

Ekol. Zašt. Život. Sred.	Tom 8	Broj N ^o 1-2	str. p-p 47-54	Skopje 2002/03
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Tom	N ^o	p-p	Skopje

UDK: 582.475.4: 504.054(497.7)
originalen nau-en trud

GUSTI NA, DIMENZI I I DLABO[^]I NA NA STOMI TE KAJ I GLI[^]KI NA *Pinus nigra* VO ZAGADENA I[^]I STA[^] @I VOTNA SREDI NA

Sa{ ko JORDANOV¹ i Atanas GUESKI²

¹⁾ *Mi ni st erst vo za ` i vot na sredi na i prost orno pl ani rawe, Sl u ` ba za ` i vot na sredi na, Drezdenska br. 52, 1000 Skopje, R. Makedoni ja*

²⁾ *[umarski f akul t et , Aleksandar Makedonski bb. P. f ax 235 1000 Skopje, R. Makedoni ja*

I ZVOD

Jordanov, S. i Gudeski A. (2002/03). Gusti na, di menzi i i dlabo~i na na stomi te kaj i gli ~ki na *Pinus nigra* vo zagadena i ~i sta ` i votna sredi na. Ekol. Za{ t. @i vot. Sred. Tom 8, Br. 1-2, Skopje.

I stra ` uvawata bea real i zi rani vo 1993 godi na na dve godi { ni i gli ~ki od *Pinus nigra* Arn. (crn bor) od zagadeni sredi ni (Aerodrom, ^ ai r i Panorama-Skopje) i ~i sti ` i votni sredi ni (Treska, Gol ak i Abl ani ca). Vo trudot se prezenti rani podatoci te od anal i zata na stomi ni ot aparat od l i ceto i opa~i nata na i gli ~ki te od crni ot bor. Za anal i za na stomi ni ot aparat napraveni se pol utrajni gli i ceri nski preparati. Brojnosta na stomi te na mm², ni vni te di menzi i vo im se prou-uvani na nadol ` en preseki (maceri ran), dodeka dlabo~i nata vo im na popre~en preseki. Anal i zi rani se preparati na zgol emuvawa od 50x do 1000x, prave ni po standardni metodi.

Klu~ni zborovi: *Pinus nigra*, i gli ~ki, stomi, gusti na, dol ` i na, { i ri na, dlabo~i na, zagadena sredi na, ~i sta sredi na.

ABSTRACT

Jordanov, S. & Gudeski, A. (2002/03). Density, dimensions and depth of stomata in the needles of *Pinus nigra* in polluted and in clean environment. Ekol. Zašt. Život. Sred. Vol. 8, No. 1-2, Skopje.

The research was conducted in 1993, on 2 years old needles of the *Pinus nigra* Arn. (black pine) in polluted areas (Aerodrom, Cair and Panorama, Skopje, Republic of Macedonia) and clean environment areas (Treska, Golak and Ablanica). The work presents the data of the analysis of the stomatal apparatus on the face and back side of the needles. For the purpose of the stomatal apparatus analysis, semi-permanent glycerine slides were made of the face and back side of the needles. The number of stomata per mm² and their dimensions in im were studied on length section (macerated), while the depth of stomata in im on a cross section. Slides were analysed on enlargements of 50-1000x prepared according to the standard methods.

Key words: *Pinus nigra*, needles, stomata, density, length, width, depth, polluted environment, clean environment.

Voved

Vo posledni te deceni i od dvaeseti ot vek so tehni ~ko-tehnolo{ kata ekspanzija, intenzivni ot razvoj na soobra}ajot i urbani zacijata, zagaduvaweto na `i votnata sredi na predizvikanoo antropogenoto dejstvo stanuvazna~aen i seriozen problem vo svetski ramki.

Zagaduvaweto na atmosferiski ot vozduh negativno vlijae na rasti telni ot svet. Efekte te na aerogaduvaweto, osobeno na SO₂ vrz rastenijata se pogol emi pri visokavla`nost na vozduhot, zgol emen intenzitet na svetlina i prisustvo na drugi polutanti vo atmosferata. Spored Dässler (1976) pri otvorenost na stomite i prisustvo na svetlina SO₂ e asimilacionen retardant koj ja naru{ uva fotosintezata. SO₂ predizvikuva naru{ uvawe vo funkcioni raweto na stomi ot aparat. Koncentracija od 0,1-0,5 ppm inducira otvarawe na stomite. SO₂ predizvikuva otvarawe na stomite vo mrak, a toa doveduva do naru{ uvawe na dnevno-no}ni ot ritam na otvarawe i zatvarawe na stomite, vodni otbilansi razmenata na materiete so nadvore{ nata sredi na.

SO₂ i ~adot predizvikuvaat odredeni naru{ uvawana bi ohemisko-fiziolo{ki te procesi i anatomsko-morfolo{kata gradba na rasti telni te organi. ^adot vlijae i nhi bi ra~ki na svetlata faza na fotosintezata so namal uvaweto na prodorot na svetlina, a so toa ja i nhi bi rasintezata na hl orofilot-a. Spored podatocite na Jordanov et al. (1997) kaj crni ot bor od urbani ot del na gradot Skopje, karotenoidi te se dobri i ndi katori za stepenot na atmosfernoto zagaduvawe so ~ad.

Spored podatocite na Caiazza & Quinn (1980) citat na Dimitriva & Ninova (1994), brojot na stomite na mm² kaj nekoi rasti telni vidovi e dobar pokazatel za zagaduvaweto na `i votnata sredi na.

Vo ponovo vreme istra`uvawata koi se odnesuvaat na vlijani eto na zagadeni ot vozduh vrz anatomsko-morfolo{kata struktura kaj poedini rasti telni vidovi od urbani sredi ni se vr{ eni od Kosev & ^akalova (1992), Kosev & Ninova (1994), Dimitriva & Ninova (1994), Kosev (1994) i dr.

Vo Makedonija istra`uvawana na stomi ot aparat na crni ot bor od ~ista sredi na se vr{ eni od Gudeski i sor. (1978), Gudeski i Stamenkov (1991) i Xingov i Gudeski (1993).

Materijal i metodi

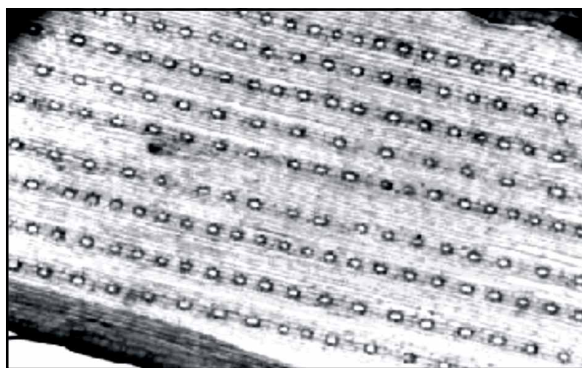
Istra`uvawata bea vr{ eni na dvegodini igli~ki od *Pinus nigra* Arn. (crn bor) vo 1993 godina od mernite to~ki: Aerodrom, ^air i Panorama-urbani delovi od gradot Skopje koi se odlukuvaat so visok stepen na atmosferno zagaduvawe so SO₂ i ~ad. Kako lokaliteti od ~ista sredi na bea zemeni: Treska - 15 km odale~ena od Skopje, Golak - Del~evsko i Ablanica - Berovsko, locirani vo isto~ni ot del na {ata zemja, na nadmorska visina od 900-1500 m.

Za analiza na stomi ot aparat praveni se polutrajni gli cerinski preparati od popre~en preseki, od vtorata tretina od dol`inata na 5-7 igli~ki od steblo. Presecite se praveni so ra~enmi krotom vo debelina od 15-25 im.

Nadol`nite preseki se praveni od isti ot del na igli~kite, pri {to igli~kite se se~eni nadol`no po nivnite rabovi, a polovnikite (licei opa~ina) se macerirani po [ulcova metoda na peso~na greaka. Vo epruveti se stava 2-4 ml 8% HNO₃ i deseti na zrnca Bertol etova sol - KClO₃, potoa se zagreva se dodeka materijal ot neomekne i sne`no obeli, {to e znak deka subepidermalni te tki val esno }e se otstranat-oddelat od epidermisot so ne`no ~et~e.

Dl abo~inata na stomite e prou~uvana na preparati od popre~en preseki. Broj na redovi na stomi, gustinata na stomi na mm² i nivnite dimenzii vo im se analizirani na nadol`en preseki (maceriran) od dvete strani na igli~kite (licei opa~ina).

Analizata na stomi ot aparat kaj igli~ki od crnot bor e izvr{ ena na polutrajni gli cerinski preparati. Presecite se oboeni so diferecijalna boja (safirani n), dodeka broewata i merewata se izvr{ eni so mikroskop „Reichert“ na zgol emuvawa od: 50, 100, 400 i 1000 pati. Analizata na stomi ot aparat na igli~ki od *Pinus nigra* e izvr{ ena na 7-8 mikroskopski preparati.



Sl. 1. Redovi i gusti na na stomi (50 x)
Fig. 1. Rows and density of stomata (50 x)

Analizirane te parametri se odredovani na 10 vidni poliva na sekoj mikroskopski preparat zaradi statisti~ka obrabotka na podatoci te.

Istra`uvawata se sprovedeni na lice (ramna) i na opa~i na (i spup~ena) strana na igli~ki od *Pinus nigra* bi deji ovoj drvenest vid e amf stomati ~en.

Rezultati i diskusija

Analiza na stomini ot aparat kaj igli~ki na *Pinus nigra*

Na mikroskopski preparati od povr{inski presek na igli~ki od *Pinus nigra* se zabe`eva deka stomini te kletki se opkru`eni so po 4 do 5, retko 6 pomo{ni kletki. Stomi te se rasporedeni vo pravolinijski nadol`ni redovi od dvete strani na ig-

li~ki te (Sl. 1).

Vo istra`uvani te merni to~ki kaj igli~ki na *Pinus nigra* na osnova prose~ni te vrednosti za brojot na redovi te na stomi te e utvrdeno deka na opa~i nata (i spup~enata strana), redovi te na stomi te se pobrojni vo sporedba so liceto (ramnata strana) na igli~ki te (Tab. 1).

Vo odnos na merni te to~ki koi se opfateni so istra`uvawata od Tab.1 se zabe`eva deka vo lokaliteti te od ~ista sredi na (Treska, Golak i Ablanica), brojot na redovi te na stomi na liceto na igli~ki te vari ra od 7-11 (prose~no 8,5-9,1), dodeka na opa~inata se dvi`i vo granici od 7-16 (prose~no 13,5-14,3).

Vo merni te to~ki od zagadena sredi na (Aerodrom, ^air i Panorama-Skopje) na liceto na igli~ki te od *Pinus nigra* brojot na redovi te na stomi vari ra od 7-10 (prose~no 8,1-8,4), dodeka na opa~inata se dvi`i od 10-16 (prose~no 11,4-12,9).

Istra`uvawata na Gudeski i sor. (1978) i Xingovi Gudeski (1993) kaj crni ot bor od ~isti sredi ni, poka`uvaat pomali vrednosti za redovi te od stomi na dvete strani od igli~ki te vo sporedba so na{ite naodi od zagadeni te i ~isti te lokaliteti.

Kaj *Pinus nigra* vo ispituvani te merni to~ki prose~no pogol ema gusti na, t.e. broj stomi na mm² i ma na liceto na igli~ki te.

Od Tab. 2 se zabe`eva deka vo lokaliteti te od zagadena sredi na, prose~no naj-

Tab. 1. Minimalni, maksimalni i prose~ni vrednosti na brojot na redovi na stomi na lice i opa~i na na igli~ki od *Pinus nigra*

Tab. 1. Minimum, maximum and average values of the number of stomata rows on the face and backside of *Pinus nigra* needles

Merna to~ka Location	Lice (ramna strana) Face (flat side)			Opa~i na (i spup~ena strana) Back side (convex side)		
	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average
Panorama	7	10	8,4	10	15	12,9
Aerodrom	8	10	8,3	11	16	12,4
^air	7	10	8,1	11	12	11,4
Zagadena sredi na Polluted environment	7	10	8,1-8,4	10	16	11,4-12,9
Treska	7	10	8,5	7	16	13,5
Golak	8	10	9,1	13	16	14,3
Ablanica	7	11	8,8	11	16	13,9
^ista sredi na Clean environment	7	11	8,5-9,1	7	16	13,5-14,3

Tab. 2. Mi ni mal ni , maks i mal ni i prose~ni vrednosti na broj na stomi na mm² na li ce i opa~i na na i gli ~ki od *Pinus nigra*

Tab. 2. Minimum, maximum and average values of the number of stomata per mm² on the face and back side of *Pinus nigra* needles

Merna to~ka Location	Li ce / Face			Opa~i na / Back side		
	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average
Panorama	51,8	83,5	68,0	46,1	80,6	62,8
Aerodrom	53,4	72,2	63,0	51,8	72,0	62,3
Čair	46,1	77,8	62,5	43,2	74,9	58,7
Zagadena sredi na Polluted environment	46,1	83,5	62,5-68,0	43,2	80,6	58,7-62,8
Treska	63,4	80,6	71,4	57,6	77,8	65,0
Golak	60,5	92,2	72,9	49,0	77,8	66,8
Ablanica	63,4	89,3	76,1	54,7	80,6	68,5
^ i sta sredi na Clean environment	60,5	92,2	71,4-76,1	49,0	80,6	65,0-68,5

mal broj na stomi (62,5 na mm²) na li ceto i (58,7 na mm²) na opa~i nata na i gli ~ki te e utvrdeno kaj crni ot bor od mernata to~ka ^ ai r. Prose~ni te vrednosti na brojot na stomi te od Aerodrom i Panorama vari raat od 63,0-68,0 na mm² na li ceto i od 62,3-62,8 na mm² na opa~i nata na i gli ~ki te.

Vo merni te to~ki od ~ista sredi na (Treska, Golak i Ablanica) na li ceto na i gli ~ki te, brojot na stomi te vari ra od 60,5-92,2 (vo prosek 71,4-76,1 na mm²), a na opa~i nata od 49,0-80,6 (prose~no 65,0-68,5 na mm²).

Sli~ni i stra` uvawa se real izi rani od Gudeski i sor. (1978). Vo ~isti sredi ni na dvete strani od i gli ~ki te na *Pinus ni-*

gra, brojot na stomi te se dvi ` i od 33-110 na mm², dodeka prose~ni te vrednosti vari raat od 68,2-73,4 na mm² na li ceto i od 62,7-69,7 na mm² na opa~i nata na i gli ~ki te. Vo na{ i te i stra` uvawa kaj *Pinus nigra* od ~isti te lokal i teti prose~ni te vrednosti za brojot na stomi te na mm² se relati vno bl i ski , a od zagadeni te lokal i teti se poni ski vo sporedba so vrednosti te dobi eni od i stra` uvawata na Gudeski i sor. (1978).

Vo i stra` uvawata na Kosev (1994) kaj li stovi od *Taxus baccata* vo usl ovi na atmos ferno zagaduvawe brojot na stomi te vari ral od 126,03-218,17 na mm². Spored Anti pov (1979) ci tat na Kosev (1994) ovoj rasti tel en vi de rezi stenten na vl i jani eto na

Tab. 3. Mi ni mal ni , maks i mal ni i prose~ni vrednosti na dol ` i na na stomi te vo μm na li ce i opa~i na na i gli ~ki od *Pinus nigra*

Tab. 3. Minimum, maximum and average values of the stomata length in μm on the face and the back side of *Pinus nigra* needles

Merna to~ka Location	Li ce / Face			Opa~i na / Back side		
	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average
Panorama	28,8	45,6	37,3	28,8	45,6	36,1
Aerodrom	28,8	43,2	37,4	31,2	43,2	36,3
Čair	33,6	45,6	39,8	33,6	45,6	39,6
Zagadena sredi na Polluted environment	28,8	45,6	37,3-39,8	28,8	45,6	36,1-39,6
Treska	28,8	40,8	33,3	28,8	45,6	35,9
Golak	28,8	45,6	35,7	28,8	43,2	35,9
Ablanica	31,2	43,2	35,2	28,8	43,2	35,8
^ i sta sredi na Clean environment	28,8	45,6	33,3-35,7	28,8	45,6	35,8-35,9

toksi ~ni te gasovi.

Vo Tab. 3 se da deni vrednosti za dol`i nata na stomi te na i gli ~ki od *Pinus nigra* na koja se zabel`uva deka vo ispi tuvani te merni to~ki, dol`i nata na stomi te na liceto i opa~i nata na i gli ~ki te e vari jabil na.

Vo merni te to~ki od zagadena sredi na na liceto i opa~i nata na i gli ~ki te dol`i nata na stomi te vari ra od 28,8-45,6 im. Prose~no najdol gi se stomi te kaj crni ot bor od lokal itetot`air (39,8 im) na liceto i (39,6 im) na opa~i nata na i gli ~ki te.

Kaj lokal iteti te od ~i sta sredi na skoro izedna~eni se vrednosti te za dol`i nata na stomi te od opa~i nata na i gli ~ki te, dodeka na liceto od i gli ~ki te prose~no najkusi stomi i ma crni ot bor od Treska (33,3 im), a najdol gi crni ot bor od Golak (35,7 im).

Spored podatoci te na Gudeski i sor. (1978) vo ~i sti sredi ni na liceto na i gli ~ki te od *Pinus nigra* dol`i nata na stomi te vari ral a od 22-47 im (vo prosek od 33,5-34,8 im).

[i ro~i nata na stomi te kaj *Pinus nigra* e da dena na Tab. 4 od koja se zabel`uva deka vo odnos na strani te na i gli ~ki te, { i ro~i nata prose~no e pogol ema na opa~i nata.

Kaj stebel ata od lokal iteti te od zagadena sredi na na liceto na i gli ~ki te ekstremni te vrednosti na { i ro~i nata na stomi te vari raat od 10,8-19,2 im, dodeka

prose~ni te od 14,3-15,2 im, a na opa~i nata od 12,0-20,4, prose~no 15,3-16,5 im. Stomi te se so najmal a prose~na { i ri na vo lokal itetot`air (14,3 im) na liceto i (15,3 im) na opa~i nata na i gli ~ki te. Prose~no naj { i roki se stomi te kaj crni ot bor od Panorama (15,2 im) na liceto i (16,5 im) na opa~i nata na i gli ~ki te.

Kaj stebel ata od lokal iteti od ~i sta sredi na, { i ri nata na stomi te vari ra od 10,8-20,4 im na liceto i od 12,0-21,6 im na opa~i nata na i gli ~ki te. Najni ska prose~na vrednost na { i ro~i nata i maat stomi te od Treska (15,3 im) na liceto i (16,5 im) na opa~i nata na i gli ~ki te. Najgol ema prose~na { i ro~i nata na stomi te na liceto na i gli ~ki te (16,4 im) se utvrdeni vo merna ta to~ka Ablanica, a na opa~i nata (16,8 im) vo Golak.

I stra`uvawa na { i ro~i nata na stomi te na i gli ~ki od *Pinus nigra* vo ~i sti sredi ni se vr`eni od Gudeski i sor. (1978), pri { to { i ri nata na stomi te na liceto na i gli ~ki te vari ral a od 6-22 (prose~no 13,2-14,0 im).

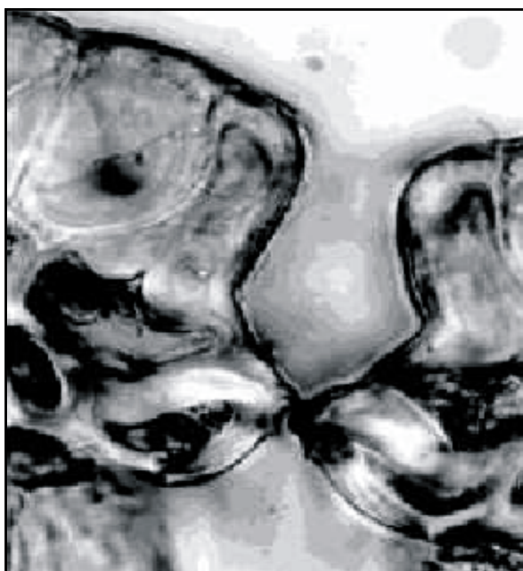
Vo vraska so dl abo~i nskata postavenost na stomi te vo odnos na epi dermi sot (Sl. 2) vo i gli ~ki na *Pinus nigra* na osnova prose~ni te vrednosti pri ka`ani vo Tab. 5, se zabel`uva deka vo pogl ed na strani te na i gli ~ki te, dl abo~i nata na stomi te e pogol ema na opa~i nata.

Od Tab. 5 se zabel`uva deka vo merni te to~ki od zagadena sredi na dl abo~i-

Tab. 4. Mi ni mal ni, maxi mal ni i prose~ni vrednosti na { i ro~i nata na stomi te vo im na lice i opa~i nata na i gli ~ki od *Pinus nigra*

Tab. 4. Minimum, maximum and average values of the stomata width in im on the face and the back side of *Pinus nigra* needles

Merna to~ka Location	Li ce / Face			Opa~i na / Back side		
	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average
Panorama	10,8	18,0	15,2	13,2	20,4	16,5
Aerodrom	10,8	18,0	15,1	12,0	20,4	15,5
Čair	12,0	19,2	14,3	12,0	19,2	15,3
Zagadena sredi na Polluted environment	10,8	19,2	14,3-15,2	12,0	20,4	15,3-16,5
Treska	10,8	19,2	15,3	12,0	19,2	16,5
Golak	12,0	20,4	15,6	12,0	21,6	16,8
Ablanica	14,4	18,0	16,4	13,2	20,4	16,6
^i sta sredi na Clean environment	10,8	20,4	15,3-16,4	12,0	21,6	16,5-16,8



Sl. 2. Popre~en presek - dlabo~ina na stoma (1000 h)

Fig. 2. Cross section - depth of stomata (1000 h)

nata na stomi te na liceto na igli~ki te vari ra od 26,4 im vo Aerodrom i Panorama do 43,2 im vo ^air, pri { to prose~no najpl i tko postaveni se stomi te kaj crni ot bor od Panorama (32,4 im), a najdl aboko vo ^air (35,9 im). Na opa~inata na igli~ki te dlabo~inata na stomi te vari ra od 31,2-50,4 im, dodeka prose~no najpl i tko se postaveni stomi te vo Panorama (37,6 im), a najdl aboko kaj crni ot bor od mernata to~ka ^air (40,3 im).

Tab. 5. Minimalni, maksimalni i prose~ni vrednosti na dlabo~ina na stomi te vo im na lice i opa~ina na igli~ki od *Pinus nigra*

Tab. 5. Minimum, maximum and average values of the stomata depth in im on the face and the back side of *Pinus nigra* needles

Merna to~ka Location	Lice / Face			Opa~ina / Back side		
	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average	mi n. min.	maks. max.	sr.vred. average
Panorama	26,4	40,8	32,4	31,2	50,4	37,6
Aerodrom	26,4	40,8	33,0	31,2	45,6	37,9
^air	28,8	43,2	35,9	36,0	48,0	40,3
Zagadena sredi na Polluted environment	26,4	43,2	32,4-35,9	31,2	50,4	37,6-40,3
Treska	26,4	50,4	32,2	28,8	52,8	35,9
Golak	33,6	43,2	37,7	36,0	52,8	43,0
Ablanica	31,2	40,8	35,4	31,2	45,6	39,6
^ista sredi na Clean environment	26,4	50,4	32,2-37,7	28,8	52,8	35,9-43,0

Na lice to na igli~ki te od crni ot bor od lokal iteti te od ~ista sredi na dlabo~inata na stomi te vari ra od 26,4-50,4 im. Prose~nata vrednost na dlabo~inata na stomi te e najmal a vo Treska (32,2 im), dodeka najgol ema e vo mernata to~ka Golak (37,7 im). I sto i na opa~inata na igli~ki te, prose~no najpl i tko se postaveni stomi te kaj crni ot bor od Treska (35,9 im), a najdl aboko vo mernata to~ka Golak (43,0 im), dodeka ekstremni te vrednosti vari raat od 28,8 - 52,8 im.

Zakl u~oci

Na osnova prose~ni te vrednosti od istra`uvawata na stomi ni ot aparat kaj igli~ki od *Pinus nigra* na lokal iteti od zagadena i ~ista `ivotna sredi na, mo`e da se donesat sl edni te zakl u~oci :

1. Redovi te na stomi na dve te strani od igli~ki te prose~no se pobroj ni kaj crni ot bor od ~ista sredi na.
2. Gusti nata na stomi te na mm² prose~no e pomal a na dve te strani od igli~ki te kaj crni ot bor od zagadena sredi na vo sporedba so ~ista sredi na.
3. Kaj crni ot bor od zagadena sredi na na dve te strani od igli~ki te dol `inata na stomi te prose~no e pogol ema vo sporedba so ~ista sre-

di na, { to verojatno e posledi ca od vlijani eto na ekolo{ ki te f aktori (svetlina, vla`nost na vozduhot i po~vata, temperatura, sostav na po~va i dr.).

4. [i ro~i nata na stomi te prose~no e pomala na dve te strani na igli ~ki te na crni ot bor od zagadena sredi na.
5. Za dl abo~i nata na stomi te od dve te strani na igli ~ki te, ne postoi odredena zakoni tost vo odnos na lokal i teti te od zagadena i ~ista sredi na.

Referenci

- Dässler, H.-G. (1976). Vli~ni e zagr~zneni i vozduha na rasti tel nost.
- Dimitriva, I. & Ninova, D. (1994), Histological changes in leaves of herbaceous plants in response to emissions of metallurgical industry. I. Epidermal analysis. Ann. Univ. „Sv. Kliment Ohridski“ Sofia, 2 - Botany, Vol. 85: 137-145.
- Gudeski, A., Stamenkov, M. i Gorgeva, M. (1978). Anatomiska gradba na igli ~ki te na crni ot bor vo submedi teranskoto podra~je na SR Makedoni ja kako osnova za negovata subtaksonomska pri padnost. God. 3bor. [umar. f ak. Kn. 28: 25-43.
- Gudeski, A. & Stamenkov, M. (1991). Subtaksonomska pri padnost na crni ot bor (*Pinus nigra* Arn.) vo SR Makedoni ja vrz osnova na anatomskata gradba na igli ~ki te. God. 3bor. [umar. f ak. Kn. 34: 3-27.
- Xingov, A. i Gudeski, A. (1993). Broj na stomi na mm² kaj taksoni te od crni ot bor (*Pinus nigra* Arn.) vo Republ i ka Makedoni ja. God. 3bor. [umar. f ak. Kn. 35: 25-35.
- Jordanov, S., Mul ev, M., Mel ovski, Q. i Derl i eva, L. (1997). Karotenoi di te vo igli ~ki na *Pinus nigra* kako bi oi ndi katori za stepenot na zagaduvaweto na atmosfer ski ot vozduh vo Skopje. Ekol. Za{ t. @i vot. Sred. Tom 5, br. 2: 85-92.
- Kosev, K. i ^akal ova, E. (1992). Struktur ni izmeneni ® na fotosinteti ~ni ® aparat na konski kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) pri gradski uslovi ®. God. Zbor. na Sof i Ÿski ® Uni versi tet „Sv. Kl i ment Ohri dski “ Kn.2 - Botani ka, Tom 82: 123-136
- Koev, K. & Ninova, D. (1994). Structural reactions of the leaves of ligneous species under the conditions of technogenic pollution. Ann. Univ. „Sv. Kliment Ohridski“ Sofia, 2 - Botany, Vol. 85: 125-135.
- Kosev K. (1994). Anatomic changes of the photosynthetic apparatus of jew (*Taxus Baccata* L.) under the conditions of atmospheric pollution in the city of Rouse (Bulgaria). Ann. Univ. „Sv. Kliment Ohridski“ Sofia, 2 - Botany, Vol. 85: 147-153.

DENSITY, DIMENSIONS AND DEPTH OF STOMATA IN THE NEEDLES OF *Pinus nigra* IN POLLUTED AND IN CLEAN ENVIRONMENT

S. JORDANOV¹ & A. GUDESKI²

¹⁾ *Ministry of Environment and Physical Planning, Agency of Environment, Skopje, R. Macedonia*

²⁾ *Faculty of Forestry, Skopje, R. Macedonia*

Summary

The investigation was conducted in 1993, on 2 years old needles of the *Pinus nigra* Arn. (black pine) in polluted areas (Aerodrom, Cair and Panorama, Skopje, Republic of Macedonia) and clean environment areas (Treska, Golak and Ablanica.). The work presents the data of the analysis of the stomatal apparatus on the face and back side of the needles.

The width and depth of stomata and the number of their rows on average are bigger on the back side (the convex side), and the density of stomata per mm² is bigger on the face (flat side) of the needles. The length of stomata in relation to the sides of the needles is variable.

In the case of the black pine from polluted areas, we found lower average values in rows of stomata, number of stomata per mm² and in the width of stomata, compared to the same parameters from the clean areas. The length of the stomata is an average bigger in polluted environment, while with regard to the stomata depth, no relationship between polluted and clean environment was established.