

Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије
Journal of erosion and torrent control

ЕРОЗИЈА

Број 41

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2015. година

ЕРОЗИЈА

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Scientific Journal of erosion and torrent control

Главни и одговорни уредник
Проф.др Станимир Костадинов

Уређивачки одбор

Проф.др Станимир Костадинов, проф.др Нада Драговић, проф.др Миодраг Златић, проф.др
Снежана Белановић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд
Зоран Гавриловић, дипл.инг., Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Технички уредник

Милутин Стефановић, дипл.инж.шум.

Издавач

Удружење бујичара Србије
Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд
Тел: + 381-11-3053-851; + 381-11-3906-461;
Адреса е-поште: bujicari@gmail.com
Интернет презентација: www.udruzenjebujicara.com

Тираж: 250

Штампа

Тукан принт

EPOZIJA

Scientific Journal of erosion and torrent control

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Editor in Chief

Prof. Stanimir Kostadinov

Advisory Board

Prof. Stanimir Kostadinov, Prof. Nada Dragović, Prof. Miodrag Zlatić,
Prof. Snežana Belanović, University of Belgrade – Faculty of Forestry, Belgrade
Zoran Gavrilović, B.Sc, Institute for Water Management „Jaroslav Černi“, Belgrade
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Layout

Milutin Stefanović, dipl.ing.

Publisher

Association of graduate engineers in torrent control of Serbia
Kneza Visaslava 1, 11030 Belgrade
Phone: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461;
E-mail address: bujicari@gmail.com
Web site: www.udruzenjebujicara.com

Circulation: 250 copies

Print

Tukan Print

садржај

contents

- I УВОДНА РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА
Introductory word of the editor 7
-
- II ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ
Original scientific paper
-
- Невенка Танасковић, Снежана Белановић Симић, Милан Кнежевић, Сара Лукић**
Утицај начина пошумљавања на садржај и дистрибуцију микроелемената
у земљишту под састојином Црног Бора на подручју Грделичке клисуре
The effects of afforestation method on content and distribution of trace elements in the
soil under Black Pine stands in Grdelica gorge 8
-
- Ludmila Frolova, Ivan Aponasevich, Arthur Husainov**
Еколошка процена ресурса свеже воде употребом протеинских маркера индикатора
врста *bacillariophyceae*
Ecological estimation of fresh water resources using the marker proteins of indicators
species of *bacillariophyceae* 22
-
- Mihailo Ratknić, Sonja Braunović, Ljubinko Rakonjac, Tatjana Ratknić**
Стратегија пошумљавања Републике Србије у управљању ризиком од бујичних поплава
The afforestation strategy of Republic of Serbia in torrential flood risk management 34
-
- III ЗАНИМЉИВОСТИ
Interesting facts
-
- Матарушку Бању „открила“ бујица 52
-
- IV УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ 54

Уводна реч главног уредника

Поштовани читаоци,

Овај број часописа „Ерозија”, стиже код вас са више од годину дана закашњења те вам се морам обратити са објашњењем разлога кашњења. Два су основна разлога:

1. Недостатак понуђених радова за штампање у часопису
2. Недостатак финансијских средстава за припрему и штампање часописа.

Већина научних часописа у Србији има проблем са малим бројем понуђених радова, али код нас је тај проблем још израженији. Ми смо удружење са релативно малим бројем чланова, али још је драстичније што врло мали број чланова има жељу да понекад напише нешто и пожели да то објави. То се пре свега односи на колегинице и колеге који раде у нашој пракси.

С друге стране колегинице и колеге који раде у институтима (Институт за шумарство и Институт за водопривреду „Јарослав Черни”) и на факултетима (Шумарски, Пољопривредни, Грађевински) када припреме неки рад гледају да га објаве у неком домаћем часопису који има већи ранг или у међународном часопису који се налази на SCI листи (часописи са импакт фактором). Напомињем да наш часопис има ранг националног часописа (M52) који доноси 1,5 поен аутору док други часописи носе већи број поена а међународни доносе већи број поена, тзв. тврде поене, који су значајни за ауторе запослене у институтима и на факултетима за њихово напредовање. Тиме се сужава ионако мали број потенцијалних аутора.

Недостатак финансијских средстава поготову је изражен у последњим годинама. Наше удружење има сталне приходе само од чланарине коју плаћа релативно мали број чланова. Донације су кроз пресушиле.

Кад се све то сабере имамо кашњење изласка часописа, што опет може да доведе до снижавања или потпуног губитка садашњег ранга часописа.

Предлажем да се о овим проблемима поведе дискусија на следећем Сусрету бујичара као и о осталим текућим проблемима Удружења, међу којима бих истакао неке случајеве непризнавања наше лиценце бр.375 од стране ЈВП „Србијаводе” (за извођење радова) и од стране РХМЗ Србије (за хидролошке прорачуне у хидролошки неизученим сливовима).

Невенка Танасковић¹, Снежана Белановић Симић², Милан Кнежевић², Сара Лукић²

The effects of afforestation method on content and distribution of trace elements in the soil under Black Pine stands in Grdelica gorge

Утицај начина пошумљавања на садржај и дистрибуцију микроелемената у земљишту под састојином Црног Бора на подручју Грделичке клисуре

¹Универзитет у Београду, Биолошки институт

²Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод

У овом раду приказани су резултати истраживања утицаја методе пошумљавања (у градоне и у јаме) на дистрибуцију микроелемената (Zn, Cu, Pb и Cd) у земљишту. Проучавања су вршена на подручју Грделичке клисуре на хумусно-силикатном земљишту које је пошумљавано црним бором пре 60 година. Земљиште је узорковано по фиксним дубинама: 0-5, 5-10, 10-20 и 20-40 cm. Лабораторијске анализе обухватиле су испитивања основних физичких и хемијских особина земљишта, као и одређивање псеудокупних садржаја микроелемената. У земљиштима пошумљаваним у јаме констатована је статистички значајна корелација између дубине земљишта и садржаја хумуса, као и рН вредности и капацитета адсорптивног комплекса земљишта, док у земљиштима пошумљаваним у градоне не постоји статистички значајна корелација између истих параметара. Корелациона веза између микроелемената разликује се у земљиштима пошумљаваним у јаме и у земљиштима пошумљаваним у градоне.

Кључне речи: пошумљавања, градони, јаме, шумско земљиште, микроелементи

Abstract

This paper presents the results of research the effects of afforestation method (planting in bench terraces and in pits) on the distribution of trace elements (Zn, Cu, Pb and Cd) in the soil. The research was conducted in the area of Grdelica gorge in humus-siliceous soil which is afforested with black pine 60 years ago. The soil samples were taken at fixed depths: 0-5, 5-10, 10-20 and 20-40 cm. The laboratory analysis covered the main physical and chemical soil properties as well as the determination of trace elements content. In pit planted soils revealed a statistically significant correlation between soil depth, humus content and pH value and the capacity of soil adsorption complex, while there is no statistically significant correlation between these parameters in the soil planted in bench terraces. The correlations between trace elements are different in soils planted in pits and in soil planted in bench terraces.

Keywords: afforestation, bench terraces, pits, forest soil, trace elements

Увод

Активности у пољопривреди, шумарству и другим привредним гранама често изазивају промене у вегетационом покривачу, отпорности земљишта и доприносе развоју ерозионих процеса (Томић et al., 2011). Антропогеним утицајем изазвана, убрзана ерозија земљишта представља значајан узрок деградације. Деградација физичких и хемијских својстава земљишта ограничава капацитет обнављања екосистема, услед смањених могућности ревитализације (Кадовић et al., 2014).

Хемијски загађувачи су један од најзначајнијих фактора деградације шумских екосистема и међу њима, микроелементи имају посебан еколошки, биолошки и здравствени значај (Кадовић, Кнежевић, 2002). Природне концентрације микроелемената у земљишту могу се значајно повећати услед дејства антропогеног фактора (Кадовић, Кнежевић, 2002) и тако утицати на својства и процесе у земљишту.

Процеси ерозије доводе, не само до физичке деградације земљишта и стварања наноса, већ и до транспорта загађујућих материја (микроелемената) у наносу. Вегетациони покривач обезбеђује најефикаснију заштиту земљишту од деловања ерозивних фактора и од њеног типа и особина у највећој мери зависи степен заштите (Zhang et al., 2003; Durán Zuazo et al., 2006). Најефикаснију заштиту земљишту пружа шума доброг склопа. У шумама доброг склопа, процеси ерозије су драстично смањени у односу на огољено земљиште (Zhou et al., 2006), што пошумљавање ставља у ред најефикаснијих мера заштите земљишта и контроле ерозионих процеса на огољеним и деградираним теренима. Ефикасност склопа вегетације зависи не само од избора врста за пошумљавање, већ и од примењене технике садње и претходне припреме земљишта. Voetang et al., (2012) истичу да механичка припреме земљишта за садњу има потенцијал да стимулативно делује на прираст састојине. Такође, пошумљавање на градонима утиче на смањење ерозије и губитака земљишта (Ђоровић, 1969; Sheng, 2002). Уколико је на деградираним локалитетима, који су предвиђени за пошумљавање, повећан садржај микроелемената у земљишту, применом одговарајуће технике садње могло би се утицати на њихову дистрибуцију у земљишту. Csontos et al., (2012) су уочили промену концентрације микроелемената у земљишту у културама црног бора (*Pinus nigra* Arnold) у поређењу са земљиштем под природном травном вегетацијом. Према овим ауторима, у земљиштима под културом

црног бора дошло је до инверзне дистрибуције микроелемената. Наиме, уочено је да је садржај проучаваних микроелемената већи у дубљим слојевима земљишта у односу на површинске за разлику од земљишта под природном травном вегетацијом, где садржај микроелемената уједначено опада са дубином.

Циљ овог рада је да се утврди утицај различитих метода пошумљавања земљишта (у градоне и у јаме) на садржај и дистрибуцију микроелемената (Zn, Cu, Pb и Cd) у хумусно-силикатном земљишту на подручју Грделчке клисуре.

Материјал и метод рада

Подручје проучавања

Проучавања су вршена на подручју Грделичке клисуре која се налази у југоисточном делу Србије и припада сливу реке Јужне Мораве. Геолошку подлогу чине углавном лискуновити кристаласти шкриљци, док се местимично јављају дацит, андезит, андезитски туф и гранит. Проучавања су вршена у сливу Калиманске реке, Љештарској долини и на локалитету Момин камен. Према класификацији Шкорић et al. (1985) проучавана земљишта припадају типу хумусно силикатног земљишта (подтип дистрични и еутрични), образованом на интермедијарним и киселим стенама.



Слика 1. Подручје проучавања
Figure 1. Study area

Проучавања земљишта

Истраживање је вршено у земљиштима која су пошумљавана црним бором у градоне и у јаме. Проучавања земљишта обухватила су теренска и лабораторијска истраживања. У оквиру теренских истраживања, на репрезентативним површинама отворена су четири профила у земљиштима пошумљаваним у градоне и шест профила отворено у земљиштима пошумљаваним у јаме.

Узорци земљишта узети су по фиксним дубинама: 0-5; 5-10; 10-20 и 20-40 cm. Лабораторијска истраживања обухватила су анализу основних физичких и хемијских особина земљишта и простирке применом метода препоручених од стране ЈДПЗ (Бошњак, 1997; Ценцељ, 1966) и одређивање псеудоукупног садржаја микроелемената. Механички састав земљишта одређен је интернационалном пипет Б методом. Реакција земљишног раствора рН (0,01М CaCl₂) и рН (H₂O) одређена је потенциометријски стакленом електродом. Укупан органски угљеник одређен је методом Тјургина, док је укупни азот одређен микрометодом Kjeldahl-а. Лакоприступачни фосфор (P₂O₅) и калијум (K₂O) одређени су Al методом. Адсорптивни комплекс одређен је према Карпен-и. Одређен је псеудоукупан садржај штетних микроелемената Zn, Cu, Pb и Cd у земљишту по фиксним дубинама и у простирци методом атомске апсорпционе спектrophотометрије (AAS) на апарату „Thermo” M Series AA. Узорци (3 g) су разорени царском водом (HNO₃ и HCl у односу 1:3).

Статистичка анализа

Статистички значај разлика између варијабли земљишта одређен је применом t-теста, а за утврђивање корелационе значајности вршена је анализа Pearson correlation matrix. За статистичку анализу коришћен је програм STATGRAPHICS Centurion X64.

Резултати

Основне физичке и хемијске особине проучаваних земљишта приказане су у табели 1.

Табела 1. Просечне вредности основних својстава проучаваних земљишта пошумљаваних у градоне и у јаме
Table 1. Average values of the basic properties of the soils studied afforestation in bench terraces and in pits

Слој	0 – 5 cm	5 -10 cm	10-20 cm	0 – 5 cm	5 -10 cm	10-20 cm
	градони			јаме		
Параметри	средња вредност±Sd опсер					
pH (H ₂ O)	5,73±0,56	5,11±0,40	5,02±0,78	6,30±0,38	6,02±0,33	5,80±0,18
(Т - S) (cmol·kg ⁻¹)	10,40±5,03	11,70±4,26	13,98±5,97	6,82±2,19	8,21±1,73	8,78±1,48
S (cmol·kg ⁻¹)	4,80±2,42	1,20±1,26	1,80±1,98	20,13±3,88	16,05±1,56	15,50±1,14
T (cmol·kg ⁻¹)	15,20±4,11	8,44±5,78	15,78±3,99	26,96±2,13	24,26±0,74	24,28±1,05
V (%)	33,15±17,46	11,94±9,39	13,43±15,95	74,18±9,77	66,20±6,65	63,92±5,14
Хумус (%)	4,33±1,06	2,23±0,53	3,24±1,17	4,37±1,34	2,78±0,57	2,04±0,29
C (%)	2,51±0,61	1,29±0,30	1,88±0,68	2,58±0,80	1,62±0,33	1,18±0,17
N (%)	0,14±0,04	0,07±0,05	0,10±0,00	0,21±0,03	0,18±0,07	0,07±0,03
C/N	9,00±1,82	5,25±1,55	5,90±0,00	11,82±2,27	9,48±1,42	4,50±0,78
P ₂ O ₅ (mg·100g ⁻¹)	2,80±1,47	3,95±3,19	7,75±4,59	3,12±1,26	3,85±3,08	6,62±7,21
K ₂ O (mg·100g ⁻¹)	10,50±7,78	9,62±4,52	7,00±1,41	22,57±7,80	10,08±5,31	15,68±10,73
Песак (%)	78,98±3,43	77,80±5,09	82,30±0,99	65,12±8,30	59,92±7,04	59,25±5,60
Глина и прах (%)	21,02±3,43	22,20±5,09	17,70±0,99	34,88±8,30	40,08±7,04	40,75±5,60

*Sd – стандардна девијација/Standard deviation

Земљишта пошумљавана у градоне према текстурној класи припадају иловастом песку до песковитој иловачи, према реакцији у води су слабо до екстремно кисела, базама незасићена, где је тотални капацитет адсорпције низак и преовлађују кисели катјони (табела 1). Ова земљишта су умерено до јако хумусна, те добро обезбеђена до богата

азотом. Садржај лакоприступачног фосфора је врло низак до низак, док је садржај лакоприступачног калијума низак до средњи (табела 1).

Земљишта на површинама код којих је пошумљавање вршено у јаме припадају песковитим иловачама до песковито-глиновитим иловачама, према реакцији у води су умерено кисела до неутрална, базама су засићена, а тотални капацитет адсорпције је низак где преовлађују базни катјони (табела 1). Ова земљишта су слабо до јако хумусна и добро обезбеђена до богата азотом. Садржај лакоприступачног фосфора је врло низак до низак, док је лакоприступачним калијумом земљиште боље обезбеђено (табела 1).

У табели 2, приказани су садржаји микроелемената у проучаваним земљиштима.

Табела 2. Садржај микроелемената у проучаваним земљиштима
Table 2. The content of trace elements in the soils studied

Слој	0 – 5 cm	5 -10 cm	10-20 cm	0 – 5 cm	5 -10 cm	10-20 cm
	градони			јаме		
елементи (mg·kg ⁻¹)	средња вредност±Sd опсег					
Zn	78,73±17,37	75,85±15,33	56,62±8,06	51,39±1,42	53,78±8,32	53,86±7,92
Cu	19,41±14,61	17,81±13,18	5,73±0,11	5,46±1,96	5,24±2,20	4,59±2,21
Pb	37,70±16,24	34,08±15,46	48,20±3,48	19,69±9,82	23,53±9,69	24,33±13,08
Cd	0,10±0,08	0,03±0,04	0,09±0,10	0,02±0,04	0,02±0,03	<г.д.

Садржаји Zn се смањују са дубином у земљиштима пошумљаваним у градоне, док су садржаји Zn уједначени у земљиштима пошумљаваним у јаме. Садржаји Cu се смањују са дубином у профилу у свим проучаваним земљиштима. Садржаји Pb и Cd се у земљиштима пошумљаваним у градоне смањује у слоју 5 – 10 cm а потом у слоју до 20 cm се повећавају, док се у земљиштима пошумљаваним у јаме концентрације Pb повећавају а концентрације Cd смањују са дубином у профилу.

Поређењем концентрација микроелемената, садржаја глине и рН-вредности између слојева земљишта између примењених метода пошумљавања, утврђене су статистички значајне разлике (табела 3).

Табела 3. Елементи анализе t-теста за параметре земљишта између слојева проучаваних земљишта

Table 3. Elements of the analysis t-test for the parameters of soil between the layers of the soils studied

Елементи	Дубина (cm)	Градони		Јаме		Р вредност
		Sv	Sd	Sv	Sd	
Садржај глине (%)	0 – 5	21,02	3,43	36,20	8,55	<0,01
	5-10	18,20	11,65	43,06	4,53	<0,05
	10 - 20	17,70	0,99	42,73	4,85	<0,01
pH (H ₂ O)	0 – 5	5,73	0,56	6,30	0,38	<0,05
	5 – 10	5,11	0,40	6,02	0,33	<0,05
Т (cmol·kg ⁻¹)	0-5	15,20	4,11	26,96	2,13	<0,01
	5-10	8,44	5,78	24,26	0,74	<0,01
V (%)	0-5	33,15	17,46	74,18	9,77	<0,01
	5-10	11,94	9,39	66,20	6,65	<0,01
	10-20	13,43	15,95	63,92	5,14	<0,05
Zn (mg·kg ⁻¹)	0 – 5	78,73	17,37	51,39	1,42	<0,01
	5-10	75,85	15,33	53,78	8,32	<0,05
Cu (mg·kg ⁻¹)	0 – 5	19,41	14,61	5,46	1,96	<0,05
Cd (mg·kg ⁻¹)	0 – 5	0,10	0,08	0,02	0,04	<0,05

За упоређивање основних својстава земљишта и садржаја микроелемената у земљиштима пошумљаваним у градоне и у јаме коришћен је t-тест. Статистички значајне разлике утврђене су у садржају глине и степену засићености базама V% до 20 cm дубине и у pH-вредности и тоталном капацитету адсорпције катјона (Т) до 10 cm дубине између земљишта пошумљаваних у градоне и у јаме. Статистички значајних разлика нема у садржају хумуса и садржају укупног олова у проучаваним земљиштима. У земљиштима пошумљаваним у градоне, утврђене су статистички значајно веће концентрације Zn у слоју 0-5 cm (p<0,01) и 5-10 cm (p<0,05). Измерене концентрације Cu су статистички значајно веће у површинском слоју земљишта (0-5 cm) пошумљаваног у градоне (p<0,05). Утврђено је да су једино концентрације бакра измерене у два земљишна профила отворена у земљиштима пошумљаваним у градоне веће од граничних вредности («Сл. гласник РС», бр. 88/2010). Измерене концентрације Cd статистички су значајно веће у површинском слоју земљишта (0-5 cm) пошумљаваних у градоне (p<0,05).

У табелама 4 и 5 приказана је корелација садржаја микроелемената и својстава земљишта пошумљаваних у градоне и јаме.

Табела 4. Коefицијент корелације садржаја микроелемената и својстава земљишта пошумљаваних у градоне

Table 4. The coefficient of correlation between the trace elements content and soil properties in soil afforestation in bench terraces

	Zn	Cu	Pb	Cd	pH	T	V	Хумус	Глина	Дубина
	mg.kg ⁻¹					cmol.kg ⁻¹	%	%	%	
Zn mg.kg ⁻¹	1	0,953**	-0,884*	-0,538	0,312	-0,487	0,276	0,045	0,059	-0,421
Cu mg.kg ⁻¹		1	-0,968**	-0,413	0,486	-0,651*	0,423	-0,117	0,069	-0,407
Pb mg.kg ⁻¹			1	0,399	-0,466	0,793**	-0,349	0,326	-0,101	0,350
Cd mg.kg ⁻¹				1	0,518	0,114	0,522	0,331	0,245	-0,079
pH					1	-0,546	0,956**	0,159	0,206	-0,547
T cmol.kg ⁻¹						1	-0,339	0,675*	-0,119	0,339
V%							1	0,386	0,102	-0,517
Хумус %								1	0,038	-0,040
Глина %									1	-0,036
Дубина										1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Утврђена је значајна корелативна веза између концентрација Zn и Cu ($r = 0,953^{**}$), Zn и Pb ($r = -0,884^{**}$), као и између Cu и Pb ($r = -0,968^{**}$) у земљиштима пошумљаваним у градоне. Утврђено је постојање статистички сигнификантне корелативне везе између садржаја хумуса и тоталног капацитета адсорпције ($r = 0,675^{*}$). Такође и између тоталног капацитета адсорпције и концентрације Cu ($r = -0,651^{*}$) и Pb ($r = 0,793^{**}$) постоји статистички значајна корелативна веза.

Табела 5. Коэффициент корелације садржаја микроелемената у земљиштима пошумљаваних у јаме

Table 5. The coefficient of correlation between the trace elements content and soil properties in soil afforestation in pits

	Zn	Cu	Pb	Cd	pH	T	V	Хумус	Глина	Дубина
	mg.kg ⁻¹					cmol.kg ⁻¹	%	%	%	
Zn mg.kg ⁻¹	1	0,467	0,656*	0,303	-0,531	0,077	-0,492	-0,272	0,060	0,178
Cu mg.kg ⁻¹		1	0,866**	0,340	-0,345	-0,075	-0,397	0,102	0,005	-0,191
Pb mg.kg ⁻¹			1	0,405	-0,565*	0,177	-0,593*	-0,219	0,066	0,188
Cd mg.kg ⁻¹				1	-0,095	0,413	-0,136	0,254	0,070	-0,300
pH					1	0,627*	0,965**	0,640*	-0,110	-0,570*
T cmol.kg ⁻¹						1	0,677**	0,581*	0,118	-0,544*
V%							1	0,508	-0,027	-0,490
Хумус %								1	0,004	-0,705**
Глина %									1	0,228
Дубина										1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

У земљиштима где је пошумљавање вршено у јаме утврђена је значајна и веома значајна корелативна веза између концентрација Zn и Pb ($r = 0,656^*$) као и Cu и Pb ($r = 0,866^{**}$). Олово са pH вредношћу земљишта има сигнификантну корелацију ($r = -0,565^*$), као и са засићеношћу базама ($r = -0,593^*$), затим pH вредност има корелацију са засићеношћу базама ($r = 0,965^{**}$) и са тоталним капацитетом адсорпције ($r = 0,627^*$) и садржајем хумуса ($r = 0,640^*$). Укупни садржај хумуса има сигнификантну корелацију са тоталним капацитетом адсорпције ($r = 0,581^*$). Такође је утврђено да је дубина земљишта у сигнификантној корелативној вези са pH вредношћу ($r = -0,570^*$), тоталним капацитетом адсорпције ($r = -0,544^*$) и садржајем хумуса ($r = -0,705^{**}$).

Дискусија

Елементи у траговима се у земљиштима природно налазе у врло малим концентрацијама, али услед антропогених активности мењају се биохемијски циклуси елемената и током времена се повећава

ниво микроелемената у земљиштима (Adriano, 2001; Domínguez et al., 2008). Понашање микроелемената у земљишту, њихова динамика и дистрибуција, мењају се у зависности од својстава земљишта (Белановић et al., 2003), утицаја вегетације, али и мера управљања екосистемима (начина заснивања засада и мера газдовања) (Csontos et al., 2012).

Урдебом о програму систематског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма Р Србије (Сл. Гласник РС 88/2010) прописане су граничне и ремедијационе вредности и вредности које могу указати на значајну контаминацију земљишта тешким металима, које зависе од садржаја глине и органске материје. Укупне концентрације микроелемената су ниже у односу на кориговане граничне вредности и не указују на присуство загађења. У два земљишна профила отворена у земљиштима пошумљаваним у градоне, измерене концентрације бакра су нешто више од коригованих граничних вредности (изм. $32,77 \text{ mg kg}^{-1}$ – гран. $31,30 \text{ mg kg}^{-1}$ и изм. $31,32 \text{ mg kg}^{-1}$ - гран. $29,08 \text{ mg kg}^{-1}$), али су знатно ниже од ремедијационих.

Проучавана хумусно силикатна земљишта у зависности од примењене технике пошумљавања показују статистички значајну разлику у садржају (табела 3) глине и степену засићености базама V% (до 20 cm дубине), рН-вредности и тоталном капацитету адсорпције катјона Т (до 10 cm дубине). Такође, статистички значајне разлике су утврђене и у: укупним садржајима Zn (слој до 10 cm), Cd и Cu (у слоју до 5 cm). Иако је утврђена статистички значајна разлика у садржају глине у земљиштима пошумљаваним у јаме и градоне, у овим земљиштима није утврђена статистички значајна корелација између садржаја глине и дубине земљишта као ни између садржаја глине и садржаја проучаваних микроелемената, што указује да глина није носилац адсорптивног комплекса. У прилог чињеници да је садржај хумуса у проучаваним земљиштима носилац адсорптивног комплекса, говори утврђена значајна корелациона веза између садржаја хумуса и адсорптивног комплекса као и између садржаја хумуса и рН вредности у земљиштима пошумљаваним у јаме и градоне.

Ретенција микроелемената у земљишту зависи од садржаја и квалитета органске материје и рН вредности у земљиштима (Adriano, 2001; Sauvé et al., 1997; Sauvé et al., 2000; Kabata-Pendias, Pendias, 2000; Antoniadis et al., 2007; Belanović, et al., 2012). Иако је утврђена

статистички значајна разлика између рН вредности у земљиштима пошумљаваним у јаме и градоне, значајна корелациона веза између рН вредност земљишта и укупног садржаја Pb, утврђена је у земљиштима пошумљаваним у јаме. Међутим, у земљиштима пошумљаваним у градоне нема статистички значајне корелације између рН вредности земљишта и садржаја микроелемената, као ни рН вредности земљишта и дубине, на шта је вероватно имала утицај техника пошумљавања (Лукић, 2013), као и уски интервал рН вредности земљишног раствора. Констатовано је да у земљиштима пошумљаваним у јаме статистички значајну корелацију има дубина земљишта са садржајем хумуса, рН вредношћу, капацитетом адсорптивног комплекса земљишта и степеном засићености базама.

Бакар и цинк су геолошки повезани као и цинк и кадмијум (Adriano, 2001; Kabata-Pendias, Pendias, 2000), али у земљиштима пошумљаваним у јаме немају статистички значајну корелацију, док у земљиштима пошумљаваним у градоне, постоји статистички значајна корелација између садржаја Zn и Cu ($p < 0,01$), Zn и Pb ($p < 0,01$), док је између Zn и Cd корелација јака, али не и сигнификантна. Недостатак статистички значајне корелације може се објаснити међусобним утицајима елемената где постоји конкуренција јона Zn и Cu и Pb (Alloway, 1995; Adriano, 2001). Садржај олова у земљиштима пошумљаваним у јаме има значајну негативну корелацију ($p < 0,05$) са рН вредности и са степеном засићености базама. С друге стране рН вредност и капацитет адсорпције имају позитивну статистички значајну корелацију са садржајем хумуса, чиме се индиректно објашњава веза између садржаја микроелемената и органске материје. У земљиштима бакар и олово се везују за органску материју, формирају стабилне комплексе са хуминским и фулво киселинама (Kabata – Pendias, Pendias, 2000; Белановић et al., 2012; Mrvić, 2009), и са њима се једним делом транспортују кроз земљишни профил. У земљиштима пошумљаваним у јаме садржај хумуса зависи од дубине земљишног профила, што није случај у земљиштима пошумљаваним у градоне.

Занимљиво је да бакар у земљиштима пошумљаваним у градоне нема значајну корелацију са дубином у профилу, док је дубина у корелацији са рН вредностима и засићености базама, али не статистички значајној. Садржаји цинка и олова као и бакра и олова у земљиштима пошумљаваним у јаме имају значајну међусобну корелацију, док садржаји олова и кадмијума немају значајну корелацију. На основу напред наведеног

начин пошумљавања је свакако утицао на дистрибуцију микроелемената и садржај хумуса у земљишту, али су неопходна опсежнија проучавања.

Закључак

Проучавања утицаја начина пошумљавања на дистрибуцију штетних микроелемената (Zn, Cu, Pb и Cd) вршена су на подручју Грделичке клисуре која се налази у југоисточном делу Србије и припада сливу реке Јужне Мораве. Техника пошумљавања у градоне утиче на дистрибуцију концентрација свих микроелемената (Zn, Cu, Pb и Cd). У земљиштима пошумљаваним у јаме констатовано је да је дубине земљишта у статистички значајној корелационој вези са садржајем хумуса, рН вредности, тоталним капацитетом адсорпције, као и са степеном zasiћености базама. Међутим, у земљиштима пошумљаваним у градоне нема статистички значајне корелације између рН вредности земљишта и садржаја микроелемената, као ни између рН вредности земљишта и дубине. На ову појаву, вероватно је имао утицај начин пошумљавања, и узак интервал рН земљишног раствора. У земљиштима, бакар и олово се везују за органску материју, формирају стабилне комплексе са хуминским и фулво киселинама, и са њима се једним делом транспортују кроз земљишни профил. Занимљиво је да бакар у земљиштима пошумљаваним у градоне нема значајну корелацију са дубином у профилу, док је дубина у корелацији са рН вредности и zasiћености базама, која није статистички значајна. Цинк и олово као и бакар и олово у земљиштима пошумљаваним у јаме имају значајну међусобну корелацију, док олово и кадмијум немају значајну корелацију. На основу напред наведеног начин пошумљавања је свакако утицао на дистрибуцију микроелемената и садржај хумуса у земљиштима, али су неопходна опсежнија проучавања.

Summary

The results of this research show the effects of afforestation method (planting in bench terraces and in pits) on the distribution of trace elements (Zn, Cu, Pb and Cd) in the soil. According to t-test there are significant differences in clay content and base saturation at 20 cm depth, the capacity of soil adsorption complex and pH-value, content of Zn at 10 cm depth and content of Cu at 5 cm depth.

In pit planted soils revealed a statistically significant correlation between content of trace elements and humus content. Also, there are not significant

correlations of trace elements, humus content and pH value with soil depth, whilst there are significant correlations of soil depth with pH value, humus content and the capacity of soil adsorption complex in the pit planted soils.

In soils planted in bench terraces, soil depth and content of trace elements are not in significant correlation, whilst pH value and base saturation are in correlation with soil depth, but not statistically significant.

Also, the correlations between trace elements are different in soils planted in pits and in soil planted in bench terraces.

According to foregoing, the afforestation method certainly influenced the distribution of trace elements and humus content, but further research is needed.

Литература:

Antoniadis V., Tsadilas C.D., Ashworth D.J. (2007): Effect of Dissolved Organic Carbon on Zinc Solubility in Incubated Biosolids-Amended Soils, *J. Environ. Qual.* 36, ASA, CSSA, and SSSA (379–385)

Adriano D.C. (2001): Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer, New York p.867

Белановић С., Кнежевић М., Кадовић Р., Даниловић М. (2003): Дистрибуција неких тешких метала у земљиштима букових заједница НП “Ђердап”, Гласник Шумарског факултета 88 (17-25)

Belanović S., Čakmak D., Kadović R., Beloica J., Perović V., Alnaass N., Saljnikov E. (2012): Приступачност микроелемената (Pb, Cd, Cu i Zn) у односу на својства земљишта под пашњацима Старе планине, Гласник Шумарског факултета 106 (41-56)

Boateng J.O., Heineman J.L., Bedford L., Nemeč A.F.L. (2010): Long term effects of mechanical site preparation and windrow burning treatments on soil properties and *Pinus contorta* var. *latifolia* nutrition in sub-boreal British Columbia, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(6) (515-533)

Вошњак Ђ. (ur.) (1997): Методе истраживања и одређивања физичких својстава земљишта, Приручник за испитивање земљишта. Нови Сад: [JDPZ] - Jugoslovensko društvo за проучавање земљишта

Cencelj J. (1966): Одређивање реакције земљишта, Хемиске методе испитивања земљишта, Приручник за испитивање земљишта, књига 1, [JDPZ] – Jugoslovensko društvo за проучавање земљишта

Csontos P., Halbritter A., Tamás J., Szili-Kovács T., Kalapos T., Uzinger N. Anton A. (2012): Afforestation of dolomite grassland with non-native *Pinus nigra* in Hungary and its effect on soil trace elements, *Applied Ecology Environmental Research*, 10(4) (405-415)

Domínguez M.T., Madejón, P., Marañón, T., Murillo, J.M. (2008): Afforestation of a trace-element polluted area in SW Spain: woody plant performance and trace element accumulation, *Eur. J. Forest Res.*, DOI 10.1007/s10342-008-0253-3 (1-13)

Durán Zuazo H.V., Francia Martínez J.R., Rodríguez Pleguezuelo C.R., Martínez Raya A., Carcéles Rodríguez B. (2006): Soil-erosion and runoff prevention by plant covers in a mountainous area (se Spain): Implications for sustainable agriculture. *Environmentalist* 26 (309-319)

Ђоровић М. (1969): Experimental determination of the bench terrace effect in erosion - Master's thesis,

Kabata-Pendias A., Pendias H. (2000): Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, 3rd ed. p.413

Кадовић Р., Кнежевић М. (2002): Тешки метали у шумским екосистемима Србије. Шумарски факултет Универзитета у Београду и Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије, Београд, Србија, Београд. p. 278

Кадовић Р., Белановић С., Кнежевић М., Кошанин О., Миљковић П., Тошић С. (2014): Шумски пожари и загревање земљишта: реконструкција пожара у НП "Тара" применом модела FOFEM6, Заштита природе, бр. 64/2, Београд (5-12)

Лукић С., (2013): Мелиоративни ефекти противерозионих пошумљавања на подручју Грделичке клисуре и Врањске котлине. Докторска дисертација. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд p. 227

Mrvic V., Zdravković M., Sikirić B., Čakmak D., Kostić-Kravljanac Lj. (2009): Štetni i opasni elementi u zemljištu, monografija Plodnost i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištima Centralne Srbije, Institut za zemljište, Beograd p. 223

Томић З., Ракоњац Љ., Исајев В. (2011): Избор врста за пошумљавање и мелиорације у Централној Србији, Монографија, Институт за шумарство, Београд (17-35)

Sauvé S., McBride M., Norvell W.A., Hendershot W. (1997): Copper solubility and speciation of in situ contaminated soils: Effects of copper level, pH and organic matter, *Water, Air, and Soil Pollution* 100, Springer (133 – 149)

Sauvé S., Norvell W.A., McBride M., Hendershot W. (2000): Speciation and Complexation of Cadmium in Extracted Soil Solutions, *Environ. Sci. Technol.*, 34, ACS (291-296)

Sheng T.C. (2002): Bench Terrace Design Made Simple, *Proceedings of 12th ISCO Conference Vol IV, Beijing (China)*, May 26-31 (500 – 504)

Шкорић А., Филиповски Г., Ћирић М. (1985): Класификација земљишта Југославије. АН БИХ, књига LXXVIII, Сарајево

Zhang Y., Liu B.Y., Zhang Q.C., Xie Y. (2003): Effect of different vegetation types on soil erosion by water. *Acta Botanica Sinica* 45(10) (1204-1209)

Zhou Z.C., Shangguan Z.P., Zhao D. (2006): Modelling vegetation coverage and soil erosion in the Loess Plateau Area of China. *Ecological Modelling* 198 (263-268)

Ludmila Frolova*, Ivan Aponasevich, Arthur Husainov

Ecological estimation of fresh water resources using the marker proteins of indicators species of *Bacillariophyceae*

Еколошка процена ресурса свеже воде употребом протеинских маркера индикатора врста *bacillariophyceae*

Kazan Federal University, Russia

*e-mail: Lucie.Frolova@gmail.com

Abstract

In the article, we suggested to use the rbcL protein as a marker for the identification of Bacillariophyceae in the bioindication method of the ecological estimation of fresh water resources. Here we perform the results of the Multiple alignments and 3D models respectively of 45 and 27 rbcL proteins indicator species of Bacillariophyceae from the V. Sladeczek (1973) list, which is available in the international database of proteins - GenPept (NCBI) at present time. Short (6-35) amino-acid sequences of 27 unique variable sites identified for 19 species of Bacillariophyceae, which normally used as bioindicators of water saprobity. These unique variable sites located on rbcL protein surface of Bacillariophyceae can be specifically find by antibodies in one water samples with use of the IFA-method. The use the rbcL protein as marker for identification of Bacillariophyceae in water samples gives best reliable estimation of the water ecological condition in a compare with the traditional identification of the organisms under the microscope.

Keywords: rbcL protein marker, Bacillariophyceae, algae, indicator species

Introduction

At present new methods of molecular genetics and bioinformatics are using in the fields of the biology and the ecology. For example, the Consortium for the Barcode of Life (CBOL) plant working group has recommended a standard barcode comprising ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) for the barcoding of all land plants [1,2]. And the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit 1 (CO1) uses for the barcoding of all animals [3, 4, 5]. The primary sequences of DNA and proteins of plants and animals are located in the international databases GenBank and GenPept [6].

In our previously articles we shown that the DNA barcode with gene CO1 good work for animals and we can designed the unique variable sites for the antibodies [7,8]. Here we continue our investigations for Bacillariophyceae using the *rbcL* gene product. We took 45 primary sequences of proteins of the indicator species of Bacillariophyceae which presented in database GenPept beginning from 2004 till 2014, most of them – 23 records – are from USA, 9 records from Germany and 5 records from France, 2 records from Belgium, and others on 1 record from China, Republic of Korea, Spain, South Korea, Russia [6]. Such approach based on molecular data increases the level of a confidence of the indicator species identification special in the Bioindication methods which use for the ecological estimation of water of fresh water resources.

At this stage, we conducted researches on use of *rbcL* protein as Bacillariophyceae identification marker which resulted in water samples, in more reliable assessment of reservoir ecological condition. We suggested to use the marker genes and their products for the identification of indicator species as a part of the method of Bioindication for the estimation of water environment. We used the marker genes and the proteins such as *COI* for animals and *rbcL* for plants. Our approach based on the way of search of the unique sites of marker genes and proteins for each organism using the methods of bioinformatics such as the Multiple alignments and Phylogenetic analysis, and 3D modelling for proteins.

Materials and methods

In this work indicator species of Bacillariophyceae from V. Sladeczek's list are used [9], amino-acid sequences of *rbcL* protein of Bacillariophyceae indicator species are received from the international database of proteins - GenPept database on the NCBI site [6].

Multiple alignment of *rbcL* protein amino-acid sequences of Bacillariophyceae indicator species is performed with using the Clustal Omega program [10], the *rbcL* protein amino-acid sequences of Bacillariophyceae are analysed in the Jalview program [11].

3D model operations of Bacillariophyceae indicator species of *rbcL* proteins is carried out in the SWISS-MODEL program [12], and the analysis of these models in the PDB format is carried out in the Jalview program.

Table 1. Ecologic-and-genetic database of indicator species of Bacillariophyceae

№	Species	Saprobity*	Indicator weight	Accession number in the database GenPept
1	<i>Achnanthescoarctata</i>	x	0.10	AEB91214
2	<i>Amphora normanii</i>	x	0.10	CAM97884
3	<i>Amphora ovalis</i>	o-b	1.65	AIT92093
4	<i>Asterionellaformosa</i>	o-b	1.40	AEB91253
5	<i>Caloneis amphisbaena</i>	b-a	2.35	AIT92083
6	<i>Cymbellaaspera</i>	b	2.20	AIY31910
7	<i>Cymbellacitula</i>	b	1.80	AIY31913
8	<i>Cymbella Helvetica</i>	x-o	0.50	AIY31915
9	<i>Cymbellalanceolata</i>	b	1.90	AIY31917
10	<i>Cymbellanaviculiformis</i>	b	2.00	AIY31926
11	<i>Didymospheniageminata</i>	x	0.10	AIY31931
12	<i>Epithemiaturgida</i>	b	2.00	AEB39377
13	<i>Eunotiapectinalis</i>	x	0.20	AEB91256
14	<i>Fragilariacapucina</i>	o-b	1.60	AGG86633
15	<i>Fragilariacrotonensis</i>	o-b	1.40	CAN84680
16	<i>Gomphonemaacuminatum</i>	b	1.70	AIY31964
17	<i>Gomphonemaangustatum</i>	o	1.15	AIY31946
18	<i>Gomphonemacapatium</i>	b	2.00	AAT78574
19	<i>Gomphonemaclevei</i>	x	0.30	AFV95053
20	<i>Gyrosigmaacuminatum</i>	b	2.20	AEB91218
21	<i>Hantzschiaamphioxys</i>	a	2.90	AEB39371
22	<i>Melosiravarians</i>	b	1.85	AGN91098
23	<i>Navicularcryptocephala</i>	a	2.70	AEB91223
24	<i>Naviculapupula</i>	b	2.20	AGT21406
25	<i>Navicularadiosa</i>	o-b	1.60	AIT92055
26	<i>Navicularhynchocephala</i>	a	2.70	AEZ56384
27	<i>Nitzschiapalea</i>	a	2.75	CBH19906
28	<i>Nitzschiasigmoidea</i>	b	2.00	CBH19911
29	<i>Pinnularia borealis</i>	x-o	0.40	AER42043
30	<i>Pinnulariamesolepta</i>	o	1.15	CAM97949
31	<i>Pinnulariamicrostauron</i>	o	0.80	CAM97908
32	<i>Pinnulariasubcapitata</i>	o	1.00	AER42030
33	<i>Pinnulariaviridis</i>	b	2.10	CAM97948
34	<i>Rhizosoleniacurvata</i>	b	1.85	AGC59927
35	<i>Rhopalodiagibba</i>	o	1.00	AEB39374
36	<i>Stephanodiscushantzschii</i>	a	2.70	AFO84271
37	<i>Suirellabiseriata</i>	b	2.00	AGE34629
38	<i>Suirellacapronii</i>	b	2.00	AGE34620
39	<i>Suirellalinearisis</i>	b	2.20	AGE34603
40	<i>Suirellaovata</i>	b	1.85	AEB91278
41	<i>Suirellaspiralis</i>	o	1.00	AGE34584
42	<i>Suirellatenera</i>	b	2.10	AGE34632
43	<i>Synedraparasitica</i>	b-a	2.50	AEB91231
44	<i>Synedratabulata</i>	a	2.70	AEB91210
45	<i>Tabellariafenestrata</i>	o-b	1.40	AEB91204

* x–xenosaprobity; o–oligosaprobity; b – beta-mesosaprobity; a – alpha-mesosaprobity

As we can see from above table, 45 species of Bacillariophyceae are indicators of different zones of fresh water reservoir saprobity: from „clear” (xenosaprobic with weighing 0.1) to „dirty” (the alpha-mesosaprobic with weighing 2.7).

We believe that Bacillariophyceae indicator organisms can be identified by means of rbcL marker genes products and thus approach will increase reliability of reservoir ecological condition estimation.

Identification of rbcL proteins epitopes of Bacillariophyceae

For identification of unique sites of rbcL proteins in Bacillariophyceae Multiple alignment of 45 amino-acid sequences of rbcL protein indicators is carried out (Fig. 1).

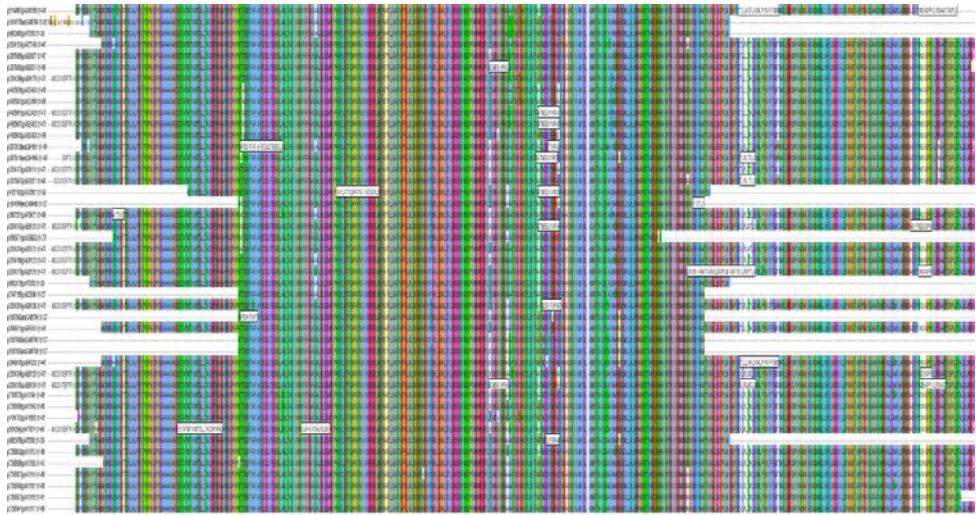


Figure 1. Multiple alignment of amino-acid sequences rbcL Bacillariophyceae

Analysis of multiple amino-acid sequences alignment of rbcL protein in Bacillariophyceae organisms showed the existence of 27 unique sites for 19 species of Bacillariophyceae from 6 to 35 amino-acid (a.o.) with an optimum length from 6 to 20 a.o. for antibodies discernment (table 2).

Table 2. Unique variable sequences of the *rbcl* protein of indicator species of Bacillariophyceae

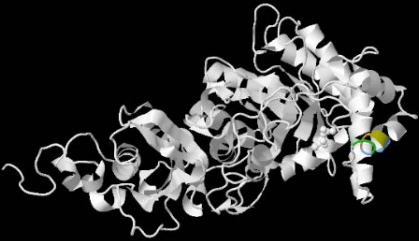


Species / Accession number in database GenPept	Saprobity*	Indicator weight	Unique fragments of amino acid sequences of the protein <i>rbcl</i> of indicators species of Bacillariophyceae with the positions in the alignment
<i>Asterionellaformosa</i> AEB91253.1	o-b	1.40	QQVGPV (443-448)
<i>Caloneis amphibaena</i> AIT92083.1	b-a	2.35	QVYERAN (234-240)
<i>Eunotiapectinalis</i> AEB91256.1	x	0.20	QDEIFKRAEF (251-260)
<i>Fragilariacrotonensis</i> CAN84680.1	o-b	1.40	IISTLV (232-237)
<i>Gomphonemacapitatum</i> AAT78574.1	b	2.00	YSTATWTVVWTDLLTACDRYRAQ (65-87) XLGFKXVSALRLNI (128-142)
<i>Gyrosigmaacuminatum</i> AEB91218.1	b	2.20	CGVDHIHAGTVVGKLEGDPLMIKGFYDILRKPTLA (324-358) SNQVGPR (442-448)
<i>Hantzschiamphioxys</i> AEB39371.1	a	2.90	TLRLTTLS (350-357)
<i>Melosiravarians</i> AGN91098.1	b	1.85	TTLLATELKVNLPGYGIFFDMD (338-358) SNEVGPRILRDAAKTCGPLQ (430-449)
<i>Nitzschiapalea</i> CBH19906.1	a	2.75	GATMEDVYERS (243-253) TLRLTSLQ (346-353)
<i>Nitzschiasigmoidea</i> CBH19911.1	b	2.00	APDQYFAFIAYECDLFEEGSL (82-103) TYKRAQ (239-244)
<i>pinnulariasubcapitata</i> AER42030.1	o	1.00	TLLLVHLDVNLPGYGFEM (326-345)
<i>Pinnulariaviridis</i> CAM97948.1	b	2.10	KPDHYFAF (2-10)
<i>Rhizosoleniacurvata</i> AGC59927.1	b	1.85	IAYLKTFFQGPATGIIVERERLD (77-98) GTMDECIKRGD (180-190)
<i>Rhopalodiagibba</i> AEB39374.1	o	1.00	NCMEGINRAC (212-221)
<i>Stephanodiscushantzschii</i> AFO84271.1	a	2.70	AYTVKD (20-25)
<i>Surirellabiseriata</i> AGE34629.1	b	2.00	ATMEEVYKRAI (249-259)
<i>Surirellatenera</i> AGE34632.1	b	2.10	GTMEEVYKRAS (249-259)
<i>Synedratabulata</i> AEB91210.1	a	2.70	ADYFNQQVGPA (438-448)
<i>Tabellariafenestrata</i> AEB91204.1	o-b	1.40	NCMEGINRAV (224-233) VLRLMSLQ (351-358) EVGPVILRQAAS (444-455)


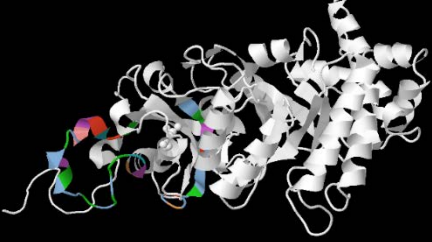
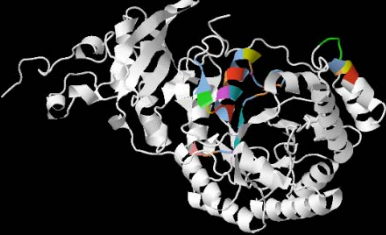
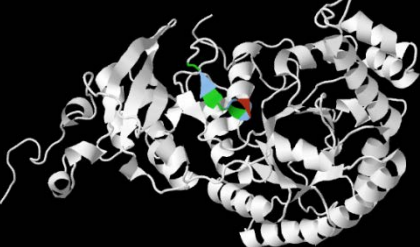
* x-xenosaprobity; o-oligosaprobity; b – beta-mesosaprobity; a – alpha-mesosaprobity


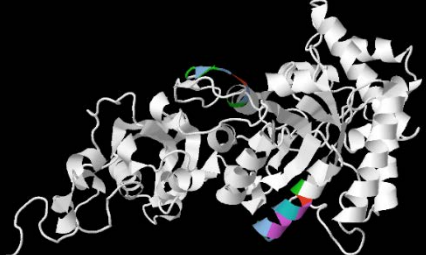
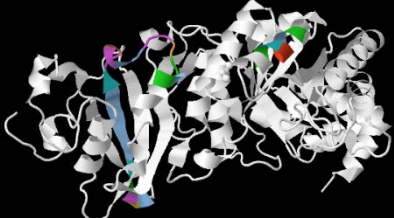
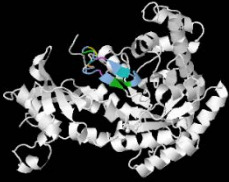
Verification of epitopes availability for antibodies discernment

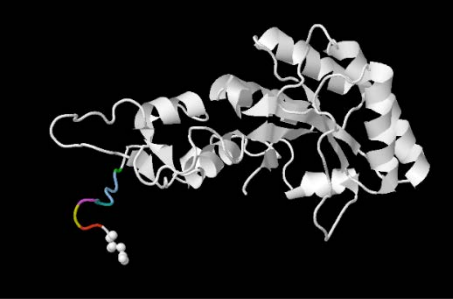
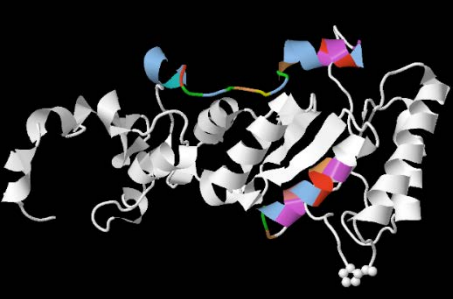
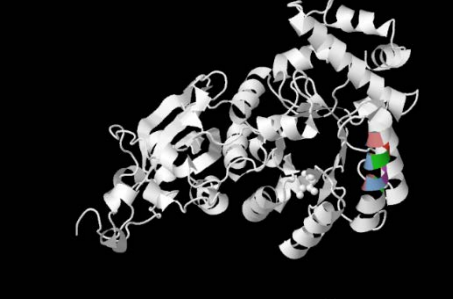
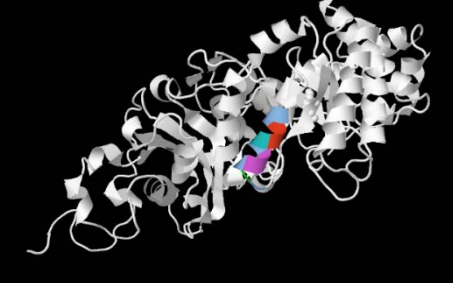
3D models are constructed for verification of 27 unique sites of rbcL proteins indicator in Bacillariophyceae availability for antibodies discernment (Tabl. 3).

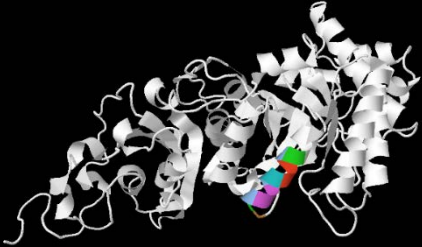
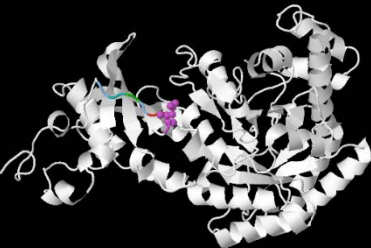
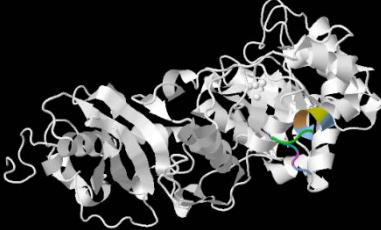
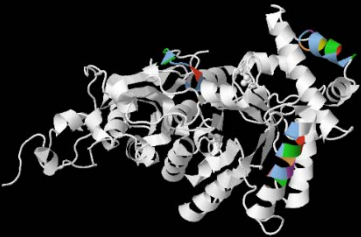
Table 3. 3D-models of amino-acid sequences rbcL of some indicator species of Bacillariophyceae

The indicator species of Bacillariophyceae / Accession number in the databank GenPept / saprobity*/ indicators weigh	3D-models of amino-acid sequences rbcL
<p><i>Asterionellaformosa</i> AEB91253 o-b/1.40</p>	
<p><i>Caloneis amphisbaena</i> AIT92083.1 b-a/2.35</p>	
<p><i>Eunotiapectinalis</i> AEB91256 x/0.20</p>	

The indicator species of Bacillariophyceae / Accession number in the databank GenPept / saprobity*/ indicators weigh	3D-models of amino-acid sequences rbcL
<p><i>Fragilariacrotonensis</i> CAN84680 o-b/1.40</p>	
<p><i>Gomphonemacapitatum</i> AAT78574.1 b/2.00</p>	
<p><i>Gyrosigmaacuminatum</i> AEB91218 b/2.20</p>	
<p><i>Hantzschiaamphioxys</i> AEB39371.1 a/2.90</p>	

The indicator species of Bacillariophyceae / Accession number in the databank GenPept / saprobity*/ indicators weigh	3D-models of amino-acid sequences rbcL
<p><i>Melosiravarians</i> AGN91098 b/1.85</p>	
<p><i>Nitzschiapalea</i> CBH19906 a/2.75</p>	
<p><i>Nitzschiasigmoidea</i> CBH19911 b/2.00</p>	
<p><i>Pinnulariasubcapitata</i> AER42030 o/1.00</p>	

The indicator species of Bacillariophyceae / Accession number in the databank GenPept / saprobity*/ indicators weigh	3D-models of amino-acid sequences rbcL
<p><i>Pinnulariaviridis</i> CAM97948 b/2.10</p>	
<p><i>Rhizosoleniacurvata</i> AGC59927 b/1.85</p>	
<p><i>Rhopalodiagibba</i> AEB39374.1 o/1.00</p>	
<p><i>Surirellabiseriata</i> AGE34629.1 b/2.00</p>	

The indicator species of Bacillariophyceae / Accession number in the databank GenPept / saprobity*/ indicators weigh	3D-models of amino-acid sequences rbcL
<p><i>Surirellatenera</i> AGE34632.1 b/2.10</p>	
<p><i>Stephanodiscushantzschii</i> AFO84271 a/2.70</p>	
<p><i>Synedratabulata</i> AEB91210 a/2.70</p>	
<p><i>Tabellariafenestrata</i> AEB91204 o-b/1.40</p>	

* x-xenosaprobity; o-oligosaprobity; b – beta-mesosaprobity; a – alpha-mesosaprobity; p – polysaprobity

The analysis of 3D models on rbcL protein indicator for Bacillariophyceae organisms showed that all 27 unique sites are located on molecule surfaces. They are located on alpha spirals and can be therefore accessible to antibodies discernment. It should be noted that these Bacillariophyceae organisms are used as bioindicators for reservoir saprobity in the wide range, from xeno-saprobic zone with weighing 0.2, for example - *Eunotiapectinalis*, to an alpha saprobic zone with weighing 2.7, for example - *Stephanodiscushantzschii*.

Conclusion

The analysis of 45 rbcL proteins indicator of Bacillariophyceae organisms from the V. Sladeczek (1973) list revealed existence of 27 unique sites of rbcL amino-acid sequences for 19 indicator species of Bacillariophyceae organisms. Unique variable sites are located on rbcL protein surface of Bacillariophyceae organisms, they do not coincide with 27 unique variable sites of indicator Bacillariophyceae organisms, and can be specifically distinguished by antibodies for precise identification of Bacillariophyceae species among organisms in one water sample with use of the IFA-method.

The studied organisms are indicators of fresh-water reservoirs saprobity in the wide range: from „clear” to „dirty”, and, therefore, their identification on marker rbcL protein will allow to estimate reservoir ecological condition in shorter terms authentically.

Therefore, it allows us to use the antibodies for direct qualification and quantification of the indicator Bacillariophyceae species in the samples of water using the rbcL proteins and together with COI proteins of water indicator invertebrate species make the conclusion of ecological state of the water resources.

Acknowledgements

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

References:

CBOL Plant Working Group (2009): A DNA barcode for land plants. *ProcNatlAcadSci U S A*.106 (31): 12794-12797.

Hebert PDN, Ratnasingham S, deWaard JR, (2003): Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proc Roy SocLond B* 270:96–99; doi: 10.1098/rspb.2003.0025.

Hebert PD, Cywinska A, Ball SL, de Waard JR, (2003): Biological identifications through DNA barcodes. *Proc Roy SocLond B* 270:313–321; doi: 10.1098/rspb.2002.2218.

Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R., (1994): DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol Mar BiolBiotechnol* 3:294–299.

The National Center for Biotechnology Information – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.

Frolova LL., Kayumov AR., Husainov AM., (2015): Evaluation of the Ecological State Of Water Reservoirs Using the COI Protein of Zooplankton. *RJPBCS* 6(4): 82-94.

Frolova LL., Husainov AM., (2015): Evaluation of the Water Reservoirs Ecological State Using the COI Protein of Zoobenthos. *RJPBCS* 6(5): 1636-1649.

Sladeczek V. (1973): System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol* 179-191.

Sievers F., Wilm A., Dineen D., Gibson TJ., Karplus K., Li W., Lopez R., McWilliam H., Remmert M., Söding J., Thompson JD., Higgins DG. (2011) Fast, scalable generation of high-quality protein multiple sequence alignments using Clustal Omega. *Molecular Systems Biology* 7:539; doi: 10.1038/msb.2011.75 (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/>).

Waterhouse AM., Procter JB., Martin DMA., Clamp M., Barton G J., (2009): Jalview Version 2 - a multiple sequence alignment editor and analysis workbench. *Bioinformatics* 25 (9) 1189-1191; doi: 10.1093/bioinformatics/btp033 (<http://www.jalview.org/>).

Studer G., Schmidt T., Kiefer F., Cassarino TG., Bertoni M., Bordoli L., Schwede T. (2014): SWISS-MODEL: modelling protein tertiary and quaternary structure using evolutionary information. *Nucleic Acids Research*; doi: 10.1093/nar/gku340 (<http://swissmodel.expasy.org/>).

Mihailo Ratknić*, Sonja Braunovic, Ljubinko Rakonjac, Tatjana Ratknić

The afforestation strategy of Republic of Serbia in torrential flood risk management

Стратегија пошумљавања Републике Србије у управљању ризиком од бујичних поплава

Institute of Forestry, Belgrade, Serbia

*mihailoratknic@yahoo.com

Abstract

By setting the objective of increasing the afforestation level of the Republic of Serbia to 41.4% by 2050, the Serbian forestry has undertaken a number of tasks, among which afforestation, regeneration and improvement of the quality of existing forests are given the highest priority. The key criteria applied in the prior afforestation of barren land, as well as in amelioration of degraded and coppice forests were the scope of afforestation, i.e. the size of afforested areas and the highest possible wood mass yield obtainable in a short period.

The effects of different weather conditions, heterogeneous geological formations, topography, aspect and quality of forest ecosystems, as well as the negative impact of anthropogenic factors brought about intensive erosion processes in the previous period and occurrence of frequent torrential floods. They endangered human lives and caused losses to settlements, roads, agriculture, water management facilities, i.e. society in general. The results of the research performed in the area of Grdelička Klisura and Vranjska Kotlina confirmed significant effects of the performed erosion control works on the mitigation of the intensity of erosion and sediment yield and transport, and the necessity of a multidisciplinary approach to the questions of drainage basin erosion processes. The success of afforestation depends on the selection of suitable technical solutions (bench terraces and terraces), selection of suitable species, use of seedlings produced in the afforested area and the application of appropriate silvicultural measures in the established plantations.

The implementation of a new afforestation strategy, based on ecosystem preservation and sustainable development, will contribute to a more successful establishment of cultures and plantations and enhancement of other, generally beneficial forest functions.

Keywords: Serbia, risk management, afforestation strategy, torrential floods, erosion

Introduction

Afforestation, amelioration of forest habitats and reconstruction of degraded coppice forests, which were in the past decades carried out mainly through regular and often routine activities, were more or less successful. The main criteria were

the scope of afforestation (the size of forested areas) and the highest possible wood mass yield obtainable in a short period. The selection of species was reduced to a few native or introduced species: Austrian pine on the southern aspects, sometimes Scots pine at higher altitudes, spruce on the northern aspects, Douglas-fir and eastern white pine at beech forest sites, locust at lower altitudes, while Euro-American poplar plantations were established in alluvial plains. This proved successful in the afforestation of barrens with Austrian and Scots pine, partially successful in ameliorations, while the conducted reconstructions had considerable negative effects on potentially productive ecosystems of beech coppice forests, because they were carried out through mere substitution with pioneer species and spruce. Biodiversity centers of global importance were replanted with Scots and Austrian pines (Strešer, Besna kobila, etc). The habitats of rare endemic and relict plant species were destroyed in reforestation attempts to „shift up” the upper limit of vegetation.

Recent years have seen the development of scientific theories that elaborate systems of afforestation and amelioration taking into account habitat conditions. Unfortunately, none of them have come to life in practice, which is still aimed at increasing the volume of work and improving the technology. Moreover, most theories are based on the selection of species, or even intraspecific taxa and provenances, according to individual habitat factors (altitude, aspect, parent rock, heat factor, etc.). None of them takes into account the entire complex - ecosystem or ecological unit, which is defined not only by its edifying species, but also by natural vegetation and soil.

Grdelička klisura was an example of successful protection of soil against erosion. The first erosion and torrent control works in Serbia began in the late 19th century, in the area of Grdelička klisura. The area had been almost fully restored by the end of the seventies of the 20th century. By the early nineties, biological and biotechnical works had been conducted to rehabilitate over 1,200,000 ha of barrens, gullies and degraded land. Technical works performed in the torrential beds included several thousand of different objects (sediment storage dams, retaining walls, torrential riverbed regulations, inlet structures, etc.).

Strategy Concept and Objectives

The objectives of The Afforestation Strategy of Serbia are the following: provision of professional and scientific basis for the establishment of 1,000,000 hectares of new forest plantations; environmental quality improvement; protection and rational utilisation of forests and other natural resources; erosion control and water security; reduction in the emissions of harmful

gases; protection of the species and ecosystem components of biodiversity; biodiversity protection and preservation, etc.

The Afforestation strategy is harmonized with the relevant international agreements and conventions, applicable laws, regulations and policies that are implemented in the EU (*Acquis communautaire*) in the field of environmental protection. It also complies with the laws and regulations of the Republic of Serbia.

Specific objectives of the Afforestation Strategy are the following:

- Development of the operational planning systems – production of seedlings from source-identified seed (of recognised provenances) adapted the conditions of the selected habitat, with the choice of the best method of planting stock production and afforestation technology;
- Encouraging establishment of new forest plantations and enhancing the state of existing forests by applying the latest silvicultural measures aimed at conversion and reconstruction of coppice forests and anthropogenic scrubs into high forests;
- Minimising the conflicts between forestry and other land users;

Forest management planning should be aimed at preservation, protection and improvement of biodiversity at the level of ecosystems, species, genes, as well as at the habitat level. The maps and inventories of forest resources must include ecologically important habitats (protected, rare or sensitive forest ecosystems).

Natural regeneration must be a priority. In afforestation, the priority is given to autochthonous species of the most appropriate provenances. Tending and felling should be conducted in accordance with environmentally-friendly management principles, which do not disturb ecosystem functioning. Infrastructure construction must not cause damage to ecosystems (rare and sensitive, in particular) and genetic resources or threaten the habitats and migration routes of endangered and other important species.

In order to overcome the deficiencies of the current global climate forecasts, regional climate models and impact models are used. The results of these models are integrated into activities enabling timely adaptation to climate

change and its mitigation (if possible) (National Afforestation Strategy of the Republic of Serbia (2014-2018)).

Environmental Characteristics of Potential Afforestation Habitats

The Strategy is based on a detailed study of habitat environmental characteristics (parent rock, soil, climate, habitat type, erosion condition, etc.), whose understanding is the key to successful afforestation. Special attention is paid to the following: sensitivity of forest ecosystems to climate change; impact of climate change on biodiversity; sensitivity of species to climate change; importance of global climate change and possible creation of new species and subspecies adapted to the modified climate conditions; occurrence of weed and invasive species, insects, plant diseases, etc.

The expected effects of climate change on forest ecosystems, forest communities and tree, shrub and ground vegetation species are the following:

- some forests will change their latitude boundaries and shift up altitude limits;
- some forests will probably ‘lose the battle’ or ‘give up the race’ and eventually disappear;
- some forests will change their composition (some species will disappear and others will emerge) with the changes in their multi-storey structure and social position;
- some species will change their shade-tolerance;
- forest communities will be more exposed to various adverse effects that are directly or indirectly caused by climate change;

The above-mentioned effects, considered cumulatively, will directly affect preservation of biological diversity as well as the feasibility and intensity of sustainable forest management.

The total number of forest habitats in Serbia is 210. According to the climate model (Ratknic, M. 2010), a 1°C temperature increase would reduce the number of habitats to 198, while a 2°C temperature increase would bring the number of habitats down to 192. A 3° C temperature increase would reduce the number of habitats to 159, while a 4° C temperature increase would bring

the number of habitats down to 131. A 5°C temperature increase would reduce the number of habitats to 116, or by 44.8%.

Biodiversity

The Strategy stipulates that afforestation, in any of its segments, must not endanger ecosystem, species and genetic diversity. Potential afforestation areas must not endanger species and their survival or cause destruction or fragmentation of their natural habitats. Measures and activities aimed at biodiversity protection at species and ecosystem level (national and global interest) include the following:

- biodiversity monitoring and valorisation of the state in diversity centres,
- detection of endemic, relict, rare and endangered species and species of international importance, aiming at their more effective protection;
- study of natural populations, particularly from the aspect of conservation biology;
- proposal for appropriate measures of protection aiming at preservation of biodiversity in diversity hotspots, where natural diversity is endangered (in situ and ex situ conservation).

Selection of Species for Afforestation

Only autochthonous tree and shrub species should be used in afforestation and establishment of non-forest greenery. Allochthonous broadleaved and coniferous species may be used solely for the establishment of intensive plantations. It is necessary to prevent the spread i.e. to take measures for the suppression of invasive tree and shrub species which disturb natural forest and other ecosystems (*Acer negundo*, *Ailanthus glandulosa*, *Amorpha fruticosa*, *Celtis occidentalis* etc.). Furthermore, allergenic tree species should not be planted in the vicinity of residential areas. The use of cultivars and clones should be prevented in natural and partially-modified natural habitats.

In the selection of afforestation tree species, a broad range of species has been made for each habitat. Principal, accessory and shrubby tree species have been defined – edifying species of potential communities on a given area. Forest fruit tree planting also contributes to the revitalisation of forest ecosystems.

Serbia has 122 fruit species, classified into 23 families and 38 genera in its natural, primarily forest ecosystems. The territory of Serbia is assumed to be a PRIMARY GENE CENTRE of most fruit tree species grown today, which is indicated by their large presence in natural, mostly forest ecosystems.

The Strategy takes a habitat as the basic unit of afforestation together with all the changes that will occur in future as a result of the changes in climate factors. Its aim is to eliminate the causes of destruction and extinction of certain species and their habitats:

- destruction of entire natural habitats which are then replaced by secondary or artificial habitats, unfavourable for the survival of native species of primary ecosystems;
- fragmentation of natural ecosystems;
- partial disturbances that change the structure and functions of an ecosystem;
- excessive exploitation of species;
- direct or indirect pollution of water, air, and soil;
- introduction of allochthonous plant and animal species, which changes the composition of autochthonous fauna, flora and ecosystems;

Seed Sources and Production of Seedlings for Afforestation

According to data from the Register of Seed Sources (Ministry of Agriculture and Environmental Protection, The Republic of Serbia), there are 310 seed sources in Serbia, occupying the area of 2,954 ha, which accounts for 0.095% of the total forest area. There are 95 registered conifer seed stands. The largest number of seed stands belongs to Norway spruce (*Picea abies*) - 24, followed by fir (*Abies alba*) - 23, Austrian pine (*Pinus nigra*) - 12, Scots pine (*Pinus silvestris*) – 11 and Serbian spruce (*Picea omorika*) - 6. Among broadleaves, the most numerous are the seed stands of species appreciated for high wood mass yield (pedunculate oak, sessile oak, beech, etc.); there is also a significant number of allochthonous species whose seedlings are used for afforestation (Douglas-fir, eastern white pine, cedar, etc.) or for the production of ornamental planting stock (cypress, thuja, sequoia, etc).

The structure of the species represented in the seed stands doesn't correspond to habitat changes caused by climate change; therefore, it is necessary to:

- Determine the adaptability of species and genotypes in given climate conditions, the limits of their mobility, and the development of climate-based seed characteristics in the zones that will change over time (Parker et al. 2000, Ratknić 1999). Provenances should be tested on the boundaries of their ecological range of distribution, with a proper understanding of relevant physiological processes (Tyree 2003).
- Grow specific genotypes with higher resistance to pests and a greater tolerance to climate extremes (Wang et al. 1995).
- Grow forest fruit trees. Certain forest fruit species will disappear from forest ecosystems due to changes in climate conditions. As they represent the basis for normal ecosystem functioning, genotypes that are resistant to changes should be found (Ratknić 2005).

The Register of Forest Fruit Seed Sources accounts for only a small part of the entire resource of autochthonous Serbian dendroflora. The Strategy envisages amending the Register by adding populations of autochthonous tree and shrub species with low value in use, as they also contribute to the stability and biodiversity of forest communities and ecosystems. Therefore, these species should be used intensively in the reconstruction of potential vegetation. The Strategy does not rely only on the resources of state-owned forests, as in some parts of Serbia resources of privately-owned forests are more diverse and abundant in terms of flora.

Nursery production in Serbia is characterised by fragmentation of production areas, weak links between producers of planting stock and potential users, frequent lack of morphological and physiological characteristics of seedlings necessary for specific habitats and a small share of broadleaved species. Production of tree and shrub planting stock based on the use of seed of recognised provenances and cultivars considerably improves afforestation success, adaptability and productivity of forest plantations.

Afforestation Technology Improvement

If we want to halt degradation and reduce degraded land surface area, we must apply afforestation technology that guarantees success with low investment

(Ratknic 2004). However, such terrains have highly variable orographic and pedological characteristics that differ even at short distances. Therefore, seedling properties, planting techniques, planting schemes and the number of plants per unit of surface area must be planned for each individual locality.

The most important criteria in the selection of seedling production technology are the following: seed genetic quality, nursery conditions and the type of habitats for afforestation. The study of environmental characteristics of barrens that are planned for afforestation represents the basis for the selection of the most suitable seed source, adequate seedling production technology, terrain preparation for planting, planting scheme preparation, planting, and selection of tending and protection measures that suit the established plantations.

In afforestation, particularly of eroded terrains, radical changes of potential ecosystems and their main edifying species should not be made. Natural progressive succession should be encouraged as much as possible. It can be achieved by introducing suitable, primarily broadleaved species.

Action Plan

Potential Afforestation Areas

The Strategy uses the suitability classification based on the following structure of the FAO land suitability classification (FAO 1976):

- Suitability orders reflect kinds of suitability;
- Suitability classes reflect degrees of suitability within orders;
- Suitability subclasses reflect kinds of limitation;
- Suitability units reflect minor differences within subclasses.

For decision-making on optimum land use, the following data are necessary:

- Agriculture: soil quality classes I-V, surface area use (cultures);
- Landscapes: national beauty landscapes, landscapes of regional significance;
- Nature protection: nature reserves, natural monuments, memorial natural monuments, surrounding area of immovable cultural monuments, forest parks, natural history collections;

- Recreational activity/tourism: tourist routes, viewpoints;
- Drainage basins: river basins, spring areas, major rivers and courses, reservoirs and reservoir areas, canals;
- Infrastructure: urban areas, roads;
- Forestry: existing forests (by form, type, mixture and function);
- Socio-economic information: population trends;
- Administrative areas: municipalities, cadastral municipalities, forest management areas, management units.

Principles of Afforestation Area Selection

The Action Plan designates municipalities in which the process of afforestation must be initiated. They are: Novi Pazar, Sjenica, Tutin, Raška, Vranje, Bujanovac, Preševo, Trgovište, Bosilegrad, Surdulica, Vladičin Han and Belgrade.

Table 1. Potential afforestation areas and their dynamics

Municipality	Year										Total (ha)
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Novi Pazar	100	100	200	200	200	200	200	200	200	200	1800
Sjenica	500	700	700	800	800	1000	1000	1000	1000	1000	8500
Tutin	100	100	200	200	200	200	200	200	200	200	1800
Raška	100	100	200	200	200	200	200	200	200	200	1800
Surdulica	300	300	300	350	350	400	400	400	400	400	3600
Vladičin Han	20	30	30	30	50	50	50	50	50	50	410
Vranje	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
Bujanovac	50	50	100	100	150	150	150	150	150	150	1200
Preševo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
Trgovište	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	1250
Bosilegrad	200	200	200	250	250	300	300	300	300	300	2600
Belgrade	200	300	400	400	500	500	500	500	500	500	4300
TOTAL	1770	2080	2530	2730	2900	3250	3250	3250	3250	3250	28620

Source: Ratknic, M. et al, 2015

A detailed terrain analysis was performed in order to select the most suitable areas for afforestation. Particular attention was paid to non-productive pastures, areas of low-fertility soil unsuitable for agriculture and erosion-affected areas (soil fertility classes V, VI and VII). Non-productive rocky grounds were not taken into consideration, as their revitalisation would require large investments with entirely uncertain outcomes (Ratknic and Šmit 1999). In order to preserve biodiversity of natural habitats, we didn't include all the areas of the above-mentioned soil categories. Some were left to natural succession of vegetation. The Strategy envisages afforestation of 28,620 ha over the 2015-2024 period (Table 1).

Erosion and Torrential Floods in Serbia

Erosion is a form of soil degradation which can be caused by water or wind. The consequences may include loss of topsoil, terrain deformation, formation of dunes, beams and the like. Erosion is a natural process. Although it occurred long before the mankind, human activities have accelerated erosion processes in many places. Thus, naturally occurring erosion is often determined through the concept of soil loss tolerance, which refers to soil erosion that allows a high degree of cost-effective and sustainable crop production (Wischmeier, Smith, 1979) On the other hand, the erosion caused by human activities is often termed anthropogenic erosion. Erosion can lead to a significant reduction in fertility, and even the loss of soil, especially in the countries with uncontrolled deforestation.

The areas affected by medium, slight and very slight erosion must be considered as areas of potential danger since their erosion processes can easily be intensified. Generally, the occurrence and the intensity of erosion in Serbia increase from the north to the south and from the west to the east, reaching its peak in eastern and southeastern Serbia

Over the 1950-2014 period, torrential floods took over 80 lives and caused losses of several billion Euros. The frequency of torrential flooding, its intensity and distribution pose a constant threat which can have consequences in ecological, economic and social spheres (Ristic, R., 2014).

In July 1999, torrential floods in the basins of the main tributaries of the Great Morava took 8 lives and damaged tens of thousands of residential

buildings and a few hundred commercial properties. The greatest damage was done in Smederevska Palanka, Velika Plana, Jagodina, Batočina, Kragujevac, Aranđelovac, Rekovac, Kruševac, Kraljevo and Mladenovac. The watercourses in the Lepenica basin caused soil erosion and polluted the water sources. (Milanovic, A., 2007). The floods also hit the rivers: Lugomir (one third of Jagodina was flooded) Resava (in Svilajnac), Ravanica (in Cuprija), Crnica (in Paracin) and Jovanovačka reka (in Cicevac).

In the period from April 10th to April 17th 2006, the Danube water levels through Serbia exceeded historical maximums. The river Sava also exceeded the 1981 maximum reaching 738 cm. Floods were registered in Apatin, Sombor, Bogojevo, Zrenjanin, Beočin, Senta, Titel, Sečanj, Žabalj, Novi Sad, Bačka Palanka, Indjija, Belgrade, Zemun, Grocka, Smederevo, Veliko Gradište, Golubac, Kladovo, Negotin, etc. The floods affected a total of 213 settlements and about 1,000 people were evacuated (mostly in the municipality of Grocka). In the area of Belgrade, the Danube flooded Zemun, Novi Beograd and Veliko selo and the river Sava flooded the areas of the quay in New Belgrade, Sajam, Nebojša tower at Kalemegdan, Čukarica and Ostružnica. Flooding was also registered in the Mlava and Jadar basins (downstream from Loznica in the village of Gornji Jadar). It further caused the occurrence of landslides. A total of 3069 landslides were registered in Serbia and they directly threatened 966 settlements. They mostly occurred in the basins of the Morava and Kolubara rivers, and partly in the river basins of the Sava tributaries in Mačva district. Landslides damaged 2,300 housing units, 639 roads and 17 bridges in central Serbia.

On May 15th 2010, Trgovište was hit by devastating torrential flooding of the river Pčinja. Two people were killed...

A series of floods and torrents of catastrophic proportions hit the country in 2014. In the period from May 14th to May 17th, the territory of the Republic of Serbia received great amounts of rainfall, which first caused torrential floods of all tributaries of the Drina and Kolubara Rivers, and then of the Great Morava, Mlava and Pek. The floods hit Krupanj, Loznica, Ljubovija, Mali Zvornik, Valjevo, Ub and Obrenovac. Obrenovac had the most devastating floods. In September 2014, floods in eastern Serbia destroyed Tekija, Podvrška, Velika Kamenica, Grabovica, Rečica, Bor and Majdanpek (Stefanovic et al., 2014).

„The devastating effects of torrential floods of May 2014 could have been substantially lower if preventive measure had been taken in the last twenty years. This refers to the concept of integrated management of torrential basins, which includes the design and construction of the following measures: technical (dams, thresholds, regulations, micro-reservoirs, retention basins, embankments), biotechnical (rehabilitation of gullies, slope protection), biological (afforestation, amelioration of degraded forests, meadows and pastures, orchard establishment on terraces) and administrative (management rules, land use and its protection in affected catchments). Furthermore, the existing systems of protection against torrents and erosion (riverbed cleaning of sediment, vegetation and debris, repairs of damaged structures) were not maintained, which significantly reduced their effectiveness” (Ristic, R., 2014).

An Example of Successful Torrential Flood Risk Management –

Case Study of Grdelička Klisura and Vranjska Kotlina

The mid 20th century was the period in which the area of Grdelička klisura and Vranjska kotlina had the lowest percentage of forest cover in its history. If we take into account that other forests were also highly degraded, this was clearly the period of the highest deforestation and degradation of forest ecosystems. After World War II, especially in the period of agrarian reform from 1950 to 1960, the ecological balance was disturbed again, resulting in new intensifying erosion processes. Since the sixties, there has been an increase in forest cover caused by a number of factors: the fight against erosion, reforestation, planned forest management, forest tending and protection, migration from mountainous areas, etc (Kostadinov, S. et al., 1996).


In 1956, 31% of the total surface area of Grdelička klisura and Vranjska kotlina was covered by forests (Table 2). In 2012, it had 48.65% of the total area covered by forests. From the phytosociological aspect, it is dominated by indigenous forests of Hungarian oak and Turkey oak. Besides the dominant oak species, ash, hornbeam, Turkish hazel, etc occur in mixtures. There are visible erosion processes in the forests, especially on southern aspects and on steeper slopes. Around settlements, they are often threatened by excessive logging.

Table 2. Structure of land use before performing ECW

Grdelička klisura and Vranjska kotlina	Area ha	Share %
Forests	53864.83	31.1
Arable land	51419.21	29.7
Pastures	38474.88	22.2
Meadows	12131.11	7.0
Fruit orchards	1777.82	1.0
Vineyards	2231.92	1.3
Rocky ground, gullies	13360.84	7.7
Total	173260.61	100.0

Source: General plan of afforestation, amelioration and cultivation of forest areas of Grdelička klisura and Vranjska kotlina (1957)

Table 3. Structure of land use in 2012

	Grdelička klisura		Vranjska kotlina	
	Surface area ha	Share %	Surface area ha	Share %
Productive areas				
Forests	23526.18	99.43	58456.61	96.41
Degraded forests	134.36	0.57	2177.52	3.59
Forests	23660.5	54.97	60634.13	46.56
Meadows and pastures	10772.61	100.00	23828.97	85.75
Degraded pastures	-		1358.08	4.89
Alpine meadows and pastures	-		2601.88	9.36
Meadows and pastures	10772.6	25.03	27788.93	21.34
Arable land	2727.59	6.34	28069.24	21.55
Vineyards	68.26	0.16	1121.67	0.86
Fruit orchards	127.75	0.30	2001.01	1.54
House yards and gardens	1296.97	3.01	5669.73	4.35
Total	4220.57	89.80	125284.71	96.20
Non-productive areas				
Settlements (construction zone)	698.37	1.62	3052.93	2.34
Gullies	-	0.00	52.99	0.04
Rocky ground	23.79	0.06	208.31	0.17
Gravel	81.96	0.19	45.68	0.04
Road networks and waterways	3586.16	8.33	1572.00	1.21
Total	4390.28	10.20	4931.91	3.80
Total	43044.00	100.00	130216.62	100.00

Source: Braunovic, 2013

Biological and biotechnical works conducted in Grdelička klisura in the period from 1947 to 1977 covered 2251.7 ha (1041.2 ha were forested, 1210.5 ha were covered by grass). In the same period, Vranjska kotlina had 4409.7 ha forested and 3258.3 ha covered by grass (Jelic, B., 1978). The works were carried out in the areas which were under excessive and severe erosion, especially on the slopes of the upper and middle parts of the torrential catchments.

The data on land use for 2012, obtained from the map of land use made by dividing the area into homogeneous plots (7100 plots were determined), showed that 54.97% of Grdelička klisura was forested (Braunovic, Ratknic, 2012). Vranjska kotlina had slightly lower percentage of forested area that amounted to 46.56% (Table 3). Therefore, the Strategy envisaged greater intensity of afforestation in the area of Surdulica, Vranje and Bujanovac (Table 1).

Table 4. Intensity of erosion in 1953 and 2012

Category of destructiveness	The intensity of erosion processes	Mean value of The coefficient of erosion Z_{sr}	Share in the total area			
			1953		2012	
			(km ²)	%	(km ²)	%
I	Excessive	1.25	492.63	28.44	2.34	0.14
II	Severe	0.85	544.93	31.45	13.08	0.75
III	Moderate	0.55	441.99	25.51	129.26	7.46
IV	Slight	0.30	32.47	1.87	783.25	45.21
V	Very slight	0.10	220.58	12.73	715.60	41.30
Ukupno			1732,60	100.00	1643.51	94.86
The value of the coefficient of erosion in the study area			$Z_{sr} = 0,78$		$Z_{sr} = 0.24$	

Source: The map of erosion in Grdelička klisura and Vranjska kotlina, 1953; Braunovic, S., 2013

The data on the erosion before the mass erosion control works were conducted in the area of Grdelička klisura and Vranjska kotlina are shown in Table 4.

Excessive erosion affected 28.44% of the total surface area. There were numerous gullies and landslides, and in some places layers of soil were stripped away exposing the parent rock. Processes of severe erosion (with gullies of up to 50 cm deep and a lot of fine and coarse skeletal material on the surface, landslides on deforested areas) affected 544.93 km² (31.45%).



Figure 1. Brnjarska river, 1953 year

Source: Foto album Grdelička klisura, 1956



Figure 2. Predejan river, 2013 year

Source: Fotograf by Braunovic Sonja

The map of erosion (Braunovic, 2013) provides data on spatial distribution and intensity of erosion processes (Table 4). Severe erosion affected 0.75% of the total surface area. It affected Grdelička klisura between the villages of Dankovci and Repište, near the villages of Garinje and Kalimance. It was also recorded in Vranjska kotlina around the villages of Klačnjice, Sobina, Balinovac, north of Vranje, Soderce, Bunuševca, Milivojce, Beli Breg, Dubnica, from the village of Gornji Vrtoškoš and Lopardince to Veliki Trnovac and between the villages Viševce, Motina, Curkovic and Nastavce. Excessive erosion processes affected smaller areas of Vranjska kotlina.

The mean coefficient of erosion was $Z_{\text{mean}} = 0.78$ (severe erosion) in 1953, and it was $Z_{\text{mean}} = 0.24$ (slight erosion) in 2012. Excessive erosion processes in 1953 affected 28.44% of the area, and only 0.14% in 2012. Erosion processes of moderate intensity affected 25.51% in 1953, and this percentage decreased to 7.46% in 2012. These results prove that the effects of the conducted erosion control works contributed to the reduction in the intensity of erosion and suggest that the works should be continued.

According to data of the Republic Bureau of Statistics from 2013, the most intense erosion in Serbia is right at the periphery of Vranjska kotlina, in the valley of the river Pčinja, in Grdelička klisura, in the Vlasina basin and in the valley of the river Lim, in the upper stream of Ibar and in the hilly area of Šumadija.

Despite these facts and findings, key documents that would make the basis for prevention have not been developed. These documents include: the National Strategy for soil erosion control and protection against torrential flooding; Maps of erosion in Serbia; Register of torrential flows in Serbia; Register of conducted works; Maps of flood zones, etc. Such documents were last made in the seventies, so they cannot be considered relevant today.

Conclusions

Apart from providing the principles necessary for the identification of the areas for afforestation and contributing to the preservation of habitats and biodiversity, the expert system developed within the framework of the Strategy enables timely preparation for afforestation and initiation of operational works - the production of seedlings of recognized provenances that suit habitats and their characteristics, along with the selection of the optimal method of seedling production and afforestation technologies. Application of GIS will provide new information obtained by combining databases at different levels. Spatial models will be used to predict direct and indirect consequences before making a final decision on the land use.

The adoption of the aforementioned principles of afforestation area designation, the use of appropriate techniques and technologies of biological and biotechnical works in catchments and the proper selection of species will contribute to the continuation of the 'battle' against erosion, torrential flows, landslides, mudslides and ecological disasters.

Application of a new strategy, based on the ecosystem preservation and sustainable development, will contribute not only to the greater success of the established cultures and plantations, but also to the improvement of other forest functions. The implementation of the Afforestation Strategy of Serbia is expected to significantly reduce the risk of torrential floods in the affected areas.

References:

Braunovic, S., Ratknic, M. (2012): *The Change of Land Use - Impact on the Distribution And Intensity of Water Erosion in the Watershed.* Conference on water observation and information system for decision Support BALWOIS 2012 - Ohrid, The Republic of Macedonia. International Conference on water, climate and environment. <http://www.balwois.com/2012>. ISBN 978-608-4510-10-9.

Брауновић С. (2013): *Ефекти противерозионих радова на стање ерозије у Грделичкој клисури и Врањској котлини*, одбрањена докторска дисертација, 04.10.2013. Шумарски факултет Београд

Јелић, Б. (1978): *Противерозиони радови изведени у сливу Велике Мораве у периоду 1947-1977.* „Ерозија” бр.9, Београд, стр. 25-42

Kostadinov, S. et all. (1996): *Effect of vegetation cover on the distribution and intensity of water erosion in the watershed.* International Symposium INTERPRAEVENT, Garmisch-Partenkirchen. Tagungspublikation, Band 1, Seite 225-234

Милановић А. (2007): *Анализа речног режима и водног биланса у сливу Лепенице.* Зборник Географског института „Јован Цвијић”, 56, 25-33.

Milanovic, A., Milijašević, D. (2008): *Recent floods as a factor of environment degradation in Serbia.* Fourth International Conference `Global Changes and Problems Theory and Practice`, Sofia, Bulgaria: Faculty of Geology and Geography, Sofia University „ St. Kliment Ohridski ”, pp. 87-92.

Namkoong, G. (1984): *Strategies for gene conservation. In Plant gene resources: a conservation imperative.* Yeatman, C.W., Kafton, D., Wilkes, G. (editors). American Association for the Advancement of Science, Selected Symposium 87, Boulder, Col. pp. 79–89.

Parker, W.C., Colombo, S.J., Cherry, M.L., Flannigan, M.D., Greifenhagen, S., McAlpine, R.S., Papadopol, C.S., Scarr, T. (2000): *Third millennium forestry: what climate change might mean to forests and forest management in Ontario.* Forestry Chronicle 76, pp. 445–463.

Ratknic, M., Šmit, S. (1999): *Demarcation of agricultural and forest land and optimum use of areas in forestry - the example of the Pešter plateau,* Monograph, PE Srbijašume-Institute of Forestry, Belgrade, pp 1-124.

Ratknic, M. (2005): *Održivo korišćenje šumskih voćkarica u šumskim ekosistemima Srbije,* Управа за шуме, Београд

Ratknic, M., Rakonjac, Lj., Veselinovic, M. (2010): *The climate change and forest ecosystems,* International Scientific Conference `Forest ecosystems and climate change` – Plenary lectures, March 9-10th, Institute of forestry, Belgrade, Serbia, pp 91-115.

Ratknic, M., Rakonjac, Lj., Braunovic, S., Miletic, Z., Ratknic, T. (2015): *The Republic of Serbia's afforestation strategy with an action plan.* Proceedings of International Scientific Conference `Reforestation challenges 2015`, Faculty of forestry, Belgrade. 3-6 June, pp.13-22 ISSN 978-86-918861-1-0

Ristic, R., (2014): Srbija i bujične poplave maja 2014. Revija šume br. 5. ЈП „Србијашуме”, Београд

Stefanovic, M., Gavrilovic, Z., Bajčetić, R. (2014): *Lokalna zajednica i problematika bujičnih poplava*. Priručnik za lokalnu zajednicu i organizacije civilnog društva. Izdavač: Organizacija za evropsku bezbednost i saradnju, Misija u Srbiji

Nacionalna strategija pošumljavanja u Republici Srbiji (2014-2018), Institut za šumarstvo, Beograd, 2013

Tyree, M.T. (2003): *Hydraulic limits on tree performance: transpiration, carbon gain, and growth of trees*. *Trees* 17, pp. 95–100.

Wang, Z.M., Lechowicz, M.J., Potvin, C. (1995): *Responses of black spruce seedlings to simulated present versus future seedbed environments*. *Canadian Journal of Forest Research* 25, pp. 545–554.

Generalna osnova Pošumljavanja, melioracije i gajenje šuma područja Grdeličke klisure (1957).

Матарушку Бању „открила” бујица

Да полава и ерозија земљишта, у овом случају бујична вода могу бити од користи, нико не би веровао, а ето догодило се.

Наиме, крајем 19. века, тачније 18. маја 1897. године, река Ибар поплавила је поље села Матаруге и разорним дејством воде открила до тада непознату термоминералну воду. У извештају М. Трајковића, начелника Округа чачанског, упућеном „Господину министру унутрашњих дела” стоји: ‘18. овог месеца излио се Ибар те је поплавио поље села Конарева у Срезу жичком ‘Као највише поплава је односила колибе пољске, сена, стоку, ограде, салашеве са житом, усеве, баште. . . поврће и другу храну. Њиве копала а неке и засула песком’ . . . Тада плаховити Ибар снажном матицом у матарушком пољу уклонио слој земље и открио издан топле сумпоровите воде’ која извире на дубини од око 3 метра од површине околног земљишта. На том пољу тада се затекли 23 лица из Среза суденичког на својим њивама када су дошли да их раде, а наплавина простора где су ови људи били износи до 30 хектара”

„Сељаци су затим тражили да се ослободе пореза за уништено поље,” те је порезник Милутин Весић изашао на терен и премерио оштећена земљишта, којом су му приликом ‘сељаци казали да се на једном месту појавила сумпоровита виода, а овај то објави у вароши Краљеву”

Даља заслуга за коришћење ове воде припада Саватију Божићу проти краљевачком, пославши неке ‘своје парохијане на лечење у ову топлу воду” што се и успешно завршило, потом Саватије у свом сећању наводи...”Године 1898. предошао је Ибар и поплавио околна имања и продро кроз село Матаруге и направио нов канал – корито дубоко и широко и кад се повукао и са дна корита у ископаном новом каналу избијала топла сумпоровита вода и тако на тај начин овом поплавом је и разорним дејством реке Ибра откривена сумпоровита лековита вода Матарушке. Бање”

„Позовем виђене људе и трговце из Краљева (говорио је Саватије) и предложим да покренемо питање о подизању бање у (Матаругама... (‘пошто су Општина, Срески одбор, Начелство и Министарство народног здравља одбили да учествују у подизању бање, правдајући се недостатком новца) ‘те нас десеторица уложимо по три хиљаде динара за почетак подизања бање у Матаругама”

„Браћа Курсулићи из Рашке изрезаше нам грађу и сплавом спустише низ Ибар, изнесу на обалу и сложе. Од овог материјала прво саградимо

два купатила од дасака за мушке, и онда два купатила за жене и једно купатило за рањиве. Такође изградимо баштенски долап за избацавање воде. Направимо скелу за превоз гостију преко Ибра”...

Ови предузимљиви краљевчани касније су формирали „Завод акционара – Жичка задруга” и од продатих акција уредили бањски парк, регулисали поток Пећинац и ‘и осигурали ибарску обалу од поплаве”

Радови на регулацији потока Пећинац који протиче кроз средиште Матарушке Бање, као и осигурање десне обале Ибра, сматрају се међу најраније изведене радове на уређењу бујичних токова у Србији

У другој половини 20. века (по пројекту инжењера Бранислава Трифуновића и Јована Ђорђевића) у оквиру Бање комплетно је регулисан поток Велики Пећинац, као и потоци Каменац и Мали Пећинац. Радове је извела Реонска секција за заштиту земљишта од ерозије и уређење бујица из Краљева

Извори: Матарушка Бања – Историјски архив Краљева.

Приредио,

Вељко Милојевић дипл. инж. шум.

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

Часопис Ерозија објављује прегледне, оригиналне научне и стручне радове из области заштите од ерозије и уређења бујица, еколошког инжењеринга у заштити земљишних и водних ресурса. Часопис објављује два броја годишње, при чему је јадан тематски одређен. Радови се штампају на српском и енглеском језику. Радови штампани на енглеском језику имају резиме на српском језику, а прилози двојезичне легенде.

Наслов - Наслов треба да буде кратак, јасан и да изрази суштину рада не користећи скраћенице и курзиве.

Име аутора - Наводи се пуно презиме и име (свих) аутора испод наслова рада. Наводи се пун (званични) назив и седиште установе (афилијација) у којој је аутор запослен. Ако је аутора више, а неки потичу из исте установе, мора се, посебним ознакама или на други начин, назначити из које од наведених установа потиче сваки од наведених аутора.

Адреса или е-адреса аутора даје се у напомени при дну прве странице чланка. Ако је аутора више, даје се само е-адреса једног, обично првог аутора

Извод / Апстракт - Кратак садржај рада (до 150 речи). Треба да садржи област, предмет и остварене резултате истраживања. Извод дати обавезно на српском и енглеском језику.

Кључне речи - Обавезно навести кључне речи (3-7) на српском и енглеском језику.

Текст - Основна поглавље рада су: увод, материјал и методе рада, резултати, дискусија, закључци и резиме. У уводу се дају основне смернице рада. Материјал и методе су део у коме се описују примењене методе и технике. У поглављу резултати износе се подаци добијени испитивањима на које се рад односи, а у дискусији аутор своја истраживања доводи у везу са већ постигнутим резултатима у датој области односно са предметом рада, могућностима за даља истраживања, открива теоретске и практичне импликације својих открића и указује на недовољно испитане аспекте и тврдње које захтевају додатна испитивања. У закључку се таксативно износе резултати истраживања, тврдње засноване на добијеним резултатима, ставови, препоруке и слично. Резиме, уз наслов рада, имена аутора и институције у којима раде, треба да прикаже резултате рада и закључке у најкраћим цртама.

Прегледни радови - треба да садрже свеобухватни преглед неког проблема, а заснивају се на исцрпним подацима из литературе и сопствених истраживања. Прегледни рад треба да садржи најмање 10 аутоцитата.

Табеле и графикони - Табеле и графикони треба битно да допринесу бољем разумевању и интерпретацији резултата рада. Исте податке не приказивати на оба

начина. Графиконе радити у Ехсе1-у. Означити у рукопису место за табелу и графикон. У наслову обавезно дати прво српски па онда енглески текст, ако се рад штампа на српском језику, односно прво енглески па српски, ако се рад штампа на енглеском језику.

Фотографије и цртежи - Треба да представљају карактеристичан детаљ, појаву и слично. Фотографије и цртежи морају да буду контрастни и оштри. Нејасне и мутне фотографије неће бити штампане. Фотографије се прилажу у облику посебне датотеке, морају да буду у неком од стандардних формата (BMP, TIF, JPG, OTF или P3B), у резолуцији најмање 300x300 dpi (пожељно 600x600 dpi), а у размери 1: 1. Пошто ови захтеви обично резултирају великим фајловима, пожељно је оригиналне фотографије приложити заједно са радом као посебне датотеке, што би обезбедило постизање већег квалитета код припреме за штампу. Цртежи се могу доставити у форматима DXE, DWG, CDR, WMF, EPS или A1. Наслови и легенде фотографија и цртежа морају бити урађени двојезично - на српском и енглеском језику.

Литература - Само референце наведене у тексту наводе се у литератури. Цитирање необјављених радова могуће је само у тексту као лична комуникација или необјављени подаци. Сви извори, како у тексту тако и у списку референца наводе се латиницом, по абecedном реду, на начин приказан у примерима.

Примери:

Чланак у часопису: Petrović P, Brzić B., Sijaković D. (1991): Efekti pošumljavanja brzo- rastućim vrstama lišćara u Vojvodini, Šumarstvo 44 (8), SIT šumarstva i prerade drveta Srbije, Beograd (15-28)

У тексту: (Petrović et al., 1991)

Монографска публикација: Dumanović J., Marinković D., Denić M. (1985): Genetički rečnik, Naučna knjiga, Beograd

У тексту: (Dumanović et al., 1985)

Поглавље у књизи или у зборнику радова са конференције: Krstić M., Stojanović LJ. (2007): Gajenje šuma hrasta kitnjaka, „Hrast kitnjak u Srbiji”, ured. Stojanović Lj., Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd, (29-292)

У тексту: (Krstić, Stojanović, 2007)

Изворе без аутора сортирати према првом слову наслова рада, тако да је испред наслова само година издања

Примери: (1992): Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Srbije, JP „Srbijašume”, Beograd

У тексту: (1992)

Веб страница: Chicago/Turabian Style. The Writing Center at the University of North Carolina at Chapel Hill, from: <http://www.unc.edu/depts/wcweb/handouts/chicago.htm> 1. (accessed / приступљено 15. 05 2008. год.).

У тексту: (2008)

Математичке формуле - Раде се у едитору формула у Word-у или MathType-у.

Остале напомене

Радови се рецензирају, рецензенти одређују категорију рада, а рецензенте одређује Редакција.

Редакцији доставити радове у електронском облику (e-mail, CD/DVD диск, флеш-диск, игд.) урађено у формату MS Word 6.0/2007/XP (Office 97/2003/XP), тип слова Times New Roman, величина 12 pt. Мерне јединице изражавати у Интернационалном систему јединица (SI).



Удружење бујичара Србије
Кнеза Вишеслава I, Београд
www.udruzenjebujicara.com

CIP - Katalogizacija u publikaciji

Narodna biblioteka Srbije, Beograd

626/627:631.6

EROZIJA: naučno-stručni časopis za uređenje
bujica i zaštitu od erozije = torrent and erosion control
/ odgovorni urednik Stanimir Kostadinov. - 1970, br.
1 - -Beograd (Kneza Višeslava 1.) Šumarski fakultet
: Udruženje bujičara Srbije, 1970 - (Beograd : Tukan
Print). - 24 cm.

Povremeno

ISSN 0350-9648 = Erozija

COBISS. SR-ID 15956226

