

JELENA BLAŽENČIĆ

UTICAJ NEKIH EKOLOŠKIH FAKTORA NA MORFOGENEZU VODENE BILJKE ORAŠKA (*TRAPA L.*) — EKSPERIMENTALNA STUDIJA

UVOD

U ovoj studiji istraživanja su vršena u dva pravca: a) ispitivan je uticaj vode i mulja različitog hemijskog sastava na rastenje i razviće oraška u eksperimentalnim uslovima i b) proučena je anatomska građa vegetativnih organa oraška i to tokom njegovog individualnog razvića.

S obzirom da su literaturni podaci o anatomske građi vegetativnih organa oraška nepotpuni i do krajnosti uopšteni smatrali smo da je neophodno pristupiti detaljnom proučavanju ovoga problema, ne samo u cilju upotpunjavanja naših znanja o ovoj biljci, već i u vezi sa problemom značaja nekih faktora spoljašnje sredine za rastenje i razviće oraška.

Kao vrsni poznavalac biologije oraška (*Trapa L.*), a na osnovu svog velikog naučnog i pedagoškog iskustva, profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu dr Milorad Janković mi je predložio da kao problem za izradu doktorske disertacije proučim uticaj vode i mulja različitog hemijskog sastava na morfogenezu oraška (*Trapa L.*), što sam sa velikim zadovoljstvom prihvatila. U ovom radu će, u nešto skraćenom obliku, biti izneti rezultati do kojih sam došla u toku istraživanja na ovoj problematici.

S obzirom na veliku starost oraška, njegovo interesantno individualno razviće, dugo vremena neodređeno sistematsko mesto i ekonomsku vrednost plodova, ova biljka je od davnina privlačila pažnju istraživača. Najstariji podatak, koji sam u literaturi o trapi našla, datira iz 370-te godine pre naše ere i potiče od oca botanike Teofrasta. Teofrast, opisujući ovu biljku, govori o organima sličnim dlaci koji izbijaju na stabljici, a koji nisu ni list ni stabljika (Arber, A., 1963). Ovo zapažanje je veoma značajno, jer su mnogi istraživači, koji su kasnije proučavali ovu biljku, te organe netačno opisivali kao listove ili zalistke (Wine, W. T. 1935; Vasiljev, V. N., 1960; Munscher, W. C., 1964). Nasuprot ovakvom shvatanju veliki broj naučnika je ove organe okarakterisao kao razgranate i zelene adventivne korenove koji su preuzeli ulogu listova (Barnéoud, M., 1848; Constantin, M. J., 1886; Gams, A., 1925; Eberle, G. 1925; Janković, M. M., 1955 b i 1956 a) što je definitivno i dokazano na osnovu praćenja njihove organogeneze i anatomske građe (Janković, M. M. i Blaženčić, J., 1966).

Na osnovu literature o trapi vidi se da je ova biljka proučavana skoro u svim delovima sveta u kojima se nalazi. Među mnogobrojnim radovima iz prošlog i ovog veka, zapaža se da je interes naučnika bio veoma raznovrsan,

što je omogućilo da se na osnovu dotadašnjih podataka i sopstvenih istraživanja napiše nekoliko iscrpnih studija o trapi (J ä g g i, J., 1883; Gibelli, G. i Ferraro, F., 1891; G a m s, A., 1925; A p i n i s, A., 1940; J a n k o v i ć, M. M., 1958).

O trapi je napisan znatan broj radova taksonomskog karaktera (D e C a n d o l e, A. P., 1829; K o m a r o v, V. L., 1905; F l e r o v, A. F., 1926; G a m s, H., 1925; V a s i l j e v, V. N., 1949; A p i n i s, A., 1940; J a n k o v i ć, M. M., 1952 b, 1953, 1954, 1957 b, 1958). U ovim i drugim sličnim radovima dominiraju uglavnom dva shvatanja o evropskoj trapi. Prema shvatanju S c h r o e t e r - a (1899), G a m s - a (1925—27), G l u c k - a (1936), S o o - a (1940) u Evropi postoji samo jedna vrsta trape, sa većim ili manjim brojem nižih sistematskih kategorija, dok druga grupa naučnika smatra da je u okviru vrste *Trapa natans* L. obuhvaćen ustvari veći broj vrsta (F l e r o v, A. F., 1926; V a s i l j e v, V. N., 1949; J a n k o v i ć, M. M., 1957 b, 1958). Na osnovu literaturnih podataka i sopstvenog iskustva, mada se ovom problemu nisam posebno posvećivala, smatram da je ispravno gledište ispitiivača koji dokazuju postojanje više vrsta *Trapa* na Evropskom kontinentu.

Klijanje i individualno razviće trape je svojom specifičnošću pobudilo širok interes mnogih naučnika (B a r n é o u d, F. M., 1848; T i t m a n n, J. A., 1821; G o e b e l, K., 1891—93; A p i n i s, A., 1940; J a n k o v i ć, M. M., 1952 a, 1955 b, 1956 a, 1956 b; G i b e l l i, G., F e r r e r o, F., 1891; E b e r l e, G., 1927; T e r a s a w a, J., 1927). U nizu radova opisivano je i tumačeno individualno razviće trape od klijanja do plodonošenja, a vršena je i podela individualnog razvića na veći ili manji broj stupnjeva. Zaključci su donošeni na osnovu posmatranja razvića trape kako u prirodnim tako i u eksperimentalnim uslovima. Među brojnim priložima posvećenim ovom problemu treba istaći radove M. J a n k o v i ć a (1952, 1953, 1955, 1956 a, 1956 b), koji je kompleksno prišao proučavanju individualnog razvića i na osnovu morfoloških, fizioloških i ekoloških karakteristika izdvojio tri osnovne faze u jedinstvenom procesu ontogenije trape.

U mnogim priložima je ukazano na značaj trape kao ekonomski vredne, ali sada zaboravljene kulturne biljke, kao i na primenu plodova u narodnoj medicini. Ukusan i hranljiv sadržaj plodova korišćen je za ishranu ljudi i stoke. Plodovi se peku ili kuvaju, a njihov sadržaj se koristi u vidu brašna za spravljanje kaše, ili se pak jedu bez prethodne pripreme (P a i l l i e u x, A., B o i s, D., 1888; S a h a r o v, N., 1927/28; V a s i l j e v, V. N., 1960; S o l o v e j, I. N., 1954; J a n k o v i ć, M. M., 1952; A b r a m o v i ć, L. S., 1961). Hranljiva vrednost plodova trape ustanovljena je ne samo na osnovu neposrednog iskustva ljudi, već i na osnovu egzaktnih hemijskih istraživanja, koja su započeta još krajem prošlog veka (R o m a š k o, K. P., 1891) a vrše se i danas najsavremenijim metodama (J a n k o v i ć, M. M., S t a n i m i r o v i ć, S., i dr., 1966). Na osnovu hemijskih i biohemijskih analiza ustanovljeno je da u velikom kotiledonu trape, koji ispunjava plod, ima skroba i belančevina koliko i u pšenici, a više nego u semenima kukuruza i krtolama krompira (S o l o v e j, I. N., 1954). Hemijska analiza je uglavnom vršena na plodovima trape u periodu mirovanja. Dobijeni rezultati se međusobno u većoj ili manjoj meri razlikuju (V a s i l j e v, V. N., 1960). Ove razlike su verovatno uslovljene dinamičnim biohemijskim promenama koje se dešavaju u semenima u tzv. „periodu mirovanja“, nejednakim fizičko-hemijskim uslovima staništa,

biohemijskim specifičnostima pojedinih vrsta trape, a svakako je na dobijene rezultate uticala i primena različitih metoda istraživanja. Iz ovih razloga je teško vršiti poređenja dobijenih apsolutnih vrednosti za određene materije; međutim, neki opšti zaključci se mogu izvesti. U semenu trape preovlađuju ugljeni hidrati, uglavnom skrob (50 do 66%) i male količine šećera (3 do 4,9%), količina belančevina varira od 8 do 19,9%, a celuloze ima 0,6 do 1,4%. Osim ovih materija u semenu je identifikovano 15 aminokiselina i tri organske kiseline (limunska, jabučna i čilibarna). Ovakav sastav semena trape uslovljava značajnu hranljivu vrednost plodova, koji se u nekim krajevima Zemlje koriste i po 6 meseci godišnje skoro kao isključiva hrana stanovništva (prema I. N. S o l o v e j - u u Indiji).

U dosadašnjim radovima trapa je morfološki potpuno opisana. Skoro svi autori koji su na trapi radili dali su i njen opis; međutim, mali je broj njih koji su vršili produbljenije morfološke studije (npr. B a r n é o u d, M., 1848; G i b e l l i, G. i F e r r e r o, F., 1891; A p i n i s, A., 1940; J a n k o v i ć, M. M., 1952 a, b, 1953 a, 1955 a, b, 1956 a, b, c, 1958, 1961, 1967, 1968).

Opis anatomske građe vegetativnih organa trape je u mnogim radovima samo prateći element primarnih ispitivanja (C o n s t a n t i n, J., 1884; V a s i l e v, V. N., 1960). Jedan od radova koji se najčešće citira kada je u pitanju anatomska građa trape je „Mémoire sur l'anatomie et l'organogénie du *Trapa natans* L." od B a r n é o u d (1848). S obzirom na vreme u kome je napisan, ovaj rad je veoma značajan; međutim, i u njemu su date samo opšte anatomske karakteristike vegetativnih organa, dok je veći deo rada posvećen ontogeniji i pokušaju razgraničenja pojedinih faza u individualnom razviću trape, kao i morfo-anatomskoj i funkcionalnoj analizi reproduktivnih organa. Q u e v a (1909) opisao je anatomsku građu hipokotila.

Uočivši potrebu za kompleksno i egzaktno proučavanje trape i sredine u kojoj se ona razvija, kao i to da mnoge anatomske karakteristike nisu do sada opisane, J a n k o v i ć, M. M. i B l a ž e n č i ć J. postavljaju niz eksperimenata u kojima prate rastenje i razviće trape pri različitim uslovima spoljašnje sredine i analizu vrše sa morfo-anatomskog i ekološkog stanovišta (J a n k o v i ć, M. i B l a ž e n č i ć, J., 1965, 1967, 1968).

Većina naučnika je na trapi radila u prirodnim uslovima, dok je eksperiment kao metod bio relativno malo primenjivan. Prve podatke o eksperimentalnom radu na trapi, mada veoma skromne, našla sam u veoma iscrpnoj studiji C o n s t a n t i n - a: „Recheres sur la structure de la tige des plants aquatique" (1884). Autor u ovom radu opisuje i analizira anatomsko-morfološke karakteristike većeg broja submerznih, emerznih i terestričnih biljaka koje gaji pod različitim uslovima spoljašnje sredine. *Trapa* se pominje u delu koji se odnosi na uporednu anatomsku analizu vaskularnog sistema stabljika vodenih biljaka i stabljika biljaka iz vazdušne sredine. Konstatuje da su kod *Hottonia palustris*, *Myriophyllum spicatum* i *Trapa natans*, kao tipičnih vodenih biljaka, sudovi malobrojni, tankih zidova, šireg prečnika u odnosu na vaskularni sistem stabljika iz vazdušne sredine.

A p i n i s (1940) je u svojoj veoma opširnoj studiji o ekologiji, sistematici, istoriji i rasprostranjenju *Trapa* u Letoniji izložio niz eksperimenata koje je vršio u vodenim kulturama sa mladim biljkama i rezultate do kojih je došao. Osim ispitivanja značaja pojedinih hemijskih jedinjenja za ovu biljku A p i n i s je ispitivao i uticaj niskih temperatura i isušivanja na spo-

sobnost klijanja plodova. Autor konstatuje da plodovi trape mogu duže vremena da izdrže delovanje niskih temperatura a da ne izgube klijavost. Međutim, pri delovanju temperature od -8 do -10°C , u dužem vremenskom periodu, plodovi *Trapa* gube klijavost. Po Jankoviću (1958) plodovi *Trapa* su dosta otporni na delovanje niskih temperatura, jer klijavost plodova koji su proveli mesec dana u ledenom bloku pri temperaturi vazduha od -20°C , skoro da nije bila uopšte smanjena; broj klijalih plodova iz ove grupe i one koja nije bila izložena dejstvu tako niskih temperatura skoro se nije razlikovao.

Što se tiče otpornosti plodova prema isušivanju, podaci koji se nalaze u literaturi su različiti. Prema Apinis-u (1940) plodovi mogu provesti u vazdušnoj sredini, na sobnoj temperaturi, 4 dana i da pri tom ne izgube sposobnost klijanja. Po Jankoviću (1958) većina plodova trape je osetljiva na isušivanje u vazdušnoj sredini već posle kraćeg vremena, međutim, izvestan broj plodova je klijaio i posle 3 meseca provedenih u vazdušnoj sredini. Interesantan je podatak koji navodi Abramović (1961) za plodove trape iz ribnjaka „Babyn” u Stanislavskoj oblasti u Ukrajini. Iz ovog ribnjaka je voda ispuštena u jesen 1958. i do leta 1960. nije punjen. Kada je ribnjak ponovo napunjen vodom stari plodovi trape su klijali i biljke su se normalno razvijale sve do plodonošenja; to znači da plodovi trape nisu izgubili sposobnost klijanja ni posle 1,5 godine provedene u uslovima vazdušne sredine. I ako se autori u potpunosti ne slažu sa dužinom vremena koje plodovi trape mogu da provedu van vode, ili koje niske temperature mogu da podnesu a da pri tome ne izgube sposobnost klijanja, ipak je jasno da su plodovi dosta otporni kako na isušivanje tako i na uticaj niskih temperatura, što za rasprostranjenje ove biljke ima poseban značaj.

Apinis (1940) je izveo niz eksperimenata sa mladim biljkama trape koje je gajio u vodenim kulturama. Osnovni cilj bio je da ispita uticaj pojedinih hemijskih jedinjenja, u različitim koncentracijama, na razviće trape. Između ostalog autor je došao do zaključka da sasvim mlade biljke (klijanci) ne podnose jako kiselu sredinu (pH 3—4), da se klijanje biljaka ne ubrzava jedinjenjima Al i Mn, a da se klijanje jako redukuje ili potpuno sprečava pri koncentraciji NaCl od 0,1 do 2,0%.

U Jugoslaviji je trapa veoma rasprostranjena, predstavljena većim brojem vrsta, podvrsta i formi, razvija se na staništima koja se međusobno veoma razlikuju, pa ipak je do skoro bila veoma malo istražena. Prva sistematska i produbljena istraživanja na trapi u našoj zemlji preduzeo je profesor dr Milorad Janković, koji je do sada objavio oko 24 rada o ovoj interesantnoj biljci. Oni su publikovani u periodu 1952—1969. godine i obuhvataju rezultate istraživanja o rasprostranjenju, ekologiji, istoriji, sistematici, individualnom razviću, varijabilnosti plodova, polimorfizmu listova, privrednom značaju, značaju pedoloških uslova za razviće, o korelativnim odnosima pojedinih organa, o uticaju spoljašnjih faktora na morfološke i biohemijske promene u semenu, o pravoj prirodi končastih organa itd. Zahvaljujući ovim radovima može se slobodno reći da je *Trapa* u Jugoslaviji ponovo otkrivena.

Prema Jankoviću u našoj zemlji žive četiri vrste roda *Trapa*, koje se međusobno razlikuju morfološki, geografski i ekološki (Janković M., 1957 b, 1958, 1959). Te vrste su: *Trapa longicarpa* M. Jank., *T. brevicarpa* M. Jank., *T. anosa* M. Jank. i *T. europaea* Fler. U okviru vrsta

postoji veći broj podvrsta i varijeteta koje je Janković veoma iscrpno opisao u svojoj studiji „Ekologija, rasprostranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa* L. u Jugoslaviji“, i naročito u radu: „Übersicht der Systematik der Gattung *Trapa* L. in Jugoslawien“.

Osim veoma značajnih i jedinstvenih istraživanja u oblasti sistematike roda *Trapa* L. na teritoriji Jugoslavije, Janković je dao veliki doprinos i upoznavanju ekologije ovoga roda. Pri ispitivanju ekoloških uslova na staništima trape, Janković je posebnu pažnju obratio na pedološku komponentu o čijem značaju piše: „Pored klime, pedološka podloga je za mene osnovni odrednik ekoloških osobina staništa trape u celini“ (Janković, M., 1958). U vezi sa hemijskim osobinama podloge je i hemijski sastav vode, a ove komponente u velikoj meri uslovljavaju razviće vodenih biljaka. Problem ekološkog diferenciranja vrsta roda *Trapa* u odnosu na hemijski sastav podloge i vode je često prisutan u radovima Jankovića (1953 a, 1954, 1956 b, 1958, 1960 a, b). Prema Jankoviću dve kod nas najbrojnije vrste trape *Trapa brevicarpa* i *Trapa longicarpa*, razlikuju se, u ekološkom pogledu, pre svega odnosom prema količini CaCO_3 u mulju. *Trapa brevicarpa* živi na staništima koja su ili bez CaCO_3 ili je CaCO_3 zastupljen u malim količinama, dok *T. longicarpa* živi na staništima sa većom količinom CaCO_3 . *Trapa anosa* se nalazi u apsolutnoj dominaciji na staništima koja sadrže relativno malu količinu CaCO_3 (2,97 do 4,45 %).

Odnos trape prema kalcijumu u literaturi je različito okarakterisan. Gams (1925) smatra da je trapa kalcifobna, Apinis (1940) da se trapa razvija na staništima siromašnim kalcijumom dok Janković ističe da je pitanje odnosa trape prema kalcijumu složeno, da je do sada malo ispitivano i da na osnovu istraživanja u Jugoslaviji treba pretpostaviti da su različite vrste ovog roda različito prilagodene na kalcijum (Janković, M., 1958). Slična je situacija i sa ispitivanjem drugih ekoloških faktora, ili je njihov uticaj nedovoljno ispitivan, ili nisu ni ispitivani. Kada je u pitanju uticaj pedološke podloge na ekološko diferenciranje vrsta roda *Trapa* treba imati u vidu ne samo uticaj podloge na hemijski sastav vode, već i značaj podloge kao supstrata iz koga biljke direktno preko korenovog sistema, uzimaju mineralne soli, potrebne za razviće (Janković, M., 1958; Arber, A., 1963; Janković, M. M. i Blaženić, J., 1969).

Uticaj pojedinih ekoloških faktora na morfološku (a posebno na anatomsku) građu trape, pod ekseperimentalnim uslovima, je relativno malo izučavan (Apinis, A., 1940; Constantin, J., 1884; Janković, M., 1955, 1956; Janković, M. M., Stanimirović, S., i dr. 1965; Blaženić, J., 1965, 1967, 1968). Osim toga detaljnija i egzaktna analiza anatomske građe vegetativnih organa trape, koliko nam je poznato, dosada nije izvršena, pa smo smatrali da i sa tog aspekta treba dati doprinos proučavanju ove biljke.

*

Inicijator i rukovodilac ove doktorske disertacije bio je profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu dr Milorad Janković kome i ovom prilikom izražavam najdublju zahvalnost na velikoj i iskrenoj pomoći koju mi je ukazivao u toku višegodišnjeg rada. Profesor Janković je za moju tezu odabrao problem i objekt, odredio osnovne smernice rada i uputio me u osnovnu problematiku i metodiku. Osim toga, u toku rada

uživala sam punu moralnu podršku od strane profesora Jankovića, na čemu mu se posebno zahvaljujem.

Ing Kovinkić Stefanović, višem stručnom saradniku Instituta za biološka istraživanja SR Srbije, zahvaljujem na urađenim analizama podloge na kojoj je orašak rastao pod eksperimentalnim uslovima, kao i na stručnoj pomoći pri obradi nekih pitanja pedološkog karaktera. Jovančić Bata, asistentu PMF-a zahvaljujem na pomoći koju mi je pružila pri savlađivanju botaničke mikrotehnike. Matijašević-Vasić Brankić, asistentu PMF-a i Andrović Verići, samostalnom tehničkom saradniku Instituta za biološka istraživanja zahvaljujem na tehničkoj pomoći pri anatomskoj i morfološkoj obradi materijala. Slavki Mojsilović, samostalnom tehničkom saradniku Instituta za biološka istraživanja, dugujem zahvalnost za urađene analize hemijskog sastava vode.

MATERIJAL I METODIKA

U okviru ove studije ispitivane su morfo-anatomske osobine vodene biljke oraška (*Trapa L.*) u zavisnosti od fizičko-hemijskih osobina podloge i vode, i to na vrstama *Trapa longicarpa*, M. Jank., *Trapa europaea* Fler i *Trapa annosa* M. Jank. Na vrstama *Trapa longicarpa* i *T. europaea* vršena su preliminarna ispitivanja, dok se rezultati prikazani u ovom radu odnose samo na vrstu *Trapa annosa*.

Vrste roda *Trapa L.* pripadaju jednom veoma starom rodu koji je ponikao krajem kreda (Gams, G., 1927). U Jugoslaviji su otkriveni fosilni ostaci četiri vrste trape iz pliocena u mrkom uglju severoistočne Bosne, u Krekanskom bazenu kod Tuzle (Janković, M. i Pantić, M., 1953). Ove pliocenske vrste trape mogu se povezati sa današnjim vrstama ovoga roda koje žive u Jugoslaviji (Janković, M., 1958).

Zreli plodovi pojedinih vrsta trape sakupljani su u jesen na različitim lokalitetima u Srbiji. Plodovi *Trapa longicarpa* skupljeni su sa biljaka koje su rasle u bari Agli, u Koviljskom ritu u blizini Sremskih Karlovaca, a plodovi *Trapa europaea* iz mrtvaja i rukavaca Dunava u plavnom području Apatina. Plodovi *Trapa annosa* su sakupljeni u bari Ostrikovac kod sela Jovca u blizini Svetozareva (SR Srbija).

U cilju ispitivanja uticaja podloge i vode različitih fizičkih i hemijskih osobina na anatomsko-morfološku strukturu biljaka oraška u toku njihovog individualnog razvića, postavljen je eksperiment koji je izvođen u pet bazena jednakih dimenzija (1 x 1 x 0,7 m). U periodu klijanja oraška (april) u sve bazene je nalivana česmenska voda, čiji je hemijski sastav prethodno ispitan. Na dnu četiri bazena nalazile su se različite podloge, dok je u jednom bazenu bila samo voda (Sl. 1). U prvom bazenu nije bilo podloge, već su se biljke razvijale samo u česmenskoj vodi. U drugom bazenu kao podloga na kojoj će se biljke razvijati stavljen je pesak. U trećem bazenu podloga je bila mešavina peska i komposta u jednakim delovima; u četvrtom bazenu podloga je kompost, a u petom bazenu mulj donet sa terena na kome su sakupljeni plodovi trape korišćeni u eksperimentu. Ova serija varijanata u eksperimentalnim bazenima predstavlja približan model razlika koje u pogledu mulja i vode postoje u prirodnim staništima trape.

U ovako pripremljene bazene stavljano je po 20 plodova oraška. Svi plodovi sakupljeni su na istom lokalitetu sa biljaka koje čine jednu populaciju, tako da je eksperimentalni materijal genetski relativno jednorodan, što je za sam eksperiment od bitnog značaja. Eksperiment je trajao od aprila do septembra a bio je ponavljan četiri puta u periodu 1963—1967. godine. U toku eksperimenta vršena je analiza hemijskog sastava vode posle svakih 30 dana; analiza podloge vršena je na početku i kraju eksperimenta, morfo-anatomska analiza vegetativnih organa oraška na početku autotrofne faze razvića (prema podeli na stupnjeve u individualnom razviću oraška koju je dao J a n k o v i ć, 1955), u periodu cvetanja i plodonošenja.

Analiza hemijskog sastava vode rađena je u laboratoriji Odseka za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja u Beogradu. Uzorci vode su uzimani na dubini od 15 cm ispod površine. Ispitivanja hemijskog sastava vode obuhvataju analizu rastvorenih gasova, osnovnih jona, biogenih i organskih materija. Određivanje količine O_2 vršeno je klasičnom Vinklerovom metodom, modifikovanom po Alsterbegu. Za analizu ugljene kiseline korišćena je Klut-ova metoda, dok je alkalitet određivan po Ohle-u, a pH po Clark-u.

Analiza podloge vršena je u laboratoriji Odseka za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja u Beogradu. Reakcija zemljišnog rastvora (pH) određivana je elektrometrijski pomoću hinhidrona, humus permanganatnom metodom po Kotzmann-u, $CaCO_3$ volumetrijski, kalcimetrom po Scheibler-u, P_2O_5 metodom Kirsanova, K_2O metodom Schachtschabel-a, ukupan azot po Kjeldahl-u, mikrometodom. Higroskopna vlada je određena sušenjem uzoraka u sušnici na $105^\circ C$. Granulometrijski sastav je rađen pipet metodom sa pirofosfatom, a klasifikacija je data po Aterberg-ovoj klasifikaciji (krupan pesak 2,0—0,2 mm, sitan pesak 0,2—0,02 mm, prah 0,02—0,002 mm i glina $\leq 0,002$). Podloga je ispitivana samo na početku i kraju eksperimenta, jer bi uzimanje podloge u toku eksperimenta oštetilo veoma gust korenov sistem koji se u njoj nalazi.

Morfološka i anatomska ispitivanja biljaka vršena su u laboratorijama Odseka za fiziološku fitoekologiju Instituta za biološka istraživanja i Botaničkog zavoda PMF u Beogradu. Morfološkim ispitivanjima obuhvaćeno je merenje širine, dužine i morfološki opis drške koja povezuje dva kotiledona; merenje širine, dužine i opis hipokotila; analiza broja adventivnih korenova i utvrđivanje njihove najveće dužine; merenje širine, dužine i opis glavne i sporednih stabljika; merenje širine i dužine svih internodija na stabljici; merenje i opis končastih i perastih adventivnih korenova koji se razvijaju na nodusima; merenje dužine, širine i opis linearnih i lancetastih submerznih listova, merenje širine, dužine i opis lisne drške i liske rombičnih flotantnih listova (Sl. 2).

Za anatomsku obradu materijal je fiksiran u fiksativu Navašina i Karnoa i dalje je obrađivan standardnom parafinskom metodom. Preparati su sečeni mikrotomom a njihova debljina je iznosila 15 do 20 mikrona. Preparati su bojani kombinacijom boja svetlo-zeleno i safranin, Delafild-ovim hematoksilinom i safraninom.

Analiza anatomske građe odnosila se na dršku koja povezuje dva kotiledona, hipokotil, stablo i listove. Na stabljici je analizovana anatomska građa pete, dvadeset pete internodije i internodije ispod flotantne rozete.

Izbor ovih internodija izvršen je na osnovu izrazitijih promena koje se na pojedinim od njih ispoljavaju. Analiza anatomske građe listova vršena je, kod mladih biljaka, na listovima sa drugog i sedmog nodusa (nodusi su brojani od osnove prema vrhu stabljike), a kod starijih biljaka samo na listovima iz flotantne rozete. Analizom unutrašnje građe osovinskih organa (držka, hipokotil i stablo) obuhvaćeno je ispitivanje širine (u tangencijalnom i radijalnom pravcu) i dužine ćelija epidermisa, hipoderma, parenhima primarne kore, endoderma, sitastih cevi, sudova i ćelija srži. Osim merjenja veličina ćelija određenih tkiva, vršena su i merjenja debljine pojedinih zona i tkiva u osovinskim organima. Na taj način su dobijeni podaci o širini zona primarne kore, centralnog cilindra, hipoderma, kolenhima i srži, a iz tih podataka su izvedeni zaključci o međusobnim odnosima pojedinih zona kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima. Brojčani podaci u tabelama su srednje vrednosti dužine i širine ćelija, a dobijeni su merenjem po 30 ćelija iz odgovarajućeg tkiva. Ponavljanja su vršena tri puta.

Anatomska analiza listova sadrži podatke o dužini i širini ćelija epidermisa lica i naličja, ćelija sunderastog tkiva i širini intercelulara. Takođe je vršeno merenje debljine liske, debljine palisadnog i sunderastog tkiva. Vršena je analiza debljine kutikule i broja stoma na jedinici površine kod svih ispitivanih listova. Sva merjenja su vršena okularmikrometrom a vrednosti su izražene u mikronima.

Za ispitivanje stoma korišćena je jedna od metoda za prosvetljavanje listova. Listovi, ili njihovi delovi, stavljeni su u 96% alkohol radi ekstrakcije hlorofila. Vreme stajanja u 96% alkoholu je uslovljeno debljinom lista. Preparati provode u alkoholu onoliko vremena koliko je potrebno da izbele. Posle izbeljivanja preparati se prenose u Žavelovu (Javell) vodu na kraće vreme a zatim se pažljivo isperu u destilovanoj vodi. Preparati, pripremljeni na ovaj način, posmatrani su u vodi ili glicerinu mikroskopom. Stome su brojane na svim ispitivanim listovima, uvek na određenom mestu, u srednjem delu liske. Brojanje je vršeno na 10 listova odgovarajućeg nodusa, a ponavljanja su vršena tri puta.

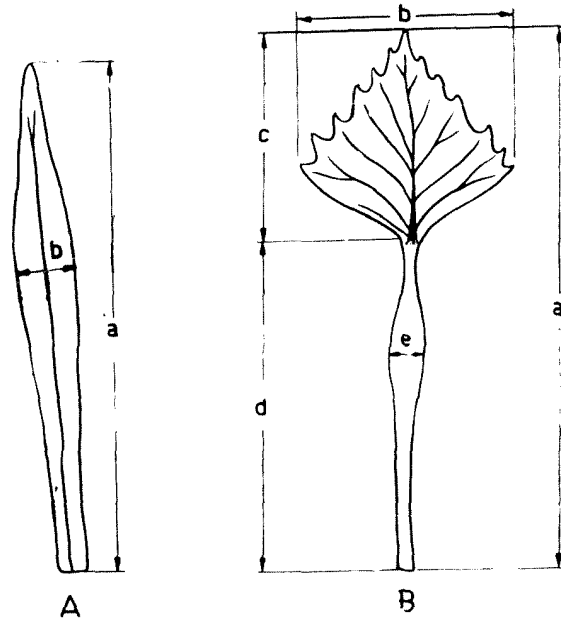
REZULTATI RADA I DISKUSIJA

HEMIJSKO-FIZIČKE OSOBINE PODLOGE

Hemijsko-fizičke osobine podloge, zajedno sa biološkom aktivnošću, čine jedinstvo i uslovljavaju osobine substrata čineći ga pogodnim za razviće biljaka. U toku višegodišnjih, sistematskih terenskih i eksperimentalnih istraživanja na trapi Janković je konstatovao da fizičke i hemijske osobine mulja i vode, u kojoj se trapa razvija, imaju uticaja na njenu morfogenezu i da su važni faktori u ekološkom diferenciranju vrsta ovoga roda (Janković, M., 1953, 1958, 1956). U cilju ispitivanja uticaja vode i podloge različitog hemijskog sastava na morfogenezu oraška, u okviru ove studije, orašak je gajen u četiri bazena na čijem dnu su se nalazile različite podloge (pesak, smeša peska i komposta, kompost i mulj), dok su se u jednom bazenu biljke razvijale samo u vodi, bez podloge. Na početku i kraju eksperimenta



Sl. 1. — Shema i raspored bazena u kojima je izvođen eksperiment.
Scheme and arrangement of pools the experiment carried out.



Sl. 2. — Karakteri mereni pri morfološkoj obradi submerznih (A) i flotantnih (B) listova: a — dužina lista, b — širina lista, c — dužina liske, d — dužina lisne drške, e — širina hidrostatičkog proširenja.

Morphologic measuring characters of submerged (A) and floating (B) leaves: a — leaf length, b — leaf width, c — leaf blade length, d — leaf petiole length, e — hydrostatic bubble width.

loga, u odnosu na ovo jedinjenje, je u četvrtom bazenu, zatim u trećem, mada se bogatom sredinom na početku eksperimenta može smatrati i podloga u petom bazenu. U trećem i četvrtom bazenu količina K_2O je u toku celog eksperimenta relativno visoka, dok se u petom bazenu drastično smanjuje, što znači da se podloga u ovom bazenu iscrpljuje. U prirodnim uslovima konstatovano je 49,15 mg/100 g supstrata. U odnosu na količinu K_2O u mulju na prirodnom staništu može se reći da je u eksperimentalnim uslovima podloga u drugom bazenu (pesak) izrazito siromašna; da u trećem i četvrtom bazenu (smeša peska i komposta, kompost) nema izrazitijih razlika u odnosu na prirodno stanište.

U odnosu na sadržaj P_2O_5 u mulju na prirodnom staništu (0,36 mg/100 g) sve podloge u eksperimentalnim uslovima su bogatije ovim jedinjenjem (Tab. 1). Količina lako pristupačnog P_2O_5 u eksperimentu varira u još većoj meri od K_2O , i to kako na početku tako i na kraju eksperimenta. Količina P_2O_5 na početku i kraju eksperimenta je ista u trećem i četvrtom bazenu, a istovremeno i znatno veća u odnosu na količinu koja se nalazi u podlogama u drugom i petom bazenu (Tab. 1).

Pri ispitivanju količine $CaCO_3$ u podlozi konstatovano je, kao što se vidi u tabeli 1, da u drugom bazenu nema kalcijum-karbonata, a da su podloge u trećem i petom bazenu siromašne u pogledu sadržaja ovoga jedinjenja, dok se podloga u četvrtom bazenu odlikuje najvećom količinom $CaCO_3$.

Trapa annosa, čija je monfogeneza praćena u ovom eksperimentu prema Jankoviću (1958) odlikuje se upravo specifičnim odnosom prema količini $CaCO_3$ u podlozi. Ova vrsta se nalazi kao dominantna jedino u staništima koja imaju malu količinu $CaCO_3$ (2,97—4,45% prema Jankoviću, 1958; 1,57—3,48% prema Čanku i Stojanoviću, 1963) iz čega bi se moglo zaključiti da je osetljiva na veće količine $CaCO_3$. U eksperimentu, čije rezultate ovde iznosimo, najbolje su se razvijale biljke oraška u sredini koja je sadržala nešto veću količinu $CaCO_3$ (8,33—11,49%) što ukazuje da *Trapa annosa* podnosi i nešto veće količine $CaCO_3$ od onih koje su konstatovane u prirodnim uslovima. Količina ovog jedinjenja i u eksperimentu bila je znatno manja nego u nekim prirodnim staništima na kojima se razvijaju druge vrste roda trapa (npr. *Trapa longicarpa* na Skadarskom jezeru — i do 85% $CaCO_3$ u mulju).

U pogledu *granulometrijskog sastava* podloge (procentualni sadržaj čestica različite veličine) eksperimentalne sredine se znatno razlikuju. Te razlike su ispoljene kako na početku takho i na kraju eksperimenta i to skoro u istim odnosima. Idući od drugog ka petom bazenu količina ukupnog peska opada i to od 100 do 53,40% na početku eksperimenta, odnosno od 100 do 48% na kraju eksperimenta. U drugom bazenu frakcija praha i gline nije zastupljena, dok se u ostalim ove frakcije nalaze, mada u relativno malim količinama. Idući od trećeg ka petom bazenu količina ukupne gline je sve veća. Na početku eksperimenta količina ukupne gline se kreće od 8,9 do 46,60%, a na kraju eksperimenta od 10,00 do 52,00% (Tab. 1). Podloga u drugom bazenu, i na početku i na kraju eksperimenta, odlikuje se velikom količinom krupnog peska (79%; 79,7%). Osim krupnog peska u ovom bazenu konstatovana je još samo frakcija sitnog peska (21%), dok ostale frakcije nisu zastupljene.

Tab. 1. — *Hemijska i fizička svojstva podloge na kojoj je orašak gajen*
Chemical and physical properties of substrate used for water nut
cultivation.

Mesec Month	Broj bazena Number pool	pH		Granulometrijski sastav Chief properties										
		H ₂ O	KCl	Humus %	N %	CaCO ₃ %	K ₂ O mg/100 gr	P ₂ O ₅ mg/100 gr	2—0,2 mm %	0,2—0,02 mm %	0,02—0,002 mm %	< 0,002 mm %	Ukupan pesak All sand %	Dukupna glina All clay %
IV	2	7,8	7,3	4,24	0,65	0	4,00	0,72	79,0	21,0	0	0	100,0	0
	3	7,8	7,5	8,37	0,67	2,44	41,50	20,00	74,3	16,8	5,9	3,0	91,0	8,9
	4	7,7	7,3	21,92	0,46	8,33	50,00	20,00	11,9	70,3	10,6	7,2	82,2	17,8
	5	7,6	7,4	7,17	0,55	2,09	25,00	6,25	0	53,4	26,5	20,0	53,4	46,6
IX	2	7,7	6,3	3,00	0,14	0	2,90	2,50	79,7	20,3	0	0	100,0	0
	3	7,8	7,0	11,05	0,29	2,44	28,00	20,00	66,3	23,7	8,0	2,0	90,0	10,0
	4	7,5	6,8	19,80	0,48	11,49	26,00	20,00	10,1	66,7	18,1	5,2	76,7	23,3
	5	7,6	7,9	6,89	1,15	3,55	4,00	3,75	2,2	45,8	29,8	22,2	48,0	52,0

U trećem bazenu, na početku eksperimenta procentualno ima najviše krupnog peska (74%), a zatim sitnog peska (16,8%). Osim ove dve frakcije u podlozi su konstatovane još i frakcije praha (5,9%) i gline (3,0%). Na kraju eksperimenta, za razliku od prethodnog bazena u kome skoro nema promena u granulometrijskom sastavu, u trećem bazenu se ispoljavaju promene. Smanjuje se procenat krupnog peska i gline, a povećava, mada ne mnogo, procenat sitnog peska i praha. Na kraju eksperimenta procentualni odnos ukupnog peska prema ukupnoj glini iznosi 90,00 prema 10,00.

Granulometrijski sastav podloge u četvrtom bazenu odlikuje se velikom količinom sitnog peska (70,3% na početku eksperimenta, 66,7% na kraju eksperimenta). U odnosu na prethodni bazen krupnog peska ima znatno manje (11,80 i 10,00%), dok se frakcija gline i praha povećava.

U petom bazenu frakcija krupnog peska na početku eksperimenta nije konstatovana, dok se na kraju eksperimenta pojavljuje u vrlo malom procentu od svega 2,2. U ovoj podlozi dominira frakcija sitnog peska, mada u nešto manjoj meri nego u prethodnom bazenu. U odnosu na prethodne eksperimentalne sredine u ovoj ima najviše praha i gline. Odnos ukupnog peska prema ukupnoj glini, na kraju eksperimenta, je 48,00 prema 52,00%.

HEMIJSKE OSOBINE VODE U KOJOJ JE GAJEN ORAŠAK POD EKSPERIMENTALNIM USLOVIMA

Za razviće hidrofita hemijski i fizički sastav vode je od bitnog značaja. Hemijske karakteristike vode uslovljene su njenim kontaktom sa atmosferom, litosferom, a takođe značajan uticaj vrši i živi svet koji se u

njoj razvija. Prirodne vode su složeni hemijski kompleksi koji sadrže rastvorene gasove, osnovne jone, biogene materije, mikroelemente i organske materije. Ove materije se nalaze u vidu rastvora, tj. kao joni, molekuli, koloidi ili čestice veće od 10^{-5} .

Analiza rastvorenih gasova. — Od rastvorenih gasova analizovani su O_2 i CO_2 , koji su svakako i najznačajniji za živi svet u vodenim biotopima. Rastvoreni gasovi u vodi su iz atmosfere, odnosno rezultat su delatnosti živog sveta u vodenim biotopima; njihova količina zavisi i od temperature i svetlosnog režima u datoj vodenoj sredini.

Rezultati analize rastvorenih gasova u eksperimentalnim sredinama prikazani su u tabeli 2. Iz dobijenih rezultata vidi se da je u svim sredinama, na početku eksperimenta, količina *kiseonika* bila 0,21 mg/l. Tokom eksperimenta, u svim bazenima, količina rastvorenog kiseonika opada.

U aprilu je kiseonika u svim bazenima bilo 0,21 mg/l. Međutim, kasnije dolazi do izvesnog variranja količine kiseonika. U maju je količina kiseonika u prvom, drugom, četvrtom i petom bazenu još uvek manje-više ujednačena (0,17—0,19 mg/l); samo je u trećem bazenu kiseonika nešto manje: 0,14 mg/l.

Temperatura vode u aprilu je merena u 10 časova i u svim bazenima iznosila je $11^\circ C$. Temperatura vode u maju iznosi $19^\circ C$, u svim bazenima, a merena je u isto vreme kao i u aprilu. U julu je količina kiseonika u svim bazenima manja nego u maju, ali u svim bazenima manje-više konstatovana je ista količina 0,03—0,05 mg/l. U septembru su zabeležene najmanje količine kiseonika u trećem, četvrtom i petom bazenu (0,008—0,009 mg/l), dok se u prvom i drugom bazenu konstatuje izvesno povećanje u odnosu na prethodni mesec (0,08 i 0,06 mg/l).

Rezultati analize CO_2 pokazuju da ga je na početku eksperimenta u svim bazenima bilo 4,9 mg/l. Razlike u pogledu količine CO_2 u različitim eksperimentalnim sredinama u toku trajanja eksperimenta su veoma izražene. U maju u svim bazenima konstatovano je opadanje količine CO_2 , ali je ono različito u pojedinim eksperimentalnim sredinama. Najveće promene su ispoljene u prvom i drugom bazenu (u aprilu 4,9; u maju 1,05 i 1,58 mg/l). U četvrtom i petom bazenu količina CO_2 je manja nego u aprilu, ali i veća u odnosu na količinu CO_2 u prvom i drugom bazenu (Tab. 2). Najviše CO_2 u maju ima u vodi iz trećeg bazena (3,17 mg/l); istovremeno je ovde izražena i najmanja razlika u odnosu na početno stanje.

U julu, u svim bazenima, zapaža se приметно povećanje količine CO_2 u odnosu na prethodno stanje. Najviše CO_2 u ovom periodu nalazi se u vodi iz četvrtog bazena (8,07 mg/l). U trećem bazenu konstatovano je 6,76 mg/l a u petom bazenu 5,04 mg/l.

U septembru razlike u pogledu količine CO_2 su veoma izražene. Prvi i drugi bazen odlikuju se malom količinom CO_2 (0,60 i 1,80 mg/l), dok se u trećem, četvrtom i petom bazenu količina CO_2 kreće u granicama 10,09 do 20,18 mg/l.

Rezultati dobijeni analizom rastvorenih gasova u vodi pojedinih bazena ukazuju na različite procese koji se u njima odigravaju. U bazenima na čijem se dnu nalazi pesak ili gde substrata uopšte i nema (prvi i drugi bazen), zabeležena su najmanja variranja u pogledu količine kiseonika i ugljendioksida. Kiseonik se rashoduje, ali u daleko manjoj meri nego u

ostalim bazenima. Rashodovanje kiseonika i povećanje količine ugljen-dioksida je zabeleženo upravo u vreme kada su neke od biljaka u ovim sredinama počele da trule (juli), jer dalje nisu mogle da se razvijaju u datim eksperimentalnim uslovima. Kada su u pitanju ova dva bazena može se reći da je rashodovanje kiseonika uglavnom išlo na račun disanja organizama u ovim sredinama i u procesu truljenja pojedinih biljnih delova ili celih biljaka.

CO₂ je trošen u procesu fotosinteze. Pada u oči da je rashodovanje CO₂ naročito izraženo u periodu maj—juni, da u julu količina CO₂ u prvom i drugom bazenu raste, da bi se u septembru opet zabeležio izvestan pad. U maju i junu biljke se u ovim bazenima intenzivno razvijaju i troše CO₂ u procesu fotosinteze; u julu biljke počinju da stagniraju u svom razviću a neke i da trule, što je svakako jedan od uzroka koji dovodi do povećanja količine CO₂. Analizirajući odnos O₂ i CO₂, u ova dva bazena, imala sam u vidu uglavnom uticaj živog sveta na količinu ovih gasova, s obzirom da u jednom bazenu substrata nema a da je u drugom substrat pesak, u kome se ne odigravaju značajniji oksidacioni procesi; temperatura vode u toku eksperimenta u ova dva bazena bila je uvek ista.

U trećem, četvrtom i petom bazenu osim uticaja manje-više podjednako razvijenih biljaka i temperature vode koja veoma malo varira (1 do 1,5°C), značajno mesto zauzima i substrat u kome se odigravaju oksidacioni procesi. U ovim bazenima, počev od juna, naglo opada količina kiseonika a povećava se količina ugljendioksida. Jedan od uzroka ove pojave je svakako početak truljenja opalih listova i donjih delova stabljika biljaka koje se razvijaju u ovim bazenima, kao i procesi truljenja koji se dešavaju u samoj podlozi. U ovom periodu biljke su u punom razvoju, imaju razvijene široke flotantne rozete koje skoro potpuno prekrivaju površinu vode, počinju da cvetaju. Sve ovo ukazuje na veoma intenzivne fiziološke procese, među kojima bi u ovom trenutku izdvojili procese disanja i fotosinteze. Na osnovu rezultata dobijenih hemijskom analizom vode vidi se da količina kiseonika stalno opada dok količina ugljendioksida raste, što ukazuje na to da su u eksperimentalnim bazenima intenzivniji oksidacioni od fotosintetičkih procesa. Ova pojava je naročito izražena u bazenima u kojima su biljke bujno razvijene, što bi moglo na prvi pogled da izgleda kontradiktorno. Biljke se u eksperimentalnim uslovima razvijaju, kao što je već rečeno, u betonskim bazenima. Sunčeva svetlost, neophodna za proces fotosinteze, u vodu može da prodre samo preko površine, međutim, površina vode u trećem, četvrtom i petom bazenu je potpuno prekrivena gustim sklopom flotantnih rozeta, tako da je skoro onemogućeno prodiranje svetlosti u vodu. U vodi se nalaze tanke stabljike trape, čija je fotosintetička potencija u odnosu na flotantne listove mala, a u uslovima veoma slabe osvetljenosti, skoro potpunog mraka, mogućnosti za fotosintetičku delatnost drugih biljnih organizama (alga) je veoma umanjena. Iz svega rečenog proizilazi da se fotosintetički procesi odvijaju uglavnom u uslovima atmosfere, dok su u vodi veoma oslabljeni, pa usled oksidacionih procesa u podlozi i vodi i disanje životinjskih organizama i trape, voda u trećem, četvrtom i petom bazenu je bogata ugljendioksidom a osiromašena kiseonikom.

U prvom i drugom bazenu situacija u pogledu razvića biljaka je drukčija. U ovim bazenima na biljkama se nalaze sitne rozete koje na površini vode plivaju na izvesnom rastojanju jedna od druge, tako da sunčeva svet-

lost može da prodire i u dublje slojeve vode. Biljke u prvom bazenu nisu ukorenjene, one lebde u vodi nedaleko od površine. U drugom bazenu većina biljaka je ukorenjena, ali ima i onih koje lebde u vodi, jer se lako odvajaju iz peščanog substrata. Nepostojanje podloge u prvom bazenu, odnosno osobine peska kao podloge u drugom bazenu, isključuju oksidacione procese u podlozi; fotosinteza biljnih organa u vodi je svakako intenzivnija nego u uslovima koje pružaju vodene sredine u trećem, četvrtom i petom bazenu, usled čega i dolazi do postojanja veće količine kiseonika u njima, a manje količine ugljendioksida.

Kao posledica životnih procesa organizama koji žive u bazenima javljaju se značajne količine ugljendioksida. Ugljendioksid se u povoljnim uslovima može odmah utrošiti u procesu fotosinteze ili može da pređe u bikarbonat, jer nepostojana ugljena kiselina reaguje sa slabo rastvorljivim kalcijumkarbonatom i daje rastvorljiv kalcijumbikarbonat. Rastvorljiv oblik ugljene kiseline je veoma značajan za biljni svet vodenih biotopa, jer biljke osim slobodnog CO₂ koriste i ugljendioksid vezan u Ca(HCO₃)₂. Ovo se postiže na taj način što biljke trošeći slobodan CO₂ remete ravnotežu između njega i bikarbonata, što dovodi do raspadanja bikarbonata i pri tome se oslobađa CO₂ koji biljke koriste. Oslobođeni kalcijumkarbonat se taloži.

U neposrednoj vezi sa količinom rastvorenih gasova u vodi je i *reakcija vode* (pH). Ona je u aprilu i maju alkalna (pH 8,08—8,41), a između pojedinih eksperimentalnih sredina nema velikih razlika (Tab. 2). U julu, u svim bazenima, zabeležene su manje vrednosti pH nego u prethodnim mesecima (7,60—7,88). U septembru su ispoljene najveće razlike u pogledu reakcije vode u različitim eksperimentalnim sredinama. Voda u prvom i drugom bazenu ima alkalni karakter (pH 8,98; 8,60), dok je vrednost pH u ostalim bazenima ista i iznosi 7,60. U prirodnim uslovima, prema podacima M. Čanaka (1964), pH vrednost vode je 7,60. Na osnovu dobijenih podataka o reakciji vode u kojoj trapa raste pod eksperimentalnim uslovima, kao i na osnovu razvića biljaka u tim uslovima, može se zaključiti da *Trapa annosa* može da klija i da se uspešno razvija u vodi čija je reakcija alkalna ili slabo alkalna.

U aprilu i maju u vodi nisu konstatovani *sulfati* ni u jednom bazenu. U julu i septembru ima sulfata u svim bazenima. U svim eksperimentalnim bazenima količina sulfata opada u toku eksperimenta.

U vodi iz trećeg i četvrtog bazena uvek je konstatovana najveća količina sulfata, dok najmanje sulfata ima voda iz drugog bazena. U prirodnoj vodenoj sredini ima znatno više sulfata (44,03 mg/l), međutim iz našeg eksperimenta se vidi da i deset puta manje količine ovih jedinjenja ne utiču negativno na razviće trape (treći i četvrti bazen).

Od *mikrokomponenti* ispitivana je količina gvožđa, mangana, fosfata, nitrata, azota i amonijaka.

Mangan nije konstatovan ni u jednom uzorku vode.

U vodi u kojoj se orašak razvijao pod eksperimentalnim uslovima *gvožđe* nije konstatovano ni u jednom uzorku analizovanom u aprilu. U maju se javlja samo u drugom i petom bazenu (0,01 mg/l). U julu u svim bazenima ima gvožđa i to u manje-više istim količinama (Tab. 2). U septembru u prvom i drugom bazenu nema gvožđa; u trećem i petom ima

0,02 mg/l. U četvrtom bazenu je zabeležena najveća količina gvožđa: 0,052 mg/l.

Prema M. Čanku u vodi na prirodnom staništu trape nalazi se 0,002 mg/l gvožđa. U odnosu na prirodno stanište u svim eksperimentalnim sredinama konstatovano je više gvožđa u vodi.

Fosfati su u vodi u kojoj je gajen orašak konstatovani prvi put u maju, i to samo u trećem i četvrtom bazenu. Kasnije se fosfati javljaju u svim bazenima ali u različitim odnosima (Tab. 2). Kraj vegetacionog perioda (septembar) okarakterisan je relativno visokim prisustvom fosfata u vodi u svim eksperimentalnim sredinama (0,07—0,50 mg/l). Vrlo velikom količinom fosfata odlikuje se voda u četvrtom bazenu (kompost); u trećem bazenu (smeša peska i komposta) je takođe visok sadržaj fosfata; dok je u ostalim bazenima zabeležena je znatna količina ovog jedinjenja.

Jedinjenja azota imaju veliki životni značaj s obzirom da predstavlja ju jedan od najznačajnijih elemenata u sastavu protoplazme živih bića. Jedinjenja azota se u vodi nalaze u obliku jona amonijaka (NH_4), nitrata (NO_3), kao i u obliku složenijih kompleksa. Azotna jedinjenja u vodi su u stalnoj promeni pod uticajem različitih vrsta bakterija, tako da se stanje pojedinih oblika azotnih jedinjenja stalno menja, dok je opšta količina azota uglavnom malo promenljiva.

Tab. 2. — Rezultati analize hemijskog sastava vode u kojoj je orašak gajen.
The results of chemicaly analysed content of water used for water nut cultivation.

Mesec Month	Broj bazena Number pool	O ₂ mg/l	CO ₂ mg/l	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	Organske materije Organic matter mg/l	Suvi ostatak Dry residue mg/l
IV	1—4	0,21	4,90	8,41	0	0	1,32	0	22,62	374
V	1	0,18	1,05	8,08	0	0	0,25	0	26,30	215
	2	0,19	1,58	8,08	0	0,01	0,50	0	28,14	250
	3	0,14	3,17	8,08	0	0	1,00	0,05	17,27	260
	4	0,17	2,11	8,08	0	0	2,00	0,90	24,56	290
	5	0,17	2,64	8,08	0	0,01	0,45	0	14,37	298
VII	1	0,05	3,53	7,78	4,40	0,004	0,20	0,05	36,70	300
	2	0,04	1,00	7,88	1,00	0,004	0,25	0,02	34,87	370
	3	0,03	6,76	7,60	13,30	0,006	0,95	0,01	56,28	480
	4	0,05	8,07	7,60	12,40	0,006	1,05	0,03	70,97	619
	5	0,03	5,04	7,60	4,10	0,006	0,20	0,02	22,63	372
IX	1	0,08	0,60	8,98	0,05	0	0,03	0,07	22,63	290
	2	0,06	1,80	8,60	0,04	0	0,03	0,07	21,41	270
	3	0,009	20,18	7,60	5,05	0,02	1,00	0,12	35,48	420
	4	0,009	15,43	7,60	4,50	0,05	1,50	0,50	57,50	533
	5	0,008	10,09	7,60	0,20	0,02	0,25	0,12	17,74	414

Na početku eksperimenta u svim bazenima je bilo 1,32 mg/l *nitrata*. U svim bazenima, izuzev četvrtog, u maju dolazi do većeg ili manjeg smanjenja količine nitrata; jedino se u četvrtom bazenu povećava količina nitrata, od 1,32 do 2,00 mg/l. U prvom i drugom bazenu sve do septembra količina nitrata se bitno ne menja, a u ovom mesecu naglo opada. U trećem bazenu u toku eksperimenta količina nitrata ostaje skoro nepromenjena. U odnosu na količinu nitrata u prvom i drugom bazenu, u trećem bazenu ima znatno više ovog jedinjenja (Tab. 2). Voda u četvrtom bazenu je najbogatija nitratima. Po količini nitrata peti bazen je sličan drugom.

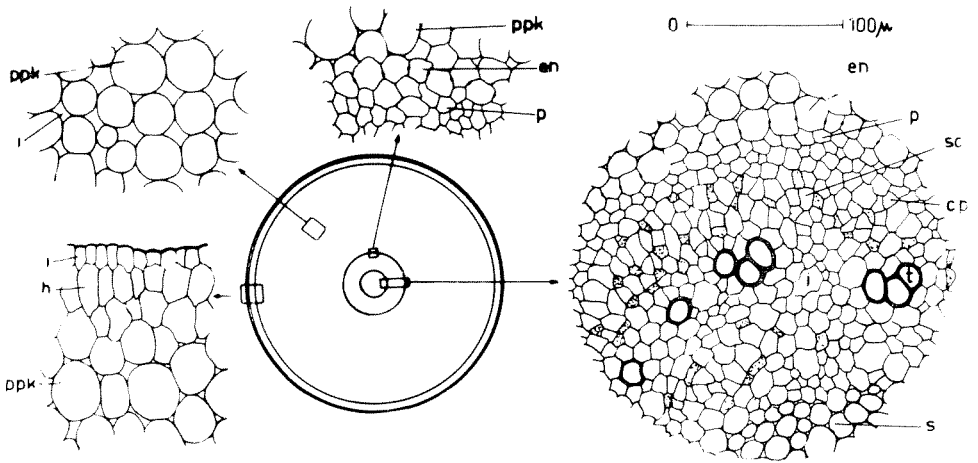
Organske materije su produkti raspadanja organizama koji žive u vodi ili dospevaju u vodu iz okolne sredine. U vodi u kojoj je gajen orašak pod eksperimentalnim uslovima najviše organskih materija u svim bazenima bilo je u julu (Tab. 2). U ovom mesecu su u najvećoj meri izražene i razlike između pojedinih bazena u pogledu količine organskih materija. U prvom i drugom bazenu količina organskih materija je skoro ista, i znatno manja nego u trećem i četvrtom bazenu; ta se razlika naročito ispoljava posle maja. U petom bazenu voda sadrži najmanje organskih materija.

Ukupna količina rastvorenih soli, izračunata kao suvi ostatak, različita je za pojedine eksperimentalne sredine (Tab. 2). Bogatstvom mineralnih soli izdvajaju se treći i četvrti bazen, i to posebno u periodu cvetanja i plodonošenja.

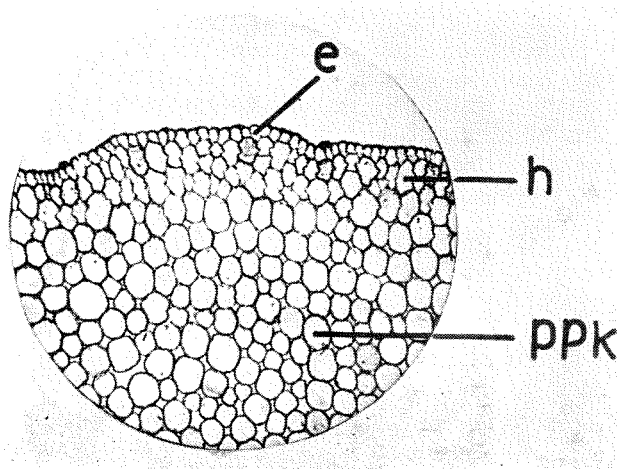
Temperatura vode je merena istovremeno kada su uzimani uzorci za hemijsku analizu. Eksperimentalne sredine se odlikuju ujednačenim temperaturnim režimom. Razlike u pogledu temperature vode nisu nikada veće od 1,5°C. U aprilu temperatura vode je u svim bazenima ista (11°C). Mala variranja između pojedinih bazena ispoljena su u julu, dok se u septembru po temperaturi vode izdvaja samo bazen pet, i to za 0,5°C. Najniža temperatura vode bila je u aprilu (11°C), zatim se voda postepeno zagreva tako da su u julu izmerene najveće vrednosti temperature: 26,5°C. U septembru je temperatura vode skoro ista kao i u maju (19,5°C). Konstatovane temperaturne razlike rezultat su uticaja biljaka koje se razvijaju u bazenima. Ukoliko je sklop flotantnih rozeta potpuniji na površini vode, utoliko su veće razlike između pojedinih bazena u pogledu temperature vode ispod rozeta. U aprilu i maju na površini vode još nema flotantnih rozeta, ili su samo pojedinačne rozete izbile na površinu. U to vreme je u svim bazenima izmerena ista temperatura vode. U julu voda je toplija u onim bazenima u kojima su biljke slabije razvijene (prvi i drugi bazen), a najniža je temperatura u četvrtom bazenu, u kome je sklop flotantnih rozeta na površini vode potpun i kao takav ekran onemogućuje prodiranje svetlosti i zagrevanje vode.

Eksperimentalni bazeni u kojima je orašak gajen međusobno se razlikuju u pogledu hemijskog sastava vode i podloge što je uslovilo i razlike u razviću biljaka.

Analizom podloge ustanovljeno je da jedino pH ima manje-više iste vrednosti u svim bazenima, dok ostale komponente podloge variraju u većoj ili manjoj meri. U pogledu količine humusa, azota, kalcijumkarbonata, lako pristupačnog kalijuma i fosfora izdvajaju se četvrti i treći bazen, u kojima ovih materija ima uvek u većoj količini nego u drugom i petom



Sl. 4. — Anatomiska građa drške koja povezuje dva kotiledona: e — epidermis, h — hipoderm, ppk — parenhim primarne kore, i — intercelular, en — endoderm, p — pericikl, sc — sitaste cevi, cp — ćelije pratilice, t — traheje, s — srž.
 Anatomical structure of stalk connecting two cotyledons: e — epidermis, h — hypodermis, ppk — parenchyma of the primary cortex, i — intercellular, en — endodermis, p — pericycle, sc — sieve tube, cp — companion cells, t — tracheary elements, s — pith.



Sl. 5. — Poprečni presek kroz dršku koja povezuje dva kotiledona: e — epidermis, h — hipoderm, ppk — parenhim primarne kore.
 Cross section of the stalk connecting two cotyledons: e — epidermis, h — hypodermis, ppk — parenchyma of the primary cortex.

aktivne materije razlažu u oblike dostupne mladoj biljci (Janković, M., Stanimirović, S., i dr., 1966). Put kojim se ove materije kreću iz velikog kotiledona prema stabljici je upravo kroz dršku koja je neobično bogata tkivom za sprovođenje organskih materija, dok je ksilem veoma redukovan (Sl. 4). Kasnije, kada biljka ozeleni, kada se ukoreni i iscrpe rezervne materije iz velikog kotiledona, uloga drške znatno opada i tada se javljaju prvi znaci njenog propadanja.

Drška ima ograničeno rastenje. Dužina drške varira od nekoliko do 15 cm. Njena dužina zavisi od nasledne osnove i, kako su pokazali rezultati dobijeni u eksperimentima a i posmatranja na terenu, od svetlosnog intenziteta koji dopire do dna vodenog bazena u periodu klijanja semena. Ukoliko je svetlosni intenzitet jači utoliko je drška kraća i ranije ozeleni. Na osnovu dužine drške, kao i nekih drugih pokazatelja (dužina stabljike, oblik, veličina i nazubljenost listova), mogu se lako prepoznati biljke oraška koje se razvijaju u plitkoj ili dubokoj vodi. Širina drške je skoro uvek ista i iznosi oko 2,0 cm.

Drške koje su se razvijale u eksperimentalnim uslovima pokazuju iste osobine koje su napred opisane. U maju dobro razvijenu i zelenu dršku imaju biljke u svim bazenima. U julu drške imaju još samo biljke u prvom bazenu, mada se i na ovim drškama zapažaju znaci izumiranja (žuto-mrka boja). U septembru ni na jednoj ispitivanoj biljci nema drške.

Postojanje drške duže vremena kod biljaka u prvom bazenu ima svoj biološki smisao. Te biljke se razvijaju samo u vodi, nemaju mogućnosti da se ukorene i da iz podloge apsorbuju mineralne soli neophodne za svoje razviće. To znači da su one za razliku od biljaka u drugim bazenima, u toku celog svog života, upućene samo na korišćenje onih mineralnih i drugih materija koje se nalaze magacinirane u velikom kotiledonu i vodi koja ih okružuje. Na osnovu analize hemijskog sastava vode u bazenima znamo da je voda prvog bazena veoma siromašna u pogledu sadržaja i količine baš tih materija. S obzirom da je sadržaj velikog kotiledona osnovni izvor mineralnih i organskih materija neophodnih za razviće biljaka u prvom bazenu, one ga maksimalno koriste, a pošto je drška organ transmisije tih materija do stabljike to se ona kod ovih biljaka najduže zadržala.

Dužina drške biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima je 7—9,2 cm, dok je širina u svim slučajevima iznosila 0,2 cm. S obzirom da dužina drške dosta varira i u prirodnim uslovima pri istom svetlosnom intenzitetu, to bi razlike u dužini koje se javljaju u eksperimentalnim uslovima trebalo tumačiti kao odraz individualnih genetskih razlika, a ne kao reakciju na delovanju vode i podloge različitog hemijskog sastava.

U pogledu anatomske građe drška se odlikuje širokom zonom primarne kore u odnosu na centralni cilindar (Sl. 4). Zona primarne kore u dršci je 2 do 4 puta šira od zone centralnog cilindra. Na površini drške nalazi se jednoslojni epidermis koji se kao pokorično tkivo zadržava skoro do izumiranja drške (Sl. 4 i 5). U primarnoj kori razlikuju se dve zone. Uzana zona, ispod epidermisa je hipoderm (Sl. 4 i 5). On je sagrađen od nekoliko slojeva međusobno čvrsto spojenih ćelija, koje ponekad preuzimaju ulogu pokoričnog tkiva. Najveći deo primarne kore sagrađen je od parenhimskih ćelija, između kojih se nalaze relativno uzani šizogeni intercelulari (Sl. 4 i 5). Poslednji sloj primarne kore gradi endoderm. Na zidovima endodermskih ćelija jasno se uočavaju Kasparijeva zadebljanja (Sl. 4 i 6).

Središnji deo drške zauzima srž (Sl. 4). Centralni cilindar sagrađen je od mnogobrojnih sitastih cevi, ćelija pratilica, traheja i traheida kao i provodnog parenhima. Sitaste cevi i ćelije pratilice su grupisane u dva koncentrična prstena od kojih je jedan spoljašnji a drugi unutrašnji floem. U dršci oraška nikada se ne obrazuje mehaničko tkivo. Prokambijalna vrpca potpuno je izdiferencirana u trajna tkiva. Između dva floemska prstena nalaze se pojedinačne traheje i traheide (Sl. 4). Zidovi ovih provodnih elemenata su lignifikovani. Unutrašnja zadebljanja traheja i traheida su prstenasta ili spiralna. Često se na mestu traheja ili traheida obrazuju intercelulari. Ova pojava je izraženija kod starijih biljaka. Trapa ima bikolateralan zatvoren provodni snopić, koji je u izvesnom smislu modifikovan u vezi sa posebnim uslovima koji vladaju u vodenoj sredini. U osovinskim organima oraška između provodnih snopića nema sržnih zrakova, spoljašnji floemi su spojeni, dok su unutrašnji mestimično razdvojeni.

U poređna anatomski analiza drške dala je sledeće rezultate. *Ćelije epidermisa* su, u svim eksperimentalnim sredinama, šire za 4 do 5 mikrona u radijalnom pravcu u odnosu na širinu u tangencijalnom pravcu. Širina epidermskih ćelija je manje-više ista kod svih biljaka koje su ispitivane (11 do 15 mikrona u tangencijalnom pravcu i 16 do 19 u radijalnom).

Srednje vrednosti dužine epidermskih ćelija razlikuju se u većoj meri od širine. Najduže epidermske ćelije imaju biljke iz bazena 3 (71 mikron). Dužina ćelija u drugom i četvrtom bazenu je skoro ista (63—65 mikrona), samo su nešto kraće ćelije u prvom bazenu (57 mikrona). Kod biljaka koje rastu u petom bazenu epidermis je raskinut, ćelije su deformisane a funkciju pokoričnog tkiva preuzimaju ćelije hipoderma. Lokalno, na starijoj dršci, dolazi i do destrukcije u dubljim slojevima. Ovu interesantnu pojavu za vodene biljke zapazio je kod oraška Majer i pripisao joj je poseban značaj (Mayer, F., 1915). Ova pojava je izraženija kod starijih organa oraška. U tom slučaju ćelijski zidovi hipoderma zadebljavaju. Na mestima gde se epidermis deformiše, hipoderm postaje zaštitno pokorično tkivo.

Ispod epidermisa nalazi se višeslojni *hipoderm*, sagrađen od 1—3 niza ćelija. Ćelije hipoderma su višegaone i čvrsto međusobno spojene. Debljina hipoderma je kod biljaka iz svih bazena manje-više ista (40—50 mikrona) izuzev biljaka u prvom bazenu kod kojih je za 10—15 mikrona manja. Zidovi ćelija hipoderma su zadebljali, a u izvesnim delovima hipoderma ispoljava se proces lignifikacije ćelijskih zidova. Širina ćelija hipoderma je u svim sredinama skoro ista (16—18 mikrona u tangencijalnom pravcu i 25—26 mikrona u radijalnom pravcu). Ćelije su obično u radijalnom pravcu šire za 8 do 10 mikrona. Dužina ćelija hipoderma u dršci, kod biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima, je skoro ista (50—60 mikrona).

Ćelije parenhima primarne kore su tankih celuloznih zidova i između njih se nalaze šizogeni intercelulari koji su ravnomerno raspoređeni u tkivu primarne kore. U pogledu veličine ćelija parenhima primarne kore kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim sredinama nema bitnih razlika (širina 30—34 mikrona). Ćelije ovoga tkiva su 2 do 4,5 puta duže u odnosu na svoju širinu.

Širina *intercelulara* u primarnoj kori drške, kod biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima, je skoro ista. Variranje u širini u tangencijalnom i radijalnom pravcu iznosi 1 mikron, tako da zapravo razlike

i nema. Širina intercelulara kod biljaka gajenih u prvom, drugom, četvrtom i petom bazenu iznosi 20—26 mikrona, jedino su nešto krupniji intercelulari kod biljaka iz trećeg bazena (31—32 mikrona). U parenhimu primarne kore nisu konstatovane kristalne druze ni kod jedne od ispitivanih biljaka. Širina primarne kore iznosi 881—987 mikrona.

Endoderm je poslednji sloj primarne kore i čini jasnu granicu između ove zone i zone centralnog cilindra. Kod svih ispitivanih biljaka na radijalnim zidovima endodermskih ćelija jasno se vide Kasparijeva zadebljanja. Ćelije endoderma u dršci, kod biljaka iz svih bazena, su skoro iste širine u radijalnom i tangencijalnom pravcu (razlike iznose 1—2 mikrona). Značajne razlike u pogledu širine endodermških ćelija kod biljaka iz pojedinih bazena nisu uočene, međutim u pogledu dužine ima razlika koje iznose i po 20 mikrona. Dužina endodermških ćelija biljaka iz prvog, drugog i trećeg bazena je 60 do 69 mikrona, a kraće ćelije imaju biljke iz četvrtog i petog bazena: 48 do 55 mikrona. Iako nema uočljivih razlika u pogledu veličine endodermških ćelija kod biljaka gajenih na različitim podlogama ipak se zapaža da veličina ovih ćelija postepeno opada idući od prvog ka petom bazenu.

Centralni cilindar drške započinje jednim do dva sloja ćelija koje grade pericikl. Ispod pericikla se nalazi veliki broj sitastih cevi i ćelija pratilica koje grade kontinuirani prsten i čine spoljašnji floem. U dršci postoji još jedan, mada ne uvek potpun, prsten sitastih cevi i ćelija pratilica koji se nalazi oko srži i čini unutrašnji floem. Sitaste cevi spoljašnjeg floema su uvek sitnije i mnogobrojnije od sitastih cevi koje ulaze u sastav unutrašnjeg floema.

Sitaste cevi, svih ispitivanih biljaka, su šire u radijalnom pravcu za 2—7 mikrona nego u tangencijalnom. Razlike su u većoj meri izražene u spoljašnjem floemu nego u unutrašnjem.

Širina sitastih cevi, kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, kreće se od 3 do 6 mikrona, dok su razlike u pogledu dužine članova sitastih cevi znatno jače izražene. Analizirajući dobijene rezultate vidimo da se počev od biljaka gajenih u prvom bazenu i idući ka biljkama gajenim u petom bazenu dužina članova sitastih cevi stalno povećava. Dužina članova sitastih cevi biljaka u prvom i drugom bazenu je skoro ista (205, 214 mikrona), već u trećem bazenu dužina iznosi 242 mikrona; u četvrtom bazenu 261, i u petom bazenu 343 mikrona. Uz sitaste cevi nalazi se veći broj (10—15) krupnih ćelija pratilica.

U dršci se nalaze spiralne i prstenaste *traheje* i *traheide*. Zidovi ovih elemenata su lignifikovani. U dršci se često na mestu traheja i traheida nalaze široki intercelulari, u kojima se vide ostaci spirala ili prstenova.

Širina traheja u dršci je relativno mala (20—28 mikrona). U pogledu širine traheja kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima nema značajnijih razlika (1—8 mikrona). U dršci se nalazi 10 do 12 sudova.

U centralnom delu drške nalazi se *srž*, čije su ćelije ovalne i tankih celuloznih zidova. Ćelije srži su manje-više iste po veličini kod svih ispitivanih biljaka. Širina ćelija srži je 16 do 21 mikron. Ako se za širinu ćelija može reći da je ujednačena, za dužinu konstatujemo razlike koje se kreću i do 100 mikrona. Dužina ćelija srži se povećava idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama iz petog bazena. U prvom bazenu dužina ćelija srži iznosi 101 mikron, dok je u petom bazenu 179 mikrona.

Srž je relativno slabo razvijena u odnosu na ostala tkiva. Odnos srži prema centralnom cilindru je 2 do 3,4. Centralni cilindar je moćnije razvijen u dršci kod biljaka koje rastu u prvom i četvrtom bazenu, dok je kod biljaka u ostalim eksperimentalnim sredinama odnos centralnog cilindra i srži isti. Moćno razvijeno provodno tkivo, posebno floemski deo, omogućava intenzivne tokove rezervnih materija iz velikog kotiledona u mladu biljčicu koja se tek razvija i koja još ne poseduje sopstveni autotrofni mehanizam.

U radovima koji se odnose na anatomsku građu oraška (Barnéoud, M., 1848; Gibelli, G. i Ferrero, F., 1891; Queva, M. C., 1909; i dr.), nije opisana anatomska građa drške koja povezuje dva kotiledona. O anatomske građi drške, koliko nam je poznato, date su samo najopštije konstatacije u tome smislu da je drška sagrađena od relativno zbijenog tkiva. Na osnovu dosada poznatih činjenica, kao i na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu, zaključak o morfo-anatomskim osobinama drške mogao bi se formulisati na sledeći način. Drška je vegetativni osovinski organ oraška, razvija se na početku individualnog razvića ove biljke i ima ograničeno rastenje. Drška je direktno spojena sa velikim kotiledonom iz koga crpe materije neophodne za svoje razviće. Širina drške je relativno konstantna veličina u odnosu na sredinu u kojoj se biljka razvija i iznosi 1,9 do 2,0 mm. Dužina drške je uslovljena svetlosnim intenzitetom koji dopire do dna vodenog bazena u vreme klijanja i prvih faza razvića oraška. Ukoliko je svetlosni intenzitet slabiji, utoliko je drška izduženija i duže vreme ne dobija zelenu boju. Na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu vidi se da na širinu i dužinu drške bitno ne utiču podloga na kojoj se biljke razvijaju kao ni različit hemijski sastav vode. Razlike koje se javljaju u veličini drške rezultat su individualnih genetskih razlika koje se ispoljavaju u toku razvića i nejednakog svetlosnog režima koji vlada u pojedinim delovima vodenog biotopa u kome se orašak razvija.

Kao pokorično tkivo na dršci se obrazuje epidermis. Čelije epidermisa su malo izdužene u radijalnom pravcu. Spoljašnji tangencijalni zid ovih ćelija je zadebljao. Širina epidermskih ćelija u tangencijalnom pravcu iznosi 9 do 18 mikrona, najčešća izmerena širina je 11 do 15 mikrona. U radijalnom pravcu širina ovih ćelija iznosi 12 do 23 mikrona, najčešće 16 do 19 mikrona. Dužina ćelija epidermisa varira u granicama od 32 do 120 mikrona, najčešća dužina 63 do 71 mikron.

Odmah ispod epidermisa nalazi se hipoderm, koji najčešće grade 1—3 sloja ćelija. Čelije hipoderma su višeućelne i među sobom tesno spojene. Zidovi ovih ćelija su malo zadebljali, a u izvesnim slučajevima i lignifikovani. Često se u ćelijama hipoderma obrazuje antocijan. Debljina hipoderma iznosi 30 do 50 mikrona, a najčešće 40 do 50. Čelije ovoga tkiva su izdužene u radijalnom pravcu. Njihova širina u tangencijalnom pravcu iznosi 8 do 26 mikrona, najčešće 14 do 18, a u radijalnom pravcu širina je 18 do 42 mikrona (najčešće 23 do 26 mikrona). Ukoliko je hipoderm višeslojan, najduže ćelije su bliže periferiji organa. Dužina ćelija hipoderma iznosi 35 do 97 mikrona. Najčešće izmerena dužina je 48 do 60 mikrona.

Parenhim primarne kore čini osnovnu masu ovoga organa. Čelije parenhima primarne kore su ovalnog oblika i tankih celuloznih zidova. Širina ovih ćelija se kreće u granicama 20 do 52 mikrona, a najčešća širina je 28 do 36 mikrona. Dužina ćelija ovoga tkiva varira od 60 do 192 mikrona. Najčešća dužina iznosi 120 do 135 mikrona.

U primarnoj kori se nalaze intercelulari koji su po tipu šizogeni. Gledano od periferije prema centru širina intercelulara se do srednjeg dela primarne kore malo povećava, a zatim opet smanjuje, tako da se najuži intercelulari nalaze u blizini hipoderma i centralnog cilindra. Širina intercelulara varira od 6 do 48 mikrona. Dominiraju intercelulari čija je širina 22 do 32 mikrona.

Endoderm je poslednji sloj primarne kore i jasno odvaja zonu primarne kore od zone centralnog cilindra. Na radijalnim zidovima ćelija endoderma nalaze se Kasparijeva zadebljanja. Širina ovih ćelija iznosi 10 do 27 mikrona, najčešće 17 do 21 mikron. Dužina ćelija endoderma varira od 30 do 95 mikrona, najčešće izmerena dužina iznosila je 50 do 70 mikrona.

U centralnom cilindru dominiraju elementi za provođenje organskih materija koji grade kontinuiran spoljašnji i unutrašnji floem. Elementi za provođenje vode i u njoj rastvorenih mineralnih soli zastupljeni su u malom broju i to u vidu prstenastih i spiralnih traheja i traheida. Ovi elementi su često razoreni i na njihovom mestu se obrazuju intercelulari u kojima se vide ostaci prstenova i spirala. U centralnom delu drške nalazi se srž.

Širina sitastih cevi spoljašnjeg i unutrašnjeg floema iznosi 9 do 31 mikron. Najčešće izmerena širina je 14 do 23 mikrona. Dužina članova sitastih cevi je veoma različita i kreće se od 115 do 765 mikrona. Oko sitastih cevi nalazi se veliki broj ćelija pratilica (uz jedan član sitaste cevi može biti i do 20 ćelija pratilica).

Najčešća širina traheja i traheida iznosi 20 do 30 mikrona, mada širina ovih elemenata može da varira u granicama 16 do 38 mikrona. Ćelije srži su ovalne a između njih se nalaze uzani šizogeni intercelulari. Širina ćelija je 12 do 30 mikrona; najčešće su one ćelije čija širina iznosi 16 do 21 mikron. Dužina ćelija ponekad dostiže i 200 mikrona, mada su najčešće izmerene ćelije srži imale dužinu 102 do 173 mikrona.

Vršeci uporedna anatomsko ispitivanja drške biljaka gajenih na različitim podlogama, u uslovima različitog hemijskog sastava vode i analizujući dobijene rezultate može se zaključiti da različit fizičko-hemijski sastav podloge i vode ne vrši bitan uticaj na morfo-anatomske osobine drške koja povezuje dva kotiledona. I ako u dršci nema mehaničkog tkiva ona ipak poseduje određenu čvrstinu, koja je pre svega rezultat turgescenosti relativno kompaktnog tkiva, a kao organ koji se razvija u vodi dovoljno je elastična da prati kretanje vode.

Morfo-anatomske osobine hipokotila. — Hipokotil je vegetativni organ oraška koji se kod ove biljke prvi razvija u procesu klijanja. Rastenje hipokotila, kao i rastenje drške, je ograničeno. Hipokotil je negativno geotropan. Prvih 6 do 8 dana od izbijanja iz ploda on je bledo-žute boje, a zatim ozeleni. Ovaj organ počinje svoje razviće u aprilu, a u julu se zapažaju prvi znaci izumiranja. Prvi simptomi izumiranja se zapažaju na vrhu hipokotila i postepeno zahvataju tkiva prema osnovi.

Na hipokotilu se razvijaju končasti adventivni korenovi. Adventivni korenovi koji se razvijaju pri osnovi hipokotila su pozitivno ortogeotropni. Oni rastu u pravcu podloge i ukorenjavaju se; u podlozi se granaju, mada ima i nerazgranatih. Deo adventivnog korena koji je u podlozi mrke je boje, a deo iznad podloge je ružičast. Adventivni korenovi koji se razvijaju duž hipokotila su plagiogeotropni, ograničenog su rasteanja, zelene boje i ne gra-

naju se. Po pravilu razvijaju se samo u jednom nizu duž hipokotila, ali ima slučajeva da se javljaju i u nekoliko nizova.

Krajem prošlog i početkom ovog veka vođene su veoma žive diskusije o tome da li orašak ima ili nema glavni koren. B a r n é o u d (1848) smatra da orašak ima stabaoce i korenak, dok R a i m a n (1893) i Q u e v a (1909) smatraju da se glavni koren ne razvija, već samo adventivni korenovi na hipokotilu i nodusima stabla.

Prvi adventivni korenovi na hipokotilu razvijaju se pri njegovoj osnovi. Oni dostižu znatnu dužinu (i do 100 cm), i njima se orašak ukorenjuje.

Dužina hipokotila u prirodnim uslovima iznosi 5 do 15 cm. U eksperimentu, čije rezultate ovde prikazujemo, dužina hipokotila kod biljaka gajenih na različitim podlogama varirala je u granicama konstatovanim i za prirodne uslove (9,5—13,2 cm). S obzirom da se rastenje hipokotila obično završava u heterotrofnoj fazi razvića oraška, smatramo da različit fizičko-hemijski sastav podloge i vode malo mogu uticati na ovaj proces, a da od spoljašnjih faktora pre svega utiče svetlosni intenzitet. Hipokotil je najširi pri osnovi, a idući ka vrhu sve se više sužava. Širina hipokotila, u toku ovih ispitivanja merena je na srednjem delu i u svim bazenima iznosi 0,2 cm. U maju su hipokotili svih biljaka bili zeleni, dok u julu u svim sredinama pokazuju znake delimičnog ili potpunog propadanja.

Broj adventivnih korenova koji se razvija u maju pri osnovi hipokotila je manje-više isti na svim ispitivanim biljkama i iznosi 30 do 37. Dužina najdužih korenova se kreće od 18 do 24 cm. Na osnovu ovoga se može zaključiti da biljke oraška za relativno kratko vreme obrazuju znatan broj dugačkih adventivnih korenova, pomoću kojih se ukorenjuju u podlogu. U maju ni na jednoj ispitivanoj biljci nisu konstatovani razgranati adventivni končasti korenovi, što znači da se mladi adventivni korenovi ne granaju. Adventivni korenovi razvijaju se sukcesivno sve vreme dok hipokotil živi; zato se broj adventivnih korenova u sledećem periodu ispitivanja (juli) povećava.

U ovom periodu broj ovih organa pri osnovi hipokotila iznosi 45 do 62. U periodu cvetanja oraška (juli) zapažaju se razlike u broju i dužini adventivnih korenova biljaka gajenih na različitim podlogama. Najveći broj adventivnih korenova pri osnovi hipokotila imaju biljke iz trećeg i četvrtog bazena (62), a najmanje biljke iz petog bazena (45). U odnosu na dužinu adventivnih korenova izmerenih u maju, dužina korenova u julu je znatno veća, što ukazuje na njihovo stalno rastenje. Najduže korenove, u eksperimentalnim uslovima, imale su biljke gajene samo u vodi (prvi bazen); njihova dužina je iznosila 98 cm. U ovom bazenu korenovi slobodno lebde u vodi, ne granaju se što svakako utiče na njihovo slobodno rastenje u dužinu s jedne strane, a takođe i na tačnost pri merenju i dobijanju stvarnijih vrednosti njihove dužine s druge strane, što nije uvek moguće kada su biljke ukorenjene. Naime, prilikom izdvajanja ukorenjenih biljaka za analizu, naročito onih iz trećeg, četvrtog i petog bazena, korenov sistem se uvek u većoj ili manjoj meri ošteti, jer je veoma čvrsto spojen sa podlogom, tako da i pri najpažljivijem radu postoji mogućnost da se upravo oni najduži korenovi prekinu.

U literaturi je uobičajeno da se korenovom sistemu vodenih biljaka daje značaj prvenstveno kao organima za pričvršćivanje, dok se o njihovoj ulozi u procesu apsorpcije mineralnih soli vrlo malo govori ili se ovakva

funkcija korena smatra ništavnom, odnosno zanemarljivom (Šenikov, 1950). Međutim, kako to ističe Janковиć (1958), činjenica da je sistem adventivnih korenova oraška koji se ukorenjuju u podlogu veoma razvijen ne dozvoljava da se zanemari značaj korenova ukorenjenih vodenih biljaka kao apsorpcionih organa. Ispitivanja vršena u eksperimentalnim uslovima, kao i terenska posmatranja, potvrđuju ovu veoma značajnu konstataciju, jer i ako vodene biljke, zahvaljujući svojoj osobenoj građi, mogu apsorbovati vodu i u njoj rastvorene mineralne soli celom svojom površinom, ipak to ne sme da bude razlog za jednostrano gledanje na funkciju korenovog sistema. U vezi sa ovim problemom Janковиć i Blaženčić zaključuju da u prvim fazama individualnog razvića oraška sistem končastih adventivnih korenova vrši, pre svega, funkciju pričvršćivanja biljke za podlogu, što je od bitnog značaja za njen dalji život (Janковиć, M. i Blaženčić J., 1970). Međutim, razviće adventivnih korenova na hipokotilu i nodusima u toku celog vegetacionog perioda, pojava aktivnog savijanja donjih nodusa prema podlozi u periodu razvića adventivnih korenova na njima, dalje ukorenjavanje mada je biljka prethodno već sasvim dobro ukorenjena i kada ne postoji opasnost odvajanja od podloge, kao i druge osobine, ukazuju na apsorpcionu funkciju korenova; ona posebno u kasnijim fazama razvića ima značajnu ulogu. Biljke koje nisu ukorenjene, pri istim uslovima spoljašnje sredine, uvek su znatno slabije razvijene od ukorenjenih i u konkurenciji sa njima obično bivaju eliminisane. Neukorenjene biljke mogu da se razviju, čak i da cvetaju, donesu veoma sitne i retke plodove, ali samo ako ne rastu u zajednici sa ukorenjenim biljkama. Anatomska građa adventivnih korenova takođe ukazuje na njihovu funkciju u sprovođenju (Janковиć, M. i Blaženčić, J., 1966).

U vezi sa ovim problemom interesantno je mišljenje koje iznosi Arber (1963). Analizirajući radove mnogih naučnika (cit. Arber, A.: Unger, F., 1862; Snell, K., 1908; Sauvageau, C., 1891; Thoday, D. i Sykes, M. G., 1909; H. Pond, R, 1905; itd.), koji su eksperimentalno i teorijski izučavali problem aktivne apsorpcije vode i mineralnih soli preko korenovog sistema vodenih biljaka, Arber zaključuje da je dokazana apsorptivna uloga korenovog sistema, i ne samo dokazana nego i protumačena. Dokazano je da ukorenjene vodene biljke aktivno, preko svog korenovog sistema, uzimaju znatne količine vode (Pond: koren jedne vrste sibmerznog *Ranunculus*-a dugačak 14 cm i pokriven korenskim dlakama, apsorbuje 5 cm³ za 24 časa); da se voda u vidu „transpiracionog toka“ (aktivan tok vode od baze prema vrhu biljke, što kod kopnenih biljaka odgovara transpiraciji) kreće kroz submerzne i druge vodene biljke i da se izlučuje preko vodenih pora (Schrenk, J., 1888). Često se intenzivnim „transpiracionim tokom“ u biljke uvodi neophodna količina neke mineralne soli, koja je inače u vodi zastupljena u maloj količini. Arber ističe da je u nekim slučajevima ovaj aktivni tok kod submerznih biljaka čak i značajniji nego kod kopnenih, jer je voda u kojoj žive vodene biljke siromašnija mineralnim solima od zemljišnog rastvora pa se postojeće male količine nekih mineralnih soli ipak u dovoljnoj količini nalaze u biljkama baš zahvaljujući intenzivnom „transpiracionom toku“ (Sauvageau, C., 1891). Druga, veoma značajna činjenica je da mulj može da bude izvor CO₂, koji reaguje sa vodom dajući ugljenu kiselinu; znači da voda koju apsorbuje korenov sistem može biti bogatija ugljen dioksidom nego voda u kojoj plivaju listovi (Brown, W. H., 1913).

Na osnovu svega iznetog vidi se da je za život ukorenjenih vodenih biljaka korenov sistem od posebnog značaja i da još ima mnogo otvorenih pitanja na koja može da se odgovori samo detaljnim eksperimentalnim istraživanjima.

Anatomska građa hipokotila. — Analiza anatomske građe hipokotila vršena je na odsečku koji je uziman iz sredine ovoga organa. Poznato je da hipokotil nije iste anatomske građe na celoj svojoj dužini (Q u e v a, M. C., 1909), te je zato analiza rađena uvek na istom delu hipokotila.

Na površini mladog hipokotila nalazi se *epidermis* (Sl. 7). Čelije epidermisa se kasnije deformišu i epidermis se delimično ili u celini odbacuje, a umesto njega na površini hipokotila se nalaze čelije prvog sloja hipoderma (Sl. 8). *Hipoderm* je višeslojan, a zidovi njegovih čelija su zadebljali, lignifikovani (Sl. 9). Čelije hipoderma su višegugaone i međusobno tesno spojene.

Parenhim primarne kore zauzima najširu zonu u primarnoj kori (Sl. 7). Čelije parenhima primarne kore su ovalne, tankih celuloznih zidova, između njih se nalaze šizogeni intercelulari koji po nekad mogu da budu i dosta krupni. Kao i kod drške i u hipokotilu je *endoderm* veoma jasan, sa Kasparijevim zadebljanjima na radijalnim zidovima čelije.

Centralni cilindar građen je kao i u dršci, mada ima određenih razlika koje su posledice razvijanja adventivnih korenova, koji nastaju u periciklu centralnog cilindra. U hipokotilu je jače nego u dršci izražena razlika u veličini sitastih cevi u spoljašnjem i unutrašnjem floemu. Sitaste cevi unutrašnjeg floema su krupnije od onih u spoljašnjem. Uz ove sitaste cevi nalaze se i veoma krupne čelije pratilice (Sl. 7). Traheje i traheide su malobrojne, po tipu su spiralne i prstenaste i vrlo često razorene, tako da se na njihovom mestu nalaze intercelulari (Sl. 7). U samom centru hipokotila nalazi se srž, koja zauzima relativno uzanu zonu (Sl. 7).

Pri analizi hipokotila biljaka oraška gajenim na različitim podlogama i pri različitom hemijskom sastavu vode vršena su merenja čelija svih tkiva, kao i njihova analiza.

U maju epidermis se kao pokorično tkivo nalazi na hipokotilu ispitivanih biljaka, ali ne uvek kao potpuno neraskinut prsten. Izuzetak od ovoga čine biljke u petom bazenu, kod kojih ni u maju (u vreme uzimanja uzoraka za analizu) nije bilo epidermisa na površini hipokotila. Čelije epidermisa su u svim ispitivanim slučajevima i u maju i u junu, šire u radijalnom pravcu za 3 do 7 mikrona u odnosu na širinu u tangencijalnom pravcu. Širina čelija epidermisa je skoro ista kod biljaka gajenih na različitim podlogama (12 do 14 mikrona). Čelije epidermisa su tri do četiri puta duže u odnosu na svoju širinu. Dužina epidermskih čelija je prilično ujednačena kod biljaka u svim bazenima, jedino se po dužini izdvajaju epidermske čelije na hipokotilu biljaka gajenih u prvom bazenu. Na osnovu rezultata dobijenih u ovom eksperimentu vidi se da epidermis izumire ranije u sredinama koje su bogatije mineralnim i drugim materijama (treći, četvrti i peti bazen), a da se duže zadržava kod biljaka koje rastu u sredinama koje su siromašnije u pogledu količine mineralnih soli (prvi i drugi bazen).

U hipokotilu hipoderm je sagrađen od dva do četiri sloja čelija. Debljina hipoderma u maju iznosi 30 do 70 mikrona, a u julu 30 do 80. Debljina hipoderma postepeno raste idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu. Veličina čelija hipoderma je manje-više ista kod svih ispitivanih biljaka. Širina čelija izmerena u maju i julu je

skoro ista (17 do 20 mikrona u tangencijalnom pravcu), a takođe i dužina (54—70 mikrona). U radijalnom pravcu ćelije hipoderma su šire za 4—6 mikrona u odnosu na širinu merenu u tangencijalnom pravcu.

Parenhim primarne kore je sagrađen od ćelija čija je širina u radijalnom i tangencijalnom pravcu ista ili skoro ista, dok je dužina tri do četiri puta veća u odnosu na širinu. Između ovih ćelija nalaze se šizogeni intercelulari koji su često i širi od samih ćelija. U pogledu širine ćelija nema velikih razlika kod biljaka gajenih u različitim sredinama (27 do 31 mikron).

Širina ćelija u maju i julu je takođe skoro ista. Dužina parenhimskih ćelija u maju, kod biljaka gajenih u različitim uslovima, kreće se od 82 do 124 mikrona. U drugom, trećem, četvrtom i petom bazenu dužina je skoro ista, jedino su izrazitije kraće ćelije parenhima biljaka u prvom bazenu (82 mikrona). U julu razlike su još manje izražene nego u maju (104—120 mikrona).

Intercelulari u primarnoj kori su šizogeni. Najširi intercelulari su često i dva puta veći od susednih ćelija. Širina intercelulara je u maju i julu skoro ista kod biljaka u prvom, drugom, trećem i petom bazenu (24—28 mikroia) samo su intercelulari kod biljaka u četvrtom bazenu u julu znatno širi u odnosu na njihovu širinu u maju (u maju 24 mikroia, a u julu 36 mikrona).

Endoderm je tipično građen. Na radijalnim zidovima ćelija endoderma nalaze se Kasparijeva zadebljanja. Kod svih biljaka u ćelijama endoderma nalazi se skrob. Širina ćelija endoderma skoro je ista kako kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, tako i u različitim stadijima razvića (maj — juli). Širina ovih ćelija kod bljaka iz različitim eksperimentalnih sredina iznosi 18 do 22 mikroia. Dužina endodermskih ćelija u maju kreće se od 52 do 67 mikrona, a u julu od 54 do 75. U odnosu na dužinu ćelija u maju, u julu su ćelije nešto duže, pri čemu je najveća razlika u dužini izražena kod biljaka iz četvrtog bazena (67—75 mikrona). S obzirom da su razlike u pogledu veličine endodermskih ćelija relativno male kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, može se reći da različite podloge i hemijski sastav vode nemaju bitan uticaj na veličinu ćelija endoderma.

U centralnom cilindru hipokotila dominiraju provodni elementi za provođenje organskih materija. Raspored floema i ksilema je isti kao i u dršci. U hipokotilu je izraženija pojava krupnijih sitastih cevi u unutrašnjem floemu (20—28 mikrona). Širina sitastih cevi u spoljašnjem floemu je skoro ista kod svih ispitivanih biljaka, kako u maju tako i u julu i iznosi 15 do 20 mikrona. Šire sitaste cevi su konstatovane kod biljaka koje su gajene na substratima koji pružaju biljkama bolje uslove za rast i razviće. S obzirom da razlike u veličini sitastih cevi nisu jako izražene izuzev u petom bazenu u julu, kao i to da se hipokotil razvija uglavnom na račun rezervnih materija magiciniranih u velikom kotiledonu može se zaključiti da na širinu sitastih cevi spoljašnja sredina direktno ne utiče. Najduže članove sitastih cevi imaju biljke iz četvrtog bazena (maj: 278 mikrona, juli: 272 mikrona). Dužina članova sitastih cevi u hipokotilu biljke iz trećeg i petog bazena je skoro ista (256 i 240 mikrona). Najkraće članove sitastih cevi imaju biljke iz prvog i drugog bazena (219 i 200 mikrona). Dužina sitastih cevi u hipokotilu kreće se od 200 do 278 mikrona).

U hipokotilu kao elementi za provođenje vode pretežno se nalaze traheide koje su po tipu spiralne i prstenaste. Traheje su zastupljene u manjem

broju, a po tipu su iste kao i traheide. Broj traheja i traheida u centralnom cilindru u maju je 8 do 10 a u julu 10 do 13. Širina ovih elemenata u maju iznosi 19 do 23 mikrona, a u julu 20 do 29. U prvom, drugom i trećem bazenu razlike u širini traheja i traheida su neznatne, dok kod biljaka gajenih u četvrtom i petom bazenu, u odnosu na maj, u julu su sudovi širi za 6 do 7 mikrona.

U hipokotilu srž zauzima uzanu zonu ($r = 54$ do 64 mikrona). Čelije srži imaju nešto deblje zidove od ostalih parenhimskih ćelija, a u njima se često nalazi i skrob. Širina ćelija srži, kod biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima, je manje-više ista i iznosi 16 do 18 mikrona. Dužina varira u jačoj meri, ali bez neke određene pravilnosti u pogledu podloge na kojoj biljke rastu (78 do 95 mikrona).

Srž je 2 do 4 puta slabije razvijena od centralnog cilindra, a sam centralni cilindar je 3,4 do 4,0 puta manji od primarne kore.

Hipokotil oraška je osovinski organ negativno geotropan i ograničenog rasta. Pri osnovi i duž hipokotila razvijaju se končasti adventivni korenovi. Korenovi koji se razvijaju pri osnovi hipokotila su pozitivno ortogeotropni, ukorenjuju se u podlogu u kojoj mogu i da se granaju. Na osnovu podataka dobijenih u eksperimentu može se zaključiti da se adventivni korenovi sa osnove hipokotila granaju u podlozi u kojoj dominiraju frakcije sitnog peska, praha i gline (treći, četvrti i peti bazen), dok u sredinama u kojima dominira frakcija krupnog peska, ili gde podloge uopšte nema, ne dolazi do grananja ovih korenova (drugi i prvi bazen). To znači da granulometrijski sastav podloge utiče na razgranatost korenovog sistema oraška u njoj, a ovo za sobom povlači i odgovarajuće povećanje aktivne apsorpcione površine korenovog sistema, što za razvoj biljaka znači povoljnije uslove za snabdevanje neophodnim mineralnim solima. Na osnovu rezultata rada niza naučnika (Unger, F., 1862; Sauvageau, C., 1891; Pond, R., 1905; Snek1, K., 1908; Thoday, D. i Sykes, M. G., 1909; Janković, M., 1958; Janković, M. i Blaženčić, J., 1970; i drugi), potvrđen je značaj korenovog sistema vodenih ukorenjenih biljaka kao aktivnih apsorpcionih organa.

Osim pozitivno ortogeotropnih adventivnih korenova sa osnove hipokotila, duž hipokotila se razvijaju končasti, nerazgranati, zeleni adventivni korenovi. Ovi korenovi su plagiogeotropni i njihov rast je ograničen.

U periodu intenzivnog rastenja hipokotil je bledo-žute boje; u tom periodu je upućen na korišćenje rezervnih plastičnih i energetskih materija magaciniranih u velikom kotiledonu. Kasnije, kada ozeleni, na hipokotilu se razvijaju adventivni korenovi, koji se ukorenjuju u podlogu i na taj način se uspostavlja prvi kontakt između biljke i podloge.

Uparedna anatomska analiza hipokotila biljaka gajenih na podlogama koje se međusobno razlikuju u pogledu svog fizičko-hemijskog sastava i u vodi čiji je hemijski sastav različit, daje rezultate na osnovu kojih se može izvući zaključak da pomenuti faktori spoljašnje sredine bitno ne utiču na anatomsku građu ovoga organa oraška. Izvesne razlike koje su zapažene i u rezultatima istaknute mogu se tumačiti genetskim razlikama koje se ispoljavaju u individualnom razviću.

Morfo-anatomske osobine stabla oraška. — Na orašku se po pravilu razvija jedna glavna i dve sporedne stabljike. Broj sporednih stabljika može da bude i veći, što je obično posledica oštećenja vrha glavne stabljike. Glavna stabljika se razvija iz pupoljčića koji se nalazi u

pazuhu ljuspastog kotiledona. Sporedno stablo prvog reda razvija se u pazuhu glavne stabljike, nasuprot ljuspastom kotiledonu. Sporedno stablo drugog reda razvija se između ljuspastog kotiledona i glavne stabljike.

Stabljike oraška prvih 15 do 20 dana rastu dosta sporo, ali to ne znači da je i njihovo razviće usporeno, naprotiv, razviće je vrlo intenzivno. Na biljkama starim oko 20 dana jasno se razlikuju glavna i sporedna stabljika prvog reda, a sporedno stabloce drugog reda je obično još u pupoljku. Na glavnoj stabljici su obrazovani submerzni linearni i lancetasti listovi, a formira se i prva flotantna rozeta. Na nodusima se još nisu pojavili adventivni korenovi, mada je njihovo obrazovanje u nodusima konstatovano (Janković, M. i Blaženčić, J., 1966). Na hipokotilu se adventivni korenovi već naziru u vidu tačkastih ispupčenja, koja označavaju mesto njihovog izbijanja u spoljašnju sredinu. Biljke su zelene, što znači da su iz heterotrofne faze razvića prešle u autotrofnu. Čim biljke dostignu ovaj stepen razvića počinje njihovo intenzivno rasteenje, naročito rasteenje glavne stabljike, a zatim i sporednih; na taj način prve, istina male flotantne rozete izbijaju na površinu vode. Stabljike oraška rastu u toku celog vegetacionog perioda (april — oktobar), lisne rozete postaju sve krupnije a na samim biljkama se odigrava čitav niz morfoloških, anatomskih i fizioloških promena karakterističnih za određene faze u razviću ove biljke.

Polazeći od već poznatih činjenica u vezi sa individualnim razvićem oraška (Barnéoud, M., 1848; Janković, M., 1955, 1956 a, 1956 b; Vasiljev, V. N., 1960; i drugi), u ovom radu smo nastojali da eksperimentalnim putem utvrdimo uticaj različitog fizičko-hemijskog sastava podloge i vode na razviće oraška, pre svega uticaj na morfoanatomske osobine.

Pri analizi morfoloških osobina u obzir su uzeti dužina i širina glavne stabljike, broj i dužina pojedinih internodija, analiza dužine i broja adventivnih končastih i perastih korenova koji se razvijaju na nodusima glavne stabljike, analiza dužine i širine submerznih i flotantnih listova, širina rozete, broj i veličina plodova, pojava prvih cvetova. Treba naglasiti da je za detaljniju analizu svake od navedenih morfoloških karakteristika potrebno više materijala od onoga što je bilo moguće sakupiti u ogledima koje smo vršili, no nadamo se da ćemo neke opšte zaključke o uticaju podloge i hemijskog sastava vode moći da damo i na osnovu materijala koji je bio analizovan u toku višegodišnjeg rada.

Dužina stabljika, kao i analiza svih morfoloških i anatomskih osobina, merena je tri puta u toku vegetacionog perioda i to na početku autotrofne faze razvića (maj), u periodu cvetanja (juli) i u periodu plodonošenja (septempar).

Dužina glavne stabljike u maju u prva tri bazena je skoro ista: 73 do 77 cm. Biljke gajene u bazenu na čijem je dnu kompost (četvrti bazen) i mulj (peti bazen) imaju nešto duže stabljike: 82 do 83 cm.

Iako se u pogledu dužine glavne stabljike u maju javljaju razlike, one su ipak minimalne. Prilično ujednačeno rasteenje glavne stabljike u ovom periodu, biljaka gajenih na različitim podlogama, može se objasniti osobenostima koje karakterišu prve stadijume razvića oraška. Poznato je da je orašak prvih 7 do 8 dana od klijanja bledo-žute boje i da za svoj razvoj koristi materije magacimirane u velikom kotiledonu, što znači da ne zavisi, u pogledu snabdevanja ovim materijama, isključivo od spoljašnje sredine. Kasnije, kada ozeleni i počne sam da stvara organske materije, još uvek

koristi i rezervne iz velikog kotiledona tako da i nedostatak nekih materija u spoljašnjoj sredini, važnih za rastenje i razviće, može da bude kompenzovan rezervama u velikom kotiledonu, te da se zbog toga u prvom periodu razvića oraška ne oseća uticaj različitih eksperimentalnih sredina.

U julu i septembru razlike u dužini glavne stabljike su veoma izražene. Najkraće stabljike imaju biljke gajene u prvom bazenu (133 cm u julu i 185 cm u septembru). U svakom narednom bazenu dužina stabljika je sve veća tako da u julu iznosi 170 do 250 cm, a u septembru 212 do 285 cm. U julu i septembru, u odnosu na dužinu izmerenu u maju, dužina stabljika se udvostručuje, ili je čak i tri puta veća. Stabljike oraška intenzivno rastu u periodu maj—juli, a kasnije se rastenje usporava. Drugim rečima, do perioda cvetanja stabljika oraška intenzivno raste, a kasnije, iako ne prekida rastenje, izduživanje je znatno sporije.

Stabljika oraška se odlikuje relativno malom širinom sve do perioda cvetanja (oko 0,2 cm). U periodu cvetanja zapaža se izvesno proširivanje stabljike. Širina stabljike se postupno povećava idući ka flotantnoj rozeti i u periodu kulminacije plodonosenja ona postiže svoju najveću širinu (u povoljnim uslovima i preko 2 cm).

U maju biljke u svim bazenima imaju približno isti broj internodija (8 do 10) i njihova širina, u svim ispitivanim slučajevima, iznosi 0,2 cm, kako pri osnovi tako i pri vrhu stabljike.

U julu se stabljike biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena u gornjoj trećini proširuju. Stabljike biljaka gajenih u prvom i drugom bazenu su još uvek tanke i veoma malo proširene. Stabljike biljaka gajenih u prvom bazenu od prvog do četrdeset trećeg nodusa, su široke 0,2 cm (ukupno na stabljici ima 46 nodusa), što znači da je stabljika na celoj svojoj dužini podjednako široka, izuzev u regionu flotantne rozete gde je izmerena širina od 0,3 cm. Ista pojava zapažena je i kod biljaka gajenih u drugom bazenu. Širina stabljika biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu je slična. U ovim bazenima stabljike su od prvog do dvadesetog nodusa široke kao i pri osnovi: 0,2 cm; tek od ove granice počinju da se ispoljavaju razlike u pogledu širine kod biljaka gajenih na različitim podlogama. Najranije se proširuju stabljike biljaka gajenih u četvrtom bazenu (na 24-oj internodiji), zatim u trećem bazenu (na 29-oj internodiji), a prvi znaci proširivanja stabljike biljaka u petom bazenu javljaju se na trideset prvoj internodiji. Idući prema vrhu, u trećem, četvrtom i petom bazenu, stabljike se postepeno proširuju, tako da u momentu fiksiranja imaju promer 0,8 cm.

Podaci dobijeni merenjem širine stabljika u septembru pokazuju da se stabljike biljaka u prvom i drugom bazenu proširuju, i da je taj proces sličan onom koji se u julu odigrava na biljkama gajenim u trećem, četvrtom i petom bazenu. Maksimalna širina stabljika biljaka u prvom i drugom bazenu iznosi 0,5 cm. Širina stabljika biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena se uvećava u još jačoj meri nego u julu, i to u predelu flotantne rozete. Proširivanje stabljike baš u ovom regionu i u ovo vreme ima svoj biološki smisao. U flotantnim rozetama razvija se znatan broj krupnih i relativno teških plodova koji bi lako povukli ovaj deo biljke pod vodu i na taj način bio bi prekinut proces daljeg stvaranja i potpunog sazrevanja plodova. Ovo bi svakako dovelo do značajnijih poremećaja čije bi se posledice odrazile i na samo održavanje vrste (J a n k o v i ć, M., 1958). Maksimalna širina stabljika

biljaka u trećem i petom bazenu iznosila je 1,2 cm a za biljke iz četvrtog bazena 2,0 cm.

Osim ukupne dužine stabljike oraška merena je i dužina pojedinih internodija, i to od osnove prema vrhu stabljike. Prema dobijenim rezultatima vidi se da su, u svim ispitivanim slučajevima, najduže internodije pri osnovi stabljike (od prve do šeste). Idući ka vrhu stabljike internodije su sve kraće, tako da u regionu flotantne rozete njihova dužina iznosi 0,2 do 0,1 cm.

Na nodusima stabljika oraška nalaze se listovi, zalisci, končasti i perasti adventivni korenovi. Naša ispitivanja su pokazala da se zalisci razvijaju pri osnovi svih listova na stabljici oraška, samo su u donjem delu stabla veoma sitni tako da se mogu videti tek upotrebom mikroskopa, i da se idući prema vrhu stabljike postepeno povećavaju tako da se pri vrhu mogu jasno videti i golim okom (Janković, M. i Blaženčić, J., 1966). U istom radu autori su na osnovu morfogeneze ovih organa, objasnili pravu prirodu i karakter končastih (jednostavnih i perastih) submerznih organa kod oraška, dokazavši da su oni nesumnjivo adventivni korenovi.

Kod biljaka gajenih u eksperimentalnim uslovima u maju su razvijeni perasti adventivni korenovi na prvom i drugom nodusu u prvom, drugom i trećem bazenu, a na prvom, drugom i trećem nodusu u četvrtom i petom bazenu. Ovi korenovi nisu razgranati, mada na prvom nodusu već ima naznaka bočnih korenova. Na prvom nodusu uvek ima četiri perasta adventivna korena, dok na ostalim nodusima po pravilu ima dva, mada je zabeležen i veći broj. Broj perastih adventivnih korenova je, po pravilu, uvek dva puta veći od broja listova na nodusu.

U julu na biljkama u prvom bazenu ima najčešće 47 do 50 nodusa, a perasti adventivni korenovi su razvijeni samo do 30-og nodusa. Najduži perasti korenovi su na prvom nodusu (10,0; 8,0; 8,0 i 8,0 cm). Samo na prvom i drugom nodusu ima po 4 perasta adventivna korena, a na svim ostalim po dva. Dužina ovih korenova opada od prvog do jedanaestog nodusa (od 10,0 cm na 2,0 cm). Od dvanaestog do dvadeset trećeg nodusa dužina perastih adventivnih korenova iznosi od 9 do 3 cm, a najčešća dužina je 7,5 cm. Od 23. nodusa dužina ovih adventivnih korenova opada, te na 28-om nodusu iznosi 0,5 cm, a na 30-om 0,3 cm.

U drugom bazenu biljke najčešće imaju 54 do 58 nodusa, a perasti adventivni korenovi se nalaze do trideset osmog — četrdesetog nodusa. Najduži perasti adventivni korenovi su na trećem nodusu (13 i 14 cm). Četiri perasta adventivna korena nalaze se samo na prvom nodusu, a na svim ostalim po dva, izuzev trećeg nodusa na kome je bilo tri lista i šest perastih korenova. Od prvog do devetog nodusa dužina ovih korenova opada na 3,0—3,5 cm. Od desetog do dvadeset drugog nodusa dužina ovih korenova iznosi 3—7 cm, a od dvadeset drugog nodusa dužina opada.

Do sličnih odnosa, u pogledu dužine perastih adventivnih korenova, dolazi se i pri proučavanju podataka iz ostalih bazena. Na osnovu podataka dobijenih u julu može se zaključiti da su najduži perasti adventivni korenovi uvek pri osnovi stabljike; njihova dužina postepeno opada do jedanaestog ili trinaestog nodusa, i to sa 10—14 cm na 3—7 cm. Dužina od 3 do 7 cm se zadržala na većem broju nodusa, idući vrhu stabljike, da bi na nekoliko poslednjih nodusa iznosila 1,5—2,0 cm. U julu su poslednji perasti adventivni korenovi razvijeni na većoj ili manjoj udaljenosti od vrha stabljike. U prvom i drugom bazenu perasti adventivni korenovi se nalaze na

nodusima u donjoj polovini stabljike, dok u trećem, četvrtom i petom bazenu nisu razvijeni samo na desetak nodusa ispod flotantne rozete.

U septembru se, osim pojava zabeleženih u julu, zapaža još da se perasti advenativni korenovi nalaze na svim nodusima biljaka gajenih pod eksperimentalnim uslovima i da oni korenovi koji su se prvi razvili izumiru. Perasti adventivni korenovi koji se nalaze na gornjoj trećini stabljike, bliže površini vode, su duži (7—9 cm), u odnosu na korenove na nižim nodusima (5—7 cm). Na delu stabljike u neposrednoj blizini flotantne rozete kao i u samoj rozeti, dužina perastih advenativnih korenova je 4—5 cm u trećem, četvrtom i petom bazenu i 2—2,5 cm u prvom i drugom bazenu.

Na osnovu rastenja i razvića perastih adventivnih korenova kod biljaka oraška gajenih na različitim podlogama može se reći da se ovi korenovi razvijaju na nodusima svih biljaka, da postoji određeni ritam njihovog razvića koji nije jednak u svim eksperimentalnim uslovima; veći broj dužih i razgranatijih perastih adventivnih korenova imaju biljke u sredinama koje su bogatije mineralnim i drugim materijama (treći, četvrti i peti bazen).

Končasti adventivni korenovi u maju nisu razvijeni ni na jednom nodusu, ni na jednoj biljci, ali su kao što je ranije rečeno, brojni i dosta dugački pri osnovi hipokotila i stabljike.

U julu končasti adventivni korenovi se nalaze na nižim nodusima kod biljaka u svim bazenima. Najveći broj končastih adventivnih korenova nalazi se kod biljaka u drugom bazenu. Kod njih su korenovi razvijeni i na najvećem broju nodusa (od prvog do sedmog). U drugom, trećem, četvrtom i petom bazenu končasti adventivni korenovi se nalaze uvek u nizu susednih nodusa (prvi do sedmog; prvi do trećeg); međutim, u prvom bazenu ovi korenovi se nalaze na prvom, drugom pa tek četvrtom, petnaestom i osamnaestom nodusu. Njihov broj na ovim nodusima nije veliki 2—7—10, i dužina im je relativno mala (2 do 30 cm). U trećem, četvrtom i petom bazenu advenativni končasti korenovi su razvijeni na malom broju nodusa (prvi, drugi, treći), ali je njihova dužina znatna (47—51 cm). Ukoliko se končasti adventivni korenovi razvijaju sukcesivno od nižih prema višim nodusima njihova dužina, po pravilu, opada. Međutim, ako se ovi korenovi razvijaju na nekom višem nodusu i bez prethodnog sukcesivnog niza, onda je njihova dužina znatna (na primer: u prvom bazenu na osamnaestom nodusu 30 cm). Ova pojava je naročito izražena kod starijih biljaka (u avgustu i septembru). Pojava dugačkih adventivnih korenova na pojedinim nodusima u gornjem delu stabljike je zapažena i u drugim eksperimentima koji su izvođeni sa oraškom. Ekološki značaj ove pojave bio bi u tome što donji delovi biljke, u vreme razvijanja ovih korenova, već počinju da izumiru i ukorenjavanje preko gornjih korenova je svakako značajno za dalje razviće biljaka. U eksperimentima koji su izvođeni u okviru ovoga rada nivo vode je bio manje-više ujednačen u bazenima od početka do kraza eksperimenta, tako da ovi korenovi nisu dosežali do podloge i nisu se ukorenjivali; međutim, u prirodnim uslovima u avgustu i septembru (vreme pojave ovih korenova) nivo vode u barama opada i vrlo je verovatno da se u takvim uslovima trapa ponovo ukorenjuje preko ovih korenova.

Prema podacima koji su dobijeni u ovom eksperimentu i na osnovu terenskih ispitivanja zna se da drška koja povezuje dva kotiledona izumire, kod većine biljaka, do jula meseca, a i to da je hipokotil delimično ili pot-

puno istrulio do ovog perioda. Pojava velikog broja adventivnih končastih korenova, koji se ukorenjuju u podlogu, poklapa se sa definitivnim odvajanjem biljke od ploda. Po pravilu ovi se korenovi sukcesivno razvijaju počev od prvog nosuda. Pojava prvih končastih adventivnih korenova poklapa se sa pojavom aktivnog savijanja nodusa, na koji način se i stabljika približava podlozi i u vidu stolona pruža po mulju.

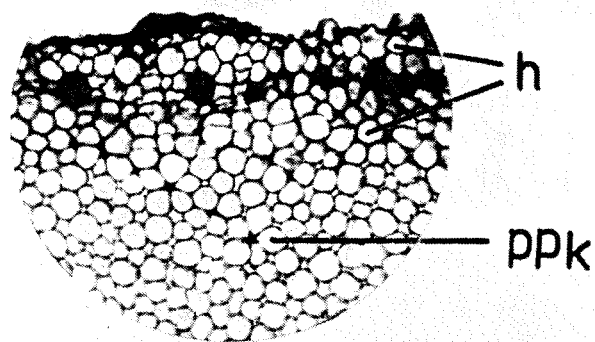
U septembru pada u oči da je pojava končastih adventivnih korenova kod biljaka u prvom i drugom bazenu različita od onih u trećem, četvrtom i petom. U prva dva bazena ovi adventivni korenovi se nalaze samo na višim nodusima (šesnaesti do trideset prvog), dok su na nižim nodusima već istrulili. Njihov broj je 28—31, a dužina 34 do 58 cm u prvom bazenu i 50 do 61 cm u drugom bazenu. U trećem, četvrtom i petom bazenu ovi adventivni korenovi su i u septembru konstatovani, samo na nižim nodusima. U svim ovim bazenima broj končastih adventivnih korenova je u septembru veći nego u julu.

Rečeno je da se kod trape razvijaju glavna i sporedne stabljike, ali osim njih u određenim uslovima sredine obrazuju se i bočne stabljike (Janković, M., 1956 b). Bočne stabljike se razvijaju iz pazušnih pupoljaka ali ne uvek. Pazušni pupoljci su konstatovani kod svih biljaka koje su gajene na različitim podlogama, ali se bočne stabljike razvijaju samo u onim sredinama koje su bogatije mineralnim i drugim materijama (treći i četvrti bazen). U eksperimentu koji je postavljan 1963, 1965. i 1966. godine orašak je gajen, osim na već navedenim podlogama, i na mulju koji je uzet na mestu izlivanja kanalizacije u Dunav. U ovom bazenu biljke su imale najveći broj bočnih stabljika. 1967. godine nismo bili u mogućnosti da postavimo i eksperiment sa bazenom na čijem bi se dnu nalazila kao podloga ovaj mulj, već je eksperiment postavljen na već opisan način. U toj godini najviše bočnih stabljika imale su biljke iz četvrtog bazena (podloga kompost). U prvom i drugom bazenu ni na jednoj biljci nije obrazovana bočna stabljika, mada i na glavnoj i na sporednim stabljikama ima pazušnih pupoljaka. U trećem i petom bazenu bočne stabljike su malobrojne i razvijaju se kasnije nego u četvrtom bazenu.

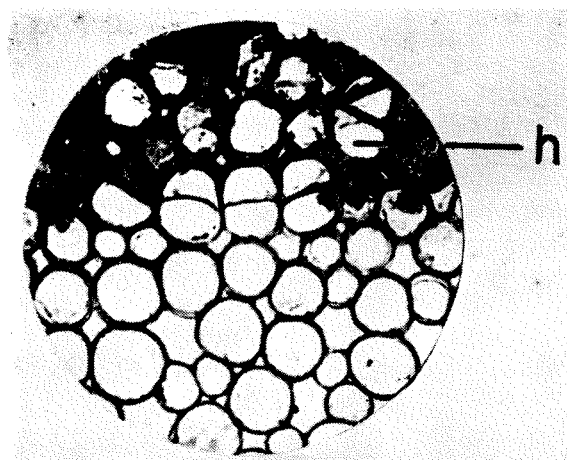
Bočne stabljike se obrazuju iz pupoljaka koji su blizu površine vode. Razviće ovih stabljika, prema nizu karakteristika, je skraćeno razviće glavne ili sporednih stabljika. Bočne stabljike se obično razvijaju krajem juna ili početkom jula, znači pred početak cvetanja; do perioda cvetanja već su skoro potpuno razvijene i same spremne da procvetaju. Pošto se razvijaju u blizini površine vode one brzo, za dva do tri dana, izbijaju na površinu i formiraju flotantnu rozetu u kojoj se, kao što je već rečeno, već krajem jula javljaju prvi cvetovi, a ubrzo i prvi plodovi. Rozete bočnih stabljika su nešto sitnije od rozeta glavne stabljike, ali time nije ni malo umanjen njihov značaj.

Postojanje pazušnih pupoljaka samo po sebi predstavlja potencijalnu mogućnost za obrazovanje bočnih stabljika na čijem će se vrhu u kratkom vremenskom periodu razviti lisna rozeta bogata cvetovima i plodovima. Veći broj plodova na jednoj individui je i veći potencijal održanja vrste kako u oštroj konkurenciji sa drugim vrstama koje rastu na istom staništu, tako i u borbi za osvajanjem novih i proširivanje starih staništa.

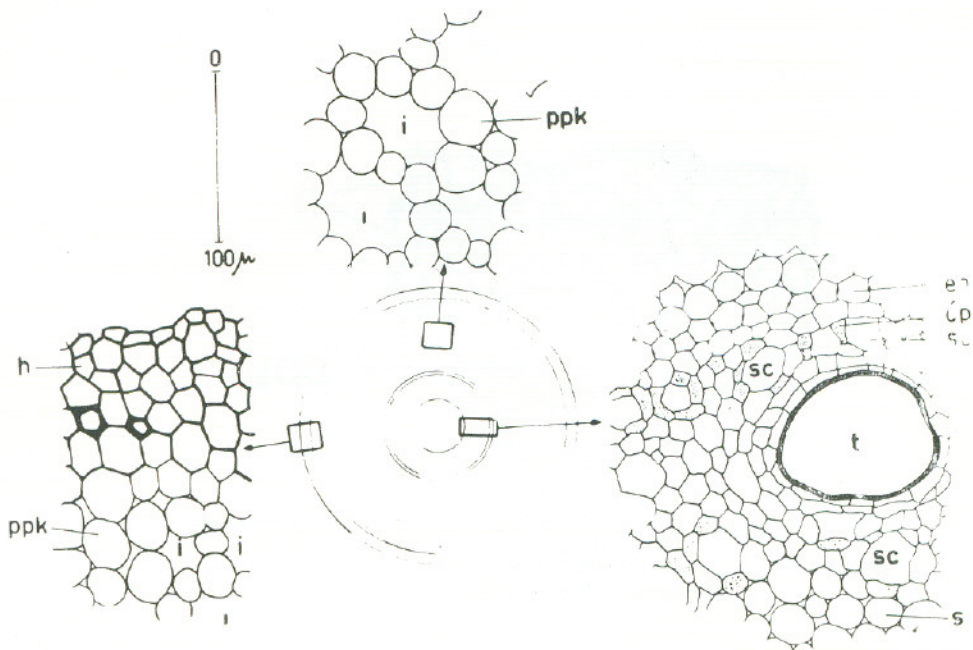
Anatomska analiza stabla oraška. — Radeći na anatomskoj analizi stabla oraška u toku njegovog individualnog razvića zapažene su određene



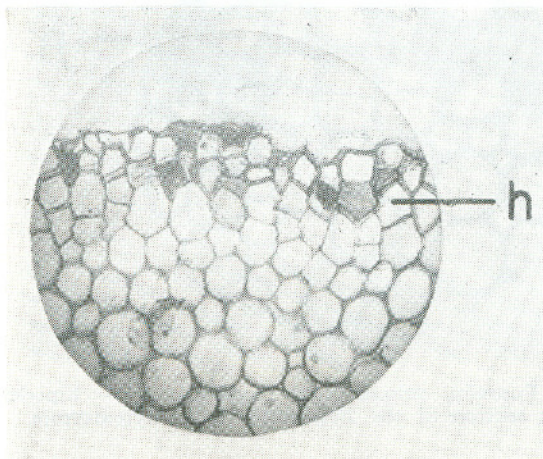
Sl. 8. — Poprečni presek kroz hipokotil: h — hipoderm, ppk — parenhim primarne kore.
 Cross section of the hypocotyl: h — hypodermis, ppk — parenchyma of the primary cortex.



Sl. 9. — Poprečni presek kroz hipokotil: h — hipoderm.
 Cross section of the hypocotyl: h — hypodermis.



Sl. 10. — Anatomska građa stabla u nivou pete internodije: h — hipoderm, ppk — parenhim primarne kore, i — intercelular, en — endoderm, cp — ćelije pratilice, sc — sitaste cevi, t — traheja, s — srž.
 Anatomical structure of the stem in the zone of 5th internode: h — hypodermis, ppk — parenchyma of the primary cortex, i — intercellular, en — endodermis, cp — companion cells, sc — sieve tube, t — trachea, s — pith.



Sl. 11. — Poprečni presek kroz stablo: h — hipoderm.
 Cross section of the stem: h — hypodermis.

promene u anatomskoj građi, koje se manifestuju od osnove prema vrhu stabljike.

Do dvadeset petog nodusa stabljika oraška se odlikuje u osnovi istom anatomskom građom (Sl. 10). Na površini stabla se nalazi jednoslojni epidermis koji posle kraćeg vremena izumire i njegovu ulogu preuzimaju prvi slojevi hipoderma čije se ćelije u većoj ili manjoj meri izmene. Te promene se, pre svega, ogledaju u intenzivnijem procesu lignifikacije ćelijskih zidova; promene se dešavaju i u ćelijskom sadržaju, ali bliža ispitivanja u tom pravcu nisu vršena. U ovom delu stabljike zapaža se potpuno odsustvo mehaničkog tkiva. Osnovni parenhim je veoma razvijen i bogat relativno krupnim intercelularima. Najkrupniji intercelulari se nalaze u srednjem delu primarne kore i raspoređeni su u više krugova (2—3). Zidovi parenhimskih ćelija koje se nalaze neposredno ispod hipoderma i oko centralnog cilindra su zadebljali. Endoderm se u stablu oraška zadržava na prvom stadijumu svoga diferenciranja, što je inače karakteristično za stabla vodenih biljaka. Prvi stadijum u diferenciranju endoderma karakteriše obrazovanje Kasparijevih zadebljanja.

Centralni cilindar se odlikuje relativno širokom zonom srži. Zidovi ćelija srži su zadebljali. Sprovodni deo centralnog cilindra donjeg dela stabljike oraška, odlikuje se spoljašnjim i unutrašnjim floemom, koji su u vidu kontinuiranih i koncentričnih prstenova raspoređeni u centralnom cilindru. Između dva floema nalaze se relativno široke traheie i traheide čiji su zidovi lignifikovani. Ponegde se umesto elemenata ksilema nalaze intercelulari koji nastaju raskidanjem ovih elemenata.

U stablu oraška, iznad dvadeset petog nodusa, javljaju se promene u anatomskoj građi. Najuočljivija promena je obrazovanje mehaničkog tkiva u perifernom delu stabla. Mehaničko tkivo je predstavljeno uglastim kolenhimom. U primarnoj kori obrazuju se krupniji intercelulari koji su raspoređeni u jednom krugu kroz srednji deo primarne kore. Na obodu intercelulara nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata. Plan građe centralnog cilindra ostaje nepromenjen, u odnosu na niže delove stabljike, ali se ova zona proširuje. U centralnom delu stabljike jasno se izdvaja zona srži. Ćelije srži su tankih celuloznih zidova, a između njih se obrazuju sve krupniji intercelulari. U centralnom cilindru dominiraju elementi za sprovođenje plastičnih materija (sitaste cevi i ćelije pratilice), mada je prisutan i znatan broj širokih traheja.

U regionu flotantne rozete stablo je najšire. Proširivanje stabla uslovljeno je odgovarajućim anatomskim promenama. Za anatomsku građu stabla u regionu flotantne rozete karakteristična je pojava velikog broja krupnih intercelulara kako u primarnoj kori tako i u srži. Druga karakteristika, u pogledu anatomске građe, je raskidanje provodnog tkiva i formiranje nekoliko (2—3) polukružnih provodnih ploča. Raspored ksilema i floema u ovim pločama je isti kao i u provodnom tkivu koje se, u vidu kontinuiranih koncentričnih prstenova, nalazi u nižim delovima stabljike. Između dve susedne provodne ploče direktno se povezuju srž i parenhim primarne kore. U provodnim pločama između spoljašnjeg i unutrašnjeg floema nalaze se brojni elementi ksilema. Iako ni u ovom delu stabla nema tipičnih sržnih zrakova koji razdvajaju provodne snopiće, ipak je u ovom delu stabla najjasnije naglašeno postojanje provodnih bikolateralnih pro-

vodnih snopića. Često su, u okviru jedne provodne ploče, snopići spojeni samo preko spoljašnjeg floema, dok se idući prema srži sve jasnije ocrta-vaju konture tipičnih provodnih snopića.

U prethodnom tekstu ukratko, i u najopštijim crtama, izneta je ana-tomska građa stabla oraška. U daljem tekstu svaka od navedenih karakte-ristika biće potpunije objašnjena.

Uporedna anatomsko analiza stabljika oraška gajenog u bazenima na čijem su dnu različite podloge vršena je na petoj, dvadeset petoj internodiji i internodiji u regionu rozete. Za uporednu analizu materijal je prikupljen istovremeno iz svih bazena.

Anatomska analiza stabla oraška u nivou pete internodije. — U do-njem delu stabljike oraška (peta internodija) *epidermis* je već u maju raski-nut i samo se retko vide grupice deformisanih epidermskih ćelija. Na osnovu pregleda većeg broja biljaka može se zaključiti da na petoj internodiji, oko 30 dana posle klijanja oraška, epidermisa više nema i to ni na jednoj biljci iz svih pet bazena (Sl. 11).

Hipoderm se nalazi, kod sasvim mladih biljaka, ispod jednoslojnog epi-dermisa. Njega gradi nekoliko slojeva ćelija koje su međusobno čvrsto spo-jene. Prvobitno su zidovi ovih ćelija celulozni, ali vremenom, što je biljka starija, nastupa proces lignifikacije; zidovi zadebljavaju a ćelijski sadržaj se menja (Sl. 11). Na starijim delovima stabljike oraška gornji slojevi hipo-derma vrše funkciju epidermisa, jer *epidermis* izumire.

Na osnovu analize i merenja ćelija hipoderma vidi se da su ćelije ovoga tkiva šire u radialnom pravcu za 1 do 4 mikrona u odnosu na širinu u tan-gencijalnom pravcu, i to kod biljaka u svim bazenima.

U maju srednje vrednosti dužine hipodermalnih ćelija kreću se u gra-nicama od 52 do 89 mikrona. Počev od biljaka gajenih u prvom bazenu i idući ka biljkama gajenim u petom bazenu dužina ćelija hipoderma poste-peno raste (52—89 mikrona). U julu najduže ćelije hipoderma u petoj inter-nodiji imaju biljke iz petog bazena. U odnosu na dužinu ćelija u maju du-žina hipodermalnih ćelija u julu je ili ista ili su ćelije nešto duže. U sep-tembru najduže ćelije ovoga tkiva izmerene su kod biljaka gajenih u prvom i drugom bazenu (129 i 107 mikrona), a najkraće u trećem i četvrtom ba-zenu (54 i 52 mikrona). Ova pojava se može protumačiti na osnovu bližeg poznavanja osobina hipoderma. Naime, dužina hipodermalnih ćelija sma-njuje se idući od periferije organa ka centru. Drugim rečima, najduže hipo-dermalne ćelije su one koje se nalaze odmah ispod epidermisa. U toku ana-lize zapaženo je da se *epidermis*, a kasnije i *hipoderm* prvo raskidaju i odbacuju na biljkama koje rastu u sredinama bogatijim organskim i mine-ralnim materijama (treći, četvrti i peti bazen). Kod biljaka gajenih u ovim bazenima *hipoderm* ranije preuzima na sebe funkciju pokoričnog tkiva, a znamo da se i njegovi periferni slojevi postepeno odbacuju. To znači da se u tim bazenima ranije nego u prvom i drugom odbacuju upravo najduže ćelije.

Najveći deo *primarne kore* je sagrađen od parenhimskih ćelija između kojih se nalaze intercelulari raspoređeni u nekoliko krugova (Sl. 12). U ćeli-jama parenhima primarne kore nalaze se, naročito u zoni oko centralnog cilindra, kristalne druze kalcijumoksalata. Poslednji sloj primarne kore je *endoderm*.

Kod biljaka analizovanih u maju širina primarne kore je 430—486 mikrona. Iako su gajene u različitim uslovima spoljašnje sredine kod svih biljaka primarna kora je podjednako razvijena. Ni u kasnijim fazama razvića (cvetanje, plodonošenje) razlike u pogledu širine primarne kore u petoj internodiji nisu izražene.

Širina parenhimskih ćelija u petoj internodiji je manje-više ista kod biljaka u svim bazenima (26 do 29 mikrona), a ne trpi značajnije promene u toku razvića oraška. Svojom širinom izdvajaju se samo parenhimske ćelije biljaka iz trećeg bazena, i to u septembru (33 mikrona). U petoj internodiji kod biljaka oraška gajenih na različitim podlogama ćelije parenhima ne pokazuju razliku u pogledu svoje širine.

Ćelije parenhima grade tri jasno uočljive zone u primarnoj kori. Jedna se nalazi odmah ispod hipoderma. U njoj su ćelije prilično zbijene, između njih se nalaze relativno uzani šizogeni intercelulari a ćelijski zidovi su im zadebljali. Slična zona, ali uža, nalazi se oko centralnog cilindra. Između ove dve zone nalazi se pojas parenhimskih ćelija tankih celuloznih zidova između kojih se nalaze krupni intercelulari.

Dužina ćelija parenhima primarne kore pravilno se menja idući od perifernog ka centralnom delu stabla. Uz hipoderm se nalaze najduže ćelije, a idući u pravcu centralnog cilindra dužina parenhima ćelija opada (na primer: juli — četvrti bazen — 351 do 76 mikrona). Pri izračunavanju srednje vrednosti dužine parenhimskih ćelija mereno je najmanje deset ovakvih nizova.

Na uzdužnim presecima kroz stablo jasno se uočavaju dve vrste parenhimskih ćelija. Jedne su dugačke a druge veoma kratke. Između dve dugačke ćelije nalazi se jedna ili dve kratke ćelije i one po svome položaju i izgledu veoma podsećaju na zglobove.

Dužina parenhimskih ćelija u petoj internodiji kod biljaka gajenih u prvom, drugom i trećem bazenu, u maju, manja je (115—133 mikrona) u odnosu na dužinu kod biljaka gajenih u četvrtom i petom bazenu (177 do 186 mikrona). U periodu cvetania (juli) najduže parenhimske ćelije imaju biljke iz drugog bazena (196 mikrona). Neznatno povećanje dužine ćelija zapaža se i kod biljaka u prvom i trećem bazenu. U septembru je odnos dužina parenhimskih ćelija obrnut od onog u maju. Najduže ćelije imaju biljke iz prvog i drugog bazena, dok su parenhimske ćelije biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena kraće.

U parenhimu primarne kore nalaze se dve vrste *intercelulara*. U delu primarne kore koji se nalazi odmah ispod hipoderma i u delu oko centralnog cilindra između parenhimskih ćelija nalaze se uzani šizogeni intercelulari. U srednjem delu primarne kore nalaze se krupni intercelulari koji su po postanku reksigeni ili lizigeni (na nekima su zapaženi znaci i jednog i drugog tipa intercelulara). Krupni intercelulari su raspoređeni u srednjem delu primarne kore u vidu dva do tri kruga. Između susednih intercelulara nalaze se 1 do 3 niza ćelija. Intercelulari su po pravilu širi u radijalnom pravcu za 5 do 13 mikrona, pa čak i više — 28.

U maju najšire intercelulare imaju biljke gajene u četvrtom bazenu (61—73 mikrona), a u septembru biljke iz trećeg i petog bazena (77—92 mikrona). Širina intercelulara u petoj internodiji kod biljaka iz prvog i drugog bazena ne menja se. Kod biljaka iz trećeg bazena širina intercelu-

lara se povećava u toku individualnog razvića (maj: 56/62; septembar: 77/92 mikrona). Kod biljaka iz četvrtog i petog bazena intercelulari su u toku individualnog razvića sve širi u radijalnom pravcu (maj 73, 63; septembar: 81 i 98 mikrona).

U pogledu širine intercelulara u petoj internodiji moglo bi se reći da u periodu maj—juli nema bitnih razlika kod biljaka gajenih na različitim podlogama. Razlike se javljaju tek u septembru i ispoljavaju se u većoj širini intercelulara kod biljaka gajenih u sredinama koje su bogatije mineralnim solima i organskim materijama (treći, četvrti i peti bazen).

U petoj internodiji, u svim bazenima jasno se izdvaja *endoderm*. Čelije endoderma su ili jednake širine u radijalnom i tangencijalnom pravcu ili su malo šire u tangencijalnom pravcu (za 1—2 mikrona). Kod svih ispitivanih biljaka, iz svih sredina i u toku celog vegetacionog perioda na radijalnim zidovima ćelija endoderma konstatovana su Kasparijeva zadebljanja.

Širina endodermskih ćelija je skoro ista kod svih biljaka u periodu maj—septembar (17 do 20 mikrona). U toku individualnog razvića zapaža se neznatno izduživanje ćelija endoderma. Dužina ćelija endoderma kod biljaka iz pojedinih bazena kreće se od 39—57 mikrona.

U *centralnom cilindru* provodna tkiva su grupisana u tri koncentrična kruga. Spoljašnji i unutrašnji krug čine zapravo spoljašnji i unutrašnji floem. Između dva floema nalaze se elementi redukovanoeg ksilema u vidu pojedinačnih traheja. Pojedinačni provodni snopići nisu konstatovani.

U spoljašnjem floemu broj sitastih cevi i ćelija pratilica je veći nego u unutrašnjem, ali su zato sitaste cevi i ćelije pratilice unutrašnjeg floema krupnije (za 4 do 8 mikrona). Sitaste cevi su višeućelične, a njihova širina u tangencijalnom i radijalnom pravcu je skoro ista (24—28 mikrona). Širina sitastih cevi je skoro ista kod svih biljaka i ne menja se u toku vegetacionog perioda.

Dužina članova sitastih cevi je veoma različita, kako na istom delu biljke, tako i kod biljaka gajenih u različitim sredinama. Zbog velikog variranja u dužini pojedinih članova sitastih cevi mogla bi se dobiti pogrešna slika o njihovoj dužini ukoliko bi bila predstavljena aritmetičkom srednjom vrednošću. Zato će dužina članova sitastih cevi u stablu oraška biti prikazana kroz maksimalne i minimalne vrednosti njihove dužine.

U petoj internodiji minimalna dužina članova sitastih cevi kod biljaka oraška gajenih na različitim podlogama kreću se u granicama od 120 do 157 mikrona, a maksimalna od 933 do 1.132 mikrona. U ovoj internodiji po dužini članova sitastih cevi izdvajaju se biljke iz drugog i četvrtog bazena, dok su u ostalim bazenima dužine članova sitastih cevi međusobno slične, a istovremeno i nešto manje nego u drugom i četvrtom bazenu. S obzirom da se drugi i četvrti bazen međusobno veoma razlikuju po uslovima koje pružaju biljkama, a da je dužina članova sitastih cevi skoro ista, može se izvesti zaključak da na dužini ovih elemenata spoljašnja sredina ne vrši direktan uticaj.

U dvadeset petoj internodiji izraženije je diferenciranje u pogledu dužine članova sitastih cevi kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima. Dužina članova sitastih cevi kod biljaka u prvom i drugom bazenu je veća, čak i znatno veća u odnosu na dužinu odgovarajućih elemenata u trećem, četvrtom i petom bazenu. U pogledu minimalnih du-

žina nema bitnih razlika između biljaka gajenih u različitim uslovima (150—195) mikrona). U odnosu na petu internodiju u dvadeset petoj internodiji minimalne dužine članova sitastih cevi se ili malo povećavaju ili ostaju iste. Razlike koje se javljaju izpoljavaju se u maksimalnim dužinama. Maksimalne dužine članova sitastih cevi kod biljaka iz prvog i drugog bazena su znatno veće (811 i 1.480 mikrona) u odnosu na odgovarajuće elemente kod biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena (600—694 mikrona).

U internodiji ispod rozete članovi sitastih cevi su još kraći, što je naročito izraženo kod maksimalnih dužina. Razlike u pogledu maksimalnih dužina ispoljene na dvadeset petoj internodiji zadržavaju se i u internodiji ispod rozete, samo što su apsolutne vrednosti dužine manje (u prvom i drugom bazenu: 450 i 508 mikrona, a u ostalima 291 do 349 mikrona).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti u pogledu dužine članova sitastih cevi u stablu oraška gajenog u različitim sredinama: da u ranim stadijumima razvića, u internodijuma pri osnovi stabljike nema bitnih razlika u pogledu njihove dužine; u kasnijim stadijumima razvića, na višim delovima stabljike članovi sitastih cevi su duži kod biljaka gajenih u sredinama koje su siromašnije u pogledu mineralnih i organskih materija; počev od dvadeset pete internodije idući ka vrhu biljke dužina ovih elemenata je sve manja. Ova pojava je izraženija kod maksimalnih nego kod minimalnih dužina.

Traheje i traheide nalaze se između spoljašnjeg i unutrašnjeg floema. Zidovi ovih elemenata su lignifikovani. Traheje i traheidi su po tipu prstenaste i spiralne. Broj traheja i traheida u nivou pete internodije, kod svih ispitivanih biljaka, skoro je isti i iznosi 16 do 18. U maju su svi ovi elementi skoro iste širine kod biljaka i svih bazena (60 do 64 mikrona). U julu i septembru traheje i traheide su šire kod biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena (70 do 73 mikrona). Izuzev u prvom bazenu, kod svih drugih biljaka se širina elemenata ksilema povećava u toku individualnog razvića. Ovi provodni elementi su širi kod biljaka koje se razvijaju u sredinama bogatijim mineralnim i organskim materijama.

Srž zauzima središnji deo stabla, a sagrađena je od ćelija manje-više okruglih, između kojih se nalaze šizogeni intercelulari (Sl. 13). Širina ćelija srži, kod biljaka u svim bazenima, u petoj internodiji je skoro ista i kreće se od 24 do 28 mikrona. Dužina ćelija srži u maju, kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima iznosi 91—130 mikrona. Dužina ćelija srži kod biljaka od drugog do petog bazena ne pokazuje značajne razlike, jedino se po izrazitije manjoj dužini izdvajaju biljke iz prvog bazena. U julu najduže ćelije imaju biljke iz drugog bazena (174 mikrona), a najkraće biljke iz prvog bazena (110 mikrona). Slične dužine su i ćelije srži u trećem bazenu (118) mikrona). U odnosu na stanje u maju dužina ćelija srži se u svim sredinama povećava, mada u nekim bazenima vrlo malo. U septembru dužina ćelija srži je kod svih ispitivanih biljaka skoro ista kao i u julu.

U početnim fazama razvića u petoj internodiji srž i centralni cilindar stoje u odnosu 1:1, i to kod biljaka u svim bazenima. Do kraja vegetacionog perioda nema značajnijih promena u odnosu centralni cilindar srž.

Debljina primarne kore u stablu oraška, u nivou pete internodije, u maju iznosi 430—486 mikrona. Razlika u debljini primarne kore kod biljaka gajenih na različitim substratima u maju iznosi 56 mikrona, u julu 50 a u septembru 39 mikrona. Na osnovu ovih rezultata može se reći da u pogledu debljine primarne kore, u petoj internodiji, nema značajnijih razlika kod biljaka gajenih u različitim uslovima hemijskog sastava vode. Još manje razlike su ispoljene u širini centralnog cilindra (u maju 36, u julu 34 i u septembru 13 mikrona).

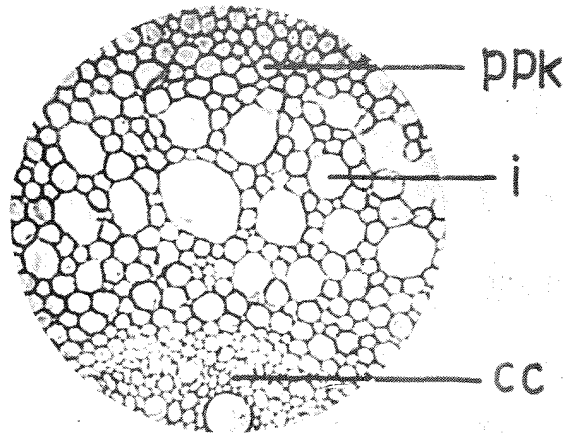
Anatomska građa stabljike oraška u nivou dvadeset pete internodije. — Biljke oraška koje su gajene na različitim podlogama i u usolvima različitog hemijskog sastava vode u maju imale su maksimalno deset internodija. Zato je tada na stabljici analizovana samo peta internodija. Kod starijih biljaka dvadeset peta internodija približno odgovara srednjem delu stabljike oraška. Prema tome, uporedna anatomska analiza stabljike oraške vršena je u dnojem (peta internodija), srednjem (dvadeset peta internodija) i u vršnom delu stabljike (internodija ispod rozete).

Ćelije *epidermisa* su na dvadeset petoj internodiji izumrle kod biljaka u svim bazenima. Umesto njih na površini stabla se nalaze ćelije hipoderma (Sl. 14 i 15). U nivou dvadeset pete internodije *hipoderm* je u julu sagrađen od dve vrste ćelija. Na samoj površini stabljike nalaze se 2—4 sloja ćelija čiji su zidovi lignifikovani. U mnogim ćelijama ovog sloja nalazi se sadržaj crvene boje. Ispod ovih nizova ćelija nalazi se još jedna zona hipoderma sagrađena od 2 do 3 niza ćelija čiji su zidovi celulozni; u njima nema obojenog sadržaja. Zidovi ovih ćelija su tanji u odnosu na lignifikovane zidove ćelija gornjih slojeva. Ćelije koje su na samoj površini stabla, i u neposrednom kontaktu sa spoljašnjom sredinom, postepeno se deformišu i odvajaju od stabla, a slojevi koji se nalaze ispod njih zauzimaju njihovo mesto i preuzimaju njihovu funkciju.

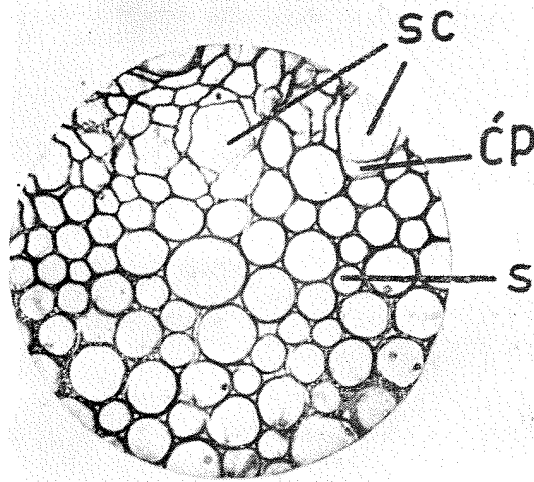
U septembru, za razliku od jula, hipoderm je sagrađen pretežno od ćelija čiji su zidovi lignifikovani. Najčešće tri do pet ovakvih slojeva grade periferni deo hipoderma. Sloj hipoderma čije su ćelije sa celuloznim zidovima je veoma redukovan, a često ga uopšte i nema. Ćelije hipoderma su višeugaone, čvrsto međusobom spojene i obično su pravilno raspoređene u radijalnim nizovima.

Na osnovu proučavanja promena u perifernom regionu stabla dolazi se do zaključka da površinski slojevi ćelija, počev od epidermisa, postepeno izumiru i da njih zamenjuju i njihovu funkciju preuzimaju prvi naredni slojevi hipoderma. Ova promena je praćena i procesom lignifikacije ćelijskih zidova hipoderma. Oblik ćelija i položaj tangencijalnih zidova ćelija iz najdubljih slojeva hipoderma ukazuju na moguće ćelijske deobe. Ćelije o kojima je reč nalaze se na kraju radijalnog niza ćelija hipoderma i po svom obliku i položaju podsećaju na ćelije felogena i feloderma.

Debljina hipoderma kod biljaka gajenih u različitim sredinama, u julu kreće se od 92 do 124 mikrona, a u septembru od 77 do 124 mikrona. I u julu i u septembru ovo tkivo je najrazvijenije kod biljaka u trećem bazenu (117 do 124 mikrona). Kod biljaka u ostalim bazenima debljina ovog tkiva je manje-više ista. Debljina hipoderma, kod svih biljaka, u septembru je nešto manja nego u julu. Ovo se može protumačiti izumiranjem i odbacivanjem perifernih slojeva hipoderma. Različita debljina hipodermalne zone je rezultat većeg ili manjeg broja ćelija u radijalnom nizu, a



Sl. 12. — Poprečni presek kroz stablo: ppk — parenhim primarne kore, i — intercelular, cc — centralni cilindar.
 Cross section of the stem: ppk — parenchyma of the primary cortex, i — intercellular, cc — central cylinder.



Sl. 13. — Poprečni presek kroz stablo: sc — sitaste cevi, čp — ćelije pratilice, s — srž.
 Cross section of the stem: sc — sieve tube, čp — companion cells, s — pith.

Intercelulari su uvek širi u radijalnom pravcu u odnosu na tangencijalni (za 22 do 97 mikrona).

Endoderm je tipično građen kod biljaka gajenih u svim sredinama. U pogledu širine ćelija endoderma nema značajnih razlika (23 do 26 mikrona). U julu dužina ćelija endoderma, kod biljaka gajenih na različitim podlogama, iznosi 40 do 56 mikrona. Iako razlika nije velika, ipak se za-paža izvesno povećanje dužine ćelija idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenih u petom bazenu. U septembru dužina ovih ćelija je skoro ista u svim bazenima (52—56 mikrona).

Centralni cilindar je tipično građen. *Sitaste cevi u spoljašnjem floemu* su iste širine u tangencijalnom i radijalnom pravcu. Širina sitastih cevi je skoro ista kod biljaka u svim bazenima, i to kako u julu tako i u septembru (17 do 20 mikrona). *Sitaste cevi iz unutrašnjeg floema* su za 10 do 20 mikrona šire od onih iz spoljašnjeg floema.

Ksilanski deo provodnog tkiva u dvadeset petoj internodiji predstavljen je provodnim parenhimom i pojedinačnim trahejama ili traheidama, koje su pravilno raspoređene između spoljašnjeg i unutrašnjeg floema. Broj i širina ovih elemenata su veći nego u nižim delovima stabla. Broj sudova u julu, u različitim eksperimentalnim sredinama, kreće se od 18 do 22, a u septembru od 19 do 24. Između krupnih sudova, sa lignifikovanim zidovima, često se nalaze deformisani sudovi, ili samo intercelulari. Po tipu, traheje i traheide su prstenaste (Sl. 17) ili spiralne. Kod spiralnih traheja nalaze se i anastomoze, ali retko.

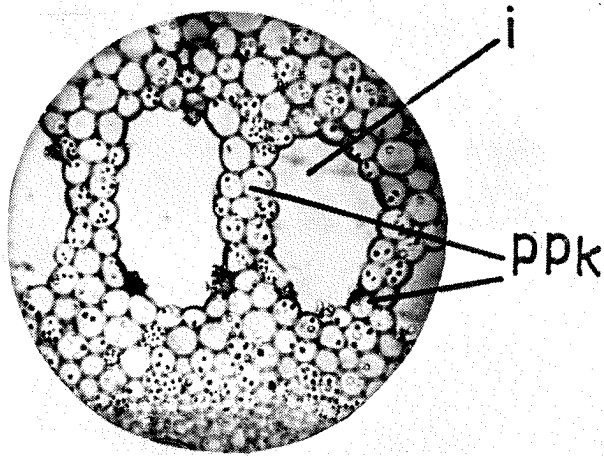
Kod biljaka gajenih na različitim podlogama traheje se međusobno razlikuju po širini. Širina traheja u julu kreće se od 80 do 112 mikrona, a u septembru od 90 do 110. Najšire traheje, i u julu i u septembru, imaju biljke iz četvrtog bazena. Po širini su im vrlo bliske traheje kod biljaka iz trećeg i petog bazena. Kod biljaka iz prvog i drugog bazena sudovi su uži (80—90 mikrona). Ovi podaci upućuju na zaključak da se kod biljaka gajenih u sredinama koje pružaju povoljnije uslove za razviće obrazuju i širi sudovi.

U centralnom delu stabla nalazi se *srž*. Srž se odlikuje krupnim ćelijama u kojima se nalazi skrob. Između ćelija srži nalaze se šizogeni intercelulari. Krupnije ćelije srži imaju biljke iz petog bazena (41 mikron), dok je širina ćelija kod biljaka iz ostalih bazena manje-više ujednačena i iznosi 34—37 mikrona. Dužina ćelija srži u julu se kreće od 82 mikrona (prvi bazen) do 102 mikrona (peti bazen). U septembru su razlike u pogledu dužine još manje, svega 10 mikrona (četvrti bazen: 100 mikrona, treći bazen: 110 mikrona).

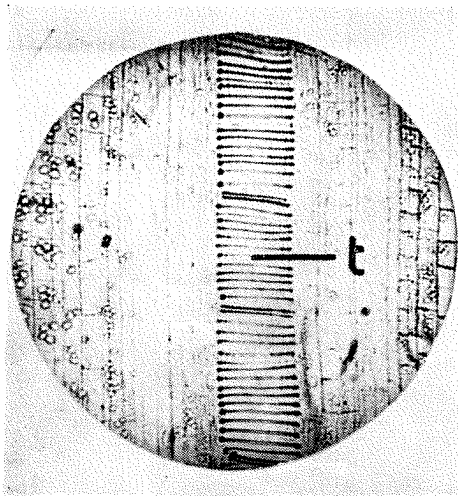
U nivou dvadeset pete internodije zona srži se proširuje u odnosu na niže delove stabla tako da stoje u odnosu 1:1. Pri osnovi stabla (peta internodija) zona srži je uža od centralnog cilindra. Idući vrhu stabljike ona se sve više proširuje, izjednačuje se sa širinom centralnog cilindra, a pri vrhu stabljike razvijenija je u odnosu na centralni cilindar.

Primarna kora je, u nivou dvadeset pete internodije, razvijenija od centralnog cilindra (za 1,4 do 1,6 mikrona), a šira je i u odnosu na primarnu koru u petoj internodiji. U ovom regionu širina primarne kore kreće se u granicama od 604 do 765 mikrona.

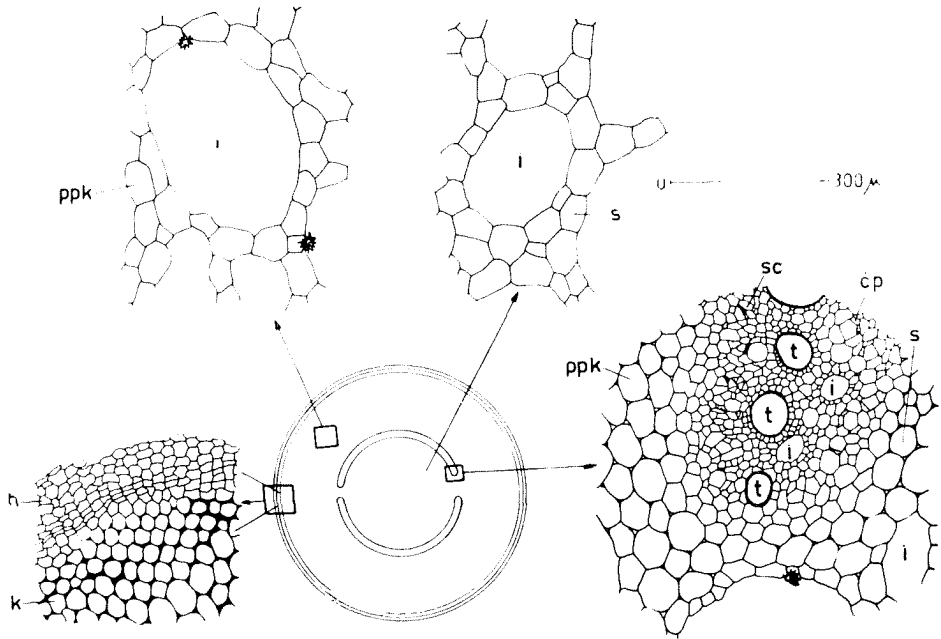
Analizirajući anatomsku građu stabljike oraška do dvadeset pete internodije, biljaka gajenih na različitim podlogama i u uslovima različitog he-



Sl. 16. — Poprečni presek kroz stablo: ppk — parenhim primarne kore, i — intercelular.
 Cross section of the stem: ppk — parenchyma of the primary cortex, i — intercellular.

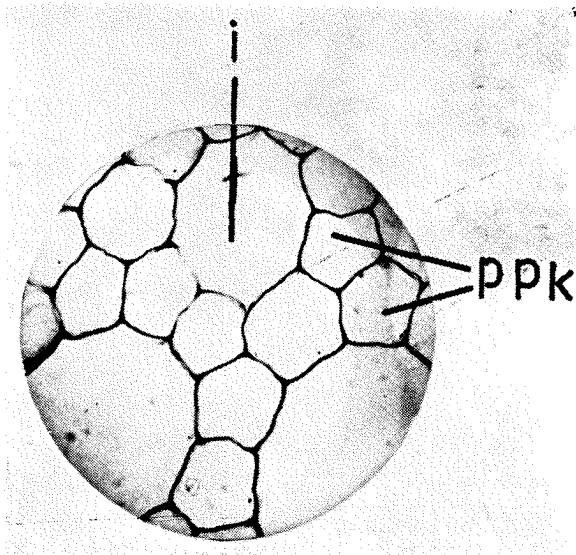


Sl. 17. — Uzdužan presek kroz stablo: t — traheja.
 Longitudinal section of the stem: t — trachea.



Sl. 18. — Anatomska građa vršnog dela stabla oraška: h — hipodermis, k — koljenhim, ppk — parenhim primarne kore, i — intercelular, sc — sitaste cevi, čp — ćelije pratilice, t — traheja, s — srž.

Anatomical structure of the upper part of the stem: h — hypodermis, k — collenchyma, ppk — parenchyma of the primary cortex, i — intercellular, sc — sieve tube, čp — companion cells, t — trachea, s — pith.



Sl. 19. — Poprečni presek kroz primarnu koru stabla: i — intercelular, ppk — parenhim primarne kore.

Cross section through the primary cortex of the stem: i — intercellular, ppk — parenchyma of the primary cortex.

mijskog sastava vode, dolazi se do zaključka da u anatomskom pogledu razlika među ovim biljkama gotovo i nema. Ukoliko su neke razlike ispoljene one su karakteristične za periferna tkiva. Idući centru stabljike anatomske razlike su sve manje izražene ili ih uopšte i nema.

Anatomska građa stabla oraška u vršnom delu stabljike. — U cilju ispitivanja anatomske građe u vršnom delu stabljike oraška pravljeni su preseki kroz internodiju ispod same lisne rozete. Iako je ovaj region relativno mlad po svom postanku, u odnosu na niže delove stabljike, i ovde je *epidermis*, kod većine biljaka, već raskinut. Epidermis se u septembru nalazi samo kod biljaka u prvom bazenu. U julu je slika nešto drukčija. Čelije epidermisa se mogu konstatovati kod svih biljaka, ali je epidermis na više mesta raskinut i započinje njegovo izumiranje i odbacivanje ćelija. Kod svih ispitivanih biljaka epidermske ćelije su slične po velični (15 do 20 mikrona).

Ispod epidermisa nalazi se *hipoderm*. U julu, kod biljaka iz prvog bazena, ovo tkivo je desetoslojno; ćelije su mnogougone i skoro iste širine u radijalnom i tangencijalnom pravcu (razlikuju se za 2—5 mikrona). Čelije hipoderma su raspoređene u radijalnim nizovima. Po svom izgledu hipoderm potseća na saće. Prosečna debljina hipoderma je 175 mikrona.

Kod biljaka iz drugog bazena, u julu, hipoderm se razlikuje od onog koji je opisan kod biljaka iz prvog bazena. Razlike se ispaljavaju u građi donjih slojeva hipoderma. U ovim slojevima ćelije hipoderma su deformisane, tj. spljoštene u radijalnom pravcu. Broj slojeva ćelija koji izgrađuju ovo tkivo je isti kao i u prvom bazenu, oko 10. Od ovih 10 slojeva ćelija 4 do 5 gornjih slojeva sagrađeni su od ćelija koje imaju zadebljale zidove i ne deformišu se. Čelije u donjoj polovini hipoderma karakterišu se tankim zidovima i pod pritiskom širenja unutrašnjih tkiva lako se deformišu. Usled opisanih promena, koje zahvataju hipoderm kod biljaka iz drugog bazena, i pored istog broja slojeva koji izgrađuju ovo tkivo, debljina hipoderma je manja u odnosu na debljinu hipoderma biljaka iz prvog bazena i iznosi 140 mikrona. U trećem, četvrtom i petom bazenu hipoderm je u vršnom delu stabljike građen na isti način kao i kod biljaka iz drugog bazena (Sl. 18).

U septembru hipoderm biljaka iz prvog bazena ima iste osobine koje su opisane kod biljaka iz ostalih bazena u julu.

Ispod hipoderma, kod svih biljaka nalazi se *mehaničko tkivo predstavljeno uglastim kolenhimom* (Sl. 18). Kolenhim je kod svih biljaka razvijeniji od zone hipoderma, a takođe je ova zona šira u ovom delu stabljike nego u njenim nižim delovima. U julu je kolenhim najrazvijeniji kod biljaka iz trećeg bazena (290 mikrona), a u septembru kod biljaka iz trećeg i petog bazena (280 mikrona)

Ispod hipoderma i kolenhima, u kojima nema intercelulara, nalazi se *zona parenhima primarne kore*, u kojoj se nalaze krupni intercelulari. Upoređujući podatke o debljini zone hipoderma, kolenhima i ovog dela primarne kore, kod biljaka gajenih na različitim podlogama, zapaža se da se najveće razlike javljaju baš u zoni parenhima primarne kore. Analizirajući širinu ćelija parenhima i širinu intercelulara, počev od biljaka gajenih u prvom bazenu i idući ka petom bazenu, vidi se da dimenzije ovih elemenata rastu. Uvećavanje širine ćelija parenhima primarne kore, širine

intercelulara i proširivanje zone centralnog cilindra rezultira u ukupnom povećanju širine stabla.

Ćelije parenhima primarne kore su, na poprečnom preseku, višecugane (Sl. 19). Širina ovih ćelija je sve veća idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu (37 mikrona — 66 mikrona). U odnosu na juli širina ćelija parenhima u septembru je još veća (43 do 82 mikrona). Dužina ćelija parenhima je relativno mala (46 do 63 mikrona), a prvi put se srećemo i sa pojavom da je širina veća od dužine.

Intercelulari su kod biljaka iz prvog i drugog bazena pravilno raspoređeni kroz sredinu primarne kore, i to u jednom krugu. Kod ovih biljaka intercelulari su izduženi u radialnom pravcu. Već kod biljaka u trećem, četvrtom i petom bazenu intercelulari su nepravilno raspoređeni po celoj primarnoj kori; njihov broj na jednom radijusu je veći i povećava se kod biljaka gajenih u povoljnijim uslovima. Tako kod biljaka u trećem bazenu na pojedinim radijusima nalazi se po jedan intercelular, a na nekima ima već 2 do 3. Kod biljaka iz četvrtog i petog bazena raspored intercelulara je isti kao kod biljaka iz trećeg bazena. Sve ove karakteristike, u pogledu broja i rasporeda intercelulara, odnose se na biljke koje su analizovane u julu. Na obodu intercelulara nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata.

U septembru je raspored intercelulara unekoliko izmenjen. Drugim rečima, broj, veličina i raspored intercelulara su različiti u periodu cve-tanja (juli) i periodu plodonošenja (septembar). U septembru, kod biljaka iz prvog i drugog bazena, intercelulari su nepravilno raspoređeni, odnosno na isti način kao kod biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena u julu. U ovom periodu broj intercelulara na jednom radijusu povećava se od 2—3 na 6—7.

Širina intercelulara se povećava idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu (184 do 440 mikrona). Najšire intercelulare, i u julu i u septembru, imaju biljke iz četvrtog i petog bazena (450 i 440 mikrona u julu, 360 i 400 u septembru). U septembru su apsolutne vrednosti širine intercelulara znatno manje kod biljaka iz prvog i drugog bazena, dok su kod biljaka u trećem, četvrtom i petom bazenu ili iste ili uže od onih u julu.

Uz sam centralni cilindar nalazi se zona parenhima primarne kore sagrađena od 3 do 5 slojeva ćelija između kojih se nalaze šizogeni intercelulari.

Poslednji sloj primarne kore je *endodem*, čije su ćelije iste širine u radialnom i tangencijalnom pravcu. U pogledu širine ovih ćelija nema bitnih razlika, u julu, između biljaka gajenih na različitim podlogama (20 do 24 mikrona). Kod biljaka u prvom, drugom i trećem bazenu ćelije endoderma su skoro iste širine u julu i septembru. U četvrtom i petom bazenu ćelije endoderma su u septembru šire nego u julu (za 4 do 9 mikrona).

Ćelije endoderma su kratke (20 do 32 mikrona), a to je inače karakteristika svih ćelija u ovom delu biljke. Kasparijeva zadebljanja ili ne postoje ili su veoma slabo razvijena.

Srž zauzima široku zonu. Zona srži je sve šira idući od biljaka iz prvog bazega ka biljkama iz petog bazena (715 do 2.550 mikrona). Veća širina srži nije samo rezultat širokih intercelulara u njoj (292 mikrona), nego i veće širine ćelija srži, kao i većeg broja ćelija na jednom radijusu.

Ćelije srži su najšire kod biljaka u trećem i četvrtom bazenu (u julu: 56, a u septembru 68 mikrona). Ćelije ovoga tkiva su u septembru šire od istih izmerenih u julu. Dužina ćelija je uvek manja od širine (40 do 63 mikrona). U intercelularima nalaze se kristali kalcijumoksalata, ali ne kod biljaka u svim bazenima.

U julu kod biljaka iz prvog bazena srž je iste građe kao i u nižim delovima stabljike. To znači da su ćelije srži na poprečnom preseku ovalnog oblika, da se između njih nalaze uzani šizogeni intercelulari (14 mikrona) i da u njima nema kristalnih druzea.

Kod biljaka u drugom bazenu prvi put se zapaža pojava krupnijih reksigeno-lizigenih intercelulara (45 mikrona širine), dok kod biljaka u trećem, četvrtom i petom bazenu, u ovom periodu, dominiraju krupni intercelulari (90 do 105 mikrona širine). U ovim intercelularima nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata.

Kod svih biljaka analizovanih u septembru intercelulari su široki, i to sve širi počev od biljaka gajenih u prvom bazenu i idući ka biljkama u petom bazenu. U odnosu na isti deo biljke u julu, intercelulari su se znatno proširili. Kod biljaka u prvom bazenu njihova širina u septembru iznosi 112 mikrona, u drugom bazenu do 117 mikrona, u trećem bazenu do 274 mikrona, u četvrtom do 292 mikrona i u petom do 140 mikrona.

Centralni cilindar sagrađen je od dobro razvijenog tkiva za provođenje organskih materija i nešto slabije razvijenog tkiva za provođenje vode i u njoj rastvorenih mineralnih soli. U julu raspored provodnih tkiva u vršnom delu stabljike oraška je isti kao i u nižim delovima stabljike. To znači da spoljašnji i unutrašnji floem građe kontinuirane i koncentrične prstenove, a između njih se nalazi parenhim u kome su pravilno raspoređene traheje i traheide. Ukupan broj elemenata ksilema je različit kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima. Biljke iz prvog bazena u vršnom delu stabljike u julu, imaju 31 traheju, iz drugog bazena 40, iz trećeg bazena 40, iz četvrtog bazena 62 i iz petog bazena 51. Očigledno je da se broj elemenata za provođenje vode i rastvorenih mineralnih soli povećava idući od prvog ka petom bazenu. Najveći broj sudova imaju biljke iz četvrtog bazena, a to su upravo one koje prema svim morfo-anatomskim osobinama pokazuju da se razvijaju u sredini koja je najpovoljnija za razviće ove vrste oraška u seriji koja je postavljena.

Širina traheja u julu, u vršnom delu stabljike oraška, kod biljaka gajenih na različitim substratima, kreće se između 68 i 100 mikrona. Širina sudova kod biljaka gajenih u prvom i drugom bazenu je približno ista (68 i 70 mikrona), a istovremeno i znatno manja od širine sudova kod biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena (100, 95 i 94 mikrona).

Anatomska građa vršnog dela stabljike oraška u periodu plodonošenja (septembar) znatno se razlikuje od one koja je opisana u julu za isti deo stabljike. Provodna tkiva više nisu raspoređena u vidu koncentričnih prstenova. U fazi plodonošenja dolazi do cepanja prstenova i do formiranja provodnih potkovičastih ploča (Sl. 18). Broj provodnih ploča je veći ukoliko je širina stabla veća. Kod biljaka u četvrtom bazenu, čiji je prečnik stabla u septembru 2,0 cm, postoje tri provodne ploče, dok kod biljaka u ostalim bazenima nalazimo dve. Susedne provodne ploče međusobno su razdvojene parenhimskim tkivom koje povezuje srž i primarnu koru. Unutar provodnih ploča raspored floema i ksilema je isti kao i u

nižim delovima stabla. Broj traheja i traheida u septembru je znatno veći nego u julu. Najveći broj traheja i traheida imaju biljke iz četvrtog bazena: 175 (skoro tri puta više nego u julu); zatim biljke iz trećeg bazena: 144 (oko 3,5 puta više nego u julu); biljke iz petog bazena: 110 (dva puta više nego u julu). Biljke iz drugog bazena imaju 64 traheje i traheide (1,5 puta više nego u julu), a biljke iz prvog bazena: 60 (dva puta više nego u julu). Širina ovih elemenata ksilema je kod svih biljaka u septembru manja nego u julu, mada je ta razlika u nekim slučajevima beznačajna (četvrti bazen u julu: 95 mikrona, a septembru: 90 mikrona). Kada se govori o provodnim tkivima u vršnom delu stabljike oraška treba istaći još jednu pojavu, koja inače nije tako jasno izražena kada su ova tkiva raspoređena u obliku prstenova. Ako su provodna tkiva grupisna u koncentričnim prstenovima onda su svi elementi raspoređeni u više-manje istom nivou (posebno se odnosi na granične elemente prema srži). Međutim, kada ova tkiva izgrađuju provodne ploče onda se na određenom razmaku, na granici srži i unutrašnjeg floema, floem jače razvija i dublje prodire u srž. Na ovaj način se prvi put u stablu oraška jasnije izdvaja kontura bikolateralnog provodnog snopića, mada ni na ovom nivou snopić nije potpuno izdvojen.

U pogledu razvijenosti provodnih tkiva u vršnom delu stabljike oraška može se konstatovati da su provodna tkiva u periodu plodonošenja, naročito u periodu sazrevanja plodova, dobro razvijena, i to kako floemski tako i ksilemski deo.

Sitaste cevi kod biljaka gajenih u prvom i drugom bazenu su uže (15 mikrona) nego kod biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu (20 mikrona).

Primarna kora je u vršnom delu stabljike oraška razvijenija od centralnog cilindra, što je i inače karakteristika vodenih biljaka. Upoređujući razvijenost primarne kore kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima zapaža se da je primarna kora, i u julu i u septembru, najslabije razvijena kod biljaka iz prvog bazena (1.185 mikrona) a najmoćnija kod biljaka iz četvrtog bazena (3.182 mikrona). Primarna kora je sve šira idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenih u petom bazenu.

Kod biljaka iz prvog, trećeg i četvrtog bazena centralni cilindar je u septembru znatno širi u odnosu na širinu izmerenu u julu. Odnos primarne kore i centralnog cilindra je različit u periodu cvetanja i periodu plodonošenja. U julu je primarna kora šira od centralnog cilindra za 1,3 do 1,9. U septembru osim proširivanja primarne kore zapaža se i znatno proširivanje centralnog cilindra tako da se njihov međusobni odnos svodi na 1,3:1 do 1:1.

U vršnom delu stabljike oraška srž je znatno razvijenija zona od centralnog cilindra. I u julu i u septembru srž je najrazvijenija kod biljaka u četvrtom bazenu (u julu 920, a u septembru 2.550 mikrona).

Mnogi podaci, prikupljeni u toku rada pri praćenju razvića *Trapa an-nosa* u eksperimentalnim uslovima, ukazuju da su biljke koje su gajene u trećem i četvrtom bazenu imale najbolje uslove za svoje razviće. U ovim bazenima biljke su najduže, imaju najšire rozete, najveći broj krupnih plodova sposobnih za klijanje u idućoj sezoni itd. U pogledu anatomske građe razlike su sve uočljivije idući kraju vegetacionog perioda. Najizrazitije raz-

like su upravo u periodu sazrevanja plodova. Prema svojim morfo-anatomskim osobinama biljke iz petog bazena su slične biljkama iz trećeg bazena. U prvom i drugom bazenu biljke se u početku razvijaju istom brzinom i na isti način kao i biljke iz ostalih bazena. Ovakvo razviće traje sve dotle dok u plodovima ima dovoljno rezervnih materija koje ih čine, u određenom vremenskom periodu, nezavisnim od potreba za tim materijama iz spoljašnje sredine. Idući kraju vegetacionog perioda ove biljke sve više zaostaju u svom razviću, i skoro za jednu fenofazu kasne u svom razviću za biljkama iz trećeg, četvrtog i petog bazena.

Morfo-anatomske karakteristike listova oraška. — Morfo-anatomska ispitivanja listova oraška vršena su na linearnim i lancetastim submerznim i rombičnim flotantnim listovima. Linearni submerzni listovi razvijaju se na najnižim nodusima stabljike (I—III) i u najranijim stadijumima razvića biljke. Na višim nodusima oblik listova se postupno menja, od lancetastih do tipičnih rombičnih, na kojima je jasno diferencirana lisna drška i liska. Prvi znaci nazubljenosti javljaju se na lancetastim listovima. Idući prema vrhu biljke listovi su sve jače nazubljeni. Listovi sa viših nodusa imaju razgranatu mrežastu nervaturu, a na lisnoj dršci se obrazuje hidrostatičko proširenje.

U toku individualnog razvića oraška na nodusima se dešava niz promena koje se manifestuju u pojavi opadanja listova, razviću perastih i končastih adventivnih korenova, a na nižim nodusima dolazi i do pojave aktivnog savijanja. Sve navedene promene uvek se prvo javljaju na najnižem nodusu, a zatim se sukcesivno proširuju prema vrhu biljke. Usled ovakvih osobnosti koje se ispoljavaju na nodusima u toku individualnog razvića biljke oraška imaju specifičan izgled u pojedinim ontogenetskim fazama. Mlade biljke oraška imaju na svim nodusima listove. Posmatrajući od osnove prema vrhu jednu takvu biljku mogu se na njoj zapaziti svi prelazi od tipičnih linearnih do flotantnih listova. Već posle 30 dana od klijanja linearni listovi opadaju, a opadanje listova se postepeno prenosi i na listove sa viših nodusa, tako da se kod starijih biljaka listovi nalaze samo u flotantnoj rozeti i na delu stabla neposredno ispod nje.

Karakteristikama u individualnom razviću oraška, posebno osobenostima u razvitku listova, bilo je uslovljeno uzimanje materijala za morfo-anatomsku obradu.

U maju biljke su, u svim ispitivanim sredinama imale 8 do 11 nodusa i na njima su bili razvijeni linearni i lancetasti submerzni listovi, a prvi flotantni listovi tek se začinju. U julu i septembru listovi se na orašku nalaze samo u flotantnoj rozeti. Pošto su sve probe za morfo-anatomsku analizu oraška uzimane u maju, julu i septembru to su i listovi analizovani u istom periodu. U maju su ispitivani linearni i lancetasti listovi, a u julu i septembru listovi iz flotantne rozete.

Morfološkom analizom listova obuhvaćena su ispitivanja dužine i širine lista, lisne drške, liske, hidrostatičkog proširenja kao i nazubljenosti i dlakavosti. Ispitivanje anatomske građe listova biljaka gajenih na različitim podlogama obuhvatilo je analizu sledećih elemenata: debljinu liske, širinu intercelulara i njihov raspored u listu, analizu odnosa palisadnog i sunderastog tkiva; širinu, visinu, oblik i raspored ćelija epidermisa lica i naličja, palisadnog i sunderastog tkiva, kao i broj, veličinu i raspored stoma na listu.

Morfološka analiza listova oraška. — Većina naučnika koja se bavila istraživanjem oraška, bez obzira sa kog su aspekta prilazili proučavanju ove interesantne biljke, isticala je u svojim radovima veoma izražen polimorfizam listova (Barnéoud, M., 1848; Apinis, A., 1940; Lind, A., 1945; Janković, M., 1952; Vasiljev, V. N., 1960; i dr.). U radovima koji se odnose na individualno razviće oraška date su iscrpne morfološke karakteristike njegovih listova (Barnéoud, M., 1848; Gibelli, G. i Ferrero, F., 1891; Apinis, A., 1940; Janković, M., 1952, 1955, 1956 a, 1956 b). S obzirom na obilje podataka o listovima ove biljke, u ovom radu biće opisane samo neke činjenice koje treba da budu više istaknute.

Submerzni *linearni listovi* nalaze se samo na I i II nodusu (nodusi brojeni od osnove biljke prema vrhu). Ovi listovi su sedeći, nenazubljeni i na njima se nikada ne obrazuju stome i dlake. Linearni listovi su najčešće naspramni, a nije redak slučaj da se na jednom nodusu nalaze tri do četiri lista u pršljenu.

Lancetasti listovi se nalaze od trećeg do osmog nodusa. Ovi listovi su sedeći, nazubljeni, a na gornjim lancetastim listovima (počev od šestog ili sedmog nodusa) na licu lista se nalaze stome a na naličju višećelijske dlake. Lisni raspored je spiralan. Osim karakteristika koje su zajedničke za ovu grupu listova oni se međusobno razlikuju i morfološki. List na svakom narednom nodusu je morfološki složeniji od prethodnog. To se ogleda, pre svega, u postepenom diferenciranju lista na lisnu dršku i lisku, koja će potpuno biti formirana tek kod flotantnih listova; u sve izraženijoj nazubljenosti kao i u pojavi dužih dlaka koje se razvijaju u sve većem broju.

Prvi *flotantni listovi* obično se sreću na devetom nodusu, mada ih ponekad ima i na osmom. Za flotantne listove je karakteristično da su kod njih uvek diferencirani lisna drška i liska; nazubljenost je veoma jasno izražena; na naličju listova razvijaju se dlake koje su sve brojnije i duže idući od listova koji se razvijaju na mlađim biljkama ka onim koji se obrazuju na starijoj biljci; stome su brojne i nalaze se uvek na liscu lista; lisni raspored je spiralan. Flotantni listovi mlađih i starijih biljaka se razlikuju. Detaljne morfološke, fiziološke i ekološke karakteristike flotantnih listova u pojedinim stupnjevima razvića oraška dao je Janković (1952, 1955, 1956 a, 1956 b).

Dužina linearnih listova je manje-više ista kod biljaka u svim bazenima (2,8 do 3,0 cm). Dužina listova na I i II nodusu je skoro u svim ispitivanim slučajevima ista. Maksimalna dužina ovih listova kreće se od 3,2 do 3,8 cm. Najduži listovi su izmereni u trećem i petom bazenu (3,8 cm). Minimalna dužina linearnih listova kreće se u granicama od 2,0 do 2,5 cm.

Širina linearnih listova na I nodusu, kod biljaka iz različitih eksperimentalnih uslova, kreće se od 0,15 do 0,19 cm, a na II nodusu srednje vrednosti širine ovih listova su 0,17 do 0,24 cm. Očigledno je da su listovi sa II nodusa širi od listova sa I nodusa. Širina listova kod biljaka gajenih na različitim podlogama međusobno se razlikuju za 1 mm, pa se zato može reći da razlike u pogledu širine linearnih listova i nema. Najširi listovi su izmereni kod biljaka iz trećeg bazena (0,28 cm), a najuži kod biljaka iz prvog, drugog i petog bazena: 0,12 cm; u četvrtom bazenu širina listova je 0,20 cm. Na osnovu izvršenih merenja i analiza može se zaključiti da različite podloge i hemijski sastav vode ne utiču na dužinu i širinu linearnih listova.

Kao što je već ranije pomenuto, *lancetasti listovi* se nalaze od trećeg do osmog nodusa. Dužina listova na trećem i četvrtom nodusu, kod biljaka u svim bazenima, je skoro ista (sr. vred. 2,8 do 3,1 cm). Na višim nodusima ispoljavaju se veće razlike u pogledu dužine lancetastih listova. Listovi sa petog nodusa, biljaka gajenih u prvom, četvrtom i petom bazenu, duži su za 3 do 6 mm u odnosu na listove sa odgovarajućih nodusa biljaka iz drugog i trećeg bazena. U toku rada zapažena su znatna variranja u veličini listova sa istog nodusa biljaka iz iste eksperimentalne sredine. Najveća variranja u pogledu dužine listova sa istog nodusa ispoljena su kod biljaka gajenih u prvom i drugom bazenu (2,1 i 4,2 cm). Listovi sa petog nodusa biljaka iz četvrtog i petog bazena po dužini su skoro isti: 3,1 do 3,7 cm.

Listovi sa šestog nodusa su skoro iste dužine kod biljaka iz prvog, trećeg, četvrtog i petog bazena (3,4—3,6 cm), jedino su listovi biljaka iz drugog bazena nešto kraći: 3,1 cm.

Na sedmom nodusu listove iste dužine imaju biljke iz drugog, trećeg i četvrtog bazena (3,3—3,5 cm), dok su listovi biljaka iz prvog i petog bazena duži: 4,1 i 4,4 cm.

Na osmom nodusu listovi biljaka iz svih bazena su skoro iste dužine: 3,2—3,4 cm, samo u prvom bazenu: 4,1 cm.

Pri analizi lancetastih listova zapazili smo da, u najvećem broju slučajeva najduže listove imaju biljke iz prvog bazena a najkraće biljke iz drugog i trećeg bazena, mada njihova dužina često i nije mnogo manja od dužine listova iz ostalih bazena.

U prvom bazenu dužina listova se povećava od trećeg prema osmom nodusu i to od 3,1 do 4,1 cm, u drugom bazenu: od 2,8 do 3,5 cm, u trećem bazenu listovi su sve duži do šestog nodusa (2,9—3,4 cm), a zatim dužina opada (3,3 i 3,0 cm); u četvrtom bazenu dužina listova se povećava sa 3,0 na 3,5 cm, a u petom bazenu sa 2,8 na 4,1 cm. Kod ovih biljaka dužina listova raste od prvog do sedmog nodusa, a na osmom nodusu dužina lista iznosi 3,4 cm. Iz ovih podataka se vidi da su lancetasti listovi (fiksirani u maju) koji se nalaze na višim nodusima malo kraći od onih na nižim. Ova pojava se objašnjava na sledeći način. U periodu uzimanja materijala za obradu gornji lancetasti i prvi flotantni listovi obrazuju malu rozetu. Listovi koji se nalaze u centralnom delu rozete su kraći od onih koji su na obodu. Lancetasti listovi koji se nalaze na sedmom i osmom nodusu su upravo oni koji su blizu centra prve rozete i zato su kraći od onih koji se nalaze na nižim nodusima. Iz istog razloga će i prvi flotantni listovi biti kraći od onih koji su kasnije uzimani.

U svim bazenima širina lancetastih listova je veća idući od lista sa trećeg nadusa ka listovima sa osmog nodusa. Najizraženija razlika između širine listova sa trećeg i osmog nodusa je kod biljaka iz prvog, četvrtog i petog bazena (1,1 cm). Kod biljaka iz drugog i trećeg bazena ta razlika iznosi 0,60 cm. Očigledno je da se proces širenja liske u pojedinim bazenima ne vrši istom brzinom. Na trećem nodusu listovi u prva četiri bazena imaju istu širinu (0,30 cm), samo su listovi biljaka iz petog bazena uži: 0,25 cm. Već na sledećem nodusu istu širinu imaju listovi biljaka iz prvog, trećeg i četvrtog bazena (0,40 cm) i listovi iz drugog i petog bazena (0,30 cm). Na petom nodusu svi listovi su širi u odnosu na prethodne, ali je najveće povećanje širine zabeleženo kod biljaka iz četvrtog bazena (0,9 cm). I na ovom nodusu su najuži listovi biljaka iz petog bazena (0,35 cm). Nešto širi

listovi nalaze se na šestom nodusu. Na sedmom nodusu zapaža se znatno proširivanje listova biljaka iz prvog bazena (1,1 cm) i petog bazena (0,90 cm). Na osmom nodusu ovakve promene su ispoljene kod listova biljaka iz četvrtog i petog bazena (1,4 i 1,3 cm).

Na listovima od trećeg do petog nodusa liske se, kod biljaka u svim bazenima, vrlo blago šire, a zatim nastupa jedan skok koji se kod biljaka u različitim uslovima ispoljava na listovima sa različitim nodusa. Kod biljaka iz prvog bazena najizraženija razlika u širini lista između dva susedna nodusa zabeležena je kod listova sa sedmog i osmog nodusa i iznosi 3 do 4 mm. U drugom i trećem bazenu proširivanje liske je postupnije (2 mm), i zabeleženo je na listu sa sedmog nodusa u drugom bazenu i na listu sa šestog nodusa u trećem bazenu. Kod biljaka u četvrtom bazenu postoje dva mesta na kojima se širina lista znatnije menja. Prvi put znatnije proširivanje liske konstatovano je na petom nodusu (list je za 5 mm širi u odnosu na širinu lista sa prethodnog nodusa) i na osmom nodusu (4 mm). Kod biljaka iz petog bazena postoje tri nodusa na kojima je list upadljivije širi od prethodnog i to su: šesti (2 mm), sedmi (3,5 mm) i osmi (4 mm).

Proširivanje listova praćeno je i pojavom sve izrazitije nazubljenosti koja je najuočljivija kod flotantnih listova. Prve naznake zubaca nalaze se već na listovima sa trećeg nodusa. Na listovima sa viših nodusa broj zubaca se povećava a izražena je i sve veća usećenost lista. Broj zubaca na lancetastim listovima se kreće od 3 do 7 i isti je u svim eksperimentalnim sredinama za list sa odgovarajućeg nodusa. Na listovima sa trećeg i četvrtog nodusa broj zubaca je 3 do 4, sa petog i šestog nodusa: 5 do 6, a na listovima sa sedmog i osmog nodusa broj zubaca je 6 do 7.

Flotantni listovi sa devetog i desetog nodusa razlikuju se po broju zubaca (na devetom nodusu listovi imaju 9 do 10 zubaca, a na desetom: 10 do 11), ali listovi sa istih nodusa biljaka gajenih na različitim podlogama imaju isti broj zubaca. Na dvadesetom nodusu listovi biljaka iz prvog, drugog, trećeg i petog bazena imaju 12 do 13 zubaca, a u četvrtom bazenu 13 do 14. Na tridesetom nodusu broj zubaca na listovima sa biljaka iz prvog, drugog, trećeg i petog bazena je 14 do 15, samo na listovima iz četvrtog bazena ima 16 do 19 zubaca. Na listovima biljaka iz prvog i drugog bazena broj zubaca do kraja vegetacionog perioda se više ne menja. Kod biljaka iz trećeg bazena na listovima sa pedesetog i šesdesetog nodusa broj zubaca je 16 do 19. Isti je slučaj i kod biljaka iz petog bazena. Listovi biljaka iz četvrtog bazena imaju najveći broj zubaca i to na listovima sa šesdesetog i sedamdesetog nodusa (20—21).

Upoređujući veličinu liske sa brojem zubaca zapaža se da broj zubaca prati povećanje liske i kada liska dostigne standardnu veličinu, za datu sredinu u kojoj se biljka razvija, i broj zubaca se više ne menja.

Flotantni listovi sa devetog i desetog nodusa pripadaju prvoj rozeti koja se formira u maju i koja izvesno vreme provodi pod vodom. Listovi sa ovih nodusa se u momentu fiksiranja materijala nalaze u centralnom delu rozete, čime se može objasniti njihova, relativno mala veličina. Iako se ovi listovi ne odlikuju velikom dužinom oni ipak imaju već široke liske (1,0—1,8 cm). Već u ovom stadijumu razvića oraška ispoljava se veća dužina i širina listova kod biljaka gajenih u četvrtom i petom bazenu, mada ta razlika još nije tako izražena kao u kasnijem periodu.

Listovi sa dvadesetog, tridesetog i četrdesetog nodusa sakupljani su u junu kada su rozete, u svim bazenima, na površini vode. Broj listova i širina rozeta (merene su po radijusu) različiti su kod biljaka u pojedinim bazenima. Najšire rozete (35—45 cm) i najveći broj listova u rozeti (37) imaju biljke gajene na kompostu (četvrti bazen), zatim biljke gajene na smeši komposta i peska: 25—37 cm (treći bazen) i u petom bazenu: 20—24 cm (biljke gajene na mulju), dok su rozete biljaka iz prvog i drugog bazena znatno manje (12—15 cm). U toku individualnog razvića oraška širina rozete kod biljaka iz prvog i drugog bazena se veoma malo povećava, dok su u ostalim bazenima rozete sve šire a u njihovom formiranju učestvuje veći broj krupnih listova (Tab. 3).

Dužina i širina listova, kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, se sve više razlikuje ukoliko su biljke starije. Počev od juna pa do septembra jasno se mogu uočiti, u okviru serije od pet bazena, dve grupe biljaka koje se međusobno razlikuju nizom morfo-anatomskih osobina, a posebno veličinom listova i rozeta. Biljke gajene u prvom i drugom bazenu su po svom razviću slične a istovremeno se znatno razlikuju od biljaka iz ostala tri bazena. U prva dva bazena biljke imaju kraće i uže listove, koji shodno tome, obrazuju i manje rozete. Maksimalna dužina flotantnih listova u prvom bazenu iznosi 7,3 cm a širina 3,8 cm. U drugom bazenu maksimalna dužina listova je 7,8 cm a širina 4,2 cm. Iz ovih podataka se vidi da razlike u pogledu veličine listova postoje i kod biljaka iz ova dva bazena, ali nisu tako izrazite kao između ovih biljaka i biljaka iz drugih bazena.

T a b. 3. — *Morfološke karakteristike oraška (u cm).*
Morphological characteristics of water nut in cm.

Broj bazena Number pool	1	2	3	4	5
Dužina/širina stabljike Lenght/width of stem	185/0,5	212/0,5	268/1,2	285/2,0	249/1,2
Šifra rozete Width of rosette	12—15	12—15	25—37	35—45	20—24
Broj listova u rozeti Number of leaf in the rosette	9	13	25	37	23
Najduži list Maximal leaf lenght	7,3	7,8	18	18,2	18,0
Najšire liske Widest leaf blade	3,8	4,2	6,2	6,7	6,0
Najveća širina lisne drške Widest leaf petiole	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3
Najveće hidrostatičko proširenje Maximal hydrostatic bubble	1,0/0,5	1,2/0,6	3,0/1,2	3,3/1,2	2,0/1,2
Najveći plod Greatest fruit	1,5/1,7	1,7/1,8	2,5/2,8	2,6/2,8	2,2/2,4
Broj plodova Fruit number	5	7	27	26	19
Broj prokljalih plodova Number of germinated fruits	1	2	27	25	19

Dužina i širina flotantnih listova u trećem, četvrtom i petom bazenu povećavaju se počev od devetog nodusa sve do pedesetog, na kome postižu maksimalnu dužinu i širinu. Listovi koji se nalaze na višim nodusima (iznad pedesetog) ili su slični po veličini prethodnim listovima ili su manji.

Dužina i širina listova u flotantnim rozetama biljaka oraška gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu, počev od devetog nodusa je: u trećem bazenu 3,0 do 18,0 cm (dužina) i 1,6 do 6,2 cm (širina); u četvrtom bazenu: 3,5 do 18,2 cm i 1,5 do 6,7 cm; u petom bazenu 3,6 cm do 18 cm i 1,6 do 6,0 cm. Prema širini rozete, veličini i broju listova u rozeti, kao i drugim osobinama, izdvajaju se biljke iz trećeg i četvrtog bazena.

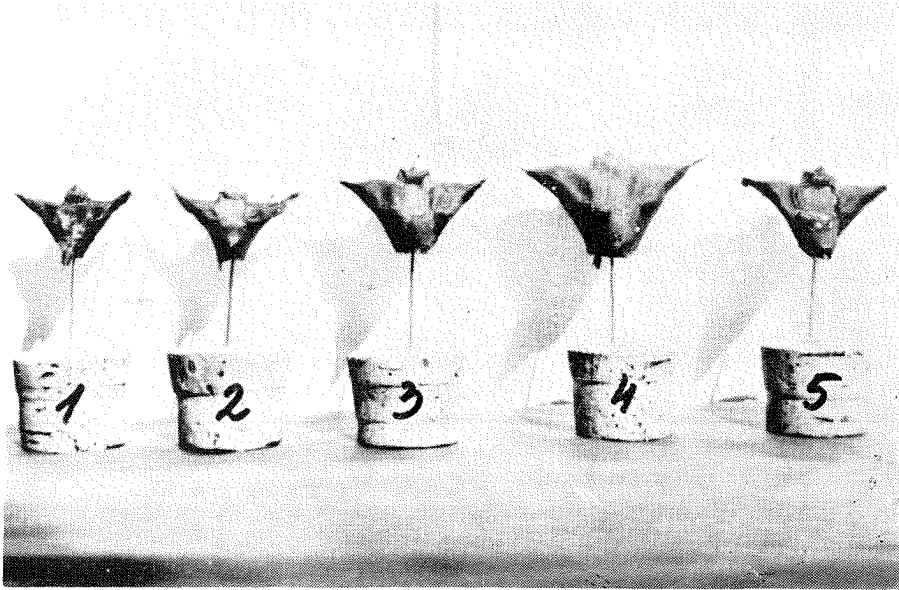
Osim dužine, širine u nazubljenosti listova analizovani su još dužina i širina liske, lisne drške i hidrostatičkih proširenja. Podaci dobijeni merenjem ovih karakteristika lista prikazani su u tabeli 3 i odnose se samo na biljke u periodu plodonošenja. Iz podataka prikazanih u ovoj tabeli vidi se da najširu rozetu, najveći broj listova u rozeti, najkrupnije listove i hidrostatička proširenja imaju biljke gajene na kompostu; ne samo to, već i druge morfo-anatomske osobine ukazuju da je ova eksperimentalna sredina najpovoljnija za razviće oraška u seriji eksperimenata koji su postavljeni.

U periodu plodonošenja sa biljaka koje su gajene pod eksperimentalnim uslovima sakupljani su *plodovi*. U svim bazenima biljke cvetaju i plodonose, ali u različito vreme i različitim intenzitetom. Plodovi sakupljeni iz pojedinih bazena međusobno se razlikuju po veličini, broju i klijavosti. Sa biljaka iz prvog bazena sakupljeno je 5 sitnih plodova od kojih je samo jedan klijao naredne godine, ali je i ta biljka ubrzo propala, jer nije mogla dalje da se razvija pošto u veoma sitnom plodu nije bilo dovoljno rezervnih materija potrebnih za razviće biljke u heterotrofnoj fazi. Biljke koje su rasle na pesku dale su sedam plodova od kojih su dva klijala, ali se ni iz njih nisu mogle razviti biljke. Sa biljaka gajenih u trećem bazenu sakupljeno je 27 zrelih plodova i svi su naredne godine klijali. Svi plodovi iz četvrtog bazena (26) i petog bazena (19) su klijali.

Veličina plodova sazrelih u različitim eksperimentalnim uslovima je različita (Sl. 20). Pri obradi veličine plodova merena je visina i širina tela ploda (Sl. 21), na isti način koji je primenjivao i Janković (1955). Najkrupnije plodove imaju biljke iz četvrtog bazena (2,6/2,8 cm) zatim po veličini slede plodovi iz trećeg (2,5/2,8 cm) i petog bazena (2,2/2,4 cm), dok su plodovi biljaka iz prvog i drugog bazena znatno manji (1,5/1,7 cm).

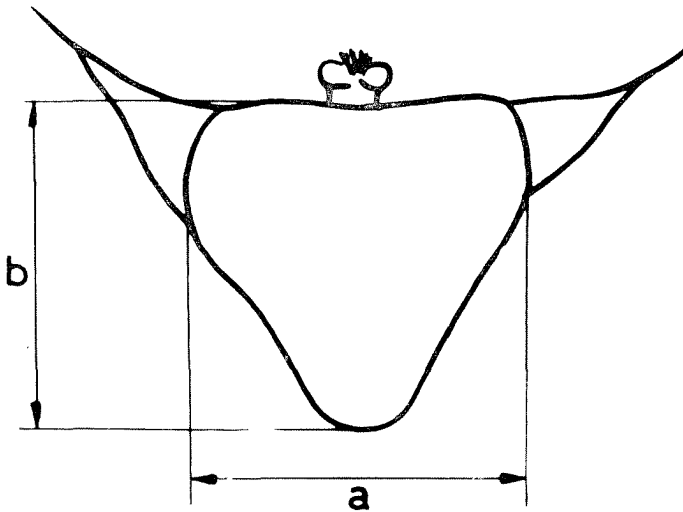
Anatomska analiza listova oraška. — Usporedna anatomska analiza listova vršena je na submerznim i flotantnim listovima oraška. Listovi su fiksirani u maju, julu i septembru. Za analizu je uvek uziman odsečak iz sredine lista. Ispitivanjima je obuhvaćen epidermis — veličina, oblik i raspored ćelija; odnos debljine pojedinih tkiva, kao i debljina lista.

U maju na stabljikama oraška potpuno su razvijeni samo submerzni linearni i lancetasti listovi; flotantni listovi se tek obrazuju. U daljem razviću prvonastali listovi opadaju, a na biljci se zadržavaju samo flotantni listovi. Ispitivanje anatomske građe linearnih listova vršeno je na listu sa drugog nodusa, lancetastih na listu sa sedmog nodusa, a flotantnih sa četrdesetog (prvi bazen), četrdeset osmog (drugi bazen), pedesetog (treći bazen), šesdeset petog (četvrti bazen) i pedesetog (peti bazen). Sa



Sl. 20. — Plodovi oraška sa biljaka gajenih pod eksperimentalnim uslovima: 1 — orašak gajen samo u vodi, 2 — orašak gajen na pesku, 3 — orašak gajen na smeši peska i komposta, 4 — orašak gajen na kompostu, — 5 orašak gajen na mulju.

Water nut fruits from the plants grown under experimental conditions: 1 — water nut grown only in the water, 2 — water nut grown on the sand, 3 — water nut grown on the mixture of sand and compost, 4 — water nut grown on compost, 5 — water nut grown on mud.



Sl. 21. — Shema ploda oraška i karakteri mereni pri morfološkoj obradi: a — širina tela ploda, b — visina tela ploda. Scheme of water nut fruit and morphologic measuring characters: a — width of fruit, b — length of fruit.

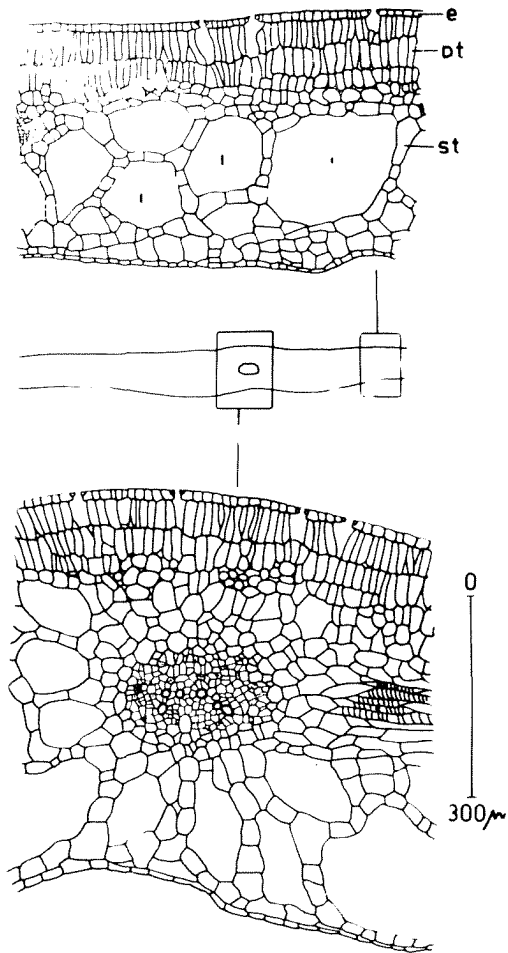
nodusa (Sl. 23), jedan od drugog su odvojeni nizom ćelija. Na obodu intercelulara nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata. Oblik ćelija sunderastog tkiva je različit i uglavnom zavisi od pravca pružanja ćelije u listu i načina spajanja sa susednim ćelijama. Počev od lista sa šestog nodusa u epidermisu lica nalaze se stome. Na naličju listova sa šestog nodusa zapažaju se i prve dlake. Hidatode se nalaze na vrhu lista, na obodu ispod listnog vrha i na vrhovima zubaca. One se uvek obrazuju samo na licu lista. Hidropote su i na licu i na naličju lista.

Flotantni listovi imaju sličnosti sa gradom gornjih lancetastih listova. Njihov mezofil je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo, koja su u listovima iz rozete skoro podjednako razvijena (Sl. 24). Palisadno tkivo je najčešće troslojno. U sunderastom tkivu su krupni intercelulari. U intercelularima nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata. Na epidermisu lica nalaze se hidropote, hidatode i stome. Na naličju su hidropote i mnogobrojne višćelijske dlake. U ovim listovima razvijaju se krupni provodni snopići koji svojim intenzivnim grananjem stvaraju gustu mrežu nervature. Izuzev opštih anatomskih karakteristika koje daju pečat građi pojedinih tipova listova, listovi biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, ipak su se po svojoj anatomskoj građi razlikovali.

Debljina linearnih submerznih listova. — Linearni listovi na poprečnom preseku imaju sočivast izgled. Debljina lista je merena u nivou srednjeg nerva i na sredini jedne lisne polovine. Najdeblje linearne listove imaju biljke iz prvog i drugog bazena (459 i 490 mikrona). Najtanje listove imaju biljke iz četvrtog i petog bazena (321 i 330 mikrona). Manja debljina listova kod biliaka u četvrtom i petom bazenu je rezultat manjeg broja slojeva ćelija u listu.

Debljina lancetastih listova oraška u nivou srednjeg nerva kreće se od 566 do 581 mikron. S obzirom da merenja na ovom mestu ukazuju i na razvijenost glavnog provodnog snopića, na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da različit hemijsko fizički sastav podloge i vode ne vrše bitan uticaj na formiranje provodnog tkiva kod lancetastih listova. Isto se može reći i za debljinu lista merenu između glavnog nerva i listnog oboda, jer su srednje vrednosti debljine za biljke gajene na različitim podlogama u ovom delu lista 351 do 382 mikrona.

Debljinana flotantnih listova je analizovana u julu i septembru, tj. u periodu cvetanja i periodu plodonošenja. Flotantni listovi biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina razlikuju se po svojoj debljini. Listovi biljaka iz prvog, drugog i trećeg bazena su tanji (214 i 260 mikrona) u odnosu na listove iz četvrtog i petog bazena (344 i 352 mikrona). Debljina listova se postepeno povećava idući od biljaka gajenih samo u vodi (prvi bazen) ka biljkama gajenim u bazenima na čijem su dnu pesak i kompost i čist kompost. Ista pojava se zapaža i u septembru. Za razliku od stanja u julu kada su listovi biljaka iz četvrtog i petog bazena skoro iste debljine, u septembru najdeblje listove imaju biljke iz četvrtog bazena (298 mikrona), a zatim biljke iz trećeg (267 mikrona) i petog bazena (237 mikrona). Veća debljina ovih listova je rezultat razvijenijeg palisadnog i sunderastog tkiva. Kod biljaka iz četvrtog bazena debljina palisadnog tkiva iznosi 121 mikron, dok je debljina ovog tkiva u listovima biljaka iz prvog i drugog bazena: 91 i 89 mikrona.



Sl. 23. — Anatomska građa gornjeg lancetastog lista oraška: e — epidermis, pt — palisadno tkivo, st — sunderasto tkivo, i — intercelular.
 Anatomical structure of the upper lanceolate leaf: e — epidermis, pt — palisade parenchyma, st — spongy parenchyma, i — intercellular.

Provodni sistem u flotantnim listovima je veoma dobro razvijen. Centralni provodni snopić je krupan i to naročito kod biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu. Debljina listova u predelu srednjeg nerva kod biljaka iz ovih bazena je dva puta veća nego u odgovarajućem delu lista biljaka iz prvog i drugog bazena. Najdeblje listove u ovom regionu imaju biljke iz četvrtog bazena. Osim krupnih snopića u ovom delu lista nalaze se i veoma krupni intercelulari.

Na osnovu dobijenih rezultata očigledno je da na debljinu listova, u kasnijim fazama razvića, utiču podloga i voda, odnosno njihov hemijski sastav. Poznato je da svetlosni intenzitet ima veliko formativno dejstvo; međutim, u našem eksperimentu, listovi biljaka iz različitih eksperimentalnih uslova bili su izloženi dejstvu istog svetlosnog intenziteta, a debljina listova je ipak bila različita. U ovom eksperimentu promenljivi faktori su bili podloga i hemijski sastav vode, stoga možemo sa puno razloga da tvrdimo da su baš ti faktori uslovlili različitu debljinu flotantnih listova oraška.

Mezofil linearnih submerznih listova grade ćelije sunderastog parenhima. Mezofil nije diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Ćelije hlorenhima u listovima sa drugog nodusa kod biljaka gajenih na različitim podlogama se međusobno razlikuju po veličini. Krupnije ćelije hlorenhima imaju listovi biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena (42/38; 43/41 i 41/40 mikrona), dok su ćelije ovog tkiva u listovima biljaka iz prvog i drugog bazena nešto manje (33/28 i 38/36 mikrona). Idući od prvog ka petom bazenu veličina ćelija hlorenhima je sve veća.

U linearnim listovima između ćelija hlorenhima nalaze se intercelulari. U svim listovima krupni intercelulari zauzimaju centralni položaj. Veličina intercelulara je različita u listovima biljaka gajenih na različitim podlogama. Intercelulari su krupniji u listovima biljaka koje rastu u trećem i četvrtom bazenu (86/62 i 80/57 mikrona), u odnosu na intercelulare u listovima biljaka iz prvog i drugog bazena (59/41 i 72/59 mikrona).

Mezofil lancetastih listova (podaci se odnose na list sa sedmog nodusa) diferenciran je na palisadno i sunderasto tkivo. Ispod epidermisa lica lista nalazi se višeslojno palisadno tkivo. Listovi iz prvog i drugog bazena imaju, uglavnom, troslojno palisadno tkivo, listovi biljaka iz trećeg bazena dvoslojno i troslojno, dok kod listova biljaka iz četvrtog i petog bazena prevladuje dvoslojno palisadno tkivo. Debljina palisadnog tkiva opada idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu (106—68 mikrona).

U listovima sa sedmog nodusa sunderasto tkivo je znatno razvijenije od palisadnog. Njegova debljina je za 2,3 do 4,0 puta veća od debljine palisadnog tkiva u istom listu.

U maju, kada su ovi listovi uzeti za analizu, biljke se još uvek nalaze sasvim potopljene u vodi, ali na različitoj dubini, što je svakako od značaja jer do njih dopire različit svetlosni intenzitet. Dubina na kojoj se biljke nalaze zavisi od dva faktora: a) da li su biljke ukorenjene ili ne i b) kojom se brzinom razvijaju i rastu. Već je ranije rečeno da biljke iz prvog bazena nisu ukorenjene (nema podloge), a u drugom bazenu (pesak kao podloga) mnoge biljke se odvajaju od podloge i lebde u vodi, dok su biljke u ostalim bazenima ukorenjene i relativno čvrsto vezane za podlogu. Biljke koje nisu ukorenjene, bez obzira na dužinu stabljike, uvek su bliže svojim vrhom površini vode, jer ih mala rozeta polako izdiže na površinu.

Pošto su listovi sa sedmog nodusa pri vrhu stabljike, to su i bliži površini vode kod neukorenjenih biljaka (prvi i drugi bazen) u odnosu na ukorenjene (treći, četvrti i peti bazen). U trećem, četvrtom i petom bazenu dubina na kojoj se nalazi vršni deo stabljike zavisiće, u ovom periodu razvića, i od brzine rasta stabljike. Pošto su se u periodu uzimanja materijala listovi sa sedmog nodusa biljaka iz prvog i drugog bazena nalazili bliže površini vode od listova sa istih nodusa biljaka u trećem, četvrtom i petom bazenu, oni su bili izloženi dejstvu jačeg svetlosnog intenziteta, a to je uticalo i na formiranje razvijenijeg palisadnog tkiva. Svetlosni intenzitet u trećem, četvrtom i petom bazenu bio je oslabljen i prisustvom dispergovanih čestica u vodi, što u prvom i drugom bazenu nije bio slučaj.

Veličina i oblik ćelija sunderastog tkiva u listovima sa sedmog nodusa kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima su različiti. Kod biljaka iz prvog i drugog bazena ćelije sunderastog tkiva su, na poprečnom preseku, uglavnom pravougaonog oblika a njihove dimenzije su 48/28 i 40/32 mikrona. Idući prema petom bazenu ćelije sunderastog parenhima su sve ovalnije a njihova veličina (širina/visina) je 47/40; 38/33 i 37/30 mikrona. Najkrupnije ćelije imaju biljke iz trećeg bazena.

Intercelulari u listovima sa sedmog nodusa su krupni i uglavnom se nalaze u srednjem delu lista. Njihova širina, u listovima biljaka iz različitih bazena, kreće se od 155 do 180 mikrona, a visina od 118 do 136 mikrona.

Mezofil flotantnih listova je diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Palisadno tkivo ovih listova je sagrađeno od dva do tri sloja ćelija, mada prevladuje dvoslojno palisadno tkivo naročito u prvom i drugom bazenu. Debljina palisadnog tkiva flotantnih listova se postepeno povećava počev od biljaka gajenih u prvom bazenu i idući ka biljkama iz petog bazena (65 do 112 mikrona).

Širina ćelija palisadnog tkiva u prvom sloju kreće se od 9 do 11 mikrona, u drugom sloju: 11 do 12 mikrona a u trećem sloju: 14 do 16 mikrona. Iz ovih podataka se vidi da su ćelije svakog narednog sloja palisadnog tkiva šire u odnosu na prethodni sloj i da nema značajnijih razlika u odnosu na podlogu na kojoj biljke rastu.

Visina palisadnih ćelija prvog sloja u julu, kod biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina, kreće se od 46 do 59 mikrona. Biljke iz prvog i drugog bazena imaju najkraće ćelije palisadnog tkiva (46 mikrona), a najduže su izmerene kod biljaka iz četvrtog bazena (59 mikrona). U septembru su ćelije prvog sloja ili slične po visini vrednostima izmerenim u julu (drugi, treći i peti bazen), ili su kraće (u prvom bazenu). Visina ćelija drugog sloja je u julu 31 do 38 mikrona, a u septembru 28 do 40. U odnosu na juli visina ćelija u septembru je manja kod biljaka iz prvog i drugog bazena; u trećem bazenu visina je u julu i septembru ista, a u četvrtom i petom bazenu u septembru je veća nego u julu. Slični odnosi su i kod ćelija palisadnog tkiva u trećem sloju, samo je njihova visina manja.

Flotantni listovi su, u svim bazenima, izloženi dejstvu manje-više istog svetlosnog intenziteta, jer se nalaze na površini vode u bazenima koji su jedan pored drugog. Razlike koje se ispoljavaju u njihovoj anatomskoj građi su rezultat delovanja sredine u kojoj se biljke razvijaju. Pri ovoj analizi mora se voditi računa i o tome da uporedno analizovani listovi nisu sa istog nodusa, pa da razlike mogu biti i usled toga.

Sunderasto tkivo je kod svih listova razvijenije od palisadnog, ali ima razlika u pogledu razvijenosti ovoga tkiva kod biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina. I u julu i u septembru najrazvijenije sunderasto tkivo nalazi se u listovima biljaka iz četvrtog bazena (177 mikrona). Kod ovih biljaka je najrazvijenije i palisadno tkivo (112 mikrona). Debljina sunderastog tkiva se povećava u listovima biljaka gajenih na podlogama bogatijim mineralnim i drugim materijama (90 do 177 mikrona). Čelije sunderastog tkiva su ovalne, bogate hloroplastima, a između njih se nalaze krupni intercelulari.

Širina i visina ćelija sunderastog tkiva ne pokazuju značajne razlike u listovima analizovanim u julu i septembru (razlika je 1—2 mikrona). Širina i visina ćelija sunderastog tkiva postepeno, ali stalno rastu idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu (25 do 34 mikrona).

U odnosu na lancetaste listove u lisci flotantnih listova nalaze se uži intercelulari čija širina iznosi 43 do 112 mikrona, ali je njihov broj znatno veći. U flotantnim listovima nalaze se i veoma krupni intercelulari: 100 do 500 mikrona, ali samo oko krupnih provodnih snopića. U pogledu veličine intercelulara ispoljavaju se znatne razlike kod listova biljaka gajenih na različitim podlogama. Najuže intercelulare u lisci imaju biljke iz prvog i drugog bazena (25 i 27 mikrona) a najšire biljke iz četvrtog bazena (34 mikrona).

Biljke oraška koje se razvijaju u povoljnijim uslovima su dugačke, sa krupnim listovima i plodovima u flotantnoj rozeti; kod njih je sistem intercelulara razvijeniji a na lisnoj dršci se obrazuju hidrostatička proširenja (biljke iz trećeg, četvrtog i petog bazena). Kod biljaka u prvom i drugom bazenu hidrostatička proširenja se obrazuju, ali su veoma uzana, listovi koji obrazuju rozetu su mali i malobrojni a plodovi sitni i retki.

Analiza epidermisa listova oraška gajenog na različitim podlogama.
— Ispitivanje epidermisa vršeno je na linearnim, lancetastim i flotantnim listovima oraška. Analiza epidermisa je vršena na privremenim i trajnim preparatima. Uporedo su proučavani oblik, veličina i međusoban odnos ćelija epidermisa; veličina, oblik i broj stoma. Obraćena je pažnja na pojavu i razviće dlaka, ali detaljnija ispitivanja dlakvog pokrivača u okviru ovoga rada nisu vršena. U budućem radu treba takođe posvetiti posebnu pažnju ispitivanju razvića i funkcije hidatoda i hidropota kod oraška s obzirom na njihov značaj, a nedovoljnu istraženost. U većini udžbeničke literature hidatode se pominju kao tvorevine karakteristične za kopnene biljke (Popov, K., 1964; Esau, K., 1965; Aleksandrov, V. G., 1966; Marinović, R. i drugi, 1968). Istina, ni jedan autor to izričito ne kaže, ali tekst i primeri koji se navode, odnose se na kopnene biljke. Jedino Arber (1963) opisuje hidatode i njihovu funkciju kod vodenih biljaka u sklopu objašnjenja o apsorpciji vode korenovim sistemom i njenom kretanju kroz vodene biljke.

Epidermske ćelije linearnih listova su izdužene u pravcu rasteanja lista. Čelijski zidovi, paralelni bočnim stranama lista, skoro su ravni, dok su upravni zidovi na prethodne u većoj ili manjoj meri talasasti ili klinasti. U epidermisu linearnih listova stome i dlake se ne obrazuju. U vršnom delu lista, na njegovoj morfološki gornjoj strani, nalazi se veći broj hidatoda

(32 do 70). Broj hidatoda se povećava na listovima sa viših nodusa. Hidropote se nalaze i na licu i na naličju lista.

Epidermske ćelije linearnih listova biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima međusobno se malo razlikuju (širina 10 do 13 mikrona). Razlike se ogledaju uglavnom u dužini ćelija (34—40 mikrona). Ćelije epidermisa naličja (51 do 70 mikrona) su uvek duže od ćelija epidermisa lica lista (34 do 40 mikrona). Dužina ćelija epidermisa, kod biljaka gajenih na različitim substratima, razlikuje se za 10 mikrona (epidermis lica) i 20 mikrona (epidermis naličja); širina za 3 do 4 mikrona a visina za 2 mikrona.

Epidermske ćelije lancetastih listova odlikuju se, u odnosu na epidermske ćelije linearnih listova, manjom dužinom a većom širinom i visinom. Njihovi zidovi su malo talasasti a raspored ćelija je mozaičan. Prve stome se, kod mnogih individua oraška, javljaju već na listu sa šestog nodusa, mada ima slučajeva da su prve stome konstatovane i na listovima sa sedmog ili osmog nodusa. Zapaženo je da se pojava stoma ne može vezivati isključivo za list sa određenog nodusa, već da zavisi od stepena diferenciranosti lista. Kada je u pitanju orašak nećemo pogrešiti ako kažemo da se prve stome javljaju na gornjim lancetastim listovima.

U vršnom delu lancetastih listova, kao i na zubcima, nalazi se veći broj hidatoda. Hidropote su konstatovane i na licu i na naličju listova.

Na naličju listova sa šestog ili sedmog nodusa razvijaju se prve dlake. Na lancetastim listovima one su veoma retke i kratke (100 do 150 mikrona), višćelijske su i na vrhu su zaobljene.

Veličina epidermskih ćelija lancetastih listova, biljaka gajenih pod različitim eksperimentalnim uslovima, pokazuje izvesne razlike u zavisnosti od podloge i hemijskog sastava vode. Razlike su i kod ovih listova najizraženije u pogledu dužine ćelija (18 do 24 mikrona). Srednje vrednosti dužine ćelija epidermisa lica, kod biljaka iz različitih bazena, razlikuju se za pet mikrona, a epidermisa naličja za 11 mikrona. Širina i visina epidermskih ćelija razlikuje se u pojedinim bazenima za 2 do 3 mikrona. Kod ovih listova, kao i kod linearnih, veličina i oblik ćelija su relativno postojani karakteri.

Stome se nalaze na gornjim lancetastim listovima i to samo na licu lista. Na jedinici površine najviše stoma ima na listu sa sedmog nodusa biljaka iz četvrtog bazena (325), zatim kod biljka iz trećeg bazena (312). Na listovima biljaka iz drugog bazena ima 200 stoma na 1 mm², iz petog bazena: 114 i iz prvog bazena: 100. Ako se uporede veličina epidermskih ćelija, veličina stominih ćelija i broj stoma na jedinici površine vidi se da je broj stoma u obrnutom odnosu sa veličinom epidermskih i stominih ćelija. Najkrupnije epidermske i stomine ćelije imaju listovi sa sedmog nodusa biljaka iz prvog i petog bazena (epidermske ćelije: 18/15 i 19/14 mikrona; stomine ćelije: 26/18 i 22/17). Na lancetastim listovima iz ovih bazena nalazi se i najmanji broj stoma na jedinici površine. Prema veličini ćelija i broju stoma listovi biljaka iz drugog bazena zauzimaju središnji položaj. Biljke iz trećeg i četvrtog bazena imaju najveći broj stoma na listovima sa sedmog nodusa, a većina epidermskih i stominih ćelija je manja u odnosu na biljke iz ostalih bazena (epidermske ćelije: 12/13 i 13/13; stomine ćelije: 18/17 i 15/15).

Epidermske ćelije flotantnih listova su mozaično raspoređene a njihovi zidovi su vrlo malo talasasti. Na licu lista se nalaze hidatode, hidropote i stome, a na naličju hidatode i dugačke, višćelijske dlake. Na listovima oraška stome su raspoređene u manje-više pravilnim nizovima koji su postavljeni pod izvesnim uglom u odnosu na centralni nerv, a međusobno su skoro paralelni. Veličina stominih ćelija se kreće od 26—31 i 16—18 mikrona. Po svojoj veličini izdvajaju se stomine ćelije flotantnih listova biljaka iz petog bazena (u julu: 31/18, u septembru: 31/16); u ostalim bazenima stomine ćelije na flotantnim listovima su skoro iste po veličini (26—27/16—17 mikrona). Broj stoma na jedinici površine listova sa četrdesetog nodusa (juli), kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima, kreće se od 275 do 375, a u septembru (list sa šesdesetog nodusa) od 275 do 350. U septembru je broj stoma na jedinici površine manji nego u julu.

Ćelije epidermisa lica su izodijametrične, dok se ćelije epidermisa naličja odlikuju malom visinom u odnosu na širinu. I u julu i u septembru veličina epidermskih ćelija se neznatno povećava idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka biljkama gajenim u petom bazenu (dužina: 17—20 mikrona; širina: 16—19 mikrona i visina 14—17 mikrona). Upoređujući veličinu epidermskih ćelija, veličinu stoma i broj stoma na jedinici površine dolazi se do istih zaključaka kao i kod lancetastih listova: broj stoma na jedinici površine je veći ukoliko su epidermske i stomine ćelije manje.

ZAKLJUČCI

U ovoj studiji izložena je anatomska struktura vegetativnih organa vodene bilke oraška (*Trapa annosa* M. Jank.), kao i rezultati uporednih morfo-anatomskih ispitivanja dobijeni pri eksperimentalnom istraživanju morfogeneze ove biljke gajene na različitim podlogama i u uslovima različitog hemijskog sastava vode.

U cilju eksperimentalnog ispitivanja uticaja vode i podloge različitog hemijskog sastava na morfogenezu oraška biljke su gajene u pet bazena koji su se međusobno razlikovali u pogledu hemijskog sastava vode i podloge. Kao podloga na kojoj je orašak gajen korišćen je pesak, smeša peska i komposta, kompost, mulj donet iz bare u kojoj orašak raste u prirodnim uslovima, dok u jednom od bazena podloge nije bilo već su se biljke razvijale samo u vodi. Ova serija varijanata predstavlja približan model razlika koje, u pogledu mulja i vode, postoje u prirodnim staništima trape.

Analizom podloge ustanovljeno je da su jedino pH vrednosti slične u svim bazenima, dok se u pogledu količine humusa, azota, kalcijumkarbonata, lako pristupačnih jedinjenja K_2O i P_2O_5 izdvajaju četvrti i treći bazen (kompost i smeša peska i komposta), u kojima ovih materija ima uvek u većoj količini nego u drugom i petom bazenu (pesak i mulj). Posebno treba istaći izuzetno siromašnu podlogu u drugom bazenu u kojoj su ove materije zastupljene uvek u najmanjoj količini.

Na početku eksperimenta, u svim eksperimentalnim bazenima, voda je bila istog hemijskog sastava, jer je istovremeno nalivana iz vodovodske mreže. Analizom česemske vode ustanovljeno je da se ona odlikuje relativno malom količinom rastvorenih gasova; alkalnom reakcijom; bogata je bikarbonatima; u njoj se u relativno dovoljnim količinama nalaze magne-

zijum, hloridi, azot i nitrati; gvožđe, mangan, fosfati, sulfati i silicijum nisu u ovom periodu konstatovani. U kontaktu sa atmosferom, podlogom i živim svetom koji se u bazenima razvija hemijski sastav vode se menja. U periodu cvetanja i plodonošenja razlike su naročito ispoljene u pogledu ukupne količine rastvorenih soli, gvožđa, sulfata, nitrata, fosfata, upravo onih materija koje su bitne za život i razviće biljaka. U pogledu količine kiseonika i reakcije vode (pH) nema izraženijih razlika između bazena. Najviše mineralnih soli i biogenih materija ima u četvrtom bazenu (kompost), zatim u trećem i petom. U prvom i drugom bazenu ovih materija ima uvek najmanje.

Na osnovu svih morfo-anatomskih osobina, biljke koje su gajene u trećem i četvrtom bazenu, mogu se izdvojiti kao one koje se najbolje razvijaju u datim eksperimentalnim uslovima. Pošto su po hemijskom sastavu vode međusobno slični treći, četvrti i peti bazen, a po hemijskom sastavu podloge samo treći i četvrti, može se zaključiti da je odlučujući faktor za razviće biljaka upravo fizičko-hemijski sastav podloge.

Na početku autotrofne faze razvića (maj) biljke oraška, u svim eksperimentalnim sredinama, imaju skoro iste morfo-anatomske karakteristike, mada postoje razlike u fizičko-hemijskom sastavu podloge i vode. U ovom periodu hemijski sastav vode je više-manje sličan u svim eksperimentalnim sredinama, mada ima izvesnih razlika posebno u količini biogenih materija (fosfati su konstatovani samo u trećem i četvrtom bazenu; nitrata ima 2—4 ili čak i osam puta više u vodi trećeg i četvrtog bazena). Ujednačeno razviće biljaka u svim eksperimentalnim sredinama, i pored razlika u hemijskom sastavu vode i podloge, ukazuje na relativnu autonomiju oraška u prvim fazama razvića. U heterotrofnoj fazi razvića orašak se razvija na račun rezervnih materija magaciniranih u velikom kotiledonu. Na početku autotrofne faze razvića u velikom kotiledonu još uvek ima rezervnih materija, tako da, ako iz bilo kakvih razloga biljke ne mogu da se ukorene i na taj način ostvare intiman kontakt sa podlogom, još uvek imaju mogućnosti da prate razviće onih koje su ukorenjene, ali u relativno kratkom vremenu.

Na početku autotrofne faze razvića biljke oraška su zelene u svim eksperimentalnim sredinama. Drška koja povezuje dva kotiledona dugačka je 7 do 9 cm, a široka 0,2 cm. Dužina stabljike je 73 do 82 cm, širina 0,2 cm. Na glavnoj stabljici se nalazi 8 do 10 internodija. Pri osnovi hipokotila se razvija 30 do 39 končastih adventivnih korenova, čija je najveća dužina 18 do 24 cm. U ovoj fazi razvića končasti adventivni korenovi nisu razgranati.

Na nižim nodusima stabljike oraška u maju se obrazuju perasti adventivni korenovi čija dužina varira na prvom nodusu od 2,6 do 8,2 cm; na drugom nosudu od 0,1 do 3,4 cm i na trećem nodusu od 0,1 do 0,5 cm. Osim adventivnih korenova na nodusima ovih biljaka nalaze se i submerzni linearni i lancetasti listovi kao i prvi flotantni. Linearni listovi se nalaze na prvom i drugom nodusu. Njihova karakteristika je da su sedeći, nenazubljeni, naspramni ili raspoređeni u pršljenju. Na njima se nikada ne obrazuju stome i dlake. Dužina linearnih listova je 2,0 do 3,8 cm, a širina 0,15 do 0,28 cm. Lancetasti listovi su sedeći, nazubljeni, spiralnog rasporeda; na gornjim lancetastim listovima na licu lista nalaze se stome, a na naličju višćelijske dlake. Počev od prvog lancetastog lista (na trećem no-

dusu) i idući posljednjem (na osmom nodusu) list je morfološki sve složeniji. Ovi listovi predstavljaju, u morfološkom i anatomskom pogledu, prelaz od tipičnih submerznih ka flotantnim listovima. Dužina i širina lancetastih listova se povećavaju na svakom narednom nodusu. Razlike u veličini listova, sa istog nodusa, kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima su minimalne.

U pogledu anatomske građe drška se odlikuje jednoslojnim epidermisom, širokom zonom primarne kore i znatno užom zonom centralnog cilindra. Čelije epidermisa su šire u radijalnom pravcu (12 do 23 mikrona) u odnosu na tangencijalni pravac (9 do 18 mikrona). Dužina ćelija epidermisa se kreće u granicama od 32 do 120 mikrona, najčešće izmerena dužina je 63 do 71 mikron. U primarnoj kori se razlikuje hipoderm, parenhim primarne kore i endoderm. Hipoderm je najčešće sagrađen od 1 do 3 sloja ćelija, koje su višegaone i čvrsto međusobno spojene. Debljina hipoderma iznosi 30 do 50 mikrona. Širina hipodermalnih ćelija u radijalnom pravcu je 18 do 42 mikrona (najčešće 23 do 26 mikrona); u tangencijalnom pravcu: 8 do 26 mikrona (najčešće 14 do 18 mikrona). Dužina ćelija hipoderma iznosi 35 do 97 mikrona (najčešće 48 do 60 mikrona). Najširu zonu u dršci izgrađuju ćelije parenhima primarne kore. Njihova širina je 20 do 52 mikrona (najčešće 28 do 36 mikrona). Dužina ovih ćelija je 60 do 192 mikrona (najčešće 120 do 135 mikrona). Između parenhimskih ćelija nalaze se šizogeni intercelulari, čija širina iznosi 6 do 48 mikrona (najčešće 22 do 32 mikrona). Uzani intercelulari se nalaze u zoni ispod hipoderma i oko centralnog cilindra. Endoderm je jednoslojan. Na radijalnim zidovima njegovih ćelija nalaze se Kasparijeva zadebljanja. Širina endodermalnih ćelija iznosi 10 do 27 mikrona (najčešće 17 do 21). Dužina ćelija endoderma varira od 30 do 95 mikrona (najčešće 50 do 70). U centralnom cilindru nalazi se pericikl, sprovodna tkiva i srž. Pericikl je jednoslojan. Sprovodna tkiva su specifično raspoređena. Za trapu je karakterističan bikolateralan sprovodni snopić. Kao većina vodenih biljaka i orašak se odlikuje redukcijom ksilema. Floem je u dršci oraška dobro razvijen. Između dva floema nalaze se pojedinačni, ili u grupama od 2 do 3, elementi ksilema koji su predstavljeni prstenastim ili spiralnim trahejama i traheidima. U floemu se nalaze sitaste cevi, ćelije pratilice, i sprovodni parenhim. Širina sitastih cevi iznosi 9 do 31 mikron (najčešće 14 do 23), a dužina pojedinih članova sitastih cevi se kreće od 115 do 765 mikrona. Širina elementa ksilema je 16 do 38 mikrona (najčešće 20 do 30). Srž zauzima središnji deo drške; poluprečnik ove zone iznosi 52 do 85 mikrona, a to je u odnosu na centralni cilindar manje za 2,0 do 3,4 puta. Čelije srži su široke 12 do 30 mikrona (najčešće 16 do 21). Dužina ćelija srži dostiže i 200 mikrona, mada je najčešće izmerena dužina iznosila 102 do 173 mikrona.

Na površini mladog hipokotila nalazi se epidermis. Širina ćelija epidermisa u radijalnom pravcu iznosi 13 do 23 mikrona (najčešće 16 do 19), u tangencijalnom pravcu 8 do 18 mikrona (najčešće 11 do 15). Dužina epidermskih ćelija hipokotila je 38 do 90 mikrona (najčešće 50 do 70). Primarna kora je sagrađena kao i u dršci: hipoderm, parenhim primarne kore i endoderm. Anatomske karakteristike primarne kore su iste kao i u dršci. Širina ćelija hipoderma u tangencijalnom pravcu iznosi 9 do 26 mikrona (najčešće 16 do 18); dužina hipodermalnih ćelija je 30 do 90 mikrona (najčešće 52 do 68). Čelije parenhima primarne kore u hipokotilu su široke 16

do 39 mikrona (najčešće 26 do 30); dužina ovih ćelija se kreće od 45 do 160 mikrona (najčešće 90 do 120). U primarnoj kori se između ćelija parenhima nalaze šizogeni intercelulari čija je širina u radijalnom i tangencijalnom pravcu ista i iznosi 8 do 55 mikrona (najčešće 20 do 30). Endoderm je tipično građen. Širina njegovih ćelija iznosi 13 do 27 mikrona (najčešće 17 do 23). Centralni cilindar je po anatomskoj građi sličan građi centralnog cilindra drške. Razlike koje se javljaju su posledica promena koje prate razviće končastih adventivnih korenova. U hipokotilu je jače nego u dršci izražena razlika u širini sitastih cevi spoljašnjeg i unutrašnjeg floema. Širina sitastih cevi spoljašnjeg floema kreće se u granicama od 8 do 23 mikrona (najčešće 15 do 18) u tangencijalnom pravcu i 9 do 30 mikrona (16 do 18) u radijalnom pravcu. U unutrašnjem floemu širina sitastih cevi iznosi 8 do 34 mikrona (najčešće 18 do 25) u tangencijalnom pravcu i 10 do 36 mikrona (najčešće 18 do 23) u radijalnom pravcu. Dužina pojedinih članova sitastih cevi se kreće od 136 do 415 mikrona. Širina elemenata ksilema iznosi 10 do 47 mikrona (najčešće 20 do 25 mikrona). Srž zauzima veoma uzanu zonu u centralnom delu hipokotila. Širina ćelija srži iznosi 10 do 39 mikrona (najčešće 16 do 19), a dužina 40 do 143 mikrona (najčešće 62 do 91).

Na početku autotrofne faze u razviću oraška osim drške i hipokotila analizovana je i anatomska grada stabljike u nivou pete internodije. Na površini pete internodije epidermis je već raskinut i njegovu funkciju preuzimaju prvi slojevi hipoderma. Debljina hipoderma iznosi 40 do 90 mikrona. Širina hipoderma u tangencijalnom pravcu je 10 do 23 mikrona (najčešće 13 do 19), a u radijalnom pravcu 12 do 31 mikron (najčešće 17 do 22). Dužina varira od 36 do 110 mikrona (najčešće 50 do 80). Širina ćelija parenhima primarne kore kreće se u granicama od 16 do 44 mikrona (najčešće 26 do 30), a dužina od 68 do 257 mikrona (najčešće 110 do 182). Širina intercelulara u tangencijalnom pravcu iznosi 20 do 102 mikrona (najčešće od 54 do 60); u radijalnom pravcu 19 do 132 mikrona (najčešće 60 do 78). Endoderm je tipično građen. Širina njegovih ćelija u radijalnom i tangencijalnom pravcu je skoro ista i iznosi 12 do 28 mikrona (najčešće 16 do 20); dužina ovih ćelija je 23 do 70 mikrona (najčešće 35 do 57). Srž zauzima relativno široku zonu ($r = 152$ do 200 mikrona). Spoljašnji i unutrašnji floemi sprovodnih snopića su među sobom spojeni i grade spoljašnji i unutrašnji floemski prsten. Širina sitastih cevi, u radijalnom i tangencijalnom pravcu, kreće se u granicama od 16 do 42 mikrona. Između dva floemska prstena nalazi se redukovani ksilem predstavljen pojedinačnim trahejama ili traheidama čiji je lumen širok od 31 do 90 mikrona, a zidovi su im lignifikovani. Traheje i traheide su po tipu prstenaste ili spiralne. Ćelije srži su široke 12 do 36 mikrona (najčešće 23 do 27).

Linearni listovi imaju tipičnu anatomsku građu submerznih listova. Između dva epidermisa nalazi se nediferencirani mezofil. Ovi listovi se odlikuju prisustvom 1 do 3 sprovodna snopića u kojima dominiraju elementi za sprovođenje organskih materija. Na epidermisu lica nalaze se hidatode i hidropote, a na epidermisu naličja samo hidropote. Debljina linearnih listova u nivou srednjeg nerva iznosi 320 do 490 mikrona, a u nivou srednjeg dela lista (između centralnog nerva i oboda lista) 275 do 430 mikrona. Epidermske ćelije linearnih listova izdužene su u pravcu rastezanja lista. Ćelije epidermisa naličja su duže od ćelija epidermisa lica. Širina i visina ćelija epidermisa lica i naličja su skoro iste (širina: lice lista

10 do 13 mikrona, naličje 10 do 14 mikrona; visina: 7 do 9 mikrona i na licu i na naličju.

Lancetasti listovi po svojoj morfološkoj i anatomskoj građi predstavljaju prelaz od tipičnih submerznih ka flotantnim listovima. Mezofil donjih lancetastih listova nije diferenciran na palisadno i sunderasto tkivo. Mezofil listova iznad 6. nodusa diferenciran je na višeslojno palisadno tkivo i na dobro razvijeno sunderasto tkivo. Nervatura je dobro razvijena, a po tipu je mrežasta. U nivou srednjeg nerva ovi listovi su deblji od linearnih (560 do 580 mikrona iznosi njihova širina). Debljina lista (u nivou srednjeg dela lista, između centralnog nerva i oboda) iznosi 350 do 380 mikrona. U lancetastim listovima iznad šestog nodusa sunderasto tkivo je 2 do 3 puta razvijenije od palisadnog. Idući od lancetastih listova na nižim nodusima ka lancetastim listovima na višim nodusima intercelulari su sve krupniji, nervatura je razgranatija, anatomska građa sve složenija. Epidermske ćelije ovih listova, u odnosu na epidermske ćelije linearnih listova, odlikuju se manjom dužinom a većom širinom, visinom i izraženijom talasastošću zidova. Na licu gornjih lancetastih listova nalaze se stome, hidropote i hidatode, a na naličju hidropote i višećelijske dlake. Najveći broj stoma na jedinici površine imaju lancetasti listovi biljaka gajenih u četvrtom bazenu. Broj stoma stoji u obrnutom odnosu sa veličinom epidermskih i stominih ćelija.

U periodu cvetanja (juli), drška i hipokotil su istrulili kod biljaka gajenih u drugom, trećem, četvrtom i petom bazenu, i samo se još mogu naći kod biljaka gajenih u prvom bazenu.

U julu orašak cveta u svim bazenima izuzev prvog. U ovom bazenu biljke su procvetale u avgustu. Prvi cvetovi kod biljaka gajenih samo u vodi obrazuju se na pedeset osmom nodusu, kod biljaka gajenih na pesku na pedeset trećem nodusu, kod biljaka na pesku i kompostu na pedeset sedmom nodusu, kod biljaka koje su se razvijale samo na kompostu na šesdesetom nodusu i kod biljaka koje su rasle u bazenu na čijem je dnu mulj na pedeset šestom nodusu.

U periodu cvetanja dužina stabljika oraška gajenog pod različitim eksperimentalnim uslovima se razlikuju. Počev od prvog bazena (133 cm) i idući ka četvrtom bazenu (250 cm) dužina stabljike se povećava. Najintenzivnije rastenje stabljika oraška je u periodu maj—juli. Stabljike oraška se odlikuju relativno malom i ujednačenom širinom (0,2 cm) sve do perioda cvetanja. U periodu cvetanja stabljike se proširuju u gornjoj trećini. Međutim, različito kod biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina. Stabljike oraška iz prvog i drugog bazena proširuju se samo u predelu flotantne rozete, i to veoma malo: do 0,3 cm. U trećem, četvrtom i petom bazenu stabljike su do 20-og nodusa široke 0,2 cm. Najpre se proširuju stabljike biliaka iz četvrtog bazena (na dvadeset četvrtoj internodiji), zatim u trećem bazenu (na dvadeset devetoj internodiji) i u petom bazenu (na trideset prvoj internodiji). Idući vrhu, stabljike su sve šire i u momentu fiksiranja najširi deo (u predelu flotantne rozete) iznosio je 0,8 cm u sve tri eksperimentalne sredine.

Na nodusima stabljika oraška u julu nalaze se perasti i končasti adventivni korenovi; listovi se nalaze samo u flotantnoj rozeti, dok su na nižim nodusima opali.

Perasti adventivni korenovi su najduži na nodusima pri osnovi stabljike. Njihova dužina opada do jedanaestog ili četrnaestog nodusa (od 10 do 14 cm na 3 do 7 cm). Perasti adventivni korenovi dužine od 3 do 7 cm nalaze se skoro na svim nodusima do vrha stabljike. U prvom i drugom bazenu ovi korenovi se nalaze na nodusima u donjoj polovini stabljike, dok se na biljkama u trećem, četvrtom i petom bazenu nalaze na svim nodusima izuzev u vršnom delu stabljike.

Končasti adventivni korenovi nalaze se na nižim nodusima svih biljaka. Pojava ovih korenova na višim nodusima je relativno retka.

Na nodusima stabljika oraška, u svim eksperimentalnim sredinama, nalaze se pazušni pupoljci, ali se u prvom i drugom bazenu iz njih nikada ne obrazuju bočne stabljike. U četvrtom bazenu razvija se veći broj bočnih stabljika i ranije nego u trećem i petom.

U periodu cvetanja na orašku se nalaze samo flotantni listovi skupljeni u flotantnoj rozeti. Ovi listovi se u morfološkom pogledu karakterišu jasno diferenciranom lisnom drškom i rombičnom liskom na kojoj je nazubljenost veoma dobro izražena. Veličina listova kod biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina je veoma različita. Relativno sitnim listovima odlikuju se biljke iz prvog i drugog bazena (5,8/3,6 i 7,0/3,8 cm). Listovi biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena su krupniji (8,7/4,2; 11,2/5,0 i 8,1/4,1 cm) i sa većim brojem zubaca na obodu liske.

U julu najšire rozete imaju biljke iz četvrtog bazena ($R = 20-25$ cm). Rozete biljaka iz trećeg i petog bazena su manje: 18—20 cm, a relativno sitne rozete imaju biljke u prvom i drugom bazenu: 11 do 13 cm.

Već u periodu cvetanja ispoljene su znatne morfološke i morfogenetske razlike kod biljaka oraška gajenog u eksperimentalnim sredinama koje se među sobom razlikuju po fizičko-hemijskom sastavu vode i podloge.

U nivou dvadeset pete internodije i iznad nje javljaju se promene u anatomskoj građi stabljike oraška. Najuočljivija promena je obrazovanje mehaničkog tkiva čiji je položaj u perifernom delu stabla. Mehaničko tkivo je predstavljeno uglastim kolenhimom. U primarnoj kori obrazuju se krupniji intercelulari koji su raspoređeni u jednom krugu kroz sredinu primarne kore. Na obodu intercelulara nalaze se kristalne druze kalcijumoksalata. Plan građe centralnog cilindra je nepromenjen u odnosu na niže delove stabljike, ali je centralni cilindar širi.

Hipoderm je sagrađen od dve vrste ćelija. Na površini stabljike nalazi se 2 do 4 sloja ćelija čiji su zidovi lignifikovani. Ispod ove zone nalazi se još jedna, od 2 do 3 sloja ćelija, tankih celuloznih zidova. Širina hipodermalnih ćelija je 17 do 27 mikrona u tangencijalnom pravcu i 17 do 36 mikrona u radijalnom pravcu. Dužina ovih ćelija se kreće u granicama od 30 do 125 mikrona. U pogledu veličine ćelija hipoderma nema izraženijih razlika kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima. Širina ćelija parenhima primarne kore je 26 do 62 mikrona, a dužina: 38 do 245 mikrona. U pogledu širine ovih ćelija nema razlika kod biljaka gajenih na različitim podlogama; dužina je sve veća idući od biljaka gajenih u prvom bazenu ka onima koje rastu u petom. Intercelulari u primarnoj kori su različite veličine. Najširi intercelulari su u srednjem delu primarne kore. Širina intercelulara iznosi 31 do 223 mikrona u tangencijalnom pravcu i 31 do 310 u radijalnom pravcu. Krupnije intercelulare imaju biljke iz trećeg, četvrtog i petog bazena. Širina sitastih cevi u spoljašnjem floemu iznosi 13

do 30 mikrona. Kod biljaka iz različitih eksperimentalnih sredina nema značajnijih razlika u pogledu širine sitastih cevi (razlike se kreću u granicama od 3 do 8 mikrona). U unutrašnjem floemu sitaste cevi su šire (18 do 47 mikrona). Dužina članova sitastih cevi je veoma različita, čak i u jednom istom delu biljke, i kreće se od 186 do 676 mikrona. Broj elemenata ksilema u centralnom cilindru biljaka gajenih na različitim podlogama kreće se od 20 do 22, a njihova širina iznosi 40 do 136 mikrona. Većom širinom se odlikuju traheje i traheide biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu. Čelije srži su manje-više iste veličine kod biljaka u svim eksperimentalnim sredinama; njihova širina iznosi 18 do 56 mikrona, a dužina 50 do 149 mikrona.

Vršni deo stabljike oraška u periodu cvetanja odlikuje se istim planom građe kao i u nivou dvadeset pete internodije, samo je epidermis delimično raskinut a njegovi pojedini fragmenti se još mogu uočiti na površini stabljike. Širina ćelija hipoderma, endoderma, sitastih cevi, traheja, traheida i ćelija srži je u vršnom delu stabljike oraška skoro ista kao i u nivou dvadeset pete internodije. Čelije parenhima primarne kore i intercelulari su širi u vršnom delu stabljike nego u nivou dvadeset pete internodije. Širina ćelija parenhima primarne kore u ovom delu stabla je 20 do 95 mikrona (u nivou dvadeset pete internodije 26 do 62 mikrona). Širina intercelulara u tangencijalnom pravcu iznosi 50 do 459 mikrona (u nivou dvadeset pete internodije: 31 do 223 mikrona), a u radijalnom pravcu 53 do 734 mikrona (u nivou dvadeset pete internodije: 31 do 310 mikrona).

Anatomska analiza vršnog dela stabljike oraška gajenog u uslovima različitog fizičko-hemijskog sastava podloge i vode, u periodu cvetanja, pokazuje da u pogledu veličine i broja histoloških elemenata postoje izvesne razlike. Čelije parenhima primarne kore, intercelulari, ćelije endoderma, sitaste cevi, traheje i traheide kao i ćelije srži krupnije su kod biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu nego kod biljaka iz prvog i drugog bazena. Ove razlike rezultiraju u većoj ukupnoj širini stabljike.

Flotantni listovi koji se razvijaju u periodu cvetanja u anatomskom pogledu karakterištu se diferenciranim mezofilom na palisadno i sunderasto tkivo; u mezofilu se nalazi gusta mreža sprovodnih snopića; na epidermisu lica lista nalaze se stome, hidatode i hidropote, a na naličju hidropote i višećelijske dlake.

Biljke iz trećeg, četvrtog i petog bazena imaju deblje flotantne listove nego biljke iz prvog i drugog bazena. Veća debljina listova je rezultat šireg palisadnog i sunderastog tkiva, kao i krupnijih intercelulara u listovima biliaka koje se razvijaju u eksperimentalnim sredinama koje pružaju bolje uslove za razviće oraška.

Na listovima se na jedinici površine nalazi 275 do 350 stoma. U pogledu broja i veličine stoma nema bitnih razlika kod biljaka gajenih u različitim eksperimentalnim uslovima.

U periodu intenzivnog plodonošenja i sazrevanja plodova eksperimentalne sredine se među sobom veoma razlikuju u pogledu hemijskog sastava vode i podloge.

Prema rezultatima dobijenim hemijskom analizom vode jasno se izdvajaju prvi i drugi bazen u odnosu na ostala tri. U njima je više kiseionika (0,08 i 0,06 mg/l) nego u trećem, četvrtom i petom bazenu (0,009 i 0,008 mg/l). U pogledu količine CO₂ treći, četvrti i peti bazen se izdvajaju većom

količinom (10,09 do 20,18 mg/l) u odnosu na prvi i drugi bazen, u kojima ima 0,6 i 1,8 mg/l. U prvom i drugom bazenu reakcija vode (pH) je alkalna (8,60 i 8,98), a u ostalim bazenima reakcija vode je skoro neutralna (7,60). Suvog ostatka, gvožđa, nitrata, fosfata i organskih materija ima uvek u većim količinama u trećem, četvrtom i petom bazenu, nego u prvom i drugom.

Analiza podloge pokazuje da se po svom hemijskom sastavu izdvajaju podloge u trećem i četvrtom bazenu, a da su međusobno dosta slične podloge u drugom i petom bazenu. U podlozi koja se nalazi na dnu trećeg i četvrtog bazena procentualno ima najviše humusa, azota, fiziološki aktivnog kalijuma i fosfora.

U periodu plodonošenja (septembar) stabljike oraška iz prvog i drugog bazena se proširuju i u njima se odvijaju promene slične onima koje su karakteristične za biljke iz trećeg, četvrtog i petog bazena u julu. Maksimalna širina stabljika u ovom periodu u prvom i drugom bazenu iznosi 0,5 cm, a to je znatno manje u odnosu na stabljike iz ostalih eksperimentalnih sredina, čiji je dijametar 1,2 do 2,0 cm.

Flotantni listovi biljaka iz prvog i drugog bazena su kraći (7,5—7,8 cm) i uži (3,8—4,3 cm) od listova biljaka iz trećeg, četvrtog i petog bazena (18,0/6,7 cm). Flotantne rozete biljaka iz prva dva bazena su znatno manje ($R = 12$ do 15 cm) u odnosu na rozete iz trećeg, četvrtog i petog bazena ($R = 27$ do 37 cm; 33 do 45 cm i 20 do 24 cm). Broj listova u rozeti je takođe znatno manji kod biljaka iz prva dva bazena (19 do 13) nego kod biljaka iz ostala tri bazena (23 do 37).

Najveće razlike u anatomskoj građi stabla između perioda plodonošenja i perioda cvetanja konstatovane su u vršnom delu. Idući od osnove prema vrhu stabljike sve se više proširuje zona centralnog cilindra, a posebno zona srži. Intercelulari postaju sve krupniji i brojniji i to kako u primarnoj kori tako i u srži. U vršnom delu stabljike biljaka gajenih u trećem, četvrtom i petom bazenu dolazi do cepanja sprovodnog dela centralnog cilindra, tako da se umesto kontinuiranih floemskih prstenova formira veći broj sprovodnih ploča u kojima su sprovodna tkiva grupisana na isti način kao i u nižim delovima stabljike. Formiranjem sprovodnih ploča primarna kora i srž se neposredno spajaju između dve susedne ploče. Ovakva građa vršnog dela stabljike konstatovana je i na biljkama oraška koje se razvijaju u prirodnim uslovima.

Kod biljaka iz prvog i drugog bazena u periodu plodonošenja u vršnom delu stabljike ne dolazi do obrazovanja sprovodnih ploča, već je anatomska građa ista kao i u nižim delovima stabljike, što je još jedan dokaz da biljke u ovim eksperimentalnim uslovima ne dostižu potpuno razviće.

Veličina ćelija pojedinih tkiva kreće se u granicama izmerenim u julu.

U svim eksperimentalnim sredinama biljke cvetaju, ali sa izvesnim zakašnjenjem u prvom i drugom bazenu. U ovim sredinama nisu cvetale sve biljke; broj plodova je u ovim bazenima bio znatno manji nego u ostalim eksperimentalnim sredinama.

U prvom i drugom bazenu razvija se mali broj sitnih plodova od kojih samo po neki klija, ali i te biljke ubrzo propadaju, jer u takvim plodovima nema dovoljno rezervnih materija neophodnih za heterotrofnu fazu u razviću oraška. Na osnovu ovoga se može zaključiti da orašak nema uslova za razviće na staništima koja su izrazito siromašna u pogledu mineralnih

soli i organskih materija. U trećem, četvrtom i petom bazenu u svim rozetama razvijaju se cvetovi i krupni, brojni plodovi od kojih skoro svi klijaju u narednoj godini.

Na osnovu rezultata hemijske analize vode i podloge, kao i morfo-anatomske analize oraška gajenog u različitim uslovima hemijskog sastava vode i podloge može se zaključiti da je u postavljenoj seriji eksperimenata, eksperimentalna sredina 4 (podloga kompost), upravo ona koja pruža najpovoljnije uslove za razviće ove vrste oraška. Orašak se, zatim, najbolje razvija u trećem bazenu, koji je po fizičko-hemijskom sastavu vode i podloge najslbličniji četvrtom bazenu. Prema morfo-anatomskim osobinama biljaka, kao i hemijskom sastavu vode i podloge peti bazen se nalazi između drugog i trećeg. Prema svim odlikama, kako spoljašnjih faktora tako i biljaka koje se razvijaju u prvom i drugom bazenu, može se zaključiti da su to sredine koje su nepovoljne za razviće ove vrste oraška.

Fizičko-hemijski sastav podloge i vode direktno utiču na rastenje i razviće oraška, što se naročito ogleda u njegovoj spoljašnjoj morfološkoj građi. Anatomska građa vegetativnih organa ne trpi veće promene pod dejstvom ovih faktora spoljašnje sredine.

Biljke oraška koje su se razvijale u sredinama siromašnim u pogledu sadržaja i količine mineralnih soli i biogenih materija kasnile su u razviću za biljkama koje su rasle u povoljnijim uslovima, što je imalo za posledicu donošenje malog broja sitnih plodova i semena iz kojih se u narednom vegetacionom periodu nisu mogle razviti biljke.

Na osnovu rezultata dobijenih pri eksperimentalnom ispitivanju uticaja hemijskog sastava vode i podloge na morfogenezu oraška može se zaključiti da je *Trapa annosa*, zahvaljujući krupnom semenu bogatom rezervnim materijama, u prvim fazama individualnog razvića, nezavisna od okolne sredine u pogledu korišćenja mineralnih soli i biogenih materija. Međutim, za potpuno razviće ove vrste oraška neophodno je da se biljke razvijaju na staništu bogatom mineralnim i biogenim materijama, čija je reakcija vode i mulja neutralna ili slabo alkalna.

LITERATURA

- Abramović, L. S. (1961): Vodjanoj oreh v prudah Prikarpatja. — Priroda, № 6.
- Aleksandrov, V. G. (1966): Anatomija rastenja. — Moskva.
- Antipov, N. I. (1966): Vodno-vazdušnij režim nekih vodnih rastenij. — Bot. žur., 49, № 5.
- Apinis, A. (1940): Untersuchungen über die Ökologie der Trapa. — Acta Horti bot. Univ. Lat., Nr. 1/3, XIII, Riga.
- Arber, A. (1963): Water plants. — New York.
- Areschoug, F. W. C. (1873): On *Trapa natans* L., especially the form now living in the southernmost part of Sweden. — Jour. Bot., Vol. XI, N. S. Vol. II.
- Barneoud, F. M. (1848): Memoire sur l'anatomie et l'organogenie du *Trapa natans* L. — Ann. des Sci. nat., Ser. III, Bot., T. IX, Paris.
- Bernatowicz, S. (1964): Obecny stan badan'hydromakrofitow. — Ekol. polska, B 10, № 2.
- Blaženčić, J. (1967): Prilog poznavanju anatomske građe sekundarno-submerznih listova kod vodene biljke orašak (*Trapa longicarpa* M. Jank.). — Glas. Bot. zav. i bašte, T. II, nov. ser., № 1—4, Beograd.

- Blaženčić, J. (1968): Prilog poznavanju anatomske građe endokarpa ploda oraška (*Trapa L.*). — Glas. Bot. zav. i bašte, T. III, nov. ser., № 1—4, Beograd.
- Blaženčić, J. (1969): Anatomske osobine epidermisa lista oraška (*Trapa annosa* M. Jank.) gajenog na pesku i kompostu. — Saopštenje na III kongresu biologa Jugoslavije.
- Costantin, J. (1884): Recherches sur la structure de la tige des plants aquatique. — Ann. des Sci. nat. VI, ser. Bot., T. XIX.
- Cvelev, N. N. (1964): O sposobe rasprostranjenja vodjanogo oreha *Trapa L.* v prošlom i vimiranii ego v istoričeskoje vremena. — Bot. žur., 49, № 9.
- Eberle, G. (1925): Einiges über die Wasser-oder Spitznuss (*Trapa natans*). — Aus Natur u. Museum, Senckenb. Naturfor. Ges., B. 55, H. 1—2, Frankfurt am M.
- Esau, K. (1969): Anatomija rastenij. — Moskva.
- Frank, A. B. (1872): Über die Lage und die Richtung Schwimmender und submerse Pflanzentheile. — Cohn's Beiträge zur Biol. der Pflanzen. Bd. I, Haft 2.
- Gams, H. (1925): Hydrocaryaceae, In Hegi, Flora von Mitteleuropa, Bd. V₂, München.
- Gams, H. (1927): Die Gattung *Trapa L.* — Die Pflanzenareale, 1, Reihe, H. 3, Jena.
- Gibelli, G., Ferrero, F. (1891): Intorno allo sviluppo dell' ovolo e del seme della *Trapa natans L.* — Ricerche di anatomia e di morfologie Malpighia, V, Genova.
- Gibelli, G., Buscalioni, L. (1893): L'impollinazione nei fiori dela *Trapa natans L.* e *T. verbanensis DNris.* — Osservazioni ed esperienze del Socio. Atti della Reale Accademia dei Lincei. Ser. quinta, Vol. II 1^o Semestre, Classe di scienze fisiche, matematiche e naturale, Roma.
- Glück, H. (1936): Hydrocaryaceae (In Kascher, Die Susswasser-Flora Mitteleuropas, H. 15, Jena).
- Jägi, J. (1883): Die Wassernuss, *Trapa natans L.* und der Tribulus der Alten. Zürich.
- Janković, M. (1952a): Varijabilnost plodova vodene biljke *Trapa natans L.* u toku njenog individualnog razvića. — Arhiv biol. nauka, IV, № 3/4, Beograd.
- Janković, M. (1952b): Rasprostranjenje predstavnika forme muzzanensis vrste *Trapa natans L.* u Jugoslaviji. — Arh. biol. nauka, IV, № 3/4.
- Janković, M. (1952c): Wirtschaftliche Bedeutung der Wassernuss (*Trapa natans L.*) in Jugoslavien. — Arch. f. Hydrobiologie 47, 2.
- Janković, M. i Mišić, V. (1952): Polimorfizam lista kod vodene biljke *Trapa natans L.* — Godišnjak biol. inst. u Sarajevu, T. V., Fasc. 1—2.
- Janković, M. (1953): Značaj pedoloških uslova za razvoj plodova kod vodene biljke *Trapa natans L.* na Skadarskom jezeru. — Arh. biol. nauka, V, № 1 i 2, Beograd.
- Janković, M. i Pantić, N. (1953): Fosilne vrste roda *Trapa L.* u severoistočnoj Bosni. — Geološki anali Balkanskog Poluostrva, 21, Beograd.
- Janković, M. (1954): *Trapa annosa* eine endemische Art in der Moravianiederung. — Jahrbuch des biol. Inst. in Sarajevo, VII, F. 1—2.
- Janković, M. (1953b): Vegetacija Velikog Blata. — Glasnik Prirodnačkog muzeja srpske zemlje, S. B, Knj. 5—6, Beograd.
- Janković, M. (1955 a): Rezultati i metod dosadašnjih ispitivanja roda *Trapa L.* u Jugoslaviji. — Arh. biol. nauka, VII, № 1—2, Beograd.
- Janković, M. (1955): Beitrag zur Kenntnis der individuellen Entwicklung der Wassernuss (*Trapa L.*). I die Frage der Abrezung der individuellen Entwicklung der Wassernuss nach Strufen. — Arh. biol. nauka, VII, No 3—4, Beograd.
- Janković, M. (1956a): Beitrag zur Kenntnis der individuellen Entwicklung der Wassernuss (*Trapa L.*). II Sekundär-submerse Blätter. — Arh. biol. n. VIII, № 1—2, Beograd.
- Janković, M. (1956 b): Beitrag zur Kenntnis der individuellen Entwicklung der Wassernuss (*Trapa L.*). III Seitliche Verzweigung. — Arh. Biol. n., VIII, № 1—2, Beograd.
- Janković, M. (1956 c): Jedno interesantno nalazište roda *Trapa L.* u Sremu i problem ekološke diferenciranosti različitih vrsta roda *Trapa L.* — Zbornik Matice Srpske, 11, Novi Sad.
- Janković, M. (1957 a): Zaštita vodene biljke oraška (*Trapa L.*) u Jugoslaviji. — Zaštita prirode, № 11, Beograd.

- Janković, M. (1957 b): Übersicht der Systematik der Gattung *Trapa* L. in Jugoslavien. — Bull. du Museum d'histoire naturelle du pays Serbe, S. B., L. 10, Beograd.
- Janković, M. (1958): Ekologija, rasporstranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa* L. u Jugoslaviji. — Posebna izdanja SBD, № 2, Beograd.
- Janković, M. (1959): Prilog pitanju sistematike vrednosti pojedinih organa oraška (*Trapa* L.). — Glasnik prir. muz. Ser. B, knj. 14, Beograd.
- Janković, M. (1960 a): Rasprostranjenje roda *Trapa* L. u dolini Dunava. — Zbor. Matice Srpske, № 18, Ser. Prirodne nauke, Novi Sad.
- Janković, M. (1960 b): Potiskujuća sila rečnog toka kao faktor rasprostranjenja i prirodnog odabiranja u evoluciji roda *Trapa* L. — Arh. biol. n., № 1—2, Beograd.
- Janković, M. (1961): O jednoj pojavi morfološke korelacije između pojedinih organa trape (*Trapa* L.). — Arh. biol. n., № 1—2, Beograd.
- Janković, M. i Blaženčić, J. (1961): Über die erscheinung zweisamiger Früchte und zwei Fächeriger keimung bei der Art *Trapa longicarpa* M. Jank. — Glasnik Bot. zav. i bašte, T. I (3), nov. ser., Beograd.
- Janković, M. (1962a): Modifikacije i njihov značaj u taksonomiji biljaka. — Arh. biol. n., № 1—2, Beograd.
- Janković, M. i Blaženčić, J. (1962 b): Aktivno savijanje stabljike kod oraška (*Trapa* L.) i njegov ekološki značaj. — Saopštenje na II kongresu biologija Jugoslavije.
- Janković, M. (1963): Fitoekologija sa osnovima fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na zemlji. — Beograd.
- Janković, M., Stanimirović, S., Blaženčić, J. i Stanimirović, D. (1965): Erster Beitrag zur Erkenntnis der Entwicklungsdynamik der Art *Trapa longicarpa* M. Jank. und ihrer Beidingtheit durch süßere Faktoren, im Bezug auf morphologische und biochemische Veränderungen im samen und im samen und im Laufe der Anfangsphasen der Ontogenie. — Arh. biol. n., XVII, № 4, Beograd.
- Janković, M. i Blaženčić, J. (1967): Rezultati morfoloških i anatomskih proučavanja karaktera i prave prirode končastih (perastih i jednostavnih) submerznih organa oraška (*Trapa* L.), kao i dinamike njihove organogeneze. — Glasnik Bot. i bašte, T. II nov. ser., № 1—4, Beograd.
- Janković, M. i Blaženčić, J. (1968): Anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih organa *Trapa* L. gajene uporedo u vodenju i vazdušnoj sredini pod eksperimentalnim uslovima. — Glas. Bot. zav. i bašte, T. III, nov. ser., № 1—4.
- Janković, M. i Blaženčić, J. (1970): Neki aspekti ekološkog i fiziološkog značaja korenovog sistema vodene biljke oraška (*Trapa* L.). — Glas. Bot. zav. i bašte, T. V, nov. ser., № 1—4.
- Janković, M. (1965): Limnološka ispitivanja baražnog jezera kod Grošnice. — Doktorska disertacija, Beograd.
- Janković, M. (1968): Hemijski sastav Batlavskog jezera u prvoj godini po formiranju. — Ekologija, Ser. D, Vol. 3, № 1—2, Beograd.
- Karsten, G. (1888): Über die Entwicklung der Schwimmblätter bei einigen Wasserpflanzen. — Bot. Zeit. Jahrg. 46.
- Kidwai — Parveen (1965): Stomatal ontogeny in some Onagraceae and *Trapa*. — Current Sci, 34, № 8.
- Kovačef, V. T. (1890): *Trapa natans* v severna Bulgaria. — Trud Sofija.
- Kursanov, L. I. i dr. (1966): Botanika, tom I Anatomija i morfologija rastenij. — Moskva.
- Levin, G. G. (1961): Problema individualnosti u rastenij. — Bot. žur., № 3.
- Lind, A. (1945): Vodjanaj oreh v stalingradskoj oblasti. — Priroda, № 5.
- Ljubarskij, E. L. (1965): K ekologičeskoj anatomii kornevišča nekotorih dli-nokorneviščnih rastenij — gidrofitov. — Bot. žur., № 2.
- Mackerett, F. J. H. (1963): Some methods of water analysis for limnologists. — Freshwater biological association Scientific publication, № 21.
- Maksimov, N. A. (1961): Fiziologija bilja. Novi Sad.
- Marinović, R., Tatić, B., Blaženčić, J. (1968): Morfologija biljaka, Beograd.

- Mayr, F. (1915): *Hydropoten an Wasser — und Sumpflanten.* — Beihefte zum Bot. Centralblatt, Band XXXII/1.
- Metcalf and Chalk, (1950): *Anatomy of the dicotyledons.* — Oxford.
- Nikolaevskij, V. G. (1964): K metodike količestveno-anatomičeskogo izučenija vlijanija vnešnej sredi na strukturu vegetativnih organov viših rastenij. — Bot. žur., 49, № 6.
- Pejčinović, D. (1968): Uopredna morfološko-anatomska studija listova nekih karakterističnih vrsta roda *Verbascum* na Kosovu i Metohiji kao posebnog tipa dlakavih kserofita. — Priština.
- Pentti, A. (1963—64): Radiocarbon age of waternut (*Trapa natans* L.) in the sediments of lake Karhejärvi, SW Finland. — Mem. Sci. fauna et flora fennica, 40.
- Popov, K., Popova, R. (1964): *Anatomija rastenijata.* — Sofija.
- Prozina, M. N. (1960): *Botaničeskaja mikrotehnika.* — Moskva.
- Queva, C. (1910): *Observations anatomiques sur le Trapa natans L.* — Ass. Franc. pour l'avancement des sciences. Lille.
- Razdorskij, V. F. (1949): *Anatomija rastenij.* — Moskva.
- Ram, M. (1956): *Floral morphology and embryology of the systematic position of the genus.* — Phytomorphology, 6, № 3/4.
- Romaško, K. P. (1891): *Monografija vodjanovo oreha i himičeskoe isledovanie nad nim.* — SPb.
- Saharov, N. (1927/28): O nekatorih piščevih rastenij v delte Volge. — Tr. po prikl. bot., gen., sel., T. 18, № 1.
- Serebjakov, I. G., Serebjakova, T. I. (1967): *Ekologičeskaja morfologija viših rastenij v SSSR.* — Bot. žur., 52, № 10.
- Sinot, E. (1963): *Morfogenez rastenij.* — Moskva.
- Slavnić, Ž. (1956): *Vodena i barska vegetacija Vojvodine.* — Zbor. Mat. Srpske, Ser. prir. nauke, № 10, Novi Sad.
- Solovej, I. N. (1954): *Vodjanaj oreh v vodoemah Polesja.* — Priroda, № 9.
- Stanković, S. (1954): *Okvir života.* — Beograd.
- Stanković, S. (1957): *Ohridsko jezero i njegov živi svet.* — Skoplje.
- Stebut, A. I. (1949): *Agropedologija.* — Beograd.
- Stover, E. L. (1951): *Introduction to the anatomy of seed plants.* — Boston.
- Terassawa, I. (1927): *Experimentelle Studien über die Keimung der Samen von Trapa natans L.* — Bot. mag., Vol. XLI.
- Thoday, D. (1939): *Interpretation of plant structure.* — Nature, 144.
- Tihomirov, V. N. (1964): *Vodjanaj oreh (Trapa natans L.) v Moskovskoj oblasti.* — Nauč. dokl. viš. škol. biol. n., № 1.
- Vasiljev, V. N. (1947): *K sistematike i biologiji roda Trapa L.* — Sov. Bot., T. 15, № 6, Leningrad.
- Vasiljev, V. N. (1949): *Rod Trapa L.* — Flora SSSR, T. XIV.
- Vasiljev, V. N. (1960): *Vodjanaj oreh i perspektivi ego kulturi v SSSR.* — ANSSSR, Moskva — Leningrad.
- Čanak, M. i Stojanović, S. (1963): *Karakteristike mulja u barama kraj Velike Morave uz poseban osvrt na vegetaciju i režim poplava.* — Letopis nauč. radova Polj. fak., sveska 7, Novi Sad.
- Čanak, M. (1964): *Ekološka studija vodene vegetacije u barama duž Velike Morave.* Matica Srpska, posebna izdanja.
- Čulanovskaja, M. V. (1961): *Vlijanie uslovij osveščeniya na anatomičeskiju strukturu lista v svjazi s rostom i razvitiem rastenij.* — Bot. žur., № 3.

S u m m a r y

JELENA BLAŽENČIĆ

THE EFFECT OF SOME ECOLOGICAL FACTORS ON MORPHOGENESIS OF WATER PLANT WATER NUT (*TRAPA L.*) — EXPERIMENTAL STUDY

Anatomical structure of vegetative organs of water nut (*Trapa annosa* M. J a n k.), as well as the results of comparative morphological-anatomical studies obtained by experimental research of morphogenesis of this plant grown on various soils and in the conditions of different chemical composition of water is presented in this study.

In order to investigate experimentally the effect of water and soil of various chemical composition on the morphogenesis of water nut, the plants were grown in five pools which differed one from another in respect to chemical composition of water and soil. As soil on which the water nut was grown sand, mixture of sand and compost, compost, mud brought from the pool in which the water nut grows in natural conditions, was used. In one of the pools there was no soil but the plants developed only in water. This series of variants represents the approximate model of differences which in view of the mud and water exist in natural habitats of *Trapa*.

By the analysis of soil it was established that only pH values are similar in all pools, whereas in regard to quantity of humus, nitrogen, calcium carbonate, readily available compounds K_2O and P_2O_5 the fourth and the third pool are clearly distinguished (compost and the mixture of sand and compost) in which the quantity of these materials is always higher than in the second and the fifth pool (sand, mud). It is of interest to point out the exceptionally poor soil in the second pool in which these materials are always in smallest quantity.

At the beginning of the experiment, in all experimental pools, the water was of the same chemical composition, because it was the tap water poured into all pools at the same time. By the analysis of the tap water it was established that it is characterized by relatively low quantity of dissolved gasses, alkaline reaction and is rich with bicarbonates. In relatively sufficient quantity are magnesium, chlorides, nitrogen and nitrates. Iron, manganese, phosphates, sulphates and silicium were not found at that period. In contact with the atmosphere, soil and living organisms developing in the pools chemical composition of water is changed. At the period of flowering and fruiting the differences are especially striking concerning the total quantity of dissolved salts, iron, sulphates, nitrates, phosphates i. e. of those materials which are essential for life and the development of a plant. In regard to the quantity of oxygen and water reaction (pH) there is no expressed differences among the pools. The highest quantity of mineral salts and biogenic materials is in the fourth pool (compost), then in the third and the fifth. In the first and the second pool these materials occur in the lowest quantity.

On the basis of all morphological-anatomical characteristics the plants grown in the third and the fourth pool can be said to develop best in the given experimental conditions. Since the third, fourth and fifth pools are

similar by chemical composition of water and only the third and the fourth by chemical composition of the soil it can be concluded that a decisive factor for the development of plants is just physical-chemical composition of soil.

At the beginning of autotrophic phase of the development (May) the plants in all experimental environments have almost the same morphological-anatomical characteristics, although there are differences in physical-chemical composition of the soil and water. At this period chemical composition of water is more or less similar in all experimental environments although there are some differences especially regarding the quantity of biogenic materials (phosphates were found only in the third and the fourth pool; nitrates were 2 to 4 times or even 8 times as high in the water of the third or the fourth pool). The uniform development of plants in all experimental environments, regardless of the differences in chemical composition of water and soil, indicates the relative autonomy of water nut in the early phase of the development.

In heterotrophic phase of the development water nut develops at the expense of reserve materials stored in a large cotyledon. At the beginning of autotrophic phase of the development in the large cotyledon there are still reserve materials, so that, if the plants cannot root for any reason i. e. cannot realise a close contact with the soil, they are still able to follow the development of those rooted ones, but for a relatively short time.

At the beginning of autotrophic phase of the development the plants are green in all experimental conditions. The stem connecting two cotyledons is 7 to 9 cm long and 0,2 cm wide. The length of the stem is 73 to 82 cm, width 0,2cm. On the main stem there are 8 to 10 internodi. At the base of hypocotyl 30 to 39 fibrous adventitious roots develop, whose largest length is 18 to 24 cm. At this phase of the development the fibrous adventitious roots are not branched.

On the lower nodi of the water nut stem in May feather-like adventitious roots develop whose length varies on the first nodus from 2,6 to 8,2 cm; on the second nodus from 0,1 to 3,4 and on the third one from 0,1 to 0,5 cm. On the nodi of these plants in addition to feather-like adventitious roots there are submersed linear and lanceolate leaves as well as the first floating ones. The linear leaves are on the first and second nodus. Their characteristic is that they are sitting, unnotched, opposite to each other or arranged in whorls. They are always devoid of stomata and hair. The length of linear leaves is 2,0 to 3,8 cm and the width 0,15 to 0,28 cm. Lanceolate leaves are sitting, notched, spirally arranged. On the upper face of the upper lanceolate leaves stomata occur whereas on the lower face multicellular hair. Starting from the first lanceolate leaf (on the third nodus) and going towards the last one (on the eighth nodus) the leaf is morphologically increasingly complex. These leaves are, in morphological and anatomical aspect, the transition from typical submersed to floating leaves. The length and width of lanceolate leaves increases on each subsequent nodus. The differences in the size of leaves from the same nodus, in the plants grown in different experimental conditions are minimal.

In view of the anatomical structure the stem is characterized by one-layered epidermis, wide zone of the cortex and considerably narrower zone of the central cylinder. Epidermal cells are wider in radial direction (12 to

23 microns) compared to tangential direction (9 to 18 microns). The length of epidermal cells ranges from 32 to 120 microns, the most common length is 63 to 71 microns. In the cortex one can distinguish hypodermis, parenchyma of the cortex and endodermis. Hypodermis is usually composed of one to three layers of cells which are multiangular and closely interconnected. The thickness of hypodermis is 30 to 50 microns. The width of hypodermal cells in radial direction is 18 to 42 microns (most commonly 23 to 26 microns); in tangential direction: 8 to 26 microns (most commonly 14 to 18 microns). The length of hypodermal cells is 35 to 97 microns (most usually 48 to 60 microns). The widest zone in the stem is composed of parenchyma cells of the cortex. Their width is 20 to 52 microns (most commonly 28 to 36 microns). The length of these cells is 60 to 192 microns (most usually 120 to 135 microns). Between parenchyma cells there are schizogenous intercellular spaces whose width amounts 6 to 48 microns (most commonly 22 to 32 microns). Narrow intercellular spaces occupy the zone below hypodermis and around central cylinder. Endodermis is onelayered. On radial walls of its cells Casparian strips occur. The width of endodermal cells is 10 to 27 microns (most commonly 17 to 21). The length of endodermal cells varies from 30 to 95 microns (most usually 50 to 70 microns). In the central cylinder there are pericycle, vascular tissues and pith. Pericycle is onelayered. Vascular tissues are specifically arranged. The water nut is distinguished by bicollateral vascular bundle. As most of water plants, water nut is also characterized by the reduction of xylem. Phloem is in the stem of the water nut well developed. Between two phloems there are either individually or in groups from 2 to 3 xylem elements which are represented by the annular or spiral tracheas and tracheides. In the phloem are sieve tubes, companion cells and vascular parenchyma. The width of sieve tubes is 9 to 31 microns (most commonly 14 to 23), and the length of some members of sieve tubes varies from 115 to 765 microns. The width of xylem elements is 16 to 38 microns (most commonly 20 to 30). The pith occupies the central zone of the stem; the radius of this zone is 52 to 85 microns, and it is compared to central cylinder, less by 2,0 to 3,4 times. The cells of the pith are 12 to 30 microns wide (most usually 16 to 21). The length of the cells of the pith reaches as much as 200 microns, although the most common length was 102 to 173 microns.

On the surface of young hypocotyl there is epidermis. The width of epidermal cells in radial direction is 13 to 23 microns (most usually 16 to 19) whereas in tangential direction 8 to 18 microns (most commonly 11 to 15). The length of the epidermal cells of hypocotyl is 38 to 90 microns (most commonly 50 to 70). The cortex is composed, as in the stem, of hypodermis, parenchyma of the cortex and endodermis. Anatomical characteristics of the cortex are the same as those of the stem. The width of the hypodermal cells in tangential direction is 9 to 26 microns (most commonly 16 to 18); the length of hypodermal cells is 30 to 90 microns (most usually 52 to 68). The parenchyma cells of the cortex in hypocotyl are 16 to 39 microns wide (most commonly 26 to 30); the length of these cells varies from 45 to 160 microns (most usually 90 to 120). In the cortex among the parenchyma cells schizogenous intercellular spaces occur whose width in radial and tangential direction is almost the same i.e. it is 8—55 microns (most commonly 20 to 30). The endodermis is typically composed. The

width of its cells is 13 to 27 microns (most commonly 17 to 23). Central cylinder by its anatomical structure is similar to that of the central cylinder of the stem. These differences are due to the changes accompanying the development of fibrous adventitious roots. The difference in the width of sieve tubes of outer and inner phloem is more expressed in hypocotyl than in the stem. The width of sieve tubes of outer phloem ranges from 8 to 23 microns (most commonly 15 to 18) in tangential direction and from 9 to 30 microns (most usually 16 to 18) in radial direction. In the inner phloem the width of sieve tubes is 8 to 34 microns (most usually 18 to 25) in tangential direction and from 10 to 36 microns (most commonly 18 to 23) in radial direction. The length of some sieve tubes varies from 136 to 415 microns. The width of xylem elements is 10 to 47 microns (most usually to 25 microns). The pith occupies very narrow zone in the central zone of hypocotyl. The width of the cells of pith is 10 to 39 microns (most commonly 16 to 19), and the length 40 to 143 microns (most usually 62 to 91).

At the beginning of autotrophic phase of the development of water nut besides the stem and hypocotyl anatomical structure of the stem at the level of the fifth internode was analysed. On the surface of the fifth internode epidermis is already disconnected and its function is taken over by the first layers of hypodermis. The thickness of hypodermis is 40 to 90 microns. The width of hypodermis in tangential direction is 10 to 23 microns (most commonly 13 to 19), and in radial direction 12 to 31 microns (most usually 17 to 22). The length varies from 36 to 110 microns (most commonly 50 to 80). The width of parenchyma cells of the cortex ranges from 16 to 44 microns (most commonly 26 to 30), and the length from 68 to 257 microns (most usually 110 to 182). The width of intercellular space in tangential direction is 20 to 102 microns (most commonly from 54 to 60); in radial direction 19 to 132 microns (most usually 60 to 78). Endodermis is typically composed. The width of its cells in radial and tangential direction is almost the same and amounts 12 to 28 microns (most commonly 16 to 20); the length of these cells is 23—70 microns (most commonly 35 to 57). The pith occupies relatively wide zone ($r=152$ to 200 microns). The outer and inner phloem of vascular bundles are interconnected and compose outer and inner phloem ring. The width of sieve tubes, in radial and tangential direction, ranges from 16 to 42 microns. Between two phloem rings there is a reduced xylem consisting of individual tracheas of tracheids whose lumen is 31 to 90 microns wide, and the walls are lignified. Tracheas and tracheids are either annular or spiral. The cells of the pith are 12 to 36 microns wide (most commonly 23 to 27).

Linear leaves have typical anatomical structure of submersed leaves. Between two epidermis there is undifferentiated mesophyll. These leaves are characterized by the occurrence of 1 to 3 vascular bundles in which the elements for the conduction of organic materials dominate. On the upper epidermis there are hydathodes and hydrotopes and on lower epidermis only hydrotopes are found. The thickness of linear leaves at the level of the median vein is 320 to 490 microns, and at the level of the median portion of the leaf (between median vein and the edge of the leaf) 275 to 430 microns. Epidermal cells of linear leaves are elongated in the direction of growing of the leaf. The cells of lower epidermis are longer than those of the upper epidermis. The width and the height of the cells of upper

and lower epidermis are almost the same (width: upper epidermis 10 to 13 microns, lower epidermis: 10 to 14 microns; height: 7 to 9 microns both on upper and lower epidermis).

Lanceolate leaves by its morphological and anatomical structure represent the transition from typical submersed to floating leaves. Mesophyll of lower lanceolate leaves is not differentiated into palisade and spongy tissue. Mesophyll of the leaves above the sixth nodus is differentiated into multilayered palisade tissue and well developed spongy tissue. Venation is well developed and net like. At the level of median vein these leaves are thicker than linear ones. Their width is 560 to 580. The thickness of the leaf at the level of median portion of the leaf, between the median vein and the edge) is 350 to 380 microns. In lanceolate leaves above the sixth nodus spongy tissue is 2 to 3 times as developed as the palisade tissue. Starting from lanceolate leaves on lower nodi towards lanceolate leaves on higher nodi the intercellular spaces are ever larger, the venation more branched, anatomical increasingly more complex. Epidermal cells of these leaves, compared to epidermal cells of linear leaves, are characterized by shorter length and width, and height as well as more expressed undulation of the walls. On the upper face of the upper lanceolate leaves there are stomata, hydrophytes and hydathodes, and on the lower face hydrophytes and multicellular hair. The greatest number of stomata per unit area occur on lanceolate leaves of the plants grown in the fourth pool. The number of stomata is inversely proportional to the size of epidermal cells.

At the period of flowering (July), the stem and hypocotyl are rotten in the plants grown in the second, third, fourth and fifth pool, and can only be found in the plants grown in the first pool.

In July water nut flowers in all pools except in the first one. In this pool the plants flowered in August. In the plants grown only in water the first flowers are formed on the fifty eight nodus, in those grown on the sand on the fifty third in those grown on the sand and compost on the fifty seventh in those grown on the compost on sixtieth and in those grown on mud on the fifty sixth.

At the period of flowering the length of the stem of water nut grown under different experimental conditions varies. Starting from the first pool (133 cm) and going towards the fourth one (250 cm) the length of the stem increases. The most intense growing of the stem is at the period May-July. The stems of the water nut are characterized by relatively small and uniform width (0,2 cm) till the period of flowering. At the period of flowering the stem widens in the upper third, however, in different way in various experimental conditions. The stems from the first and the second pool widen only in the zone of floating rosette but very little i.e. up to 0,3 cm. In the third, fourth and fifth pool the stems are 0,2 cm wide up to the twentieth nodus. The stems of the plants from the fourth pool are the first to widen (on the twenty fourth internode), then those in the third pool (on the twenty ninth internode) and in the fifth pool (on the thirty first internode). Going towards the top the stems are increasingly wider and at the moment of fixation the widest part (in the zone of floating rosette) is 0,8 cm in all experimental conditions.

On the nodi of the stem in July there are featherlike and fibrous adventitious roots; the leaves are only in the floating rosette whereas they had fallen from the lower nodi.

Featherlike adventitious roots are the longest on the nodi at the base of the stem. Their length decreases up to the eleventh or fourteenth nodus (from 10 to 14 cm down to 3—7 cm). Feather like adventitious roots 3—7 long are almost on all nodi up to the top of the stem. In first and the second pool these roots are on nodi at the lower half of the stem, whereas in the plants in the third, fourth and the fifth pool they are on all nodi except at the very top of the stem.

Fibrous adventitious roots are situated on lower nodi of all plants. The occurrence of these roots on higher nodi is relatively rare.

On the nodi of the stem, in all experimental conditions, gemmas occur but in first and the second pool lateral stem never develop from them. In the fourth pool a greater number of lateral stem develop even earlier than in the third and the fifth one.

At the period of flowering only floating leaves gathered into floating rosette are on the water nut. These leaves in morphological aspect are characterized by clearly differentiated petiole and rhombic lamina on which indentation is very well expressed. The size of the leaves in the plants from different experimental conditions is very different. The plants from the first and the second pool are characterized by relatively small leaves (2,8/3,6 and 7,0/3,8 cm). The leaves of the plants from the third, fourth and the fifth pool are larger (8,7/4,2; 11,2/5,0 and 8,1/4,1 cm) and with a greater number of notches on the edge of a leaf lamina.

In July the widest rosette have plants from the fourth pool ($R = 20 - 25$ cm). The rosettes of the plants from the third and the fifth pool are smaller: 18—20 cm, and relatively tiny rosettes have plants in the first and the second pool i.e. 11 to 13 cm.

Already at the period of flowering the considerable morphological-general differences are distinct in the plants grown in experimental conditions which differ one from another concerning physical-chemical composition of water and the soil.

At the level of the twenty fifth internode as well as above it the changes in anatomical structure of the stem occur. The most obvious change is the formation of mechanical tissue whose position is in the peripheral zone of the stem. The mechanical tissue is represented by angular collenchyma. In the cortex the larger intercellular spaces are formed which are arranged in one circle through the middle of the cortex. On the edge of intercellular spaces crystalline druses of calcium oxalate occur. The arrangement of the structure of the central cylinder is unchanged compared to the lower portions of the except that the cylinder is wider.

Hypodermis is composed of two kinds of cells. On the surface of the stem are 2 to 4 layers of cells whose walls are lignified. Beneath this zone there is another one composed of 2 to 3 layers of cells of thin cellulose walls. The width of hypodermal cells is 17 to 27 microns in tangential direction and 17 to 36 microns in radial direction. The length of these cells ranges from 30 to 120 microns. In respect to the size of the hypodermal cells there are no striking differences in the plants grown in different experimental conditions. The width of parenchyma cells of the

cortex is 26 to 62 microns, and the length 38 to 245 microns. In respect to the width of these cells there is no difference in plants grown on different soils; the length is ever larger going from the plants grown in the first pool towards those grown in the fifth. Intercellular spaces in the cortex are of various size. The widest intercellular spaces are in the median portion of the cortex. The width of the intercellular space is 31 to 223 microns in tangential direction and 31 to 310 in radial direction. Larger intercellular spaces have plants from the third, fourth and fifth pool. The width of sieve tubes in the outer phloem is 13 to 30 microns. In the plants from different environments there are no significant differences in view of the width of sieve tubes (the differences ranging from 3 to 8 microns). In the inner phloem the sieve tubes are wider (18 to 47 microns). The length of the members of the sieve tubes is very different, even in one and the same zone of the plant, and ranges from 186 to 676 microns. The number of xylem elements in the central cylinder of the plants grown on different soils ranges from 20 to 22 and their width is 40 to 136 microns. Tracheas and tracheids of the plants grown in the third, fourth and the fifth pool are more or less of the same size in the plants in all experimental environments; their width is 18 to 56 microns, and the length 50 to 149 microns.

At the period of flowering the top portion of the stem is characterized by mainly the same arrangement of the structure as at the level of twenty fifth internode, only the epidermis is partially split and its main fragments may be found on the surface of the stem. The width of the cells of parenchyma, endodermis, sieve tubes, tracheas, tracheids as well as the cells of the pith is in top portion of the stem nearly the same as that at the level of the twenty fifth internode. Parenchyma cells of the cortex as well as the intercellular spaces are wider at the top portion of the stem than at the level of the twenty fifth internode. The width of parenchyma cells of the cortex in this zone of the stem is 20 to 95 microns (at the level of twenty internode 26 to 62 microns). The width of intercellular space in tangential direction is 50 to 450 microns (at the level of the twenty fifth internode: 31 to 223 microns), and in radial direction 53 to 734 microns (at the level of the twenty fifth internode: 31 to 310 microns).

Anatomical analysis of the top portion of the stem of the water nut grown in the conditions of different physical-chemical composition of the soil and water, at the period of flowering, indicates that in view of the size and the number of histological elements there are some differences. Parenchyma cells of the cortex, intercellular spaces, endodermal cells, sieve tubes, tracheas and tracheids as well as the of the pith are larger in the plants grown in the third, fourth and the fifth pool than in those from the first and the second pool. These differences result in larger total width of the stem.

Floating leaves developing at the period of flowering in anatomical aspect are characterized by differentiated mesophyll into palisade and spongy tissue; a dense net of vascular bundles is in mesophyll; on the upper epidermis of the leaf there are stomata, hydathodes, hydrophytes whereas on the lower epidermis hydrophytes and multilayered hair are found.

The plants from the third, fourth and the fifth pool have thicker floating leaves than those from the first and the second pool. The larger thickness of the leaves results from the thicker palisade and spongy tissue as well as from larger intercellular spaces in the leaves of the plants developing in experimental conditions affording better conditions for the development of water nut.

There are, per unit area, 275 to 350 stomata on the leaves. In regard to the number and size of stomata there are no essential differences in the plants grown in different experimental conditions.

At the period of intense fruiting and riping of fruits the experimental environments differ very much one from another in respect to chemical composition of water and soil.

According to the results obtained by chemical analysis of water the first and the second pool are clearly distinguished by greater quantity of oxygen (0,08 and 0,06 mg/l) from the third, fourth and fifth pool (0,009 and 0,008 mg/l). In regard to the quantity of CO₂ the third, fourth and the fifth pool are distinguished by higher quantity (10,09 to 20,18 mg/l) from the first and the second pool (0,6 and 1,8 mg/l). In the first and the second pool water reaction (pH) is alkaline (8,60 and 8,98) and in the other pools the water reaction is almost neutral (7,60). Dry residue of iron, nitrates, phosphates and organic materials occurs always in greater quantity in the third, fourth and the fifth pool than in the first and the second one.

The analysis of the soil indicates that by its chemical composition the soil in the third and the fourth pool is clearly distinguished from that in the second and the fifth pool. In the soil of the third and the fourth pool the percentage of humus, nitrogen, physiologically active calcium and phosphorus is the highest.

At the period of fruiting (September) the stems of the water nut from the first and the second pool widen and the changes similar to those which are characteristic of the plants from the third, fourth and the fifth pool in July occur as well. The maximal width of the stems at this period in the first and the second pool is 0,5 cm what is considerably smaller compared to the stems from the other experimental environments, whose diameter is 1,2 to 2,0 cm.

Floating leaves of the plants from the first and the second pool are shorter (7,5 to 7,8 cm) and narrower (3,8 to 4,3 cm) than the leaves of the plants from the third, fourth and the fifth pool (18,0/6, 7 cm). Floating rosettes of the plants from the first two pools are considerably smaller (R=12 to 15 cm) compared to the rosettes from the third, fourth and the fifth pool (R= 27 to 37 cm; 33 to 45 cm and 20 to 24 cm). The number of leaves in the rosette is also considerably smaller in the plants from the first two pools (19 to 13) than in the plants from other three (23 to 37).

The greatest differences in anatomical structure of the stem between the period of fruiting and the period of flowering were observed in the top portion. Going from the base towards the top of the stem the zone of the central cylinder is increasingly wider and especially the zone of the pith. The intercellular spaces become ever larger and more numerous both in the cortex and in the pith. In the top portion of the stem of the plants grown in the third, fourth and the fifth pool the vascular zone of the central cylinder splits so that instead of continuous phloem rings a greater

number of vascular plates is form in which ith vascular tissues are grouped in the same way as in the lower portions of the stem. By forming of vascular plates the cortex and the pith are directly connected between the two neighbouring plates. Such a structure of the top portion of the stem was observed in the plants developing in natural conditions as well.

In the plants from the first and the second pool at the period of fruiting in the top portion of the stem vascular plates are not formed but anatomical structure is the same as in the lower portions of the stem what is one additional proof that the plants in these experimental conditions do not completely develop.

The size of cells in some tissues is within the range measured in July.

The plants flower in all experimental conditions but with a certain delay in the first and the second pool. In these experiments all plants did not flower; the number of fruits in these pools was considerably smaller than in the other experimental environments.

In the first and the second pool a small number of tiny fruits develop out of which only some germinate, but these plants also dry out soon because in such fruits there is no sufficient quantity of reserve materials indispensable for heterotrophic phase of the water nut development. On the basis of this one can conclude that water nut has no conditions for the development in the habitats which are markedly poor regarding mineral salts and organic materials. In the third, fourth and the fifth pool flowers and large numerous fruits develop in all rosettes and in the subsequent year nearly germinate.

On the basis of the results of chemical analysis of the water and soil as well as morphological-anatomical analysis of the water nut grown in different conditions concerning chemical composition of water and soil one can conclude that in the given series of experiments the experimental environment 4 (compost) is just the one affording the most favourable conditions for the development of this species of water nut. Water nut then develops best in the third pool which is by its chemical-physical composition of the water and soil the most similar to the fourth one. By morphological-anatomical characteristics of plants as well as by chemical composition of the water and soil the fifth pool is between the second and the third one. By all characteristics of the plants developing in the first and the second pool one can conclude that those are environments which are unfavourable for the development of the species of water nut.

Physical-chemical composition of the soil and water directly affects the growing and development of water nut what is especially reflected in its external morphological structure. Anatomical structure of vegetative organs does not change much under the effect of these environmental factors.

The development of water nut grown in the environments poor concerning the content of mineral salts and biogenic materials was delayed compared to the plants growing in favourable conditions what resulted in a small number of tiny fruits and seeds from which in the subsequent vegetative period the plants could not develop.

On the basis of experimentally obtained results concerning the effect of chemical composition of water and soil on morphogenesis of water nut one can conclude that *Trapa annosa*, thanks to the large seed containing

rich reserve materials, in the first phases of individual development is independent of the environment in respect to utilization of mineral salts and biogenic materials. However, for the complete development of this species of water nut it is indispensable that the plants develop in habitats rich with mineral and biogenic materials whose reaction of water and soil is neutral or poorly alkaline.