

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ			
ПРИМЛ ЕНО:		19. 10. 2018	
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
ОФ01	1495/1		

## Naučnom veću Instituta za fiziku

**Predmet:** Molba za pokretanje postupka za sticanje zvanja istraživač pripravnik

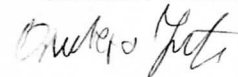
S obzirom da ispunjavam sve kriterijume propisane od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, za sticanje zvanja **istraživač pripravnik**, molim Naučno veće Instituta za fiziku da pokrene postupak za moj izbor u navedeno zvanje.

U prilogu dostavljam:

- uverenje o završenim osnovnim studijama,
- uverenje o položenim ispitima na osnovnim studijama,
- uverenje o završenim master studijama,
- uverenje o položenim ispitima na master studijama,
- uverenje o upisanim doktorskim studijama,
- kratak opis naučne aktivnosti,
- biografija
- spisak radova
- mišljenje rukovodioca projekta.

U Beogradu, 12.10.2018.

Olivera Jovanović



**Научном већу Института за физику у Београду**

**ПРЕДМЕТ: Молба за покретање поступка за стицање звања истраживач приправник**

Молимо Научно веће Института за физику у Београду

да покрене поступак за избор Оливере Јовановић у звање истраживач приправник. Оливера Јовановић ће радити докторску дисертацију о оквиру пројекта ОН171037 „Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама“, руководиоца Академик Зоран Љ. Петровић, Лабораторија за гасну електронику Центра за неравнотежне процесе Института за физику у Београду. Радиће на темама везаним за проучавање особина и нових примена неравнотежних плазми у областима плазма пољопривреде.

С обзиром да Оливера Јовановић испуњава све предвиђене услове у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача МПНТР сагласни смо да се покрене поступак за избор у звање истраживач приправник.

За чланове комисије у поступку избора предлажемо:

др. Николу Шкора, виши научни сарадник, Институт за физику у Београду

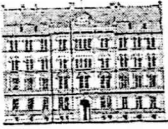
др Невена Пуач, научни саветник, Институт за физику у Београду

проф. Срђана Буквића, редовни професор, Физички факултет Универзитета у Београду

У Београду, 18. октобар 2018. године

  
Академик Зоран Љ. Петровић

руководилац пројекта ОН171037



Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Број индекса: 2013/3114  
Број: 2652017  
Датум: 16.10.2017.

На основу члана 161 Закона о општем управном поступку ("Службени лист СРЈ", бр. 33/97, 31/2001 и "Службени гласник РС", бр. 30/2010) и службене евиденције, Универзитет у Београду - Физички факултет, издаје

## У В Е Р Е Њ Е

### *Оливера Јовановић*

*име једној родитеља Јанко, ЈМБГ 1208994715252, рођена 12.08.1994. године, Београд, оштинина Београд-Савски Венац, Република Србија, уписана школске 2013/14. године, дана 27.09.2017. године завршила је основне академске студије на студијском програму Примењена и компјутерска физика, у трајању од четири године, обима 241 (двеста четрдесет један) ЕСПБ бодова, са просечном оценом 9,18 (девет и 18/100).*

На основу наведеног издаје јој се ово уверење о стеченом високом образовању и стручном називу **Дипломирани физичар.**

Декан

*[Signature]*  
Проф. др Јаблан Дојчиловић





Република Србија  
Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Број индекса: 2013/3114  
Датум: 10.10.2018.

На основу члана 29. Закона о општем управном поступку и службене евиденције издаје се

## УВЕРЕЊЕ О ПОЛОЖЕНИМ ИСПИТИМА

Оливера Јовановић, име једног родитеља Јанко, ЈМБГ 1208994715252, рођена 12.08.1994. године, Београд, општина Београд-Савски Венац, Република Србија, уписана школске 2013/14. године, дана 27.09.2017. године завршила је основне академске студије на студијском програму Примењена и компјутерска физика, у трајању од четири године, обима 240 (двеста четрдесет) ЕСПБ бодова, и стекла стручни назив Дипломирани физичар. Током студија положила је испите из следећих предмета:

Р.бр.	Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Фонд часова**	Датум
1	09ПФ1005	Лабораторија физике 1	10 (десет)	3	I:(1+0+2)	28.01.2014.
2	09ПФ1118	Рачунари у обради слике и звука	10 (десет)	2	I:(2+0+0)	17.01.2014.
3	09ПФ1003	Обрада резултата мерења	9 (девет)	6	I:(2+3+0)	21.02.2014.
4	09ПФ1051	Математика IЦ	8 (осам)	8	I:(4+4+0)	08.03.2014.
5	09ПФ1001	Физичка механика	9 (девет)	9	I:(4+3+0)	14.02.2014.
6	09ПФ2052	Математика ЗЦ	8 (осам)	10	I:(4+5+0)	13.07.2015.
7	09ПФ1004	Енглески језик 1	9 (девет)	4	I:(2+2+0)	12.02.2014.
8	09ПФ11150	Психологија	10 (десет)	3	II:(2+0+0)	19.09.2016.
9	09ПФ1011	Лабораторија физике 2	10 (десет)	3	II:(1+0+2)	27.06.2014.
10	09ПФ1009	Програмирање	10 (десет)	4	II:(2+2+0)	26.06.2014.
11	09ПФ1006	Молекуларна физика и термодинамика	8 (осам)	9	II:(4+3+0)	27.06.2014.
12	09ПФ1007	Основи хемије	8 (осам)	4	II:(2+1+0)	15.07.2014.
13	09ПФ1008	Математика 2Ц	8 (осам)	8	II:(4+4+0)	25.07.2014.
14	09ПФ1120	Изабрана поглавља нанофизике	10 (десет)	2	II:(2+0+0)	28.07.2015.
15	09ПФ2015	Нумерички методи у физици	9 (девет)	5	III:(2+2+0)	23.02.2015.
16	09ПФ2016	Лабораторија физике 3	10 (десет)	3	III:(1+0+2)	18.02.2015.
17	09ПФ2013	Електромагнетизам	9 (девет)	9	III:(4+3+0)	26.06.2015.
18	09ПФ2014	Основи математичке физике	9 (девет)	5	III:(2+2+0)	01.07.2015.
19	09ПФ1112	Апликативни софтвер	10 (десет)	4	III:(2+0+2)	18.02.2015.
20	09ПФ2019	Класична теоријска физика 1	7 (седам)	5	IV:(3+2+0)	24.07.2015.
21	09ПФ2021	Лабораторија физике 4	10 (десет)	3	IV:(1+0+2)	24.06.2015.
22	09ПФ2053	Објектно - оријентисано програмирање	10 (десет)	5	IV:(2+0+2)	24.08.2015.
23	09ПФ2018	Таласи и оптика	8 (осам)	9	IV:(4+3+0)	29.09.2015.
24	09ПФ3025	Увод у информационе системе	10 (десет)	4	V:(2+0+2)	18.01.2016.
25	09ПФ3022	Класична теоријска физика 2	7 (седам)	5	V:(2+2+0)	18.07.2016.
26	09ПФ3123	Програмирање интернет страница	10 (десет)	4	V:(2+0+2)	15.07.2016.
27	09ПФ3004	Електроника за физичаре	9 (девет)	9	V:(4+2+3)	09.09.2016.
28	09ПФ3024	Квантна физика	8 (осам)	5	V:(3+2+0)	15.07.2016.
29	09ПФ3031	Електрична мерења	8 (осам)	5	VI:(2+0+3)	07.09.2016.
30	09ПФ0047	Геометријска оптика и оптички инструменти	10 (десет)	4	VI:(2+1+1)	27.09.2017.

Овлашћено лице факултета



Република Србија  
Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Број индекса: 2013/3114  
Датум: 10.10.2018.

Р.бр.	Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Фонд часова**	Датум
31.	09ПФ0046	Базе података	10 (десет)	4	VI:(2+2+0)	31.08.2016.
32.	09ПФ3028	Класична теоријска физика 3	7 (седам)	5	VI:(2+2+0)	21.09.2016.
33.	09ПФАКУС	Акустика	10 (десет)	4	V:(2+2+0)	15.07.2016.
34.	15ПФЛМФ	Лабораторија модерне физике	9 (девет)	4	VI:(2+0+2)	20.06.2017.
35.	15ПФСЛС	Стандардни лабораторијски софтвер	10 (десет)	4	VI:(2+2+0)	12.06.2017.
36.	09ПФ3029	Основи атомске физике	9 (девет)	9	VI:(4+2+3)	24.06.2016.
37.	15ПФПРКР	Програмирање комуникације рачунара	10 (десет)	4	VII:(2+2+0)	28.09.2017.
38.	15ПФФЈЧ	Физика језгра и честица	9 (девет)	8	VII:(4+2+2)	28.02.2017.
39.	15ПФОРТ	Основи рачунарске технике	10 (десет)	4	VII:(2+2+0)	24.01.2017.
40.	15ПФИНТЕ	Интернет технологије	10 (десет)	4	VII:(2+2+0)	22.02.2017.
41.	15ПФКСУФ	Компјутерске симулације у физици	10 (десет)	5	VII:(2+2+0)	27.09.2017.
42.	15ПФФЧС	Физика чврстог стања	10 (десет)	8	VIII:(4+0+3)	15.06.2017.
43.	15ПФФЈГ	Физика јонизованих гасова	10 (десет)	6	VIII:(2+0+3)	07.07.2017.
44.	15ПФМЕИС	Метрологија и стандардизација	10 (десет)	7	VIII:(4+0+3)	29.08.2017.
45.	15ПФФИЛА	Физика ласера	8 (осам)	6	VIII:(2+0+3)	22.09.2017.

\* - еквивалентира/признат испит.

\*\* - Фонд часова је у формату (предавања+вежбе+остало).

Укупно остварено 241 ЕСПБ.

Општи успех: 9,18 (девет и 18/100)

Овлашћено лице факултета



Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Број индекса: 2017/7024  
Број: 2252018  
Датум: 19.09.2018.

На основу члана 161 Закона о општем управном поступку ("Службени лист СРЈ", бр. 33/97, 31/2001 и "Службени гласник РС", бр. 30/2010) и службене евиденције, Универзитет у Београду - Физички факултет, издаје

## У В Е Р Е Њ Е

### Оливера Јовановић

*име једној родитеља Јанко, ЈМБГ 1208994715252, рођена 12.08.1994. године, Београд, оштинина Београд-Савски Венац, Република Србија, уписана школске 2017/18. године, дана 08.09.2018. године завршила је мастер академске студије на студијском програму Примењена и компјутерска физика, у израјању од једне године, обима 60 (шездесет) ЕСПБ бодова, са просечном оценом 10,00 (десет и 00/100).*

На основу наведеног издаје јој се ово уверење о стеченом високом образовању и академском називу **мастер физичар**.



Декан

*[Signature]*  
Проф. др Јаблан Дојчиловић



Република Србија  
Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Број индекса: 2017/7024  
Датум: 10.10.2018.

На основу члана 29. Закона о општем управном поступку и службене евиденције издаје се

## УВЕРЕЊЕ О ПОЛОЖЕНИМ ИСПИТИМА

Оливера Јовановић, име једног родитеља Јанко, ЈМБГ 1208994715252, рођена 12.08.1994. године, Београд, општина Београд-Савски Венац, Република Србија, уписана школске 2017/18. године, дана 08.09.2018. године завршила је мастер академске студије на студијском програму Примењена и компјутерска физика, у трајању од једне године, обима 60 (шездесет) ЕСПБ бодова, и стекла академски назив мастер физичар. Током студија положила је испите из следећих предмета:

Р.бр.	Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Фонд часова**	Датум
1.	15МПФСПИА	Структура података и алгоритми	10 (десет)	5	I:(3+2+0)	14.06.2018.
2.	15МПФДРС	Дистрибуирани рачунарски системи	10 (десет)	5	I:(3+2+0)	18.06.2018.
3.	15МПФОСТК	Основи телекомуникације	10 (десет)	5	I:(3+2+0)	12.02.2018.
4.	15МПФППУОМ	Примена плазме у обради материјала и нанотехнологији	10 (десет)	5	I:(3+2+0)	26.04.2018.
5.	15МПФДР	Дипломски рад	10 (десет)	20	II:(0+0+20)	08.09.2018.
6.	15МПФИСР	Истраживачки студијски рад	П.	20	II:(0+0+20)	03.05.2018.

\* - еквивалентиран/признат испит.

\*\* - Фонд часова је у формату (предавања+вежбе+остало).

Укупно остварено 60 ЕСПБ.

Општи успех: 10,00 (десет и 00/100)

Овлашћено лице факултета



Република Србија  
Универзитет у Београду  
Физички факултет  
Д.Бр.2018/8015  
Датум: 11.10.2018. године

На основу члана 161 Закона о општем управном поступку и службене евиденције издаје се

### УВЕРЕЊЕ

**Јовановић (Јанко) Оливера**, бр. индекса 2018/8015, рођена 12.08.1994. године, Београд, Београд-Савски Венац, Република Србија, уписана школске 2018/2019. године, у статусу: финансирање из буџета; тип студија: докторске академске студије; студијски програм: Физика.

Према Статуту факултета студије трају (број година): три.  
Рок за завршетак студија: у двоструком трајању студија.

Ово се уверење може употребити за регулисање војне обавезе, издавање визе, права на дечији додатак, породичне пензије, инвалидног додатка, добијања здравствене књижице, легитимације за повлашћену вожњу и стипендије.



Овлашћено лице факултета



## **Biografija kandidata**

Olivera Jovanović rođena je u Beogradu 12.8.1994. godine. Fizički fakultet – smer Primenjena i kompjuterska fizika je završila na Univerzitetu u Beogradu 2017. godine.

Master studije upisala je iste godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu – smer Primenjena i kompjuterska fizika.

Master rad na temu “Tretman vode zagađene pesticidima plazma mlazom na atmosferskom pritisku za primenu u poljoprivredi” uradila je u Laboratoriji za gasnu elektroniku Instituta za fiziku pod rukovodstvom dr Nikole Škora. Rad je odbranjen septembra 2018. godine na Fizičkom fakultetu u Beogradu.

## **Objavljeni radovi kandidata Olivera Jovanović**

### **PREDAVANJA PO POZIVU SA MEĐUNARODNOG SKUPA ŠTAMPANO U IZVODU M32**

1. Atmospheric pressure plasma decontamination of water polluted by organophosphates used in agriculture  
N. Škoro, N. Puač, O. Jovanović, G. Malović and Z. LJ. Petrović  
The 7th International Conference on Plasma Medicine (June 17-22, 2018, Philadelphia, USA) (2018)

### **SAOPŠTENJE SA MEĐUNARODNOG SKUPA ŠTAMPANO U CELINI M33**

2. Plasma Decontamination of Water Polluted by Pesticides for Application in Agriculture  
O. Jovanović, N. Škoro, N. Puač and Z. LJ. Petrović  
Proc. XXIX SPIG Beograd (Ed.s. G. Poparić, B. Obradović, D. Borka and M. Rajković) (2018) 242-245

## Преглед научне активности Оливере Јовановић

Оливера Јовановић се током свог досадашњег научног рада бавила проучавањем неравнотежних плазми које раде на атмосферском притиску и њиховим новим применама у области плазма пољопривреде.

Током мастер студија истраживање Оливере Јовановић било је фокусирано на експериментално проучавање особина нискотемпературског пражњења реализованог на атмосферском притиску уз помоћ плазма млаза као и на конкретну примену тог извора на третмане чисте и воде загађене пестицидом са циљем испитивања утицаја третираних течних узорака на клијање семена биљака које се користе у комерцијалној пољопривредној производњи. У експерименту је извршена оптичка и електрична карактеризација коришћеног плазма извора (плазма игла) који се напаја високонапонским синусном сигналом на 30 kHz уз коришћење радног гаса хелијума. Уз помоћ напонских и струјне сонде урађено је мерење електричних сигнала и одређена је струјно-напонска карактеристика плазма извора. Користећи спектрометар измерени су спектри емисије из плазме. На основу добијених података одређена је радна тачка која је даље коришћена у третманима течних узорака. Течни узорци чисте и загађене воде карактерисани су уз помоћ рН-метра и мерача раствореног кисеоника, а загађени узорци и уз помоћ мерача укупног органског угљеника. Затим је урађено испитивање утицаја плазмом третиране чисте и загађене воде на клијавост семена кукуруза и ротквица који су имбибирани третираним течним узорцима. У односу на контролне узорке добијено је повећање процента клијавости семена након третмана загађене воде што је потврдило претпоставку да се нискотемпературска плазма може користити за третмане пречишћавања воде загађене пестицидима за њену даљу употребу у пољопривреди.

Током докторских студија Оливера Јовановић ће се бавити интердисциплинарним истраживањем које има за циљ употребу нискотемпературских плазма извора који раде на атмосферском притиску у области плазма пољопривреде. Акцент ће бити на механизмима интеракције плазме са узорцима који су значајни за примену у пољопривреди (воде, семена и сл.) како би се извршило скалирање плазма извора са лабораторијских уређаја на системе великих димензија потребне за третмане великих количина узорака.

# Atmospheric pressure plasma decontamination of water polluted by organophosphates used in agriculture

N. Škoro<sup>1</sup>, N. Puač<sup>1</sup>, O. Jovanović<sup>1</sup>, G. Malović<sup>1</sup>, Z. Lj. Petrović<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Physics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup> Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia

E-mail: [nskoro@ipb.ac.rs](mailto:nskoro@ipb.ac.rs)

In biomedicine, atmospheric pressure plasmas (APP) have proved their excellent potential for sterilization and cleaning of both living tissues and inorganic materials from pathogenic microorganisms [1]. Moreover, large number of recent studies are investigating operation of APP in contact with liquids. Results show that chemically reactive gaseous environment produced by plasma sources can influence and modify physical and chemical properties of liquids [2]. As a result of the knowledge acquired in previous studies the investigation of APP now widens to a new emerging research field - plasmas in agriculture, where novel applications for APP appear.

Nowadays, one of the biggest environmental problems is water pollution with contemporary agriculture techniques as one of the main sources causing the pollution of surface waters. Organic micropollutants, originating from immense use of pesticides in agriculture production, require special chemical or biological treatments for water purification, again using environmentally hazardous substances. Our idea is to employ APP for decontamination of water polluted by pesticides, which is by now successfully used in warfare applications [3]. As a first step, we conducted a study on decontamination of water samples polluted with different pesticides, i.e. organophosphate compounds, by using an atmospheric pressure plasma jet (APPJ) operating with He as working gas. The plasma jet was powered by a continuous kHz signal source. Liquid samples placed below the APPJ were treated for different duration times, different sample volumes and different water contamination levels. Optical and electrical characterization of the APPJ was performed in order to obtain information about stability of the treatment conditions and the plasma properties. Before and after the treatment liquid samples were analyzed by spectrophotometric techniques, high performance liquid chromatography (HPLC) and liquid chromatography coupled with mass spectrometry (LC-MS) in order to follow degradation of organophosphates. Significant and efficient degradation of pesticides is noticed in all cases and appearance of degradation products is observed in the liquid sample. Thus, we could also evaluate toxicity of produced by-products. From measurements of parent molecule degradation we established dependence of the decontamination efficiency on treatment time. Having in mind the possibility of reuse the decontaminated water in agriculture, we also investigated the influence of treated water on seed germination.

This work was supported by projects ON171037 and III41011, MESTD, Serbia.

## References

- [1] N. Puač, M. Miletić, M. Mojović, A. Popović-Bijelić, D. Vuković, B. Miličić, D. Maletić, S. Lazović, G. Malović, Z. Lj. Petrović, *Open Chemistry*, 13(1), 332 (2015).
- [1] P. J. Bruggeman et al., *Plasma Sources Sci. Technol.*, 25, 053002 (2016).
- [2] N. Skoro, N. Puac, S. Zivkovic, D. Krstic-Milosevic, U. Cvelbar, G. Malovic, Z. Lj. Petrovic, *Eur. Phys. J. D*, 72, 2 (2018).

# PLASMA DECONTAMINATION OF WATER POLLUTED BY PESTICIDES FOR APPLICATION IN AGRICULTURE

Olivera Jovanović<sup>1</sup>, Nikola Škoro<sup>1</sup>, Nevena Puač<sup>1</sup> and Zoran Lj. Petrović<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*

<sup>2</sup>*Serbian Academy of Sciences and Arts, Knez Mihailova 35, 11000 Belgrade, Serbia*

**Abstract.** In this work we present a method for purifying water contaminated with pesticides for further application in agriculture. For this purpose, a needle-type atmospheric pressure plasma jet (APPJ) was used, with electrode powered by a high voltage signal at frequency 330 kHz. We have used He as working gas with flow rate 2 slm. The solution of pesticide Malathion in distilled water was treated as contaminated sample. Then, the samples were used for seed imbibition. The results have shown that the plasma decontaminated water treatments had an effect on increasing the germination of maize and radish seeds.

## 1. INTRODUCTION

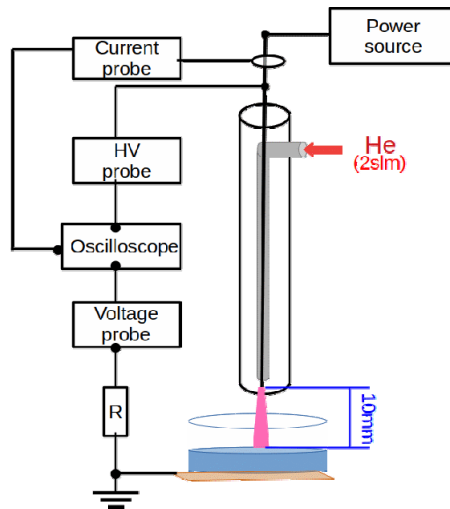
The development of plasma methods for decontamination of polluted water is caused by scarcity of freshwater. Organic compounds and microorganisms are the most common water pollutants that get into fresh water by discharging wastewater into aquatic ecosystem [1].

Plasma chemistry is rich in strongly oxidative reagents (OH, O, O<sub>3</sub>) that can diffuse into polluted water and initiate chemical reactions such as the conversion of organic compounds in solution into water and carbon dioxide [2, 3].

In this paper we used a pin-electrode atmospheric pressure plasma jet (APPJ) for decontamination of water polluted by Malathion pesticide. After treatments we monitored germination of the seeds imbibed with the decontaminated water samples. Obtained germination percentages were compared with germination results of the control groups of seeds that were imbibed with distilled water or 500 ppm solution of Malathion.

## 2. EXPERIMENTAL SETUP

The Fig. 1 shows a schematic diagram of the experimental setup. Plasma source was an atmosphere pressure plasma jet which consists of a metal cylindrical body, glass tube, with the inner and outer diameters of 4 mm and 6 mm, respectively, and concentrically placed electrode with ceramic insulation. The electrode was made of stainless steel wire with the diameter of 1 mm. The end of the wire (powered electrode) is sharpened and it is protruding for 3 mm from the ceramic insulation into the glass tube. As power source we have used a commercial high voltage RF generator working at frequency of 330 kHz. In all experiments He was used as a working gas with flow rate of 2 slm.



**Figure 1.** Schematic overview of the experimental set up.

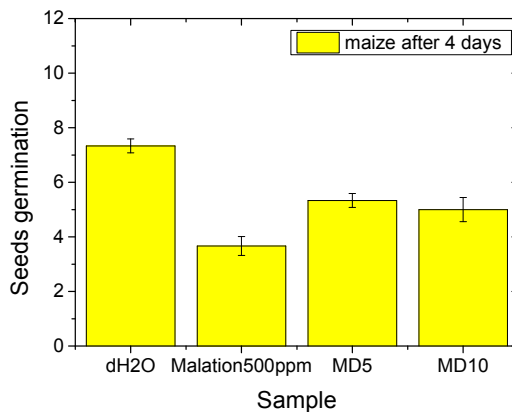
The samples containing Malathion were treated in the wells of 6-well microtiter plate. The volume of treated solution of Malathion in the well was 4 ml and initial concentration was 500 ppm in distilled water. Treatment times were 5 and 10 minutes. At the bottom of the micro titter plate we glued copper tape that was connected to the ground through a 1 k $\Omega$  resistance. The distance between the surface of the liquid in the plate and wire was 10 mm.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Treated solutions as well as distilled water and Malathion contaminated solution were used for the imbibition of maize and radish seeds in Petri dishes, with 12 and 40 seeds, respectively in each dish. The seeds were imbibed with 2 ml of liquid per Petri dish (5 cm in diameter). The dishes with the seeds were

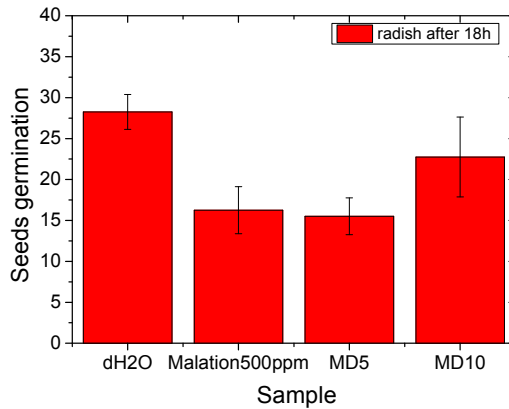
left in a room with constant temperature and with day-night cycle. All experiments were done in triplicate.

For the control samples, we used seeds imbibed with distilled water and solution of Malathion (500ppm). Histogram shown in Fig. 2 presents mean value of germinated maize seeds four days after imbibition. Comparison between control groups showed that number of germinated seeds imbibed with distilled water is more than twice higher than number of seeds germinated after imbibition by Malathion solution. As for the seeds imbibed with plasma decontaminated water, we can see the positive effect of plasma treatment of water polluted by Malathion. The number of germinated seeds watered with the solutions treated for 5 minutes and 10 minutes is higher 1.5 times than in the untreated Malathion solution. Mean values in both sets of seeds imbibed with decontaminated water are the same (around the value 5) within the error bar. Nevertheless, it is still lower than the control group imbibed with distilled water where the mean value is 7.3.



**Figure 2.** Mean values of maize seeds germinated after 4 days of imbibition with different water samples. dH<sub>2</sub>O – distilled water, distilled water contaminated with 500 ppm Malathion, MD5 – contaminated water treated 5 minutes, MD10 – contaminated water treated 10 minutes.

Similar results are obtained in the case of germination of radish seeds. Fig. 3 shows mean values of germinated radish seeds 18 hours after imbibition. In this case, values in control groups with H<sub>2</sub>O and 500ppm Malathion have difference of 1.75 times. However, the results on plasma treated samples show that in this case duration of treatment of water polluted by Malathion significantly affects germination. While the set imbibed with solution treated for 5 mins is almost the same as the Malathion sample (mean value around 15.5), the sample treated for 10 mins has the value which is 1.5 times higher.



**Figure 3.** Mean values of radish seeds germinated after 18 hours of imbibition with different water samples. dH<sub>2</sub>O – distilled water, distilled water contaminated with 500 ppm Malathion, MD5 – contaminated water treated 5 minutes, MD10 – contaminated water treated 10 minutes.

#### 4. CONCLUSION

Results of germination of seeds imbibed with plasma decontaminated water showed increase in number of germinated seeds compared to the case of seed imbibition with Malathion polluted water. This proves that plasma treatments can purify water and cause decomposition of pollutant molecules to the extent suitable for the plasma treated water to be reused for plant cultivation. However, in order to achieve efficient process, one need to investigate decomposition mechanisms triggered by plasma treatment and the influence of treated solution on seed physiological processes.

#### Acknowledgements

This research is supported by the Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development under project numbers ON171037 and III41011.

#### REFERENCES

- [1] J. T. Korus and M. E. Burbach, *Great Plains Res.* 19, 187 (2009).
- [2] J. E. Foster, *Phys. of Plasmas* 24, 055501 (2017).
- [3] B. Jiang, J. Zheng, S. Qiu, M. Wu, Q. Zhang, Z. Yan, Q. Xue, *Chem. Eng. J.* 236, 348 (2014).