

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева: 290/10-6.6.
Датум: 29.09.2015.

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији
за кандидата на докторским студијама

Молимо да, сходно члану 47. став. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12 и 172/13), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији:

Кандидат **ВЕСНА (Горан) КАНДИЋ**, студент докторских студија на студијском програму Пољопривредне науке, модул Ратарство и повртарство, пријавила је докторску дисертацију под називом: „Оцена генотипова јечма (*Hordeum vulgare* L.) на отпорност према суши у фази наливања зрна“, из научне области Ратарство и повртарство.

Универзитет је дана 01.02.2012. године, својим актом број 06-56/11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: „Оцена генотипова јечма на отпорност према суши у фази наливања зрна“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 20.05.2015. године, одлуком Факултета број 290/8-6.5., у саставу:

име и презиме члана комисије, звање, научна област, установа у којој је запослен

1. др Гордана Шурлан - Момировић, редовни професор, Генетика, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет, у пензији од 01.10.2014. године.
2. др Дејан Додиг, научни саветник, Генетика и оплемењивање биљака, Институт за кукуруз „Земун Поље“,
3. др Драган Перовић, виши научни саветник, Генетика и оплемењивање биљака, Institut Julius Kuen (JKI) Federal Research Center for Cultivated Plants, Institute for Resistance research and Stress Tolerance, Quedlinburg, Немачка,
4. др Славен Продановић, редовни професор, Оплемењивање биљака, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
5. др Гордана Бранковић, доцент, Генетика, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 29.09.2015. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Проф. др Милица Петровић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 290/10-6.6.
Датум: 29.09.2015. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 84. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 29.09.2015. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **ВЕСНА КАНДИЋ**, дипл. инж. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „**ОЦЕНА ГЕНОТИПОВА ЈЕЧМА НА ОТПОРНОСТ ПРЕМА СУШИ У ФАЗИ НАЛИВАЊА ЗРНА**“.

II Универзитет је дана 01.02.2012. године, својим актом број 06-56/11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Рад кандидата у часопису међународног значаја:

Šurlan- Momirović G., Kramer I., Bratković K., Zorić M., Momirović U., Branković G., Čalić I., **Kandić V.**, Pržulj N., Ordon F., Perović D. (2013): Molecular characterization of barley (*Hordeum vulgare* L.) accessions of the Serbian Genebank by SSR fingerprinting. Genetika, Vol. 45, No.1,167-180.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

Доставити: кандидату, ментору др Гордани Шурлан Момировић, ред. професору у пензији, Институту за ратарство и повртарство, Студентској служби и архиви.

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

**Предмет: Извештај комисије за оцену урађене докторске дисертације
Весне Кандић, дипл. инж.**

Одлуком Наставно-аучног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, од 27. маја 2015. године, именована је Комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације Весне Кандић, под насловом: «Оцена генотипова јечма на отпорност према суши у фази наливања зрна». Комисија у саставу: др Гордана Шурлан Момировић, редовни професор у пензији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Дејан Додиг, научни саветник Института за кукуруз Земун Поље, др Драган Перовић, виши научни сарадник Federal Research Center for Cultivated Plants, Institute for Resistance research and Stress Tolerance, Quedlinburg, Немачка, др Славен Продановић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и др Гордана Бранковић, доцент Пољопривредног факултета Универзитета у Београду прегледала је и оценила докторску дисертацију и подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Весне Кандић, дипл.инж. написана је на 159 страна куцаног текста и садржи 21 табелу, 21 графикони 3 слике. У дисертацији је цитирано 254 извора литературе.

Докторска дисертација садржи следеће наслове/поглавља: Насловна страна на српском и енглеском језику; Информације о ментору и члановима комисије; Захвалница; Резиме на српском и енглеском језику; Садржај; Текст по поглављима: Увод (стр. 1-3), Преглед литературе (стр. 4-18) са шест потпоглавља (стр. 7-8; 8-10; 10-13; 13-15; 15-16; 16-18), Научни циљ истраживања (19- 20), са два потпоглавља (19; 20), Материјал и метод рада (стр. 21-35) са пет потпоглавља (стр. 21-22; 22-25; 25-28; 28-29; 29-35), Резултати и дискусија (стр. 36-126) са тринаест потпоглавља (стр. 36-45; 46-53; 54-57; 58-63; 64-73; 74-90; 91-97; 98-103; 104-109; 110-113; 114-115; 116-118; 119-126), Закључак (стр. 127-132) и Литература (стр. 133-159), Биографија аутора; Изјава о ауторству; Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Изјава о коришћењу.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

У *Уводу* дисертације истакнут је значај јечма као гајене биљке, која се по површинама на којима се гаји у Србији и свету налази на петом месту. Бројне студије указују да ће услед климатских промена суша на подручју Европе бити све израженија, ашто се тиче југоисточне Европе и подручја Медитерана, уочена је тенденција повећања температуре ваздуха и смањења количине падавина управо у периоду када јечам улази у фазу наливања зрна. С обзиром да је глобално само мали проценат обрадивих површина опремљен технологијом за наводњавање, један од начина да се производња јечма у таквим условима повећа је стварање сорти веће толерантности на сушу. У овом поглављу је дефинисана отпорност биљке на сушу, при чему је успех у оплемењивању на отпорност

према суши могућ кроз селекцију на специфична својства која побољшавају снабдевеност биљке водом, а тиме и ефикасност њеног искоришћавања и жетвени индекс. Ипак код оплемењивања на отпорност на терминалну сушу посебно треба обратити пажњу на фенологију биљке, јер биљке са бржим фенолошким развојем и бржом ремобилизацијом асимилатива накупљених до цветања у зрно, могу свој животни циклус завршити пре наступања озбиљне суше. Из тог разлога будућа истраживања треба усмерити на оптимизацију вегетативног развоја, како би се створила биомаса и осигурала ремобилизација асимилата пре него што дође до недостатка воде. Кандидаткиња истиче да је првенствени значај овог истраживања могућност да се на основу резултата издвоје генотипови толерантни на сушу који би као донори пожељних гена послужили за даља укрштања са сортама високог генетичког потенцијала родности.

У *Преглед литературе* изнети су доступни литерарни извори из области која је предмет проучавања докторске дисертације и подељени су у шест подпоглавља.. Кандидаткиња даје историјски преглед порекла и употребе јечма, од првенствено намене за исхрану људи и животиња на самом почетку доместификације пре 17000 година, до данашње експанзије површина под пивским јечом услед све веће потражње пивара а ниске профитабилности производње сточне хране. У првом делу „Време појава суше-фаза развоја биљке јечма“, кандидаткиња наглашава да је суша један од најзначајнијих стресова животне средине који редукују принос јечма, у зависности не само од интензитета и дужине трајања него и од фазе развоја биљке у моменту када се стрес јавља. У другом делу „Генетичка контрола толерантности на сушу“, кандидаткиња је објаснила да експресија гена одговорних за толеранцију на абиотички стрес не зависи само од типа стреса, него у различитим фазама развоја биљке, различити гени могу имати улогу у избегавању штета које стрес изазива. У трећем делу „Наливање зрна јечма у условима суше“ објашњено је зашто процес наливања зрна има кључну улогу у формирању укупног приноса. Дефинисана су два различита параметра: интензитет и дужина наливања зрна, и објашњен је утицај суше и високих температура на сваки од њих. Резултати досадашњих истраживања указују да је избор генотипова високог интензитета наливања, чија динамика развоја одговара датим условима спољне средине поуздан пут ка стварању стабилних, адаптабилних и високоприносних сорти. Потпоглавље „Ремобилизација асимилатива из стабла у зрно“ говори о томе који су то извори асимилата за зрно јечма, колики је значај процеса фотосинтезе и ремобилизације за процес наливања зрна, а објашњен је и негативан утицај који на њих имају суша и високе температуре. Из тог разлога се резерве асимилата накупљене у стаблу пре цветања, све више препознају као значајан извор угљеника за наливање зрна, када је тренутна фотосинтеза инхибирана стресом изазваним сушом и високим температурама. У следећем потпоглављу објашњени су различити индекси који се користе за квантификацију отпорности биљака на сушу (SSI, STI, TOL). Веома је важан избор одговарајућих показатеља, јер они могу послужити као индиректни критеријуми у програмима оплемењивања јечма на отпорност на сушу. У последњем „Двореде и шестореде форме јечма у условима суше“ кандидаткиња објашњава морфолошке и генетичке разлике између дворедих и шесторедих форми јечма.

У *Научни циљевима истраживања* кандидаткиња је дефинисала да су циљеви утврђивање варијабилности и херитабилности 25 генотипова јечма за испитиване агрономске особине и принос; испитивање утицаја генотипа, године и њихове интеракције на агрономске особине и принос, као и на интензитет и трајање наливања зрна код различитих генотипова јечма у условима симулиране терминалне суше. Да се утврди

постојање корелативних веза између испитиваних особина ради утврђивања критеријума за индиректну селекцију на отпорност на сушу у фази наливања зрна и да се испита да ли постоји разлика између дворедих и шесторедих форми јечма у толерантности на сушу у фази наливања зрна. Један од циљева је био да се оцени стабилности испитиваних генотипова јечма, да се квантификује толерантност на сушу анализираних генотипова јечма, а помоћу молекуларних маркера (микросателита) утврди генетичка дистанца између испитиваних генотипова јечма, и потенцијална веза маркер- особина

У **Основним хипотезама** кандидаткиња је пошла од претпоставке да ће се сорте и линије јечма пореклом из дивергентних оплемењивачких програма разликовати у дужини и интензитету наливања зрна. На основу овога очекује се да ће се генотипови разликовати и по толерантности на сушу у фази наливања зрна. Истраживање ће квантификовати варијације различитих генотипова јечма, у потенцијалу за принос у условима суше и утврдити у којој мери испитивани генотипови кроз корисне варијације могу допринети отпорности на сушу и стабилности приноса.

У **Материјалу и метода рада** Весна Кандић је дала приказ биљног материјала који је користила у истраживању и његово порекло, гд је одабрано 15 озимих сорти и линија дворедог и 10 озимих сорти и линија шесторедог јечма. Биљни материјал је пореклом из различитих оплемењивачких центара са подручја Републике Србије, Хрватске, Француске, Немачке и из Сирије. Поред тога испитивани генотипови јечма се разликују по дужини вегетације, агрономским и технолошким карактеристикама. У овом поглављу је представљен начин постављања огледа, на два локалитета (Земун Поље и Школско добро), у трајању од две вегетационе сезоне 2010/2011 и 2011/2012, у два понављања и два третмана (контрола и дефолијација). Поред тога кандидаткиња је објаснила начин симулирања услова суше (путем инхибиције текуће фотосинтезе) у периоду наливања зрна, применом механичке дефолијације 7. дана након цветања сваког генотипа. У раду су наведене испитиване особине: површина листа заставичара (cm^2), количина хлорофила у листу, висина биљке (cm), дужина вршне интернодије (cm), жетвени индекс, укупна биомаса (g), маса 1000 зрна (g) и интезитет наливања зрна. Описана је примењена техника за добијање информација о генетичкој дивергентности коришћеног материјала и конструисање кластера. Примењена је техника *SSR* маркера. Такође су приказани статистички модели и тестови коришћени за анализу добијених података

У поглављу **Резултати и дискусија**, кроз велики број потпоглавља, размотрени су резултати истраживања докторске дисертације и упоређени су са резултатима других аутора који су радили на истој или сличној проблематици. Кандидаткиња је своје резултате поткрепила доступним литерарним наводима који указују на исте и/или сличне резултате, или пак супротне од добијених.

У потпоглављу **Дескриптивна статистички параметри испитиваних особина јечма** приказани су резултати дескриптивних статистичких параметара израчунатих као просек за четири средине (ЗП11, ШД11, ЗП12 и ШД12) и два третмана (контролни и дефолијација). Тестирање значајности разлика између два третмана извршено је *t* тестом. Резултати показују да је дефолијација тј. стрес изазван уклањањем листова, утицао да се код већине особина (маса 1000 зрна, хектолитарска маса, биомаса, индекс класа, принос по класу, укупан принос зрна, садржај протеина и интензитет наливања зрна) средње вредности статистички значајно разликују ($P < 0,05$). Услед дефолијације до највећег смањења вредности у релативном смислу, дошло је код укупног приноса зрна 33%, укупне биомасе 31%, приноса по класу 14%, интензитета наливања 12%, садржаја протеина у

зрну 12% и масе 1000 зрна 11%. Принос као најкомплекснија и најважнија особина је показао велику варијабилност у оба третмана, у контролном се кретао у интервалу од 1960 kg/ha до 11879 kg/ha са просеком 6986 kg/ha, а у третману са дефолијацијом од 700 kg/ha до 8987 kg/ha са просеком 4749 kg/ha. Принос по класу, у контролним условима се кретао од 0,6 g до 2,6 g, са просеком 1,33 g, а у условима дефолијације од 0,3 g до 2,2 g, са просеком 1,15 g. Интензитет наливања зрна у контролним условима се кретао од 0,0358 mg зрно/ °C до 0,0866 mg зрно/ °C, у просеку 0,0603 mg зрно/ °C. У условима стреса наливање зрна је ишло спорије, у интервалу 0,0323 mg зрно/ °C до 0,0866 mg зрно/ °C, у просеку 0,0534 mg зрно/ °C. У условима стреса, највероватније као последица скраћења периода наливања зрна, што води нижој акумулацији суве материје дошло је до смањења масе 1000 зрна за 11%, у контролним условима просечна маса 1000 зрна износила је 46,42 g а у условима дефолијације 41,61 g.

У потпоглављу *Анализа варијансе* приказани су резултати трофакторијалне и двофакторијалне анализе варијансе. Трофакторијалном анализом варијансе утврђене су веома значајне вредности F теста ($P < 0,01$) за утицај фактора генотип на све проучаване особине, осим на трајање наливања зрна. Утицај фактора третман показао је веома значајне вредности F теста ($P < 0,01$) за принос зрна, продукцију по класу, биомасу, масу 1000 зрна, хектолитарску масу, садржај протеина, индекс класа и интензитет наливања зрна. Код приноса је утицај третмана био највећи у односу на све друге факторе. Утицај фактора средина имао је статистички веома значајне вредности F теста ($P < 0,01$) за све особине осим за дужину класа. Највећи утицај на варијабилност особина имао је фактор генотип (36,1%), средина (27,4%) и третман (7,8%), док је утицај интеракција првог и другог реда у просеку за све особине био слабији. Двофакторијалном анализом варијансе по третманима гајења су код већине испитиваних особина утврђене веома значајне разлике F теста за утицај генотипа, средине и њихове интеракције. У просеку код свих анализираних особина у контролним условима утицај фактора генотип на укупно варирање особина је износило 34,2%, средине 41,4% и њихове интеракције 13,4%. У условима дефолијације фактор генотип је утицао на варијабилност особина са 36,5%, фактор средина 34% и њихова интеракција 15,8%. Због нешто већег утицаја фактора генотипа на принос у стресним условима, Весна Кандић наводи да генетичке разлике у потенцијалу за принос испитиваних генотипова више долазе до изражаја у условима стреса.

У потпоглављу *Коефицијенти варијације и херитабилност испитиваних особина јечма* приказани су коефицијенти генетичке (CVg) и фенотипске (CVf) варијације и процена херитабилности у ширем смислу (h^2) за испитиване особине по третманима. У просеку за све испитиване особине вредности коефицијената генетичке и фенотипске варијабилности су биле нешто веће у условима стреса (CVg 14,9%, CVf 16,5%), у односу на контролу (CVg 14,7%, CVf 15,8%). У просеку за све особине коефицијент херитабилности је био висок у оба третмана (73,4% у контролном и 74,4 у дефолијацији). Највећи коефицијент херитабилности у оба третмана је добијен за број зрна по класу, а најнижи за дужину наливања зрна. Коефицијент херитабилности за принос је у контролним условима био средњи 51,3%, а у условима дефолијације висок 71,2%, кандидаткиња истиче да би селекција на принос у условима суше била ефикаснија од селекције у контролним. Високе вредности коефицијента херитабилности за компоненте приноса, (преко 90%) потврђују да је принос зрна веома комплексна особина на чије испољавање утиче већи број чинилаца и њихове интеракције. Због високих вредности

како коефицијената генетичке варијабилности тако и херитабилности, селекцију би више требало усмерити на секундарне особине него на сам принос, јер ће њихова фенотипска експресија бити добар индикатор њиховог генетског потенцијала.

У потпоглављу *Просечне вредности испитиваних особина јечма* кандидаткиња је дала приказ испитиваних агрономских особина (осим приноса и компоненти приноса) две форме јечма, при чему су детаљније проучене оне код којих је установљена статистички значајна разлика ($P < 0,05$) по третманима и у просеку за оба третмана. У просеку за оба третмана разлика је била значајна ($P < 0,05$) за следеће особине: продукција по класу, дужина класа, дужина осја, укупна биомаса, хектолитарска маса, индекс класа, датум цветања и површина листа заставичара.

У потпоглављу *Принос и компоненте приноса јечма* приказани су просечан принос и компоненте приноса јечма. Spearmanов коефицијент корелације ранга за принос у контролним и у условима дефолијације, износио је $0,647^{**}$, што говори да су се генотипови у два третмана понашали слично. Просечни принос дворедих генотипова јечма био је већи за 14,6% у контроли, и 25,1% у условима дефолијацији у односу на шестореду. Смањење приноса код дворедих генотипова у условима стреса у односу на контролне износило је 28,8%, а код шесторедих 37,6%. Што се тиче компоненти приноса у оба третмана двореди генотипови су имали већу масу 1000 зрна и интензитет наливања зрна, али мањи број зрна по класу у односу на шестореду. У овом делу дисертације дат је и преглед приноса и компоненти приноса по генотиповима. Најнижи просечни принос у све четири средине (ЗП11, ЗП12, ШД11 и ШД12) остварила је сорта шесторедг јечма Гранд (3923 kg/ha), а највиши дворедиа сорта НС565 (7335 kg/ha). У контролном третману најмањи просечни принос остварила је шесторедиа сорта Гранд (4927 kg/ha), а највећи дворедиа линија ИБСП/04-22 (8466 kg/ha). У третману где је симулирана суша најнижи просечни принос опет је остварила сорт Гран (2918 kg/ha), а највећи дворедиа сорта Макса (6556 kg/ha). Најмањи пад приноса у условима стреса забележен је код сорти Бореале (16,6%), Бинго (17,2%) и Макса (18,6%).

У потпоглављу *Параметри динамике наливања зрна* дефинисани су апсолутни и релативни интензитет наливања зрна, који су графички приказани по генотиповима у девет третмана (од седмог дана након цветања до пуне зрелости). У овом поглављу приказане су и средње вредности интензитета наливања по типу јечма третману и времену узорковања, при чему је тестирање значајности разлика средњих вредности извршено Тускеу тестом. Релативни интензитет наливања тј. ефикасност наливања омогућава објективније поређење. Повећање приноса преко интензивнијег наливања зрна потврђено је високим, позитивним коефицијентима корелације између крајње масе појединачног зрна и просечног и максималног интензитета наливања.

Оцена стабилности приноса генотипова јечма приказана је применом GGE биplot анализе. GGE биplot којим је приказани испитивани генотипови у осам средина објаснио је 70,1% G+GxE интеракције, при чему су се као најстабилнији издвојили двореди генотипови Јагодинац, Кристал, ПКБ Пиван и Рекорд. Од шесторедих најстабилнија је била сорта Нониус. Доста добру стабилност су показала и три најприноснија генотипа НС565, ИБСП/04-22 и Макса. Најстабилнији и најприноснији генотипови у контролним условима били су двореди ИБСП/04-22, Макса и НС565. Као најстабилнији генотипови у условима суше су се показали дворедиа сорта Бореале и шесторедиа линија ЗП 34/II. Кандидаткиња посебно наглашава да су три од пет најприноснијих и најстабилнијих генотипова створени у Институту за кукуруз Земун Поље.

Познавање *Корелативних односа* између особина је веома значајно у процесу оплемењивања јер указује у ком смеру треба усмерити селекцију како би се остварило повећање приноса у одређеним условима средине. Најаче, високо значајне и значајне корелације добијене су између приноса и биомасе. Код дворедих генотипова у контроли су износиле 0,841***, у дефолијацији 0,581*, а код шесторедих 0,968*** у контроли, односно 0,883*** у дефолијацији. Повећање биомасе у условима суше је нарочито важно када је смањена текућа асимилација, јер транслокација асимилатива из вегетативних делова значајно доприноси приносу. Поједини аутори наглашавају да је уместо директне селекције на биомасу, боље користити жетвени индекс као индиректни критеријум, што је складу са резултатима кандидаткиње која је утврдила значајне корелације између приноса и жетвеног индекса. Код дворедих генотипова у контролним условима иносиле су 0,528*, а у условима стреса 0,778***, док је код шесторедих износила 0,908*** у контролним и 0,802** у условима стреса.

У потпоглављу приказани су *Мултиваријациона анализа и ГТ биплот* који служе за оцену варијабилности генетичког материјала на основу различитих особина, поређење генотипова и визуелизацију међусобних односа испитиваних особина. На тај начин је ГТ биплотом објашњено 77,5% укупне варијансе у контролним условима. Маса појединачног зрна, максимални апсолутни интензитет наливања, просечни апсолутни интензитет наливања и маса 1000 зрна су били у јакој позитивној међусобној корелацији. На масу појединачног зрна је у већој мери утицао максимални у односу натпросечни интензитет наливања, при чему су најприноснији генотипови били изразито раностасни. ГТ биплотом за 25 генотипова јечма и четири параметра наливања у условима стреса објашњено је 77,5% укупне варијансе. За разлику од контролног третмана овде је маса појединачног зрна у већој мери зависила од просечног интензитета наливања, док су опет најраностаснији генотипови били и најприноснији.

У потпоглављу *Индекса стреса* генотипови јечма анализирани су на основу вредности три индекса стреса (СТИ, ССИ и ТОЛ). На основу просечних вредности сва три параметра двореди генотипови су се издвојили као отпорнији, односно толерантнији на стрес. Сорте Бореале и Бинго, су се показале као слабо остеливие на сушу али са ниским потенцијалом за принос, а НС565 са високим потенцијалом за родност и добром толеранцијом на стрес. Такође, генотипови ИБСП/04-22, Јагодинац и ЗП34/II имају висок потенцијал за принос у нормалним условима, а у условима стреса остварују задовољавајуће резултате. Ипак, као најотпорније, односно најтолерантније са високим приносом издвојиле су се сорте Макса и НС565.

Кандидаткиња је у потпоглављу приказала *Коефицијенте корелације* између индекса стреса и укупног приноса јечма. На основу приказаних резултата Весна Кандић наводи да за услове Србије треба обратити пажњу на генотипове са високим просечним приносом, што нижим вредностима ССИ и што већим индексом СТИ, као што су двореди НС565 Макса и ИБСП/04-22, и шестореди јечам ЗП33/II.

Како би утврдила међузависност индекса стреса и параметара наливања зрна, у потпоглављу кандидаткиња је користила *Факторску анализу*. На тај начин је утврдила да су у генотипови са највећом масом појединачног зрна, просечним и максималним интензитетом наливања били и најмање осетљиви у контролним условима. У условима стреса, до најмање редукације приноса доћиће код генотипова који су најбрже наливали зрно и имали највећу масу појединачног зрна.

За процену генетичке дистанце генотипова јечма која је приказана у потпоглављу *Микросателити* коришћено је 15 *SSR* маркера, при чему је детектовано укупно 45 алелних форми, а просечни број алела по локусу износио је 2,8. Као најинформативнији, на основу *PIC* вредности, показали су се маркери GBM1031 и GBM1007. У другом делу овог потпоглавља кандидаткиња је за 10 одабраних особина урадила анализу маркер-особина. Код 15 хромозомских региона, за шест *SSR* маркера (GBM1007, GBM1029, GBM1031, GBM1020, GBM1075 и GBM1516) је утврђена значајна веза са испитиваним особинама, при чему је принос у условима суше био у високо значајној вези са маркером GBM1516 на хромозому 7Н. Коришћењем UPGMA кластер анализе конструисала је дендрограм на ком су сви испитивани генотипови сврстани у четири главне групе и осам подгрупа.

У *Закључку* је кандидаткиња у кратким тезама изнела најрелевантније чињенице до којих је дошла на основу својих истраживања. Код продуктивних особина, у условима стреса испитивани генотипови имали су значајно нижу масу 1000 зрна (41,6 g према 46,4 g), хектолитарску масу (72,9 kg према 74,1 kg), индекс класа (0,77 према 0,79), принос по класу (1,15 g према 1,33 g) и укупан принос зрна (4749 kg/ha према 6986 kg/ha) у односу на контролу. Број зрна по класу и жетвени индекс нису се значајно разликовали између два третмана, а број стерилних зрна је био значајно мањи у контролним условима у односу на дефолијацију (3,46 према 3,95). Садржај протеина у зрну (13,7% према 12%) и интензитет наливања зрна (6,03 mg 100 CAT дан -1 према 5,34 mg 100 CAT дан -1) су били значајно већи у контролним условима док је период наливања био дужи у условима стреса.

Анализа варијансе је показала да је у условима стреса, у просеку за све особине, утицај фактора генотип на варирање особина нешто већи у односу на контролне услове (36,5% према 34,2%), док је утицај фактора средине већи у контролним у односу на услове дефолијације (41,4% према 34%). Утицај интеракција Г x Е је такође нешто већи у условима стреса у односу на контролу (15,8% према 13,4%). Уколико се посматра принос, као најбитнија особина, утицај фактора средине као и интеракција Г x Е у оба третмана је већи у односу на утицај фактора генотип, што потврђује да је оплемењивање на принос веома компликовано, с тим да је утицај генотипа нешто већи у условима стреса него у контроли (22% према 10,9%).

Коефицијент херитабилности за принос је био доста већи у условима суше у односу на контролу (71,2% према 51,3%), што говори да ће селекција на принос бити лакша у стресним у односу на повољне услове. Код дворедих форми смањење просечног приноса у условима стреса у односу на контролу код дворедих форми износило је 28,8%, а код шесторедих 37,6%.

Статистички високо значајни коефицијенти корелације добијени су између максималне масе појединачног зрна у условима стреса и просечног интензитета наливања (0,973***) док је дужина наливања била у негативној али не значајној корелацији са овим параметром (-0,16), зато би за услове стреса требало бирати генотипове код којих се наливање зрна одвија брже како би се избегао период када су услови суше и високих температуре израженији. У контролним условима добијене корелације између масималне масе појединачног зрна и просечног интензитета наливања су 0,972***, али због негативне корелације са дужином наливања -0,238, треба бирати генотипове са крћим периодом наливања

Мултиваријационом анализом, су се као најстабилнији, са приносом изнад просека огледа у оба третмана, издвојили двореди генотипови: Јагодинац, Кристал, ПКБ Пиван и Рекорд. У контролним условима гајења најстабилнији принос остварили су двореди линија

ИБПС/04-22 и сорте Макса, Рекорд и НС565, док су у условима стреса то дворета сорта Бореале и шесторета линија ЗП34/П. ГТ анализа је показала да су у оба третмана најприноснији генотипови били и раностаснији.

Индекси осетљивости ССИ, и толерантности на сушу СТИ и ТОЛ су показали да двореди генотипови имају бољу отпорност. Од свих испитиваних генотипова сорта Макса се издвојила као она са високим ранговима за сва три индекса стреса као и веома високим ранговима за просечан приносом и принос у обе варијанте гајења. Испитивани генотипови створени у оплемењивачким центрима на подручју Републике Србије, у просеку су се показали као мање толерантни на сушу у односу на генотипове створене у иностранству. Високо значајни коефицијент корелације између приноса у контролним и условима суше (0,730**) указује да би селекцијом у нормалним условима дошло до повећања приноса у условима суше, и обратно. У условима стреса, као најпоузданији параметер за повећање приноса издвојио се СТИ индекс, односно за такве услове треба бирати генотипове са што већим приносом и што већим вредностима индекса СТИ. На основу резултата то би били НС 65 и Макса.

Факторска анализа је показала да су у условима стреса најтолерантнији генотипови најбрже наливали зрно, постигли највећу масу појединачног зрна и остварили највећи принос.

Микросателитски (*SSR*) маркери су се показали као погодни за процену генетичке дивергентности испитиваних генотипова јечма. Анализом маркер- особина утврђена је, у условима стреса високо значајна веза приноса са маркером GBM1516 на хромозому 7Н, а у контролним условима са маркером GBM1031 лоцираним на хромозому 3Н. На основу дендограма између линија и сорти пореклом из истих оплемењивачких институција уочено је сужавање генетичке дивергентности.

За ширу производњу на подручју Републике Србије, где се суша јавља у периоду наливања зрна предност у гајењу треба дати дворедим генотиповима (сортама Макса и НС565). Поред тога, у будућим укрштањима више пажње треба обратити на потенцијалане комбинације где би се генотипови високог потенцијала за принос (ИБПС/04-22, Јагодинац, ЗП34/П, ЗП12/И) укрштали са генотиповима толерантним на сушу (Макса, НС565, Бореале).

У поглављу *Литература* наведен је списак од 254 референци које су ускладу са стандардима за цитирање..

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Весне Кандић, дипл.инж., представља оригинални самостални научни рад из генетике и оплемењивања јечма. Одабрана тема дисертације је актуелна и значајна како за науку тако и за праксу. Кандидаткиња је пошла од исправно постављених хипотеза и обимне литературе. Основни циљ дисертације је био да се коришћењем различитих статистичких метода изврши оцена 25 генотипова јечма на отпорност према суши, а да се на основу добијених резултата издвоје и препоруче најбољи генотипови за ширење у производњи у процесу хибридизације.

Весна Кандић је утврдила у својој дисертацији да је у условима симулиране терминалне суше дошло до значајног смањења приноса код дворедих и код шесторедих форми јечма, али да на просторима Србије предност у гајењу ипак треба дати дворедим

генотиповима. Издвојени су најприноснији генотипови у условима стреса као што су: Макса , НС 565, Бореале. На основу праћења динамике наливања зрна показало се да је скраћење периода наливања и интензивније наливање у почетним фазама механизам којим биљке избегавају негативне последице стреса. Мултиваријационом анализом као најстабилнији издвојили су се двореди генотипови јечма: Јагодинац, Кристал, ПКБ Пиван и Рекорд. На основу свих резултата предложене су потенцијалне комбинације укрштања где би се генотипови високог потенцијала за принос (ИБСП/04-22, Јагодинац, ЗП34/П, ЗП12/И) укрштали са оним толерантним на сушу (Макса, НС565, Бореале)

Докторска дисертација написана је у складу са пријавом дисертације.

На основу свега претходно наведеног, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију дипл.инж. Весне Кандић под насловом „Оцена генотипова јечма на отпорност према суши у фази наливања зрна“ и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји ову позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Београд, 28.05.2015.

Чланови Комисије:

др Гордана Шурлан Момировић, редовни професор у пензији, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду (ужа научна област Генетика)

др Дејан Додиг, научни саветник, Институт за кукуруз „Земун Поље“ (ужа научна област Генетика и оплемењивање биљака)

др Драган Перовић, виши научни саветник, Institut Julius Kuen (JKI) Federal Research Center for Cultivated Plants, Institute for Resistance research and Stress Tolerance, Quedlinburg, Немачка (ужа научна област Генетика и оплемењивање биљака)

др Славен Продановић, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду (ужа научна област Оплемењивање биљака)

др Гордана Бранковић, доцент, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду (ужа научна област Генетика)

Прилог:

Рад кандидата објављен у часопису који је на SCI листи:

Šurlan- Momirović G., Kramer I., Bratković K., Zorić M., Momirović U., Branković G., Čalić I., **Kandić V.**, Pržulj N., Ordon F., Perović D. (2013): Molecular characterization of barley (*Hordeum vulgare* L.) accessions of the Serbian Genebank by SSR fingerprinting. *Genetika*, Vol. 45, No.1,167-180.