

**НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 05. 04. 2017.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације Николе Грујића, дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 461/6-4/5 од 29.03.2017. године именовани смо у Комисију за оцену докторске дисертације под насловом „**Популациона динамика и одрживи модалитети сузбијања *Globodera rostochiensis* (Woll.) и *G. pallida* (Stone) (Nematoda: Heteroderinae) у условима западне Србије**”, кандидата Николе Грујића, дипл. инж. На основу детаљне анализе ове докторске дисертације, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Николе Грујића, дипл. инж., написана је на 204 стране текста и укључује 23 табеле и 63 слике. Испред основног текста написан је сажетак са кључним речима на српском и енглеском језику. Докторска дисертација садржи 7 основних поглавља, и то: Увод (стр. 1-5), Преглед литературе (стр. 6-41), Научни циљеви истраживања (стр. 42), Полазне хипотезе (стр. 43), Материјал и методе (стр. 44-70), Резултати (стр. 71-140), Дискусија (стр. 141-168), Закључци (стр. 169-171) и Литература (стр. 172-197). На крају текста дисертације налазе се Прилози (стр. 198-199), Биографија (стр. 200), Изјава о ауторству (стр. 201), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације (стр. 202) и Изјава о коришћењу (стр. 203-204). Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе, Резултати и Дискусија садрже више потпоглавља.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У уводном поглављу дисертације кандидат указује на економски и карантински значај две врсте кромпирових цистоликих нематода (КЦН), *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975, - жута КЦН и *Globodera pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975 – бела КЦН, као штеточина у производњи кромпира. Због бројних сличности КЦН се сматрају сестринским врстама. Посебно су важне разлике између врста и њихових патотипова у вирулентности, пре свега према сортименту кромпира а и других домаћина. То због одсуства адекватне отпорности у сортименту кромпира врсту *G. pallida* чини тежом за сузбијање. Даље се указује да се контроли КЦН мора приступити интегралном комбинацијом мера. Посебно су значајне административне карантинске мере за спречавање уношења и разношења. На већ зараженим површинама основне мере сузбијања су тзв. пасивне мере, напуштање ратарске производње на инфестираним површинама за дуже време, као и активне мере сузбијања отпорним биљкама клопкама (отпорне сорте кромпира и друге отпорне биљке), које својим коренским лучевинама убрзавају изумирање КЦН. Кандидат даље истиче да је за успешност сузбијања КЦН, неопходно познавање популационе динамике у специфичним локалним и регионалним условима. Код нас је западна

Србија најзначајнији регион производње кромпира уопште, а посебно семенског. Није зато случајно што су КЦН доспеле из Европе управо у нека подручја западне Србије. Стога испитивање популационе динамике на овој територији чини основу фундаменталног дела дисертације. Наводи се потреба за испитивањем отпорности сортимента кромпира који је на нашем тржишту, али и других дивљих и гајених биљака. Посебно је важан стимулативни утицај ових биљака на пиљење ларви КЦН из циста, али тако да нематодe потом не могу да заврше свој животни циклус. Као крајњи примењени циљ рада кандидат истиче испитивање мера пасивног и активног сузбијања, и њихово комбиновање, као и предлог модалитета успешног одрживог сузбијања КЦН на инфестираним локалитетима у западној Србији.

Преглед литературе. Ово поглавље садржи шест потпоглавља са прегледом литературних извора везаних за предмет проучавања ове докторске дисертације.

У првом потпоглављу: „Таксономија кромпирових цистоликних нематода“ приказани су радови везани за таксономско место КЦН и сродне врсте рода *Globodera*. У другом потпоглављу: „Детекција и идентификација врста КЦН“ анализира се литература значајна за детекцију и идентификацију врсте КЦН, као услова за избор оптималних мера сузбијања. На то се надовезује комплексност процене густине популације на инфестираним површинама, условљена просторним распоредом, врло различитом виталношћу и могућим мешаним присуством обе врсте КЦН. Приказани су важнији методски приступи: морфолошки, молекуларни, биотестови итд. У трећем потпоглављу: „Биоекологија КЦН“ приказани су радови са акцентом на пиљењу дормантних инвазионих ларви КЦН и механизмима за преживљавање неповољних услова. У вези са тим су основне разлике између врста у температурним потребама и у популационој динамици у различитим режимима активног и пасивног сузбијања. Посебан сегмент су радови који се баве вирулентношћу и патотиповима КЦН, као и изворима отпорности и њиховом увођењу у сортимент кромпира. У оквиру четвртог потпоглавља: „Механизми штетности и економски значај“ анализирана је релевантна литература о механизму оштећивања кромпира, као и економском значају и штетама које КЦН изазивају у производњи. У оквиру петог потпоглавља: „Ширење и распрострањеност КЦН“ приказани су радови о начинима ширења КЦН и њиховој распрострањености у свету и у Србији. У последњем потпоглављу литературног прегледа: „Интегрална заштита кромпира од кромпирових цистоликних нематода“ подробно су анализирани радови о методама интегралне заштите кромпира од КЦН. Везано за спречавање појаве и ширења подробно је приказана европска и домаћа карантинска и фитосанитарна регулатива, превасходно у области контроле промета и производње семенског кромпира. У оквиру мера сузбијања КЦН дат је преглед свих важнијих опција интегралне заштите. Код пасивног сузбијања КЦН наводе се литературни подаци о различитим нивоима смањења густина популација КЦН у различитим земљама и климатима у условима без биљака домаћина КЦН. У оквиру мера активног сузбијања КЦН анализирани су хемијске мере, биофумигација, биолошка контрола КЦН микроорганизмима, а посебна пажња посвећена је биљкама клопкама као основном и најзначајнијем методу активног сузбијања у интегралном приступу контроле КЦН. Наводе се литературни подаци и о другим гајеним и дивљим биљкама које су, или би могле да буду, коришћене као биљке клопке за КЦН. Констатује се недовољна истраженост ове тематике у Србији.

Научни циљеви истраживања и полазне хипотезе. Истакнута су два основна истраживачка циља, садржана већ и у наслову дисертације. Први је фундаменталног карактера, и односи се на проучавање популационе динамике КЦН у еколошким и производним условима западне Србије. Други циљ је примењеног карактера, да се

пронађу оптимални одрживи модалитети сузбијања КЦН у нашим условима. Полазне хипотезе су да у западној Србији и са стране природних услова и праксе у производњи кромпира постоје бројне специфичности тј. разлике у односу на друге земље.

Материјал и методе. Ово поглавље се састоји од девет потпоглавља. У првом: „Експериментални локалитети и популације КЦН“ представљена су два експериментална локалитета: Поникве код Ужица са жутом КЦН и Ограђеник на планини Јавор са белом КЦН. Описане су главне климатолошке особине локалитета и историјат гајења кромпира на њима. У другом потпоглављу: „Опште методе испитивања КЦН“ наведене су основне уобичајене нематолошке методе узорковања земљишта и издвајања циста и слободноживећих стадијума из земљишта. Посебна пажња посвећена је опису побољшане методе индивидуалне дисекције циста, као методолошког унапређења утврђивања виталности популација КЦН. У трећем потпоглављу: „Идентификација врста и патотипова експерименталних популација“ наведена су досадашња знања о идентитету експерименталних популација и описане су методе утврђивања врста и патотипова КЦН. У четвртном потпоглављу: „Испитивање популационе динамике“ описано је двогодишње и трогодишње огледно праћење динамике густине популације КЦН, месечном или двонедељном динамиком, у приближно пољским условима. За сваку од две врсте КЦН, на свом локалитету, динамика популације је праћена у три огледне варијанте: у присуству осетљиве сорте кромпира, у присуству отпорне сорте кромпира и у одсуству биљака домаћина. У петом потпоглављу: „Испитивање интеракције КЦН и одабраних врста биљака“ приказани су огледи за испитивање интеракција одабраних биљака и КЦН. Ову целину чине методолошки описи више вишемесечних *in vitro* огледа за испитивање пиљења ларви из циста КЦН, са недељним читавањем резултата а са циљем утврђивања стимулативног дејства потенцијалних биљака клопки за КЦН (сорте кромпира, парадајза и плавог патлицана, осам популација *Solanum nigrum*, *Physalis alkekengi* и *Tagetes patula*; испитивања утицаја *Tagetes patula* у микроплот огледу и биотестови утврђивања отпорности одабраних биљака. У следећа три потпоглавља описани су огледи на одабраним локалитетима који чине целину примењених истраживања. У шестом потпоглављу: „Праћење вишегодишње динамике популације методом трансекта у контролним пунтовима“ описана је методологија мониторинга смањења густине популација обе врсте КЦН линијским трансектом у контролним пунтовима током вишегодишњег периода на инфестираним пољима под пасивним режимом сузбијања КЦН парложењем. У седмом потпоглављу: „Микроплот оглед оптимизације склопа отпорног кромпира сорте *agria* као биљака клопки за сузбијање *G. rostochiensis*, патотип Ro1“ описан је микроплот оглед за утврђивање оптималне густине садње отпорне сорте кромпира *agria* за активно сузбијање жуте КЦН. У осмом потпоглављу: „Пољски оглед сузбијања *Globodera rostochiensis*, патотип Ro1“ приказани су огледи сузбијања жуте КЦН гајењем кромпира отпорне сорте *agria* у производним условима у две године на две парцеле површине 0,5 ha на Пониквама. На трећој, суседној парцели је праћено смањење густине популације у пасивном режиму сузбијања парложењем током девет година. У последњем потпоглављу наведене су статистичке анализе које су коришћене за сваки део истраживања.

Резултати. Резултати рада написани су у оквиру пет потпоглавља. У првом: „Одређивање врста и патотипова КЦН“, молекуларном методом ланчане реакције полимеразе са прајмерима специфичним за врсте КЦН потврђен је специјски идентитет експерименталних популација. Проверени су и потврђени патотипови експерименталних популација. Популације КЦН са Поникава припадају патотипу Ro1 жуте, а популација КЦН са локалитета Ограђеник припада патотипу Pa2/3 беле. У

другом потпоглављу: „Побољшана метода процене виталности циста дисекцијом“ описана ја оригинална метода процене виталности индивидуалном дисекцијом циста, која у односу на постојеће даје значајно детаљније информације са аутоматском обрадом података. У трећем потпоглављу: „Популациона динамика КЦН у условима западне Србије“ утврђене су промене густине циста, ларви у цистама и мужјака у земљишту на месечном нивоу, као и промене виталности циста на двомесечном нивоу за обе врсте КЦН током две године. За жуту КЦН на локалитету Поникве, густина ларви у цистама и мужјака у земљишту праћена је на двонедељном нивоу и у трећој години истраживања. Минималне температуре потребне за активацију и пиљење ларви из циста биле су 5,2 °C за *G. pallida* и између 5,5 °C и 8 °C за *G. rostochiensis*. Те температуре се јављају већ у априлу, значајно пре уобичајених термина садње кромпира на оба испитивана локалитета. Обе врсте КЦН у западној Србији имају два таласа пиљења ларви из циста, који се поклапају са кишним периодима крајем пролећа и крајем лета. Имају једну генерацију годишње која завршава развој до нових циста за два до три месеца. У приближно пољским огледним условима популације КЦН се годишње увећавају до осам пута на осетљивој сорти кромпира *désirée*. Годишње смањење густине популације *G. rostochiensis* под утицајем биљака клопки сорте *agria* износило је 80-84% а популације *G. pallida* под сортом *innovator* 90-92%. Кумулативан пад густине популације обе врсте КЦН после две године узастопног гајења отпорних сорти кромпира износио је 97%. Смањење виталности популације КЦН у симулацији парлога, тј. без биљака домаћина, било је слично код обе врсте: интензивније у првој години после осетљивог усева, када је износило 45-64% код *G. rostochiensis* и 60% код *G. pallida*. У другој години забележено је смањење виталности популације *G. rostochiensis* од 30% и *G. pallida* од 25%, са кумулативним падом током две године код обе врсте КЦН од око 70%. У четвртном потпоглављу: „Испитивање интеракције КЦН и одабраних врста биљака“ испитан је ефекат лучевина корена одабраних биљака на пиљење ларви из циста и отпорност биљака према КЦН. Домаће сорте парадајза *јасмин црвени* и *нс.јабучар* испољиле су сличан или већи стимулативни ефекат на пиљење ларви од позитивне контролне сорте кромпира *désirée*, а сорта плавог патлићана *домаћи дуги* значајно мањи. Свих осам испитаних популација *Solanum nigrum* из Србије показало је висок потенцијал стимулације пиљењса ларви КЦН, приближно на нивоу сорте кромпира *désirée*, али и потпуну отпорност према испитаним популацијама КЦН. То домаће популације ове врсте сврстава у потенцијалне фито агенсе сузбијања КЦН. *Tagetes patula* и *Physalis alkekengi* нису изазвале пиљење инвазионих ларви КЦН и нису домаћини КЦН. Све испитиване сорте кромпира са каталожком опорношћу према КЦН показале су висок стимулативни ефекат на пиљење ларви и високу отпорност према једном или оба патотипа КЦН присутна у Србији. У последњем потпоглављу резултата: „Одрживи модалитети сузбијања КЦН у западној Србији“ на основу анализе добијених података предложени су неки модалитети одрживог сузбијања КЦН у западној Србији. Утврђена је оптимална густина садње кромпира отпорне сорте *agria* од 9 биљака по m² за активно сузбијање жуте КЦН којом се постигло 70% редукације популације жуте КЦН а која одговара густини садње конвенционално гајеног кромпира. У производним условима гајења кромпира на површини 0,5 ha, отпоран усев кромпира сорте *agria* смањило је виталност популације за 79% и 84% у две године на два дела јако инфициране парцеле. Гајење отпорне сорте кромпира *agria* током једног вегетационог циклуса на парцелама са јаком инфестацијом *G. rostochiensis* није довољно да густина популације падне испод прагова економске штетности. Годишње смањење густине пољске популације *G. rostochiensis*, после девет година парлога, износило је 19,4% и било интензивније током

првих пет година после осетљивог усева кромпира. После девет година парложења висока густина популације *G. rostochiensis* смањена је за 85% иницијалне виталности, али не испод прагова економске штетности. У земљишту које је повремено обрађивано а на ком нису гајени домаћини *G. rostochiensis*, годишње смањење густине популације је било веће него у упарложеном, и износило преко 30%. Смањење густине пољске популације *G. pallida* током осам година праћења на запаложеној парцели износило је око 27% годишње. Значајно нижа иницијална виталност популације *G. pallida* у условима парлога смањује се на ниво испод прага економске штетности после осам година. Комбиновање парлога током пет вегетационих сезона и потом гајење отпорне сорте кромпира, показало са се као успешна стратегија сузбијања КЦН на локалитету Поникве. Иницијално јака зараза жутом КЦН сведена је тако на 5% иницијалне виталности и граничне вредности економске штетности. Још једна година гајења отпорног кромпира сорте *agria* и три године потоњег парложења, утицало је на смањење густине популације испод 1% иницијалне виталности, и испод економског прага штетности. За исти ефекат са само једним гајењем отпорне сорте *agria* било је потребно осам година парложења. Уочено је током теренског рада упорно а непожељно вишегодишње присуство заосталог самониклог осетљивог кромпира, најчешће сорте *désirée*. Препорука је да се као прва мера после утврђене инфестације парцеле било којом врстом КЦН и са било којом осетљивом сортом кромпира, пре свих других мера тај самоникли кромпир што радикалније уклони са парцеле. Тиме би се знатно скратило време и убрзали ефекти других мера сузбијања.

Дискусија. У овом поглављу кандидат детаљно анализира добијене резултате у досадашњем познавању популационе динамике и сузбијања КЦН у Србији упоређујући их са релевантним литературним подацима. У првом потпоглављу: „Одређивање врста и патотипова КЦН“ кандидат констатује прецизно одређивање врста КЦН и патотипова жуте КЦН. Истиче се комплексност одређивања патотипова беле КЦН и дају предлози унапређења тестирања вирулентности и оптимизације коришћене методе за утврђивање патотипова у Србији. У другом потпоглављу: „Побољшана метода процене виталности циста дисекцијом“ истичу се предности индивидуалне дисекције циста као методе за одређивање виталности циста КЦН и њена употребна вредност у експерименталном и фитосанитарном раду у Србији и земљама са сличном распрострањеношћу КЦН. Истакнута је посебност методе за праћење промена виталности популација преко категорија виталности. У трећем потпоглављу: „Популациона динамика КЦН у условима западне Србије“ кандидат дискутује разлике и сличности у минималним температурама потребним за активацију, дужини трајања генерације, динамици пиљења ларви и појаве адултних КЦН добијене у овом раду са литературним наводима популационих параметара КЦН у другим земљама. У четвртном потпоглављу: „Испитивање интеракције КЦН и одабраних врста биљака“ анализирани су сличности, разлике и контрадикторности у литературним подацима са добијеним резултатима пиљења ларви КЦН под утицајем испитиваних биљака. Анализирана је и отпорност испитиваних биљака према патотиповима КЦН присутних у Србији и дате препоруке за укључивање истих у моделе интегралне контроле КЦН. У последњем потпоглављу: „Одрживи модалитети сузбијања КЦН у западној Србији“ добијени резултати смањивања густина популација КЦН у различитим режимима сузбијања поређени су са литературним подацима за земље у различитим климатима и поднебљима. Изводе се ставови о успешним мерама и комбинацијама мера сузбијања КЦН које се требају примењивати у различитим ситуацијама присутности КЦН у Србији, а који пре свега зависе од присутне врсте КЦН и степена инфестације парцела на којима мере сузбијања треба применити.

Закључци. Закључци су правилно изведени, јасно таксативно наведени и у потпуности проистичу из резултата рада у овој дисертацији.

Утврђени су температурни минимуми за активацију ларви, дужина животног циклуса једне генерације и време прве појаве адултних јединки КЦН на експерименталним локалитетима у западној Србији. Резултати у симулираним огледним ситуацијама код обе врсте КЦН показују повећање густине популације под гајеном осетљивом сортом кромпира и смањење густине под отпорном сортом кромпира и у симулацији угарења, тј. у одсуству биљака домаћина. Ови резултати дају основне смернице за увођење одговарајућих и правовремених мера контроле КЦН.

Сорте кромпира (*agria*, *innovator* и *crisps4all*) и домаће популације *S. nigrum* показале су висок стимулативни ефекат на пиљење ларви и високу отпорност према присутним КЦН у Србији, што их сврстава у добре биолошке агенсе контроле КЦН.

Густина садње отпорних биљака клопки кромпира, од 9 биљака по m^2 , је оптимална густина садње за добијање максималног ефекта смањења популације КЦН што одговара густини садње у конвенционално гајеном усеву кромпира.

Гајење кромпира отпорне сорте *agria* током једног вегетационог циклуса на парцелама са јаком инфестацијом *G. rostochiensis* није довољно да густину популације сузбије испод прагова економске штетности.

Годишње смањење густине пољске популације *G. rostochiensis* после вишегодишњег парложења изосило је 19,4% а *G. pallida* 27%.

Јако високе иницијалне виталности популације *G. rostochiensis*, се после девет година парложења не смањују испод прагова штетности ове врсте КЦН и указују да на јако инфестираним површинама и локалитетима где су КЦН у ширењу, какав је у Србији локалитет Поникве, парложење као метод пасивне контроле КЦН нема економску и фитосанитарну оправданост.

Значајно нижа иницијална виталност популације *G. pallida* у условима парлога смањује се на ниво испод прага економске штетности после осам година. Ови резултати потврђују да парложење, као метод пасивног сузбијања, може бити успешно и препоручено као један од одрживих модалитета сузбијања када се жели минимизирати ризик од ширења КЦН, пре свега *G. pallida* и на мање инфестираним парцелама и локалитетима где КЦН нису много присутне.

Комбиновање парлога са једногодишњим или двогодишњим гајењем отпорне сорте кромпира током пет вегетационих сезона је јако високу густина популације *G. rostochiensis* снизило до и испод граничних вредности економске штетности.

Литература. Цитирано је 267 актуелних и функционалних референци.

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе докторске дисертације кандидата дипл. инж. Николе Грујића под насловом „Популациона динамика и одрживи модалитети сузбијања *Globodera rostochiensis* (Woll.) и *G. pallida* (Stone) (Nematoda: Heteroderinae) у условима западне Србије”, Комисија је мишљења да је она у потпуности урађена и написана у сагласности са предложеним програмом у одобреној пријави. Постигнути су значајни и међусобно повезани фундаментални и практични научни резултати. Фундаментални резултати дају сазнања о популационој динамици обе значајне карантинске врсте кромпирових цистоликих нематода у природним и производним условима западне Србије. Динамика популације је огледно дефинисана у три симулирана режима значајна за праксу и приступ сузбијању, а то су гајење осетљивог кромпира, гајење отпорног кромпира и држање земљишта без кромпира, тј. у парлогу. Унапређена је

постојећа методологија оцене виталности циста чиме је омогућено детаљније приказивање промена виталности на јединствен начин преко категорија виталности циста КЦН. Утврђене су особине неких гајених и коровских биљака као потенцијалних биљака клопки за сузбијање КЦН. Практични део дисертације нуди решења за сузбијање, а у одређеним условима и ерадикацију КЦН. Као оптимални модалитети утврђени су пасивно и активно сузбијање, као и њихово комбиновање. Пасивно сузбијање престанком гајења кромпира на инфестираној парцели за дуже време погодно је за карантинске ситуације каква је она са врло локализованом појавом *G. pallida* на планини Јавор. Активно сузбијање гајењем комерцијално прихватљивих отпорних сорти кромпира као биљки клопки погодно је за шире захваћене локалитете, какав је онај на Пониквама. Код јаких инфестација прво треба неколико година обуставити производњу кромпира и уклањати заостали осетљиви самоникли кромпир, па онда прећи на гајење отпорног кромпира.

На основу целокупне анализе, Комисија позитивно оцењује дисертацију „**Популациона динамика и одрживи модалитети сузбијања *Globodera rostochiensis* (Woll.) и *G. pallida* (Stone) (Nematoda: Heteroderinae) у условима западне Србије**” кандидата Николе Грујића, дипл. инж. Дисертација је урађена у свему према одобреној пријави теме, представља оригинално и самостално научно дело које даје значајан фундаменталан и практичан допринос, те да су се стекли услови за јавну одбрану. Стога предлажемо Наставно-научном већу Пољопривредног факултета да прихвати овај реферат и одобри јавну одбрану ове докторске дисертације.

Београд, 05. 04. 2011.

Комисија:

др Милан Радивојевић, ванредни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Ентомологија и пољопривредна зоологија)

др Радмила Петановић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет, дописни члан САНУ
(ужа научна област Ентомологија и пољопривредна зоологија)

др Ласло Барши, доцент
Универзитет у Новом Саду-Природно-математички факултет
(ужа научна област Зоологија)

др Биљана Видовић, доцент
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Ентомологија и пољопривредна зоологија)

др Зоран Броћић, редовни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Агротехничке основе ратарске производње)

Рад Николе Грујића, дипл. инж. објављен у часопису са SCI листе у оквиру теме докторске дисертације

Grujić, N. & Radivojević, M. (2017): Population decline of *Globodera rostochiensis* in Western Serbia. Nematology, 19(2): 185-195. DOI: 10.1163/15685411-00003039 M22