—61	28—120
			58—68
			37—145
			75—95

ТАБ. 3 ВИСОЧИНА НА ЕПИДЕРМАЛНИТЕ КЛЕТКИ ВО МИКРОНИ

	Варира	Средна вредност	Стандардна девијација	Коефициент на варијација — V%
II. Врв на круната				
A. cephalonica	20—35	27,53	0,977	3,55
ела од Олимп	17—31	23,86	0,879	3,68
„ Вермион	17—29	23,27	1,031	4,43
„ СР Македонија	17—29	23,50	0,721	3,07
A. alba	16—27	22,74	0,762	3,35
II. Горна половина на круната				
A. cephalonica	18—34	25,47	0,844	3,31
ела од Олимп	16—27	22,89	0,948	4,14
„ СР Македонија	15—27	22,03	0,704	3,20
A. alba	12—27	20,33	0,984	4,84
III. Среден дел на круната				
A. cephalonica	16—33	24,73	1,174	4,75
ела од Олимп	14—27	21,70	0,879	4,05
„ СР Македонија	14—26	21,25	0,600	2,82
A. alba	12—23	18,93	1,078	5,69
IV. Долен дел на круната				
A. cephalonica	13—29	23,49	0,832	3,54
ела од Олимп	12—24	20,32	0,805	3,96
„ Вермион	12—24	19,14	0,692	3,62
„ СР Македонија	12—24	19,54	1,039	5,32
A. alba	10—22	17,97	0,856	4,76

Според абсолютните вредности за дебелината на кутикулата, дебелината на надворешната мембра, како и височината на луменот на епидермалните клетки, се намалуваат кај игличките од врвот кон тие од долните гранки на круната, табела 4. Меѓутоа, ако се анализира коефициентот од односот мембрана: лумен или лумен: мембра се наметнува обратна констатација. Имено, игличките од погорните гранки на круната, со мали исклучоци, имаат потенка надворешна мембра на епидермалните клетки. Интересно е што според овој однос најтенка мембра имаат клетките кај A. cephalonica, а скоро најдебела е кај A. alba. По екстремните и средните вредности во абсолютен износ, како што напоменавме, редоследот на елитите е обратен. И во двата случаи елата од СР Македонија и Северна Грција заземаат интермедијална положба меѓу грчката и средно-европската ела.

ТАБ. 4 ДЕБЕЛИНА НА КУТИКУЛАТА, ДЕБЕЛИНА НА НАДВОРЕЧНАТА МЕМБРАНА И ВИСОЧИНА НА ЛУМЕНОТ НА ЕПИДЕРМАЛНИТЕ КЛЕТКИ ВО МИКРОНИ

	М е м б р а н а		Л у м е н		Однос	Кутитула варира
	Варира вредност	Средна вредност	Варира вредност	Средна вредност	мембр: лумен	
I. Врв на круната						
A. cephalonica ела од Олимп	8—16 7—13	11,40 9,38	9—22 9—19	14,87 12,28	0,766 0,764	7,5—12,0 6,0—10,0
„ Вермион	7—13	8,70	9—19	11,80	0,737	5,0—10,0
„ СР Македонија	7—13	8,81	9—18	11,58	0,760	5,0—10,0
A. alba	6—12	8,93	8—15	11,12	0,803	5,0— 9,5
II. Горна половина на круната						
A. cephalonica ела од Олимп	8—14 8—12	10,90 9,12	8—21 8—15	14,11 10,53	0,773 0,866	7,5—11,0 6,0—10,0
„ СР Македонија	7—12	9,17	8—15	10,78	0,851	5,0—10,0
A. alba	7—10	8,71	8—15	10,11	0,862	5,0— 9,0
III. Среден дел на круната						
A. cephalonica ела од Олимп	7—13 7—12	10,23 9,18	8—19 7—17	13,22 10,71	0,774 0,857	7,0—10,0 5,0— 9,0
„ СР Македонија	6—12	8,50	7—16	9,81	0,866	4,0— 9,0
A. alba	6—10	7,74	7—12	9,23	0,839	4,0— 8,0
IV. Долен дел на круната						
A. cephalonica ела од Олимп	7—12 7—11	9,25 8,12	8—17 7—14	11,45 9,72	0,808 0,835	6,0— 9,0 4,0— 8,0
„ Вермион	7—11	8,10	7—14	9,65	0,852	4,0— 7,5
„ СР Македонија	6—11	7,92	7—14	9,50	0,835	4,0— 7,5
A. alba	5—10	7,69	6—10	8,75	0,879	3,0—7,0

СТОМИ

По генеза и локација стомите се вбројуваат во покоричното ткиво, но по морфологија, структура и функција битно се разликуваат од неговите клетки, затоа се изучуваат, најчесто, посебно од епидермалните клетки.

Кај елите што ги испитувавме, стомите се наоѓаат од долната или од долната и горната страна. Од долната страна на игличките сместени се бочно од нервот, распоредени во надолжни редови, кои образуваат две сивобелузлави ленти. Игличките од дол-

ните гранки, особено тие што се осенчени, на лицето (горната страна) немаат воопшто стоми. Одејќи кон врвот на круната — кон поосветлените иглички — стомите на лицето се сè почести-побројни; распоредени се само во неколку редови или расфрлени, но локирани се само при врвот на игличките или најмногу во горната третина од нејзината должина.

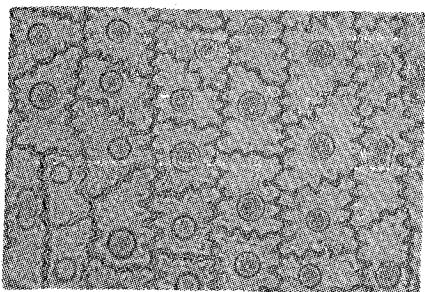
Длабочината или спуштеноста на стомините клетки и нивните димензии се зголемуваат од игличките на долните гранки кон тиео д врвот на круната сл. 4. Со густината на стомите (број на стоми на mm^2), па, најчесто и со бројот на редови стоми во лента е обратно т.е. нивниот број на mm^2 се зголемува од врвните кон игличките од долните гранки (табета 5, слика 3).

ТАБ. 5. СТОМИ: БРОЈ НА mm^2 , ДЛАБОЧИНА, ДОЛЖИНА И БРОЈ НА РЕДОВИ ВО ЛЕНТА

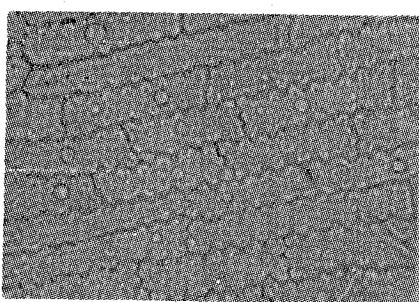
Врв	Делови на круната				Доле
	Варирање Екстрем. вредн.	Просеч. вредн.	Варирање Екстрем. вредн.	Варирање Екстрем. вредн.	
БРОЈ/mm^2					
A. cephalon. ела во CPM	70—190 71—194	95—132 103—154	80—200 88—210	110—145 115—155	120—183 106—225
A. alba	70—210	109—161	80—230	116—182	120—270 145—185
Редови стоми во лента					
A. cephalon. ела во CPM	5—10 6—10		6—10 7—12		6—11 7—11 7—11 6—10
A. alba	5—10		6—11		7—12 6—11
ДЛАБОЧИНА во микрони					
A. cephalon. ела во CPM	34—55 26—53	38—49 32—46	34—55 21—46	36—43 31—38	25—47 19—38
A. alba	22—47	32—37	22—40	28—33	17—34 21—28
ДОЛЖИНА во микрони					
A. cephalon. ела во CPM	28—55 25—50	39—44 35—41	28—52 26—50	37—41 30—41	25—50 25—47
A. alba	26—53	30—43	21—50	29—42	21—46 29—35

Сл. 2 Должина на епидермалните клетки

а. Иглички од врв на круната

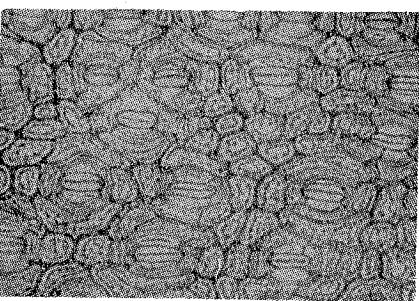


б. Иглички од долни гранки

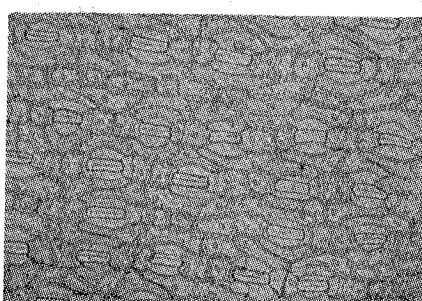


Сл. 3 Редови стоми и густина на стомите

а. Иглички од врв на круната



б. Иглички од долни гранки



Сл. 4. Длабочина на стомите

а. Иглички од врв на круната



б. Иглички од долни гранки



Фактот дека поксероморфните ели какви што се *A. cephaonica* и *elata* во СР Македонија — имаат помалку стоми на mm^2 , д'една страна, и од друга, бројот на стомите да се намалува од олините осенчени кон огрните осветлени иглички на круната, во звесна смисла, противречи на Законот на Заленски до колку

резултатите се сфатат и толкуваат буквально. Имено, стомите и епидермалните клетки се наоѓаат во надолжни редови, слика 3. Нивната широчина е иста или скоро иста. Бидејќи широчината на епидермалните клетки кај поксероморфните ели и иглички е поголема, на единица површина се гледаат помал број редови клетки, а соодветно на тоа има помалку редови од стоми и стоми на mm^2 . Помалата густина на стоми на опачината кај овие иглички и ели се компензира, до известна степен, со присуството на стоми во горната третина на лицето кај игличките од повисоките делови на круната. Лоцираноста на стомите само на опачината и нивната поголема густина на mm^2 кјигличките од долните гранки се оправдува со наодите од еколошко-физиолошките испитувања на A. *alba* во Бугарија (NUWIRTH et al 1966), како и со микроклиматските услови и составот на воздухот на различни височини од почвата. Имено, познато е дека во припочвените слоеви, посебно во шума, воздушните струења се послаби, а релативната влажност поголема. Тоа овозможува да се одвиваат поинтензивни микробиолошки процеси во почвата и шумскиот листинец, што има за последица, покрај другото, зголемување на концентрацијата на јагленороден двооксид (CO_2) кој е скоро секогаш во минимум и како таков е еден од факторите кој го стимулира или лимитира интензитетот на фотосинтезата. Од друга страна, пак, игличките од долните гранки во текот на својот живот не се изложени во толкава мера на неповољни ниски температури, каков што е случајот со игличките од погорната половина на круната. Наведените благопријатни услови игличките од долните гранки се приспобиле максимално да ги искористат преку лоцираноста и зголемување на густината на стомите на mm^2 . Поголемата концентрација на CO_2 во нивниот регион им овозможува за фотосинтеза да искористуваат поголем процент (20 до 30%) од светлоста која доаѓа до нив. Поради тоа, асимилацијата и транспирацијата, според NEUWIRTH et al. 1966, се поинтензивни кај игличките од долните гранки, во споредба со тие од погорните делови на круната, што резултира со поголемо количество нетофотосинтеза. Веројатно поради ова, а заради заштеда на конституциони материји, игличките од долните гранки живеат најдолго (до 18 години) кај A. *alba* а тие од врвните гранки многу пократко, само 7—9 години (ГУДЕСКИ 1965).

Длабочината на стомите е во права корелација со дебелината т.е. височината на епидермисот. Затоа стомите кај поксероморфните иглички и ели се подлабоко спуштени, односно од долните кон горните иглички на круната длабочината на стомите се зголемува, слика 4, tabela 5. Димензиите на стомите се, главно, обратно пропорционални со нивниот број на mm^2 . Поради помалите вредности, посебно во широчината, разликите не се така јасно очливи, но, ако коефициентот од односот должина: широчина се изрази во релативни вредности, разликите стануваат многу појасни.

Според сумарните вредности на испитуваните параметри на стомите и воопшто на епидермисот, елата во СР Македонија се наоѓа меѓу *A. cephalonica* и *A. alba* што не значи дека нема поединечни стебла кои по епидермисот и стомите или некои нивни особини не се исти со овие сли.

DAGUILON (1890) кај игличките од врвот на млади стебла од *A. alba* нашол помал број стоми отколку кај игличките од долните гранки. J. A. FRANCO (1950) кај стари елови стебла од парковите во Португалија наведува обратна констатација од таа на Daguilon. Имено, за игличките од горната половина на круната кај *A. alba* нашол 8—10, за тие од долните гранки 6—8 редови стоми во лента, а кај соодветните иглички од *A. cephalonica* 8—10 и 6—9 редови стоми. G.-B-v (1893) кај *A. alba* наведува 5—8, а кај *A. cephalonica* 7 редови стоми. GUINIER и MAIRE (1908) за последнава ела даваат податок 6—8, а PANETSOS (1975) 7 редови стоми не наведувајќи, како и G. B-v, од кој регион на круната потекнуваат игличките. BAZIOTIS (1956) за елите во Грција вели дека кај сите иглички редовите стоми се движат од 5—9 во рига. Нашите резултати од 1969 година за елата во СР Македонија споредени со резултатите за епидермалното ткиво од овие истражувања кај истата ела, покажуваат нешто поголеми вредности во широчината на епидермалните клетки кај игличките од горниот дел на круната и во должината на овие клетки кај игличките од долните гранки. Вредностите на овие и другите параметри на епидермалните клетки и стомите се идентични или наполно исти кај соодветните иглички.

Нашите резултати за редовите стоми се во сообразност со констатацијата на Daguilon, а спротивни на таа од Franco. Освен тоа, амплитудата на екстремните вредности е поголема, 5—11 реда кај *A. cephalonica*, 5—12 кај *A. alba* и 6—12 кај елата од СР Македонија во споредба со литературните податоци за редови стоми. Резултатите од нашите истражувања не можеме во целост да ги споредиме со тие на ПОПНИКОЛА (1974, 1980) бидејќи, испитувајќи ја анатомската градба на игличките од елата од СР Македонија, авторот применил методологија на испитување и интерпретација која се однесува за игличките од родот *Pinus*. Така стомите ги броел и ги прикажува по целиот обем на игличките, а познато е дека кај елата, каде што ги правел пресеците, нема стоми на лицето на игличките од средниот дел на круната; броел смолни канали иако секогаш има само два, освен во патолошки случаи; јачината на хиподермисот ја изразува по целиот обем на игличките, а асимилациониот апренхим, кој кај елите е диференциран на палисаден и сунѓерест, го именува, во шематскиот пртеж, како борани паренхим, кој е типичен за боровите. Што се однесува за дебелината на кутикулата и големината на епидермалните клетки, ако нашата претпосавка во поистоветувањето на димензиите што ги именува Попникола е точна, тогаш вредностите на нашите резултати за соодветните иглички (среден дел на круната) се помали кај елите што ги испитувавме.

МЕХАНИЧКО ТКИВО

Ова ткиво во игличките е лоцирано под епидермисот, поради што се нарекува хиподермис, потоа во зоната на спроводните спончиња и околу епителијалните клетки на смолните канали. Степенот на неговата развиеност е индуцирана од генетските фактори, а е одраз повеќе или помалку и на еколошките услови на средината. Од хистолошките целини на игличките за определување на таксономската припадност на елите врз база на анатомска градба, хиподермисот се смета за најмеродавен показател (MAHLERT, G. B-v, TAUBERT et al 1926, MATTFELD 1930, FRANCO, KUŠAN и Klapka 1964, ГУДЕСКИ 1965 и др.). Неговата јачина се изразува во слоеви и тоа поодделно на лицето, на опачината и рабовите (аглиите) на изгличките. Развиеноста на ова ткиво е прилично варијабилна и по должината на игличките (Fitschenco, според Guénier и Maire 1908, Гудески) затоа препаратите треба да се прават во приближно иста зона, а најдобро во втората третина од должината на игличката.

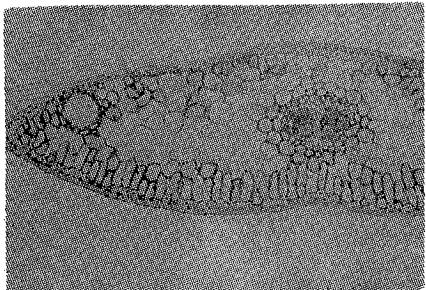
Степенот за застапеноста-развиеноста на хиподермисот зависи од регионот на круната од кој потекнуваат игличките (MUABE и KUDO 1920, FITSCEN според TAUBERT et al 1926, MATTFELD 1930, FRANCO, ГУДЕСКИ 1965). Најјак е кај врвните иглички, а најслабо развиен кај тие од најдолните грани, табела 6.

ТАБ. 6. ЈАЧИНА НА ХИПОДЕРМИСОТ

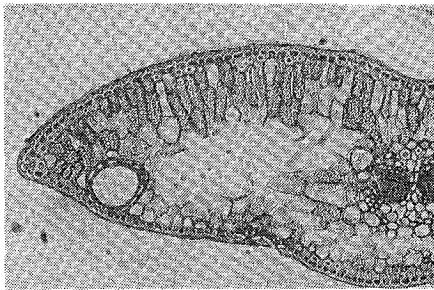
	<i>Abies alba</i>	ела во СРМ	<i>A. cephalonica</i>
Иглички од врвните грани:			
Лице	1 ред скоро континуиран {II*}	1—2 (II*)	1—2 (II-от многу раскинат)
Опачина	1—2 (II*)	1—3 (III*)	2—3 (IV*)
Агли	1—2 (II*)	/ 2—3 (III*)	2—3 (IV*)
Иглички од долните грани:			
Лице.	1 ред раскинат 50—90%	1 ред конституиран до раскинат 30—50%	1—2 реда, II-от раскинат до 70%
Опачина	1 {II*}	1—3, II и III ред често раскинати	/ 2—3, III-от често раскинат
Агли	1/2/	1—3 III-от од : 2—3 кл.	/ 2—3

() — ретко; / / — мошне ретко; { } многу ретко; II* III* IV*-ти ред претставени се самос о мал број клетки.

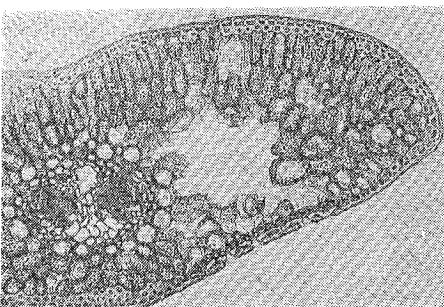
Сл. 5. Напречен пресек на иглички од долни гранки



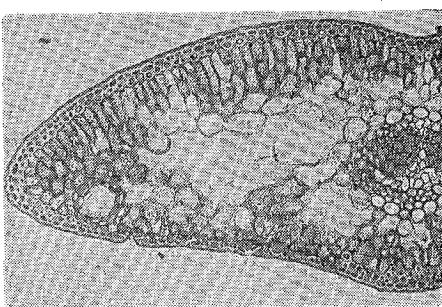
а. *Abies alba*



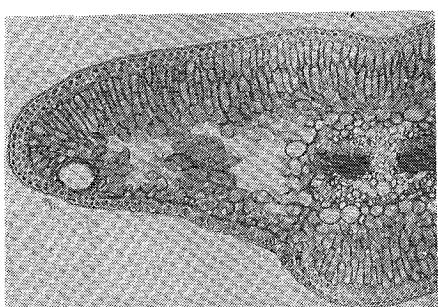
б. *A. borisii regis* од СР Македонија



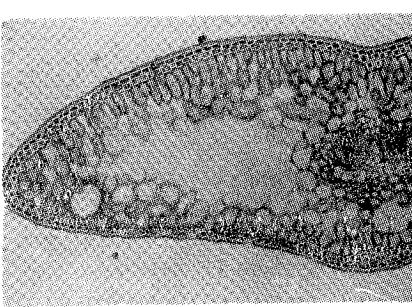
в. *A. borisii regis* од Олимп
(Грција)



г. *A. borisii regis* од СР Македонија



д. *A. cephalonica* од Парнас
(Грција)



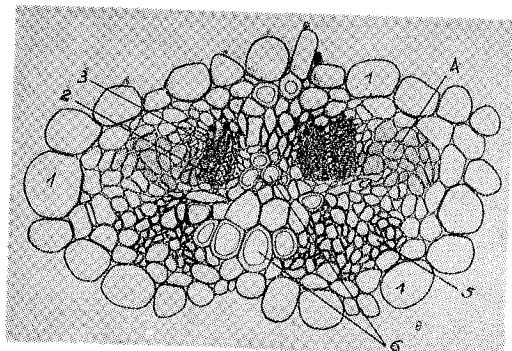
ф. *A. borisii regis* од СР Македонија

Како што се гледа од табелата, најјак хиподермис имаат игличките од грчката ела. Таков е случајот и со материјалот кој е земен од вештачки подигната шума со оваа ела кај Комин на словенечкиот карст. Најслаб хиподерм кај соодветните иглички има *Abies alba*. Елата во Македонија зазема интермедиерна по-

ложба. Таа е поблизу до *A. alba* или *Abies cephalonica* во зависност од географската положба на популацијата и еколошките услови, слика 5 (а—f).

Механичкото ткиво во зоната на спроводните снопчиња претставено е, како и хиподермисот, од склеренхимски клетки, кои може да се наоѓаат меѓу снопчињата, над ксилемот и под флоемот, слика 6 под 6. Само по себе ова ткиво нема значајна таксономска вредност кај испитуваните ели. Неговата јачина и распоредот на клетките кај одделните видови ели и типови иглички нема строга зависност. Кај поксероморфните ели и иглички почест е случајот кога ова ткиво во зоната на спроводните снопчиња е поразвиено, независно од јачината на хиподермисот. Во нашите истражувања кај трите ели ги сретуваме следните случаи на развиеност и локирање на механичките клетки, кои не се во строга зависност од регионот на круната од каде што се зеемни игличките:

- нема механички клетки или се само 1—2 расфрлени,
- има 3—6 механички клетки расфрлени меѓу снопчињата, над-под нив,
- има многу механички клетки, распоредени во 1, ретко 2, реда под, односно над спроводните елементи и меѓу снопчињата, образувајќи фигура на буквата Т. или Ѓ.



Сл. 6. Спроводни снопчиња

1. ендодермис
2. ситеести клетки
3. трахеиди
4. албуминозни (паренхимски) клетки
5. трахедални клетки
6. склеренхимски клетки

Механичкото ткиво околу смолните канали претставено е од елипсести, на напречен пресек, клетки наредени во еден ред, со задебелени, често лигнифицирани, сидови, слика 7. Овие клетки по потекло се паренхимски. Тие ги штитат епителијалните клетки од притисокот на асимилационото ткиво и не дозволуваат секреции да излегуваат надвор од луменот на каналот. Нивниот број, големина и дебелина на мембрани се многу варијабилни, како по должината на игличката, така и кај игличките од ист и различен дел на круната. Поради тоа, кај слите тие немаат никакво таксономско значење.

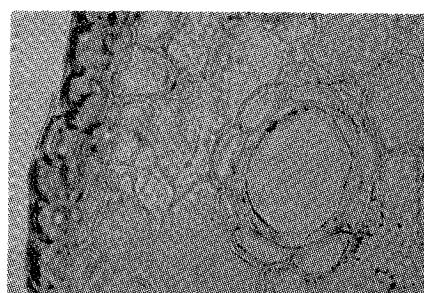
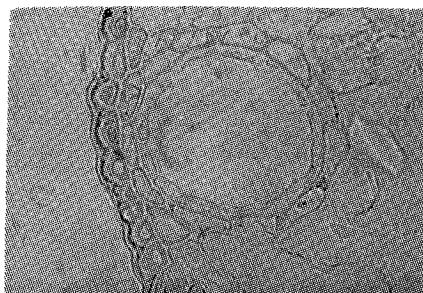
Височината на клетките од хиподермисот и дебелината на нивниот сид не зависат од видот на елата и инсерцијата на игличките. Кај сите иглички екстремните вредности за височината се движат од (9) 11—25 (30), а просечните од 16—17 микрони. Дебелината на клеточниот сид, изразена преку коефициентот од од-

носот лумен на клетката: клеточен сид, е, исто така, еднаков кај сите иглички и ели со незнатна тенденција за нешто подебел сид кај грчката ела. Според тоа, големината (висината) на хиподермалните клетки и дебелината на нивниот сид немаат таксономска вредност.

Сл. 7. Смолни канали

а. со маргинална положба
(до епидермис)

б. со централна положба



Врз основа на јачината на хиподермот MAHLERT (1883) елите ги дели во три групи. Во првата група, со најјак хиподерм, ја става *Abies cephalonica*. Од *A. alba* 6 стебла става во третата група, а други 6 во II-та, без да наведе од кој дел на круната потекнува материјалот. Овој податок уште тогаш сигнализирал-навестил дека структурата на игличките кај елата, посебно *A. alba*, е варијабилна. G. B-v (1893) е прв југословенски автор кој врши систематизација на Coniferales врз основа на градбата на листовите. За *Abies alba*, поред другото, наведува дека хиподермот е прекинат само од долната страна во зоната на стомите, во трансфузиониот паренхим има само по неколку склеренхимски клетки. Веројатно авторот испитувал само врвни иглички бидејќи кај другите хиподермот повеќе или помалку е испрекинат. MUABE и KUDO (1920) и FEUSTEL (1921), според TAUBERT, наведуваат дека хиподермот кај игличките од врвните гранки е поконстантен и подебел во споредба со другите иглички. Оваа констатација ја потврдуваат и нашите испитувања. Само незгодата е во тоа што не секогаш може да се земат иглички од врвот на круната, посебно кај стари, високи стебла, со чисто (без гранки) дебло.

TAUBERT, THARAND и SACHSON (1926) за таксономски цели вршеле компаративни истражувања на млади иглички од млади и стари стебла и стари осветлени и осенчени иглички кај стари стебла по делови на круната. Врз основа на резултатите и-

личките ги класифицирале во два типа, кои морфолошки и анатомски јасно се разликуваат. Во првиот, наречен **осенчен** тип, спаѓаат игличките од младите стебла, младите иглички на стари стебла и старите осенчени иглички од овие стебла. Во вториот, наречен **осветлен** тип, ги вбројуваат старите иглички од врвот на круната кај стари стебла. Овие два типа иглички поврзани се меѓу себе со низа преодни облици, кои се поблизу до едниот или другиот тип, во зависност од степенот на осветленоста, односно регионот на круната каде што се наоѓаат и староста на игличките. Откако, во прелиминарните истражувања, ги потврдивме нивните наводи, во понатамошната работа строго се придржувавме кон нив, затоа нашите резултати се исти или многу идентични со нивните, како кај одделните типови иглички, така и кај видовите ели.

MATTFIELD (1925, 1930), BARIOTIS (1956) константирале дека популациите од *Abies borisii regis* Mattf. морфолошки и анатомски се поблизу до *A. alba* или *A. cephalonica* во зависност од географската положба и еколошките услови, што одговара на нашите резултати, кои се однесуваат на елата од СР Македонија и Северна Грција.

FRANCO (1950) проучувајќи ја систематската припадност на елите во Португалија во парковите и арборетумите утврдил дека морфолошките и анатомските особини на игличките се менливи по височината на круната. Во однос на јачината на хиподермисот и положбата на смолните акнали, нашите резултати се исти или приближни со тие на Franco што се однесуваат на *A. alba* и *A. cephalonica*.

ДЕБЕЛИНА НА ЕПИДЕРМИСОТ И ХИПОДЕРМИСОТ

Како површински заштитни ткива се епидермисот и хиподермисот. Нивната вкупна дебелина зависи од височината на епидермалните, хиподермалните клетки и дебелината на кутикулата. Мерењата се вршени на 6 места по обимот на игличките — таму каде што имаше хиподермис, а резултатите се прикажани во три зони; лице, опачина и рабови на игличките. На лицето е опфатен еден слой на хиподермис, во рабовите 1—3, ретко 4, а на опачината 1—4 слоја. Вкупната дебелина на овие ткива се намалува од врвните кон игличките од долните граници на круната, табела 7. Тоа е како последица на намалувањето на височината на епидермалните клетки, дебелината на кутикулата и слоеви хиподермис. Најголеми се вредностите во дебелината на овие ткива кај *Abies cephalonica*, а најмали кај *A. alba*, таб. 7. Елата во СР Македонија е иста со елата од Северна Грција и нивните популации стojат меѓу грчката и средноевропската ела (*A. alba*).

ТАБ. 7. ВКУПНА ДЕБЕЛИНА НА ЕПИДЕРМИСОТ И ХИПОДЕРМИСОТ
ВО МИКРОНИ

	Л и ц е	Р а б о в и	Опачинд
Врвни гранки:			
A. cephalonica	55—67 (75—90)	67—88 (104)	65—103 (113)
ела од Олимп	48—50 (65)	40—65 (75)	40—75 (90)
„ Вермион	38—50 (55)	38—63 (75)	40—75 (88)
„ CPM	{35} 38—50 (55)	38—63 {75}	38—75 /88/
A. alba	31—48	36—60 {72}	36—62 {72}
Најдолгни гранки:			
A. cephalonica	38—50 (75)	50—75 (88) /49/	50—75 (85)
ела од Олимп	38—45	38—50 (63)	38—50 /75/
„ Вермион	34—40	38—50 (58)	34—45 (63)
„ CPM	34—40	38—50 (55)	34—45 (63)
A. alba	30—38	34—48 {53}	31—45 {60}

ДОБРИНОВ и ГАГОВ (1981) испитувајќи ги елите во Бугарија заведуваат дека дебелината на епидермисот и хиподермисот кај *Abies alba* var. *acutifolia* изнесува во просек 61,3 микрони, а кај гипичната *A. alba* е потенок, но, не напоменуваат за која страна и тип иглички-дел на круна-тоа се однесува. Нашите резултати и зо максималните вредности, со исклучок кај *A. cephalonica*, се јомали по целиот обим кај игличките од долните гранки.. Вака дебели заштитни ткива ние најдовме само на опачината на игличките од врвните гранки кај леата во СР Македонија и Северна Грција. Нормално овие иглички од *A. cephalonica* имаат подебели заштитни ткива по целиот обим.

ПАЛИСАДЕН ПАРЕНХИМ ИЛИ ПАЛИСАДНО ТКИВО

Кај родот *Abies* игличките се дорзивентрални, затоа асимилацијоното ткиво е јасно диференцирано, по локација и морфологија, на палисаден и сунѓерест паренхим и не може да се најде борани паренхим, како што го означува ПОПНИКОЛА (1974).

Јачината на палисадниот паренхим може да се изрази на два начина: SCHRAM, според TAUBERT et al, ја споредува површината на сунѓерестиот спрема палисадниот паренхим и на тој начин ѝ добива мезофил-кофициентот по кого заклучува за јачината ја ова ткиво. G. B-v (1893) и TAUBERT со соработниците (1926) ја јачината на палисадното ткиво судат според бројот на слоевите што ги има на лицето и опачината на игличките. Ние го приложивме овој начин. Резултатите на Taubert се идентични на нашите наоди, т.е. слоевите на ова ткиво се намалуваат кај игличките од врвните кон долните гранки на круната. Палисадно ткиво

има и на опачината на игличките, под нерватурата. Кај игличките од погорната половина на круната ова ткиво се наоѓа и бочно од нервот меѓу редовите од стоми, но само во еден ред распоредено. На лицето и под нервот на опачината, слоевите секогаш јасно не се разликуваат. На места, каде што клетките се долги, распоредени се во 1—2 реда, а таму каде тешко се куси има 3—4 реда палисадни клетки. Покуси се клетките над и под спроводните снопчиња. Од игличките на долните, осенчени, гранки кон врвните осветлени, слоевите на палисадното ткиво се наголемуваат, табела 8.

ТАБ. 8. СЛОЕВИ НА ПАЛИСАДЕН ПАРЕНХИМ ПО ДЕЛОВИ НА КРУНАТА

Дел на круната:	Врв	Гор, полов,	Среде	Долэ
Лице на игличките:				
над снопчиња	2—3 (4)	2—3	2 (3)	1—2
бочно од снопч.	2—3	2—3	2	1 (2)
Опачина на игличките:				
под снопчиња	2—3 (4)	2—3	2 (3)	1—2

По јачината на ова ткиво не може да се диференцираат видовите ели меѓу себе. Според тоа, палисадното ткиво служи само за диференцирање на типовите иглички по осветленост, односно висински делови на круната.

ЖЛЕЗДЕНО ТКИВО ИЛИ СМОЛНИ КАНАЛИ

Лоцираноста на смолните канали во игличките сметано е, со мали исклучоци, за константна особина и како таква сигурна за определување на елите (MEYER, KOEHNNE, VAN TIEGHEM, според Taubert et al, G. B-v и др.). Цитирани автори и TAUBERT et al, а во поново време FRANCO, BAZGOTIS, СТЕФАНОВ и ГАНЧЕВ 1958, ЈОВАНОВИЌ 1961) јасно нагласуваат дека кај *Abies alba*, *A. cephalonica*, *A. nordmaniana* и *A. firma* локацијата на смолните канали е варијабилна и несигурен показател за определување на овие ели. Положбата на смолните канали го изразува светлосниот карактер на игличките (TAUBERT et al). Според овие автори кај младите иглички независно од колкава старост на стеблота да потекнуваат, смолните канали им се наоѓаат на долната страна, кон работите, допрени до епидермисот. Кај старите осветлени иглички смолните канали се наоѓаат бочно од спроводните снопчиња — кон работите и од сите страни се опфатени со аси-

милациски паренхим. Нашите испитувања, главно, ги потврдуваат наводите на некои од цитираните автори. Ние не можеме да се сложиме со некои од наведените причини што ја условуваат положбата на смолните канали, на пример осветленост и сатрост на игличките. Имено кај стари и осветлени иглички од фертилни гранки во горниот дел на круната, смолните канали, иако ретко кај елата во СР Македонија, а често кај *A. cephalonica*, имаат субмаргинална опложба — се допираат до хиподермисот. Кај осветлените иглички од стерилните гранки од средниот дел на круната смолните канали заземаат различна положба: целосно се обвикани со паренхим, се допираат до хиподермисот или епидермисот од долната страна на игличките. Од средината кон долниот дел на круната преовладуваат случаите кога каналите се до хиподермисот (субмаргинална положба) или епидермисот (маргинална положба), слика 6, а кон врвните гранки преовладува централната положба — смолните канали целосно се опфатени со паренхим, слика 6б Освен тоа, двата смолни канали од иста игличка може да заземаат различна положба. Според тоа, на лоцираноста на смолните канали немаат влијание само староста и надворешните услови. Секако, причините треба да се бараат во генетските фактори и еволутивниот развиток на смолните канали, во смисла на заземање дефинитивна положба.

MATTFIELD (1930) потенцира дека *Abies alba*, *A. cephalonica* и *A. borisii regis* се настанати со географска и еколошка изолација од иста заедничка форма на ела, која била распространета во Терциер. Бидејќи положбата на смолните канали кај овие ели е променлива, се наметнува претпоставката дека и изходната форма — нивниот прародител ја имал истата особина.

Според FERRE (1941) смолните канали еволуирале до толку повеќе колку се поблизу до епидермисот. Бидејќи кај долните иглички каналите се наоѓаат претежно до епидермисот, ако еволуцијата корелативно се одразила во позитивна смисла и на другите ткива, овие иглички би биле еволутивно најмлади и како такви најусовршени. Тоа би била уште една потврда дека низ историскиот развиток на елите најмногу дивергирале гиличките на долните гранки, а со тоа станале маркантен и сигурен таксономски белег.

По положбата на смолните канали, елите што ги испитуваме меѓусебе не се разликуваат, посебно кај игличките од горната половина на круната. По смолните канали од игличките на долните гранки постои мала, но не сосема сигурна разлика меѓу *A. alba* и *A. cephalonica*. Имено, кај *A. alba* смолните канали се до епидермисот, ретко лежат целосно во паренхимот, а многу ретко се до хиподермисот. Ова е последица на слабата развиеност на хи-

подермисот кај оваа ела. Кај *A. cephalonica* смолните канали се скоро секогаш до хиподермисот (субмаргинални), а многу ретко во паренхимот (централни). И по широчината-дијаметарот на смолните канали не постои сигурна разлика меѓу елите. Сумата на сите мерења само индицира извесна мала разлика во екстремните вредности. Така крајните вредности кај *A. alba* се поголеми отколку кај *A. cephalonica*, што не значи дека нема смолни канали со иста, поголема или помала широчина. Истото важи и за елата во Македонија, иако нејзините смолни канали по широчината се наоѓаат меѓу грчката и средноевропската ела, табела 9.

ТАБ. 9. ШИРОЧИНА НА СМОЛНИТЕ КАНАЛИ ВО МИКРОНИ

Д е л о в и н е к р у н а т а				
	Врв	Горна половина	Среде	Доле
<i>A. cephalonica</i>	35—150	35—145	20—140	20—135
ела во СР Македонија	45—190	40—187	29—170	30—150
<i>A. alba</i>	50—205	42—195	35—182	30—160

ТРАНСФУЗИОНО ТКИВО

Ова ткиво ги опкружува спроводните елементи. Од асимилацијскиот паренхим е разделено со ендодермисот, слика 5 под 1. Се состои од два типа клетки (РАЗДОРСКИЈ (1949): живи паренхимски клетки и мртви трахеидални клетки со опшанчени пора. Трахеидалните клетки распоредени се во повеќе редови под сите тестите цевки, а во помал број се над трахеидите и меѓу снопчињата, слика 5 под 5. Паренхимските клетки или албуминозен паренхим богати се со органски материји и кристали, а најмногу ги има бочно од спроводните снопчиња. Редови од овие клетки се наоѓаат и меѓу спроводните елементи, а често пати и меѓу снопчињата. Функцијата на трансфузионото ткиво е да посредува во пренесувањето на хранливите материји меѓу мезофилот и спроводните елементи (Раздорскиј).

TAUBERT et al наведуваат дека со височината на круната од каде што се земени игличките се зголемува површината на спроводното ткиво. Ако авторот мисли и на трансфузионото ткиво, нашите резултати во целост се сложуваат со неговата констатација. Имено, од долниот кон врвниот дел на круната слоевите (јачината) на ова ткиво се наголемуваат, табела 10.

Разликата меѓу елите во јачината на трансфузионото ткиво кај соодветните иглички е минимална, табела 10. Само врз основа на оваа карактеристика тешко, скоро е неможно, да се диференцираат елите, до толку повеќе што има стебла, во не мал број, кои воопшто меѓу себе не се разликуваат.

ТАБ. 10. СЛОЕВИ НА ТРАНСФУЗИСКО ТКИВО

Ела	Врв на круна		Гор. половина		Среден дел		Долен дел	
	над ксилем	под флоем	над ксилем	под флоем	над ксил.	по флоем	над ксил.	под флоем
A. cephalonica	2—4	5—8 /9/	2—4	5—8	2—3	3—7	1—3	3—5
од СР Македонија	2—3	5—7 (8)	2—3 /4/	4—6	1—3	3—6	1—2	3—4
A. alba	2—3	4—7	2—3	4—6	1—2	3—5	1—2	3—4

Од изнесените резултати, посебно на ткивата што имаат таксономско значење, јасно се гледа дека популациите од ела во СР Македонија се разликуваат повеќе или помалку од грчката ела (A. cephalonica) и средноевропската ела (A. alba).

Елата од СР Македонија е наполно иста или многу поблиска до популациите од ела на планините Олимп и Вермион во Северна Грција.

Според испитувањата на MATTFIELD (1930) на споменативе и други планини во Северна и Средна Грција распространета е *Abies borisii regis* и A. alba. A. borisii regis застапена е со поголем број форми, кои по особините се поблиску до A. cephalonica или до A. alba во зависност од географската положба на планинскиот масив и надморската височина на популацијата, односно еловите состоини. Бидејќи елата во СР Македонија по особините на испитуваните ткива од игличките е иста или најблиска ос елата од Олимп и Вермион, во таксономски поглед ја идентификуваме со елата од овие планини, односно како *Abies borisii regis Mattfeld*.

ЗАКЛУЧОК

Особините на хистолошките целини на игличките од *Abies alba* Mill. A. cephalonica Loud. и A. borisii regis Mattf. се променливи во зависност од делот на круната од каде што потекнува материјалот и староста на игличките. Затоа при испитувањата треба да се земаат иглички од ист или приближно ист регион на круната старост на стеблата и игличките.

Од игличките на најдолните гранки кон тие од врвот на круната се зголемува: дебелината на кутикулата, апсолутните вредности на дебелината на надворешната мембра на височината на луменот на епидермалните клетки, широчината и височината на овие клетки, како и јачината на хиподермисот, трансфузионото, спроводното и палисадното ткиво. Со должината на епидермалните клетки, бројот на редовите стоми во лента (пруга) и со густината на стомите на mm^2 е обратно, односно се намалува од врвот кон базалниот дел на круната.

Кај ист тип иглички широчината на епидермалните клетки е поголема за 10—30% во однос на височината.

Положбата на смолните канали кај игличките од долната половина на круната, а посебно кај тие од долните гранки, претежно е до епидермисот (маргинална) кај *A. alba*, до хиподермисот (субмаргинална) кај *A. cephalonica* и кај *A. borisii regis* и елата од Македонија маргинална и субмаргинална. Кај игличките од горниот регион на круната смолните канали кај *A. alba*, *A. borisii regis* и елата од Македонија заземаат претежно медијална положба, а кај *A. cephalonica* субмаргинална и медијална.

Димензиите на епидермалните клетки, дебелината на кутикулата, димензиите и длабочината на стомите најголеми вредности имаат кај *A. cephalonica*, а најмали кај *A. alba*. Кај *A. borisii regis* и елата во Македонија заземаат средна положба меѓу *A. alba* и *A. cephalonica* (таб. 1—5). Густината или бројот на стомите на mm^2 и бројот на редови стоми во лента најголем е кај *A. alba* а најмал кај *A. cephalonica*. И по овие особини *A. borisii regis* и елата од Македонија заземаат средна положба (таб. 5).

Хиподермисот најсилно е развиен кај игличките од *A. cephalonica*, а најслабо кај *A. alba*. Кај елата од Македонија е средно развиен, односно поблиску е до *A. cephalonica* или *A. alba*, во зависност од популацијата (таб. 6).

Височината на хиподермалните клетки, дебелината на нивниот ѕид, бројот и распоредот на склеренхимските клетки во зоната на спроводните спончиња не зависат од видот на елата и од регионот на круната во кои се наоѓаат игличките.

Редоследот на ткивата што имаат значајна таксономска редност за диференцирање на елите врз основа на структурата на игличките е како што следува: јачина (слоеви) на хиподермис, големина (димензии) на епидермалните клетки, густина (број) стоми на mm^2 . Широчината и положбата на смолните канали индицираат мали разлики меѓу елите кои се поуочливи само кај игличките од најдолните гранки.

Врз база на изучените ткива од игличките елата од СР Македонија, опвеке или помалку, јасно се разликува од *A. alba* и *A. cephalonica*. Елата во Македонија е наполно иста или многу поблиска со *Abies borisii regis* (*A. alba* var. *acutifolia* Turr.) од планината Олимп и Вермион од Северна Грција. Според тоа, елата од СР Македонија во таксономски поглед припаѓа на *Abies borisii regis* Mattf.

ЛИТЕРАТУРА

- DAZIOTIS, K.: Рловите шуми во Грција. 1956, Солун.
- ДОБРИНОВ, И. и ГАГОВ, В.: Распространение и њакои морфо-анатомски и биолонки особини на елата (*Abies alba* Mill. var. *acutifolia* Turrill) у нас. VLTI, Т. XXVI, серија Горско стопанство, 1981, Софија
- ЕМ, Х.: Распространетост на елата (*Abies alba* Mill.) во НР Македонија. Шумарски преглед, бр. 6, 1961, Скопје
- ЕМ, Х.: За шумите на ела во Македонија. Год. збор. на Зем.-шум. фак. 1974, Скопје

- FERRÈ, Y. M.: La place des canaux résinifères dans les leuilles des Abietinès.
Travo Lab. Foret., T. 81, 1941, Toulouse
- FEUSTEL, H.: Anatomie und Biologie der Gymnosperblätter. Botanisch. Cen-
tarblad, T. 38, Abt. 2, 1921
- FRANCO, J. do A.: Abietos. Anai do Instiuto de Agronomia, Vol. XVII, 1950,
Lisaboa
- FUKAREK, P.: Die Tannen und die Taneenwälder Balkanhalbinsel. Schwei-
zer. zeitschrift für fortswesen, Jurnal firestier suisse, N. 9/10, 1962,
Zürich
- G. B-v: Prilozi za sistematicu Conifera na temelju anatomske strukture
listova. Šumarski list, 1893, Zagreb
- ГУДЕСКИ, А.: Морфолошки и анатомски карактеристики значајни за таксо-
номијата на *Abies alba* Mill. и *A. cephalonica* Loud.. дисертат. бра-
нета 1965 на Природ.-математ. фак., Скопје (-манускрипт)
- ГУДЕСКИ, А.: Стоми и епидермални клетки во различни делови на кру-
ната кай елата (*Abies alba* Mill.). Год. збор. на Зем-шум. фак., Т. 22,
1969, Скопје
- GUINIER, P., MAIRE, R.: Quelques variations des caractéres histologiques
de la feulles des *Abies*. Bullet. de la Soc. Botan. de France, 1906—1908,
Paris
- КОШАНИН, Н.: Четинари јужне Србије. Глас. Скопског научног друштва,
Т. I, свеска 1, 1925, Скопје
- KUЩАН, F. i Klapka, B.: Eine sonderbarer Tannenwäld auf dem Biokovo
in Dalmatien. Informat. Botanicae 3, facultates Pharmaceutico-Biach.
1964, Zagreb
- LINDTNER: Notizen zür flora Sudserbien. Glasnik скопског науч. друштва,
T. 16, свес. 6, 1938, Скопје
- MAHLERT, A.: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der
Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltoffnuhgens-Apa-
rates. Bot. Cbl., T. —IV, 1883
- MATTFELD, J.: Über Hybridogene sippen der Tannen. Biblioteka Botanika,
1930, Stuttgart
- NEUWIRTH, G., NAUMOV, D., GARELKOV, V., KLEMM, M., NAUMOV, S.,
KELKOV, V.: Ökologisch-physiologisch Untersuchungen in Waldbes-
tänden Westbulgariens. Archiv für Forstösen, DDR Deutsch. Academ.,
Bd. 15, heft. 4, 1966 Berlin
- PANETSOS, C. P.: Monograph of *Abies cephalonica* Loud.. Annales fo-
restales 7/1, 1975, Zagreb
- ПОПНИКОЛА, Н.: Варијабилност четина јеле (*Abies alba* Mill) у природ-
ним популацијама СР Македоније. Шумарство 5—6, 1974, Београд
- ПОПНИКОЛА, Н.: Анатомски карактеристики на игличките од ела (*A. alba*
Mill.) како можен метод за проучување на диференцираноста на кло-
новите во семенски плантажи. Год. збор на Шум. фак., Г. 29, 1980,
Скопје
- РАЗДОРСКИЈ, В.: Анатомија растениј. 1949, Москва
- СВЕШНИКОВА, И. И.: К методике исследованија епидермиса и кутикул ис-
копаемих и современих хвојних. Бот. журнал, Том XL, бр. 4.
- TAUBERT, F., THARAND i SACHSON: Beiträge zur äusseren und inneren
Morphologie der Licht und Schattenadeln bei der gatung *Abies*.
Juss. Mitteilung. d. Deutsch. Dendr. Ges. II, 1926

- TURRILL, B., W.: Notes on the flora of the Balkan Peninsula. Bulletin of
Miscellaneous Informat., Royal Bot. Gard., Kew., 1925
- CHAMBERLAIN, K.: Mikrotehnika. Chicago (превод 1921, Zagreb)
- ЧЕРЊАВСКИ, П.: Прилог за флористичко познавање шире околине Охрид-
ског језера. Охридски зборник, књига 35 св. 2, 1943, Београд
- ЗАЛЕНСКИЈ, В. Р.: Материјали к количественој анатомији, карличних листјев
одних и тех же растениј. Јзв. Киевск. политехн. инст., Т. IV, 1904

Summary

ANATOMICAL CHARACTERS OF NEEDLES IN SOME POPULATIONS OF BALKAN FIRS AS A METOD FOR THEIR TAXONOMIC DIFFERENTIATION

A. Gudeski

The structure of needle tissues of autochthonous firs in Macedonia, Yugoslavia, was compared with that in natural populations of *Abies alba* Mill. in two other Yugoslav republics, Slovenia and Croatia, as well as with autochthonous *A. cephalonica* Loud. and *A. borisii regis* Mattf. (*A. alba* var. *acutifolia* Turr.) from Greece. In each population 5 year old needles on both fertile and sterile branches, taken from 2—4 various zones of the crown of 10—30 adult trees, were analyzed.

The results are shown on Tables 1—9 and can be summarized as follows:

The characters of needle tissues vary according to their age and the part of the crown on which they grow.

The thickness of the cuticle, the absolute values of the thickness of the outer wall as well as the height of the lumen of epidermal cells, the breadth and height of those cells, the dimensions and depth of the stomata, the diameter of resin ducts, the thickness of the hypoderm, trans-fusion, vascular and palisade tissues in needles increases from the lowest to the highest branches of the crown. On the other hand, the length of epidermal cells, the number of rows of stomata in lines and the number of stomata per mm² increases from the lowest to the highest part of the crown.

In the same type of needles the breadth of epidermal celles is larger than their height by 10—30%.

The position of resin ducts in needles in the lower part of the crown, particularly in the lowest branches is mainly near to the epidermis (marginal) in *A. alba*, near to the hypoderm (submarginal) in *A. cephalonica*, whilst it is submarginal and medial in *A. borisii regis* and the Macedonian fir. In the needles in the uper part of the crown, resin ducts in *A. alba*, *A. borisii regis* and in the fir Macedonia are mostly in medial position and in *A. cephalonica* in submarginal and medial.

The dimension of epidermal cells, the thickness of the cuticle and the dimension and depth of the stomata have the largest values in *A. cephalonica* and the smallest in *A. alba*. In *A. borisii regis* and Mace-

donian fir they take a middle position between *A. alba* and *A. cephalonica*. The density (number per mm²) of stomata and the number of rows of stomata in lines are largest in *A. alba* and smalles in *A. cephalonica*, whilst he values in *A. borisii regis* and Macedonian fir are in between.

The hypoderm is best developed in needles of *A. cephalonica* and the least in *A. alba*. In Macedonian fir it is, according to the population, either nearer to *A. cephalonica* or to *A. alba*.

The height of hypoderm cells, the thickness of their walls as well as the number disposition of sclerenchyma cells in the zone of vascular bundles are not in correlation with the species of fir or with the part of the crown from where the needles were taken.

The taxonomic importance of characters of needle tissues for the differentiation of fir species is, in decreasing order: the thickness of the hypoderm the size of epidermal cells, the number of stomata per mm² and their depth. The breadth and position of resin ducts indicate some difference between fir species, but are observable only in needles of the lower part of the crown.

On the basis of needle tissue characters, as shown in Tables 1—7 and 9, the populations of fir in Macedonia differt more or less clearly from those of *A. alba* and *A. cephalonica*, bur are quite identical or very similar to those of *A. borisii regis* from Mts. Olympus and Vermion in northern Greece. Therefore, Macedonian fir belongs taxonomically to *Abies borisii regis* Mattf.