

Примљено	28.03.2023.	1	
Орг. јед.	Број	Презер	Вредност
	142/1		

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У ПРИШТИНИ СА ПРИВРЕМЕНИМ СЕДИШТЕМ У  
КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ**

Одлуком Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, од 07. 03. 2023. године (бр. 142) именована је комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом „Акумулција тешких метала у поврћу и ратарским биљним врстама са загађених локалитета територије Косова и Метохије-процена квалитета здравствене исправности и потенцијалног ризика по здравље локалног становништва“, кандидаткиње Милице М. Станковић, дипломираног биолога у саставу:

1. Проф. др Слободанка Пајевић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, Департман за биологију и екологију (физиологија биљака)- председник комисије;
2. Проф. др Наташа Николић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, Департман за биологију и екологију (физиологија биљака) – члан;
3. Проф. др Татјана Јакшић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (екологија, биогеографија и заштита животне средине) - члан.

На основу поднете документације и увида у досадашњи рад Милице Станковић, Комисија подноси Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### Биографија

#### **Општи подаци:**

Име, средње слово и презиме: Милица М Станковић  
Датум и место рођења: 25. 07. 1987. Прилужје

#### **Образовање:**

2011. Дипломирани биолог, Природно-математички факултет Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (просечна оцена 8,83).

Од 2016: Студент докторских студија, Природно-математички факултет Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (просечна оцена 9.67).

На докторским академским студијама докторанткиња Милица Станковић је тренутно остварила 150 ЕСПБ бодова.

**Запослење:**

01. 12. 2011 – 28.02.2018: Наставник на предметима Биологија и Екологија у средњој Техничкој школи „Никола Тесла“ у Прилужју.

01. 02. 2012 – 17. 09. 2018: Наставник на предметима Биологија и Екологија у средњој Економско-трговинској школи у Лапљем селу.

01. 09. 2012 – 17. 09. 2018: Наставник Биологије у основној школи „Бранко Радичевић“ у Обилићу

01. 10. 2017 - 28. 02. 2018: Сарадник у настави на Природно-математичком факултету у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици на реализацији вежби из предмета „Физиологија биљака“ и „Биохемија“.

од 01. 03. 2018: Асистент за научну област Биолошке науке, ужа научна област Ботаника на Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

**Пројекти:**

**Национални пројекти:** Нема

**Међународни пројекти:** Нема

**Страни језици:** Енглески

**Библиографија****Досадашње публикације****Рад у истакнутом међународном часопису (M22)**

Mastilović J, Kevrešan Ž, Jakšić A, Milovanović I, **Stanković M**, Trajković R, Milenković L, Ilić SZ (2019). Influence of shading on postharvest lettuce quality: differences between exposed and internal leaves. *Zemdirbyste-Agriculture* 106(1): 65-72. ✓

**Рад у међународном часопису (M23)**

**Stanković-Popić M**, Trajković R, Šunić Lj, Ilić SZ (2020). Bioindicative operation of pollutants from mine tailings in the Kišnica mine and fly ash from the thermal power plant Obilić on vegetable plants. *Fresenius Environmental Bulletin* 29(4): 2615-2625. ✓

**Референце националног нивоа у другим државама (публикације у страним националним часописима):**

**Stanković-Popić M.**, Trajković R., Anđelković S. (2018): Germination of seeds of vegetable cultures of peppers (*Capsicum annuum* L.) and tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) and growing of young plants on the mine dumps substrate from Kišnica Mine and Kosovo B thermal power

plant. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* 21(3), 266-279. (електронски часопис реферисан у КоБСОН-у, без категорије).

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)**

**Stanković M**, Trajković P, Anđelković S (2018). Germination of seed of vegetable cultures of peppers (*Capsicum annuum* L.) and tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L.) and growing of young plants of mine dumps substrate from Kišnica mine and Kosovo B Thermal power plants. 21<sup>st</sup> International Scientific Conference „EcoMountain 2018“, 17-18 May 2018, Troyan, Bulgaria. Book of summaries, p. 227.

Paјевић, S., Nikolić, N., Arsenov, D., Borišev, M., Župunski, M., **Popić, M.** (2022): Health assessment of celery and parsley related to cadmium soil pollution through potentially toxic elements accumulation. 6<sup>th</sup> Congress of Ecologists of the Republic of North Macedonia, with International Participation, October 15<sup>th</sup> – 18<sup>th</sup>, Ohrid, p. 125.

#### **Оцена подности кандидаткиње за рад на предложеној теми**

Кандидаткиња је положила све испите предвиђене студијским програмом докторских академских студија- Биологија, објавила по један научни рад у међународним часописима (категирија M22, односно M23) и два саопштења M34. Сви досадашњи радови и саопштења докторанткиње су из научне области Биологија, односно уже научне области Ботаника-Физиологија биљака.

На основу предходно изложеног, Комисија констатује да кандидаткиња Милица Станковић, испуњава све формалне услове и да је подобна да настави рад на предложеној теми.

#### **Образложење пријаве теме докторске дисертације**

##### **Предмет докторске дисертације**

Косово и Метохија тренутно се суочава са великим бројем наслеђених еколошких проблема који су нагомилани током деценија, неконтролисано експлоатацијом природних ресурса, рударства и индустријске производње, који су повезани са високим степеном загађења. После рата 1999. године, већи део ових индустријских погона је ван функције а карактерише их застарео и опасни отпад старих неискоришћених технологија, срушених зграда и неконтролисаних складишта. Ова места су извор загађења земљишта, воде и ваздуха. Огромне површине земљишта су контаминирани киселом водом и тешким металима, нарочито оловом, цинком, кадмијумом, арсеном и живом. Бивши индустријски гиганти, као што су рудник Кишница и ТЕ Косова Б, те њихова складишта и депоније (јаловиште и наслаге пепела) представљају сталну опасност по животну средину и здравље људи. Наслаге јаловине и пепела из ових индустријских зона у близини села Грачаница и Племетина довеле су до загађења земљишта и водених токова ових локалитета али и ширег региона.

Гајење биљака на загађеним локалитетима резултира биоконцентрацијом тешких метала, који кроз ланце исхране долазе до конзумента (животиња и људи), представљајући на тај начин претњу за њихово здравље. Поврће и житарице су основни извор витамина, минералних елемената, влакана и неопходни су у исхрани људи због своје изузетне нутритивне и биолошке вредности. Њихов свакодневни унос исхраном се препоручује, а евидентна је и њихова улога у одржавању здравља, као и у профилакси и лечењу бројних болести. Садржај поменутих хранљивих компоненти, есенцијалних у исхрани, али и других, које су штетне и неприхватљиве (пре свега пестициди и тешки метали), утиче на квалитет и безбедност хране. Потенцијални ризик за здравље становништва приликом уноса хране оптерећене тешким металима постаје један од најзначајнијих и ургентних проблема нашег времена који неоспорно тржи хитно и ефикасно решавање. Стога је акумулација токсичних супстанци, пре свега пестицида и тешких метала, у земљишту које се користи за производњу хране биљног порекла незаобилазни проблем када је у питању здравствено безбедна пољопривредна производња.

Праћење акумулације тешких метала у храни биљног порекла, поврћу, воћу и житарицама, привукло је пажњу бројних истраживача и нутрициониста због њихове двојне функције у метаболизму: есенцијалне регулаторне улоге у бројним метаболичким (оксидо-редукционим) процесима, као и због њиховог токсичног дејства када су присутни у превеликим концентрацијама у ткивима живих организама. Високе концентрације тешких метала у биљкама, штетно утичу на физиолошке и биохемијске процесе, фотосинтезу, дисање, водни режим, транспорт органских материја, минералну исхрану и др., што све заједно негативно утиче на раст, развој и принос биљака. Повећање садржаја тешких метала у биљкама резултат је деловања бројних фактора, али несумњиво, главни узрок је контаминација земљишта и генерално, животне средине, тешким металима. Из разлога што немају добро развијен селекциони систем у апсорпцији јона минералне исхране биљке су индикатори загађења средине у којој се гаје. Неадекватно коришћење ђурива (испод, или изнад оптималних концентрација), као и употреба контаминиране воде за наводњавање, такође значајно доприноси акумулацији токсичних елемената у биљкама.

Познато је да прекомерно накупљање метала у биљним ткивима изазива оксидативни стрес. Биљке имају ограничене механизме избегавања стреса и захтевају флексибилне начине прилагођавања променама. Заједничка карактеристика за борбу против стрес-фактора је синхронизована функција антиоксидантних ензима који ублажавају оштећења ћелија ограниченим накупљањем реактивних молекулских облика кисеоника (ROS). Абиотички стрес утиче на метаболизам биљака, ремети већину физиолошких и биохемијских процеса, односно, ћелијску хомеостазу. Биљке су еволутивно развиле сложен антиоксидативни систем који покреће механизме за отклањање штете настале иницијацијом ROS у метаболизму, као што је у првом реду, синтеза ензима и различитих супстанци неопходних у реакцијама заштите ћелијских и суб-ћелијских система од цито-

токсичних ефеката активних слободних радикала. Главне реакције неутрализације ROS обухватају синтезу неензимских (аскорбат, глутатион, алфа-токоферол) и ензиматских антиоксиданата. Синтеза и повећана активност ензима каталазе (CAT), аскорбат пероксидазе (APX), супероксид-дисмутазе (SOD), групе пероксидаза (POD), као и бројних других ензима, представљају значајне факторе за одбрану ћелијског метаболизма од деловања акумулисаних већих концентрација тешких метала. Каталаза (CAT, E.C. 1.11.1.6) је ензим који учествује у одбрамбеном/адаптабилном одговору биљака тако што разграђује штетни продукт метаболизма  $H_2O_2$  и конвертује га у  $H_2O$  и  $O_2$ , који нису штетни за биљке. Активност CAT се уз остале антиоксидативне ензиме, може користити као индикатор физиолошких промена у биљном метаболизму, односно као метаболички одговор биљака на стрес изазван тешким металима.

Током последњих 20 година све више експеримената доказује да је метаболизам органских киселина (ОА) повезан са толеранцијом биљака на спољашњи стрес. Савремена сазнања показују да су органске киселине важни интермедијери у метаболизму угљеника и представљају кључне компоненте у физиолошким механизмима које неке биљке користе у адаптацијама на недостатак минералних елемената и толеранцију (пре свега, корена) на вишак метала у исхрани. Екстремне вредности фактора спољашње средине стимулишу биосинтезу органских киселина и њихово ослобађање из корена. Последњих година повећана је пажња истраживача на улогу органских киселина у модулацији адаптације на животну средину, укључујући и учешће органских киселина у одбрани биљака од штетних ефеката акумулисаних тешких метала. Основа улоге у детоксикацији је способност органских киселина попут цитрата, малата, оксалата, малоната, аконитата и тартрата да формирају јаке везе са јонима тешких метала путем хелатације метала са карбоксилним групама које имају функцију донора кисеоника у заједничким координативним комплексима насталих хелата, односно, лиганда. Садржај органских киселина је различит у појединим биљним органима и специфичан је за биљну врсту. Садржај органских киселина смањује се од корена према листу биљака. Стога се може сматрати да корен има заштитну улогу за надземни део биљке, јер повећан садржај органских киселина има за последицу смањење токсичности тешких метала њиховим везивањем у комплексе (хелате/лиганде). Степен детоксикације биљака акумулацијом ОА представља важан параметар у биохемијском мониторингу и детекцији раног облика загађења биљака које расту у условима контаминираних животне средине.

Током протеклих деценија на подручју покрајине Косова и Метохије је вршен већи број истраживања садржаја тешких метала у различитим биљним врстама, која су указала на потенцијално загађење животне средине и последично, загађење хране овим полутантима. Већина истраживања се међутим, базирала на испитивању садржаја метала у самониклим биљкама у близини загађивача, док истовремено, постоји мало података о количини тешких метала у доступном поврћу и житарицама из слободне индивидуалне производње на загађеном земљишту. Како на испитиваном подручју не постоје сређени и

систематизовани подаци о акумулцији тешких метала у поврћу и ратарским биљним врстама, као ни процена квалитета, здравствене исправности и потенцијалног ризика по здравље локалног становништва конзумацијом ових намирница биљног порекла, значај предложеног истраживања се огледа у прибављању података из мониторинга хемијског састава поврћа и житарица гајених у слободној (баште и њиве) и полуконтролисаној (пластеник и стакленик) производњи.

Процена квалитета и здравствене исправности одабраних биљака фамилије Ариасеае на основу састава и садржаја токсичних супстанци-тешких метала, зависно од начина гајења и порекла, били су предмет истраживања трећег дела ове докторске тезе. Експеримент је конципиран тако да обезбеди резултате неопходне за тумачење утицаја примењених агротехничких мера током гајења поврћа (употреба вештачких ђубрива, пестицида и хербицида) на загађење пољопривредног земљишта тешким металима и последично, на загађење хране.

На основу наведеног, **предмет истраживања** докторске дисертације је:

-Истраживање хемијског, биохемијског састава и храњиве вредности одабраних биљних врста (посебно њихових јестивих делова), у зависности од услова гајења: локалитета и примењене агротехнике, односно загађења земљишта тешким металима;

-Процена нутритивне вредности (квалитета) и здравствене исправности одабраних биљних врста;

-Процена потенцијалног ризика по здравље локалног становништва због конзумације биљне хране различитог степена токсичности у зависности од садржаја тешких метала.

У складу са предметом истраживања, **наслов** докторске дисертације је:

**„Акумулација тешких метала у поврћу и ратарским биљним врстама са загађених локалитета територије Косова и Метохије - процена квалитета, здравствене исправности и потенцијалног ризика по здравље локалног становништва”.**

### **Основна истраживачка питања**

Предложено истраживање конципирано је тако да пружи одговоре на неколико важних питања у циљу добијања што поузданије слике утицаја загађења на квалитет и нутритивна својства намирница биљног порекла, поврћа и житарица (њихових јестивих делова) гајених на територији Косова и Метохије. Специфично, предложена тема је фокусирана на следећа истраживачка питања:

1. Како је тренутно стање квалитета специфичних повртарских и ратарских биљних врста гајених у непосредној близини извора загађења (депонија и складишта

отпадног материјала), посебно због тога што на предложеним истраживачким локалитетима не постоје подаци о процени квалитета, здравствене исправности и потенцијалног ризика по здравље локалног становништва конзумацијом ових намирница биљног порекла. Важно је одговорити на питања у којој мери доминантни полутанти, као што су тешки метали у повећаним концентрацијама (Pb, Cd, Ni и др.) утичу на гајење биљака, њихов принос и квалитет јестивих делова, те колики је у складу са тим, ризик њиховог коришћења у исхрани;

2. У којој мери садржај токсичних супстанци - тешких метала код биљака гајених у полуконтролисаним условима (пластеник) и биљака гајених у слободној (баште и њиве) производњи, зависи од начина гајења, примењене агротехнике, квалитета воде за заливање и удаљености од извора и типа загађења;
3. Да ли се и на (потенцијално) загађеном земљишту уз примену одређене агротехнике, могу узгајати специфичне биљне врсте које према нутритивним карактеристикама и хазардним индексима не представљају опасност по здравље конзументата, или чак имају задовољавајући принос и квалитет;
4. Да ли је јаловина рудника Кишница, потенцијални загађивач извора пијаће воде за град Приштину, односно, у којој мери ерозија земљишта под јаловином због ветра и падавина утиче на разношење и спирање (дренажу) полутаната у површинске и подземне воде које ће се потом користити за заливање;
5. У којој мери су сви локални становници изложени честицама прашине пореклом са пепелишта ТЕ Косово Б и да ли су подземне воде контаминирание услед изливања отпадних вода са копова (пепео, уље).

### ***Циљ истраживања:***

Резултати тезе треба да дају одговор на горе набројана истраживачка питања и на тај начин пруже увид у садашње стање квалитета исхране локалног становништва Косова и Метохије. Статистичка анализа и поређење добијених научних резултата са резултатима сличних истраживања која се интензивно спроводе како у Републици Србији, тако и у страним државама, треба да недвосмислено укажу на степен загађења хране биљног порекла тешким металима, било да је она пореклом из сопствене производње (баште и њиве) или је пак, купљена на локалним пијацама (маркетима). Валидни научни резултати добијени двогодишњим мониторингом, као и из експеримената који су вођени у полуконтролисаним условима пластеника и стакленика, пружиће јасне и недвосмислене одговоре на једноставна питања која су од виталног значаја за све становнике Косова и Метохије:

- Да ли је, и у ком степену, загађено поврће пореклом из башти и са њива у близини јаловишта, депоа пепела, складишта отпада и др. великих загађивача, као што су, пре свега: ТЕ Косово Б и рудник Кишница?
- Која је врста загађења у питању и које су концентрације тешких метала - полутаната (Pb, Cd, Ni), присутне у одабраном поврћу и житарицама најчешће заступљеним у исхрани локалног становништва?
- Какава је корелација између локалитета / врсте загађења и степена акумулације тешких метала у специфичним биљним врстама?
- Који су здравствени ризици конзумирања (потенцијално) загађене хране у дужем временском периоду?

### Матодe истраживања

#### Експериментална шема истраживања:

**Први део** – мониторинг садржаја тешких метала биљака узетих из пољских услова (из слободне индивидуалне производње).

#### **Биљни материјал:**

Прве експерименталне године (2018), за анализе су узете следеће биљне врсте:

Шаргарепа (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang),  
 Парадајз (*Solanum lycopersicum* L.),  
 Паприка (*Capsicum annuum* L.),  
 Крушка (*Pyrus communis* L.),  
 Јабука (*Malus domestica* Borkh.),  
 Кукуруз (*Zea mays* L.).

Наведене биљне врсте су узете са следећих локалитета:

Локалитет 3-Племетина.  
 Локалитет 5-Грачаница  
 Локалитет 6-Липљан

Друге експерименталне године (2022), за анализе су узете следеће биљне врсте:

Шаргарепа (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang),  
 Першун (*Petroselinum crispum* L.),  
 Парадајз (*Solanum lycopersicum* L.),  
 Блитва (*Beta vulgaris* L. ssp. *Vulgaris* var. *cicla*),  
 Цвекла (*Beta vulgaris* L. ssp. *Vulgaris* var. *vulgaris*),  
 Паприка (*Capsicum annuum* L.),  
 Пшеница (*Triticum aestivum* L.),



Кукуруз (*Zea mays* L.).

Наведене биљне врсте су узорковане са следећих локалитета:

Локалитет 3-Племетина

Локалитет 4-Прилужје

Локалитет 5-Грачаница

Локалитет 6-Липљан

Због важности за локално српско становништво, у истраживање су уврштени поред поменутих и следећи локалитети:

Локалитет-Косовска Митровица

Локалитет-Зубин Поток

Локалитет-Лепосавић

Од интереса за истраживање било је испитати степен загађења што ширег подручја територије Косова и Метохије и његов утицај на квалитет и здравствену исправност поврћа и житарица, најзаступљенијих у исхрани локалног становништва.

### **Други део – експерименти постављени у пластенику**

#### **Биљни материјал:**

Прве експерименталне године (2018) у пластенику су гајене следеће биљне врсте:

Ротквица (*Raphanussativus*L.),

Зелена салата (*Lactucasativa*L.),

Раж (*Secale cereale* L.),

Грахорица (*Vicia sativa* L.).

Друге експерименталне године (2022) у пластенику су гајене следеће биљне врсте:

Ротквица (*Raphanussativus*L.),

Зелена салата (*Lactucasativa*L.),

Раж (*Secale cereale* L.),

Грахорица (*Vicia sativa* L.).

Целер (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) DC),

Першун (*Petroselinum crispum* L.),

Шаргарепа (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang).

### *Третмани /Локалитети са којих је узето земљиште за гајење биљака у пластенику*

Земљиште коришћено као подлога за гајење биљака узимано је са локалитета који су одабрани према положају и удаљености од великих извора загађења, односно, депонија (јаловишта и наслага пепела). За хемијске анализе и процену загађења земљишта одабраних локалитета, узорци земљишта су узимани у вертикалном профилу са дубине 20 и 40 cm, ради утврђивања зависности између концентрације тешких метала и удаљености од емитера, као и утврђивања ефекта спирања полутаната у дубље слојеве земљишта.

Локалитет 1: Депонија (јаловиште) рудника Кишница југоисточно од Приштине, у близини манастира Грачаница. Рудник Кишница је део рударско-металуршког и хемијског комплекса „Трепча“ и уз руднике Ајвалија и Ново Брдо припада јединственом систему који обухвата површину од око 100 ha. Јаловина из рудника Кишница је одложена површини од око 40 хектара и представља највише контаминирано подручја читавог комплекса са великим негативним импактом на квалитет животне средине. Јаловина из рудника Кишница која је оптерећена изузетно високим концентрацијама тешких метала, као што су: олово, цинк, арсен, антимон, жива, кадмијум, бизмут, те флотационим реагенсима, као што су цијаниди, сулфати и хидроксидидепонована је у околини бране Грачаничког језера, региона села Бадовца површини од око 5 хектара. Јаловина се нерегуларно шири, није заштићена и представља вишедеценијски еколошки проблем и ризик контаминације ваздуха, земљишта и воде (реке Грачанке и Грачанског језера), те контаминације бунара и извора воде за пиће.

Локалитет 2: Депонија пепела из Термоелектране (ТЕ) Косова Б која се налази у близини села Племетина у општини Обилић, у централном делу покрајине. Депонија покрива површину од око 100 хектара. Пепео на депонијама ТЕ одлаже се дуги низ година као последица сагоревања угља лигнита за производњу електричне енергије из отворених копова рудника у непосредној близини. Интензивна експлоатација лигнита из рудника праћена је емисијом великих количина загађујућих материја, пре свега тешких метала у животну средину: воду, земљу и ваздух. Транспорт пепела из термоелектране Косова А на постојеће депоније врши се преко отворених транспортних трака. Сваке године више од 25 милиона m<sup>3</sup> пепела се одложи на депонију ТЕ Косова А и више од 14 милиона m<sup>3</sup> пепела се одлаже на депонију ТЕ Косова Б. Ове велике количине депонованог пепела представљају сталну опасност због нестабилности депонованог пепела, нарочито када се говори о расејавању честица пепела ветром. Ресуспензија прашине и честица пепела на којима су адсорбовани опасни загађивачи, пре свега атоми и јони тешких метала, те молекули и јони штетних органских супстанци (најчешће уља), представља озбиљан извор загађења земљишта околних њива и башти које се користи у пољопривредне сврхе, за гајење житарица, поврћа и воћа. Преко хемијски оптерећених отпадних водаса копова рудника, као и са оближњих депонија ТЕ Косова А1 и Б1, у којима су присутне значајне количине фенола и полиароматичних угљоводоника, загађујуће материје улазе у

површинске и подземне водотокове, доприносећи свеопштем загађењу животне средине, те представљају озбиљну претњу по живот и здравље локалног становништва.

Локалитет 3: Насеље **Племетина** у Општини Обилић. Атар насеља се налази на територији површине 573 ha. Локалитет за узорковање је одабран пошто се у непосредној близини насеља, на удаљености од око 1 km, налази депонија пепела из Термоелектране (ТЕ) Косова Б. Кроз насеље протиче река Ситница у коју се улива канал за испуштање отпадних вода из саме ТЕ, што представља озбиљан ризик од загађења површинских и подземних-бунарских вода употребљаваних за пиће и заливање њива и башти. Тешки метали и бројни друге хазардне материје на тај начин улазе у ланце исхране и представљају опасност по здравље локалног становништва.

Локалитет 4: **Прилужје** је село збијеног типа у Општини Вучитрн, удаљено 5 km од депоније пепела из ТЕ Косова Б. Површине је 745 ha и лоцирано у равници између река Ситнице и Лаба.

Локалитет 5: **Грачаница** је насеље које се налази 8 km југоисточно од Приштине, на магистралном путу за Гњилане, а лоцирано је у долини реке Грачанке, десној притоци Ситнице испод Грачаничког језера. На левој обали реке, у самом насељу, налази се манастир Грачаница из XIV века, један од најлепших споменика српске средњевековне културе. Село Грачаница је окружено брдима Велетин (врх је на надморској висини 874 m) и Стежевац (796 m), а југозападно сеналази и археолошко налазиште римског и рановизантијског града Улпијана из II века. Изнад насеља Грачаница и изнад манастира, на реци Грачанки, налази се велико јаловиште рудника Кишница и Ново Брдо које је средином осамдесетих година претило да пробије брану и поплави село. Јаловиште је затворено, а насеље Бадовац, које је било непосредно уз њега, пресељено изнад Грачанице на падине брда према селу Сушица.

Локалитет 6: **Липљан** је градско насеље и седиште истоимене општине у централном делу Косова и Метохије, 16 km јужно од Приштине на ушћу Јањевске реке у Ситницу. Удаљен је 17 km од депоније јаловине из рудника Кишница и налази се на главном правцу који повезује Приштину са Скопљем и Призреном.

Приликом узимања узорка, очишћена је површина земље од остатака претходних усева до дубине 1,5-2 cm. Ашовом је засечен слој земљишта по читавој дубини профила и ископана земља на 20 и 40 cm дубине. Узорци земљишта истог локалитета узети су са 5 до 10 места, са истих дубина, помешани, и од њих је потом направљен један узорак, који је стављен у стерилну и хемијски чисту ПВЦ кесу. Исто земљиште је кориштено као подлога за гајење биљака у огледима који су постављени две године у пластенику. Стога је у саксијама са свих поменутих локалитета.

**Пластеник** димензија: 5,0 x 5,0 x 2,30 m, са чеоним проветравањем, дебљином фолије 1,5 mm, постављен је на очишћеном и поравнатом терену у селу Прилужје. Удаљен је био 200 m од сеоског пута и оријентације север-југ.

### **Прва истраживачка година (2018): Експеримент у пластенику**

Биљке ротквице (*Raphanus sativus* L.), зелене салате (*Lactuca sativa* L.), ражи (*Secale cereale* L.) и грахорице (*Vicia sativa* L.) гајене су у полу-контролисаним условима у пластенику у периоду од 04.05. до 04.07.2018. године на земљишним подлогама узетим са пет описаних локалитета (Локалитет 1: Депонија (јаловиште) рудника Кишница; Локалитет 2: Депонија пепела из Термоелектране (ТЕ) Косова Б; Локалитет 3: Племетина; Локалитет 5: Грачаница; Локалитет 6: Липљан). Пре постављања огледа извршена је физичко-хемијска анализа свих земљишних супстрата на којима ће бити гајене биљке (5 локалитета представљало је 5 третмана).

### **Одређивање квалитета земљишта за огледе постављане у пластенику**

-*Активна киселост* (pH у H<sub>2</sub>O) и *супституциона киселост* (pH у KCl): одређене су потенциометријски;

-*Садржај карбоната* у земљишту: одређен је волуметријски помоћу Scheibler-овог калциметра;

-*Садржај укупног азота* (N): одређен је методом по Kjeldahl-у;

-*Лакоприступачни фосфор* (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g земље) је одређен према Al-методи по Egner-Riehm-у, спектрофотометријски;

- *Лакоприступачни калијум* (mg K<sub>2</sub>O/100 g земље) одређен је према Al-методи по Egner-Riehm-у на AAS, Perkin Elmer 1100 B, емисијом у пламену (Пантовић и сар., 1996);

-*Садржај органске материје (хумуса)* у земљишту одређен је волуметријски методом по Тјурин-у;

-*Псеудоукупна количина тешких метала* (Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni) у земљишту: одређена је на AAS, Perkin Elmer 1100 B, из раствора који је добијен екстракцијом земљишта 1M раствором HCl.

Земљиште које је донесено са одређених локалитета, стављено је у хемијски чисте пластичне посуде (саксије). Након сетве, праћена је динамика клијања семена и раста младих биљака у зависности од третмана, односно степена и природе загађења. Заливање

бунарском водом која се користи за наводњавање усева у околним баштама, вршено је по потреби до оптималне замљишне влажности, док је температура унутар пластеника одржавана проветравањем у интервалу дневног варирања карактеристичног за испитиване локалитете.

**Анализе биљног материјала обухватале су мерење следећих параметара:**

#### **Морфолошки**

- проценат клијавости семена;
- висина стабла-на крају истраживачког периода;
- дужина листова-на крају истраживачког периода;
- дужина коренова-на крају истраживачког периода.

#### **Физиолошки/биохемијски /хемијски:**

- рН ћелијског сока;
- Активност ензима каталазе 7-ог, 14-ог, 21-ог и 28-ог дана од клијања одређена је гасометријском методом (према Мошевој, 1982);
- Одређивање садржаја органских киселина 7-ог, 14-ог, 21-ог и 28-ог дана од клијања одређена је титриметријски у присуству индикатора (Плашков, 1985);

На крају вегетационе сезоне, узорци су систематисани, опрани, осушени и самлевени. Направљени матични раствори, из којих су потом одређивани сви испитивани хемијски елементи (Пајевић и сар., 2014).

- Садржај макроелемената, индикатора квалитета и нутритивне вредности фосфора (P) и калијума (K) у сувој биљној супстанци;
- Садржај тешких метала, олова (Pb), кадмијума (Cd) и никла (Ni) у сувој биљној супстанци.

#### **Друга истраживачка година (2022): Експеримент у пластенику**

Други, поновљени оглед постављен је у пластенику под истим условима и са истим третманима контаминираног земљишта, али је експеримент био допуњен са земљиштем Локалитета 4: Прилужје као и још три врсте поврћа из фамилије Ариасеае, које имају изузетан удео у исхрани локалног становништва. Стога је у полу-контролисаним условима пластеника, у периоду од почетка јула до краја октобра на земљишним подлогама узетим са шест описаних (контаминираних) локалитета, укупно гајено седам биљних врста, то су: ротквица (*Raphanus sativus* L.), зелена салата (*Lactuca sativa* L.), раж (*Secale cereale* L.),

грахорица (*Vicia sativa* L.), целер (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) DC), першун (*Petroselinum crispum* L.) и шаргарепа (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang).

Број третмана гајења поврћа је такође проширен, тако да је сваки третман загађеног земљишта подељен на два (под-)третмана: 1. неизмењен супстрат са локалитета (без додатака) и 2. супстрат са локалитета са додатком нутријената (вештачког ђубрива- N, P, K). Наведене измене и допуне у организацији експеримента урађене су са циљем сагледавања што јаснијег, генотипски специфичног метаболичког одговора биљака на коришћење вештачког ђубрива, честе праксе у гајењу поврћа, ради постизања већег приноса. Додатак макронутријената азота (N), фосфора (P) и калијума (K), може имати улогу у детоксикацији супстрата, односно присуство главних биогених елемената у исхрани биљака може у значајној мери смањити усвајање токсичних тешких метала кореном, због познате антагонистичке интеракције и конкуренције на јонским каналима ћелија корена, при чему ће биљке више усвајати корисне јоне макроелемената на рачун полутаната. Оглед је конципиран тако, да се на основу добијених резултата могу извести закључци који би потврдили хипотезу да се и на (потенцијално) загађеном земљишту уз примену одређене агротехнике, могу узгајати специфичне биљне врсте које према нутритивним карактеристикама и хазардним индексима не представљају опасност по здравље конзумента, или чак имају задовољавајући принос и квалитет.

Пре постављања огледа извршена је хемијска анализа свих земљишних супстрата на којима је постављен експеримент за гајење биљака (6 локалитета представљало је 6 третмана), а да би се јасније одредио и утицај испирања (дренаже) полутаната кишом у дубље слојеве, узорци земље су узимани са дубине 20 и 40 cm.

Према томе, свих седам наведених биљних врста, гајено је у 6 третмана (6 локалитета специфичног загађења), од којих је земљиште (супстрат) сваког локалитета постављено у посуде за гајење у два подтретмана: 1. земљиште непромењено у односу на локалитет са ког је узето и 2. земљиште специфичног локалитета коме је додато вештачко ђубриво NPK. Укупан број третмана стога је био 12, а сваки третман је био представљен у три независна понављања.

**Анализе биљног материјала обухватале су мерење следећих параметара:**

**Морфолошки:**

- процент клијавости семена;
- свежа и сува маса биљака- јестивих делова (подземних и надземних биљних органа) на крају истраживачког периода;
- висина стабла- на крају истраживачког периода;
- дужина листова- на крају истраживачког периода;
- дужина коренова- на крају истраживачког периода.

**Физиолошки/ биохемијски/ хемијски:**

- рН ћелијског сока;

-Активност ензима каталазе: на крају истраживачког периода у јестивим органима биљака;

-Садржај органских киселина: на крају истраживачког периода у јестивим органима биљака;

-Садржај макроелемената, индикатора квалитета и нутритивне вредности: фосфора (P) и калијума (K) у сувој биљној супстанци;

-Садржај тешких метала, олова (Pb), кадмијума (Cd) и никла (Ni) у сувој биљној супстанци.

Све анализе рађене су по истој методици и истим протоколима као и прве истраживачке године, а добијени резултати су изражени у истим јединицама.

**Трећи део – експеримент постављен у стакленику (2019): Органска и конвенционална производња поврћа**

Експерименти који су извођени у стакленику Департмана за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, током вегетационе сезоне 2019. године, конципирани су тако, да се гајењем биљака у полуконтролисаним условима на два земљишна третмана, са и без употребе вештачког ђубрива, добију резултати на основу којих ће се извести научно-засновани закључци о односу квалитета поврћа које се користи у исхрани и степена (хемијског) загађења земљишта.

***Биљни материјал:***

Током вегетационе сезоне 2019 године, у стакленику су гајене следеће биљне врсте:

Целер (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) DC),

Першун (*Petroselinum crispum* L.),

Шаргарепа (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang).

Биљке целера, першуна и шаргарепа, гајене су у полу-контролисаним условима у стакленику, методом земљишних култура, у тзв. Мичерлиховим посудама запремине 5L, од почетка маја до краја октобра, односно до краја вегетације и достизања пуне физиолошке зрелости. Земљиште за гајење биљака је узето са огледног поља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад и није третирано хемијским средствима последњих 20

година. Након пуњења посуда, постављена су два третмана, односно две варијанте гајења поврћа:

***Третмани гајења поврћа:***

1. Гајење биљака по принципима **органске производње**, на незагађеном земљишту, без употребе вештачких ђубрива и пестицида;
2. Гајење биљака по принципима **конвенционалне/комерцијалне** производње, уз додатак вештачког ђубрива NPK и употребу пестицида по потреби.

У екперименту су коришћене комерцијално доступне сорте, земљиште оба третмана је заливано водом до нивоа оптималне влажности (60%), температура у стакленику се кретала у распону од 25 до 30°C, док је осветљење било природно и зависило од спољашњих услова

Свака биљна врста је гајена у три независна понављања (три посуде), у оба третмана. Током периода гајења, земљиште је третирано ђубривом NPK (*Elixir Zorka*) за третман конвенционалног гајења, док је за третман органске производње биљака у земљиште додато органско ђубриво, произвођача *Slavol*, а пестициди и хербициди нису кориштени.

Завршетак експеримента је био крајем октобра, на крају вегетационе сезоне, тако да су биљке старе 6 месеци, у пуној физиолошкој зрелости, како се и најчешће користе у исхрани, узимане за анализе.

***Анализе биљног материјала обухватале су мерење следећих параметара:***

- Свежа и сува маса биљака/јестивих делова (подземних и надземних биљних органа) на крају истраживачког периода;
- Просечна свежа материја биљака по посуди / третману;

Након узимања и сушења на собној температури неколико дана, узорци су сушени у сушници на 80°C до константне масе, млевени и потом одложени у стаклене, хемијски чисте посуде.

-Садржај хемијских елемената- припрема сувог и самлевоног биљног материјала за хемијске анализе обухватала је дигестију органске материје тзв. мокрим путем, у концентрованој азотној киселини ( $\text{HNO}_3$ ) температуре 130–140°C, уз додавање водоник пероксида ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) да би се дигестија убрзала и у потпуности извршила, што се региструје када узорци у киветама постану безбојни на собној температури (Jones et al., 1991). Након тога се узорци филтрирају уз помоћ дејонизоване воде у стаклене нормалне судове и допуњавају до запремине 50 mL, чиме су направљени матични раствори из којих ће се одређивати концентрације појединих хемијских елемената;

- Концентрације макроелемената калијума (K) и фосфора (P);



-Концентрације макронутријента магнезијума (Mg), микронутријената: гвожђа(Fe), мангана (Mn), никла (Ni), бабра (Cu), као и полутаната: арсена (As), олова (Pb) и кадмијума (Cd) у јестивим деловима гајених повртарских врста, одређене су методом масене спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом, ICP-MS (енгл. Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry, (Agilent Technologies 7700, према ЕРА методи 6020В (SW-846)).

Сва мерења су обављена у три независна понављања. Концентрације хемијских елемената у испитиваним узорцима изражене су у  $\mu\text{g/g}$  ( $\text{mg/kg}$ ) сувог биљног материјала.

### **Израчунавање показатеља загађења хране/здравствене исправности биљака**

На основу добијених резултата у сва три експеримента и мониторингу, вршиће се и израчунавање показатеља загађења хране:

-**Индекс загађења металима** (MPI, од енгл. „Metal Pollution Index“)- који представља укупну концентрацију (свих одређиваних) метала у биљним органима/јестивим деловима појединачних врста поврћа. Израчунава се преко формуле дефинисане од стране Usero et al. (1997):

$$MPI = (Cf_1 \times Cf_2 \times \dots \times Cf_n)^{1/n},$$

где  $Cf_1, Cf_2, \dots Cf_n$  представљају концентрацију појединачних метала (од 1 до n) у биљном ткиву.

-**Индекс биоконцентрације метала** (MBCI, од енгл. „Metal Bioconcentration Index“)- представља однос концентрације (специфичног) полутанта у биљном ткиву и његове концентрације у земљишту (подлози, супстрату), израчунава се према формули:

$$MBCI = \frac{C_{\text{metala u biljci (ili organima)}}}{C_{\text{metala u zemljištu}}}$$

-**Транслокациони фактор** (Tf)-указује на степен транслокације метала из подземног дела биљке у надземни/листова, израчунава се из односа концентрације метала у надземном делу-листовима ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) и концентрације метала у корену-подземним органима ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), према формули (Ng et al. 2016):

$$Tf = \frac{C_{\text{metala u nadzemnim organima biljke}}}{C_{\text{metala u korenu}}}$$

Израчунавање наведених индикатора степена контаминације биљака је неопходно за прецизно дефинисање корелације између загађења земљишта (услова гајења) и

нутритивне вредности/здравствене исправности биљака гајених на њему. У том смислу је било неопходно израчунати и:

**-Хазардни коефицијент или Коефицијент здравственог ризика** (HQ, од енгл. Hazard Quotient)- који је коришћен за процену нивоа опасности по здравље људи у условима конзумације хране контаминираних тешким металима. HQ је израчунат према формули (US Environmental Protection Agency/ Америчка агенција за заштиту животне средине, 1989):

$$HQ = \frac{D \times C_{metal}}{R_f D \times BO}$$

*D* представља процену дневног уноса поврћа ( $\text{kg dan}^{-1}$ )\*;

*C metal* је концентрација појединачног метала ( $\text{mg kg}^{-1}$ ),

*R<sub>f</sub>D* је референтна количина оралног уноса метала ( $\text{mg kg}^{-1}$  телесне тежине  $\text{dan}^{-1}$ )\*\*

*BO* је просечна телесна тежина ( $\text{kg}$ )\*\*\*

\*Дневни унос поврћа *D*, за популацију испитиване географске регије није прецизно дефинисан, те је због тога у формули коришћен доступан показатељ *D* који се односи на Румунску популацију, због сличности уначину и обичајима исхране (Harmanescu et al., 2011). Вредност *D* за корен шаргарепе, першуна и целера узета за калкулацију је била 0,3, а за листове першуна и целера  $0,1 \text{ kg dan}^{-1}$ - за одрасле особе. Сматрало се да дневни унос за децу износи 2/3 дневног уноса поврћа одрасле особе (Pérez et al., 2014).

\*\**R<sub>f</sub>D* је дефинисан као 0.001 (за Cd), 0.02 (за Ni) и  $\text{mg kg}^{-1}\text{dan}^{-1}$  (за Pb), (Us-EPA 2010, 2013)

\*\*\*Према Максимовић и сар., (2016), просечна телесна тежина одраслих особа (старост  $\geq 20$  година) у Републици Србији је 70, за жене и 84.6  $\text{kg}$  (за мушкарце); за децу, старости између 7 и 14 година, просечна телесна тежина износи 42.4  $\text{kg}$  (резултати Националне анкете о здрављу Републике Србије 2013, 2014).

**-Индекси неканцерогене опасности** (HI, од енгл. Non-cancerogenic Hazard Index) израчунати су на основу већ одређених вредности HQ за појединачне метале (*n*), као њихова сума:

$$HI = \sum_{n=i}^i HQ_i = 1, 2, 3 \dots n$$

$HI < 1$ , указује на минимални здравствени ризик

$HI > 1$ , указују на потенцијални здравствени ризик

$HI > 10$  указује на озбиљан здравствени ризик (Li et al. 2018).

Моделовањем хазардних индекса утврдиће се степен ризика по здравље људи који би потенцијално конзумирали овако узгајано поврће. На тај начин, дефинисаће се следеће корелације: количина полутанта у поврћу – количина полутанта у организму конзумента – здравствени ризик.

### **Научни циљ истраживања и очекивани резултати**

Главни циљ истраживања је да се утврде, испитају и минимизирају ризици који могу довести до акумулације токсичних метала у биљкама намењеним људској исхрани. Из тога произилази да би детаљна студија заснована на резултатима предложеног истраживања дала јасан и научно заснован увид у слику утицаја загађења на квалитет и нутритивна својства намирница биљног порекла, поврћа и житарица (њихових јестивих делова). Јасно и недвосмислено дефинисање зависности између загађења животне средине тешким металима (услова гајења/квалитета земљишта) и квалитета и здравствене исправности намирница биљног порекла, неопходан је услов за креирање стратегије производње „здраве хране“.

Прелиминарни резултати добијени у току истраживања су врло интересантни, јер указују на значајне реакције биљака на загађење. Промене су се детектовале врло рано, још у току клијања семена. Клијавост семена је била различита и зависила је од биљне врсте, од врсте земљишта, као и од удаљености локалитета гајења од емитера специфичних полутаната. Поред разлика у клијавости, регистроване су и промене у активности каталазе и садржају органских киселина код биљака гајених на одређеним третманима. Очекујемо да ће и остале анализе, пре свега акумулација токсичних метала у биљним органима, дати увид у реалну слику утицаја загађења на раст и принос биљака, с обзиром да хемијске анализе земљишта указују на висок степен контаминације. На основу индекса биоконцентрације полутаната одредиће се степен контаминације биљака и дефинисаће се корелација између загађења земљишта (услова гајења) и здравствене исправности (нутритивне вредности) одабраних биљних врста гајених на њему. Моделовањем хазардних индекса утврдиће се степен ризика по здравље људи који су конзументи овако узгајаних биљака. Са практичне стране, научни допринос резултата овог истраживања имаће јасну примену у унапређењу континуираног мониторинга ратарске и повртарске производње у циљу добијања квалитетних производа (поврћа и житарица) са позитивним ефектом на здравље људи.

### **Најважнији литература која ће се користити (до 10 референци)**

1. Asdeo A. and Loonker S.(2011). A comparative analysis of trace metals in vegetables. Res. J.Environ. Toxicol. 5: 125–132.
2. Ernst, W.H.O., Verkeliy, A. and Schat, H. (1992). Metal tolerance in plants. Acta Botanica Neerlandica 41: 229-248.

3. Filipović-Trajković, R., Ilić, S. Z. and Šunić, L. (2012). The potential of different plant species for heavy metals accumulation and distribution. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 10 (1): 959-964.
4. Ilić, Z. and Filipović, R. (2004). Catalase enzyme activities in different tissues on vegetables plants in basin irrigation with waste waters. 3<sup>rd</sup> Balkan Symposium on Vegetables and potatoes. 6-10. Sept. Bursa-Turkey. Book Proceed.30.
5. Mastilović, J.S., Kevrešan, Ž.S., Jani Hajnal, E.P., Novaković, A. R., Radusin, T. I. (2010). Occurrence and risk management of main toxic elements in food production chain. *Food and Feed Research*, 1, 13-22.
6. Nikolić N., Pajević S., Arsenov D., Borišev M., Županski M. (2022). Breaking the myth of healthy food production in rural areas: cases studied in Vojvodina Province (Serbia). *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: 10.1007/s11356-022-22466-2.
7. Nikolić N., Borišev M., Pajević S., Arsenov D., Županski M. (2014). Comparative assessment of mineral elements and heavy metals accumulation in vegetable species. *Food and Feed Research*. 41: 115–123.
8. Pajević S., Mimica-Dikić N., Nemeš I., Županski M., Simić N., Watson M., Arsenov D. (2021). Arsenic content and phenolic compounds in parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) and celery (*Apium graveolens* L.) cultivated in Vojvodina region, Serbia. *Food and Feed Research*, 48 (2), 213-225.
9. Pajević S., Arsenov D., Nikolić N., Borišev M., Orčić D., Županski M., Mimica-Dukić M. (2018). Heavy metal accumulation in vegetable species and health risk assessment in Serbia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190: 459.
10. Trajković R., Bogdanović-Dušanović G., Babović-Đorđević M., Jakšić T. (2005). The content of organic acid in the leaf, stem and root of the vegetable plants originated from Kosovska Mitrovica. *Ecology '05, Ekološka istina/Ecological truth, Bor. Zbornik radova* str. 293-297.

### Предлог ментора за израду докторске дисертације

Комисија је сагласна са предлогом кандидаткиње за именовање два ментора и то: **проф. др Слободанке Пајевић**, редовним професором Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, Департаман за биологију и екологију (физиологија биљака), и **проф. др Татјане Јакшић**, редовним професором Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (екологија, биогеографија и заштита животне средине).

У наставку је наведено по 5 репрезентативних публикација предложених ментора (објављених у последњих 10 година):

**Проф. др Слободанке Пајевић** ( област-физиологија биљака)

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701314942>

1. Nikolić, N., **Pajević, S.**, Arsenov, D., Borišev, M., Župunski, M. (2022). Breaking the myth of healthy food production in rural areas: cases studied in Vojvodina Province (Serbia). *Environmental Science and Pollution Research* 30(2), 4778–4791 (**M22**).
2. Arsenov, D., Župunski, M., **Pajević, S.**, Nemeš, I., Simin, N. Alnuqaydan A.M., Watson M., Aloliqi, A.A., Mimica-Dukić, N. (2021). Roots of *apium graveolens* and *petroselinum crispum*—Insight into phenolic status against toxicity level of trace elements. *Plants*, 10(9), 1785.(**M21**).
3. Arsenov, D., Župunski, M., **Pajević, S.**, Borišev, M., Nikolić, N., Mimica-Dukić, N. (2021). Health assessment of medicinal herbs, celery and parsley related to cadmium soil pollution-potentially toxic elements (PTEs) accumulation, tolerance capacity and antioxidative response. *Environmental Geochemistry and Health*. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00805-x> (**M21**).
4. Milan Borišev, **Slobodanka Pajević**, Nataša Nikolić, Andrej Pilipović, Danijela Arsenov, Milan Župunski (2018). Mine Site Restoration Using Silvicultural Approach. In: *Bio-Geotechnologies for Mine Site rehabilitation*, 1st edition (Prasad MNV, Favas PJC, Maiti SK, eds.). Elsevier, Amsterdam, Netherlands. ISBN: 978-0-12-812986-9. pp. 115-130. DOI 10.1016/B978-0-12-812986-9.00013-0 (**M13**).
5. **Pajevic, S.**, Arsenov D., Nikolic, N., Borisev, M., Orcic, D., Zupunski, M., Mimica-Dukic, N. (2018). Heavy metal accumulation in vegetable species and health risk assessment in Serbia. *Environmental Monitoring and Assessment* 190 (8), 459 (**M22**).

**Проф. др Татјане Јакшић** ( област-екологија, биогеографија и заштита животне средине)

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57196486813>

1. Mihajilov-Krstev, T., Jovanovic, B., Zlatanovic, B., Matejic, J., Vitorovic, J., Cvetkovic, V., Ilic, B., Djordjevic, LJ., Jokovic, N., Miladinovic, D., **Jaksic, T.**, Stankovic, N., Stankov-Jovanovic, V., Bernstein N.(2020). Phytochemistry, Toxicology and Therapeutic Value of *Petasites hybridus* Subsp. *Ochroleucus* (Common Butterbur) from the Balkans. *PLANTS-BASEL*, vol. 9 br. 6, str.10.3390/ plants9060700 (**M21**).
2. Ančić Urošević, P.M., Krmar, D.M., Radnović, .D., Jovanović, P.G., **Jakšić, R.T.**, Vasić, S.P.&Popović, R. A.(2020). „The use of moss as an indicator of rare earth element deposition over large area“, *Ecological Indicators*, Vol. 109, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105828> (**M21**).
3. Gulan, Lj., **Jaksic, T.**, Milenkovic, B., Stajic, J., Vasic, P., Simic, Z., Zlatic, N. (2020). Mosses as bioindicators of radionuclide and metal pollution in northern Kosovo and Metohija

mountain region. JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY, vol. 326 br. 1, str. 315-327. DOI: 10.1007/s10967-020-07358-4 (M23).

4. Djukić, N. N., Vasiljević, B., Milošević, Dj., Valjarević, A. Dj., **Jakšić, T. R.**, Vasić, P., S., Štrbac, S. A. (2020). Water Quality Assessment Based on Benthic Diatoms of the Timok River Basin (Eastern Serbia) Under Multiple Anthropogenic pressures. Comptesrendus de l'Académiebulgare des Sciences, Tome 73, No 12 1696-1702. DOI: 10.7546/CRABS.2020.12.09 (M23).

5. Krmar, M., Radnović, D., Hansman, J., Mesaroš, M., Betsou, Ch., **Jakšić, T.**, Vasić, P. (2018). Spatial distribution of  $^7\text{Be}$  and  $^{137}\text{Cs}$  measured with the use of biomonitors. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. DOI: 10.1007/s10967-018-6121-9 (M22).

### ЗАКЉУЧАК

Увидом у рад кандидата, као и на основу изнетих чињеница, Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације: „**Акумулација тешких метала у поврћу и ратарским биљним врстама са загађених локалитета територије Косова и Метохије - процена квалитета, здравствене исправности и потенцијалног ризика по здравље локалног становништва**” у потпуности оправдана, актуелна и подобна, те стога предлаже Наставном-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини, са привременим седиштем у Косовској Митровици да позитивно оцени подобност кандидата, теме и ментора и тиме омогући кандидату Милици Станковић, да приступи изради докторске дисертације.

У Косовској Митровици, 28. 03. 2023.

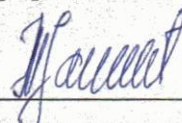
Комисија:



проф. др Слободанка Пајевић, редовни професор - председник комисије  
Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет



проф. др Наташа Николић, редовни професор - члан  
Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет



проф. др Татјана Јакшић, редовни професор - члан  
Универзитет у Приштини, Природно-математички факултет