

MILORAD JANKOVIC I JELENA BLAZENCIC

## NEKI ASPEKTI EKOLOŠKOG I FIZIOLOŠKOG ZNAČAJA KORENOVOG SISTEMA VODENE BILJKE ORAŠKA (*Trapa L.*)

### UVOD

Vrlo je često mišljenje da je uloga korenova ukorenjenih vodenih biljaka jedino u tome da pričvrste biljku za podlogu, a da je apsorpciona funkcija skoro ništavna (Hannig, E., 1912; Šenikov, A., 1950). Do ovakvih zaključaka dolazilo se uglavnom zato što se jednostrano polazilo od specifičnosti vodene sredine u kojoj se ove biljke razvijaju, kao i od njihove anatomske građe prilagođene tim uslovima, a ne i na osnovu eksperimentalno proverenih podataka. Naime, poznato je da vodene biljke, za razliku od kopnenih, mogu da celom svojom površinom primaju vodu i u njoj rastvorene mineralne soli, i to zahvaljujući, pre svega, hidropotama, specijalno građenim grupama ćelija koje se nalaze u epidermisu. Vodene biljke se odlikuju prisustvom tanke kutikule na površini vegetativnih organa, kao i redukcijom ksilemskog dela sprovodnog sistema. Generalno upoređivanje, s jedne strane karakteristika životne sredine, a s druge morfo-anatomske osobine biljaka koje se razvijaju u tim uslovima, svakako je dovelo do jednostranog gledišta o značaju i funkciji korenovog sistema ukorenjenih vodenih biljaka, tj. do gledišta da vodenim biljkama apsorpciona funkcija korenova uopšte i nije potrebna. Međutim, autori koji su bliže proučavali ovaj problem dokazuju, i eksperimentalno, postojanje i značaj apsorpcije preko korenovog sistema i kod vodenih biljaka (Sauvageau, C., 1891; Hochreutiner, G., 1896; Thoday, D., Sykes, M., 1909; Pond, R., 1905; Snell, K., 1908; Arber, A., 1963; Janković, M., 1958; Sculthorpe, C., 1967). Mada su rezultati ovih istraživanja ubedljivi, ipak se i danas još uvek funkcija korenovog sistema ukorenjenih vodenih biljaka, u najvećem broju slučajeva, ne tumači na osnovu tih, eksperimentalno proverenih rezultata, već na osnovu određenih predubedenja.

### MATERIJAL I METODIKA

U toku višegodišnjih terenskih i eksperimentalnih istraživanja razvića vodene biljke oraška (*Trapa L.*) zapazili smo izuzetno veliku razvijenost sistema adventivnih korenova, koji se tokom neprestanog rastenja biljke sukcesivno ukorenjuju u mulj ili ostaju u vodenoj masi (na gornjim nodusima). Imajući u vidu stanište oraška (mirne, sporotekuće ili stajaće vode).

nameće se pitanje uloge i značaja tako razvijenog korenovog sistema. U cilju rešavanja ovoga problema postavljen je eksperiment. Orašak je gajen u bazenu na čijem se dnu nalazio kompost (u prethodnim eksperimentima je ustanovljeno da je to podloga na kojoj se orašak razvija uspešno). Razviće biljaka praćeno je od klijanja do plodonošenja. Na početku autotrofne faze (Janković, M., 1955), u periodu cvetanja i plodonošenja vršena je morfo-anatomska analiza biljaka, sa posebnim osvrtom na broj, dužinu i anatomsku građu končastih adventivnih korenova.

Za anatomska ispitivanja delovi stabljike i adventivni korenovi fiksirani su u fiksativu Karnoa, a dalja obrada je vršena standardnom parafinskom metodom. Preparati su sećeni mikrotomom. Njihova debljina je iznosila 15 do 20 mikrona. Preparati su bojeni kombinacijom boja safranin i jasno zeleno.

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

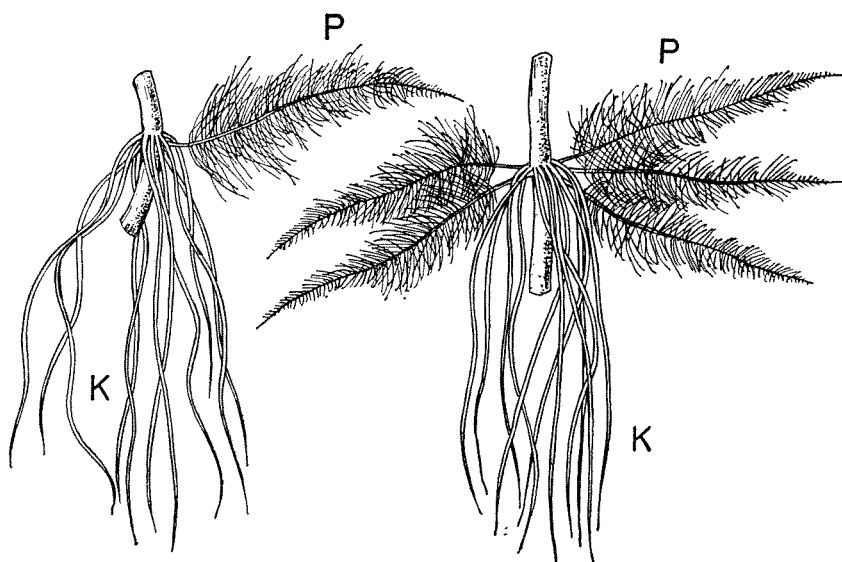
Za klijanje i u heterogenoj fazi razvića mlade biljke koriste rezervne materije magacinirane u velikom kotiledonu. Ubrzo posle klijanja razvija se glavna stabljika, i na njoj se, još pod vodom, formira mala rozeta (na dubini 30 do 40 cm iznad dna). Odmah po formiranju rozete stabljika počinje intenzivnije da raste i iznosi rozetu na površinu vode. Rozeta koja se formira pod vodom može, kao plovak, da izvuče mladu, nedovoljno ukorenjenu biljku na površinu zajedno sa plodom. U ovom stadijumu razvića na hipokotilu i pri osnovi stabljike obrazuje se veliki broj končastih adventivnih korenova koji se ukorenjuju u mulj i na taj način pričvršćuju biljku za podlogu. Neukorenjenje biljke slobodno plivaju ili lebde u vodi i sve dok u velikom kotiledonu ima dovoljno rezervnih materija one se razvijaju istim tempom kao i ukorenjene. Kasnije, one zaostaju u svome rastenju i razviću u odnosu na ukorenjene biljke iste starosti. Ako rastu usamljene (posmatrano u eksperimentalnim uslovima) one mogu da vegetiraju celog vegetacionog perioda, pa čak da donesu i po koji cvet i razviju nekoliko sitnih plodova (jedan do dva). Semena ovih biljaka mogu da proklijaju, mada retko, ali se iz njih biljke nikada ne razviju, verovatno zbog nedovoljne količine rezervnih materija u sitnom kotiledonu, pa klijanci ne mogu da pređu u autotrofnu fazu. Ukoliko neukorenjene biljke rastu zajedno sa ukorenjenim one posle izvesnog vremena propadaju, što ukazuje na značaj korenova kao organa za apsorpciju. Drugim rečima, bolje se razvijaju i imaju veću prednost u konkurenciji one jedinke oraška koje preko korenovog sistema mogu apsorbovati potrebne materije iz mulja, odnosno najdubljih delova vode.

Končasti adventivni korenovi, kod oraška, počinju da se razvijaju u maju, i to pri osnovi hipokotila (Tabela 1). Krajem maja i u junu ovi korenovi se nalaze u velikom broju i na nodusima stabiljke (Sl. 1 i 2). U isto vreme se na tim nodusima ispoljava i pojava aktivnog savijanja koja doprinosi bržem i sigurnijem ukorenjavanju biljaka u mulj (Janković, M. Blaženčić, J., 1962).

Tabela 1. — Broj i dužina končastih adventivnih korenova na jednoj biljci oraška (*Trapa L.*) gajenoj pod eksperimentalnim uslovima.Table 1. — Number and length of fibrous adventive roots on each water-nut plant (*Trapa L.*), cultivated under experimental conditions.

	Maj May	Juli July	Septembar September
Broj korenova na hipokotilu Number of roots on hypocotyl	40	62	—
Broj korenova na nodusima Number of roots on nodes	—	148	50
Ukupan broj korenova Total number of roots	40	210	50
Ukupna dužina korenova Total length of roots	272 cm	4125 cm	1920 cm
Dužina pojedinačnih korenova Length of each roots	3—18 cm	4—40 cm	32—50 cm
Najčešća dužina korenova Most frequent length of roots	15 cm	20 cm	38 cm

Iz tabele 1 vidi se da je broj končastih adventivnih korenova, već na početku individualnog razvića oraška veliki (40), i da se dalje u toku razvića povećava, tako da u julu, pri osnovi stabljike i hipokotila ima i do 62 korena. S obzirom da donji delovi stabljike posle cvetanja počinju da izumiru, a sa njima i advenativni korenovi, to u septembru možemo konstatovati samo one korenove koji se nalaze na nešto višim nodusima.

Sl. 1. — Nodusi oraška (*Trapa L.*) sa perastim adventivnim korenima (P) i končastim adventivnim korenima (K); (original).Fig. 1. — Water nut nodi (*Trapa L.*) with feathered adventive roots (P) and fibrous adventive roots (K); (original).

Kao što je već rečeno, prvi končasti adventivni korenovi javljaju se pri osnovi stabljike i hipokotila, a kasnije se razvijaju na nodusima i to sukcesivno počev od osnove stabla prema vrhu. Adventivni korenovi na nodusima su brojni i razvijaju se u toku celog vegetacionog perioda (Sl. 2). Najveći broj korenova, sa najvećom pojedinačnom i ukupnom dužinom, zabeležen je u periodu cvetanja (juli, Tabela 1).

Anatomska analiza konačastih adventivnih korenova pokazuje da se u njihovom relativnom malom centralnom cilindru nalazi nekoliko traheja (Sl. 3). S obzirom na veliki broj adventivnih korenova, ukupan broj ksilemskih elemenata u njima, uopšte uzev, i nije tako mali, a svakako da njihovu funkciju ne treba zanemarivati.

Orašak se odlikuje veoma dinamičnim razvićem koje se, između ostalog, karakteriše relativno brzim opadanjem primarno submerznih listova. U vodi se, prema tome, kao organi za apsorpciju nalaze stablo i adventivni perasti i končasti korenovi. Na površini vode razvijaju se krupne flotantne rozete. Na stablu se u toku razvića dešavaju značajne anatomske promene, koje umanjuju njegovu apsorpcionu sposobnost. Na površini pojedinih organa trape nalazi se jednoslojan epidermis (Sl. 4), koji je kao takav prisutan samo na sasvim mladim delovima stabljike; na starijim delovima ćelije epidermisa izumiru, deformišu se i odbacuju. U epidermisu se nalaze hidropote, grupe ćelija preko kojih biljka prima vodu i u njoj rastvorene materije. Izumiranje epidermisa povlači za sobom i nestanak hidropota. Na površini najvećeg dela stabla trape, posle ovakvih promena, nalaze se ćelije hipoderma (Sl. 5), za koje se, prema njihovim anatomskim karakteristikama, pre može reći da su zaštitno nego apsorpciono tkivo. Hipoderm je višeslojan, sagrađen od ćelija koje su međusobno tesno spojene, a njihovi zidovi postepeno lignifikuju. U višim delovima stabljike ispod hipoderma nalazi se i relativno debeo sloj mehaničkog tkiva predstavljen uglastim kolenhimom (širina ove zone može da iznosi i 300 mikrona).

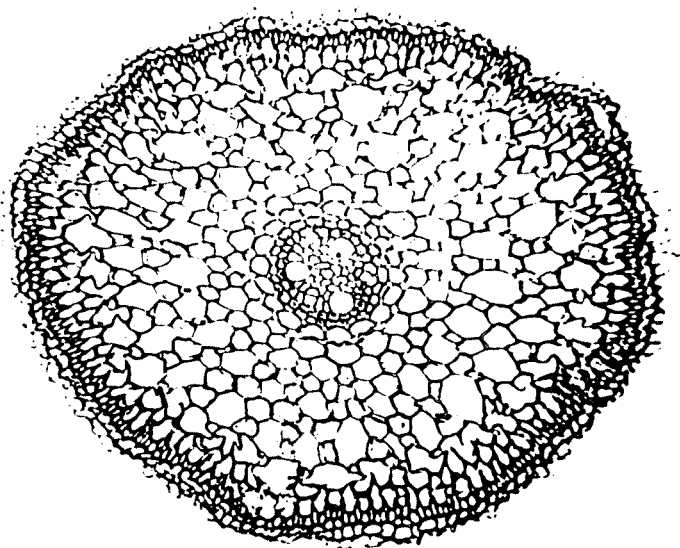
Prateći građu centralnog cilindra oraška u toku njegovog individualnog razvića zapažamo neprekidno povećavanje broja traheja i traheida, tako da se u vršnom delu stabljike, u periodu plodonošenja, može izbrojati i do 180 ovih elementa u odnosu na 16 do 18 u nižim delovima.

Bujno razviće adventivnih korenova na hipokotilu i stablu u toku celog vegetacionog perioda, pojava aktivnog savijanja donjih nodusa prema podlozi u periodu razvića končastih adventivnih korenova na njima, dalje ukorenjavanje, morfo-anatomske karakteristike submerznih delova biljke itd., ukazuju na važnu apsorpcionu funkciju adventivnih korenova oraška; naravno kod donjih nodusa, u blizini podloge, i funkcija učvršćivanja biljke je vrlo značajna.

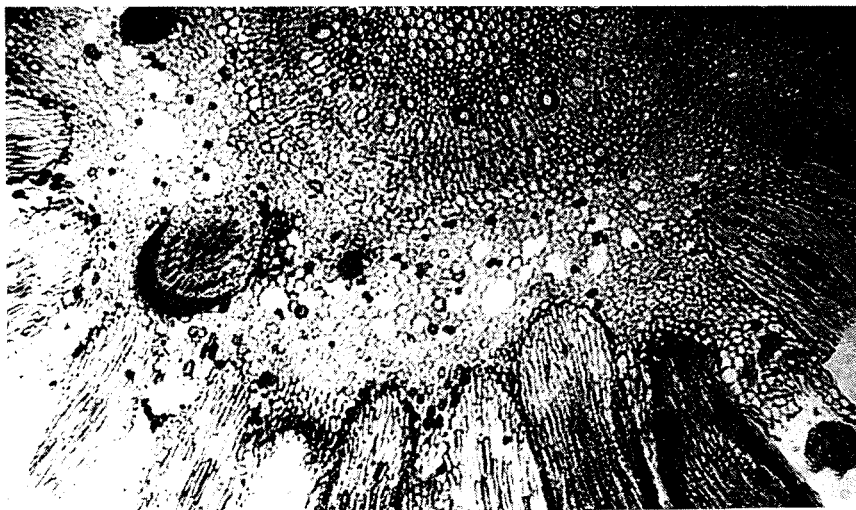
## ZAKLJUČCI

Orašak (*Trapa L.*) je vodena ukorenjena biljka flotantnog tipa, sa veoma razvijenim sistemom adventivnih korenova koji se delimično ili potpuno ukorenjavaju u podlogu, a neki, na višim nodusima, lebde u vodi. Na ovaj način biljka je u mogućnosti da maksimalno koristi neophodne materije za svoje rastenje i razviće, i to kako iz podloge (mulja) tako i iz vode. Za

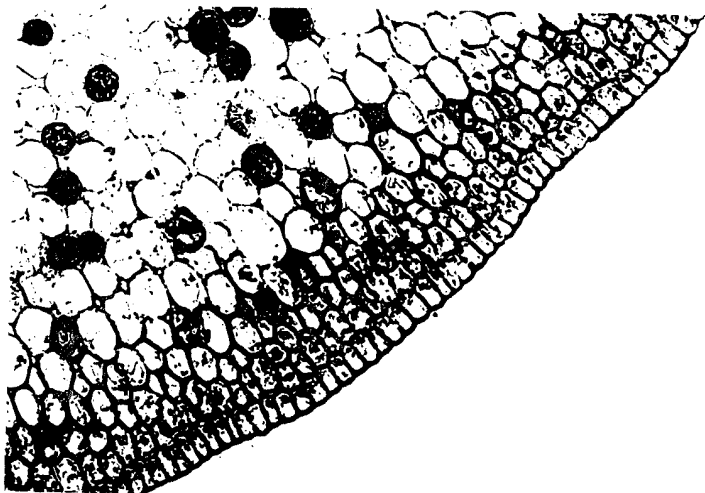
Sl. 3. — Poprečni preseki kroz koncasti adventivni koren.  
Fig. 3. — Transverse section through the fibrous adventive  
root.



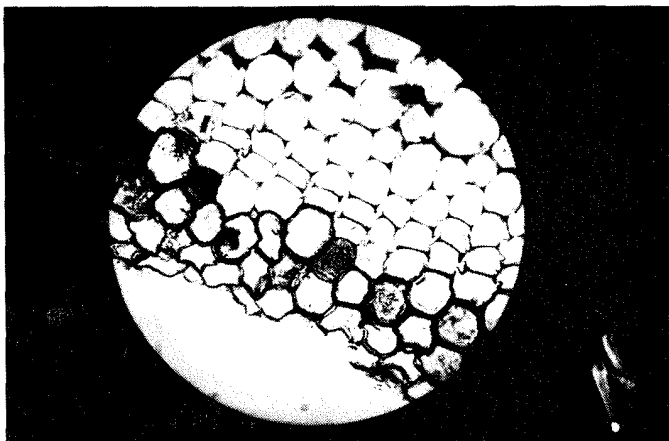
Sl. 2. — Poprečni preseki kroz nodus *Trapa* L.  
Fig. 2. — Transverse section through the node of *Trapa* L.



Sl. 4. — Poprečni presekok kroz stablo mlade biljke *Trapa L.*  
Fig. 4. — Transverse section through the stem of young plant  
of *Trapa L.*



Sl. 5. — Poprečni presekok kroz stablo starije biljke *Trapa L.*  
Fig. 5. — Transverse section through the stem of older  
plant of *Trapa L.*



korenov sistem ukorenjenih vodenih biljaka može se reći da vrše istu funkciju kao i kod kopnenih biljaka, tj. da pričvršćuju biljku za podlogu i vrše apsorpciju mineralnih soli iz nje. Podloga (mulj) je često bogatija mineralnim solima i drugim jedinjenjima ( $\text{CO}_2$ ) nego voda u kojoj se biljka razvija, te intiman kontakt biljke sa podlogom, koji se ostvaruje preko korenovog sistema, upravo i omogućava njeno normalno rastenje i razviće.

Bolje se razvijaju i imaju veću prednost u konkurenciji one jedinke oraška koje preko korenovog sistema mogu apsorbirati potrebne materije iz mulja, odnosno najdubljih delova vode. Jedinke neukorenjene u mulj, koje samo lebde u vodi, izrazitije se slabo razvijaju u konkurenciji sa ukorenjenim, a najčešće i propadaju.

U prvim fazama razvića oraška osnovna uloga sistema adventivnih korenova je da pričvrste mladu biljku za podlogu, a u kasnijim stadijumima razvića, osim ove funkcije, korenovi imaju sve veći značaj kao apsorpcioni organi. Značaj adventivnih korenova kao organa za apsorpciju uvećava se zahvaljujući i anatomskim promjenama koje zahvataju periferna tkiva osovinskih organa, čime se umanjuje njihova apsorpciona sposobnost.

#### LITERATURA

- Arber, A. (1963): Water plants. — New York.
- Janković, M. M. (1955): Beitrag zur Kenntnis der individuellen Entwicklung der Wassernuss (*Trapa L.*), I Die Frage der Abrezung der individuellen Entwicklung der Wassernuss nach Stufen. — Arhiv biol. nauka, VII, No 3—4, Beograd.
- Janković, M. M. (1958): Ekologija, rasprostranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa L.* u Jugoslaviji. — Posebna izdanja SBD, No 2, Beograd.
- Janković, M. M., Blaženčić, J. (1962): Aktivno savijanje stabljike kod oraška (*Trapa L.*) i njegov ekološki značaj. — Saopšteno na II kongresu biologa Jugoslavije.
- Hannig, E. (1912): Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Drucks in der Pflanzen in Hinsicht auf der Wasserleitung. — Ber. d. deutschen bot. Gesellsch. Jahrg. XXX.
- Hochreutiner, G. (1896): Etudes sur les Phanérogames aquatiques du Rhône et du Port de Genève. — Rev. gén. Bot. T. VIII.
- Pond, R. (1905): Contributions to the Biology of the Great Lakes. The Biological Relation of Aquatic Plants to the Substratum. — Univ. of Michigan. Inaug. Ann Arbor.
- Sauvageau, C. (1891): Sur les feuilles de quelques monocotylédones aquatiques. — Ann. d. sci. nat. Sér. VII. Bot. T. XIII.
- Sculthorpe, C. (1967): The biology of aquatic vascular plants. — London.
- Snell, K. (1908): Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der Wasserpflanzen. Flora, Bd. 98.
- Thoday, D. and Sykes, M. (1909): Preliminary Observations on the Transpiration Current in Submerged Water-plants. — Ann. Bot. Vol. XXIII.
- Šenikov, A. P. (1950): Ekologija rastenij. — „Sovjetskaja nauka“, Moskva.

## S u m m a r y

MILORAD JANKOVIĆ AND JELENA BLAZENČIĆ

### SOME ASPECTS OF ECOLOGIC AND PHYSIOLOGIC IMPORTANCE OF WATER NUT (*Trapa L.*) ROOT SYSTEM

#### INTRODUCTION

It is very often considered that the roots of the rooted water plants have the single role of fixing the plant to the silt while their absorption function is nearly negligible (H a n n i g, E., 1912; Š e n i k o v, A., 1950). These conclusions were drawn mainly on the basis of one-sided approach to the specificity of water environment in which these plants develop, as well as of their anatomical structure adapted to these conditions, and not on the basis of the experimentally checked data. Namely, it is known that water plants, unlike the terrestrial ones, can absorb water and its dissolved mineral salts by the whole surface, thanks to hydropodes, especially composed groups of cells in epidermis. A thin cuticle on the surface of the vegetative organs as well as the reduction of xylem part of the conductive system are typical of water plants. General comparison of the characteristics of the environment, on one hand, and morphologic-anatomical properties of the plants developing in these conditions, on the other hand, certainly resulted in the partial opinion on the significance and the function of the root system of the rooted water plants, i. e. the opinion that water plants do not need absorption function at all. However, the authors who studied this problem more closely proved experimentally the existence and importance of the absorption through the root system in water plants as well (S a u v a g e a u, C., 1891; H o c h r e u t i n e r, G., 1896; T h o d a y, D., S y k e s, M., 1909; P o n d, R., 1905; S n e l l, K., 1908; A r b e r, A., 1963; J a n k o v i ć, M. M., 1958; S c u l t h o r p e, C., 1967). Although the results of these investigators are conclusive, the function of the root system of the rooted water plants is in most cases still explained not on the basis of these experimentally results but on the basis of certain biased assumptions.

#### MATERIALS AND METHODS

During the long standing field and experimental studies of the water nut (*Trapa L.*) development a highly developed system of the fibrous adventive roots which in the course of continuous growing of the plant successively root into the silt or stay in the water (on the upper nodi) was observed. Having in mind the habitat of the water nut (smooth, slow running or standing water) the question arises about the role and importance of such a developed root system. In order to solve this problem the experiment was set. The water nut was grown in the pool on which bottom the compost was laid in the previous experiments it was established that the water nut developed successfully on this substrate). The development of plants was followed from germination to fruiting. At the beginning of the autotrophic phase (J a n k o v i ć, M., 1955), in the period of blossoming



and fruiting the morphologic-anatomical analysis of plants — with special attention to the number, length and anatomical structure of the fibrous adventive roots — was done.

For the anatomical study the parts of the stem as well as of the adventive roots were fixed in Carnoy fixative and the further treatment was done by the standard paraffine method. The sections were cut with microtome. Their thickness was 15 to 25 microns. The sections were stained by the combination of safranin and bright green.

## RESULTS AND DISCUSSION

For the germination and in the course of the heterotrophic phase of the development the young plants utilize the stored substances from the large cotyledon. Soon after germination the main stem develops and on it, still under water, a little rosette is formed (at the depth of 30 to 40 cm above the bottom). Immediately after the rosette forming the stem starts to grow more intensively bringing the rosette up on the water surface. The rosette, formed under the water, like a buoy, draws the young not sufficiently rooted plant together with its fruit on the water surface. In this stage of the development on hypocotyl as well as near the base of the stem a great number of the fibrous adventive roots is formed which root into the silt thus fixing the plant to the silt. Unrooted plants float or drift freely in water and develop with the same intensity as the rooted ones until the stored substances inside the large cotyledon are exhausted. Later, they lag behind in their growth and development compared to the rooted plants of the same age. If they grow individually (in experimental conditions) they can vegetate in the course of the whole vegetation period, and even produce several blossoms and develop some tiny fruits (one or two). The seeds of these plants can germinate, although rarely, but the plants never develop from them, probably because of the insufficient quantity of the stored nutrient substances in the tiny cotyledons and therefore the germinate cannot transform into autotrophic phase. If the unrooted plants grow together with the rooted ones they perish after some time, what indicates the importance of the roots as the absorption organs. In other words, the individuals of water nut which through the root system can absorb the necessary substances from the silt, i. e. from the deepest part of the water, develop better and have greater advantage in the competition.

Fibrous adventive roots begin to develop in May, at the base of hypocotyl (Table 1). At the end of May as well as in June there is also a great number of these roots on the nodi of the stem (Fig. 1 and 2). At the same time these nodi start bending actively thus helping the quicker and safer rooting of the plants into the silt (M. M. Janković and Blaženčić, 1966). From the table 1. one can see that already at the beginning of the individual development of water nut the number of fibrous adventive roots is great (40), and that further on in the course of the development it increases so that in July at the base of the stem as well as in hypocotyl there are as much as 62 roots. Since the lower parts of the stem start disappearing after blossoming, the adventive roots disappear as well, thus in September only the roots which are on somewhat higher nodi can be observed.