

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 24.03.2003.
Prihvaćeno - *Accepted*: 29.07.2003.

UDK: 630* 232.321 (*Quercus robur* L.) 001

Ivan Seletković*

DINAMIKA BIOGENIH ELEMENATA U PRIRODNIM SASTOJINAMA I ŠUMSKIM KULTURAMA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)*

*DYNAMICS OF BIOGENIC ELEMENTS IN NATURAL STANDS AND
FOREST CULTURES OF PEDUNCLED OAK (*Quercus robur* L.)*

SAŽETAK

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) jedna je od najvrjednijih i najvažnijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj. Prirodnim pomlađivanjem čuva se šumsko tlo kao najsavršeniji i najvažniji dio ekosustava, koje se po svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima razlikuje od izvanšumskih tala. Kako bi takva nešumska tla priveli tlima koja će po svojim svojstvima zadovoljavati uvjetima hrasta lužnjaka, na njih treba posaditi pionirsku vrstu drveća. Iz tih razloga u ovom se radu uspoređuje koncentracije biogenih elemenata kako u tlu tako i u biljnom materijalu sastojina hrasta lužnjaka nastalih po načelima prirodne obnove i sastojina direktno sađenih na izvanšumske površine. Rezultati kemijske analize tla dani su za sljedeće biogene elemente i parametre: ukupni, amonijski i nitratni dušik, fosfor, kalij, humus te reakciju tla. Za gore navedene elemente i parametre dan je prikaz koncentracija i vrijednosti kroz cijeli vegetacijski period na dvjema različitim dubinama uzorkovanja za oba tipa sastojine. U radu je također prikazano kretanje koncentracija dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u lišću kroz čitav vegetacijski period za prirodno i umjetno podignute sastojine. Na osnovi rezultata analiziranog biljnog materijala uočava se trend kretanja koncentracija pojedinih elemenata. Tako su koncentracije dušika, fosfora i kalija najveće na početku vegetacijskog perioda kako bi te vrijednosti postupno padale prema kraju vegetacije. Tijekom vegetacijskog perioda postupno su rasle koncentracije kalcija u lišću. Nadalje, u radu se utvrđene koncentracije biogenih elemenata u lišću uspoređuju s referentnim vrijednostima te se zaključuje kako su sve vrijednosti u okviru optimalnih, a kao iznimku tome navodi se kalij kod koga je zamijećen lagani deficit. Regresijskom analizom utvrđene su korelacije između pojedinih analiziranih varijabli. Visina srednjeg sastojinskog stabla hrasta lužnjaka za prirodne sastojine statistički se značajno razlikovala od srednjeg sastojinskog stabla hrasta lužnjaka

*Mr.sc. Ivan Seletković, Šumarski institut, Jastrebarsko, Skraćeni Magistarski rad

u kulturama. Prosječna biomasa nadzemnog dijela stabla hrasta lužnjaka u prirodnim sastojinama iznosila je 24,36kg, dok je u kulturama bila 21,16kg. Na osnovi rezultata utvrđuje se vrijeme najmanjih kolebanja hraniva u lišću hrasta lužnjaka koje se preporuča za uzimanje uzoraka radi utvrđivanja stanja ishrane. Nadalje, utvrđuje se kako koncentracije hraniva u hrastovom lišću pripadaju klasi optimalne opskrbljenosti te na osnovi toga zaključujemo kako je stanje ishrane obaju sastojina zadovoljavajuće bez obzira na način postanka. Ipak, veća biomasa srednjeg sastojinskog stabla prirodno uzgojenih sastojina hrasta lužnjaka upućuje na veću proizvodnu mogućnost očuvanih šumskih tala.

Ključne riječi: hrast lužnjak, biogeni elementi, koncentracije hraniva, stanje ishrane, biomasa, prirodne sastojine, kulture

UVOD

INTRODUCTION

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) jedna je od najvrjednijih i najvažnijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj. Oko 15% šuma u Hrvatskoj otpada na šume hrasta lužnjaka. To je druga vrsta po zastupljenosti u drvnom fondu Hrvatske, a što se tiče vrijednosti drvene mase, on se zasigurno nalazi na prvom mjestu. Njegova prirodna staništa nalazimo u dolinama velikih rijeka (Sava, Drava, Dunav, Česma i dr.) te njihovih većih i manjih pritoka. Sastojine hrasta lužnjaka pomlađuju se prirodnim putem, tzv. oplodnim sječama. Prirodnim pomlađivanjem ili prirodnom obnovom ne prekida se kontinuitet uzajamnog djelovanja i međusobnog utjecaja pojedinih članova ekosustava (stanište i biocenoza) (MATIĆ 1996). Takvim načinom obnove šuma čuva se šumsko tlo kao najsavršeniji i najvažniji dio ekosustava te je to tlo sačuvalo ona svojstva šumskog tla koja se u mnogočemu razlikuju od svojstava tala izvan šume (livadno, oranično itd.), a koje zbog njihovih svojstava nazivamo degradiranim. Šumsko tlo dio je manje ili više očuvanih ekosustava u kojima drveće svake godine, preko lišća kojeg odbacuje, vraća u tlo veći dio adsorbiranih hranjivih elemenata, a sječom stabala, koja se obavlja u dugačkim vremenskim intervalima iznosi se relativno malo mineralnih elemenata. Zbog tih se činjenica smatra kako biološko kruženje tvari nije prekinuto pa takvo tlo znatno sporije osiromašuje hranjivim tvarima. U šumarskoj znanosti i praksi poznat je način privođenja degradiranih tala u tla u kojima će biti stvoreni uvjeti za rast i razvoj hrastovih sastojina. Kako bi se takva nešumska tla privela šumi hrasta lužnjaka, ona zahtijevaju sadnju posebnih vrsta drveća, tzv. pionirskih vrsta koje imaju ulogu u poboljšanju kemijskih i fizičkih osobina tla te stvaranja uvjeta za pridolazak klimatogene vrste drveća, u ovom slučaju hrasta lužnjaka. Direktnom sadnjom sadnica na pašnjake ili livadne površine nisu stvoreni uvjeti za optimalan rast i razvoj hrastovih sastojina.

U ovom radu bit će prikazane razlike u koncentracijama biogenih elemenata kako u tlu tako i u biljnom materijalu hrasta lužnjaka u sastojinama obnovljenim po načelima prirodne obnove i sastojinama nastalim umjetnim putem direktnom sadnjom na nekadašnje pašnjačke površine.

CILJ ISTRAŽIVANJA

RESEARCH AIM

Glede problema koji se javljaju pri obnovi hrastovih sastojina te potrebe proširenja šume na nešumske površine, važnu ulogu ima biljno hranidbeni potencijal određenog staništa, kao i poznavanje promjene koncentracije hraniva tijekom vegetacijske sezone. Stanje ishrane i rast šumskog drveća jedan su od glavnih pokazatelja kvalitete staništa te se na temelju tih rezultata može dobiti jasna slika o ishrani šumskih sastojina i kultura.

Zbog toga bi ovaj rad imao sljedeće ciljeve.

utvrditi dinamiku kretanja nekih biogenih elemenata u tlu i lišću za vrijeme vegetacijskog perioda

utvrditi razlike u koncentraciji nekih biogenih elemenata u tlu glede dubine uzimanja, vremena uzorkovanja i klimatskih prilika

na osnovi utvrđene dinamike biogenih elemenata u lišću odrediti najpogodnije vrijeme uzimanja uzoraka lišća u svrhu određivanja stanja ishrane

utvrditi korelacije između koncentracije hraniva u tlu i asimilacijskim organima hrasta lužnjaka

utvrditi razlike u biljno hranidbenom potencijalu dvaju staništa.

ustanoviti postoje li razlike u stanju ishrane između sastojina podignutih na šumskim površinama prirodnim putem i kultura podignutih sadnjom sadnica na izvanšumskim površinama

METODA RADA

WORK METHOD

Metode rada koje smo primijenili u našim istraživanjima mogle bi se podijeliti u tri dijela. Prvi dio odnosi se na terenska istraživanja, drugi na laboratorijsko analiziranje uzoraka, a treći je statistička obrada podataka.

Terenski dio istraživanja odnosi se na postavljanje pokusa, taksacijsku izmjeru, uzimanje uzoraka biljnog materijala i tla te izmjera biomase nadzemnog dijela stabla. Istraživane plohe sastojina hrasta lužnjaka nalaze se na dvama lokalitetima. Prvi lokalitet nalazi se na području Šumarije Novoselec, Gospodarske jedinice "Čret- varoški lug", dok je druga lokacija područje Šumarije Čazma, Gospodarska jedinica "Čazmanske nizinske šume". Na svakom od lokaliteta osnovano je po pet pokusnih ploha, svaka veličine 0.5ha. Pokus je postavljen po metodi dvostrukog bloka s pet repeticija. Za vrijeme vegetacijskog perioda (travanj – listopad) na svakoj od deset pokusnih ploha jednom mjesečno su uzimani uzorci tla i biljnog materijala. Uzorci tla uzimani su sa dviju dubina 0-30 i 30- 60cm (rizosfera) Holandskim svrdlom. Uzorci biljnog materijala (lišća) uzimani su također jednom mjesečno u toku vegetacijskog razdoblja lovačkom puškom sačmaricom i to iz gornjeg osvjetljenog dijela krošnje. Za analizu je uzimano samo normalno razvijeno lišće. Na svakoj od pokusnih ploha otvoren je pedološki profil iz kojeg su uzeti

uzorci za analize fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Iz otvorenih pedoloških profila utvrđeno je kako tla pokusnih ploha koje predstavljaju umjetno podignutu sastojinu hrasta lužnjaka pripadaju semiglejnom tipu, dok tla prirodnih sastojina pripadaju pseudoglejnom tipu. Sredinom vegetacijskog razdoblja (srpanj) rađena je izmjera biomase nadzemnog dijela stabla. Na osnovi ranije izmjerenih opsega i visina određeno je srednje sastojinsko stablo za svaku plohu. Svako stablo sekcionirano je na deblo, žive grane, suhe grane i lišće te je rađena izmjera mase svake sekcije u svježem stanju. Nakon što su izvagani, uzeti su uzorci svake sekcije stabla te su u sušioniku sušeni na 105 °C do konstantne težine te je na osnovi tih podataka izračunata biomasa suhe tvari. Vaganje je obavljeno na vagi točnosti 1g.

Laboratorijski dio istraživanja obuhvaćao je određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla i kemijske analize biljnog materijala.

Određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla

Determination of physical and chemical properties of soil

Nakon što su uzorci osušeni i usitnjeni, za određivanje osnovnih kemijskih i fizikalnih svojstava tla korištene su standardne metode za tlo (PRIRUČNIK JDPZ 1966). Granulometrijski sastav tla određen je pipet metodom, priprema tla s Na-pirofosfatom te postupkom prosijavanja, a razvrstavanje tala prema teksturi obavljeno je prema američkoj klasifikaciji (SOIL SURVEY STAFF 1951), reakcija tla u suspenziji s vodom i M-KCl potenciometarski na pH-metru HACH EC 30, ukupni karbonati određeni su metodom po Scheibleru, humus je metodom po Tjurinu, ukupni dušik metodom po Kjeldahlu, a sadržaj fiziološki aktivnog fosfora i kalija određen je prema metodi Egner, Riehm-Domingo. Fosfor je očitavan na UV/VIS spektrofotometru PE Lambda 1A, dok je kalij određen direktno iz filtrata na plamenom fotometru Eppendorf. Nitratni dušik (NO₃) određen je kompleksom žute boje fenol-disulfonskom kiselinom (USDA 1992) na UV/VIS spektrofotometru PE Lambda 1A pri valnoj dužini 436nm. Amonijski dušik (NH₄) određen je Nesslerovim reagensom metodom po JACKSONU, (1958) te je očitavan na UV/VIS spektrofotometru PE Lambda 1A, kod valne dužine 436nm.

Kemijske analize biljnog materijala

Chemical analyses of plant material

Uzorci biljnog materijala nakon što su osušeni na 105° C usitnjeni su u specijalnom mlinu za mljevenje biljnog materijala. U uzorcima biljnog materijala spaljenog mokrim postupkom koncentriranom sumpornom kiselinom (H₂SO₄) uz dodatak katalizatora, perklorne kiseline HClO₄ određeni su kalij i kalcij na plamenom- fotometru Eppendorf, fosfor kolorimetrijski na UV/VIS spektrofotometru PF Lambda 1A, sadržaj dušika metodom po Kjeldahlu, a magnezij metodom atomske apsorpcije.

Rezultati kemijskih analiza tala i biljnog materijala analizirani su primjerenim statističkim metodama. Provedena je faktorska analiza varijance i F-test, a razlike između srednjih vrijednosti analizirane su Duncanovim testom, statističkim programom Statistica verzija 5.0, a prema procedurama opisanim u STEEL I TORRIE (1960).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

RESEARCH RESULTS

Rezultati kemijskih analiza tla

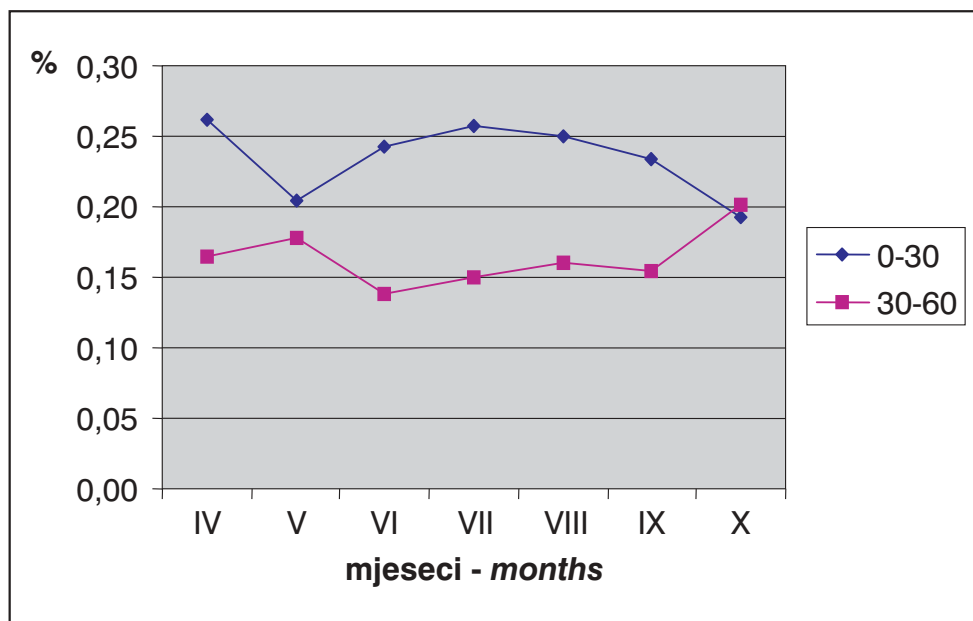
Results of chemical analyses of soil

Ukupni dušik

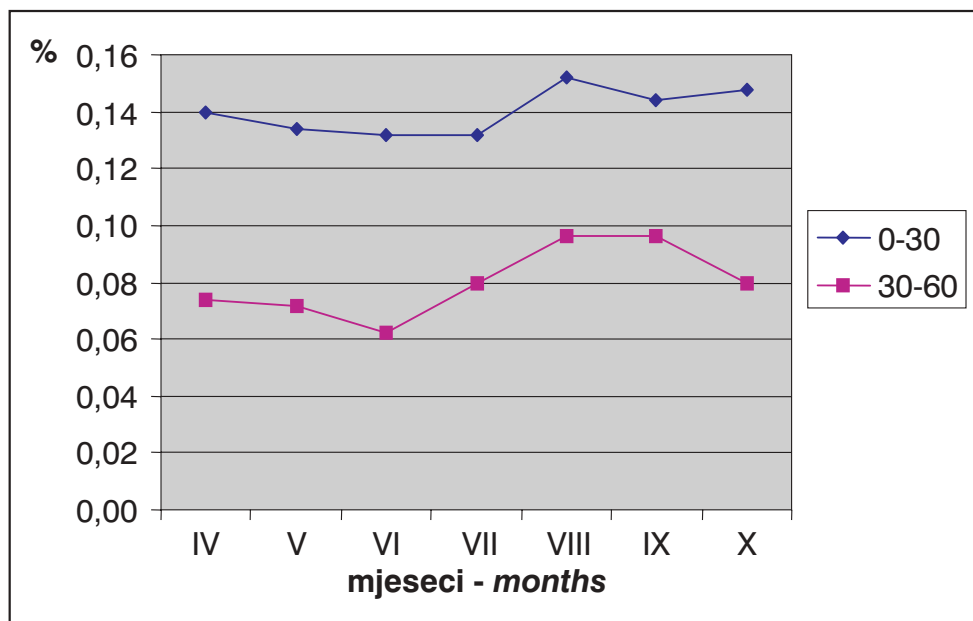
Total nitrogen

Sadržaj ukupnog dušika u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja nije se bitno mijenjao niti na jednoj od pokusnih ploha. Početkom vegetacije u kulturama hrasta lužnjaka sadržaj ukupnog dušika iznosio je 0,20% na dubini od 0-30cm, dok je za isti mjesec, ali za dubinu 30-60cm, ta vrijednost iznosila 0,16%. Krajem vegetacijskog razdoblja te su vrijednosti bile 0,19% za dubinu 0-30cm i 0,20% za dubinu 30-60cm (Grafikon 1.).

Gledajući vrijednosti za prirodnu sastojinu također možemo reći kako se sadržaj ukupnog dušik u tlu nije značajno mijenjao tokom vegetacijskog razdoblja, ali su utvrđene značajne razlike u koncentracijama glede dubine uzorkovanja (Grafikon 2.). Iz Grafikona 2. vidljivo je kako je dinamika ukupnog dušika u tlu približno jednaka na objema istraživanim dubinama. Tla kultura prema Woltmanovoj klasifikaciji (ŠKORIĆ 1973) u sloju 0-30 cm nalaze se na granici između dobro i bogato opskrbljenih tala dušikom, dok je u sloju 30-60 cm opskrbljenost



Grafikon 1. Dinamika ukupnog dušika u tlu kultura kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 1. Dynamics of total nitrogen in the soil of cultures through the vegetation period



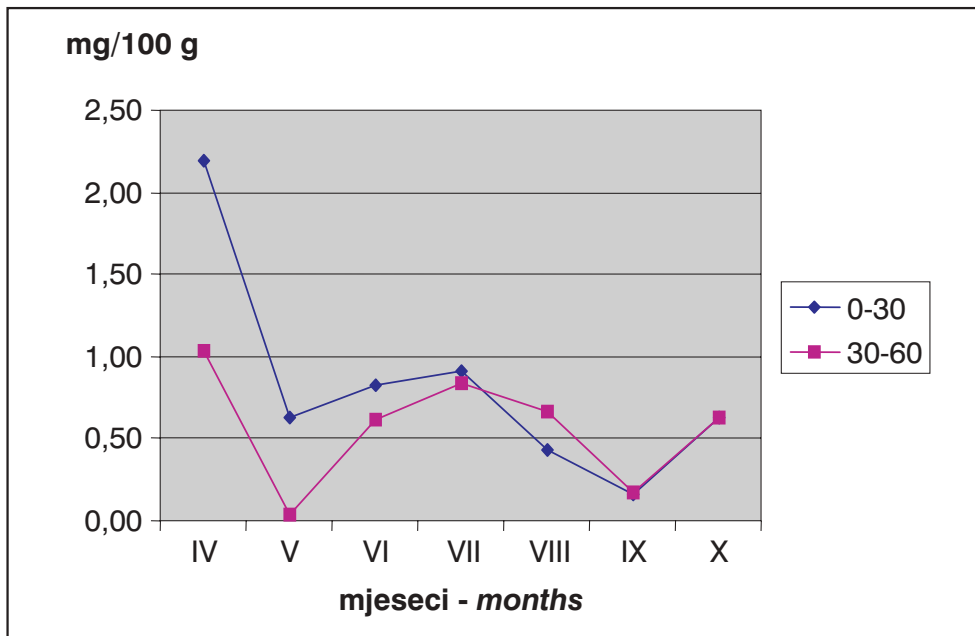
Grafikon 2. Dinamika ukupnog dušika u tlu prirodnih sastojina kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 2. Dynamics of total nitrogen in the soil of natural stands through the vegetation period

dušikom dobra. Tla prirodnih sastojina dobro su opskrbljena ukupnim dušikom u sloju 0-30cm dok je u sloju 30-60 cm opskrbljenost ukupnim dušikom umjerena. Vrijednosti ukupnog dušika u tlu treba promatrati kao relativne, jer za ishranu biljaka puno su važnije koncentracije biljkama pristupačnih formi dušika. Iz tih je razloga u ovom radu, osim sadržaja ukupnog dušika, u tlu određivan i mineralni oblik dušika.

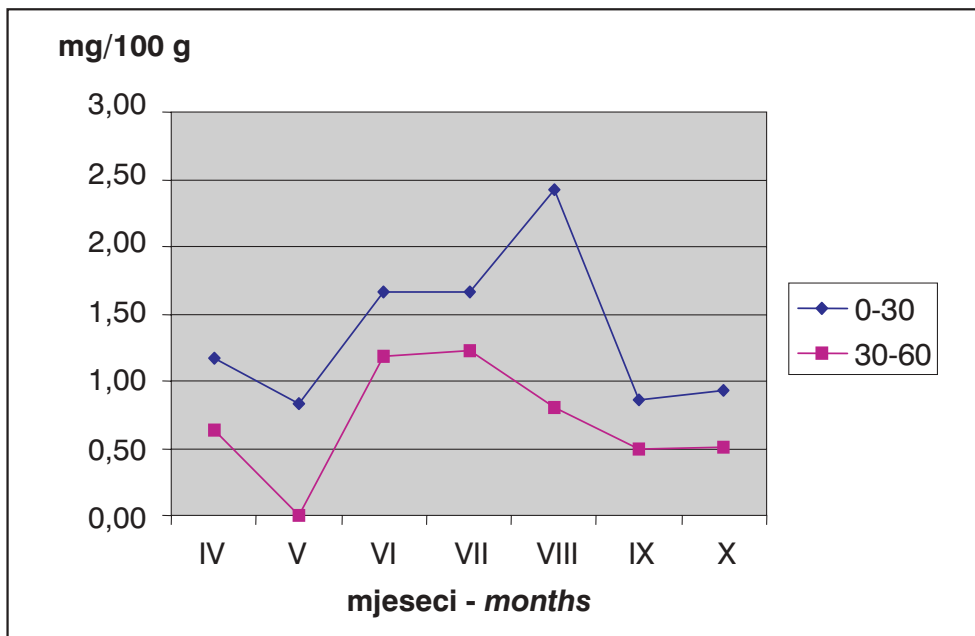
Amonijski dušik (NH_4^+) *Ammonium nitrogen (NH_4^+)*

Dinamika amonijskog dušika za vrijeme vegetacijskog razdoblja u obama tipovima tala i na različitim dubinama, prikazana je na Grafikonima 3. i 4. Najveće koncentracije amonijskog dušika u tlima na kojima su umjetno podignute sastojine zabilježene su početkom vegetacije (IV.mjesec) kako bi odmicanjem vegetacije koncentracije postupno padale.

Drukčiji tijek kretanja koncentracija amonijaka zabilježen je u pseudoglejnim tlima prirodnih sastojina. Najniže koncentracije uočene su u travnju i svibnju zatim se postupno povećavaju do kolovoza, nakon čega padaju do vrijednosti jednakih onima s početka vegetacije. Ista dinamika za prirodne i umjetne sastojine zabilježena je i na dubini 30-60cm, s tom razlikom da su koncentracije na toj dubini uvijek bile značajno manje.



Grafikon 3. Dinamika amonijskog dušika u tlu kultura kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 3. Dynamics of ammonium nitrogen in the soil cultures through the vegetation period

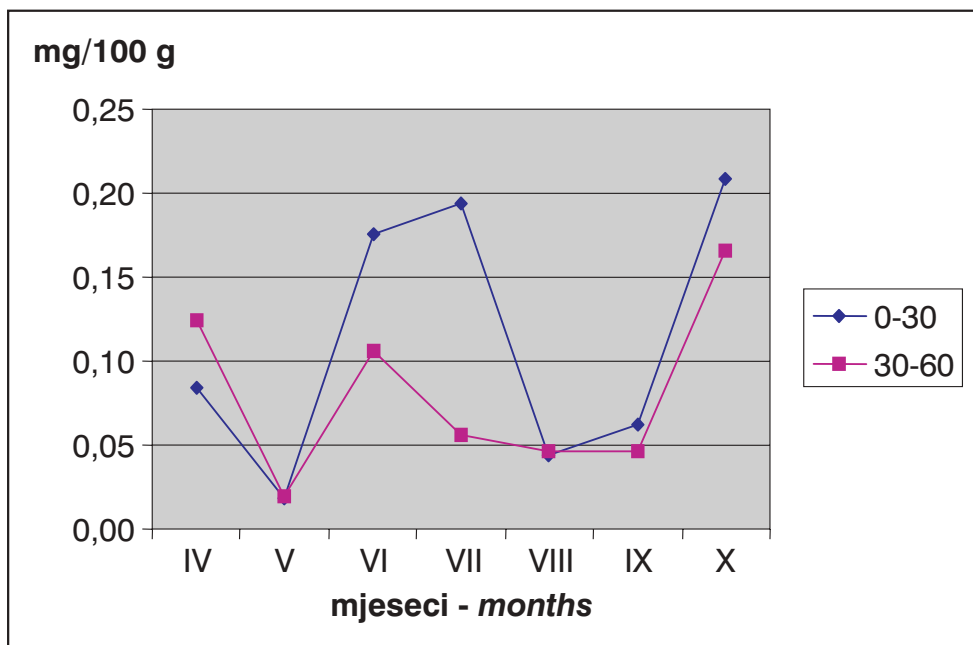


Grafikon 4. Dinamika amonijskog dušika u tlu prirodnih sastojina kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 4. Dynamics of ammonium of nitrogen in the soil of natural stands through the vegetation period

Nitratni dušik (NO_3^-)
Nitrate nitrogen (NO_3^-)

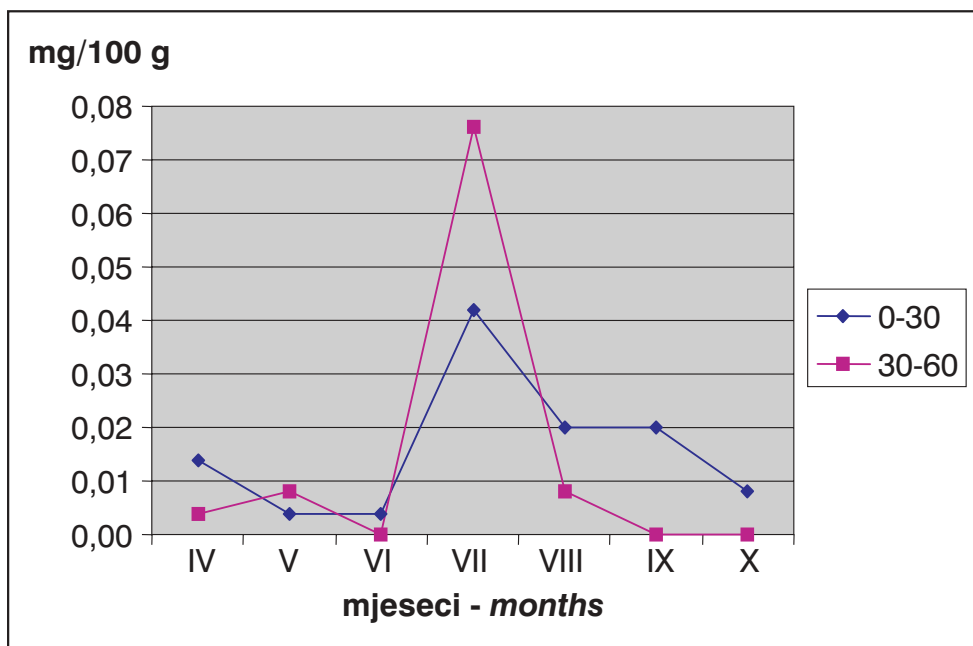
Kretanje koncentracija nitratnog dušika u vrijeme vegetacijskog razdoblja za oba tipa sastojina i po različitim dubinama uzorkovanja prikazano je u Grafikoni-
ma 5. i 6. Općenito gledavši, možemo reći kako je puno veći udio amonijskog
dušika od nitratnog dušika u obama tipovima sastojina. U sastojinama nastalim
umjetnim putem sadnjom sadnica hrasta lužnjaka, nitratni oblik dušika imao je
sljedeću dinamiku: početkom vegetacije (travanj) zabilježene su vrijednosti od
0,08mg/100g tla. U svibnju je ta koncentracija iznosila 0,02mg/100g tla kako bi
rasla do srpnja kada je zabilježena vrijednost od 0,19mg/100g tla, a zatim padala
do rujna (Grafikon 5.). Od rujna do listopada koncentracija nitrata raste te u listo-
padu postiže svoj maksimum koji iznosi 0,21 mg/100 g tla. Isti tijek kretanja kon-
centracija nitratnog dušika zabilježen je i na dubini od 30-60cm s time da su njego-
ve vrijednosti bile niže.

U tlima prirodnih sastojina hrasta lužnjaka, tijekom cijelog vegetacijskog raz-
doblja zabilježene su niske koncentracije nitratnog dušika na objema uzorkovanim
dubinama. Najveće koncentracije zabilježene su za obje dubine u srpnju (Grafikon
6.) za dubinu 0-30cm 0,04mg/100g tla , a za dubinu 30-60 cm 0,08 mg/100g tla.
U ostalom dijelu vegetacije nitratni dušik zabilježen je samo u tragovima. Proma-
trajući ove rezultate sa statističkog gledišta, možemo reći kako su utvrđene
značajne razlike u koncentracijama nitratnog dušika između dvaju tipova sastoji-



Grafikon 5. Dinamika nitratnog dušika u tlu kultura kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 5. Dynamics of nitrate nitrogen in the soil cultures through the vegetation period

na. Također je utvrđena i razlika u koncentracijama po mjesecima uzorkovanja, dok po dubinama uzorkovanja nije utvrđena značajna razlika u koncentracijama.

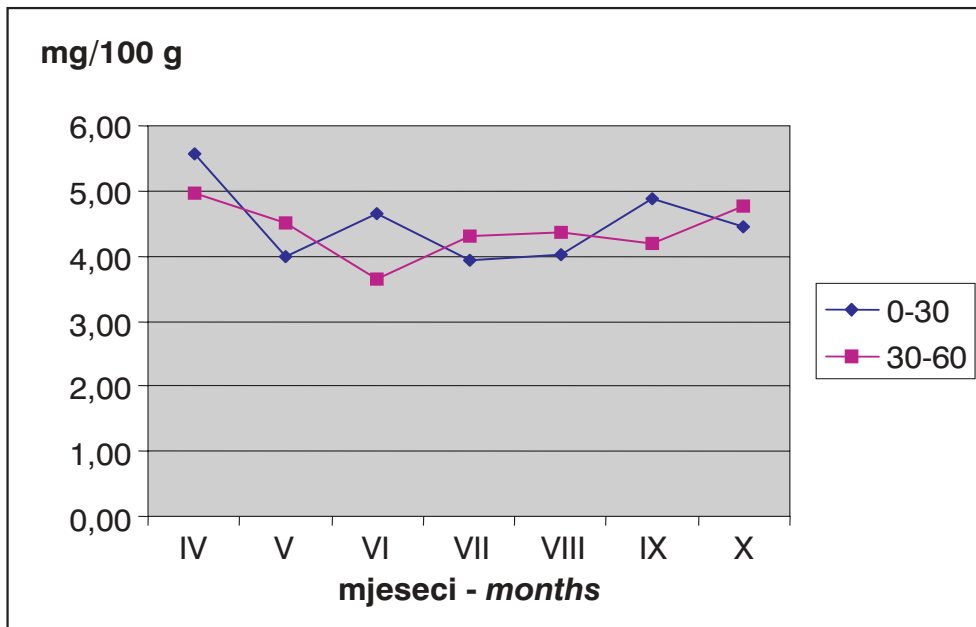


Grafikon 6. Dinamika nitratnog dušika u tlu prirodnih sastojina kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 6. Dynamics of nitrate nitroge of in the soil of natural standst through the vegetation period

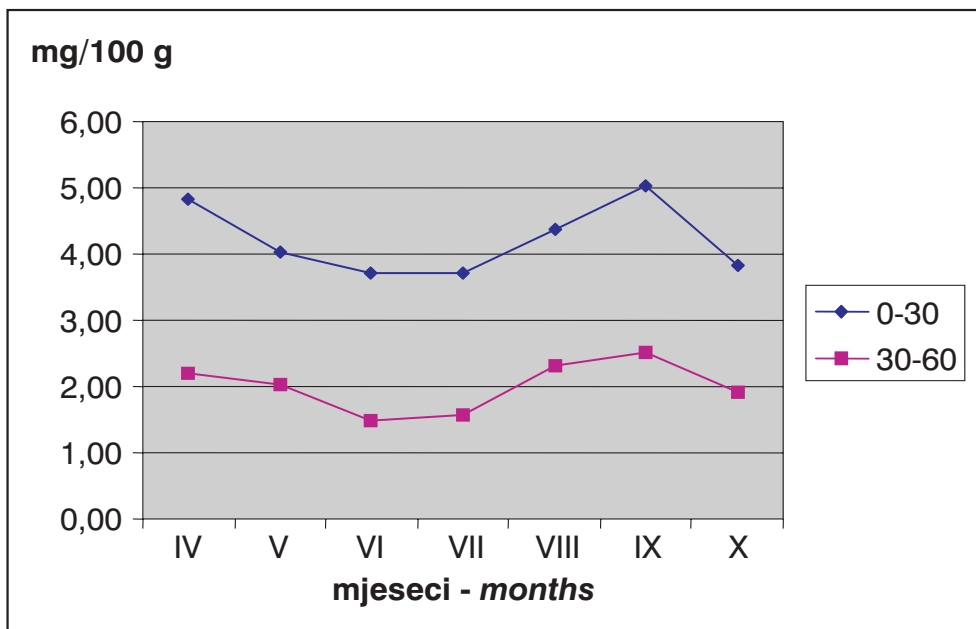
Fosfor *Phosphorus*

Za ilustraciju, opskrbljenost ovih tala fosforom procjenjujemo na osnovi razine fiziološki aktivnog fosfora (P_2O_5) tijekom vegetacijskog razdoblja (Grafikoni 7. i 8.). Općenito, utvrđena je značajna razlika ($p < 0,05$) u koncentracijama biljkama pristupačnog fosfora između dvaju tipova sastojina. Značajne razlike u koncentracijama fosfora utvrđene su i na različitim dubinama tala. Razlike u koncentracijama fosfora među mjesecima u vegetacijskom razdoblju postoje, ali nisu statistički značajne.

Prema pedološkom praktikumu (ŠKORIĆ 1973) tla obaju lokaliteta na objema dubinama spadaju u klasu slabo opskrbljenih tala pristupačnim fosforom, što je vjerojatno posljedica brze transformacije u slabo pristupačne oblike. Kako su oba tipa tla kisele reakcije, bile su i za očekivati tako niske koncentracije fosfora.



Grafikon 7. Dinamika fiziološki aktivnog fosfora u tlu kultura kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 7. Dynamics of physiologically active phosphorus in the soil of cultures through the vegetation period

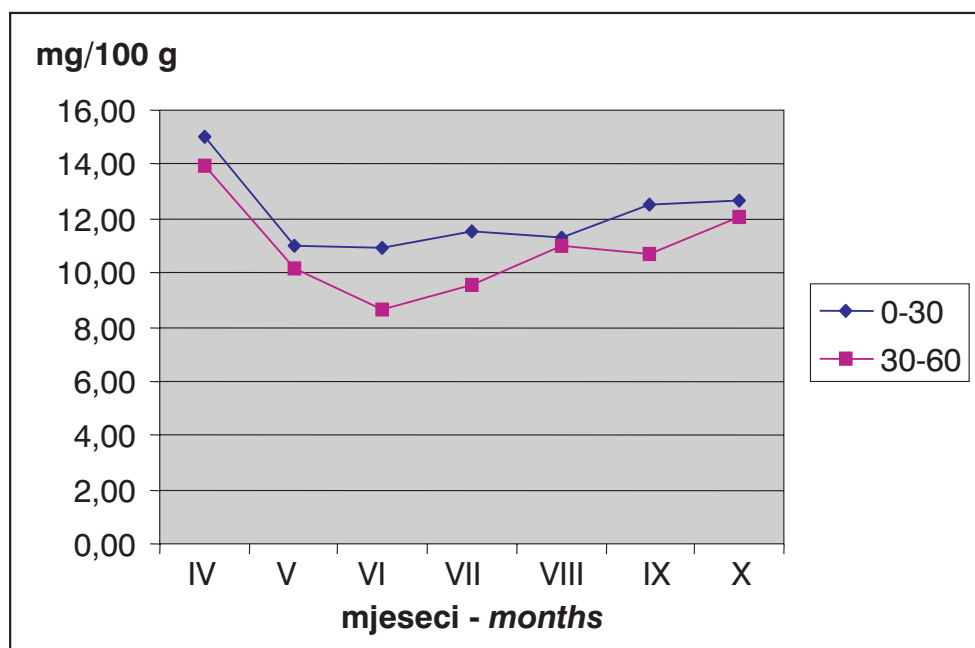


Grafikon 8. Dinamika fiziološki aktivnog P u tlu prirodnih sastojina kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 8. Dynamics of physiologically active phosphorus in the soil of natural stands through the vegetation period

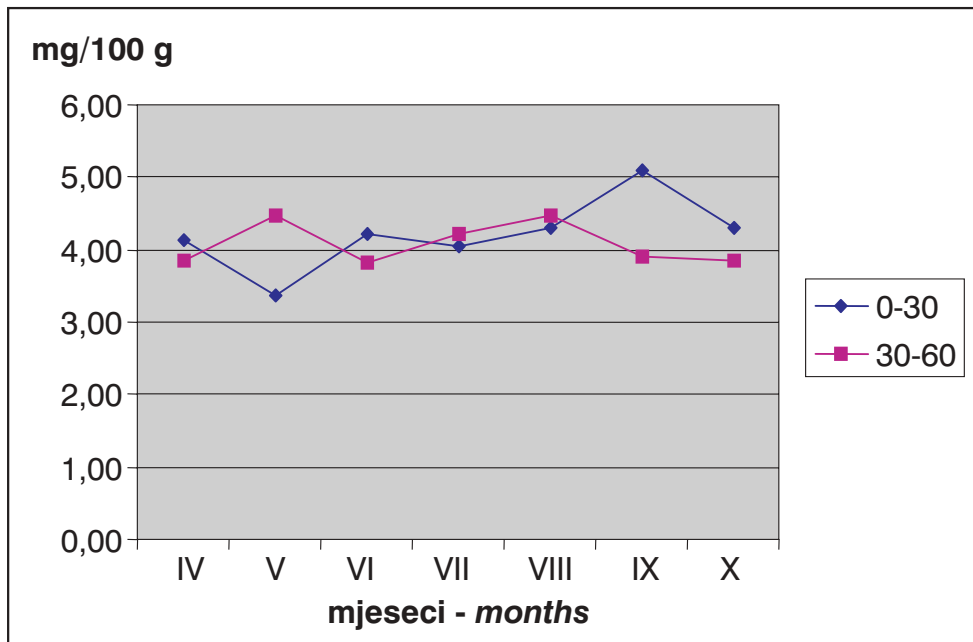
Kalij
Potassium

Koncentracije biljkama pristupačnog kalija u tlu nisu pokazivale velika odstupanja tijekom vegetacijskog razdoblja na obama lokalitetima (Grafikoni 9. i 10.). Iako odstupanja u koncentracijama po mjesecima uzorkovanja postoje, nisu statistički značajna. Također, značajne razlike u koncentracijama biljci pristupačnog kalija nisu utvrđene ni na različitim dubinama uzorkovanja. Statistički opravdane razlike u koncentracijama utvrđene su između tipova sastojina u sastojinama podignutim umjetnim putem sadnjom sadnica zabilježene su veće vrijednosti kalija u tlu u svim mjesecima uzorkovanja i svim dubinama uzorkovanja.

Općenito ocjenjujući opskrbljenost tala pristupačnim kalijem, možemo zaključiti kako su tla na kojima su podignute umjetne sastojine, prema AL-metodi, osrednje opskrbljena kalijem na objema dubinama. Drukčije je stanje kada promatramo tla na kojima rastu prirodno uzgojene sastojine hrasta lužnjaka. Tla tih sastojina, prema gore navedenoj klasifikaciji, pripadaju klasi slabo opskrbljenih tala kalijem na objema dubinama uzorkovanja. Razlog većih koncentracija kalija u tlima pod kulturama, najvjerojatnije možemo tražiti u njihovoj teksturi.



Grafikon 9. Dinamika fiziološki aktivnog kalija u tlu kultura
Graph 9. Dynamics of physiologically active potassium in the soil of cultures through the vegetation period



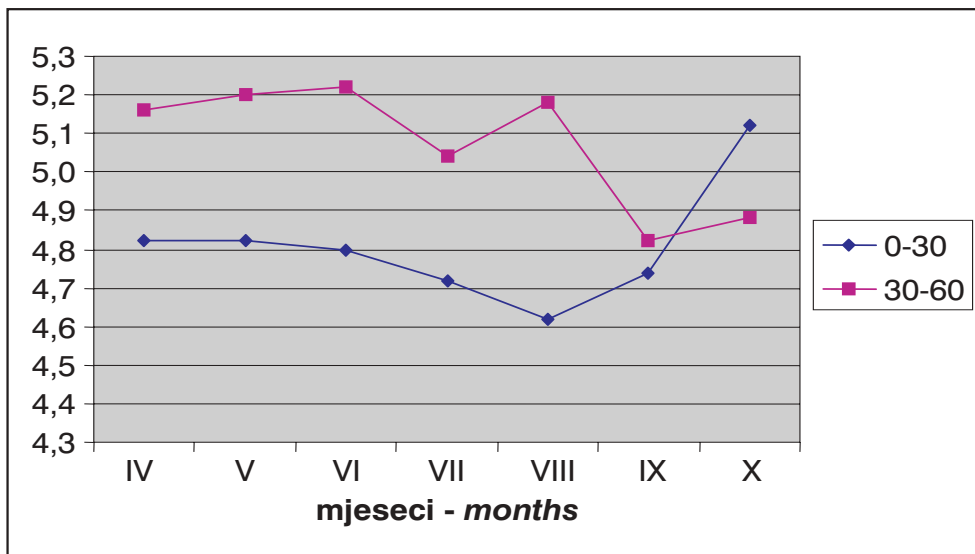
Grafikon 10. Dinamika fiziološki aktivnog kalija u tlu prirodnih sastojina
Graph 10. Dynamics of physiologically active potassium in the soil of natural stands through the vegetation period

Humus *Humus*

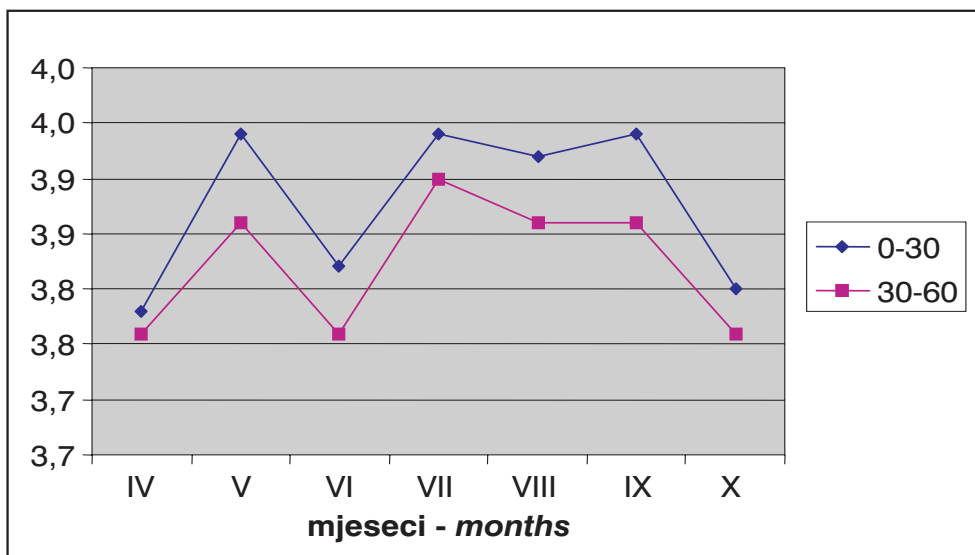
Organska tvar u tlu predstavlja rezervni oblik hraniva. Kako bi hraniva, vezana u organskom obliku, biljci postala pristupačna moraju se razgraditi mikrobiološkom aktivnosti. U toku transformacije organskih ostataka međuprodukti razlaganja stupaju u sekundarnu sintezu, gradeći složene visokomolekularne tvari koje nazivamo huminskim tvarima. Huminska tvar pomiješana s međuproduktima raspadanja naziva se humus. U ishrani bilja humus ima veliko značenje, zbog svog velikog kapaciteta adsorpcije i zbog toga što je dinamička tvorevina koja se neprekidno razgrađuje i sintetizira te se stoga iz njega postepeno oslobađaju hranive tvari koje biljka može koristiti. Takav način stvaranja hraniva naročito je važan za neke elemente čije otopljene forme nisu postojane u tlu (nitrati i fosfati). Istraživanja tla umjetnih sastojina, glede sadržaja humusa u površinskom sloju (dubina 0-30cm) možemo prema Gračaninovoj klasifikaciji svrstati u red dosta humoznih tala, dok su tla prirodnih ploha svrstana u klasu slabo humoznih tala. Na dubini 30-60cm (zona rizosfere) oba tipa tla spadaju, prema gore navedenoj klasifikaciji, u slabo humozna. Značajne razlike među tipovima ploha, kao i među dubinama uzorkovanja, postoje, dok se sadržaj humusa po mjesecima uzorkovanja nije statistički bitno mijenjao.

Reakcija tla (u 1M-KCl)
Soil reaction (in 1M-KCl)

Reakcija tla (pH-vrijednost) jedan je od važnijih čimbenika koji utječu na usvajanje hraniva. Analize uzoraka istraživanih tala pokazuju kako se ovdje radi o tlima



Grafikon 11. Dinamika pH u tlu kultura kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 11. Dynamics of pH in the soil of cultures through the vegetation period



Grafikon 12. Dinamika pH u tlu prirodnih sastojina kroz vegetacijsko razdoblje
Graph 12. Dynamics of pH in the soil of natural stands through the vegetation period

različitih pH-vrijednosti, što potvrđuje i statistička obrada podataka. Iako su razlike u pH-vrijednostima između dvaju tipova ploha te dubinama uzorkovanja značajne, značajna razlika u pH-vrijednosti tla za pojedine mjesece nije ustanovljena. Tla kultura hrasta lužnjaka spadaju, prema klasifikaciji u kisela, dok su tla prirodnih sastojina jako kisele reakcije. Kretanje pH-vrijednosti u vrijeme vegetacije i po različitim dubinama te tipovima sastojina grafički je prikazano u Grafikonima 11. i 12.

Rezultati kemijskih analiza biljnog materijala

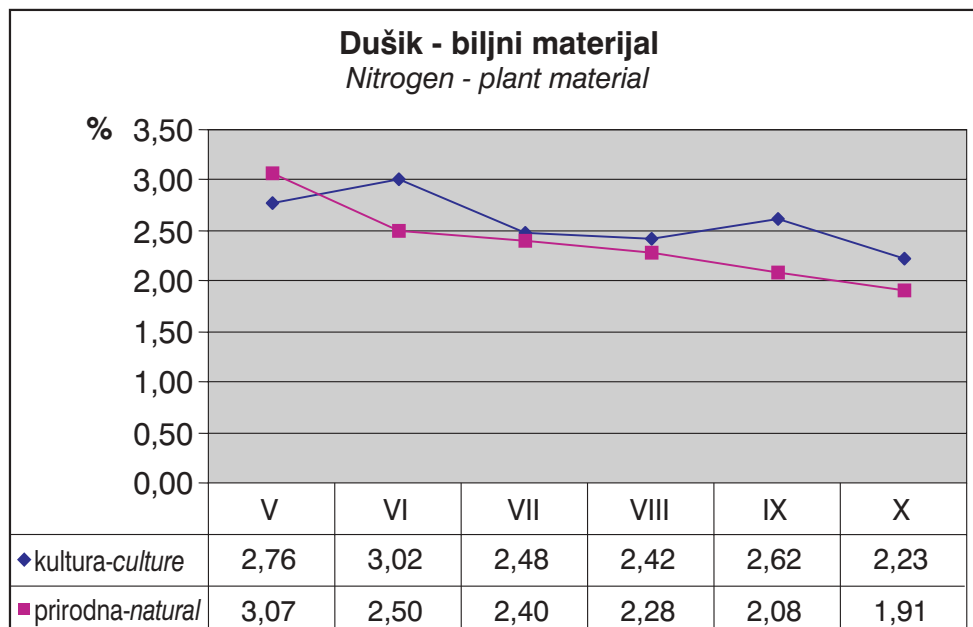
Results of chemical analyses of plant material

Koncentracija pojedinih hraniva u lišću ovisi o puno čimbenika, kao što su npr. količina i raspored oborina tijekom vegetacije, dužini vegetacije, količini hraniva u tlu, vremenu uzimanja uzoraka, antagonizmu i pokretljivosti iona. Potpuniju sliku o opskrbljenosti tla hranivima, odnosno o njihovoj pristupačnosti biljci dobivamo ako zajednički promatramo analize tla i biljnog materijala te ćemo stoga ovdje prikazati dobivene rezultate koncentracija nekih biogenih elemenata u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacijskog perioda.

Dušik

Nitrogen

Koncentracije ukupnog dušika u lišću varirale su tijekom vegetacijskog razdoblja. Iz grafičkog prikaza (Grafikon 13.) vidljiv je padajući trend koncentracija



Grafikon 13. Dinamika ukupnog dušika u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacije
 Graph 13. Dynamics of total nitrogen in the foliage of peduncled oak during the vegetation period

ukupnog dušika tijekom vegetacijskog perioda (maksimalne vrijednosti zabilježene su na početku vegetacije, minimalne na kraju). Statistički opravdane razlike u koncentracijama ukupnog dušika utvrđene su između dvaju tipova sastojina i među koncentracijama u pojedinim mjesecima uzorkovanja.

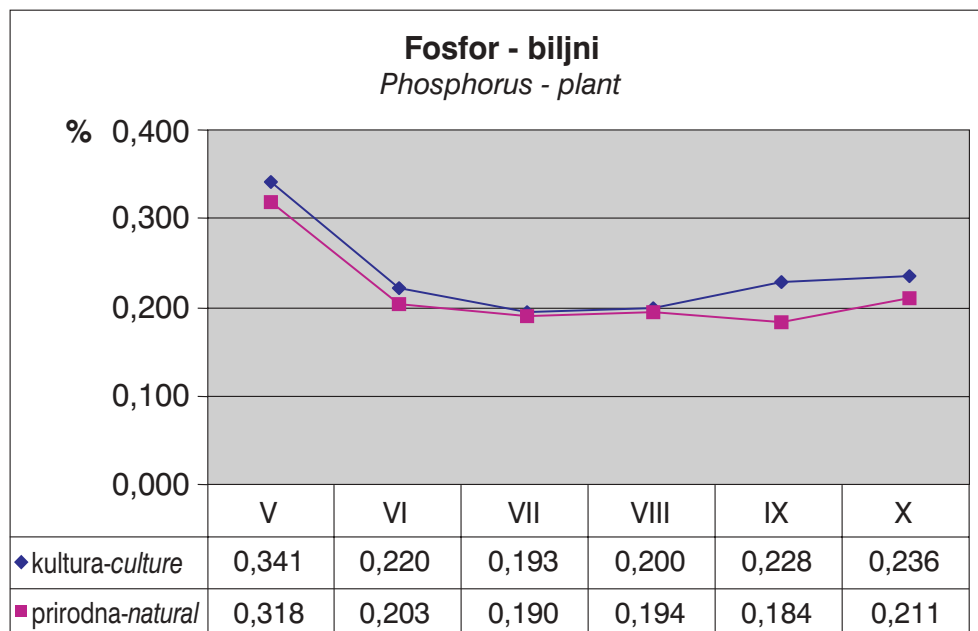
U sastojinama nastalim umjetnim načinom kroz cijeli je vegetacijski period utvrđena veća koncentracija ukupnog dušika u lišću u odnosu na koncentracije u lišću prirodnih sastojina.. Uspoređujući vrijednosti koje smo dobili u našim istraživanjima, s referentnim vrijednostima koncentracija koje su za hrast lužnjak dali mnogi autori, utvrđujemo kako se koncentracije ukupnog dušika u svim analiziranim rokovima kreću u okviru optimalnih vrijednosti od 2,0 do 3,0 %.

Fosfor

Phosphorus

Dinamika fosfora u lišću hrasta lužnjaka tijekom vegetacijskog razdoblja prikazana je u Grafikonu 14. Linija kretanja koncentracija fosfora u lišću slična je onoj u dušika, tj. koncentracije fosfora padaju tijekom vegetacije.

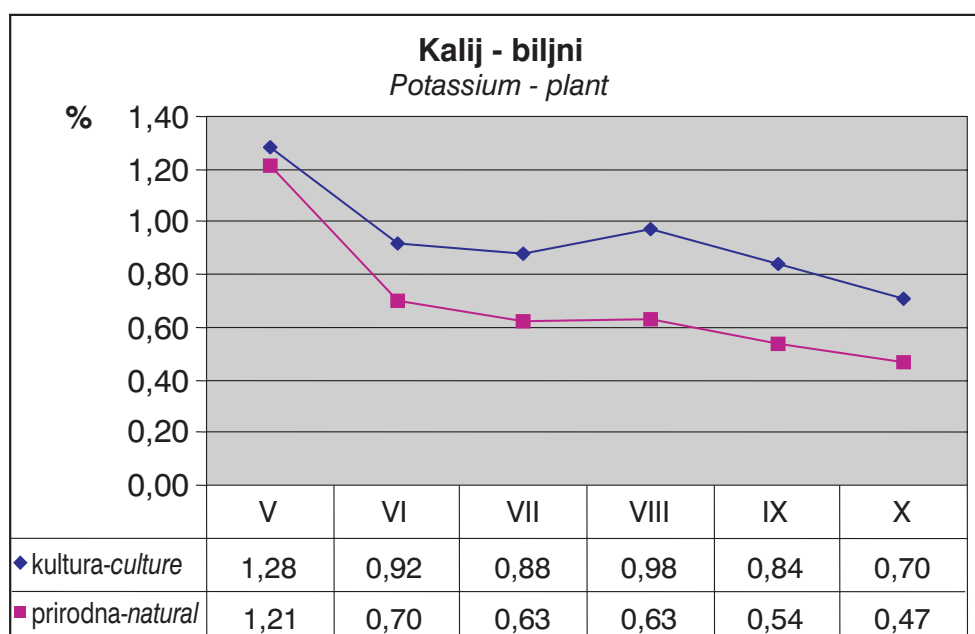
Analizom varijance utvrđene su značajne razlike u koncentraciji fosfora u lišću kako među pojedinim mjesecima tako i među tipovima sastojina. Koncentracije fosfora u lišću obaju tipova sastojina tijekom vegetacije u granicama su optimalnih vrijednosti.



Grafikon 14. Dinamika fosfora u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacije
 Graph 14. Dynamics of phosphorus in the foliage of peduncled oak during the vegetation period

Kalij
Potassium

Kretanje koncentracija kalija u lišću hrasta lužnjaka tokom vegetacijskog razdoblja gotovo je identično kretanju dušika u lišću. Razvidno je kako su koncentracije kalija početkom vegetacije bile u granicama optimalnih vrijednosti. One su tijekom vegetacije padale do kritičnih vrijednosti, pri kojima su se trebali javiti simptomi njegove deficijencije. Ovakvo kretanje koncentracija kalija zabilježeno je u biljnim materijalima obaju tipova sastojina (Grafikon 15.).



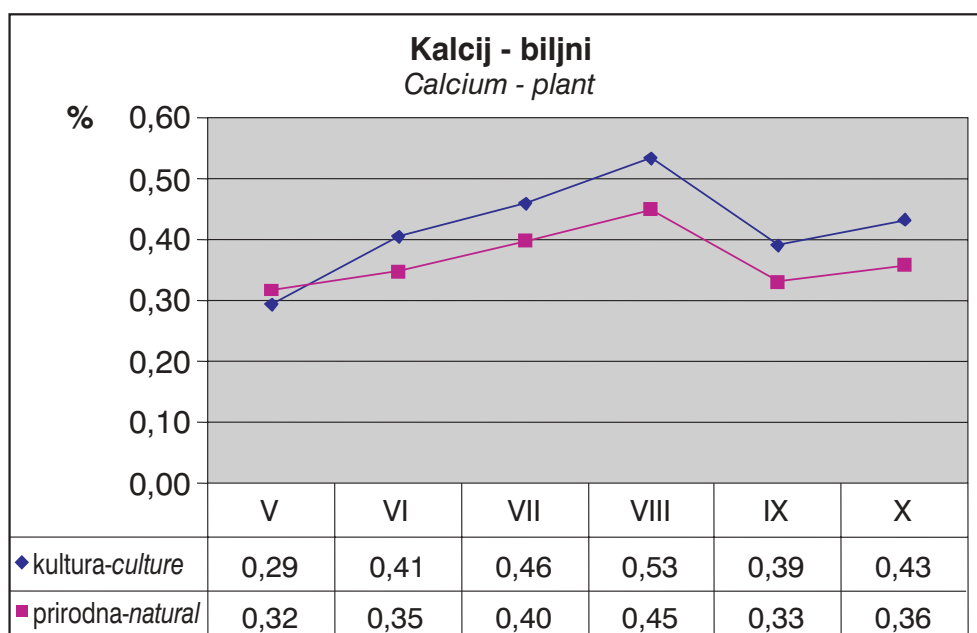
Grafikon 15. Dinamika kalija u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacije
Graph 15. Dynamics of potassium in the foliage of peduncled oak during the vegetation period

Uvrđene su značajne razlike u koncentraciji kalija u lišću između dvaju tipova sastojina. Veće koncentracije zabilježene su u lišću umjetno podignutih sastojina. Optimalna koncentracija kalija u lišću hrasta lužnjaka kreće se, prema FIEDLERU i HÖHNE (1985), u rasponu od 1,00 do 1,50%. Uspoređujući ih s rezultatima naših istraživanja, možemo reći kako su koncentracije kalija početkom vegetacije u obama tipovima sastojina u granicama optimalnih koncentracija. Odmicanjem vegetacijskog perioda koncentracije kalija u lišću postupno su padale sve do deficitarnih vrijednosti. Međutim, utvrđene koncentracije nisu rezultirale pojavom simptoma deficijencije kalija na lišću hrasta lužnjaka.

Kalcij
Calcium

Potpuno drukčija dinamika kalcija u lišću za vrijeme vegetacije u odnosu na dušik, fosfor i kalij zabilježena je u našim istraživanjima. Dok je za prije navedena tri elementa zabilježeno opadanje koncentracije, kod kalcija je zabilježen trend porasta koncentracija u listu tijekom vegetacije (Grafikon 16.).

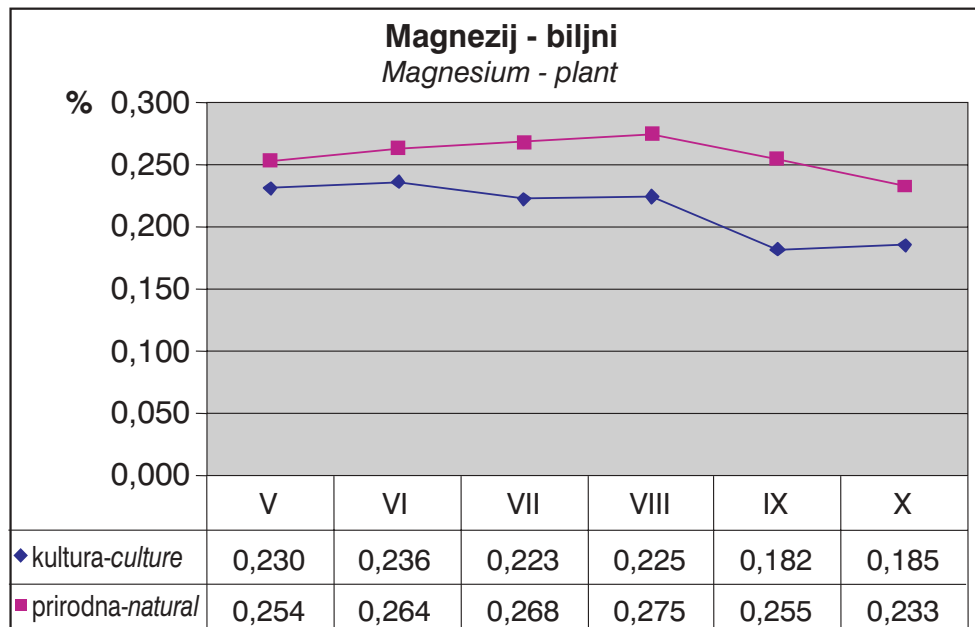
Uspoređujući vrijednosti koncentracija s optimalnim vrijednostima kalcija u lišću hrasta lužnjaka, prema FIEDLERU i HÖHNE (1985), možemo utvrditi kako se iste nalaze u okviru optimalnih vrijednosti u obama tipovima sastojina.



Grafikon 16. Dinamika kalcija u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacije
 Graph 16. Dynamics of calcium in the foliage of peduncled oak during the vegetation period

Magnezij
Magnesium

Kretanje koncentracija magnezija u lišću hrasta lužnjaka u sastojinama različitim po postanku, prikazano je na Grafikonu 17. Iz grafikona je vidljivo kako je dinamika magnezija tijekom vegetacije podjednaka u obama tipovima sastojina, s razlikom u vrijednosti koncentracije. Uspoređujući ove vrijednosti koncentracija s optimalnim vrijednostima (0,15-0,30%) koje su za hrast lužnjak dali mnogi autori, utvrđujemo kako su koncentracije magnezija tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja bile u granicama optimalnih vrijednosti kako u lišću prirodnih tako i u lišću umjetnih sastojina. Veće koncentracije magnezija kroz čitavu vegetaciju zabilježene su u lišću prirodnih sastojina.



Grafikon 17. Dinamika magnezija u lišću hrasta lužnjaka za vrijeme vegetacije
Graph 17. Dynamics of total magnesium in the foliage of peduncled oak during the vegetation period

Odnos hraniva u biljnom materijalu i tlu

Relation between nutrients in plant material and soil

Kao jedan od ciljeva ovog istraživanja je i određivanje međuovisnosti između mjenjenih varijabli kako u tlu tako i u biljnom materijalu. Ovisnost je promatrana univarijatno korelacijskim odnosom varijabli (Tablica 1.) te multivarijatno eksploratornom metodom faktorske analize.

Faktorska analiza

Factor analysis

Cilj primjene eksploratorne faktorske analize je u utvrđivanju temeljnih faktora ili izvora varijacija ili kovarijacija između promatranih varijabli. Osim utvrđivanja međuovisnosti između pojedinih varijabli u tlu, odnosno u biljnom materijalu, od presudnog je značenja utvrditi uzročno-posljedičnu povezanost između hraniva u biljnom materijalu s karakteristikama tala, odnosno istražiti međuodnose na relaciji biljka-tlo.

Metoda faktorske analize rađena je ovim sljedom: Pronalaženje međuodnosa varijabli rađeno je ekstrahiranjem faktora prema Maximum likelihood factors metodi koja je pogodna kod istraživanja strukture podataka. Izdvojeni su faktori koji na sebe vežu manje i manje varijance, s tim da su u konačnom razmatranju ostavljeni samo oni koji zadovoljavaju Kaiserov kriterij (eigenvalues > 1). Primijenjena je Varimax raw metoda rotacije odnosno maksimiziranja varijance unutar svakog faktora.

Faktorskom analizom izdvojeno je pet faktora koji ukupno objašnjavaju 57,87% varijance. U prvi faktor ulaze varijable koje označavaju povezanost između svojstava tala (humus, pH), hraniva u tlu (ukupni dušik, kalij) s manganom u biljnom materijalu. Prvi faktor obuhvaća 20,82% ukupne varijance. Drugi i treći pokazuju međuovisnost između amonijskog i mineralnog oblika dušika u pojedinim slojevima tala. Njima je opisano 14,02% odnosno 13,19% ukupne varijance. Četvrti faktor pokazuje vezu između fosfora na dvjema različitim dubinama tala. Njime je opisano 6,6% ukupne varijance. Korelacije varijabli koje čine peti faktor nisu jako izražene, ali postoji određena povezanost između ukupnog dušika u površinskom sloju tla te magnezija u biljnom materijalu.

Tablica 1. Faktorska analiza
Table 1. Factor analysis

(Marked loadings are > ,700000)					
Variabla	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
N_AMO_I	-0,17171	0,111708	0,951277	0,012426	-0,04549
N_NIT_I	0,446475	0,129034	0,062669	0,291901	0,327252
N_MIN_I	-0,1342	0,122766	0,957589	0,037721	-0,01362
N_UK_I	0,448506	0,014482	-0,06146	0,099959	0,688334
P_I	-0,00833	-0,05963	0,107558	0,923196	-0,04873
K_I	0,630018	-0,05913	-0,08319	0,605241	0,325033
HUM_I	0,371827	-0,01052	-0,08854	-0,01916	0,249055
PH_I	0,83339	-0,10199	-0,13854	0,093744	0,182563
C_N_I	-0,57029	0,020177	0,212008	-0,12007	-0,20562
N_AMO_II	-0,11013	0,956782	0,109328	-0,08308	0,000959
N_NIT_II	0,484614	0,121905	0,097056	0,282278	-0,12486
N_MIN_II	-0,02931	0,962756	0,123611	-0,03811	-0,02878
N_UK_II	0,866547	-0,03074	-0,1649	0,064996	-0,1288
P_II	0,455721	-0,14317	-0,05324	0,733863	0,083977
K_II	0,814765	-0,08675	-0,16038	0,355696	0,109607
HUM_II	0,694526	-0,10721	-0,12307	-0,0209	0,062782
PH_II	0,729438	-0,06081	-0,11079	0,111639	0,479393
C_N_II	-0,17705	0,347754	-0,02199	-0,14932	0,071378
BILJ_ZN	0,460824	-0,07057	0,022165	0,192732	0,078682
BILJ_FE	-0,28622	0,098621	0,257188	0,139253	-0,32519
BI_MG	-0,48655	0,060471	0,405273	0,083171	-0,21509
BI_MN	-0,73589	0,108716	0,163175	0,010236	-0,41243
BI_CA	0,432295	0,30174	0,144168	-0,0244	0,107408
BI_P	0,123429	0,015236	0,151972	0,382683	0,088155
B_I_K	0,339865	-0,35322	-0,06916	0,029255	0,277685
BI_N	0,082891	-0,2328	0,004655	-0,00557	0,331343
Expl. Var	6,316113	2,385087	2,346574	2,342973	1,654242
Prp. Totl	0,242927	0,091734	0,090253	0,090114	0,063625

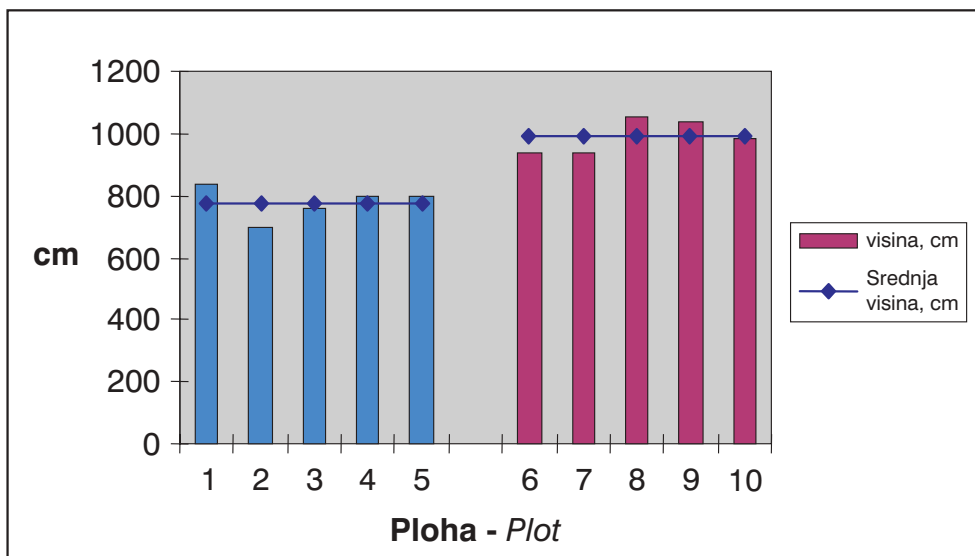
U petom faktoru izdvojeno je samo 3,22% ukupne varijance. Regresijskom analizom utvrđene su neki korelacijski faktori. Jaka pozitivna korelacija ($r=0,94$) utvrđena je između koncentracija amonijskog i mineralnog dušika u tlu. Srednje jaka pozitivna korelacija utvrđena je između pH-vrijednosti tla i koncentracija

ukupnog dušika u tlu ($r = 0,68$), koncentracija kalija u tlu i pH-vrijednosti tla ($r = 0,63$), koncentracija kalija na različitim dubinama ($r = 0,80$), koncentracija nitratnog dušika i pH-vrijednosti ($r = 0,53$) i sadržaja humusa i pH-vrijednosti tla ($r = 0,66$). Srednje jaka negativna korelacija utvrđena je između sljedećih varijabli: koncentracija magnezija u biljnom materijalu i pH-vrijednosti tla ($r = -0,56$), koncentracija mangana u biljnom materijalu i pH-vrijednosti tla ($r = -0,73$), koncentracija mangana u biljnom materijalu i kalija u tlu ($r = -0,68$) te koncentracija mangana u biljnom materijalu i kalija u biljnom materijalu ($r = -0,52$).

Taksacijski elementi i izmjera biomase

Estimation of forests and measuring of biomass

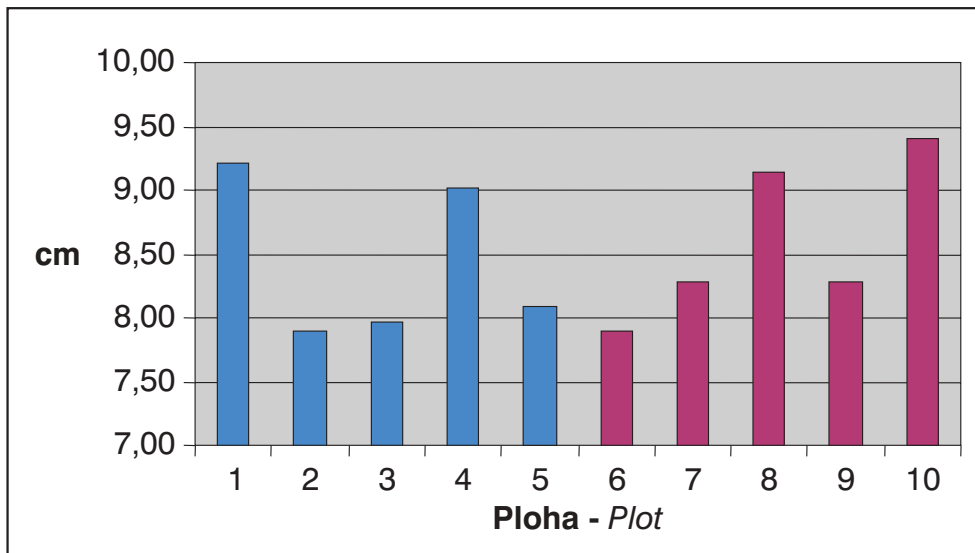
Rezultati izmjera prsnog promjera i visina biljaka po plohama prikazani su na Grafikonima 18. i 19. Srednja visina hrasta lužnjaka za prirodne sastojine (plohe 6-10) iznosila je 9,89m te se statistički značajno razlikovala od srednje visine hrasta lužnjaka u kulturama (plohe 1-5) koja je iznosila 7,75m.



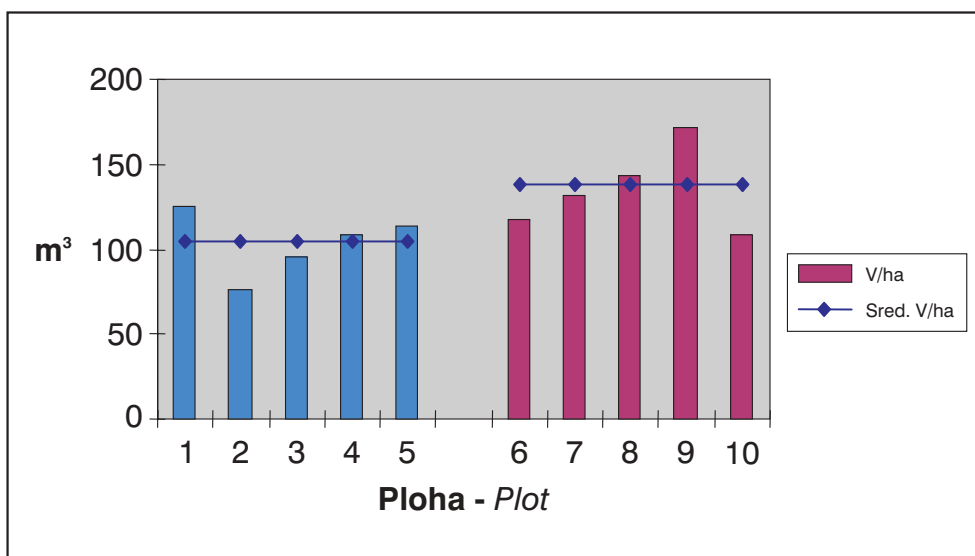
Grafikon 18: Srednja visina hrasta lužnjaka na istraživanim plohama
Graph 18. Mean height of peduncled oak on the investigated plots

Drvena masa po plohama prikazana je u Grafikonu 20. Najveća drvena masa zabilježena je na plohi 9 koja predstavlja prirodno uzgojenu sastojinu te iznosi $171,87\text{m}^3$. Srednja drvena masa u prirodnim sastojinama iznosila je $138,12\text{m}^3$ dok je u kulturama iznosila svega $103,94\text{m}^3$.

Prosječan broj stabala u prirodno uzgojenim sastojinama hrasta lužnjaka iznosio je 4127 stabala po hektaru, a u kulturama hrasta lužnjaka u prosjeku je bilo 3512 stabala po hektaru.



Grafikon 19. Prsni promjer hrasta lužnjaka na istraživanim plohama
19. D.b.h. of peduncled oak on the on the investigated plots



Grafikon 20. Drvna masa po hektaru na istraživanim plohama
Graph 20. Volume of wood per ha on the investigated plots

Biomasa nadzemnog dijela stabala

Biomass of the above-ground parts of the tree

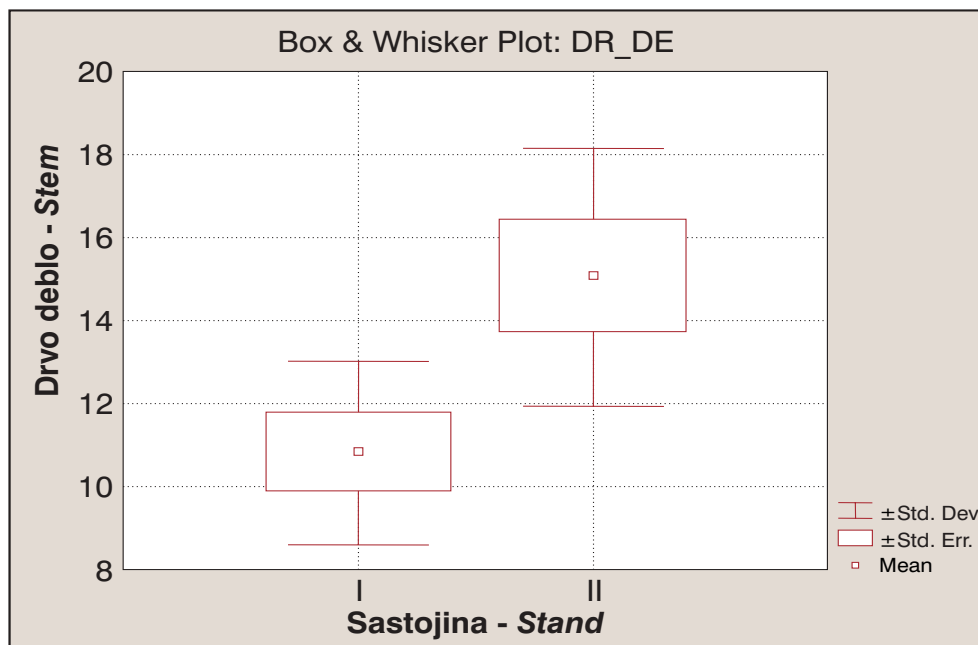
Biomasa je jedan od glavnih pokazatelja proizvodne mogućnosti nekog staništa te je stoga u sklopu ovih istraživanja rađena i biomasa nadzemnog dijela sta-

bala. Rezultati su statistički obrađeni te su prikazani tablično i grafički. Osim ukupne biomase srednjeg sastojinskog stabla, dani su podaci o svakom njegovom analiziranom dijelu, a to su deblo, žive grane, suhe grane i lišće. Ukupno gledajući, veća biomasa nadzemnog dijela stabla (Tablica 2.) zabilježena je kod prirodno uzgojenih sastojina hrasta lužnjaka te je iznosila u prosjeku 23,6kg. Prosječna biomasa srednjeg sastojinskog stabla u umjetno podignutoj sastojini iznosila je u prosjeku 21,16kg.

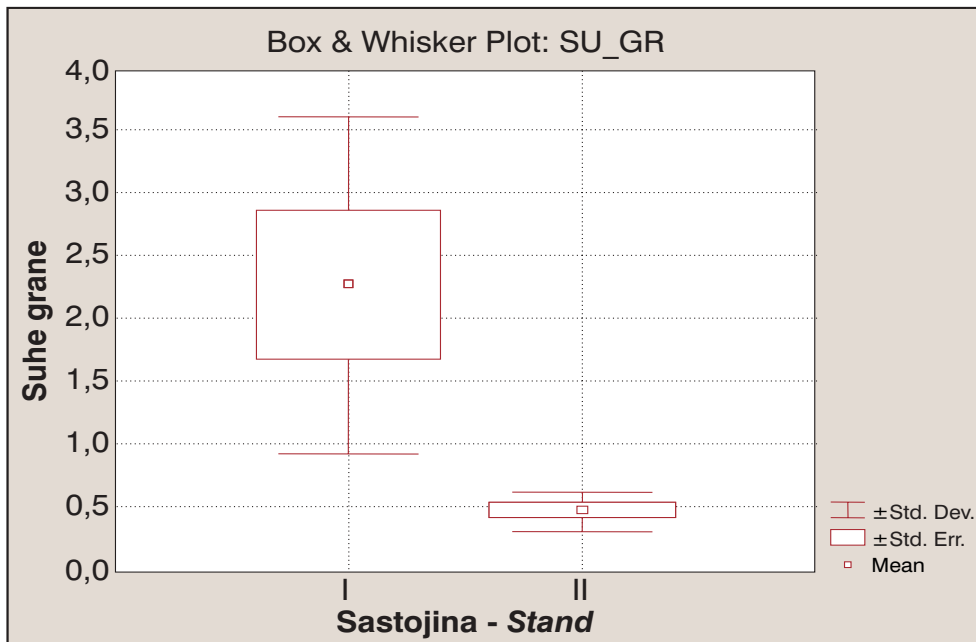
Tablica 2. Biomasa nadzemnog dijela stabala hrasta lužnjaka u prirodno i umjetno podignutim sastojinama

Table 2. Biomass of the above-ground part of peduncled oak tree in naturally and artificially raised stands

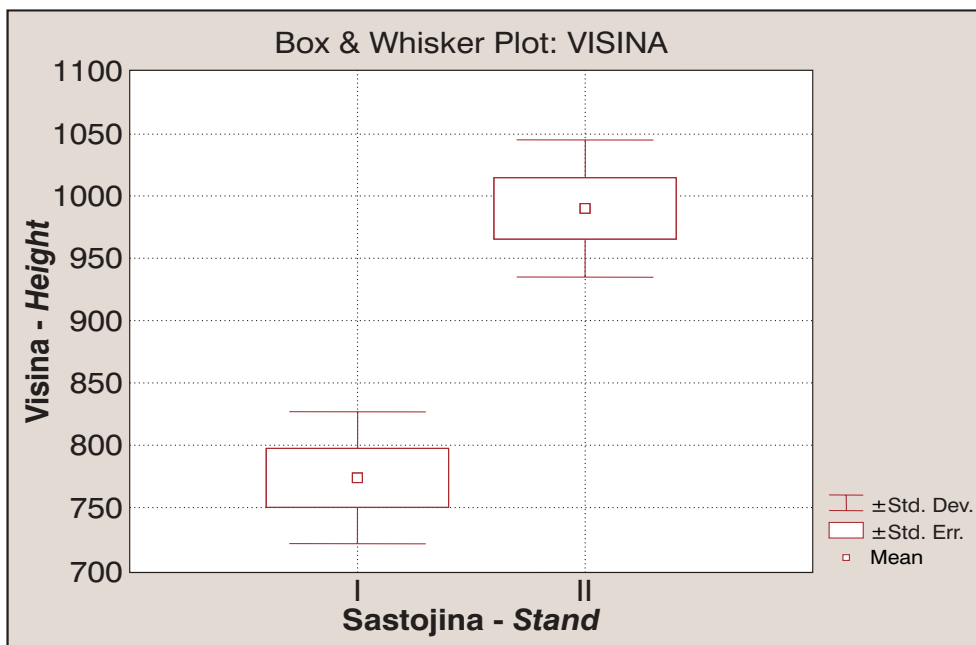
	Ploha - broj Plot - No									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Drvo (deblo), kg	12,24	9,15	8,65	13,91	10,38	13,31	11,78	17,60	13,62	19,01
Kora (deblo), kg	3,25	1,96	2,87	3,14	2,57	2,30	3,52	4,45	2,96	4,32
Drvo (grane), kg	3,02	2,98	2,05	3,18	3,43	3,00	2,54	3,62	1,90	4,00
Kora (grane), kg	1,22	0,86	0,85	1,01	1,13	0,92	0,98	1,41	0,71	1,59
Suhe grane, kg	2,12	0,70	2,53	4,32	1,67	0,38	0,57	0,69	0,30	0,43
Lišće - foliage, kg	1,62	0,98	0,96	1,51	1,55	0,88	0,83	1,21	0,77	2,22
Ukupno - Total, kg	23,47	16,63	17,91	27,07	20,73	20,79	20,18	28,98	20,26	31,57
Prosjek - Average	21,16					24,36				



Grafikon 21. Masa debla srednjeg sastojinskog prirodno i umjetnim sastojinama
 Graph 21. Volume of stem in a mean stand tree in natural and artificial stands



Grafikon 22. Masa suhih grana srednjeg u sastojinskog stabla u prirodnim i umj. sastojinama
Graph 22. Volume of dry branches in a mean stand tree in natural and artificial stand



Grafikon 23. Visina srednjeg sastojinskog stabla u prirodnim i umjetnim sastojinama
Graph 23. Height of mean stand tree in natural and artificial stands

Značajne razlike u biomasi stabala prirodne i umjetno podignute sastojine pronađene su između mase debla stabala (Grafikon 21.), mase suhih grana stabala (Grafikon 22.) te između visine stabala (Grafikon 23.).

Razlike u masi ostalih dijelova stabala postoje i to u korist prirodnih sastojina, ali nisu statistički značajne te ih zbog toga u ovom radu ni ne prikazujemo.

RASPRAVA

DISCUSSION

Tlo je složena prirodna sredina koja se odlikuje dinamičkim obilježjima te je pod utjecajem atmosfere, biosfere i hidrosfere steklo svojstvo plodnosti, tj. sposobnosti da snabdijeva biljku vodom, mineralnim tvarima i kisikom. Ono predstavlja glavni izvor hraniva koja su biljci prijeko potrebna za rast i razvoj duž čitavog vegetacijskog razdoblja. Kako bi biljka mogla nesmetano koristiti hraniva iz tla, moraju biti zadovoljeni neki uvjeti od kojih ovdje spominjemo samo neke, kao što su pH-vrijednost tla, aeracija tla, fizikalna i kemijska svojstva tla, oblik hraniva, koncentracija hraniva u otopini tla, kao i mogućnost tla da održava koncentraciju konstantnom.

Od velikog je značaja djelovanje šume i šumskog drveća na proces formiranja šumskih tala i njihove plodnosti. Sadržaj humusa u tlu, kao i njegova svojstva, u mnogome ovise o prirodi šumskih sastojina. Zamjetan je utjecaj šume i šumskog drveća na fizikalna svojstva tla, a o njevoj aktivnosti ovisi i sadržaj biogenih elemenata (MARTINOVIĆ 1969). Nadalje, reakcija tla, kapacitet adsorpcijskog kompleksa pod snažnim su utjecajem šumskog pokrova.

S gledišta šumske proizvodnje, gore navedeni utjecaji i promjene u tlu odgovorni su za razinu plodnosti šumskih tala, od čega u velikoj mjeri ovise rast i prirast šumskog drveća. Poznavanje dinamike hraniva u tlu vrlo je značajno, jer preko nje možemo sagledati količinu pristupačnih hraniva te kolebanje njihove koncentracije ovisno o klimatskim prilikama.

Kao jedan od glavnih čimbenika dostupnosti hraniva za biljke je reakcija tla. O njoj ovisi topivost mnogih spojeva pa prema tome i koncentracija određenog hraniva u otopini tla. U našim istraživanjima pH-vrijednost, uz sezonsko kolebanje, pokazuje i promjene u vrijednosti s dubinom uzorkovanja. Sezonske promjene vjerojatno su vezane za dinamičke procese razgradnje organskih ostataka i promjenu koncentracija bazičnih kationa. ĆIRIĆ (1984) u svojim istraživanjima navodi kako pH-vrijednost opada od proljeća ka jeseni. Takav trend zabilježen je u tlima gdje su uzgojene kulture hrasta lužnjaka, dok u tlima prirodnih sastojina nije izraženo takvo kretanje pH-vrijednosti. BAULE I FRICKER (1978) navode kao optimalne pH-vrijednosti za listopadno drveće 5,5-6,0, no napominju kako ako su ostali uvjeti za rast i razvoj drveća optimalni, reakcije tla mogu biti i znatno niže.

Ukupna količina dušika u tlu ovisi o nizu činitelja kao što su klima (ROZADOS i dr. 2000), vegetacija, matični supstrat itd., a kreće se u rasponu od 0,1-0,3 % te nam govori o potencijalu staništa dušikom. Za vrijeme vegetacijskog razdob-

lja nisu se bitno mijenjale koncentracije ukupnog dušika. Na temelju njihovih vrijednosti možemo izvesti zaključak da su oba tipa tla dobro opskrbljena ukupnim dušikom. ROZADOS i dr. (2000) također u svojim istraživanjima nisu zapazili neka značajnija kolebanja ukupnog dušika u vegetacijskom periodu, a na početku vegetacije vrijednosti dušika bile su minimalne.

Za uspijevanje biljaka puno je važnije poznavanje kretanja koncentracija biljkama pristupačnih formi dušika, kao što su amonijski (NH_4^+) i nitratni (NO_3^-). Koncentracije nitratnog dušika praktički su beznačajne, što bi se moglo povezati s niskim vrijednostima pH naših istraživanih tala, a u suglasnosti je s istraživanjima koje su proveli KIM i dr. (1995). Drugi autori također su našli niske vrijednosti nitratnog dušika u šumskom tlu drugih ekosustava (FEDERER 1983; VITOUSEK i MATISON 1985; POOVADOROM i dr. 1988; ĆIRIĆ 1984). Osim niske pH-vrijednosti, a samim time i slabe zastupljenosti nitrifikacionih bakterija, na količinu nitratnog dušika može se negativno odraziti i oskudna raspoloživost amonijaka. To su u svojim istraživanjima dokazali (RICHARDSON i LUND 1975; VITOUSEK i MATISON 1985; DONALDSON i HENDERSON 1990). Na dinamiku mineralnog oblika utječu klimatske prilike. Najveće zabilježene koncentracije nitratnog dušika zabilježene su u ljetnim mjesecima u obama tipovima tala. Takva pojava je normalna i bila je za očekivati, jer su baš u tim mjesecima stvoreni povoljni uvjeti (temperatura 26,5-32 °C, povoljna vlažnost tla i dr.) za mikrobiološku aktivnost, a samim time i proces nitrifikacije. Najveće koncentracije amonijskog dušika utvrđene su na početku vegetacije, što je dijelom posljedica vezanih amonijevih iona na adsorpcijski kompleks ili višeslojne minerale gline, a dijelom mineralizacije organske tvari. Istu situaciju ROZADOS (2000) je utvrdio u svojim istraživanjima. U našim su istraživanjima na obama tipovima tala zabilježene veće koncentracije amonijskog od nitratnog oblika dušika tijekom cijele vegetacije.

Biljkama pristupačni fosfor ne pokazuje veće fluktuacije tijekom vegetacijskog razdoblja. U tlu fosfor nalazimo vezan u organske i neorganske forme. Fosfor vezan u organskoj formi mora se mineralizirati kako bi postao biljci pristupačan te predstavlja rezervna hraniva. Krajem vegetacije smanjuje se koncentracija biljkama pristupačnog fosfora zbog nepovoljnih uvjeta za mineralizaciju. BAULE I FRICKER (1978) navode kako je dovoljno snabdijevanje fosfora iz produkata razlaganja organske tvari moguće ako je odnos C/P manji od 200. U svojim istraživanjima ROZADOS i dr. (2000) ističu kako su sezonske promjene u koncentracijama hraniva u otopini tla beznačajne te kako su minimalne koncentracije utvrđene početkom vegetacijskog razdoblja. Drugačiji tijek kretanja koncentracija utvrđen je u našim istraživanjima na oba tla, gdje su najveće koncentracije utvrđene na početku vegetacije. Na dostupnost fosfora utječe i reakcija tla (BO-LAN 1991). Najbolja pristupačnost fosfora javlja se u tlima kojima se pH-vrijednosti kreću u rasponu od 5,5 do 7,0, jer je baš pri tim vrijednostima njegova fiksacija najmanja. Tla prirodnih sastojina jako su kisele reakcije i za očekivati je bilo kako će u njima doći do fiksacije fosfora zbog velikih količina aluminijevih, željeznih i manganovih kationa. No, unatoč tome nije utvrđena deficijencija tog elementa u biljnom materijalu. Za pretpostaviti je kako je organska tvar spriječila re-

trogradaciju fosfora, odnosno vezivanje fosfatnih iona u netopive aluminijeve, željezne i manganove fosfate.

Kalij u tlu nalazimo u velikim količinama, a potiče iz minerala, dok su organske rezerve kalija vrlo male. Prema WILDU (1962), u šumskim se tlima nalazi u prosjeku oko 1-2% ukupnog kalija, dok je biljkama lako pristupačan dio znatno manji. U tlima istraživanih sastojina nisu zamijećena velika kolebanja koncentracija kalija tokom vegetacijskog razdoblja te su ta tla općenito uzevši slabo do srednje opskrbljena pristupačnim kalijem (ŠKORIĆ 1974). BAULE I FRICKER (1978, prema NEMEC 1939) navode kako je šumsko tlo slabo opskrbljeno kalijem ako sadrži manje od 13mg/100g tla biljkama pristupačnog kalija otopljenog u 1% limunske kiseline. Prema VAN GOOR-U (1956) kritične vrijednosti kreću se od 6 do 12mg K₂O/100g tla otopljenog u 5% otopini HCl-a. Viši sadržaj kalija u tlima na kojima se razvija kultura hrasta lužnjaka pripisujemo teksturi tla. Naime, poznata je stvar kako teška glinena tla imaju veći sadržaj kalija u odnosu na teksturno lakša tla. O tome u svojoj knjizi pišu BAULE i FRICKER (1978). Na temelju toga možemo utvrditi kako dostupnost kalija u velikoj mjeri ovisi o količini i svojstvima gline. WALKER (1955) i STONE (1958) utvrdili su deficit kalija u iglicama bora koji je rastao na pjeskovitom tlu. Njegov nedostatak također nalazimo na tlima bogatim kalcijem, kao i na onima koja imaju veliku sposobnost fiksacije.

Od velikog značaja za ishranu bilja svakako je i sadržaj humusa u tlu. Razlog tome je njegova velika sposobnost adsorpcije, kao i velika dinamičnost, tj. sposobnost da se s jedne strane stalno razgrađuje i na taj način postupno otpušta hraniva koja su onda biljci pristupačna i s druge strane da se stalno sintetizira. Oslobođanje hraniva iz humusa za šumska tla je od izuzetne važnosti, posebice za dušik i fosfor koji se inače u pričuvi nalaze u organskoj tvari. Sadržaj humusa u tlima istraživanog područja općenito je veći u površinskom sloju tla, što je i za očekivati kada se zna kako organska tvar iz koje procesima humifikacije nastaje humus, leži na samoj površini tla. Organski sloj nađen u tlima prirodnih sastojina, iako tanak, od velikog je značaja zbog svog utjecaja na čitav niz fizičkih i kemijskih svojstava tla, kao i zbog sadržaja neophodnih hraniva, u prvom redu dušika i fosfora. U tlima pod prirodnim biocenozama postojaniji je promet organskom tvari u tlu. Uključivanjem tla u poljoprivrednu proizvodnju neizbježno se intenziviraju procesi razgradnje te otuda sklonost svih poljoprivrednih tala smanjivanju sadržaja organske tvari (VUKADINOVIĆ 1997).

Istraživanja stanja ishrane hrasta lužnjaka predstavlja zanimljivu problematiku kako sa znanstvenog tako i sa gospodarskog stanovišta. Za razliku od kemijskih analiza tla kojima određujemo sadržaj hraniva u tlu, folijarna analiza (analiza biljnog tkiva) najizravniji je pokazatelj pristupačnosti hraniva iz tla i ishranjenosti biljaka.

Poznato je kako na koncentracije hraniva u lišću ne utječe samo količina biljkama pristupačnih hraniva u tlu, već i čitav niz drugih čimbenika. Kod uzimanja uzoraka lišća za utvrđivanje stanja ishrane, poseban problem stvaraju promjene koncentracije hraniva karakteristične za vegetacijsko razdoblje te je stoga jedan od ciljeva ovoga rada bio i utvrditi sezonska kolebanja pojedinih hraniva te na temel-

ju toga odrediti i najpogodnije vrijeme za uzimanje uzoraka hrasta lužnjaka. U ovome ćemo se dijelu osvrnuti na rezultate dobivene u našim istraživanjima te iste komparirati s rezultatima istraživanja drugih autora.

Poznavanje zakonitosti godišnjih promjena koncentracija hraniva u lišću izuzetno je važno, pogotovo za potrebe rasadničke proizvodnje gdje se obavlja intenzivna gnojidba.

Na temelju dobivenih rezultata u istraživanju, opažamo kako su koncentracije istraživanih hraniva u lišću tijekom vegetacijskog razdoblja podložne osjetnim i karakterističnim promjenama u obama tipovima sastojina. Najviše koncentracije dušika, fosfora i kalija utvrđene su u lišću obaju sastojina na samom početku vegetacijske sezone. Nakon početno visokih koncentracija gore navedenih hraniva njihove su se vrijednosti smanjivale tijekom vegetacijskog razdoblja. KOMLENOVIĆ (1981) takav trend koncentracija povezuje s rastom biljaka koji je u to vrijeme intenzivan. Ovakvi rezultati u skladu su s rezultatima drugih autora (KOMLENOVIĆ i suradnici 1981 i 1984 ; BAULE i FRICKER 1978). Naime, drveće u proljeće intenzivno transportira dušik, fosfor i kalij za tvorbu lišća. Ta hraniva u to se vrijeme intenzivno usvajaju iz tla, ali se obavlja i njihova translokacija iz debla i grana u organe koji se tvore (KOMLENOVIĆ 1981).

Dušik je u biljci izuzetno pokretan te se u vrijeme vegetacije premješta u dijelove gdje je najviše potreban, što je i razlog da se simptomi njegove deficijencije javljaju baš na starijim organima.

Kretanje koncentracija dušika, fosfora i kalija tijekom vegetacije u našim istraživanjima sukladno je kretanjima ovih elemenata koje su u svojim radovima ustanovili TAMM (1956), ĐEKOVA (1976), KOMLENOVIĆ (1981, 1984). Najniže koncentracije ovih hraniva potkraj vegetacije autori tumače time da se hraniva prije opadanja lišća translociraju u grane i druge dijelove stabla gdje se deponiraju kao pričuva za narednu vegetaciju.

Drukčiju dinamiku tijekom vegetacije u lišću hrasta lužnjaka ima kalcij. Njegove koncentracije u lišću obaju sastojina pokazuju trend rasta tijekom vegetacijskog razdoblja. KOMLENOVIĆ (1971) piše kako se paralelno sa starosti lišća povećava i koncentracija kalcija. BAULE I FRICKER (1978, prema HOHNE 1963) utvrđuju kako se kalcij transportira pretežno pasivno u lišće i tamo se najvećim dijelom ireverzibilno inkrustrira u staničnim membranama.

Koncentracija magnezija veća je u lišću prirodnih sastojina duž cijelog vegetacijskog perioda. KOMLENOVIĆ (1994) u svom radu piše kako hrast na močvarnom glejnom tlu obilježavaju niske koncentracije magnezija u lišću u odnosu na hrast na pseudoglejumu, što je u suglasnosti s rezultatima naših istraživanja.

U našim istraživanjima utvrđeno najpogodnije vrijeme uzimanja uzoraka lišća hrasta lužnjaka u svrhu utvrđivanja opskrbljenosti hranivima je druga polovica ljeta, kada su koncentracije hraniva u lišću stabilizirane radi početka diferencijacije cvatnih pupova. Do sličnih zaključaka došli su mnogi autori koji su proučavali dinamiku hraniva na drugim vrstama drveća (KOMLENOVIĆ 1981; ĐEKOVA 1976; ROZADOS i dr. 2000).

Kako bismo naše rezultate mogli upotrijebiti za procjenu stanja ishrane istraživanih sastojina mineralnim hranivima trebamo raspolagati određenim graničnim vrijednostima. Tom prilikom koristit ćemo koncentracije hraniva iz druge polovice ljeta, jer je baš to vrijeme kako smo i dobili u svojim istraživanjima najmanjih kolebanja koncentracija. Granične vrijednosti koncentracija hraniva u lišću hrasta lužnjaka u svojim radovima iznosi čitav niz autora te ćemo ih za ovu priliku komparirati s našim rezultatima.

STEFAN i dr. (1997) daju vrijednosti hraniva u lišću za hrast lužnjak po klasama koncentracija (niske, normalne koncentracije, optimalne do visoke koncentracije). Koncentracije svih hraniva u lišću naših obaju sastojina spadaju u klasu optimalnih te u ovom slučaju možemo utvrditi kako su sastojine hrasta lužnjaka uzgojene različitim načinima optimalno opskrbljene svim istraživanim hranivima.

Prema graničnim vrijednostima koje za hrast lužnjak daje BERGMANN (1992) u lišću naših sastojina zabilježene su koncentracije koje se nalaze u granicama optimalnih vrijednosti za sve hranive elemente osim za kalij koji se prema toj klasifikaciji nalazi u laganom deficitu. Vizualni simptomi deficijencije kalija nisu primijećeni. Njegova deficitarnost jednim se dijelom objašnjava njegovom nedovoljnom količinom u tlu. MENGEL i KIRKBY (1987) pišu kako usvajanje kalija uveliko ovisi o stupnju dostupnosti tog elementa. BERGMANN (1992) nedostatak kalija dovodi u vezu s takozvanim novim propadanjem šuma te utvrđuje kako deficijencija kalija smanjuje otpornost biljaka prema abiotičkim i biotičkim čimbenicima. Njegov nedostatak u biljnom materijalu vjerojatno je posljedica fiksacije na teškim glinovitim tlima kakva se javljaju na našim plohama, kao i antagonističkog djelovanja iona. Gore navedene niske vrijednosti kalija u tlu mogu, prema VUKADINOVIĆU (1997), utjecati na pojačano usvajanje dušika. Za usvajanje, a samim tim i sadržaj kalija u biljnom materijalu važan podatak je svakako i reakcija tla. Tla naših sastojina kisele su i jako kisele reakcije, a poznata je stvar da kalij u jako kiselim tlima nije pristupačan biljci pa je to još jedan od razloga njegove slabe deficitarnosti. BERGMANN (1992) navodi kako se s deficijencijom kalija uglavnom srećemo na kiselim tlima s niskim kapacitetom zamjenjivih kationa ili na tlima s velikim sadržajem troslojnih minerala gline. VAN DEN BURG (1985, 1990) iznosi normalne vrijednosti koncentracija hraniva za hrast lužnjak, kao i vrijednosti njihovog odnosa. Uspoređujući ih s našim vrijednostima, zapažamo optimalne koncentracije svih analiziranih hraniva osim kalija koji se i prema ovim kriterijima nalazi u deficitu. Gotovo do istog zaključka o ishrani sastojina dolazimo kad naše vrijednosti usporedimo s graničnim vrijednostima koje su u svojim istraživanjima iznijeli ROZADOS i dr. (2000), THOMAS I BUTTNER (1998). Gledajući prema veličini najveće koncentracije u lišću zabilježio je dušik, manji je sadržaj kalija, zatim kalcija, fosfora i magnezija. Ovakav poredak koncentracija pojedinih hraniva u skladu je s dobivenim rezultatima DE VISSERA (1992) i OVERTON (1956).

Zanimljivo je istaknuti kako se premda je tlo izrazito slabo opskrbljeno biljkama pristupačnim fosforom, njegov deficit ne javlja u lišću obaju sastojina hrasta lužnjaka. BAULE I FRICKER (1978) objašnjavaju to sposobnošću šumskog drveća

da do određene mjere uzima fosfor iz teško topljivih spojeva aluminijskih, željeza i kalcija. VAN GOOR (1997) piše o istoj pojavi.

Folijarna analiza pokazala je dobar stupanj stanja ishrane hrastovih stabala bez obzira na način njihova postanka. Dinamika biogenih elemenata u lišću i tlu identična je u obama tipovima sastojina, s razlikom u koncentracijama. Na temelju toga utvrđujemo kako su staništa na kojima se nalaze sastojine hrasta lužnjaka pogodne za njihov rast i razvoj sa stanovišta ishrane bilja. Međutim strukturni pokazatelji sastojina kao što su visina, drvena masa po hektaru i broj stabala po hektaru ne govore u prilog tome. Naime, prema rezultatima izmjere uočavaju se velike razlike gore navedenih parametara između prirodnih sastojina i kultura hrasta lužnjaka u korist prirodnih sastojina. Veća proizvodnost šumskih tala odrazila se i na biomasu stabala koja je bitno veća u prirodno podignutim sastojinama hrasta lužnjaka. Značajne razlike u visini biljaka i drvnoj masi između dvaju tipova sastojina također govore u korist gore iznesenog zaključka. Stoga bi prvotno unošenje pionirskih vrsta na livadna i degradirana tla s ciljem poboljšanja njihovih osobina i dalje trebao biti put kojim bi se takva staništa privodila šumskim na kojima će se vremenom pojaviti autohtona vegetacija koja će zasigurno imati najveću proizvodnu sposobnost.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Na osnovi rezultata istraživanja možemo zaključiti:

Sadržaj ukupnog dušika, fiziološki aktivnog fosfora i kalija u tlu obaju sastojina ne pokazuje veće fluktuacije tijekom vegetacijskog razdoblja. U tlima na kojima se razvijaju kulture hrasta lužnjaka zabilježene su veće vrijednosti analiziranih hraniva tijekom cijele vegetacije.

Najveće koncentracije nitratskog dušika zabilježene su u ljetnim mjesecima, jer je baš to doba kada su stvoreni povoljni uvjeti za mikrobiološku aktivnost i proces nitrifikacije. Najveće koncentracije amonijskog dušika utvrđene su početkom vegetacijskog razdoblja, što je posljedica vezanja amonijevih iona na adsorpcijski kompleks ili višeslojne minerale gline i mineralizacije organske tvari.

Kretanje koncentracija hranivih elemenata u lišću hrasta lužnjaka tijekom vegetacijskog razdoblja pokazuje sličnu sliku, bez obzira na način postanka sastojine. Koncentracije hranivih elemenata u lišću podložne su tijekom vegetacijskog razdoblja, osjetnim i za svako hranivo karakterističnim promjenama.

Koncentracije dušika, fosfora i kalija u lišću pokazuju sličan trend, tj. najveće su na početku vegetacijskog razdoblja da bi postupno padale prema kraju vegetacije.

Koncentracije kalcija u lišću tijekom vegetacije postupno su rasle.

U drugom dijelu ljeta (kolovoz) i početkom jeseni dolazi do uravnoteženosti koncentracija hraniva (najmanja kolebanja) u lišću hrasta lužnjaka te se baš taj period preporuča za uzimanje uzoraka radi utvrđivanja stanja ishrane.

Koncentracije većine hraniva u hrastovom lišću spadaju u klasu optimalne opskrbljenosti. Na osnovi toga možemo zaključiti kako je stanje ishrane obaju sastojina bez obzira na način njihova postanka zadovoljavajuće te su staništa na kojima se uzgajaju pogodna za njihov rast i razvoj s biljnohranidbenog stajališta. U lišću obaju sastojina javlja se lagani deficit kalija, što je posljedica teže teksture tla i njegove fiksacije u minerale gline.

Veća biomasa srednjeg sastojinskog stabla, kao i drvna masa po hektaru prirodno uzgojenih sastojina hrasta lužnjaka, upućuje na veću proizvodnu mogućnost očuvanih šumskih tala.

Veća biomasa suhih (odumrlih) grana i granatost samih stabala hrasta lužnjaka u kulturi upućuje nas na lošiju kvalitetu tih sastojina u odnosu na prirodne sastojine hrasta lužnjaka.

LITERATURA

REFERENCES

- BAULE, H., FRICKER, C., 1978: Đubrenje šumskog drveća. Jugoslovenski poljoprivredno-šumski centar. Služba šumske proizvodnje, Beograd.
- BERGER, TW., GLATZEL, G., 1994: Deposition of atmospheric constituents and its impact on nutrient budgets of oak forests (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) in lower Austria. *Forest Ecology and Management*, Vol. 70 (1-3): 183-193.
- BERGMANN, W., 1992: *Nutritional Disorders of Plants*. Gustav Fischer Verlag Jena.
- BOLAN, N.S., HEDLEY, M.J., WHITE, R.E., 1991: Processes of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures. *Plant and Soil* 134: 53- 63, The Netherlands.
- ĆIRIĆ, M. 1984: *Pedologija*. SOUR Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo.
- DE VRIES, W., G.J. REINDS, M.S. VAN KEERKVOORDE, C.M.A. HENDRIKS, E.E.J.M. LEETERS, C.P. GROSS, J.C.H. VOOGD, E.M. VEL., 2000: *Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe*, FIMCI, EC-UN/ECE, Brussels, Geneva, 191 pp.
- DONALDSON, J.M., HENDERSON, G.S., 1990: Nitrification potential of secondary succession upland oak forests. I. Mineralization and nitrification during laboratory incubations. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 54: 892-897.
- DŽEKOVA, M., 1976: Promjene u sastavu lišća bukve i hrasta kitnjaka tokom vegetacione sezone i u zavisnosti od ekoloških uslova. *Zemljište i biljka*, Vol. 25. 3: 227-233, Beograd.
- EGNER, H., RIEHM, H., DOMINGO, W.R., 1960: Untersuchungen uber die chemische Bodenanalyse als Grundlage fur die Beurteilung des nahrungszustanden der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung. *Kunigl. Lantbruckshongsk. Ann.*, 26.: 199-215
- FEDERER, C.A., 1983: Nitrogen mineralization and nitrification: depth variation in four New England forest soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 47: 1008-1014.
- KOMLENOVIĆ, N., 1971: Istraživanje godišnjih promjena sadržaja hraniva u iglicama evropskog ariša, američkog borovca i zelene duglazije. *Šum. list*, 7/8, : 256-272, Zagreb.
- KOMLENOVIĆ, N., 1981: Sezonske promjene sadržaja hraniva u biljkama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.). *Anali za šumarstvo*, 10/2,: 43-57, Zagreb.
- KOMLENOVIĆ, N., CESTAR, D. 1984: Istraživanje stanja ishrane lužnjaka (*Quercus robur* L.) u utvrđenim ekološko gospodarskim tipovima šuma u SR Hrvatskoj. *Radovi* 59,: 5-34, Jastrebarsko.

- KOMLENOVIĆ, N., CESTAR, D. 1987: Istraživanje stanja ishrane 40-godišnjih sastojina lužnjaka (*Quercus robur* L.) u utvrđenim ekološko gospodarskim tipovima šuma u SR Hrvatskoj. Radovi 71, : 5-25, Jastrebarsko.
- KOMLENOVIĆ, N. 1994: Odnos oštećenosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) te njegove prehrane. Šum. list, 1/2, : 11-15, Zagreb.
- MARTINOVIĆ, J., 1969: Prilog poznavanju promjene plodnosti tla pod utjecajem šumskog drveća. Šum. list 7/8, Zagreb.
- MATIĆ, S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj: 167 - 212., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i ½Hrvatske šume½, p.o. Zagreb, Zagreb
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A., 1987: Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland.
- OVINGTON, J.D., 1956: The importance of litter breakdown in the woodland ecosystem. In: Decay of plant liter. Nature, London, 178, :1373-1375.
- POOVARODOM, S., TATE, R.L., BLOOM, R.A., 1988: Nitrogen mineralization rates of the acid xeric soils of the New Jersey pineland. Soil Sci., 1455, : 257-263.
- RICHARDSON, C.J., LUND, J.A., 1975: Effects of clear cutting on nutrient losses in aspen forests on three soil types in Michigan. In: F.G. Howell, J.B. Gentry, M.H. Smith, Mineral Cycling in Southeastern Ecosystems GA. ERDA Symposium series CONF-740513, : 673-686.
- ROZADOS, M.J., SILVA-PANDO, F.J., ALONSO SANTOS, M., IGNACIO QUINTEIRO, M.F., 2000: Parametros edaficos y foliares en una masa de *Quercus robur* L. en Galicia (España). Invest. Agr.: Sist. Recur. For., Vol 9 (1), :18-30.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951. U.S. Dept. of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Manual. U.S. Dept. of Agric. Handb. 18. U.S. Govt. Print Off. Washington D.C.
- ŠKORIĆ, A., 1974: Pedološki praktikum, Sveučilište u Zagrebu, 52, Zagreb
- TAMM, C.O., 1956: Seasonal Variation in the nutrient content of Conifer needles. Statens Skoggafer. Int. 46/III, Stockholm..
- THOMAS, F.M., BÜTTNER, G., 1998: Nutrient relations in healthy and damaged stands of mature oaks on clayey soils: two case studies in northwestern Germany. Forest Ecology and Management, Vol. 108 (3), : 301-319.
- VAN DEN BURG, J., 1985: Foliar analysis for determination of tree nutrient status- a compilation of literature data. Rijksinstitut voor in de Bos-en Landschapsbouw "De Dorschkamp", Rapport Nr. 414, Wageningen, The Netherlands.
- VAN DEN BURG, J., 1990: Foliar analysis for determination of tree nutrient status- a compilation of literature data. 2. Literatute 1985-1989. "De Dorschkamp", Institute for Forestry and Urban Ecology, Rapport Nr. 591, Wageningen, The Netherlands.
- VITOUSEK, P.M., MATSON, P.A., 1985: Causes of delayed nitrate production in two Indiana forest. For. Sci. Vol. 31, : 122-131.
- VUKADINOVIĆ, V., 1993: Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- WALKER, L.C., 1956: Foliages Simptomes as Indicators of Potasium-Deficient Soils. Forest Sci. Vol. 2.
- WILPERT, K.V., MIES, E., 1993: The influence of stand structure and tree species on mineral cycling. Proceedings of a symposium "Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems. Halmstad

DYNAMICS OF BIOGENIC ELEMENTS IN NATURAL STANDS AND FOREST CULTURES OF PEDUNCLED OAK (*Quercus robur* L.)

Summary

Peduncled oak (Quercus robur L.) represents one of the most valuable and most important species of forest trees in Croatia. With the practice of natural regeneration the forest soil is preserved as the most perfect and important part of the ecosystem, which by its physical and chemical properties differs from soils outside the forest. In order to improve such outside-of-forest soils so that their characteristics satisfy the conditions needed for peduncled oak, pioneering tree species should be planted on them. This paper, therefore, compares the concentrations of biogenic elements both in soil and in plant material of peduncled oak stands, established on the principle of natural reforestation, with the stands directly planted on the out-of-forest areas. Results of chemical soil analysis are presented for the following biogenic elements and parameters: total ammonium and nitrate nitrogen, phosphorus, potassium, humus and soil reaction. Concentrations and values for the aforementioned elements and parameters are presented through the whole vegetation period at two different depths of sampling for both stand types. The paper also presents the cycling changes in the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in foliage throughout the whole of the vegetation period for naturally and artificially raised stands. On the basis of the results of the analysed plant material a cycling trend of concentrations of particular elements becomes evident. Thus, the concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium are highest at the beginning of the vegetation period, but show a gradual decline towards the end of the vegetation period. During the vegetation period concentrations of calcium in foliage gradually increased. Furthermore, in the study the determined concentrations of biogenic elements in the foliage were compared with the referent values and it was concluded that all the values are within the optimal range, with the exception of potassium, which displayed a slight deficit. By means of regression analysis, correlation was determined between some analysed variables. The height of a peduncled oak mean stand tree for natural stands statistically significantly differed from the peduncled oak mean stand tree in the cultures. Average biomass of the above-ground part of peduncled oak tree in natural stands amounted to 24.36 kg, and in the cultures 21.16 kg. On the basis of the results the time of the smallest fluctuations of nutrients in the peduncled oak foliage was determined, which is recommended for sampling in order to determine nutrition state. Furthermore, it has been determined that the nutrient concentrations in oak foliage fall into the class of optimal supply, on the basis of which it can be concluded that the state of nutrition of both stands is satisfactory regardless of the manner of origin. However, biomass of a mean stand tree of naturally cultivated peduncled oak stands, indicates the greater productive possibility of preserved forest soils.

Key words: *peduncled oak, biogenic element, nutrient concentrations, nutrition state, biomass, natural stands, cultures*