

LIST I NJEGOVA ZADAĆA U PRIRODI.

List! Tko ga ne pozna? Zagledaš li se u naše hrastove i bukove šume po Slavoniji, zađeš li u prašume bosanske sa svojom vitkom jelom i omorikom te krošnjatim borom, šta vidiš? List do lista. A zelenilo livada i gorskih pašnjaka te nebrojenih polja obrađenih marnom rukom naših seljaka, zar nije, jedan jedincati zeleni sag razastrt po našoj domovini, komu je vještački uvezen list do lista.

Makar da list pokazuje upravo neiscrpivu množinu raznolikosti u svojim oblicima, monotono zelenilo njegovo i množina njihova čini te ih preziru ljudi, koji malo misle. Nestašno dijete, a i mnogi odrasli, pogazit će stotinu listova, da u livadi dođe do cvijeta, koji ga mami. A ipak taj prezreni list ima u prirodi veliku zadaću. Reći ću odmah jednu od najvećih, a možda bi bilo pravednije reći — najveću. O listu naime ovisi sav život na našem planetu: Život bilina, život životinja, također i materijalni život čovjeka. Uništi sve lišće na zemlji i — zavladati će na njoj vječna smrt.

Koja je zadaća lista, kad je tako važan? Na to zna svaki intelektualac danas odgovoriti: List hrani biljku, biljke hrane životinje, a životinje i biljke čovjeka.

1. Od čega živi biljka.

Nije davno, nema ni sto i pedeset godina, da je znanost došla do spoznaje o važnosti lista i njegovu radu u potpunom svom značenju. Od Aristotela u 4. vijeku pr. Kr. pa sve u 16. vijek p. K. smatrao se list samo slabim uresom ili bolje balastom, kojega se drveće svake godine u jesen oslobodi. Za ovo vrijeme vladala je u znanosti teorija humusa (crnice zemlje). Svu hranu nalazi biljka po toj teoriji već gotovu u humusu. Korijen treba tu hranu samo upiti. Kasnije se ipak opazilo, da se biljke i stabla suše, ako se liše dulje vremena svojih listova. Tako se počelo davati listu neku važnost. Trebali su da dodu hruštevi i gusjenice, da upozore ljude na tu istinu. Moglo se je to davno zaključiti već iz ogromne množine listova u prirodi. U prirodi nema ništa suvišna. Stvoritelj prirode i ako je darovit, nije rasipan. Sve ima svoju zadaću. Uz sjenu koju nam ljeti pruža lišće i razblažuje, znao je mudri Bog spojiti i korist po onoj pjesnikovoj »dulce cum utili«. Sad se dakle počelo tvrditi, da lišće prerađuje sok, koji je preko korijena dobilo, pa tako da je korisno i potrebno. Bio je to korak naprijed i častan za list, ali nije odgovarao potpunoj istini. Brabantski plemić Ivan Krstitelj od Helmonta (†1644 g.) nastojao je pobiti teoriju humusa i — uspio je. On uze lonac, napuni ga zemljom, koju je prije isušio i vagnuo. Lonac sa zemljom vagao je 200 funti (oko 100 kgr). U njega posadi Helmont vrbu pa ju je gojio 5 godina

zalijevajući ju kišnicom. Poslije 5 godina težila je vrba 164 funte, a zemlja izgubila od svoje težine samo 2 unce (60 gr.). Dakle onih 164 funte manje 2 unce dobila je biljka ne iz zemlje (humusa) nego iz vode, tako zaključí Helmont. Ovim je bila oborena teorija humusa, da svu hranu dobíva biljka iz zemlje, ali ni Helmontov zaključak nije bio ispravan. Iz jedne zablude, koju je ispravio, pade u drugu. Međutim i posrćuó se napređuje. Zato će mu ipak u povijesti lista ostati časno ime. — Istom pod konac 18. stoljeća god. 1779. holandski liječnik Jan Ingenhousz otkrije tajnu lista u potpunom zamašaju. On ustvrdi na temelju svojih opažanja, da list pripravlja hranu za biljku uzimajući materijal poglavito iz zraka. Čudna teorija, pa razumijemo, da je uzvítlala dusima. Ta, još i danas može se čuti: Od zraka se ne žívi. Ljudi i životinje istina ne žíve od zraka (premda i ovo nije sasma ispravno), ali biljke zaista žíve u glavnom od zraka. Analizujemo li naime biljku isušiv je u toplini od 110—120° C., naći ćemo, da skoro polovina njezine suhe težine otpada na ugljik. Sav taj ugljik biljka dobíva iz ugljičnog dvokisa (CO₂), koji uzíma iz zraka. Naravno, kako sam rekao, uzvítlala je ova tvrdnja Ingelhousova naučenjake njegova vremena. A nije to bila samo oporba proti novosti. Imala je nova teorija mnogo poteškoća da razjasni, ako se je htjela utvrditi. Ponajprije u ono se vrijeme nije znalo, da ima ugljičnog dvokisa u zraku. Najglasovitiji tadanji kemičar i obretnik ugljičnog dvokisa, Lavoisier, nijekao je opstanak ugljičnog dvokisa u zraku. Tvrdnja Lavoisier-ova bila je zabluda, jer se utvrdilo da ima ugljič. dvokisa u zraku, ali onda se to nije znalo. Kad se kasnije dokazalo, da ga u zraku ima, našlo se, da na 10.000 litara zraka otpada samo 4 litre ugljič. dvokisa, a u te 4 litre ima ugljika samo 2 grama. Uzmimo sada jedno deblo od 100 metr. centi, kakovih dosta imade u našim šumama, to ono ima suhe tvári 50 metr. centi, a od ove je polovina t. j. 2.500 klgr. ugljika. Listovi su morali za života drveta oko 12 milijuna kubičnih metara zraka lišiti svega ugljič. dvokisa, da naberu gore navedenu množinu ugljika. U ovom računuu nismo uzeli u obzir ni korijenja ni listova, koje iznaša još dvaputa toliko. Koliko je stabala na svijetu? Pa i suncokret od 2—3 klgr. suhe tvári nabere za sto dana svoga života 950—1400 gr. ugljika. Koliko dakle godišnje sve biljke skupa na cijeloj zemlji? Ogromna ta množina ugljika kako da se dobíje iz zraka? I tako otkriće Ingelhousovo pade u zaborav. Istom Ernest Liebig šestdesetih godina prošlog stoljeća podupre svojim ugledom Ingelhouss-ovu tvrdnju, te bude u znanstvenom svijetu primljena. Sad zaredaju pokusi, koji ju sasma utvrdíše. Pa i poteškoća radi množine ugljika, koji biljke svake godine trebaju, iščezava, kad se zna, da u zraku ima ca. 800 bilijuna klgr. ugljika, vezana u ugljič. dvokisu. Ta množina bila bi dostatna za sve biljke na stoljeća i u onom slučaju, kad zrak ne bi niotkud dobívaó ugl. dvokisa, nego bi se samo njegov trošio. Procesi

pako kod rastvaranja organizama, pa disanje biljaka, životinja, ljudi, izgaranje drva i kamenog ugljena po kućama i tvornicama, napokon vulkansko djelovanje povrača, ovo zadnje i umnaža količinu ugljika u zraku. Odrasao čovjek izdiše na dan ca. 900 gr. ugljičnog dvokisa (245 gr. ugljika). Uzmemo li ljudski rod ca. 1.400 milijuna to dobijemo dnevno oko 1.200 milijuna klgr. ugljičnog dvokisa t. j. 340 milijuna klgr. ugljika; dodaj još sve biljke, životinje te tvornice cijeloga svijeta, kakova je to grdna množina ugljič. dvokisa? Po Credneru su puštale u zrak tvornice svijeta prije rata godišnje 1,265.000 milijuna klgr. uglj. dvokisa. Difuzija uglj. dvokisa te strujanje zraka djeluju, da se po zraku jednako pomiješa, te da ga na jednom mjestu ne bude previše, jer bi onda štetno djelovao na životinje i ljude. Kako je dragi Bog sve mudro među sobom svezao! Što mi ne trebamo, to biljke trebaju, a što one kod pripravljanja svoje hrane, kao suvišno izbacuju — kisik — taj je nama i životinjama potreban. Pa eto ni vjetar nije bez svrhe. On nam donosi čisti zrak iz šuma i sa pašnjaka, a biljkama udaljenim od ljudi i životinja te tvornica i vulkana dovodi potrebni ugljič. dvokis, da mogu bujnije uspijevati. Zar ne možemo sa psalmistom uskliknuti: »Gospoda neka hvale sva njegova djela«, i sjever i jug, istočnjak i zapadnjak i vatra i dim pa i krateri vulkana!

Nepobitan dokaz, da biljka uzima ugljik iz zraka, dalo je umjetno hranjenje biljka. Navesti ću taj pokus, da se može svaki, koga zanima, sam osvjedočiti. Ujedno umjetno hranjenje pokazuje, što je sve potrebno za normalan razvoj biljaka. Duboka staklena posuda napuni se destiliranom vodom. U njoj se rastope potrebne soli i to na 1 litru vode uzme se kalijiskoga nitrata (salitre) 1 gr., dalje po $\frac{1}{2}$ gr. magnezijskog sulfata (gorke soli), kalcijiskoga sulfata (sadre), te kalcijiskog fosfata. Još se doda nekoliko kubičnih centimetara rastopljene jednoprocenatne zelene galice ili nekoliko kapi željeznog klorida. I smjesa je gotova. Sadra se topi u vodi veoma teško, zato se uspe smrvljena u prah, pa će se postepeno rastapati. Biljka, koju hoćemo da gojimo, može biti kojagod n. pr. grah. Zrnje graha se metne u destiliranu vodu, da nabubri i proklije, ili još bolje metni ga u ispranu pilotinu, da u vlažnome proklije. Čim proklija i supke raširi, pričvrsti se u staklenku pomoću čepa. Staklenka se obloži nečim, što ne propušta sunčanih zraka, da korijen bude u tami kao i u naravi. Sad se više ne treba brinuti za biljku, samo ju treba izložiti sunčanim traci-ma. Grah će se razviti potpuno. Imat će normalan rast, lišće, ovetove, i donijeti će plodove kao i svaki drugi u vrtu. Nikakove razlike. Sav ugljik, jer ga u rastopini nema, uzima iz zraka, koji ga jedini opkoljuje, a ugljika je, kako smo prije čuli, polovica suhe tvari biljkine. Ovaj pokus pokazuje kako je i teorija humusa nešto istine u sebi skrivala kao i Helmontova tvrdnja o važnosti vode ali on nam i potpunu istinu otkriva naime: biljka najveći dio svoje krute tvari uzima iz zraka, drugi veliki dio iz sastavina vode (vodik i kisik), a mali dio,

tek nekoliko postotaka svoje krute tvari, uzima biljka iz zemlje.¹ Dokazalo se pokusima i analiziranjem biljaka, da sve biljke za svoj normalan razvoj trebaju 10 početa: gore navedeni ugljik, vodik i kisik, pa još dušik, fosfor i sumpor te napokon četiri kovine: kalcij, kalij, magnezij i željezo.

2. Nutarnjost tvornice.

I ugljični dvokis, koji biljka uzima iz zraka, i voda, koju korijen upija iz zemlje te u njoj rastopljene soli, anorganski su spojevi. Oni, kao takovi, ne mogu biljci služiti kao hrana. Treba ih preraditi u organske spojeve. Jer sve što je živo hrani se samo organskom hranom. *Zeleni dijelovi biljke, a poglavito listovi jedini mogu pretvoriti i pretvarati anorganske spojeve u organske.* Evo u tome leži prava zadaća lista i ujedno njegova veličina. List je takova tvornica, kojoj nema premca u prirodi. U kemiji je čovjek dosta napredovao, ali ne može izvesti, što list može. I ako u laboratoriju napravi spoj iz ugljika, vodika i kisika, nije to spoj jednak proizvodu lista, te ne može služiti živim bićima kao hrana. Najbolji nam je dokaz gladovanje Njemačke za vrijeme rata. List n. pr. napravi organski spoj iz vode i ugljika uzeta iz dvokisa u omjeru $C_6H_{10}O_5$, pa gle: jedanput zove se ovaj spoj »škrobom«, drugiput »inulinom«, trećiput opet »celulozom«. Često se može ovakovu jednom spoju organskom nadjenuti još više imena, ne iz objesti nego iz nužde. Ni škrob, ni inulin, ni celuloza nisu u naravi jedno te isto, nego svako je nešto drugoga, različna po svojstvama i djelovanju. Celulozom se mi ne možemo hraniti, škrobom možemo. Tu zaista možemo sa Mažuranićem reći: »I jest nešto« u toj tvornici lista, čega drugdje nema. List je naime živa tvornica, naši laboratoriji su mrtva. On je Božja tvornica, naši laboratoriji ljudska.

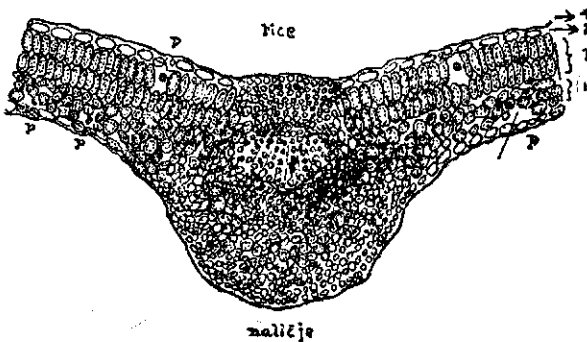
Završimo sada u tu tvornicu lista. Direktor tvornice, dragi Bog, rado će nas pustiti, da je pregledamo. Dao nam je razum pa i postavio ju je, da ga gledajuć u njegovu radu u prirodi bolje upoznamo. Per visibilia ad invisibilia. Tu ćemo upoznati nešto o njegovoj mudrosti, o njegovoj neizmjernoj moći, a ujedno upoznat ćemo njegovu ljubav i dobrotu u skrbi za nas, danju i noću. — Sve ove tvornice i ako su različne u svojoj duljini i broju spratova, u jednom su si veoma slične — uske su. To traži svrha njihova. Stupimo li u jedan sprat ove tvornice (svi su spratovi jednaki a na tisuće ih je) vidimo s južne strane uza zid u cijeloj dužini dva reda pačetvornih prostora sa užom stranom prama jugu. Sav ostali prostor prama sjeveru ispunjavaju okruglaste prostorije, koje ostavljaju radi svoga oblika između sebe mnogo prostora prazna, samo zrakom ispunjena. Otvori u vanjskom zidu tvornice, kuda zrak ulazi i izlazi su mnogobrojni. Osim toga vidimo cijevi, kojima struja voda te oblijeva prostorije, kao što ih i zrak sa svih strana opkoljuje. U prostorijama samim postavljene su mašine uz stijenke njihove. Sve su mašine jednake. Nema nikako-

vih vidljivih otvora, koji bi vodili u prostorije. Grobna tišina vlada u toj ogromnoj tvornici sa tisućama i tisućama prostorija, i sa bilijunima mašina. Nema nadglednika, dapače ni radnika. Mašine same rade, one se same i popravljaju pa i same se umnožavaju. Ni motor nije u zgradi. On je izvan nje a jedan je za sve mašine i za sve tvornice. Ove mašine rade samo danju, ali i cio dan, bio kratak ili dug. bez odmora. Noć se upotrebljava, da se nabrani materijal odveze u spremišta. Eto tako izgleda jedna od trilijuna tih listovnih tvornica. Jednostavna je, ali — tajinstvena.

Ostavimo slikovni govor pa pogledajmo jedan prerez lista. Naša slika prikazuje prerez lista jorgovanova (*Syringa vulgaris*). Prerez je napravljen okomito na ploštinu lista. Gornja strana je lice, to je južna strana tvornice, jer lice je okrenuto prama suncu, a donja naličje lista. S gornje i s donje strane ispod kutikule (tanka kožica) vidimo plosnate stanice bez klorofilnih zrnaca. Čvrsto su se priljubile jedna uz drugu. Kutikula i ovaj jednostanični sloj splosnutih stanica zove se tjenica. Tjenica služi samo za zaštitu nutarnjih stanica; ona je regbi vanjski zid tvornice. U nutrini zapaža se odmah razlika između lica i naličja. Sa strane lica dva su reda duguljastih stanica, koje su se priljubile jedna uz drugu svojom duljom stranom te se zovu palisade (drvoredi) radi oblika i poredaja. Sa strane naličja su stanice okruglaste pa se samo malo dotiču, a između njih ostaje dosta međustaničnog prostora. U ovaj ulazi zrak koji je došao kroz otvore tjenice, zvane puči. O ovim stvarima kasnije. Kroz t. zv. rebra lista i njihove ogranke dovodi se voda iz korijena te obiljeva stanice. U palisadama i okruglim stanicama nalaze se u protoplazmi uložena mikroskopski malena zelena zrnca okruglo dugoljasta oblika. (Na slici crne tačkice). To su one čarobne mašine, koje proizvode prvi organski spoj zvan škrob, iz kojega se onda prave svi drugi organski spojevi. I ova se zrnca sastoje iz protoplazme (žive sluzi) a imaju još, te i moraju imati klorofila (organski spoj sa željezom), koji im daje zelenu boju, a smjestio se u jamicama na površini zrnca. Ta su zrnca živa te se hrane i obnavljaju, a djelenjem se množe. Kod svih listova najrazličitijih biljaka klorofilna su si zrnca veoma slična, jer im je zadaća ista. Malena su, te im promjer mjeri jedva koju tisućinku milimetra, ali ima ih u ovcem listu na bilijune.

Klorofilna zrnca nalaze se dakle u protoplazmi stanice, a stanice su opkoljene sirovim materijalom zrakom i vodom u obilnoj mjeri. Nema potom zapreke nikakve, da klorofilna zrna započnu svoj rad. Ali badava ćemo čekati, ona ne rade. Kao što kod svake mašine treba pokretno sredstvo, tako treba i kod ove žive mašine jedan motor, a taj je sunce. Lako se možemo o tom osvjedočiti. Uzmimo komad vodene koje biljke i držimo ga u čaši s vodom. U hladu t. j. kad zrake sunčane ne padaju na biljku, ne opažamo ništa. Izvrnimo ju samo sunčanim zrakama i mjehuri će početi iz nje izlaziti. To je

oslobodeni kisik. Klorofilna zrnca mogu samo po danu raditi, kad ih obasjavaju oživljavajući trači sunčani. Iz iskustva znamo, šta je sunce za nas, kako nas njegove zrake razvedre, a evo vidimo, da je sunce potrebno i za ova mala zrnca, da ih potakne na rad. S pravom se veli u knjizi Sirah o suncu: »Sunce se javlja kod svoga izlaza kao čudotvorno stvorenje, kao djelo Svevišnjega. Velik je gospod, koji ga je stvorio, i po njegovu nalogu juri ono po svom putu«. Kad dakle sunce na obzoru zasja, započima odmah i rad klorofilnih zrnaca, pa za nekoliko minuta možemo opaziti, kako se proizveden materijal nagomilava u klorofilnim zrnacima te sve više i više ispunja njihov



p = pući. o = odušci. 1 = kutikula. 2 = tječne sploštene stanice. 3 = palisadne stanice sa klorofilom. 4 = okrugljaste stanice sa klorofilom. sadržaj. Koji je to materijal, rečeno je. To je škrob. Kako je sastav škroba $C_6H_{10}O_5$ t. j. ugljik, vodik, kisik u omjerima 6:10:5 vidimo, da uzima klorofilno zrnce 6 molekula uglj. dvokisa ($6C O_2$) i 5 molekula vode (H_2O) te ih spaja. Kod ove sinteze sav se kisik ugljič. dvokisa povraća natrag u zrak. U formulama izraženo: $6C O_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2$, dakle dok se napravi jedan molekul škroba treba da se razori 6 molekula dvokisa ugljič. i 5 molekula vode, a oslobodit će se 6 molekula kisika i povratiti u zrak. Biljka altruistički ne upotrebljava ovaj kisik za se nego ga po višem nalogu povraća u zrak te se tako brine, da ljudi i životine imaju čista zraka.

Pogledajmo još pući t. j. otvore za zrak u tjenici. One su opkoljene sa dvije stanice polumjesečasta oblika, koje se mogu pružiti i otvor smanjiti a skupiv se otvor povećati. Ove pući služe naimo biljci ne samo da propuste zrak nego i da ravnaju sa isparivanjem vode iz biljka. Kad je sušno vrijeme one nabubre i smanje otvor, da biljka vode ne gubi, kad je kišno otvori su veći, da suvišna voda u obliku pare može izaći. Ovo se često opetuje u naravi, da jedan organ ima više radnja da obavlja, a ipak da svim svojim dužnostima upravo uzorno odgovara. Veliki je broj pući u listu; n. pr. na jednom listu srednje veličine od kupusa ima ih više milijuna, a postavljene su

jedna od druge tako daleko, da strujanje zraka pogoduju u toj mjeri kao da bi bile stanice sa klorofilnim zrcima izvrgnute otvoreno zraku; dapače izmjena je zraka oko stanica i bolja, nego bi bila, kad bi bile na otvorenom zraku. Ipak su na ovaj način stanice sa klorofilnim zrcima zaštićene stanicama tjenice te nisu neposredno izvrgnute nepogodama vanjskim. — Kako vidimo na prerezu, sa strane lica je ovih puči manje nego sa strane naličja. Ima i to svoju promišljenu svrhu. Vodene kapljice rose i kiše te prašina uzduha lako začepe puči sa strane lica, dakle odozgor, a s donje strane ne. Kod biljka, kod kojih listovi plivaju na površini vode, puči nema na naličju, nego samo na licu, a kod biljaka u žarkim suhim predjelima uopće je puči manje.

I klorofilna zrnca kao da su razumom obdarena. Sunčano svijetlo razara klorofil, ako dugo jako na njega djeluje. Da izbjegnju toj pogibelji klorofilna zrna kod direktnog jakog osvjetljivanja okrenu prama suncu svoju užu stranu (rekli smo da su jajasta oblika) a kad je svijetlo slabije, onda suncu okrenu drugu stranu. Ima još i drugih zaštita ali ne mogu ih ovdje sve nabrajati. Predugo bi bilo. Zar nije istina da smo u ovoj tvornici upoznali nešto od mudrosti Božje, koja je tako sve predvidila i udesila, da uspjeh bude što sigurniji. A ko da se ne divi moći Božjoj, kad može pomoću ovako mikroskopskih malenih stvorova toliko milijardi centi sirovine svake godine napraviti, te se njom hrane životinje i ljudstvo. Pomislimo samo na vagune krumpira, pšenice, ječma, raži, kukuruze i riže, što ju svake godine samo ljudi pojedu. U glavnom sve je to sam škrob, rad klorofilnih zrnaca. A šta je onaj ugljen, koji služi za pogon naših tvornica i željeznica? Plod je rada klorofilnih zrnaca u ona stara vremena, kad nije bilo čovjeka na zemlji. Pa industrija pamučna, papirnata, drvena itd. ne bi se mogla razviti, da marne ručice klorofilnih zrnaca dan na dan ne rade i materijal ne nabavljaju. Zaista ne znaš, da li bi se Bogu više divio kad pogledaš na nebo u one neizmjerne prostorije sa milijunima zvijezda, koje su veće od našega sunca te neizrecive daljine, u kojima se kreću, ili bi se više divio gledajući mikroskopom one majušne stvorove od koje tisućinke milimetara, koje upored svoje sitnine izvađaju tako ogromna djela. Pravedan je usklik psalmiste promatrajući Boga u ovom djelovanju: »Ako se popnem u nebo, eto Ti si tu, ako sađem u bezdno, naći ću Te, ako uzmem krila svoja u jutro, te se nastanim na granicama mora i tamo me prati ruka tvoja i uzdržava desnica tvoja«. Dodajmo još: Ako pooštrim oko svoje mikroskopom te zavirim u dubine bića tvojih, nalazim Te u divnom djelovanju tvojem i u tvojoj nedokučeivoj svemoći«. Ovako promatrana priroda postaje privlačiva, postaje razumljiva a ujedno rasvijetljuje čovječji duh i osvježava srce, jer upoznajemo da nevidljiva Ruka s neba ravna od iskona cijelim sve-mirom u našu korist.

J. Krafnović D. I.