

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева: 356/3 -7.2.
Датум: 26.12.2012. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата мр ВИОЛЕТЕ МИЦКОВСКИ СТЕФАНОВИЋ.

Кандидат **мр ВИОЛЕТА (Живко) МИЦКОВСКИ СТЕФАНОВИЋ**, пријавила је докторску дисертацију под називом: «УТИЦАЈ СОРТЕ И ЛОКАЛИТЕТА НА ДИНАМИКУ АКУМУЛАЦИЈЕ НЕПОЖЕЉНИХ МЕТАЛА У ВЕГЕТАТИВНИМ ОРГАНИМА ПШЕНИЦЕ»,

из научне области Ратарство и повртарство.

Универзитет је дана 07.12.2011. године, својим актом 02 број 06-8226/22 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: «УТИЦАЈ ГЕНОТИПА И ЛОКАЛИТЕТА НА ДИНАМИКУ АКУМУЛАЦИЈЕ ТЕШКИХ МЕТАЛА У ВЕГЕТАТИВНИМ ОРГАНИМА ПШЕНИЦЕ».

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације мр ВИОЛЕТЕ МИЦКОВСКИ СТЕФАНОВИЋ, образована је на седници одржаној 24.10.2012. године, одлуком Факултета број 356/1-1.6. у саставу:

име и презиме члана комисије, звање, научна област

1. др Ђорђе Гламочлија, редовни професор, Посебно ратарство,
2. др Гордана Шурлан Момировић, редовни професор, Ратарство,
3. др Радован Сабовљевић, ванредни професор, Семенарство,
4. др Србољуб Максимовић, научни саветник, Агрохемија,
5. др Радмила Пивић, виши научни саветник, Агрохемија.

Наставно-научно веће Пољопривредног факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, на седници одржаној 26.12.2012. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милица Петровић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 356/3-7.2.
Датум: 26.12.2012. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 73. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 26.12.2012. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **мр ВИОЛЕТА МИЦКОВСКИ СТЕФАНОВИЋ** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«УТИЦАЈ ГЕНОТИПА И ЛОКАЛИТЕТА НА ДИНАМИКУ АКУМУЛАЦИЈЕ ТЕШКИХ МЕТАЛА У ВЕГЕТАТИВНИМ ОРГАНИМА ПШЕНИЦЕ».**

II Универзитет је дана 07.12.2011. године, актом број 02 број 06-8226/22 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Рад кандидата у часопису међународног значаја:

Popovic,Vera, Snezana Jaksic, Dj. Glamoclija, Vera Djekic, Nada Grahovac and **Violeta Mickovski Stefanovic** (2012): Variability and correlations between soybean yield and quality components, Romanian Agricultural Research, Nardi Fundulea, Romania, No. 29, 131-136. Print ISSN 1222-4227, Online ISSN 2067-5720.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

Доставити: кандидату, ментору проф. др Ђорђу Гламочлији, Институту за ратарство и повртарство, Студентској служби и архиви.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Оцена урађене докторске дисертације **мр Виолете Мицковски Стефановић**

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 356/1 -6. од 24. 10. 2012. године, именована је Комисија у саставу: др Ђорђе Гламочлија, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Гордана Шурлан Момировић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Радован Сабовљевић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Србољуб Максимовић, научни саветник Института за земљиште, Београд и др Радмила Пивић, научни саветник Института за земљиште, Београд за оцену и одбрану урађене докторске дисертације **мр Виолете Ж. Мицковски Стефановић** под насловом: **Утицај генотипа и локалитета на динамику акумулације тешких метала у вегетативним органима пшенице.**

Именована Комисија прегледала је и оценила ову докторску дисертацију и о томе подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација мр Виолете Мицковски Стефановић, написана је на укупно 93 стране куцаног текста. У оквиру ове докторске дисертације приказано је 50 табела, један графикон и осам оригиналних фотографија. Приликом израде ове докторске дисертације проучено је и цитирано 111 литературних извора. Испред основног текста дисертације налази се **Сажетак** дисертације на српском и енглеском језику са кључним речима и **Садржај докторске дисертације.**

Докторска дисертација садржи десет основних поглавља: 1. Увод (стр. 1 - 11), 2. Научни циљ истраживања (стр. 12), 3. Основне хипотезе (стр. 13), 4. Преглед литературе (стр. 14 - 27), 5. Материјал и метод рада (стр. 28 - 31), 6. Метеоролошки услови у току извођења огледа (стр. 33 - 36), 7. Резултати истраживања и дискусија (стр. 37 - 70), 8. Закључак (стр. 71 - 73), 9. Литература (стр. 74 - 88) и 10. Прилози (стр. 89 – 93).

У оквиру поглавља Резултати истраживања и дискусија налазе се два подпоглавља, и то 7. 1. Садржај тешких метала у земљишту и 7. 8. Садржај тешких метала у биљним органима пшенице.

2. Приказ и анализа докторске дисертације

У поглављу **Увод** докторске дисертације кандидаткиња мр Виолета Мицковски Стефановић истакла је велики привредни значај пшенице као ратарског усева, значај минералне исхране биљака у производњи и утицаја великих индустријских постројења на глобално ширење штетних материја на пољопривредне површине.

У циљу што бољег сагледавања аерозагађења на пољопривредна земљишта у уводном делу је наведен велики број истраживања изведених у свету и код нас у којима су праћене промене концентрације тешких метала у земљиштима која се налазе поред индустријских постројења, урбаних средина и путева. Велики број истраживача закључује да повећане концентрације бакра, цинка, олова, хрома, кадмијума и других тешких метала у земљишту утиче на њихово појачано усвајање кореновима биљака. Пшеница, која је била предмет ових проучавања, такође је усвајала тешке метале у већим количинама, али је највише њихових соли било у вегетативним органима биљака.

У поглављу **Циљ и значај истраживања** предложено је неколико циљева. Један од њих био је проучавање корелација између различитих генотипова пшенице и локалитета, односно удаљености огледног поља од индустријске зоне, на динамику усвајања и акумулисања тешких метала у појединим биљним органима. Динамика усвајања тешких метала утврђена је током вегетационог периода пшенице узимањем узорака у фазама бокорења, влатања и класања. Са практичне стране ово је веома значајно јер је динамика усвајања тешких метала утврђена постављањем огледа на поље у конвенционалној ратарској производњи и на поље на коме се у производњи не користе минерална хранива, ни пестициди, тако да је одређен утицај аеросола на усвајање и акумулацију тешких метала у биљним органима.

Научни циљ истраживања у оквиру докторске дисертације био је проучавање корелација између различитих генотипова пшенице и локалитета, односно удаљености огледног поља од индустријске зоне, на динамику усвајања и акумулисања тешких метала у појединим биљним органима јер је она утврђена током вегетационог периода пшенице узимањем узорака у фазама бокорења, влатања и класања биљака.

Упоредним огледима у судовима одређена је толерантност појединих генотипова пшенице на високе концентрације тешких метала.

Ова истраживања имају теоретски и практични значај јер добијени резултати могу дати детаљније информације о целисходности производње пшенице у близини индустријских објеката и колико се правилним одабиром генотипа умањује штетни утицај контаминације ваздуха и земљишта на квалитет добијеног зрна.

Крајњи циљ докторске дисертације је одговор колико интеракција генотип х локалитет х степен контаминације земљишта утичу на степен усвајања и накупљања тешких метала у биљним ткивима.

У поглављу **Основне хипотезе** објашњено је да се очекује идентификовање колико ће усеви пшенице, ближе извору контаминације атмосфере и земљишта у вегетативним органима имати већи садржај тешких метала, односно, колико ће се у биљним ткивима смањивати количине тешких метала удаљавањем од извора загађења агроекосистема. Поред просторне изолације од индустријских објеката, на количину акумулисаних тешких метала утицаће и примењене агротехничке мере (минерална исхрана биљака, и употреба средстава за заштиту). Варирања временских услова (количине и распоред падавина), такође могу повећати или смањити интензитет усвајања и накупљања тешких метала у биљним органима.

Механизам деловања соли тешких метала на биљке у почетним фазама растења биће проучен у контролисаним условима (огледи у судовима).

У **Прегледу литературе** хронолошки су приказани бројни резултати истраживања утицаја свих облика загађења животне средине на растење и развиће ратарских биљака, али је највише радова везаних за пшеницу и друга права жита. Истраживања везана за усвајање тешких метала и њихов распоред у биљним органима, како истиче велики број научника, зависе од бројних чинилаца спољне средине, примењене агротехнике, биљне врсте, генотипа, као и начина коришћења продуктивних органа.

Већина тешких метала у малим количинама представља храну за биљке (микро-елементи), тако да је њихово присуство у земљишту неопходно, али у малим количинама. Уколико се њихова концентрација повећава уношењем са минералним NPK хранивима, пестицидима или аеросолима, они могу бити штетни за развој биљака. На повећање концентрације јона ових метала утиче и реакција земљишног раствора, али и антагонизам са неким, на пример секундарним елементима исхране биљака. Поред тешких метала, које већина аутора дефинише као условно-корисне, постоје и метали које биљке усвајају, али они немају никакав значај за развој биљака, већ могу блокирати рад појединих биокатализатора, на пример фотосинтетску активност хлорофила. Ови тешки метали утичу негативно на укупни развој биљака, а ако се накупљају у већим количинама, продуктивни органи нису подесни за коришћење у исхрани људи и домаћих животиња. Већина аутора као највеће загађиваче пољопривредних усева наводи велике индустријске погоне, градске области, али и веома прометне саобраћајнице истичући да се биљна производња у таквим областима обавља уз значајан ризик јер се добијају производи мањег квалитета и мање здравствене безбедности. Штетни тешки метали олово, кадмијум, хром, антимон, бакар и цинк биљке, како истичу истраживачи, усвајају кореновима из земљишта, али исто тако и из ваздуха, преко листова. Многи истраживачи истичу да је унос тешких метала и до десет пута већи из ваздуха него кореновима, а унесени јони се акумулирају у надземним органима, док се они, унесени кореновима, претежно задржавају у приземним деловима биљака јер су слабо покретни.

Према класификацији коју истичу истраживачи, пшеница припада групи биљака које су толерантније на тешке метале. Тако, према истраживањима спроведеним у зони индустријских објеката и рудника на територији Србије, пшеница је, у поређењу са другим ратарским врстама, усвајала најмање тешких метала. Од усвојених количина, услед мале покретљивости, највише јона било је у кореновима и приземним чланцима стабала, а најмање у зрнима. Према резултатима истраживања утицаја водног режима на усвајање тешких метала олова и живе, научници су у Кини закључили да је њихова концентрација у биљним ткивима била највећа у усевама који су наводњавани. Финални производ пшенице је брашно које садржи променљиве количине тешких метала макроелемената и микорелемената, као и штетних метала. Удео соли ових метала зависи од услова у којима је пшеница гајена, од сорте, али и од начина млевења зрна. Најмање тешких (корисних), али и штетних метала има бело брашно, док такозвано интегрално (од целог зрна) садржи значајно више корисних, али и штетних метала.

Прегледом литературе кандидаткиња је обухватила знатан део досадашњих научних сазнања о специфичности усвајања, транспорта, накупљања, али и утицаја тешких метала на физиолошке процесе у биљкама пшенице. Наведени је радови су јој помогли да постави хипотезу рада, а такође су јој омогућили да примени одговарајуће методе истраживања и упореди сопствене резултате са резултатима проучавања других аутора.

У поглављу **Материјал и метод рада** дала је опис предмета истраживања, а то су четири генотипа пшенице, три домаћа - *Љиљана*, *Победа*, *Ренесанса* и један инострани - *Апач* (*Apache*). За овај генетички материјал определила се јер су то доминантне сорте на подручју јужног Баната, а исто тако и пољопривредних произвођача на локалитетима на којима су обављена ова истраживања.

Истраживања су изведена у периоду 2008/9. и 2009/10. на отвореном пољу на следећим локалитетима:

- Огледно поље у Војловици (200 м-500 м од индустријских погона),
- Огледно поље у Старом Тамишу (5.000 м од индустријских погона),
- Огледно поље ПДС Тамиш, класична агротехника (10.000 м од индустријских погона) и
- Огледно поље ПДС Тамиш, агротехника без примене хемијских средстава (10.000 м од индустријских погона).

У производњи пшенице изведена је савремена агротехника која се примењује у наведеним пољопривредним организацијама и у научној институцији ПДС Тамиш, осим на Огледном пољу (четврта варијанта) где се већ двадесет година не користе хемијска средства у исхрани и заштити биљака.

Пре постављања огледа узимани су узорци земљишта и урађене агрохемијске анализе у лабораторији *Института Тамиш*. Узорковање земљишта обављено на две дубине 0-30 cm и 30-60 cm. Поред хемијских особина узорака земљишта, одређен је и садржај тешких метала (цинк, олово, хром, бакар и кадмијум), и то после разарања концентрованом азотном киселином и водоник-пероксидом (метод по *Krishnamurty et al.*, 1976). Узорци земљишта су осушени на ваздуху и уситњени до честица мањих од 2 mm. Затим је одмерено 2 g узорака и преливено са 20 ml 60% HNO₃. Вршено је благо кључање у трајању од 2 часа. После хлађења, додато је 3 ml 30% HNO₃ а потом вршено кључање од 15 минута. Поступак са пероксидом је поновљен. После хлађења узорци су квантитативно пренети у нормалне судове од 100 ml. Судови су допуњени до коначне запремине дестилованом водом. После филтрирања раствора кроз квантитативни филтер папир читавање је вршено на атомском апсорпционом спектрофотометријом (апарат Varian Spectr AA 220 FS), у пламену ацетилен/ваздух.

Упоредо са пољским огледима постављени су 2009. године и огледи у судовима у стакленику Пољопривредног факултета у Земуну где су биљке гајене у контролисаним условима топлоте и влажности. Вегетациони оглед је постављен у три понављања, са укупно 36 судова у које су посејане две сорте пшенице *Победа* и *Љиљана*. Пре сетве судови су напуњени са по 2 kg сувог екстракта *Novobalt* који је накнадно контаминиран мешом хемијских једињења тешких метала, и то: цинка - Zn(CH₃COO)₂ · 2H₂O, олова - C₄H₆O₄Pb · 3H₂O, хрома - CrO₃, бакра - CuSO₄ и кадмијума - Cd(NO₃)₂ · 4H₂O. Примењене су следеће концентрације раствора: 0 ppm (контрола), 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm и 1000 ppm.

Анализа добијених података урађена је статистичким пакетом STATISTICA 8 for Windows и SPSS Statistics 17.0.

Добијени резултати истраживања приказани су текстуално, табеларно графиконима и документовани оригиналним фотографијама.

Поглавље **Метеоролошки услови у току извођења огледа** текстуално и табеларно приказује годишње и месечне количине падавина, као и годишње и средње месечне температуре ваздуха за подручје Панчева. Временски услови су анализирани по месецима вегетационог периода, поређени по годинама и са вишегодишњим просеком за ово подручје. Метеоролошки подаци добијени су из Метеоролошке станице Панчево.

У поглављу **Земљишни услови** табеларно су приказане агрохемијске особине узорака земљишта узете са експерименталних поља пре постављања огледа. Због близине локалитета и сличне агротехнике која се већ дуги низ година примењује, ова земљишта припадају типу карбонатног чернозема који је неутралне, до благо алкалне реакције и добро обезбеђен главним елементима исхране (NPK).

Поглавље **Резултати истраживања** кандидаткиња је поделила на три подпоглавља ради боље прегледности.

У првом поглављу обрађени су резултати анализа садржаја тешких метала у земљиштима на којима су извођени огледи. На узорцима земљишта, узетих са две дубине – 0-30 cm и 30-60 cm са локалитета на којима су извођени огледи одређене су концентрације бакра, олова, хрома, кадмијума и цинка. Ове вредности, изражене у mg/kg земље, по локалитетима биле су следеће:

Петрохемија – Cu 22,2, Pb 7,3, Cr 20,5, Cd 0,3 и Zn 29,0;
Азотара - Cu 3,2, Pb 5,8, Cr 14,5, Cd 0,1 и Zn 28,0;
Стари Тамиш - Cu 38,5, Pb 10,2, Cr 17,4, Cd 0,1 и Zn 47,0;
Огледно поље - Cu 17,2, Pb 35,0, Cr 16,0, Cd 0,1 и Zn 57,3 и
Војловица - Cu 21,7, Pb 7,8, Cr 14,8, Cd 0,1 и Zn 81,8.

Утврђене вредности поређене су по локалитетима, где су констатована статистички значајна варирања. Поредили ове вредности, са максимално дозвољеним количинама према Службеном гласнику РС (број 23/1994) Виолета Мицковски Стефановић је констатовала да ниједан од испитиваних тешких метала у земљиштима огледних парцела није био преко максимално дозвољених количина.

Друго подпоглавље обухвата анализу и дискусију резултата садржаја тешких метала у биљним органима четири сорте пшенице по локалитетима и годинама истраживања. Кандидаткиња је сукцесивно, по фенофазама, узимала узорке биљног материјала са огледних поља и у лабораторији одређивала садржај тешких метала олова, хрома, бакра, никла и цинка у кореновима и стаблима пшенице. У фази класања, односно у периоду кад биљке из земљишта износе највеће количине минералних соли, садржај тешких метала варирао је по сортама.

Најмања концентрација **цинка** била је у кореновима сорте *Арпач*, $3,73 \text{ mg kg}^{-1}$, а највећа у сорте *Љиљана* $4,67 \text{ mg kg}^{-1}$. Варирања по сортама била су значајна. Анализа динамике накупљања цинка по локалитетима такођ, је испољила значајна варирања. На огледном пољу (контрола) биљке су, у целини, имале мање $3,49 \text{ mg kg}^{-1}$ цинка у кореновима, док су на локалитету *Стари Тамиш* имале за 35% више и ова разлика била је значајна.

Највећа варирања између сорти обухваћених истраживањима, био је у количини усвојеног **олова** што показују и резултати анализе концентрације овог елемента у кореновима. Најмања концентрација олова била је у кореновима сорте *Победа*, $0,25 \text{ mg kg}^{-1}$, а највећа у сорте *Љиљана* $1,21 \text{ mg kg}^{-1}$. Повећање концентрације олова за скоро пет пута било је статистички врло значајно, као и варирања између осталих сорти. Варирања у концентрацији олова у кореновима пшенице нису била значајна иако су биљке најмање овог елемента имале на контролном пољу.

Просечан садржај **хрома** у кореновима пшенице у фази класања био је најмањи у сорте *Љиљана* ($0,04 \text{ mg kg}^{-1}$), а највећи у сорте *Победа* ($0,28 \text{ mg kg}^{-1}$), али ова варирања нису била значајна. Међутим, значајна варирања била су по локалитетима. На контролном пољу у кореновима пшенице било је $0,22 \text{ mg kg}^{-1}$, што је значајно мање него на осталим огледним парцелама.

Бакар су сорте различито усвајале тако да су и количине соли овог тешког метала варирали, од $1,07 \text{ mg kg}^{-1}$ (*Љиљана*), до $4,08 \text{ mg kg}^{-1}$ (*Ренесанса*). Варирања по сортама била су значајна, као и по локалитетима. Највише бакра било је у кореновима пшенице гајене на огледном пољу *Војловица* ($4,15 \text{ mg kg}^{-1}$).

Сорте су различито реаговале и на усвајање и акумулацију **кадмијума** у кореновима. Најмање овог елемента било је у сорти *Победа* и *Љиљана*, значајно више у сорти *Арпач* и *Ренесанса*. Варирања по локалитетима нису била значајна.

Анализа садржаја тешких метала у стаблима показала је да су све сорте, без обзира на локалитет, усвојене тешке метале акумулисале у подземним органима.

У фази сазревања биљака садржај тешких метала у кореновима се незнатно повећао, што је последица премештања њихових јона из надземних у подземне органе. У стаблима у фази пуне зрелости, односно у слами пшенице садржај тешких метала био је испод дозвољених количина, што указује да је овај секундарни производ подесан за даље коришћење, било као сировина за справљање компоста за печурке, или као простирка за домаће животиње.

Добијене резултате истраживања са пољских огледа докторанткиња је обрадила анализом варијансе и вишеструке корелације и приказала табеларно по локалитетима, сортама, биљним органима и фенофазама. Из података, који су обрађени по годинама и у двогодишњем просеку, евидентна су варирања садржаја тешких метала у зависности од биљног органа, сорте, локалитета, као и временских услова током вегетационог периода пшенице.

У трећем подпоглављу обрађени су резултати огледа у судовима где су анализирани утицај тешких метала на растење пшенице и њихово накупљање у кореновима и стаблима две сорте, и то *Победа* и *Љиљана*. Утицај различитих концентрација соли тешких метала праћен је варирањем морфолошких особина биљака тако што су фази бокорења узимани узорци биљног материјала из сваке варијанте огледа. Том приликом мерени су висина биљака од нивоа земљишта до врха највише лиске, број листова по биљци и лисна површина. У обе сорте највећа стабла била су у контроли, 50,0 cm (*Љиљана*), односно 42,6 cm (*Победа*). Са повећањем концентрације тешких метала у земљишном супстрату смањивала се висина стабла која је у шестој варијанти (концентрација 1000 ppm) у обе сорте била 15,7 cm. Варирања броја листова по биљци била су изражена по варијантама, али није забележена закономерност везана за повећање концентрације тешких метала. У обе сорте највише листова на стаблима било у варијанти са концентрацијом тешких метала 50 ppm, а најмање у концентрацији 500 ppm.

Статистичком анализом установљена су значајна варирања у просечној висини стабла, као и значајан негативна утицај повећаних концентрација соли тешких метала на растење пшенице. На повећане концентрације соли у земљишном раствору сорте су раличито реаговале. Тако је сорта *Победа* имала највише листова у варијанти са највећом концентрацијом соли тешких метала, а *Љиљана* у контроли. И поред малих варирања у броју листова по варијантама огледа, она су била врло значајна у лисној површини која је у обе сорте врло значајно опадала са повећањем концентрације соли тешких метала. Испитујући усвајање тешких метала кореновима пшенице у контролисаним условима кандидатиња је доказала да ова биљна врста износи значајне количине јона цинка, бакра и кадмијума, а мање хрома и олова. Усвојени јони се у генеративним фазама акумулирају у стаблима, док 30-45% остаје у кореновима пшенице. Међутим, сазревањем биљака наступа процес премештања ових јона из надземних у подземне органе. Сорте су се разликовале по интензитету усвајања јона, тако да је *Победа*, у целини значајно више усвајала олова, кадмијума и бакра.

Сумирајући резултате до којих је дошла кандидаткиња мр Виолета Мицковски Стефановић је у кратким цртама изнела најважније чињенице до којих је проучавајући утицај локалитета и генотипа на акумулацију тешких метала у биљним органима пшенице. Добијени резултати указују колико велики индустријски погони могу утицати на повећану концентрацију соли тешких метала, како у ваздуху, тако и у земљишту. Ова истраживања указала су на штетан утицај повећаних концентрација соли тешких метала у земљишту који се одразио на почетни пораст биљака (огледи у судовима), али и на укупан развој биљака на отвореном пољу. После дуготрајног загађења земљишта штетним гасовима највеће концентрације соли тешких (корисних и штетних) метала се накупљају у дубљем слоју – до 60 cm. На усвајање соли тешких метала утичу и временски услови. У години са већом количином падавина у биљним органима пшенице било је више јона тешких метала, али је њихова акумулација највећа у доњим интерно-дијама стабала и кореновима. Поред индустријских погона и великих саобраћајница, на повећање концентрације соли тешких метала значајно утичу и агротехничке мере (минерална хранива и пестициди). Да би се предузеле мере смањења концентрације тешких метала у земљишту, а преко њега и у биљкама, неопходно је тачно утврдити извор загађења и према томе предузети мере заштите пољопривредних земљишта усаглашене са захтевима националне регулативе. Стога је веома значајна перманентна анализа пољо-привредних

површина, посебно поред већих индустријских погона, рудника, насеља и саобраћајница, предузимање мера за њено ублажавање, између осталог и правилним избором биљних врста и генотипова који су толерантнији на повећане концентрације тешких метала у ваздуху и земљишту. На крају, кандидаткиња закључује да, и поред повећаних концентрација јона појединих тешких метала, земљишта у околини Панчева, као значајног индустријског центра, нису угрожена јер су ове вредности далеко испод максимално дозвољених граница које су прописане Службеним гласником РС.

У поглављу **Закључак** истакнуте су најважније чињенице које указују на могућност гајења пшенице поред великих индустријских постројења и како разни видови загађења утичу на ову производњу. Најважнији закључци ове дисертације су:

- Укупни садржаји бакра, олова, хрома, кадмијума и цинка у земљишту на огледним пољима били су испод максимално дозвољених вредности за пољопривредна земљишта. Највећи садржај тешких метала био је у земљишту узоркованом из круга фабрике Петрохемија и Азотара, посебно са дубине 30-60 cm.
- Анализа пољопривредних земљишта показала је да се највећи садржај тешких метала у укупном просеку, налази у огледној парцели Старог Тамиша, а затим Војловице. Најмање тешких метала било је у земљишту са Огледног поља (парцела без употребе хемијских препарата). Добијени резултати указују да је на садржај тешких метала више утицала интензивна агротехника (употреба хемијских средстава) него близина индустријских постројења.
- У фази класања у кореновима сорти *Љиљана* и *Победа* било је највише цинка и олова. Бакар и кадмијум су највише акумулирали у кореновима сорти *Ренесанса* и *Араш*, а хром код сорте *Љиљана*.
- У стаблу је у фази класања највећа концентрација цинка, олова и бакра била код сорте *Апацх*, затим код сорте *Љиљана*. Хром и кадмијум највише је акумулисала сорта *Ренесанса*, а на другом месту је био *Араш*.
- У пуној зрелости значајно већи садржај хрома и кадмијума био је у кореновима сорте *Ренесанса*, незнатно мањи у сорте *Араш*. Ова разлика је значајно већа у односу на остале сорте.
- Концентрација тешких метала олова, хрома и бакра била је, такође највећа код сорти *Ренесанса* и *Араш*, али разлика у односу на остале била је значајна.
- Вишегодишња примена минералних хранива и хемијске заштите усева одразила се на дистрибуцију тешких метала по дубини земљишног профила. Огледна поља на којима је вршена пуна минерална исхрана имала су повећан садржај тешких метала на дубинама 30-60 cm. Статистички значајно је већи садржај бакра и цинка, док је концентрација хрома и олова била иста као и у земљишту са Огледног поља без примене хемијских препарата.
-
- Веће концентрације тешких метала значајно су умањиле пораст биљака у судовима код обе сорте, као и лисну површину. С друге стране, број листова није се статистички значајно смањило.
- Накупљање тешких метала код обе сорте пшенице било је значајно веће у стаблима пшенице у односу на коренове.
- Поред емисије штетних гасова у атмосферу из различитих индустријских постројења и вишегодишња примена средстава за заштиту биљака, као и минералних хранива, која садрже јоне кадмијума, може утицати на повећање његове концентрације у вегетативним органима.
- На основу резултата истраживања усвајања тешких метала у различитим сортама пшенице, може се препоручити гајење сорте *Победа* с обзиром да је код ње утврђено значајно мање усвајање свих испитиваних тешких метала.

- Истраживањем је утврђено да је потпуно безбедан локалитет за гајење пшенице онај који се налази на удаљености од 10 км од индустријске зоне, а то је Огледно поље Института Тамиш.
- На Огледном пољу Института Тамиш, пољопривредна површина на којој се не примењују агрохемијска средства била је значајно подеснија за гајење пшенице од површине у конвенционалној производњи. То указује да тешки метали у земљиште допсевају из индустријских постројења, затим од превозних средстава, али и прекомерно применом минералних хранива и средстава за заштиту биљака.
- Да би се предузеле мере смањења концентрације тешких метала у земљишту, а преко њега и у биљкама, неопходно је тачно утврдити извор загађења и према томе предузети мере заштите пољопривредних земљишта усаглашене са захтевима националне регулативе.

Поглавље **Литература**” садржи 111 ауторских референци које су коришћене приликом писања докторске дисертације. Све референце су наведене у основном тексту рада и сложене су по абecedном реду и написане правилно, у складу са прихваћеним стандардима за навођење литературе.

3. Закључак и предлог

Докторска дисертација мр Виолете Мицковски Стефановић под насловом: **Утицај генотипа и локалитета на динамику акумулације тешких метала у вегетативним органима пшенице** представља оригиналан научни рад из области агрономских наука. Истраживања у овој докторској дисертацији обављена су у потпуности према плану и програму рада предвиђеним у Пријави дисертације кандидаткиње.

Мр Виолета Мицковски Стефановић бавила се истраживањима у ширем смислу из области Пољопривреде, а у ужем смислу из области Екологије и агротехнике пшенице у специфичним условима гајења, поред великих индустријских центара. Анализирала је садржај тешких метала у земљишту пре сетве пшенице и током вегетационог периода како би установила динамику акумулације јона тешких метала из аеросола, али и употребом минералних хранива и пестицида. Утицај повећаних концентрација соли олова, цинка, бакра, кадмијума и хрома пратила је постављајући огледе на различитим удаљеностима од потенцијалних загађивача, али и у контролисаним условима, огледима у судовима где су примењене различите концентрације соли ових метала.

Кандидаткиња је поставила упоредне пољске огледе и огледе у судовима током којих је пратила растење пшенице и, по фенофазама, узимала узорке биљног материјала да би, на основу концентрације соли у биљним органима одредила динамику акумулације. Поређењем морфолошких особина биљака из контроле са варијантама са повећаним концентрацијама соли тешких метала одредила је њихов утицај на растење биљака. На тај начин одредила је вредности праћених особина, њихову значајност и међузависност.

Закључила је да сорте у променљивим временским условима различито реагују на повећане концентрације соли тешких метала. У влажнијим условима оне усвајају веће количине, док је у сушним периодима њихова концентрација у биљним органима била значајно мања.

Резултати добијени у овој дисертацији имају, осим теоријског, и практичан значај у одређивању сортимента пшенице у специфичним условима производње, односно поред великих потенцијалних загађивача пољопривредних површина. На основу добијених резултата могуће је унапредити производњу пшенице и научно тумачити ефекат генотипа, агротехнике и њихове интеракције. Будући да су пољопривредне површине све више изложене штетном утицају аеросола, повећање производње ратарских биљака, па и пшенице, могуће је избором толерантнијих генотипова, тако да би рад на оплемењивању у будуће требало усмерити и у овом правцу.

Добијени резултати приказани су прегледно, уз бројне табеле и исправно су тумачени и анализирани јасним језиком и поређени са резултатима истраживања других аутора. Посебно треба истаћи да резултати, до којих је кандидаткиња дошла у својим истраживањима, представљају оригинална решења и драгоцено искуство како треба гајити пшеницу, у специфичним агроколошким условима.

Узимајући у обзир све наведено, чланови Комисије позитивно оцењује докторску дисертацију мр Виолете Мицковски Стефановић, под насловом: **Утицај генотипа и локалитета на динамику акумулације тешких метала у вегетативним органима пшенице**. Стога предлажу Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да ову оцену усвоји, како би се пружила могућност кандидаткињи да приступи јавној одбрани ове докторске дисертације.

У Београду, 05.11.2012. године

Чланови Комисије:

Др Ђорђе Гламочлија, редовни професор
Пољопривредни факултет Универзитета у Београду

Гордана Шурлан Момировић, редовни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у Београду

Др Радован Сабовљевић, ванредни професор
Пољопривредни факултет, Земун

Др Србољуб Максимовић, научни саветник
Институт за земљиште, Београд

Др Радмила Пивић, научни саветник
Институт за земљиште, Београд

Рад са SCI листе кандидата **Виолете Мицковски Стефановић**

Popovic,Vera, Snezana Jaksic, Dj. Glamoclija, Vera Djekic, Nada Grahovac and **Violeta Mickovski Stefanovic** (2012): Variability and correlations between soybean yield and quality components, Romanian Agricultural Research, Nardi Fundulea, Romania, No. 29, 131-136. Print ISSN 1222-4227, Online ISSN 2067-5720.