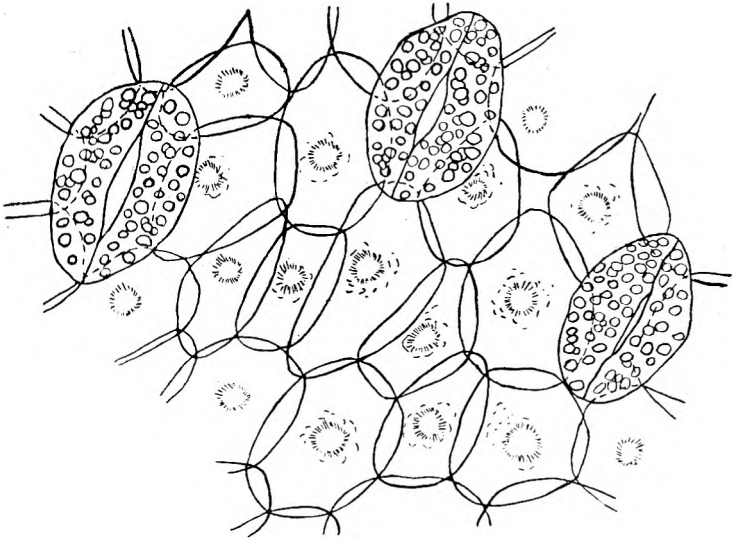


## SVIJETLA PJEGA NA LOTOSOVOM LISTU

sa 8 slika u tekstu i 1 tablom

U Botaničkom vrtu zagrebačkog univerziteta uzgaja se već duže od trideset godina u ribnjaku parka jedna odlika lotosa s bijelim cvijetovima, vođena pod vrtlarskim imenom *Nelumbium speciosum*. Taj je lotos uveo svojedobno u kulturu bivši vrtlarski inspektor Vitezslav Durchanek, ali je danas vrlo teško ustanoviti njegovu pravu provenijenciju. Kultura je lotosa u otvorenom ribnjaku uspjela i biljke su se vrlo dobro aklimatizirale. Zbog bujnosti rasta i cvata postao je lotos ne samo osobitim ukrasom Botaničkog vrta, nego i znamenitošću, jer se ubraja među najsjevernija mjesta, u kojima se taj lotos drži u slobodnoj kulturi. Plojke listova su pojedinačno i preko pola metra u promjeru, a cvijetovi i preko 20 centimetara, bijele su boje ali s nekim prijelaznim tonom u žućkasto. Peteljke su listova dugačke i preko 1 i pol metra. Prema opisu lotosa, koji nalazimo u djelu »F. Henkel, F. Rehneilt und L. Dittmann: Das Buch der Nympeaceen« i u vrtlarskom dijelu »Parey's Blumengärtneri« čitav habitus biljke ne odgovara azijskoj vrsti lotosa *Nelumbium speciosum* Wild (*Nelumbo nucifera* Grtn.), poznatom »svetom lotosovom cvijetu«, nego više američkoj vrsti lotosa *Nelumbium luteum* Willd. (*Nelumbo lutea* Pers.), koja je vrsta rasprostranjena u Sjevernoj Americi od 42. st. sj. šir., pa do ušća rijeke Magdalene u Kolumbiji. Listovi azijskog lotosa veliki su tek 18—35 cm. u promjeru, a imaju samo 7—15 tučkova u tobolcu, dok američki lotos ima kud i kamo veće listove, a broje kao i naš 25—35 tučkova u tobolcu. Osim toga napominje se za američki lotos kao naročita oznaka, da ima u sredini lista na mjestu, gdje završava peteljka svjetlo-žućkasto pjegu (»am Nabel mit gelbem Fleck«), dok za azijsku vrstu prema Parey-evom djelu ova pjega nije

istaknuta («am Stielansatz nicht gelb»)<sup>1</sup>. Wigand i Dener t u svojoj monografiji<sup>2</sup> ipak i za ovu azijsku vrstu opisuju u središtu štitastog lista na mjestu, gdje je prirasla peteljka lista neku okruglastu pjegu svijetle boje («die Ansatzstelle des Blattstiels ist auf der Oberseite durch einem rundlichen Fleck von hellerer Farbe angedeutet»), koju autori nazivaju »centralnom pjegom«. Autori ne govore o »žutoj« pjegi, kako se to opisuje za američku vrstu, pa se čini, da ta pjega



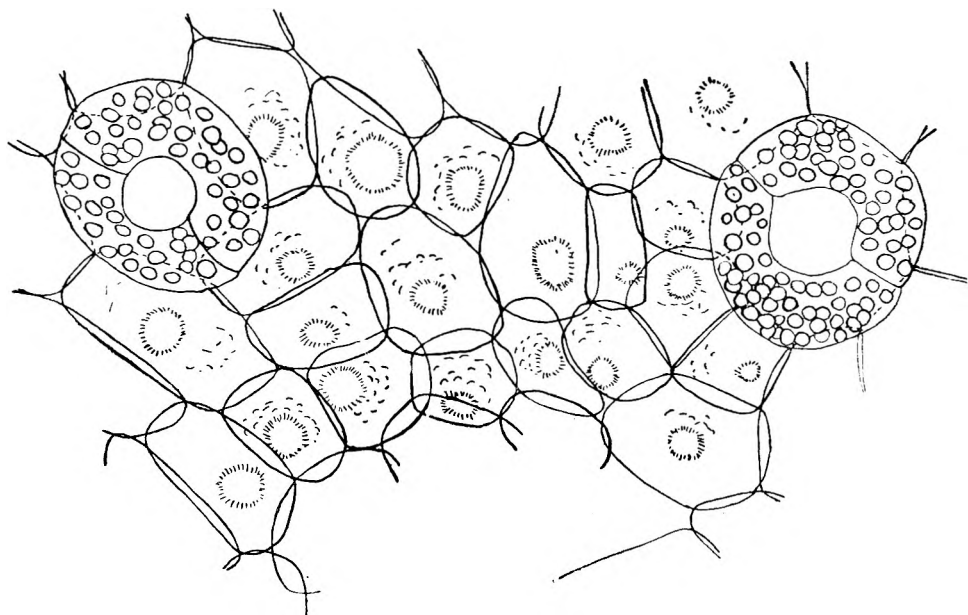
Sl. 1 Fig. 1

kod azijske vrste nije tako izrazita kao kod američke vrste, i stoga je još pitanje, da li ove dvije vrste imaju tu »centralnu pjegu« istoga intenziteta svjetloće i boje. Pa ako i ostavimo ovo pitanje za sada po strani, ta je pjega na listovima u našoj kulturi toliko vidljiva pojava, da pažljivom posmatraču kultura

<sup>1</sup> Umolili smo Direkciju Botaničkih vrtova u Kew kod Londona («Royal Botanic Gardens Kew») da nas izvijeste o toj razlici između vrste *Nelumbo lutea* i *N. speciosum* i dobili smo ovaj odgovor: »Unfortunately *Nelumbo lutea* is not in cultivation at Kew. It is, however, clear that its leaf has a yellow spot in the middle, while *N. nucifera* (*Nelumbium speciosum*) is smooth, bluish-green and without such a spot«. Uzimljemo priliku te i na ovom mjestu zahvaljujemo direkciji Kew-Gardens za ljubazno obavještenje.

<sup>2</sup> Wigand A. - Dener t A.: *Nelumbium speciosum* W. Eine Monographische Studie. Bibliotheca botanica, Heft 11. 1888.

odmah upada u oči, te se već iz daleka jasno zapaža. (Tab. I. fig. 1.) Stručnom pak opažaču nameću se istovremeno razna pitanja: što je zapravo ta svijetla pjega, ima li ona kakvo posebno biologijsko značenje ili je to možda samo beznačajni ukras lista? Nadalje, kakva je anatomska građa te pjege i ima li što posebno u toj građi, što bi upućivalo i na posebnu fiziološku funkciju? U dosad poznatoj nam literaturi ta se pjega samo nuzgredice napominje. Wigand i Dennert u spomenutoj



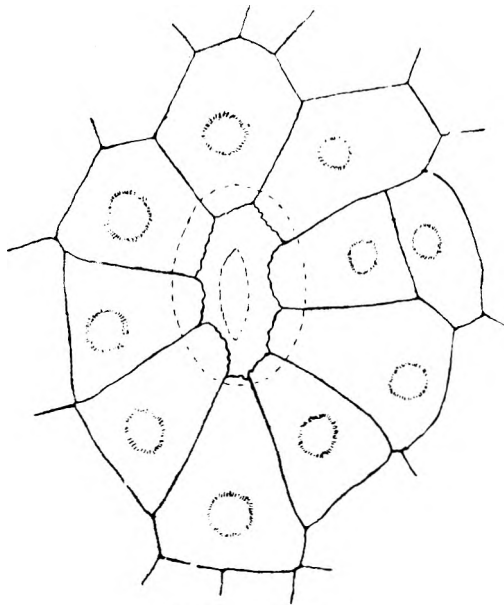
Sl. 2 Fig. 2

monografiji ne kažu o njoj ništa više, nego da svijetlija boja površine pjege potječe od puči (stoma), koje su na tom mjestu kud i kamo veće.<sup>1</sup> Obzirom na taj nedostatak, prema kojemu ne znamo ništa više o građi i eventualnoj funkciji te pjege, činilo nam se, da bi bilo od interesa po karakteristiku lotosova lista, ako se točnije pozabavimo s ovim pitanjima.

<sup>1</sup> Wigand-Dennert l.c.p. 45: »Im Centrum des Blattes, da wo der Blattstiel eingefügt ist, findet sich ein rundliches, eigenthümlich gezeichnetes Feld, durch blässere Farbe, von der übrigen Oberseite verschieden. Diese hellere Beschaffenheit beruht auf der viel bedeutenderen Grösse der Spaltöffnungen an dieser Stelle, auch fehlen hier die grossen Warzen.

Građu lotosova lista proučavali su spomenuti već autori *Wigand* i *Dennert*. Kako je građa svijetle pjega u uskoj vezi s građom samoga lista, to smo proučili i građu lista, koja se kod naše vrste podudara s onom od *N. speciosum*. Uza sve to donosimo i neke crteže o samoj građi lista s razloga što su crteži *Wigand-Dennert*-a više ili manje, kako i sami autori kažu, »samo shematički«, dok su u nekim detaljima i manjkavi.

Kako smo već rekli, pažljivom će promatraču lotosova lista odmah upasti uoči zelene štitaste plohe lisne plojke u središnjoj

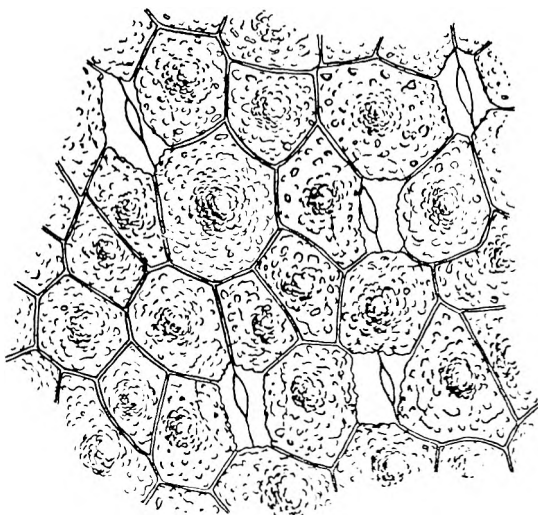


Sl. 3 Fig. 3

udubini neka svijetlija centralna pjega, koja se žučkastim tonom već iz daleka ističe. (Tab. sl. 1.) Pjega se nalazi posvema u centru lista na mjestu, gdje počinje šav srasle plojke i gdje se žilna rebra slijevaju u peteljku. Pjega je ponešto izdignuta iznad žilja i samo »medijalni nerv« t. j. medijalno žiljno rebro prolazi preko pjega ističući se zelenom bojom i izbočenošću. Ovo medijalno rebro dijeli tako pjegu u dvije polovice. *Wigand* i *Dennert* donose shematsku skicu pjega, ali fotografija na tabli (Tab. sl. 2) daje nam mnogo jasniju, a i točniju predodžbu o samoj pjegi. Pjega nije posvema okrugla, nego je ponešto produžena u smjeru medijalnog rebra, duga je 1,5—2,3

cm, a široka 1,1—1,8 cm. Na rubu je nepravilna, ali ipak jasno ograničena od zelene lisne plohe samo plojke. Već sama dakle izvanjska morfologija pjege upućuje nas na pomisao, da ta pjega mora imati neko posebno značenje, koje nam u prvome redu može otkriti njena anatomska građa.

Skinemo li prije svega samu epidermu sa pjege, prvo što se odmah ističe, jesu neobično velike puči (stome), koje napominju već Wigand i Dennert. Prema Solerederu<sup>4</sup> imale bi to biti »puči vodenice« odnosno hidatode. Da tome nije tako svjedoči i njihova građa. Po svojoj veličini te puči doista naliče donekle na one puči vodenice, kakve nalazimo

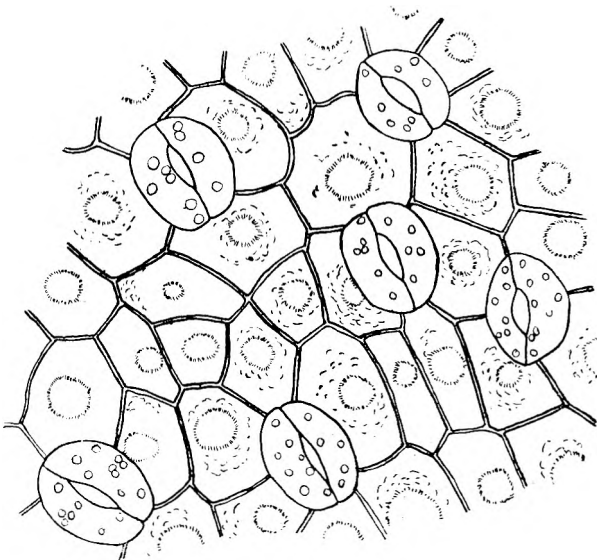


Sl. 4 Fig. 4

primjerice na rubovima lisnih žila na listu dragoljuba (*Tropaeolum*). Puči su na površini pjege odnosno njihove stanice zapornice prosječno dugačke  $56\mu$ , a široke  $34\mu$ , dok su normalne lisne puči sa gornje strane lotosova lista dugačke tek cca.  $23\mu$ , a široke cca  $21\mu$ . Velike puči na pjegi su dakle više ovalna oblika i više nego dvostruko veće. (Sl. 1). Sama pukotina, eizodijalni otvor u normalnom zatvorenom stanju širok je oko  $10\mu$ ,

<sup>4</sup> Solereder H. (System. Anatomie der Dicotyledonen 1899, p. 5.) navodi doslovno: »Bei *Nelumbium speciosum* Willd. findet man eine Gruppe von Wasserporen oberseits auf der Blattmitte.«

dok u otvorenom stanju kakvo smo našli u jednom preparatu prepariranom ksilolom zbog otapanja voska sa površine, ima taj otvor i do  $40\mu$  u širinu. (Sl. 2). To su u poredbi s prosječnim veličinama puči svakako neobično velike dimenzije. Vrlo se lako razabiru pod mikroskopom, već i najslabijim povećanjem, što više, mogu se zapažati već i lupom. Broj tih golemih puči iznosi oko 60—70 na  $\text{mm}^2$ , dok su sitne puči na normalnoj plojki lista mnogobrojnije i ima ih do 450 na  $1\text{ mm}^2$ . Na medijalnom zelenom rebro, koje prelazi preko pjege nalaze se u sredini rebra normalne sitne puči, koje postaju sve veće prema površini pjege, tako da postoje svi prelazi veličina od malenih do velikih

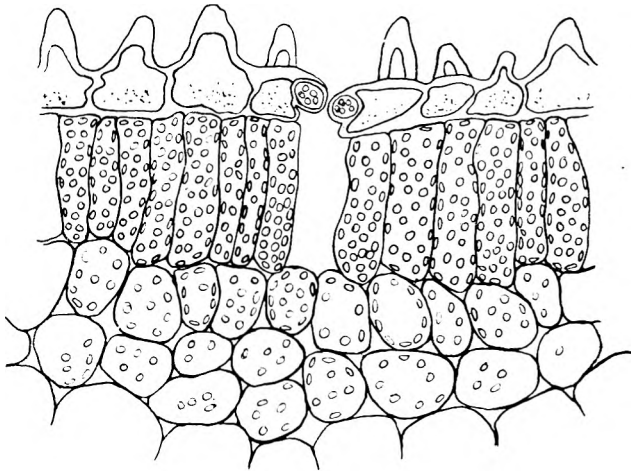


Sl. 5 Fig. 5

puči. Takvih prelaznih veličina ima i na obodu pjege gdje se naglo na zelenoj plohi plojke pojavljuju opet sitne normalne puči.

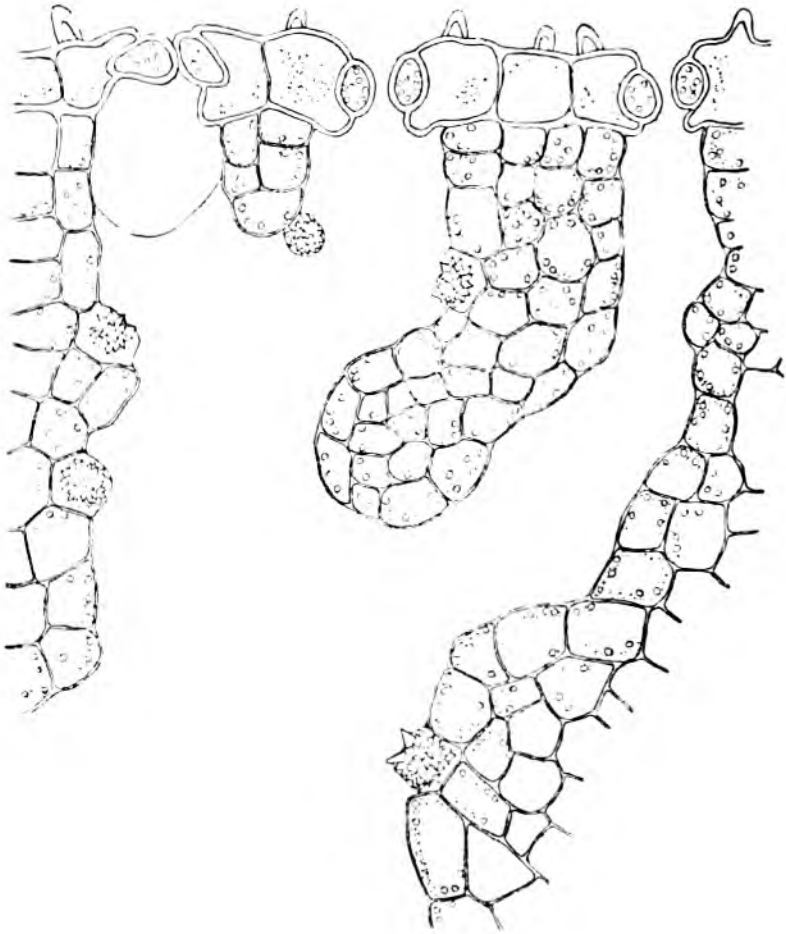
Velike puči leže ponešto udubljeno ispod samih epidermskih stanica, koje su s površine motreno poligonalna produžena oblika, te radijarno okružuju samu puč (sl. 3.). Snizimo li ponešto tubus u visinu zapornice, ukazuje nam se oblik velikih puči. Zapornice su ovalne sa tankim membranama, bez ikakvih strukturnih odebllanja, dupkom ispunjene okruglim škrobnim

zrcima. U središtu svake epidermske stanice vidimo presjek papile, koje su vrlo izrazite i odebljale i prevučene su kutikulom, koja je gusto prekrivena vrlo sitnim ljuštičavim zrcima voščanih inflorescencija. Te konične i zadebljale papile nalaze se i na čitavoj normalnoj epidermi lista (sl. 3 i 4.) Voščane se prevlake lako otapaju u eteru, hloroformu, acetonu i ksilolu. One čine lotosov list totalno nesmočivim. Poznata je naime činjenica, da lotosov list zaronjen pod vodu odaje srebrnasti sjaj uslijed totalne refleksije svjetla pod vodom a pod vodom se u neozlijeđenom stanju takva plojka uopće ne može ovlažiti. Kapljice vode, pa tako i kiše samo prskaju po površini kao da su od žive. I površina svijetle pjege jednako je kao i čitava epiderma papilozna i prevučena voskom, pa uslijed toga i nesmočiva.



Sl. 6 Fig. 6

Poprečni presjek kroz površinu svijetle pjege daje nam ovu sliku: Epidermske stanice su mnogo veće od onih s ostale plojke epiderme. Bradavičaste papile iznose tek od prilike jednu trećinu visine epidermskih stanica, dok kod plojkine epiderme iznosi visina papila i više nego visinu same epiderme. Zapor-nice leže utisnute o pobočnu stijenku epiderme. One su na poprečnom presjeku ovalne, dok su kod puči plojkine epiderme više ili manje okrugle. Stijenke su im unaokolo jednako debele, te ne pokazuju nikakvih posebnih zadebljanja ni na pobočnim,



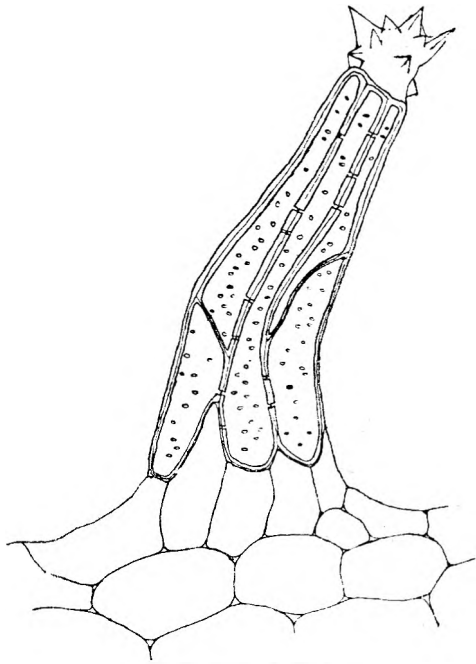
Sl. 7 Fig. 7

a ni na gornjoj ni donjoj strani, te se ne mogu priključiti poznatim osnovnim tipovima puči (Strasburger, Lehrb. d. Bot 1939. p. 37.); one čine tip za sebe.

Ispod epiderme nema posebnog asimilacijskog staničja, u obliku palisadnog sloja kao u lisnoj plojci, nego se na nju naslanja odmah parenhimsko osnovno staničje sa vrlo malo hlorofila. Svijetlija žućkasta boja pjege prema tome ne potječe, kako to iznose W i g a n d i D e n n e r t samo od mnogo većih puči, nego naročito od toga, što ovdje nema palisadnog sloja



i što je čitavo staničje peteljke aerenhimskog karaktera, pošto kroz nju prolaze velike lakune intercelularnog sistema. Na velike se puči ne nastavljaju kao kod običnih puči prostori t. zv. oduška, koji su omeđeni parenhimom, nego se na puči naslanja direktno lakunozni sistem peteljke. Ovaj aerenhimski sistem sa zadaćom prozračivanja obložen je iznutra epidermoidnim sistemom, u kojem se ističu naročite kristalne stanice sa kukancima kalcijeva oksalata vrlo oštarih bridova. U nutrini lakunoznih kanala, koji su na mjestima pregrađeni diafragmama od zvjezdolikih stanica nalaze se te kristalne stanice na oštrim čekinjastim organima (»Borsten«), koje su već Wigand i Dennert točno opisali kao emergencije izdignute na parenhimskom staničju i izgrađene od prosenhimskih drvolikih elemenata sa jažicama. Donosimo ovdje sliku tog osebujnog histološkog organa, da upotpunimo Wigand i Dennertov opis, iako nismo u mogućnosti, da tome organu s ekološkog ili fiziološkog gledišta dade-mo bilo kakovo objašnjenje, pa čak ni onda, ako u tu svrhu pozovemo u pomoć i fantaziju.



Sl. 8 Fig. 8

Još jedno opažanje treba da dodamo. Na samoj pjezi ne nalaze se velike papilozne emergencije, koje su za *Nelumbium speciosum* opisali Wigand i Dennert. Te su emergencije opažane u kulturi našega lista tek na nekoliko individua još prošle godine 1946. Opažaju se lako, jer čine površinu plojke na gornjoj strani hrapavom. Na listovima svih ostalih individua nismo nalazili tu osebujne emergencije. Opažanjima lotosovih individua u kulturi slijedeće godine nije više pronađen niti jedan primjerak sa hrapavom površinom odnosno s emergencijama. Nastalo je pitanje, da li su te emergencije značajne samo za *N. speciosum*, a kod *N. luteum* ih nema, ali

u tom slučaju kultura našeg lotosa moguće je izmiješana s primjercima prve vrste. Za sada je to pitanje emergencija ostalo otvoreno, naročito s razloga, što nemamo na raspolaganju potrebnog poredbenog materijala.

Promotrimo li cjelinu anatomskeg ustroja svijetle pjege, napose karakter velikih puči, koje se direktno nadovezuju na lakunozni intercelularni sistem peteljke, držimo da smo u pravu, ako postavimo na osnovu anatomske slike zaključak, da se svijetla pjega ima shvatiti kao pneumatodni organ sui generis. Velike puči imaju otvore, koji dozvoljavaju pojačanu izmjenu plinova, pojačano prozračivanje i pojačanu transpiraciju, što je sve naročita karakteristika hidrofitskih tipova. Elementarni pokus s kobaltovim papirom uvjerava nas, pošto se nad pjegom modri kobaltov papir odmah bojom mijenja, da na tom mjestu postoji pojačano izdavanje vodenih para. Ono mora da je vrlo intenzivno, jer je epiderma s velikim pučima toliko za plinove propusna, da se uzduh pod pritiskom utjeran može lako istisnuti. Zaronimo li čitavu plojku lotosova lista pod vodu u akvarijskoj posudi i duvamo li kroz peteljku uzduh, odmah ćemo zapaziti izlaženje mjehurića uzduha na mjestu pjege, dok na ostaloj plojci izlazi uzduh samo na mjestima, koja su slučajno mjestimice ozlijeđena. Još jednostavnije možemo izvesti pokus na licu mjesta, ako na odrezani list s peteljkom stavimo u udubinu središta lista nešto vode i odozdo duvamo kroz peteljku, pa ćemo odmah zapaziti izlaženje mjehurića kroz površinu svijetle pjege. Taj pneumatodni organ pjege funkcionira poput kakve lenticеле. Da li se taj organ može otvaranjem i zatvaranjem velikih puči automatski regulirati za sada nismo mogli ustanoviti, jer obična metoda infiltracije u tom slučaju nije primjenljiva zbog papilozne površine i voščanih prevlaka. Pokušali smo ispitati, da li je taj organ za biljku bitan i neophodan na taj način, da smo pjegu prekrili vazelinom nastojeći, da prozračivanjem izlučimo, pa da proučavamo uvenuće lista, no pokusi nisu dali pozitivan rezultat, budući da je samo uvenuće uvjetovano drugim faktorima, a ne samo transpiracijom. Fiziologija tog organa nije prema tome u ovome času potpuno raščišćena, ali nas anatomske pretpostavke nedvoumno upućuju na rečeno tumačenje u smislu pneumatodnog organa. Kao nastavak peteljke čini se, da taj organ na lotosovu listu poput nekog »dimnjaka« vrši intenzivnu izmjenu vodene pare i plinova, te svakako reprezentira do sada jedinstveni poznati slučaj hidrofitske prilagodbe.

## SUMMARY

### A LIGHT SPOT ON THE LEAF OF NELUMBIUM

by

V. Vouk and M. Njegovan

The authors point to a special light spot, which is situated in the middle of the leaf of *Nelumbium luteum* Wild., which is cultivated in the pond of the Botanical Garden of the University in Zagreb. As the previous investigators of the anatomy of *Nelumbium's* leaf (Wigand-Dennert) have neither described this spot precisely, nor have they given any explanation, the authors have examined the anatomy of this organ and tried to explain it.

The light spot is especially characterised by unusually big stomata ( $56 \times 32$ ), which are more than twice as big as the ones on the blade (lamina) of the leaf. Their number is, according to this, much smaller (cca 70 pro  $\text{mm}^2$ ) than on the leaf itself (cca 550 pro  $\text{mm}^2$ ). The stomata are built of guard cells, which have no thickenings, neither anticlinal nor periclinal, and contain a lot of starch. Directly attached to the stomata is the lacunose parenchyma and the intercellular lacunes-system of the petiole. The stomata are very permeable for gases, what can easily be shown by blowing the air through the petiole of a leaf which is placed under the water. This, and the elementary test with the cobaltpaper, show that the light spot is a pneumathodic organ sui generis — which deals as »a chimney« on the leaf of *Nelumbium* to intensify the transpiration and exchange of gases as a special hydrophytic adaptation.

The details of the structure of this organ in comparison with the anatomy of the leaf can be seen on the added figures.

TUMAČ SLIKAMA -- EXPLANATION OF FIGURES.

- Sl. 1. Epiderma svijetle pjege sa pogledom na puči (odozgo)  
 Fig. 1. Epidermis from the upper side of the light spot, the sight on the stomata.
- Sl. 2. Epiderma sa svijetle pjege sa pogledom na velike puči u otvorenom stanju.  
 Fig. 2. Epidermis of the light spot, sight on big stomata in the open stage.
- Sl. 3. Epiderma svijetle pjege (odozgo), u sredini otvor ispod kojeoa leži puč.  
 Fig. 3. Epidermis from the upside of the light spot, in the middle the hole under which is the stoma.
- Sl. 4. Epiderma lisne plojke sa papilama (odozgo) i udubljenim pučima.  
 Fig. 4. Epidermis from the upside of the lamina of the leaf with the papillas and stomata.
- Sl. 5. Epiderma plojke lista s pogledom na puči.  
 Fig. 5. Epidermis of the lamina of the leaf, the sight on the stomata.
- Sl. 6. Epiderma plojke lista u presjeku, ispod palisadni sloj.  
 Fig. 6. Section through the epidermis of the lamina of the leaf, underneath the palisade layer.
- Sl. 7. Presjek kroz svijetlu pjegu, a) zapornice, e) epiderma, k) kristalne stanice.  
 Fig. 7. Section through the light spot, a) guard cells, e) epidermis, k) crystal cells.
- Sl. 8. Emergenције sa kristalnom stanicom na vrhu s unutarnje površine lakuna u peteljci.  
 Fig. 8. Emergences with the crystal cell on top, from the inner surface of the lacune in the petiole.
- Tab. I. Fig. 1. Listovi lotosa (*Nelumbium luteum* Willd.) sa svijetlom pjegom u središtu.  
 Leafs of *Nelumbium luteum* Willd. The light spot in the center.
- Tab. I. Fig. 2.. Svijetla pjega u središtu lotosova lista, cca ½ norm. veličine.  
 Light spot in the center of *Nelumbium* leaf, cca ½ of norm. size.

*Vouk i Njegovan: Svijetla pjega na listu nelumbija*

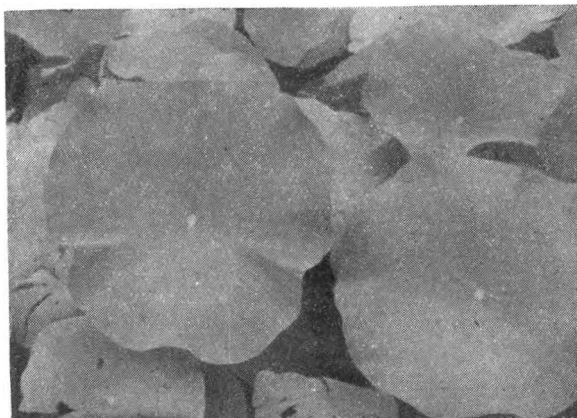


Fig. 1.

Listovi lotosa (*Nelumbium luteum* Willd.)  
sa svijetlom pjegom u središtu



Fig. 2.

Svijetla pjega u središtu lotosova lista,  
cca.  $\frac{1}{2}$  norm. veličine