

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

Датум: 30. 11. 2016. године

Предмет: Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације Јелене С. Максимовић, дипл. инж.

Одлуком Наставно научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, број 461/2-5.2. од 23. 11. 2016. године, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације кандидаткиње Јелене Максимовић, дипл. инж. под насловом: “Утицај густине садње на закоровљеност засада и принос биомасе мискантуса (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.)“.

Комисија у саставу: др Јасна Савић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, ментор, др Душан Ковачевић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Љубиша Живановић, доцент Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Жељко Целетовић, виши научни сарадник Института за примену нуклеарне енергије Универзитета у Београду и др Вељко Гавриловић, научни саветник Института за заштиту биља и животне средине у Београду, на основу прегледа докторске дисертације подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Јелене Максимовић, дипл. инж, под насловом: “Утицај густине садње на закоровљеност засада и принос биомасе мискантуса (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.)“ написана је на 123 странице штампаног текста и садржи укупно 35 табела и 6 графикана. Докторска дисертација садржи резиме са кључним речима на српском и енглеском језику, као и седам поглавља, и то: Увод (стр 1-3), Циљ истраживања (стр. 4), Радна хипотеза (стр. 5), Преглед литературе (стр. 6-41), Материјал и методе (стр. 42-45), Агроеколошки услови (стр. 46-53), Резултати и дискусија (стр. 54-95), Закључак (стр. 96-97) и Литература (стр. 98-122). После главног текста дисертације приказана је Биографија кандидата (стр. 123).

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

У поглављу Увод, кандидаткиња је навела податке о историјату проучавања мискантуса и истакла његов значај због могућности коришћења надземне биомасе за добијање различитих облика биоенергије, али и употребу у другим областима. Мискантус (*Miscanthus × giganteus* Greef et Deu.) је вишегодишња биљна врста подесна за интензивно гајење, која својом биомасом може супституију постојећих енергетских извора новим, обновљивим којим ће се смањити емисија штетних гасова. Стога је сврстан у групу биоенергетских усева, чија свежа биомаса служи за добијање течних и гасовитих биогорива, а осушена за сагоревање у котловским постројењима. Позитивни резултати у постизању високих приноса и преради у енергенте резултат су повећање површина под мискантусом у већем броју европских земаља. Снажан подстицај овим истраживањима дат је након усвајања Кјото протокола (1997) чиме су постављени циљеви смањења емисије гасова са ефеката стакленика. Србија значајно заостаје у погледу производње и примене чистих видова енергије, иако се не може оспорити чињеница да поседујемо природне ресурсе које би требало искористити у ту сврху.

Циљ истраживања био је да се утврди да ли густина садње, закоровљеност и локалитет на коме је заснован засад утичу на финални пораст, принос и минерални састав биомасе мискантуса и да се проучи да ли густина садње и агроеколошки услови локалитета утичу на закоровљеност засада и састав коровске заједнице. У ту сврху, постављен је пољски оглед на два локалитета, праћен је финални пораст и принос у засаду мискантуса током три године, док је интензитет закоровљености праћен по фазама пораста биљака мискантуса. Упоредо је постављен и контролни оглед у коме су корови сузбијани физичким мерама и на крају су поређене разлике у приносу биомасе мискантуса, односно утицај закоровљености на принос биомасе по годинама.

У поглављу **Радна хипотеза** кандидаткиња је навела претпоставке према којима је било очекивано да ће у третману са већом густином садње ризома бити смањен интензитет бокорења мискантуса, самим тим и принос биомасе, али и да ће у првој години лисном масом брже покривати међуредни простор и смањити пораст корова, што би се одразило и на флористички састав коровске заједнице. Када је реч о локалитетима, хипотеза је била да ће различити агроеколошки услови имати утицај на принос биомасе мискантуса, закоровљеност и флористички састав коровске заједнице.

Поглавље **Преглед литературе** садржи литературне податке из области која је предмет проучавања дисертације и састоји се од девет потпоглавља и то: *Биомаса као обновљиви извор енергије, Значај и примена мискантуса, Ботанички опис мискантуса, Биолошке особине мискантуса, Услови успевања, Технологија гајења мискантуса, Берба мискантуса и складиштење биомасе, Принос биомасе мискантуса, Корови у усеву мискантуса и узроци њиховог ширења.*

У прва два потпоглавља истакнут је значај бионерије, њених извора и неопходности примене. Наведени су резултати досадашњих истраживања на тему утицаја гајења биоенергетских усева и њихове примене на животну средину. Посебно је истакнут значај мискантуса чија се биомаса захваљујући одговарајућем хемијском користи за ко-

сагоревање угља у термоелектранама, али све више и у биоелектранама, као и за производњу биоетанола, папирне пулпе и других производа.

Садржај трећег и четвртог потпоглавља односи се на морфологију и животни циклус мискантуса. Између осталог, истакнуто је да дубље укорјењавање омогућава ефикасније усвајање хранива из дубљих слојева земљишта, као и да су цветови у метлици стерилни што смањује могућност појаве инванзивности мискантуса. Такође је описан пораст биљака мискантуса током вишегодишњег искоришћавања, као и фазе пораста у време жетве, а истакнуто је да се на крају вегетационог пораста нутритивни транслоцирају из надземне биомасе у ризоме, што је од значаја за ђубрење засада.

Пето и шесто потпоглавље посвећени су утицају абиотских фактора на продуктивност мискантуса и технологији производње. Истакнути су резултати који се односе на утицај температуре ваздуха, падавина, затим особина земљишта на пораст и принос биомасе мискантуса, као и могућност његовог гајења на деградираном земљишту. Описане су агротехничке мере које су специфичне због вишегодишњег искоришћавања засада, на првом месту ђубрење и заснивање засада.

У седмом потпоглављу, кандидаткиња је истакла утицај термина бербе на принос и квалитет биомасе мискантуса, што је од великог значаја за њено даље искоришћавање. Предности касније зимске у односу на јесењу бербу су смањење садржаја воде у биомаси, ремобилизација хранива из надземне биомасе у ризоме и већа секвестација угљеника у земљишту, док се квалитетна сировина за производњу биоетанола добија жетвом у јесен, због повећаног садржаја целулозе и хемицелулозе. Такође је истакнут значај одговарајућег складиштења биомасе, с обзиром на то да траје дуго јер њено искоришћавање као енергента траје током целе године.

У осмом потпоглављу, кроз преглед литаратуре дат је приказ пораста приноса биомасе мискантуса од заснивања засада до постизања комерцијалног приноса. Дат је упоредни приказ резултата који се односе на приносе биомасе који се постижу гајењем у географским подручјима јужне, централне и северне Европе, САД и Канаде, а истакнуто је да су приноси виши у топлијим подручјима. Наведени су и резултати малобројних истраживања која се односе на гајење мискантуса у Србији.

У последњем потпоглављу, кандидаткиња је истакла да се закоровљеност сматра највећим проблемом у гајењу мискантуса, као и његов утицај на засад мискантуса, са посебним освртом на прве две године од његовог заснивања, када биљке имају мањи пораст. Штете које наносе корови су дуготрајне и уколико се благовремено не предузму мере њиховог сузбијања може доћи до пропадања тек заснованих засада мискантуса. Према литературним подацима, број коровских врста у засадима мискантуса је већи него у засаду трстике и других усева, а састав коровске заједнице зависи од искоришћавања земљишта пре заснивања засада, резерви семена корова у земљишту, као и његове плодности.

У поглављу **Материјал и методе** описани су рализација и методе истраживања, и то кроз пет потпоглавља (*Биљни материјал, Пољски оглед, Оцена закоровљености и детерминација коровских врста, Аналитичке методе и Статистичка анализа*).

У првом потпоглављу је наведено да су као садни материјал коришћени витални делови ризома интерспецијес хибрида *Miscanthus x giganteus*. Ризоми су узети из раније заснованог засада на огледном пољу ИНЕП-а, за шта је коришћен садни материјал регистрованог произвођача Johannes Furtlehner, Hofamt Priel из Аустрије.

Извођење пољског огледа описано је у другом потпоглављу. Садња ризома је обављена средином априла 2011. године на два локалитета, у Земуну (44°51' СГШ, 20°22' ИГД) и Грабовцу (44°37' СГШ, 20°6' ИГД). Пре садње и пред почетак ницања у наредне три вегетационе сезоне примењено је по 50 kg ha⁻¹ N, P₂O₅ и K₂O у облику NPK минералног ђубрива. Основне парцеле су биле површине 20 m², а оглед је постављен по плану случајног блок система у три понављања. У циљу проучавања која се односе на закоровљеност засада током три године праћен је утицај три фактора: локалитет (Земун и Грабовац), густина садње (2 ризома m⁻² и 3 ризома m⁻²) и време оцене закоровљености (прво у почетној фази пораста стабла мискантуса, друго у фази интензивног пораста и треће у фази метличења). Утицај закоровљености на пораст биљака и принос биомасе мискантуса проучаван је са три фактора: локалитет, густина садње и закоровљеност и то са два нивоа (контрола) и третман са механичким уклањањем корова. У фази метличења мискантуса мерена је висина стабла (од основе до метлице) и број листова на стаблу на узорку од десет биљака. Ручна берба стабала вршена је средином фебруара сваке године, а након досушивања у сноповима мерен је принос суве биомасе. Минерални састав биомасе мискантуса одређен је у третману са уклањањем корова јер су у контроли остварени врло мали приноси који нису били економски значајни.

Узорковање корова и детерминација врста описани су у трећем потпоглављу. Оцена закоровљености је вршена у три термина, тако што су узорци узимани са површине од једног квадратног метара и након сушења на собној температури вршено је мерење суве масе. Детерминација коровских врста извршена је уз литературне изворе (Josifović, ed. 1971-1977; Kojić et al., 1996; Janjić and Kojić, 2000), животне форме према Raunkiaer-у (1934), а њихова категоризација према месту налажења користећи методологију Kojić and Janjić (1994).

У петом потпоглављу наведене су аналитичке методе којима је одређен минерални састав стабла, и то концентрација N, P, K, Ca, Mg, S и C у сувој маси. Подаци добијени у истраживању обрађени су статистичком методом анализе варијансе, а за појединачна поређења у оквиру испитиваних фактора коришћен је Данканов тест на нивоу P ≤ 0,05.

Поглавље **Агроеколошки услови** се састоји од три потпоглавља: *Климатски услови*, у коме су укратко описане главне карактеристике климе, затим *Метеоролошки подаци за период истраживања* и *Земљиште*. У другом потпоглављу дат је приказ података о средњим месечним температурама ваздуха, месечним сумама падавина за период 2011-2014. године за ширу територију града Београда на којој се налазе локалитети Земун и Грабовац. Истакнуте су разлике између година, као и одступања у односу на вишегодишњи просек. Треће потпоглавље се доноси на физичке и хемијске особине земљишта на којима су засновани засади, и то тип бескарбонатни чернозем у Земуну и ритска црница у Грабовцу.

Поглавље **Резултати и дискусија** састоји се из пет потпоглавља и то: *Утицај густине садње, локалитета и термина оцено на закоровљеност засада по фазама раста мискантуса, Флористички састав коровске заједнице у засадима мискантуса, Утицај густине садње, закоровљености и локалитета на висину стабла мискантуса и број листова по стаблу, Утицај густине садње и локалитета на минерални састав стабла мискантуса, Утицај густине садње, закоровљености и локалитета на принос суве биомасе мискантуса*. Резултати су јасни и документовани су табелама и графиконима, тумачени су и дискутовани упоређивањем са релевантним литературним подацима.

У првом потпоглављу приказани су и дискутовани резултати који се односе на закоровљеност засада мискантуса почевши од прве до треће године засада. Резултати су јасно показали да је маса корова била већа у мањој густини садње у прве две године, у просеку за оба локалитета и оцено заровљености за 13,5 % и 19,3 %, док су у трећој години забележени супротни резултати, што указује да је тада образована већа биомаса, те је и конкуренција у односу на корове била јача. Слични резултати су забележени и када је реч о терминима оцено закоровљености. Као што је очекивано, закоровљеност је расла од прве до треће оцено у прве две сезоне, док је у трећој изостао утицај овог фактора, те је забележено смањење суве масе корова у другој или трећој оцено у зависности од густине садње и локалитета. На локалитету Земун, маса корова је по годинама у просеку била већа за 36 %, 38 % и чак 87% у односу на Грабовац, што указује на његову већу потенцијалну закоровљеност.

Друго потпоглавље садржи резултате који показују да су на локалитетима Земуну и Грабовац детерминисане 22, односно 26 коровских врста, а фамилије са највећим бројем врста су *Asteraceae* и *Poaceae*. Број коровско-рудералних и коровских врста на оба локалитета је био знатно већи и односу на рудералне којих је било свега две у Земуну и једна у Грабовцу. Када је реч о животној форми корова, на оба локалитета биле су доминантне терофите (61,9 % и 73,1%) док су знатно мање биле заступљене геофите (19,1 % и 19,2 %), као и хемикриптофите, теро-хемикриптофите и фантерофите, што је у сагласности са резултатима других аутора. Повећање броја врста у другој години, нарочито у Грабовцу, а затим и смањење у трећој у односу на прву годину забележено је на оба локалитета, што указује на јачу конкуренцију засада у односу на корове због веће висине стабла и броја листова, што је описано у следећем потпоглављу. Анализирајући флористички састав коровске заједнице у усеву мискантуса, кандидаткиња је истакла да су током све три године на локалитету у Земуну биле присутне следеће врсте: *Lolium multiflorum* Lam, *Convolvulus arvensis* L. и *Sonchus oleraceus* (L.) Gou, а у Грабовцу *Convolvulus arvensis* L, *Polygonum aviculare* L, *Cirsium arvense* L, *Setaria glauca* L, *Ambrosia artemisifolia* L. и *Chenopodium album* L. У трећој години, на локалитету Грабовац до интензивног пораста мискантуса издвајале су се врсте *Convolvulus arvensis* L., *Cirsium arvense* L. и *Capsela bursa-pastoris* (L.) Medic, а фази метличења у обе густине садње врсте *Setaria glauca* L. P. B. и *Ambrosia artemisifolia* L, док је у Земуну у све три оцено закоровљености доминантна била врста *Lolium multiflorum* Lam, што указује да нису све врсте конкуритивне у односу на мискантус, што свакако зависи од фазе његовог пораста.

У трећем потпоглављу приказани су резултати који показују да је као што је и очекивано, висина стабла расла у просеку по годинама (104,7 cm, 154,8 cm и 183,9 cm), као и број листова (9,3, 12,3 и 13,1). Густина садње је значајно утицала на висину стабла и број

листова у првој и другој години, када је у већој густини висина стабла била виша у односу на мању густину, док су супротни резултати добијени за број листова. Значајан утицај на мерене параметре имала је закоровљеност, јер су у третману са физичким уклањањем корова забележене веће вредности у односу на контролу у обе густине садње и на оба локалитета. Утицај фактора локалитет се мењао по годинама, а у трећој години значајно већа висина стабла и већи број листова забележени су у Грабовцу.

Резултати приказани у четвртом подпоглављу указују на то да стабла мискантуса имају повољан минерални састав који је значајан због сагоревања. Док су на концентрацију N и S у стаблу значајно утицали густина садње и локалитет, када је реч о Ca и Mg, њихов утицај није забележен. Утицај само једног фактора био је значајан на концентрацију P и S (локалитет) и K (густина садње). У просеку за два нивоа густине садње, забележене су следеће концентрације у стаблу мискантуса из трогодишњих засада: у Земуну 0,69 % N, 0,14 % P, 1,47 % K, 0,21 % Ca, 0,08 % Mg, 43,14 % C и 0,16 % S, а у Грабовцу 0,15 % N, 0,34 % P, 0,21 % K, 0,15 % Ca, 0,09 % Mg, 47,64 % C и 0,11 % S. Иако минерални састав биљака зависи од плодности земљишта, кандидаткиња је истакла да су забележене разлике у оквиру фактора највероватније резултат мобилизације ових елемената из надземне биомасе у ризоме, с обзиром на то да је берба извршена крајем фебруара.

Принос суве биомасе мискантуса обрађен је у петом потпоглављу. Принос биомасе мискантуса растао је по годинама, достигавши највећу вредност у трећој години у третману са уклањањем корова (13,13 t ha⁻¹ у Земуну 11,92 t ha⁻¹ у Грабовцу). Највећи принос од 18,60 t ha⁻¹ је забележен у мањој густини садње на локалитету Земун. У контроли је такође забележен пораст приноса биомасе по годинама, али су били врло мали и у трећој години (< 1 t ha⁻¹), што указује да је за успешно гајење мискантуса неопходно благовремено сузбијање корова. Утицај густине садње и локалитета није био значајан, што потврђује резултате претходних истраживања према којима је закоровљеност усева мискантуса највећи проблем у производној пракси. Резултати су показали да већа густина садње не значи и већи принос биомасе мискантуса, док су други истраживачи показали да при већој густини садње може доћи до пропадања биљака.

У поглављу **Закључак** кандидаткиња је на основу анализе резултата извела већи број закључака који одговарају постављеним циљевима дисертације. Најважнији су следећи закључци:

Високи приноси биомасе мискантуса одговарајућег квалитета могу се постићи у агроеколошким условима наших најважнијих пољопривреднијих подручја само уз примену мера сузбијања корова, а детерминација коровских врста може послужити као основа за правилан избора хербицида за њихово сузбијање.

Утврђена је већа закоровљеност усева на локалитету Земун (земљишту типа бескарбонатни чернозем) што је вероватно резултат његове веће потенцијалне закоровљености.

На оба локалитета већа закоровљеност засада забележена је при мањој густини садње у првој и другој години. У трећој години засада није било значајних варирања у степену закоровљености што је резултат освајања вегетационог простора од стране биљака мискантуса порастом висине стабла и образовањем већег броја листова.

На локалитету Земун детерминисане су 22 коровске врсте, а у Грабовцу 26 врста. Међутим, присутне коровске врсте нису истим интензитетом угрожавале процесе растења и развића биљака мискантуса. У Земуну су током трогодишњег периода у флористичком саставу биле заступљене *Lolium multiflorum* Lam., *Convolvulus arvensis* L. и *Sonchus oleraceus* (L.) Gou., док је изузетно конкурентна према мискантусу била *Lolium multiflorum* Lam. На локалитету Грабовац у све три године јављале су се врсте *Convolvulus arvensis* L., *Polygonum aviculare* L., *Cirsium arvense* L., *Setaria glauca* L., *Ambrosia artemisifolia* L. и *Chenopodium album* L., али су највише заступљене биле *Setaria glauca* L. и *Ambrosia artemisifolia* L.

У трећој години на оба локалитета добијен је комерцијални принос на парцелама на којима су корови уклањани механичким путем. Утицај густине садње и локалитета на принос биомасе није био значајан, што значи да већа густина садње није рационалан избор приликом заснивања засада. Највећи принос на локалитету Земун био је при мањој густини садње ризома (2 ризома m^{-2}) - 18,60 t ha⁻¹. На локалитету Грабовац највећи принос од 13,50 t ha⁻¹ добијен је при већој густини садње (3 ризома m^{-2}).

У поглављу **Литература**, кандидаткиња је навела 237 литературних извора који су актуелни и одговарају предмету проучавања.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе докторске дисертације кандидаткиње Јелене Максимовић, дипл. инж, Комисија је закључила да ова дисертација представља самосталан и оригиналан научни рад. Кандидаткиња је остварила све циљеве докторске дисертације и извела огледе према одобреној пријави теме. При изради дисертације применила је одговарајуће и поуздане експерименталне методе рада. Добијени резултати су успешно анализирани, коментарисани и поређени са великим бројем литературних података.

Тема и садржај ове дисертације су актуелни и значајни, како са научног, тако и са практичног становишта, имајући у виду значај мискантуса као врсте чијим се гајењем добија биомаса која све више користи као енергент. Потврђени су резултати ранијих истраживања према којима се у нашим агроколошким условима могу постићи високи приноси биомасе мискантуса одговарајућег квалитета. Ова докторска дисертација представља значајан допринос разумевању конкуренције између мискантуса и корова, а резултати који се односе на флористички састав коровске заједнице могу да послуже за рационалан избор хербицида за сузбијање корова у засаду мискантуса. Посебна вредност ове докторске дисертације је њен практични значај за технологију гајења мискантуса. Имајући у виду да су потребна велика улагања за заснивање засада и да се комерцијални приноси постижу у трећој години, важно је да се одреди оптимална густина садње за одређене агроколошке, услове. Уз правовремено сузбијање корова и мању густину садње уз мање трошкове могу се постићи високи приноси биомасе.

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидаткиње Јелене Максимовић, дипл. инж, под насловом “Утицај густине садње на закоровљеност засада и принос биомасе мискантуса (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu)” и предлаже Научно-наставном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји ову позитивну оцену

и тиме омогући кандидаткињи да пред Комисијом у истом саставу јавно одбрани докторску дисертацију.

У Београду,
30.11.2016.год.

Чланови комисије:

др Јасна Савић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(Ужа научна област Посебно ратарство)

др Душан Ковачевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(Ужа научна област Опште ратарство)

др Љубиша Живановић, доцент
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(Ужа научна област Посебно ратарство)

др Жељко Целетовић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду
Институт за примену нуклеарне енергије
(Ужа научна област Заштита животне средине)

др Вељко Гавриловић, научни саветник
Институт за заштиту биља и животне средине, Београд
(Ужа научна област Фитопатологија)

Прилог:

Радови кандидата Јелене Максимовић, дипл. инж, објављени у часописима са SCI листе:

Maksimović, J., Pivić, R., Stanojković-Sebić, A., Vučić-Kišgeci, M., Kresović, B., Dinić, Z., Glamočlija, Đ. (2016): Planting density impact on weed infestation and the yield of Miscanthus grown on two soil types. Plant, Soil and Environment 62: 384-388.