

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

Датум: 28. 1.2016.

**Предмет:** Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације мр Драгане Бранковић Радојчић

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду од 27. јануара 2016. године, именована је Комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације мр Драгане Бранковић Радојчић под насловом: «Интеракција генотип x средина и стабилност приноса и компонената приноса зрна комерцијалних хибрида кукуруза».

Комисија у саставу: др Томислав Живановић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Гордана Шурлан Момировић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, у пензији, др Горан Тодоровић, научни саветник, Институт за кукуруз „Земун Поље“, др Славен Продановић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и др Јелена Срдић, виши научни сарадник Институт за кукуруз „Земун Поље“, прегледала је и оценила докторску дисертацију и подноси следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **1. Општи подаци о докторској дисертацији**

Докторска дисертација Драгане Бранковић-Радојчић написана је на 110 страница, у оквиру којих се налази 38 табела, 4 графикона и 1 слика. Испред основног текста налази се резиме са кључним речима на српском и енглеском језику, као и приказ садржаја. У докторској дисертацији је цитирано и у литератури наведена 161 референца.

Дисертација се састоји из следећих поглавља: 1. Увод (стр. 1-2), 2. Циљ истраживања (3), 3. Преглед литературе (стр. 4-25), 4. Радна хипотеза (стр. 26), 5. Материјал и метод рада (стр. 27-41), 6. Резултати истраживања и дискусија (стр. 42-94), 7. Закључак (стр. 95-97) и 8. Литература (стр. 98-110).

## 2. Приказ и анализа докторске дисертације

У **Уводу** докторска дисертације Драгане Бранковић-Радојчић истиче значај кукуруза у свету и у које се све сврхе кукуруз користи. Такође се говори о самим почевима модерне селекције кукуруза и њеном напредку до данас, као и о томе које све услове треба да испуни нов хибрид како би се одржао на тржишту. Одабир супериорних хибрида кукуруза је веома отежан услед утицаја средине па се селекционери кукуруза труде да тестирају хибриде на што више локалитета и помоћу разних статистичких метода како би се уверили у стабилност и адаптабилност створеног материјала.

**Циљ** ове докторске дисертације је да процени интеракцију генотип  $\times$  средина за 36 комерцијалних хибрида кукуруза различитих FAO група зрења, на 8 локалитета, током 3 године испитивања и да утврди интензитет ових интеракција. Анализа интеракција треба да омогући издвајање појединачних генотипова који су показали највећу стабилност и потенцијал за принос зрна у различитим условима гајења.

У поглављу **Преглед литературе** изнети су доступни литерарни извори из области која је предмет проучавања ове докторске дисертације. У овом поглављу кандидаткиња даје историјски преглед ширења и гајења кукуруза, његово повећање приноса током година до сада као и пројекције раста приноса у наредном периоду. Посебна пажња посвећена је компонентама приноса и њиховој међузависности са приносом. На принос као најсложенију особину највећи утицај има генетички потенцијал родности, услови средине у којима се одређени хибриди гаје као и утицај интеракције генотипа и средине. Описане су неке од метода за тестирање интеракције генотип  $\times$  средина, помоћу којих би се што поузданије издвојили најроднији и најстабилнији генотипови.

Драгана Бранковић Радојчић је у **Радној хипотези** пошла од претпоставке да разлике у генетичкој основи проучаваних хибрида кукуруза, условљавају различиту реакцију на променљиве факторе средине, што се огледа кроз различиту стабилност приноса и компонента приноса зрна коју хибриди испољавају. На основу те претпоставке, могуће је у овој дисертацији извршити одабир хибрида кукуруза према стабилности приноса и компонента приноса зрна, односно издвојити ону хибридну комбинацију код које принос и компоненте приноса зрна најмање варирају под утицајем фактора средине. Такође, могуће је за сваки од испитиваних локалитета, који репрезентују одређено производно подручје кукуруза, дефинисати хибридне комбинације које су се најбоље адаптирале на услове средине које карактеришу ове локалитете или шира производна подручја.

У поглављу **Материјал и методе** рада анализирано је 36 хибрида кукуруза, FAO групе зрења 300-700 (ZP341, AS31, PR37N01, PR37F73, ZP434, NS4030, AS42, AS44, PR36K67, PR36B08, LG Agrister, KWS Luče, ZP505, NS5020, AS51, AS54, AS55, AS57, PR35P12, PR35F38, DKC5783, LG Poncho, ZP666, NS6030, AS62, AS66, AS72, AS6M10, PR34N43, LG Guadiana, PR34B23, KWS Kermes, R.A.G.T. Turexx, NS7020, AS73, PR32D12), из 8 селекционих компанија („Институт за

кукуруз Земун Поље“; „Институт за ратарство и повртарство Нови Сад“; „АС Хибриди д.о.о.“; „Pioneer HyBred“; „DeKalb“; „Limagrain“; „KWS“ и „R.A.G.T.“). Оглед је постављен на 8 локалитета и то на огледним пољима: Пољопривредне стручне службе Кикинда, „Агроинститута“ у Сомбору, Средње пољопривредне школе у Свилајнцу, Института „Петар Дрезгић“ у Сремској Митровици, Института „Тамиш“ у Панчеву, Пољопривредне стручне службе у Сенти и код самосталних пољопривредних произвођача у Шимановцима и Лозници, током три године (2011, 2012 и 2013), по потпуно случајном блок систему (RCBD). Хибриди у оледу су посејани у три понављања, са посебним рандомизацијама унутар понављања за сваки локалитет, како би се искључили ефекти интеракције генотип x генотип (GxG). Са обе стране огледа су посејана по 2 заштитна реда. Површина елементарне парцеле износила је 13,09 m<sup>2</sup> са 62.643 биљака/ha и обухватала је четири реда са по 41 биљком, а за анализу су били коришћени само средњи редови, док су рубни редови били заштита за сваку парцелицу понаособ. Међуредно растојање од 0,76 m је било прилагођено машинској сетви огледа сејалицом типа „Wintersteiger Plotking 2600“ и механизованој берби огледа комбајном „Hege 180“ са системом одваге „Harvestmaster-Classic Grain Gage 1000“, а растојање између биљака у реду износило је 0,21 m. На свим локалитетима и у свим годинама су праћене следеће агрономске особине: принос зрна JUS стандард (t/ha), садржај влаге у зрну у моменту бербе (%), док су на пет локалитета (Кикинда, Сомбор, Шимановци, Лозница и Свилајнац), током 2 године (2011 и 2012), праћене следеће компоненте приноса зрна: дужина клипа (cm), број редова зрна, број зрна у реду и маса 1000 зрна (kg).

Статистичко-биометријска обрада података урађена је анализом варијансе (ANOVA) трофакторијалног огледа (година/локалитет/генотип), према фиксном моделу (STEEL и TORRIE, 1960). За утврђивање нивоа сигнификантности приноса зрна и компонената приноса зрна, између генотипова, локалитета и њихових интеракција коришћена је: појединачна анализа података за сваку годину понаособ, унутар испитиваних локалитета; појединачна анализа података за сваки локалитет понаособ, унутар година испитивања и комбинована анализа огледа (година x локалитет), како би се утврдиле разлике између генотипова у датим срединама.

У анализи интеракције генотип x средина коришћене су непараметарске методе, а сама анализа је урађена у три фазе:

1. Тестирање постојања интеракције генотип x средина, помоћу четири непараметарске методе према HÜHN-у (1996): Bredenkamp, Hilderbrand, Kubinger и Van der Laan и De Kroon метод.
2. Утврђивање стабилности генотипа помоћу четири непараметарска параметра стабилности (HÜHN, 1990):  $Si^{(1)}$  – просечне разлике рангова у различитим срединама,  $Si^{(2)}$  – варијансе рангова,  $Si^{(3)}$  – релативног одступања у односу на просечан ранг и  $Si^{(6)}$  – релативног одступања у односу на просечан ранг.
3. Корелација резултата између испитиваних особина и параметара стабилности, као и самих параметара стабилности је утврђена уз помоћ Spearman-овог коефицијента корелације ранга  $r_s$ .

За анализу интеракције генотип x средина коришћен је АММИ (*Additive Main Effects and Multiplicative Interactions*) модел. АММИ анализа је урађена применом R software, verzija 2.15.2 (R Development Core Team, 2005).

Поглавље **Резултати истраживања и дискусија** представља најважнији део докторске дисертације мр Драгане Барнковић Радојчић, где су размотрени резултати истраживања и упоређени са резултатима других аутора који су радили на истој или сличној проблематици.

Резултати истраживања и дискусија се састоје од 4 потпоглавља. У првом потпоглављу **Средње вредности и анализа варијансе** је анализом варијансе (ANOVA) утврђена статистички висока значајност главних - адитивних ефекта средине (година-локалитет, *E*), генотипа (*G*) и неадитивне интеракције генотип x средина (*GxE*), за све проучаване агрономске особине у овом раду. Статистички високо значајно варирање података за принос зрна кукуруза је и очекивано, имајући на уму три веома различите производне године, како по количини, тако и по распореду падавина током вегетационог периода. Нарочито је била значајна разлика у количини падавина, релативној влажности ваздуха и средњој дневној температури у појединим критичном фазама развоја кукуруза, пре свега у фази опрашивања, оплодње и наливања зрна у периоду јул-август.

Од свих 36 комерцијалних хибрида кукуруза испитиваних у овом раду, највиши принос зрна, током 3 године испитивања на 8 локалитета, остварио је хибрид LG Guadiana (10,877 t/ha), док је нанижи принос зрна утврђен код хибрида NS5020 (8,705 t/ha). Најнижи садржај воде у зрну кукуруза имао је хибрид FAO 300 групе зрења PR37F73 (14,73%), док је највиши садржај воде у зрну кукуруза утврђен код хибрида FAO 600 групе зрења R.A.G.T. Tugexx (20,67%). Дужина клипа хибрида кукуруза у овом раду се кретала од 22,33 cm код хибрида ZP505 до 18,45 cm код хибрида AS44. Највећи просечан број редова зрна, за све испитиване средине утврђен је код хибрида AS72 (19,9), а најмањи код хибрида ZP434 и NS6030 (14,2). Највише зрна у реду, остварио је хибрид са најдужим клипом ZP505 (44,2), док је најнижа вредност за ову особину утврђена код хибрида PR36B08 (33,6). Најнижа измерена вредност за масу 1000 зрна била је код хибрида AS72 (0,217 kg) који је имао просечно највећи број редова зрна, а највиша код хибрида NS7020 (0,301 kg).

Вредности коефицијената варијације, за све испитиване средине (године-локалитете), кретао се у интервалу од 7,41% код особине дужина клипа кукуруза до 18,89 % код особине маса 1000 зрна, док је за најважнију особину испитивану у овом раду, принос зрна кукуруза, коефицијент варијације износио 13,80, што говори да је овај оглед изведен медодолошки коректно, те да се резултати огледа могу сматрати репрезентативним.

Кандидаткиња је своје резултате поткрепила доступним литерарним наводима који указују да су високо статистички значајне разлике у просечним вредностима приноса између година очекиване и оправдане, и да указују на велики утицај климатских фактора током вегетације на формирање висине приноса зрна, што потврђује и значајност интеракције генотип x локација и у овом раду, и јасно указује на варијабилност приноса под утицајем средине.

У другом потпоглављу **Непараметарске статистичке анализе** је на основу методе по Bredenkamp-у, утврђено постојање интеракције генотип  $\times$  средина које нису унакрсне, за принос зрна кукуруза и све компоненте приноса зрна праћене у овом раду, док су за особине садржај влаге у зрну, дужина клипа кукуруза и број редова зрна, за метод по Van der Laan-у и De Kroon-у, утврђене статистички високо значајне унакрсне интеракције E(G) типа, односно T2, док за G(E), односно T1, интеракције нису установљене. Постојање интеракције је оправдало даље разматрање параметара стабилности испитиваних хибрида кукуруза.

За особину принос зрна кукуруза најстабилнији хибриди кукуруза, на основу непараметарске статистичке анализе, су били: AS51 на основу вредности просечне разлике рангова у различитим срединама  $S_i(1)=8,80$  и варијансе рангова  $S_i(2)=60,70$ , а на основу параметара релативног одступања у односу на просечан ранг хибриди ZP434  $S_i(3)=27,40$  и AS73  $S_i(6)=3,25$ . Такође, најстабилнији хибриди у огледу су били: AS54 према параметрима ( $S_i(1)=8,17$  и  $S_i(2)=50,40$ ), и PR37F73 према параметрима ( $S_i(3)=3,00$  и  $S_i(6)=0,84$ ) за особину садржај влаге у зрну; затим PR35F38 према параметрима ( $S_i(1)=9,07$  и  $S_i(2)=57,80$ ), и AS44 према параметрима ( $S_i(3)=3,00$  и  $S_i(6)=0,73$ ) за особину дужина клипа кукуруза; PR36K67 према параметрима ( $S_i(1)=8,73$  и  $S_i(2)=57,90$ ), и NS6030 према параметрима ( $S_i(3)=1,30$  и  $S_i(6)=0,48$ ) за особину број редова зрна; PR35F38 према параметрима ( $S_i(1)=6,58$  и  $S_i(2)=39,10$ ), и PR36B08 према параметрима ( $S_i(3)=2,00$  и  $S_i(6)=0,63$ ) за особину број зрна у реду и ZP434 према параметрима ( $S_i(1)=7,71$  и  $S_i(2)=42,00$ ), и AS44 према параметрима ( $S_i(3)=7,40$  и  $S_i(6)=1,40$ ) за особину маса 1000 зрна.

У погледу процене најстабилнијих и најнестабилнијих хибрида кукуруза, за сваку FAO групу зрења појединачно, као и збирно за цео оглед у највећем броју случајева се поклапају параметри стабилности  $S_i(1)$  и  $S_i(2)$ , са једне стране и  $S_i(3)$  и  $S_i(6)$ , са друге стране. Комплементарне резултате су добили и други аутори, који су за различите биљне врсте процењивали параметре стабилности приноса и других агрономских особина.

Приликом анализе добијених података, уочено је да већина хибрида који су имали најбоље резултате на основу средњих вредности, не показују стабилност на основу вредности параметара стабилности. Најроднији хибриди нису били и најстабилнији, пошто је на родност хибрида, поред генетичког потенцијала, велики утицај имала и средина у којој су се гајили, тако да су једни хибриди били приноснији у једној, а други у другој средини.

У трећем потпоглављу **Spearman-ов коефицијент корелације ранга** се на основу добијених резултата сва четири параметра стабилности за све наведене особине, јасно издвајају две групе параметара  $S_i(1)$  (просечна разлика рангова у различитим срединама) и  $S_i(2)$  (варијанса рангова), који чине прву групу и  $S_i(3)$  и  $S_i(6)$  (релативно одступање у односу на просечан ранг) који формирају другу групу параметара стабилности. Овакво груписање параметара су уочили и многи други истраживачи који су користили ове параметре.

У четвртом подпоглављу **АММИ анализа приноса зрна кукуруза** је на основу анализе варијансе АММИ модела утврђено да су средине квадрата хибрида и средина (година-локалитет), као и њихова интеракција биле високо статистички значајне за особину принос зрна кукуруза. У укупној суми квадрата средине учествују са 78,90 %, генотип са 6,10 %, док удео интеракције у суми квадрата третмана износи 6,92 %, те се применом само ANOVA модела и занемаривањем интеракцијског ефекта губи добар део корисне информације огледа.

На основу АММИ1 модела, хибриди са изнад-просечном вредношћу приноса зрна од општег просека били су : LG Guadiana, R.A.G.T. Tyгexx, AS72, DKC5783, LG Poncho, AS66, NS6030, ZP505, AS54, PR32D12, PR34N43, PR35P12, Agrister, PR36K67, PR37N01, PR37F73, PR35F38 и NS7020; хибриди са испод-просечном вредношћу приноса зрна од општег просека били су: ZP666, AS51, NS5020, Луће, AS44, AS6M10, NS4030, AS62, AS55, AS73, AS31, ZP434, ZP341, PR36B08 и AS42; док су хибриди: KWS Kermes, PR34B23 и AS57 имали просечну вредност приноса зрна блиску општем просеку. Најстабилнији хибриди су били AS54 и NS4030, али уједно и испод-просечно приносни, док је најнестабилнији био хибрид AS66, иако изнад-просечно приносан.

У односу на прву интеракцијску осу издваја се специфична интеракција хибрида NS6030, AS66, Kermes, PR34B23, NS7020 и ZP505 и локалитета Панчево, затим хибрида AS57, PR32D12 и DKC5783 и средина Сента и Кикинда, као и хибрида AS42 и средине Сомбор.

Положајем и дужином вектора средина на АММИ2 биplotу потврђена је значајност интеракције у Лозници и Сомбору, док је најмањи допринос интеракцији на принос зрна кукуруза утврђен у срединама Кикинда и Сремска Митровица.

На основу АММИ2 анализе, сличност у интеракцији су имали Свилајнац и Сента са специфичном позитивном интеракцијом за хибриде: NS4030, AS62, AS 73, PR 34N43, AS57, AS31, AS6M10, потом Лозница и Панчев за хибриде: ZP666, PR34B23, AS66, AS72, ZP505, Кикинда и Сомбор за хибриде: Agrister, AS55, AS54, PR32D12, PR35P12 и Сремска Митровица и Шимановци за хибриде: AS42, PR36K67, PR37F73, PR36B08, AS31, PR37N01, ZP341 и ZP434.

У поглављу **Закључак** кандидаткиња је у кратким тезама изнела најрелевантније чињенице до којих је дошао на основу својих проучавања. На основу ове трогодишње анализе закључује се да су различити хибриди кукуруза постизали највише приносе зрна у различитим срединама, те да рејонизација производног подручја и идентификација генотипова са већом фенотипском стабилношћу може допринети унапређењу укупне производње кукуруза.

Од свих 36 комерцијалних хибрида кукуруза испитиваних у овом раду, највиши принос зрна, током 3 године испитивања на 8 локалитета, остварио је хибрид LG Guadiana (10,877 t/ha), док је нанижи принос зрна утврђен код хибрида NS5020 (8,705t/ha).

Вредности коефицијената варијације, за све испитиване средине (године-локалитете), кретао се у интервалу од 7,41 % код особине дужина клипа кукуруза до 18,89 % код особине маса 1000 зрна, док је за најважнију особину испитивану у овом раду, принос зрна кукуруза, коефицијент варијације износио 13,80, За особину принос зрна кукуруза најстабилнији хибриди кукуруза, на основу

непараметарске статистичке анализе, су били: AS51 на основу вредности просечне разлике рангова у различитим срединама  $Si(1)=8,8$  и варијансе рангова  $Si(2)=60,7$ , а на основу параметара релативног одступања у односу на просечан ранг хибриди ZP434  $Si(3)=27,4$  и AS73  $Si(6)=3,253$ .

На основу анализе варијансе АММИ модела утврђено је да су средине квадрата хибрида и средина (година-локалитет), као и њихова интеракција биле високо статистички значајне за особину принос зрна кукуруза. У укупној суми квадрата средине учествују са 78,90 %, генотип са 6,10 %, док удео интеракције у суми квадрата третмана износи 6,92 %, те се применом само ANOVA модела и занемаривањем интеракцијског ефекта губи добар део.

На основу АММИ модела, хибриди са изнад-просечном вредношћу приноса зрна од општег просека били су : LG Guadiana, R.A.G.T. Tyrex, AS72, DKC5783, LG Poncho, AS66, NS6030, ZP505, AS54, PR32D12, PR34N43, PR35P12, Agrister, PR36K67, PR37N01, PR37F73, PR35F38 и NS7020

На основу ове трогодишње анализе закључује се да су различити хибриди кукуруза постизали највише приносе зрна у различитим срединама, те да рејонизација производног подручја и идентификација генотипова са већом фенотипском стабилношћу може допринети унапређењу укупне производње кукуруза.

У поглављу **Литература** наведен је списак од 161 референци које су у докторској дисертацији коришћене као основ за примењене методе истраживања и за поређење добијених резултата са другим истраживањима. Референце су сложене по абecedном реду и написане правилно, у складу са прихваћеним стандардима за навођење.

### **3. Закључак и предлог**

На основу поднете пријаве у којој су наведени предмет, циљ, полазне хипотезе и методе истраживања, сматрамо да је кандидат изабрао веома интересантну тему која представља мултидисциплинарни приступ у оквиру оплемењивања кукуруза. Истраживања у докторској дисертацији обављена су у потпуности према програму предвиђеном у пријави.

У овој докторској дисертацији је на основу непараметарских метода утврђена стабилност приноса и његових компонената 36 хибрида кукуруза у различитим срединама. На основу АММИ модела издвојени су најстабилнији хибриди кукуруза за гајење у одређеним производним рејонима Србије.

Ова докторска дисертације треба да буде од користи како селекционерима кукуруза, за што боље разумевање интеракције генотип x средина, која је од изузетног значаја у свим оплемењивачким програмима, тако и самим пољопривредним произвођачима при избору хибрида кукуруза за сетву о одређеном производном подручју, будући да су у раду праћени тренутно најзаступљенији хибриди кукуруза на домаћем тржишту како из домаћих тако и из иностраних селекционих компанија.

Узимајући у обзир све наведено, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију мр Драгане Бранковић-Радојчић под насловом: «Интеракција генотип х средина и стабилност приноса и компонената приноса зрна комерцијалних хибрида кукуруза» и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета и Београду да ову оцену усвоји, чиме би си пружила могућност кандидату да приступи јавној одбрани ове докторске дисертације.

Београд, 28.1. 2016.

Чланови Комисије:

Др Томислав Живановић, ред. проф. Пољопривредног факултета Универзитета у Београду (ужа научна област генетика)

Др Гордана Шурлан-Момировић, ред. проф. у пензији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду (ужа научна област генетика)

Др Горан Тодоровић, научни саветник Института за кукуруз Земун Поље (ужа научна област оплемењивање биљака)

Др Славен Продановић, ред. проф. Пољопривредног факултета Универзитета у Београду (ужа научна област генетика оплемењивање биљака)

Др Јелена Срдић, виши научни сарадник Института за кукуруз Земун Поље (ужа научна област оплемењивање биљака)



Рад објављен у часопису са SCI листе

Vančetović J., Vidaković M., Babić M., D. Branković Radojčić, S.Božinović, Stevanović M.  
(2009): „*The effect of cycloxydim tolerant maize (CTM) alleles on grain yield and agronomic traits of maize single corss hybrid*“. Maydica, 54: 91-95.