

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO - INSTITUTE OF FORESTRY - BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION
TOM 40-41

YU ISSN 0351-9147



BEOGRAD
1996.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO - INSTITUTE OF FORESTRY - BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION
TOM 40-41

YU ISSN 0351-9147



BEOGRAD
1996.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO
BEOGRAD

Redakcioni odbor:

Dr CVETKO IVANOVSKI, Skopje (BJR Makedonija)
Dr MILOŠ KOPRIVICA, Beograd
Dr RADOVAN MAROVIĆ, Beograd
Dr DANICA MINIĆ, Beograd
Dr NANUM PETKOV, Vraca (Bugarska)
Dr JELICA POPOVIĆ, Beograd
Dr SLOBODAN ŠMIT, Beograd

Glavni i odgovorni urednik:

Dr RADOVAN MAROVIĆ

Urednik-lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

Prevod na engleski:

Mr ANA TOMIĆ

Korektura:

OLIVERA KOVAČEV
ZORICA GALONJA

Štampa:

BMG, Beograd, Požeška 83a

SADRŽAJ

<i>Miloš Koprivica, Mihailo Ratknić, Ljubinko Rakonjac, Vlado Čokeša</i> POŠUMLJAVANJE GOLETI I STANJE ŠUMSKIH KULTURA NA ŠIREM PODRUČJU VLASINE • Bareland afforestation and the state of forest plantations in the wider area of Vlasina	5
<i>Pribislav Marinković, Slobodan Šmit</i> NAJVAŽNIJI UZROCI SUŠENJA BUKOVIH ŠUMA U SRBIJI - SANIRANJE UGROŽENIH SASTOJINA • Major causes of beech forest decline in Serbia - restoring the endangered sites	18
<i>Biljana Nikolić</i> VARIJABILNOST VAŽNIJIH SVOJSTAVA POLENA HIMALAJSKOG BORA - POPULACIJA NOVI BEOGRAD • Variability of the important characteristics of Himalayan blue pine pollen - population at New Belgrade	27
<i>Ljubinko Rakonjac</i> PRIJEM ŠUMSKIH KULTURA BELOG BORA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI U ZAVISNOSTI OD TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA POŠUMLJAVANJA I STANIŠNIH USLOVA • Survival of Scots pine forest plantations at Pešterska Visoravan depending on technological methods of afforestation and site conditions	34
<i>Slobodan Šmit, Zoran Miletić, Olivera Vukičević</i> MOGUĆNOST UPOTREBE ZEOLITA U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI ŠUMSKIH SADNICA • Zeolite application in nursery production of forest seedlings	41
<i>Miloš Koprivica, Mihailo Ratknić, Ljubinko Rakonjac, Vlado Čokeša</i> POŠUMLJAVANJE GOLETI I STANJE ŠUMSKIH KULTURA NA PODRUČJU IBARSKE KLISURE • Bareland afforestation and the state of forest plantations in the region of Ibarska Klisura	52
<i>Zoran Miletić</i> VEROVATNOĆA POJAVE NEKIH STANJA VLAŽNOSTI LUVISOLA I DISTRICNOG KAMBISOLA U VEGETACIONOM PERIODU POD SASTOJINAMA I NA SEČINAMA • Probability of occurrence of different moistures of luvisol and distric cambisol in the vegetation period in stands and felled units	63
<i>Danica Minić</i> POVEĆANJE REDUKCIONE ULOGE <i>Apanteles solitarius</i> Rtzb., (<i>Hymenoptera</i> , <i>Braconidae</i>) U PRIRODNIM POPULACIJAMA GUBARA (<i>Porthetria dispar</i> L.) UNOŠENJEM OSICA PROIZVEDENIH U LABORATORIJI • Increased reduction fole of <i>Apanteles solitarius</i> Rtzb., (<i>Hymenoptera</i> , <i>Braconidae</i>) in gypsy moth (<i>Porthetria dispar</i> L.) natural populations, by laboratory grown wasps	80

<i>Slobodan Šmit, Zoran Miletić, Nenad Marković, Radojica Pižurica</i> UTICAJ RAZLIČITIH SUPSTRATA NA OŽILJAVANJE REZNIKA NEKIH VRSTA DRVEĆA I ŽBUNJA • Effect of various substrates on the rooting of some tree and shrub species	89
<i>Vera Lavadinović</i> ZAVISNOST PROCENTA PREŽIVELIH DVOGODIŠNJIH BILJAKA DUGLAZIJE (<i>Pseudotsuga taxifolia</i> Britt.) RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA OD GEOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA • Dependence of survived two-year Douglas firs (<i>Pseudotsuga</i> <i>taxifolia</i> Britt.) of various provenances on geographic features	100
<i>Danica Minić</i> GRADACIJA MRAZOVACA (<i>LEPIDOPTERA, GEOMETRIDAE</i>) NA PODRUČJU CERA • Winter moth (<i>Lepidoptera, Geometridae</i>) outbreak in the region of Mt. Cer	108
<i>Branislava Grbović, Vasilije Isajev</i> UTICAJ PODLOGE I VREMENA ČUVANJA NA KLIJAVOST POLENA OMORIKE (<i>Picea omorika</i> /Panč./ Purkyne) • Effect of substrate and period of maintenance on Serbian spruce (<i>Picea omorika</i> / Panč./Purkyne) pollen germination percenage	116
<i>Branislava Grbović</i> UPOREDNA ISTRAŽIVANJA DVA HIBRIDA SVILENE BUBE (<i>Bombyx mori</i> L.) HRANJENIH UVEZENIM HIBRIDIMA I DOMAĆIM BELIM DUDOM (<i>Morus alba</i> L.) • Comparative research of two hybrids of silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.) fed on introduced hybrids and autochthonous white mulberry (<i>Morus alba</i> L.)	124
<i>Biljana Nikolić, Boro P. Pavlović</i> SVOJSTVA KOKONA 11 RASA SVILENE BUBE GAJENIH 1994. GODINE • Cocoon properties of 11 silkworm breeds grown in 1994	129
<i>Vera Lavadinović</i> ZAVISNOST VISINE DVOGODIŠNJIH BILJAKA DUGLAZIJE (<i>Pseudotsuga</i> <i>taxifolia</i> Britt.) RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA OD GEOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA • Dependence of two-year old Douglas firs (<i>Pseudotsuga</i> <i>taxifolia</i> Britt.) of different provenances on geographic characteristics	137
<i>M. Vučković, V. Stamenković, D. Vuletić</i> KARAKTERISTIKE RASTA RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA DUGLAZIJE NA DEPONIJU RUDNIKA "KOLUBARA" • Growth characteristics of different provenances of Douglas fir on the spoil heap of coal mine "Kolubara"	145
<i>Milić Matović, Radojica Pižurica</i> EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE SASTOJINA ZAJEDNICE TISE (<i>Taxetum</i> <i>baccatae mixtum</i>) U SREDNJEM POLIMLJU • Ecological characteristics of yew-stand community (<i>Taxetum baccatae mixtum</i>) in mid-Polimlje	152
<i>M. Matović, B. P. Pavlović, V. Čokeša, B. Grbović, B. Nikolić, D. Stojičić</i> DOPRINOS POZNAVANJU MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA PIRAMIDALNE I OBIČNE JELE SA OGORIJEVCA • Contribution to knowledge of morphologic characteristics of pyramidal and typical European silver fir from the locality Ogorijevac	159
<i>Vlado Čokeša</i> MEDONOSNA FLORA U REKULTIVACIJI ODLAGALIŠTA NA PODRUČJU RUDARSKOG BASENA "KOLUBARA" • Honey plants in the recultivation of spoil heaps in the region of coal basin Kolubara	167

UDK 630.232.3
Originalni naučni rad

MOGUĆNOST UPOTREBE ZEOLITA U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI ŠUMSKIH SADNICA

*Slobodan Šmit,
Zoran Miletić
Olivera Vukićević*

Izvod. - Ispitane su mogućnosti popravke svojstava supstrata koji se koriste u rasadničkoj proizvodnji šumskih sadnica u cilju dobijanja kvalitetnijeg sadnog materijala. Za popravku supstrata korišćeni su plavi i beli zeolit, a ispitivanjima su obuhvaćene različite tehnologije proizvodnje. Izvršene su analize supstrata i ustanovljen kvalitet proizvedenih sadnica na različitim supstratima.

Glavne reči: supstrat, zeolit, kontejneri, Duneman leje, saksije, betonske leje, ožiljavanje reznica, sadni materijal.

ZEOLITE APPLICATION IN NURSERY PRODUCTION OF FOREST SEEDLINGS

Abstract. - The improvement of substrate properties for nursery production of forest seedlings was researched in the aim of obtaining good quality nursery stock. Blue and white zeolites were applied in the substrate improvement and the reserach included different production technologies. The substrates were analyzed and the quality of seedlings grown on different substrates was evaluated.

Key words: substrate, zeolite, containers, Dunemann beds, pots, concrete beds, rooting, nursery stock.

1. UVOD

Imajući u vidu sve pozitivne fizičke i hemijske osobine zeolita (visok sadržaj biljnih asimilativa, veoma dobra sorpciona svojstva i sposobnost zadržavanja pristupačne vode) izvršen je pokušaj da se primenom ovog materijala poprave svojstva supstrata koji se koriste u rasadničkoj proizvodnji šumskih sadnica. Cilj rada je ispitivanje mogućnosti dobivanja kvalitetnijeg sadnog materijala uz primenu

Dr Slobodan Šmit, viši naučni saradnik; mr Zoran Miletić, istraživač saradnik, Institut za šumarstvo, Beograd; Olivera Vukićević, dipl. inž. viši stručni saradnik, Institut za primenu nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd.

postojećih tehnologija rasadničke proizvodnje. Dodavanjem zeolita supstratu izvršen je pokušaj povećanja kapaciteta zadržavanja pristupačne vode kod supstrata i poboljšavanje njegovih sorpcionih svojstava, što omogućava bolje efekte prihrane sadnica i efikasnije korišćenje unetih đubriva.

2. METODE RADA

2.1 Tehnološki postupci proizvodnje

U cilju sagledavanja mogućnosti upotrebe zeolita u rasadničkoj proizvodnji postavljen je ogled u eksperimentalnom rasadniku Instituta za šumarstvo u Sremčici. Pri ovome su obuhvaćene sledeće tehnologije proizvodnje:

- proizvodnja smrče (*Picea abies* K a r s t.) u Duneman-ovim lejama
- proizvodnja crnog bora (*Pinus nigra* A r n.) u kontejnerima
- ožiljavanje reznica (*Piracantha* i *coccinea* R o e m. i *Chamaecyparis lawsoniana* Murr Parl. 'allumii') u pesku.
- pikiranje ožiljenica (*Chamaecyparis lawsoniana* f. 'fletcherii') u saksije

U ogledu su korišćeni plavi i beli zeolit, tako da su kod svake tehnologije spravljana po tri supstrata (kontrolni supstrat, supstrat sa belim zeolitom i supstrat sa plavim zeolitom).

Proizvodnja smrče u Duneman-ovim lejama

Kontrolni supstrat kod ove tehnologije predstavlja mešavina distričnog treseta, bukovog humusa i granitnog grusa koja se koristi u redovnoj rasadničkoj proizvodnji. Za dobijanje oglednih supstrata po 1 m² Duneman-ove leje dodato je po 1 kg zeolita u granulama. Cela ogledna površina pod Duneman-ovim lejama iznosi 12 m² a oglednih parcela (kontrolne, sa belim zeolitom i sa plavim zeolitom) po 4 m². U toku proizvodnje smrče (*Picea abies* K a r s t.) na ovako dobivenim supstratima primenjene su sve redovne mere nege, ishrane i zaštite kao i u toku operativne proizvodnje.

Proizvodnja crnog bora u kontejnerima

Kontrolni supstrat kod ove tehnologije predstavlja distrični treset. Za spravljavanje oglednih supstrata po jednoj ćeliji kontejnera dodato je 10 g belog, odnosno plavog zeolita. Ogled se sastoji iz dva kontejnera sa kontrolnim supstratom i po dva kontejnera sa supstratom gde je tresetu dodat beli, odnosno plavi zeolit. I kod ove tehnologije primenjene su sve mere nege i zaštite kao i u toku operativne proizvodnje.

Ožiljavanje reznica u pesku

U ovom delu ogleda korišćene su dve vrste ožiljenica. Ogledna površina se sastoji iz šest parcela veličine 1m². Kontrolne parcele predstavljaju pesak za ožilja-

vanje, a oglednim parcelama po 1 m² dodato je po 3 kg belog zeolita u prahu, dok je u trećem delu ogleđa dodato po 3 kg plavog zeolita u granulama. U oba slučaja zeolit je unet u supstrat do dubine od 5 cm, tako da u sloju peska u kojem se vrši ožiljavanje volumni odnos peska i belog zeolita u prahu iznosi približno 10:1, a peska i plavog zeolita u granulama 15:1. Pre stavljanja na ožiljavanje sve reznice su tretirane hormonom Murpury, a u toku ožiljavanja vršene su redovne mere prihrane i orošavanja.

Pikiranje ožiljenica u saksije sa supstratom

U ovom delu ogleđa korišćene su ožiljenice *Chamaecyparis lawsoniana f. fletcherii*. Ožiljenice su pikirane u saksije zapremine 200 cm³ sa supstratom sastavljenim od peska zemlje i distričnog treseta. I u ovom delu ogleđa spravljena su tri supstrata: kontrolni, zatim supstrat kojem je po jednoj saksiji dodato 20 g belog zeolita, i supstrat kojem je po jednoj saksiji dodato 20 g plavog zeolita. Za spravljavanje oglednih supstrata u oba slučaja korišćeni su zeoliti u prahu.

Na kraju proizvodnog ciklusa izvršen je premer ukupne biomase sadnica, mase korena i mase nadzemnog dela sadnica, a razlike u tretmanima ustanovljene su t-testom.

2.2 Laboratorijske analize

- Volumna gustina određena je u cilindrima Kopeckog metodom po Gračaninu
- Specifična gustina određena je piknometrijskom metodom po Gračaninu
- Ukupna poroznost računskim putem
- Kapaciteti primanja i zadržavanja vode na pressure membrani po Richard-u, pri čemu su korišćeni pritisci od 0,33, i 15 bara
- Na osnovu kapaciteta zadržavanja vode na 0,33 i 15 bara određeni su: diferencijalna poroznost i količine gravitacione, pristupačne i nepristupačne (mrtve) vode
- Aktivna i supstitucionna kiselost određeni su elektrometrijski
- Hidrolitička kiselost i suma adsorbovanih bazičnih katjona metodom po Kapenn-u
- Sadržaj ukupnog humusa metodom po Тюрин-u
- Sadržaj ukupnog azota metodom po Kjeldahl-u

Laboratorijskim analizama obuhvaćeni su kontrolni supstrati i supstrati kod kojih je dodat sprašen zeolit. Nisu analizirani supstrati sa zeolitima u granulama, jer ovakav zeolit ulazi u frakciju skeleta, a ne sitne zemlje. Zbog toga je njihov uticaj na supstrate praćen samo indirektno preko biotestova.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Osobine supstrata

Beli zeolit

Beli zeolit korišćen za spravljanje supstrata spraošen je do frakcije sitnog peska ili manje. Po teksturnom sastavu ovaj materijal pripada peskovitim ilovačama. Ovako pripremljen beli zeolit karakteriše veoma visoka ukupna poroznost, pri

Tabela 1. - Hemijske osobine supstrata

Supstrat	Adsorptivni kompleks				Y1	pH		CaCO ₃ %	humus %	AZOT	
	T	S	T-S	V		H ₂ O	KCl			ukup.	NH ₄
	ekv milimola NaOH									%	%
Beli zeolit	41,71	25,52	16,19	64,18	24,90	3,9	3,3	-	-	-	16,8
Plavi zeolit	33,53	32,52	1,01	96,99	1,55	7,4	6,1	-	-	-	90,3
Pesak	-	-	-	-	-	7,7	7,5	-	-	-	0,0
Pesak i beli zeolit	68,17	66,8	1,37	97,99	2,1	5,7	5,2	-	-	-	2,1
Supstrat	76,67	74,84	1,83	97,61	2,81	6,8	6,3	-	17,96	0,65	5,6
Supstrat i beli zeolit	70,03	67,48	2,55	96,36	3,93	6,6	6,1	-	14,70	0,60	9,1
Supstrat i plavi zeolit	69,29	67,48	1,81	97,39	2,78	6,9	6,3	-	14,71	0,58	9,8

čemu u diferencijalnoj poroznosti najveći deo čine srednje pore prečnika 8-30 μ u kojima se voda drži tenzijom između 0,33 i 15 bara. Dosta visoko je i učešće grubih gravitacionih pora u kojima se voda drži tenzijom manjom od 0,33 bara ($pF < 2,5$), dok je učešće pora manjih od 8 μ u kojima se voda drži tenzijom većom od 15 bara malo. Zbog ovoga najveći deo maksimalnog vodnog kapaciteta kod belog zeolita čini pristupačna voda, nešto manji deo gravitaciona, a samo mali deo mrtva voda.

Od hemijskih svojstava, beli zeolit karakteriše veoma nizak sadržaj ukupnog azota zbog odsustva organske materije, izuzetno visok sadržaj pristupačnih oblika kalijuma (318,9 mg/100 g), i potpuno odsustvo pristupačnih oblika fosfora. Totalni kapacitet adsorpcije je izuzetno visok, a takođe i stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa, po čemu se može ubrojati u eutrične supstrate. Istovremeno kod belog zeolita je visoka i nezasićenost adsorptivnog kompleksa, što znači da povoljno reaguje na đubrenje rastvorljivim ili isparljivim đubrivima. Aktivna i supstituciona kiselost su jako visoke.

Plavi zeolit

Plavi zeolit u prahu, primenjen za spravljanje supstrata, karakteriše lak teksturni sastav. Po teksturi pripada peskovitim ilovačama, kao i beli zeolit, ali ima nešto veći sadržaj frakcije peska i gline, a manji sadržaj praha. Karakteriše ga neutralna reakcija (pH u vodi 7,4), veoma visok totalni kapacitet adsorpcije, ali znatno niži u odnosu na beli zeolit, kao i skoro potpuna zasićenost adsorptivnog kom-

pleksa bazičnim katjonima. Sadržaj pristupačnih oblika kalijuma u ovom materijalu je izuzetno visok (681,0 mg/100 g zemljišta). Istovremeno je i količina mineralnih oblika azota u ovom materijalu veoma visoka. U pogledu diferencijalne poroznosti i vodnih kapaciteta, plavi zeolit nije pokazao tako dobra svojstva kao beli. Najveći deo ukupne poroznosti kod ovog materijala čine grube pore, zbog čega i najveći deo maksimalnog vodnog kapaciteta čini gravitaciona voda, koja se kratko vreme zadržava u supstratu. Istovremeno je i sadržaj finih pora znatno veći nego kod belog zeolita, a sadržaj pristupačne vode dvostruko manji.

Pesak za ožiljavanje

Ovaj materijal karakteriše visoko učešće sitnog skeleta. U frakcijama manjim od 2 mm najzastupljeniji je pesak, frakcija praha potpuno odsustvuje, a glina je zastupljena sa 9%. Reakcija rastvora je blago alkalna, zbog prisustva slobodnih karbonata, a sadržaj pristupačnih asimilativa je zanemarljiv. Odsustvo organske materije uslovljava i odsustvo azota u materijalu. Vodne kapacitete karakteriše zanemarljiv kapacitet zadržavanja pristupačne vode, istovremeno veoma niska vlažnost venenja, a skoro celokupnu ukupnu poroznost čine gravitacione pore. Ovakva svojstva supstrata za ožiljavanje zahtevaju stalno vlaženje u postupku ožiljavanja sadnica.

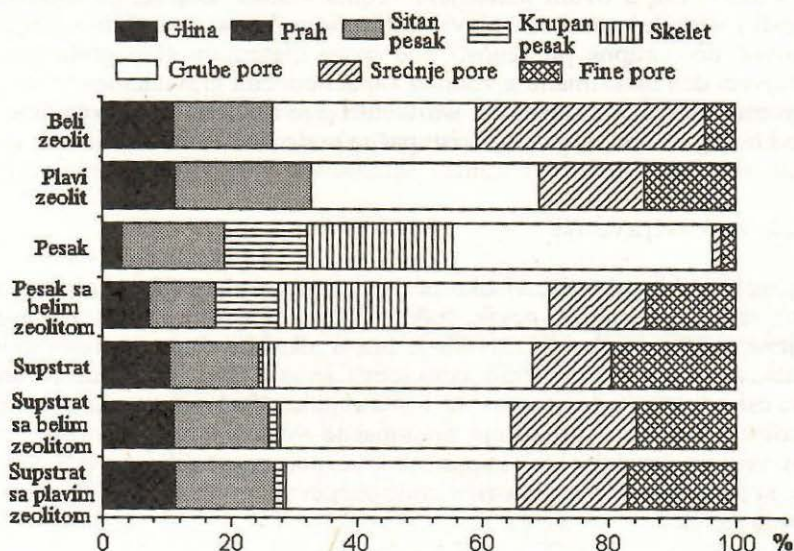
Tabela 2. - Mehanički sastav sitne zemlje

Supstrat	Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina	Ukupan pesak	Ukupna glina	Teksturna klasa	Skelet V%
	%	%	%	%	%	%		
Beli zeolit	0,0	58,4	26,2	15,4	58,4	41,6	Peskovita ilovača	0,0
Plavi zeolit	0,0	64,9	14,7	20,4	64,9	35,1	Peskovita ilovača	0,0
Pesak	40,9	50,1	0,00	9,0	91,0	9,0	Pesak	23,07
Pesak i beli zeolit	36,7	37,2	9,8	16,3	73,9	26,1	Peskovita ilovača	20,11
Supstrat	2,1	39,7	22,3	19,5	58,2	41,8	Peskovita ilovača	1,74
Supstrat i beli zeolit	4,2	54,6	22,0	19,2	58,8	41,2	Peskovita ilovača	0,42
Supstrat i plavi zeolit	4,8	54,2	20,0	21,0	59,0	41,0	Peskovita ilovača	0,42

Tabela 3. - Gustine zemljišta i poroznost

Supstrat	Specifična gustina	Volumna gustina	Ukupna poroznost	Pore prečnika		
				μ	μ	μ
	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%	%
Beli zeolit	2,41	0,65	73,15	32,18	36,21	4,76
Plavi zeolit	2,52	0,83	66,94	36,00	16,50	14,44
Pesak	2,72	1,50	44,85	41,44	1,11	2,30
Pesak i beli zeolit	2,70	1,29	52,22	22,83	15,14	14,25
Supstrat	2,34	0,63	73,07	41,10	12,37	19,60
Supstrat i beli zeolit	2,32	0,64	72,24	36,73	19,70	15,81
Supstrat i plavi zeolit	2,37	0,68	71,30	36,72	17,42	17,16

Slika 1. - Odnos faza supstrata i njihovih komponenti



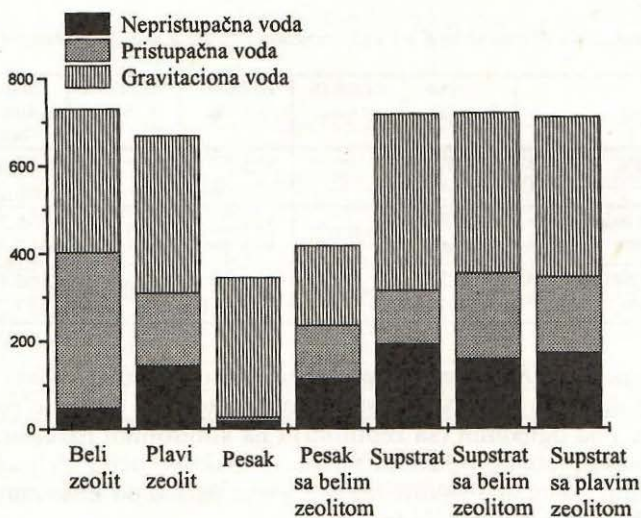
Pesak sa belim zeolitom

Ovaj supstrat je upotrebljen za ožiljavanje reznica. Dodavanjem zeolita pesku povećan je sadržaj praša i gline u frakciji sitne zemlje, iako je teksturna klasa ostala ista. Reakcija zemljišnog rastvora je i pored sadržaja slobodnih karbonata kod čistog peska znatno snižena, što ukazuje na veoma izražena puferna svojstva belog zeolita. Dodavanjem zeolita pesku znatno je povećan kapacitet adsorpcije, a takođe i nezasićenost adsorptivnog kompleksa i hidrolitička kiselost, a isto tako je povećan i sadržaj pristupačnih oblika kalijuma. Kapacitet zadržavanja pristupačne vode je povećan za skoro 15 puta, a sadržaj grubih gravitacionih pora dvostruko smanjen. Po svojim hemijskim i fizičkim osobinama ovaj supstrat pokazuje znatno povoljnije osobine za ožiljavanje sadnica od čistog peska.

Supstrat u Duneman-ovim lejama i saksijama

Supstrat upotrebljen u Duneman-ovim lejama i saksijama je sastavljen iz dis-tričnog treseta, zemlje i peska. Po teksturnom sastavu pripada peskovitim ilovačama. Karakteriše ga neutralna reakcija, visok sadržaj ukupnog humusa, a u vezi sa njim i azota. Odnos ugljenika i azota u ovom supstratu ukazuje na povoljne uslove za biološku aktivnost i procese razlaganja i oslobađanja biljnih asimilativa iz organske materije. Totalni kapacitet adsorpcije je veoma visok, što je posledica visokog sadržaja humusa, a visok stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa potiče od eutričnih materijala (zemlje i peska) koji su dodati supstratu. Od vodno

Slika 2. - Odnos faza supstrata i njihovih komponenti



fizičkih svojstava karakteriše ga dosta visoka vlažnost venenja, i prilično mali kapacitet zadržavanja pristupačne vode. Po svojim osobinama ovaj materijal predstavlja veoma povoljnu sredinu za razvoj šumskih vrsta.

Supstrat sa belim zeolitom i supstrat sa plavim zeolitom

Dodavanje belog i plavog zeolita supstratu nije bitnije uticalo na promenu njegovih hemijskih svojstava, a takođe ni teksturnog sastava. Sadržaj ukupnog humusa je nešto smanjen, ali to se nije odrazilo na odnos ugljenika i azota i biološku aktivnost. Reakcija zemljišnog rastvora i veličine koje karakterišu adsorptivni kompleksu su ostale približno iste, što rezultira iz jako izraženih pufernih svojstava organske materije i malih količina zeolita dodatih supstratu. Dodavanje belog zeolita supstratu nije se bitnije odrazilo na fizičke osobine zemljišta. Teksturni sastav je ostao nepromenjen, ali je došlo do izvesnog povećanja kapaciteta zadržavanja pristupačne vode i istovremenog smanjenja učešća grubih gravitacionih pora. Pri ovome je beli zeolit bolje uticao na povećanje pristupačne vode od plavog.

3.2 Proizvodnja sadnica smrče u Duneman-ovim lejamama i crnog bora u kontejnerima

Između sadnica proizvedenih na supstratima sa zeolitom i supstratima bez zeolita nisu ispoljene značajnije razlike u kvalitetu. Supstrati koji se koriste u

rasadničkoj proizvodnji, uz redovne mere nege i zaštite sadnica, bilo da je reč o Duneman-ovim lejama ili o kontejnerima, predstavljaju idealnu sredinu za razvoj biljaka. Ukoliko je unošenje zeolita dovelo do popravke nekih svojstava supstrata,

Tabela 4. - *Biomase smrče (Picea abies K a r s l.) - rezultati t - testa u odnosu na kontrolu*

Supstrat		Ukupna biomasa	Rezultati t - testa	Biomasa korena	Rezultati t - testa	Biomasa nadzemnog dela	Rezultati t - testa
1	Kontrola	X S	969,97 784,1786	355,57 291,76		614,40 508,295	
2	Supstrat sa belim zeolitom	X S	1085,76 637,63	429,22 268,527	$t_{1,2}=1,02$	656,53 453,191	$t_{1,2}=0,34$
3	Supstrat sa plavim zeolitom	X S	915,53 653,993	346,93 215,810	$t_{1,3}=0,13$	568,603 457,208	$t_{1,3}=0,37$

ustaljeni postupak proizvodnje, koji podrazumeva redovna zalivanja i ishranu sadnica, uticao je da bolja svojstva supstrata sa zeolitom ne dođu do punog izražaja, već su sadnice i na oglednim (sa zeolitom) i na kontrolnim parcelama (bez zeolita) ostvarile maksimalnu produkciju biomase. Ipak, ne treba isključiti mogućnost da se u narednim godinama ispolje razlike, jer je period od dodavanja zeolita supstratu do prvih analiza bio suviše kratak.

Tabela 5. - *Biomase crnog bora (Pinus nigra A r n.) - rezultati t - testa u odnosu na kontrolu*

Supstrat		Ukupna biomasa	Rezultati t - testa	Biomasa korena	Rezultati t - testa	Biomasa nadzemnog dela	Rezultati t - testa
1	Kontrola	X S	1,9484 0,6875	0,5803 0,2099		1,3682 0,5061	
2	Supstrat sa belim zeolitom	X S	1,8284 0,7073	0,6536 0,2599	$t_{1,2}=1,20$	1,1748 0,4992	$t_{1,2}=1,49$
3	Supstrat sa plavim zeolitom	X S	1,8801 0,6449	0,7114 0,3657	$t_{1,3}=1,70$	1,0688 0,3672	$t_{1,3}=1,74$

Imajući u vidu sve osobine zeolita, može se zaključiti da on sigurno popravljaja neka svojstva supstrata. S druge strane, ustaljeni postupci u proizvodnji šumskih sadnica (zaštita, ishrana, zalivanje) omogućavaju da biljke ispolje optimalna svojstva i ostvare maksimalnu produkciju biomase i na postojećim supstratima, bez ikakve popravke. Zbog toga istraživanja mogućnosti primene zeolita u proizvodnji šumskih sadnica treba da budu usmerena u pravcu iznalaženja lakših i ekonomičnijih tehnologija rasadničke proizvodnje, koja bi podrazumevala smanjenu potrebu za ishranom sadnica i manju normu zalivanja.

3.3 Ožiljavanje reznica u pesku

I u ovom delu oglada sve reznice su tretirane na isti način kao i u operativnoj proizvodnji. Hormoni rasta kojima su tretirane reznice pre stavljanja na ožiljava-

nje uticali su da se kalusno tkivo ožiljenica podjednako dobro razvije i na oglednim i na kontrolnim delovima površine, pa čak je u izvesnom stepenu bolje ožiljavanje postignuto na čistom pesku nego na pesku sa zeolitima. Do razvoja korena, odnosno do formiranja žila nije došlo kod svih ožiljenica, ali je potpuno razvijeno kalusno tkivo kod obe vrste. Veći broj reznica sa potpuno razvijenim korenem konstatovan je kod peska bez zeolita.

Tabela 6. - Ožiljavanje reznica *Piracantha coccinea* i *Chamaecyparis lawsoniana* f. 'allumii' u pesku

Supstrat		Piracantha coccinea			Ch. lawsoniana f. 'allumii'		
		Pesak	Pesak i beli zeol.	Pesak i plavi zeol.	Pesak	Pesak i beli zeol.	Pesak i plavi zeol.
Broj žila	komada	10	6,9	4,67	3,43	3,3	2,93
Dužina korena	cm	8,93	7,43	5,09	10,07	8,39	10,45
S		2,88	5,09	4,23	6,23	7,54	6,6
% ožiljenih		66,67	50,00	43,33	70,00	76,67	66,67
% bez žila		33,33	50,00	56,67	23,33	23,33	33,33
% propalih		-	-	-	6,67	-	-

3.4 Pikiranje ožiljenica u saksije sa supstratom

Kod ove tehnologije sadnice proizvedene na supstratima sa zeolitima pokazale su nešto veću produkciju biomase u odnosu na kontrolni supstrat, ali ta razlika nema statistički značaj. Ovo može da bude rezultat kratkog vremenskog perioda u kojem su sadnice bile izložene uticaju zeolita. To znači da postoji mogućnost, da se u narednim godinama razlika u kvalitetu sadnica poveća. Od sadnica proizvedenih na supstratima sa zeolitom bolji rezultat su pokazale one kod kojih je korišćen beli zeolit.

Tabela 7. - Biomase *Chamaecyparis lawsoniana* f. 'fletcherii'

Supstrat		Ukupna biomasa	t	Biomasa korena	t	Biomasa nadzemnog dela	t	
1	Kontrola	X	1,074	0,106	0,106	0,969		
		S	0,446			0,417		
2	Supstrat sa belim zeolitom	X	1,410	$t_{1-2}=1,500$	0,132	$t_{1-2}=0,144$	1,279	$t_{1-2}=1,450$
		S	0,569				0,058	
3	Supstrat sa plavim zeolitom	X	1,142	$t_{1-3}=0,275$	0,121	$t_{1-3}=0,630$	1,021	$t_{1-3}=0,223$
		S	0,642				0,043	

4. ZAKLJUČAK

Razlike u produkciji biomase između sadnica proizvedenih na supstratima sa zeolitom i bez zeolita nisu ispoljene ni kod jedne tehnologije proizvodnje. Ovo rezultira iz bioloških osobina oligotrofnih vrsta, koje nemaju veće zahteve u pogle-

du ishrane, kao i iz optimalnih uslova za razvoj biljaka koji se obezbeđuju u toku redovne rasadničke proizvodnje (ishrana, zalivanje i dr.), a koji omogućavaju da sadnice i na postojećim supstratima (bez zeolita) ostvare maksimalnu produkciju biomase.

Dodavanje zeolita supstratu ima opravdanje samo ako su sadnice namenjene za pošumljavanje teških terena kakvi su peskovi, slatine ili pepelišta kada se supstrat sa sadnicama iznosi na teren. Organska materija koja u rasadniku uslovljava sve povoljne osobine supstrata, na terenu podleže procesima razlaganja i mineralizaciji, dok zeolit iz supstrata ostaje trajno u zemljištu i svojim prisustvom popravlja sorptivna svojstva i vodne kapacitete.

Visok stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa, uz istovremeno visok totalni kapacitet adsorpcije kod zeolita, a naročito visok kapacitet fiksacije ukazuju da se dodavanjem zeolita u supstrat unose značajne količine razmenljivih katjona i to prvenstveno kalijuma. Zbog toga zeolit u prirodnom stanju može da se smatra kalijumovim đubrivom. Sadržaj pristupačnih oblika kalijuma je kod plavog zeolita znatno veći nego kod belog. Istovremeno plavi zeolit pokazuje dobru obezbeđenost pristupačnim fosforom, dok je kod belog zeolita sadržaj pristupačnog fosfora manji od 1 mg/100g. Ovo znači, da se unošenjem plavog zeolita u supstrat unose i veće količine pristupačnih biljnih asimilativa, nego ako se unosi beli zeolit. Oba zeolita pokazuju visok totalni kapacitet adsorpcije, pri čemu beli ima znatno veći kapacitet adsorpcije i manji stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa, odnosno manju sumu adsorbovanih bazičnih katjona. To znači, da povoljnije od plavog utiče na smanjenje gubitaka lako rastvorljivih hranljivih materija ispiranjem, a isto tako smanjuje i gubitak azota volatilizacijom amonijaka. Imajući u vidu ove osobine zeolita, može se zaključiti da njihovo unošenje u supstrat obezbeđuje bolji efekat prihrane sadnica, jer se znatno smanjuju gubici asimilativa. Ovo može da omogući da se mera prihrane sadnica u toku rasadničke proizvodnje ređe primenjuje, ili da doze unetih đubriva budu manje nego što su korišćene u ogledu. Uticaj zeolita na vodno fizička svojstva supstrata, ogleda se kroz povećanje kapaciteta zadržavanja pristupačne vode i smanjenje grubih gravitacionih pora u supstratu. Na taj način u rasadničkoj proizvodnji smanjuju se neproduktivni gubici vode vertikalnim oticanjem, a isto tako i gubici hranljivih materija ispiranjem. To naročito dolazi do izražaja kod lakih peskovitih materijala koji su jako filtrabilni i siromašni organskom materijom. Pri ovome primena belog zeolita obezbeđuje bolje poboljšanje vodno fizičkih svojstava u odnosu na plavi zeolit.

Plavim zeolitom se u supstrat unose veće količine pristupačnih asimilativa, dok se unošenjem belog zeolita bolje popravlja sorptivna svojstva zemljišta i vodno fizička svojstva, zbog čega se preporučuje da se za spravljanje supstrata koriste oba zeolita. Takođe se preporučuje da se koristi spraseni zeolit, a ne u granulama, jer ovaj prvi obezbeđuje bolji kontakt korena sa česticama i rastvorom.

Imajući u vidu veoma dobre fizičke i hemijske osobine zeolita, a naročito njegova puferna svojstva, u narednim istraživanjima treba obratiti pažnju na mogućnost primene ovih materijala za popravku svojstava onih supstrata koji u potpunosti ne zadovoljavaju sve uslove za proizvodnju kvalitetnih šumskih sadnica. Takvi supstrati mogu biti kompostirana kora lišćara, bogata slobodnim karbonatima i loših vodno fizičkih svojstava ili eutrični treseti visoke pH vrednosti.

LITERATURA

- Burlica, Č. (1971): Određivanje volumne gustine pomoću cilindara, Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knj. V Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta, Beograd.
- Burlica, Č. (1971): Određivanje kapaciteta za vazduh, Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knj. V Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta, Beograd.
- Marinčić, J. (1971): Određivanje pF vrijednosti i pF krivulja. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knj. V. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta.
- Šmit, S., Marković, D. (1995): Proizvodnja šumskih i ukrasnih sadnica u rasadnicima Instituta. Zbornik radova Instituta za šumarstvo, tom 36-37, Beograd.
- Stilinović, S. (1987): Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Šumarski fakultet, Beograd.
- Topalović, M., Miletić, Z., Veselinović, M., Vilotić, D. (1995): Primena kompostirane kore u proizvodnji sadnica nekih lišćarskih vrsta. Zbornik radova Instituta za šumarstvo, tom 36-37, Beograd.
- Savić, B., Jekić, M., (1975.): Agrohemija za studente agronomije. Sarajevo 1975.

Recenzent: dr Slobodan Stilinović, red. prof. Šumarskog fakulteta u penziji, Beograd.

ZEOLITE APPLICATION IN NURSERY PRODUCTION OF FOREST SEEDLINGS

Slobodan Šmit, Zoran Miletić, Olivera Vukićević

Summary

Addition of zeolite improves markedly the properties of the substrates regularly used in nursery production, resulting in the increased available water-retaining capacity and the increased adsorption capacity. The improved substrate properties are much greater in sands than in humose substrates where organic matter provides all the favorable characteristics. There were no great differences in the quality of the seedlings, because the regular techniques of nursery production provide all the conditions for the development of seedlings, and also nutrient requirements of oligotrophic forest species are not great.

