

Procjena stabilnosti kvantitativnih svojstava kukuruza

Babić, Vlado

Doctoral thesis / Disertacija

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:413097>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vlado Babić, dipl. ing.

**PROCJENA STABILNOSTI KVANTITATIVNIH
SVOJSTAVA HIBRIDA KUKURUZA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2014.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vlado Babić, dipl. ing.

**PROCJENA STABILNOSTI KVANTITATIVNIH
SVOJSTAVA HIBRIDA KUKURUZA**

Doktorska disertacija

Osijek, 2014.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vlado Babić, dipl. ing.

**PROCJENA STABILNOSTI KVANTITATIVNIH
SVOJSTAVA HIBRIDA KUKURUZA**

Doktorska disertacija

Mentor: prof. dr. sc. Vlado Guberac

Članovi povjerenstva:

1. Prof. dr. sc. Milutin Bede, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, predsjednik i član
2. Prof. dr. sc. Vlado Guberac, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, mentor i član
3. Dr. sc. Ivan Brkić, znanstveni savjetnik, Poljoprivredni institut Osijek, član

Osijek, 2014.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Vlado Babić, dipl. ing.

**PROCJENA STABILNOSTI KVANTITATIVNIH
SVOJSTAVA HIBRIDA KUKURUZA**

Doktorska disertacija

Mentor: prof. dr. sc. Vlado Guberac

Javna obrana doktorske disertacije održana je u srpnju 2014. godine pred Povjerenstvom za obranu:

1. Prof. dr. sc. Milutin Bede, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, predsjednik i član
2. Prof. dr. sc. Vlado Guberac, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, mentor i član
3. Dr. sc. Ivan Brkić, znanstveni savjetnik, Poljoprivredni institut Osijek, član

Osijek, 2014.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Poslijediplomski doktorski studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

UDK: 633.15:575.827

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Oplemenjivanje bilja

Procjena stabilnosti kvantitativnih svojstava kukuruza

Vlado Babić, dipl. ing.

Rad je izrađen na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Vlado Guberac

Praktično oplemenjivanje kukuruza ima za cilj stvaranje hibrida koji po svojim agronomskim svojstvima nadmašuju proširene standarde u određenom uzgojnom području. Superiorni hibrid moguće je detektirati jedino ispitivanjem na više različitih lokacija i tijekom više godina, odnosno procjenom stabilnosti svakog pojedinog hibrida. Stabilan genotip odlikuje se malom interakcijom genotip $\times$ okolina. Za objašnjenje ove interakcije korištene su metode kvantitativne analize koje sumiraju reakcije genotipa na različitim lokacijama i u različitim godinama. Ove metode se temelje na varijanci $G \times E$ interakcije, regresiji ili varijanci odstupanja od regresije, koeficijentu determinacije, ekovalenci i slično. Analizirana su svojstva prinosa zrna sa 14 % vlage i sadržaj vode u zrnu prije berbe kod hibrida iz raznih heterotičnih skupina. Kod izbora hibrida u cilju povećanja prinosa zrna i stabilnosti prinosa, koji se obavlja na temelju više različitih okolina, može se preporučiti korištenje pokazatelja kao što su indeks stabilnosti prinosa, te umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti. Navedeni pokazatelji se jednostavno izračunavaju, a koeficijenti ranga korelacija ukazuju na njihovu povoljnu vezu s prinosom zrna i pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa u svim istraživanim FAO grupama i hibridima. Dobiveni rezultati ukazuju na značaj okoline za proizvodnju i izbor hibrida, odnosno na činjenicu da će vjerojatnost za izbor rodnijih i stabilnijih hibrida biti veća ako se temelji na rezultatima ostvarenim u manje povoljnim okolinama. U svim FAO grupama ispitivani pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu su značajni jer se izborom na temelju pokazatelja stabilnosti može smanjiti sadržaj vode, posebno u okolinama gdje sadržaj vode u zrnu predstavlja ograničavajući čimbenik uzgoja kukuruza.

Broj stranica:	157
Broj grafova:	18
Broj tablica:	34
Broj literaturnih navoda:	80
Jezik izvornika:	hrvatski

Ključne riječi: kukuruz, kvantitativna svojstva, prinost, stabilnost

Datum obrane: 18. srpnja 2014.

Povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Milutin Bede – predsjednik i član
2. Prof. dr. sc. Vlado Guberac – mentor i član
3. Dr. sc. Ivan Brkić – član

Rad je pohranjen u:

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agriculture in Osijek

Postgraduate study: Agricultural Sciences

Course: Plant Breeding and Seed Production

UDK: 633.15:575.827

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch: Plant Breeding

Stability assessment of quantitative traits in maize

Vlado Babić, dipl. ing.

Thesis performed at Faculty of Agriculture in Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Menthor: Prof. dr. sc. Vlado Guberac

Objective of classic maize breeding is developing hybrids with superior agronomic traits that exceed standard hybrids that are already in the market of particular growing region. The only way to detect a superior hybrid is to estimate hybrid performance through multiple locations and years (stability assessment of every particular hybrid). Interaction of genotype and environment ($G \times E$) causes small effects on stable genotypes. Methods of quantitative analysis that sum genotype reactions to various locations and years were applied for interpretation of $G \times E$ interaction. These methods are based on $G \times E$ interaction variance, regression or regression deviation variance, coefficient of determination, ecovalence etc. Analyzed traits with hybrids from various heterotic groups were grain yield (14 % kernel moisture) and grain moisture content before harvest. With hybrid selection in order to increase grain yield and yield stability (based on hybrid performance in multiple environments), some indicative factors such as yield stability index and product of relative grain yield and yield stability are recommended. These factors are easy to calculate, and correlation range coefficients indicate their positive correlation with grain yield and certain stability factors in all estimated FAO groups and hybrids. Results point out significance of environment for maize selection and production, and also they point out the fact that probability for selection of better and more stable hybrids will be increased if based on results from less favourable environments. In all FAO groups grain moisture stability estimates were significant. Selection based on stability estimates can decrease grain moisture content, especially in environments where grain moisture content is a limiting factor in maize production.

Number of pages: 157

Number of graphics: 18

Number of tables: 34

Number of references: 80

Original in: Croatian

Key words: maize, quantitative traits, yield, stability

Date of the thesis defense: July 18, 2014

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. Milutin Bede, professor – president and member
2. Prof. dr. sc. Vlado Guberac, professor – menthor and member
3. Dr. sc. Ivan Brkić – member

Thesis deposited in:

National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

ZAHVALE

Na velikoj pomoći, suradnji i vodstvu tijekom izrade doktorskog rada zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Vladi Gubercu, dekanu Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, koji me poticao, ohrabrivao i potpomagao savjetima do samog kraja.

Dr. sc. Ivanu Brkiću zahvaljujem na pomoći pri odabiru lokacija za provođenje pokusa i vrlo korisnim iskustvima u eksperimentalnom radu na kukuruzu koja je strpljivo i nesebično davao (prenosio). Koristim prigodu da se zahvalim svim djelatnicima Odjela za oplemenjivanje kukuruza, kao i ravnatelju Poljoprivrednog instituta u Osijeku na svekolikoj pomoći, bez koje ovo istraživanje ne bi bilo moguće.

Ogromnu zahvalnost iskazujem prof. dr. Sonji Marić na susretljivosti, razumijevanju i stalnoj pomoći pri izradi ovog rada.

Riječi zahvale upućujem svima koji su svojim savjetima, prijedlozima i podrškom doprinijeli realizaciji ovog rada.

Na kraju, zahvaljujem se mojoj obitelji i prijateljima na velikoj ljubavi, bezuvjetnoj potpori, strpljenju i razumijevanju, te neizmjernoj pomoći i vjeri u uspjeh.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	3
3. PREGLED LITERATURE.....	4
4. MATERIJAL I METODE.....	13
4.1. Podrijetlo linija i hibrida.....	13
4.2. Opis pokusa.....	15
4.3. Metode biometričke analize.....	16
5. KLIMATSKE PRILIKE.....	25
6. REZULTATI.....	29
6.1. Prinos zrna hibrida FAO grupe 400.....	29
6.2. Prinos zrna hibrida FAO grupe 500.....	43
6.3. Prinos zrna hibrida FAO grupe 600.....	56
6. 4. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupa 400, 500 i 600.....	71
6. 4. 1. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 400.....	72
6. 4. 2. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 500.....	83
6. 4. 3. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 600.....	95
7. RASPRAVA.....	107
7. 1. Prinos zrna.....	107
7. 2. Sadržaj vode u zrnu.....	130
8. ZAKLJUČAK.....	142
9. POPIS LITERATURE.....	146
SAŽETAK (SUMMARY).....	153
PRILOZI.....	155
ŽIVOTOPIS.....	158

1. UVOD

Suvremena proizvodnja kukuruza podrazumijeva visoku razinu produktivnosti koju je moguće realizirati korištenjem stabilnih hibrida, odgovarajuće dužine vegetacije s visokim genetskim potencijalom rodnosti, koji se odlikuju zadržavanjem te superiornosti u različitim agroekološkim uvjetima.

Praktično oplemenjivanje kukuruza ima za cilj stvaranje linija koje će u specifičnim kombinacijama dati hibride koji po svojim gospodarskim svojstvima nadmašuju proširene standarde u nekom uzgojnom području (**Brkić**, 1996.). Idealan hibrid bi u svim okolinama trebao ostvarivati jednako visok prinos, što se praktično nikada ne događa jer različiti genotipovi ne reagiraju jednako na različite okoline s obzirom na postojanje interakcije genotipa i okoline (*genotype* × *environment*, G×E ili GE interakcija). To znači da je superiorni genotip moguće detektirati jedino ispitivanjem hibrida na više različitih lokacija i tijekom više godina, što neminovno dovodi do potrebe procjene stabilnosti svakog pojedinog genotipa. Stabilan genotip se odlikuje malom interakcijom genotip×okolina, dok kod manje stabilnih genotipova ova interakcija ima veću vrijednost (**Becker i Léon**, 1988.; **Zdunić**, 1998.; **Gunjača**, 1997.).

Prioritetni cilj svih oplemenjivačkih programa je procjena gospodarske vrijednosti novostvorenih genotipova. Uslijed velike konkurencije na tržištu sjemena, danas samo izuzetno dobri hibridi kukuruza imaju gospodarsku vrijednost. Moderan komercijalni hibrid je visokoprinosan i kvalitetan, a ujedno ga odlikuje i visoka postojanost (stabilnost) svojstava od interesa u različitim okolinskim uvjetima. Stabilan genotip odlikuje se malom interakcijom genotipa i okoline, dok kod manje stabilnih i nestabilnih genotipova ta interakcija ima veću vrijednost. Za objašnjenje ove interakcije koriste se metode analize stabilnosti koje sumiraju reakcije genotipa na različitim lokacijama i godinama. Problem stabilnosti nije lako jednoznačno odrediti stoga postoji niz različitih metoda za procjenu. Metode se temelje na varijanci GE interakcije, na regresiji ili varijanci odstupanja od regresije, na koeficijentu determinacije, ekovalenci i slično.

Procjena genetskih parametara adaptabilnosti i stabilnosti ima prvorazredan značaj kod odabira hibrida koji se praktično koriste duži niz godina u različitim proizvodnim područjima i klimatskim uvjetima. Vezano za ovu problematiku **Fox** (1993.) podržava opće poznati koncept **Allarda i Bradshawa** (1964.) koji razdvajaju variranje okolinskih činitelja uvjetovanih razlikom u lokacijama od onih uvjetovanih razlikom u klimatskim prilikama. Lokacijsko variranje smatraju predvidljivim pa se genotipovi prema njima moraju prilagoditi (adaptirati). Prema tome, genotipovi koji se mogu dobro prilagoditi različitim lokacijama nazivaju se adaptabilnim genotipovima. Drugo (klimatsko) variranje smatra se nepredvidljivim, pa svojstvo genotipa da zadrži postojan prinos u različitim klimatskim prilikama (godinama) mnogi autori nazivaju stabilnost (**Wricke**, 1962., **Milas**, 1983., **Gunjača**, 1997. i drugi). Idealan genotip prema **Eberhartu i Russellu** (1966.) mora imati što veći prosječni prinos (koeficijent regresije $b_i = 1.00$) i što manju varijancu odstupanja od regresije ($s^2_{di} = 0.00$).

Niz autora za procjenu stabilnosti preporučuje ekovalencu (W_i) kao genetski parametar koji predstavlja sumu kvadrata GE interakcije svakog genotipa na svim okolinama. Korištenje ovog parametra preporučuje se zbog svoje preciznosti i jednostavnosti, kao i činjenice da većina ostalih parametara predstavlja samo određene modifikacije ekovalence.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Na temelju određivanja prinosa i sadržaja vode u zrnu u pokusima postavljenima na tri lokacije, kroz dvije godine sa F_1 generacijama križanja OS linija kukuruza, potrebno je analizirati sljedeće parametre:

1. Analizirati prinos i sadržaj vode u zrnu po pojedinim okolinama (godine i lokacije)
2. Procijeniti parametre stabilnosti:
 - Regresija genotipa i okoline (b_i)
 - Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})
 - Ekovalenca (W_i)
3. Definirati hibride povoljne za praktičnu proizvodnju u različitim okolinama

3. PREGLED LITERATURE

Stabilnost kvantitativnih svojstava proučavali su brojni istraživači. **Becker** (1981.) razlikuje biološki i agronomski koncept stabilnosti. Biološki podrazumijeva sposobnost genotipa da zadrži jednake vrijednosti ispitivanih svojstava u različitim okolinama, a agronomski predvidljivu reakciju genotipa na okolinske uvjete.

Eberhart i Russell (1966.) u analizi stabilnosti koriste koeficijent regresije (b_i) i varijancu odstupanja od regresije (s^2_{di}). Autori smatraju da idealan genotip mora imati što veći prosječni prinos, koeficijent regresije $b_i = 1.00$, te varijancu odstupanja od regresije $s^2_{di} = 0.00$. Isti autori naglašavaju da je za vjerodostojne zaključke na osnovu varijance odstupanja od regresije (s^2_{di}) potreban što veći broj okolina dok se zaključci temeljeni na koeficijentu regresije (b_i) mogu donijeti i na manjem broju ali što različitijih okolina. Oni također navode da hibridi kukuruza sa regresijskim koeficijentom $b_i < 1.00$ imaju obično prosječne prinose manje od ukupnog prosjeka i smatraju da postoji pozitivna veza između prosječnog prinosa i regresijskog koeficijenta (b_i).

Wricke (1962.) je predložio ekovalencu (W_i) kao parametar stabilnosti, a ona predstavlja sumu kvadrata GE interakcije svakog genotipa na svim okolinama. Što je udio genotipa u interakciji manji time je veća njegova ekovalenca, odnosno stabilnost. Ekovalencu kao mjeru stabilnosti prinosa koriste i drugi autori zbog pouzdanosti i jednostavnosti izračuna (**Milas**, 1983.; **Vasilj i Milas**, 1984.; **Becker i Léon**, 1988.; **Gunjača**, 1997.; **Abcra i sur.**, 2006.)

Vasilj i Milas (1981.) smatraju da vrijednost, ali i praktična gospodarska raširenost nekog genotipa ne ovisi samo o njegovoj apsolutnoj produktivnosti ili nekom drugom vrijednom svojstvu već i o njegovoj sposobnosti da ta svojstva zadrži na razmjerno visokoj razini i u različitim okolinskim uvjetima (način obrade i gustoća sklopa, vrijeme sjetve, lokacije, godine i slično).

Adeyemo i sur. (1990.) proučavali su stabilnost 21 *topcross* hibrida kukuruza i 7 sortnih hibrida. Kada su koristili b_i i s^2_{di} kao neovisne parametre stabilnosti utvrdili su 28 stabilnih genotipova ali kada su navedeni parametri korišteni zajedno izdvojilo se 20 stabilnih genotipova. Utvrđena je značajna korelacija između visine prinosa i b_i dok korelacija između b_i i s^2_{di} nije bila značajna.

Milas (1983.) i **Gunjača** (1997.) ističu kako je najvažniji kriterij prilikom izbora metoda za procjenu stabilnosti jednostavnost i pouzdanost procjene. Uvjet za ovakav pristup su balansirani setovi podataka. Autori preporučuju za procjenu stabilnosti prinosa koristiti ekovalencu.

Različita reakcija genotipova na okolinske uvjete objašnjava se postojanjem GE interakcije. **Yates i Cochran** (1938.) prvi su pokušali razviti metodu za analizu te interakcije.

Allard i Bradshaw (1964.) razdvajaju variranje okolinskih činitelja uvjetovano razlikom u lokacijama od onog uvjetovanog razlikom u klimatskim prilikama. Prvo (lokacijsko) variranje smatraju predvidljivim, pa se genotipovi prema njima moraju prilagoditi (adaptirati). Dakle, genotipovi koji se mogu dobro prilagoditi različitim lokacijama nazivaju se adaptabilnim genotipovima. Drugo (klimatsko) variranje smatraju nepredvidljivim, pa svojstvo genotipova da zadrže postojan prinos u različitim klimatskim prilikama nazivaju stabilnost.

Fox (1993.) podržava ovaj koncept, te prilagodljivost genotipova različitim lokacijama naziva adaptabilnost, a postojanost genotipova kroz više godina naziva stabilnost. Iz navedenog se vidi da problem stabilnosti i adaptabilnosti nije lako jednoznačno odrediti pa stoga i postoji niz različitih metoda za procjenu istih. Pregled većine metoda dali su **Lin i sur.** (1986.); **Becker i Léon** (1988.); **Romagosa i Fox** (1993.).

Stringfield i Salter (1934.; prema **Becker i Léon**, 1988.) su vjerojatno prvi pokušali koristiti metodu linearne regresije (koeficijent linearne regresije, b_i) za opis specifičnih reakcija genotipova na varijabilne okolinske uvjete. Ovu regresijsku metodu kasnije su opisali **Yates i Cochran** (1938.). Ona se slabo primjenjivala sve dok je **Finlay i Wilkinson** (1963.) nisu ponovno otkrili i primijenili u analizi stabilnosti prinosa u pokusima s ječmom.

Plaisted i Peterson (1959.) računali su varijancu GE interakcije za svaki par genotipova posebno. Srednju vrijednost procijenjenih komponenti varijance GE interakcije za svaki par genotipova koji uključuje određeni genotip koristili su kao mjeru stabilnosti za taj genotip. Što je ona manja time je genotip stabilniji. Budući da ova metoda zahtijeva mnogo računanja kasnije je **Plaisted** (1960.) opisao kraću metodu za procjenu stabilnosti genotipova.

Shukla (1972.) predlaže „varijancu stabilnosti“ (σ^2_i) kao parametar stabilnosti. Ukupnu sumu kvadrata GE interakcije je podijelio za svaki genotip posebno. Genotip je stabilan ako je varijanca genotipa jednaka okolinskoj varijanci. **Kang i Gorman** (1989.) računali su stabilnost 17 hibrida kukuruza ispitivanih na 4 lokacije tijekom 3 godine. Koristili su metodu varijance prema **Shukli** (1972.) i tako determinirali 4 stabilna genotipa. **Francis i Kannenberg** (1978.) su koristili kombinaciju prinosa i koeficijenta varijacije (CV) za određivanje stabilnosti.

Između varijance stabilnosti i ekovalence otkrili su visoku korelaciju za sva proučavana svojstva (slično rangiranje genotipova) dok su između varijance stabilnosti i parametara **Plaisteda i Petersona** (1959.) dobili signifikantnu korelaciju samo za neka svojstva. Autori smatraju da je za računanje stabilnosti i adaptabilnosti bolje primijenili ekovalencu koja zahtijeva manje računanja, nego računati varijancu stabilnosti.

Kang (1988.; prema **Kang i sur.**, 1991.) smatra da je moguća istovremena selekcija na prinos i stabilnost prinosa, s time što je zbog veće sigurnosti prinosa potrebno žrtvovati dio visine prinosa. Ovo bi trebalo garantirati sigurnije prinose po godinama.

Eagles i Frey (1977.) su proučavali stabilnost i adaptabilnost prinosa zobi i pri tome se služili parametrima koje su predložili **Shukla** (1972.) i **Eberhart i Russell** (1966.). Ustanovili su da bi selekcija bazirana na prinosu u više okolina mogla stvoriti linije zobi koje bi bile superiornije u prinosu u raznim okolinama.

Becker i Léon (1988.) su kod pšenice, zobi i ječma istraživali vezu između stabilnosti proučavane kod jednogodišnjih i višegodišnjih rezultata s više parametara. Oni smatraju da je regresijski pristup najčešće korištena metoda za procjenu stabilnosti. Zaključuju da se kod njihovih pokusa niti jedna procjena stabilnosti na temelju jednogodišnjih rezultata ne može koristiti, jer je interakcija GY (genotip $\times$ godina) bila značajno veća od interakcije GE (genotip $\times$ okolina).

Rezultate jednogodišnjih i višegodišnjih pokusa uspoređivali su **Yue i sur.** (1990.; prema **Rozman**, 1994.) kod kukuruza, sirka i pšenice. Parametri b_i i s^2_{di} nisu bili dosljedni među godinama, dok su za varijancu stabilnosti podaci bili slični. Naglašavaju da je b_i prikladniji za ocjenu adaptabilnosti, a s^2_{di} za ocjenu stabilnosti genotipova. Kod sirka se s^2_{di} pokazao kao primjereniji parametar, naročito ako b_i nije bio signifikantan.

Sikora (1973.) je koristeći b_i parametar proučavao stabilnost dva dvolinijska hibrida kukuruza Poljoprivrednog instituta Osijek. Za oba hibrida vrijednost b_i bila je veća od 1.00 (1.18 i 1.20). Zaključio je da su ovi hibridi primjereniji za uzgoj u visokoprinosnim okolinama.

Vasilj i Milas (1981.) su za proučavanje stabilnosti i adaptabilnosti koristili metodiku prema **Eberhartu i Russellu** (1966.), **Plaistedu i Petersonu** (1959.) odnosno **Plaistedu** (1960.). Analizirali su genotipove kukuruza i pšenice te determinirali genotipove s visokim prinosom i širokom adaptabilnošću.

Milas (1989.) je proučavao stabilnost i odnose između parametara stabilnosti i koeficijenata veze za prinos i komponente prinosa kod kukuruza i pšenice. Zaključuje da b_i može poslužiti kao dodatno mjerilo primjerenosti pojedinih genotipova za određene okoline. Za procjenu stabilnosti smatra da bi bili bolji oni parametri koji uključuju i interakciju sa okolinom.

Vasilj i Milas (1984.) su proučavali korelacijske veze između različitih parametara stabilnosti prinosa kukuruza i pšenice. Nisu ustanovili nikakve korelacije između prinosa i parametara stabilnosti, dok su između parametara **Eberharta i Russella** (1966.), **Plaisteda i Petersona** (1959.) te **Wrickea** (1962.) dobili visoko signifikantne korelacije. Stoga autori za procjenu stabilnosti i adaptabilnosti preporučuju korištenje parametra **Wrickea** (1962.) jer je računanje ovog parametra znatno jednostavnije od ostalih.

Rozman i sur. (1984.; prema **Rozman**, 1994.) proučavali su stabilnost prinosa sedam *double cross* hibrida kukuruza koristeći parametre b_i (koeficijent regresije), s^2_{di} (varijanca odstupanja od regresije) i CV (koeficijent varijacije). Zaključili su da su hibridi vlastite selekcije adaptabilniji na agroekološke uvjete Slovenije nego hibridi strane selekcije. Ovakav zaključak se slaže sa zaključkom **Rosielle i Hamblina** (1981.) koji sugeriraju da bi selekciju na visinu, stabilnost i adaptabilnost prinosa trebalo vršiti u uvjetima identičnim onima za koje se želi dobiti takav prinos.

Eberhart i Russell (1966.) su procjenjivali parametre stabilnosti i adaptabilnosti u pokusima s kukuruzom, u koje je bilo uključeno 45 SC (*single cross*), 45 DC (*double cross*) i još 10 komercijalnih hibrida. Pokusi su bili postavljeni na 21 lokaciji kroz dvije godine. Prema rezultatima srednjih vrijednosti, koeficijenata regresije, i varijance odstupanja od regresije zaključili su da su DC hibridi općenito stabilniji jer se ovdje radi o smjesi genotipova. Međutim, prosječni prinosi SC hibrida bili su 1.92 % veći od prosječnih prinosa DC hibrida. Bez obzira na ove rezultate autori su uspjeli pronaći dva SC hibrida koji su bili jednako stabilni kao i DC hibridi, a uz to su imali veći prosječni prinos.

Sprague i sur. (1962.) su ispitivali stabilnost prinosa TWC (*three way cross*) i SC (*single cross*) hibrida kukuruza i zaključili da su TWC hibridi stabilniji, ali ujedno i manje prinostni (za 2.15 %) u odnosu na SC hibride.

Cross (1977.) je ispitivao vrlo rane i srednje rane hibride kukuruza na 9 i 11 lokacija odvojeno, da bi ispitao odnos između stabilnosti i nekih komponenti prinosa. Rezultati ukazuju da je opća stabilnost (procijenjena pomoću b_i) uskoj vezi sa prinosom, duljinom zrna, brojem zrna u redu i brojem zrna na klipju. Specifična stabilnost (procijenjena pomoću s^2_{di}) povezana je sa brojem klipova po biljci. Kod kasnije grupe hibrida, biljke sa više od jednog klipa po biljci imale su veću varijancu odstupanja od regresije dok je kod ranije grupe hibrida obratno.

Keim i Kronstad (1979.; prema **Milas**, 1983.) su istraživali otpornost na sušu i adaptabilnost na okolinu gdje su oborine bile limitirajući faktor. U pokusima su imali 9 sorata ozime pšenice na 6 lokacija kroz 4 godine. Zaključili su da postoji određeni stupanj povezanosti između otpornosti na sušu i široke adaptabilnosti što često uzrokuje probleme kod oplemenjivanja, odnosno kombiniranja ovih dvaju svojstava u jednom genotipu.

Diepenbrock i sur. (1995.) su istraživali stabilnost prinosa kod lana (*Linum usitatissimum* L.) na 14 lokacija kroz 2 godine. Pri tome su koristili ekovalencu kao parametar stabilnosti. Uspjeli su izdvojiti samo jedan genotip koji se odlikovao visokim, a ujedno i stabilnim prinosom.

Sneller i sur. (1997.) su istraživali ponovljivost (*repeatability*) nekih parametara stabilnosti prinosa kod soje i zaključili da je njihova ponovljivost kroz godine i lokacije niska. Autori ovakve rezultate objašnjavaju činjenicom da su lokacije bile nedovoljno udaljene jedna od druge i da je materijal korišten u istraživanju bio selekcioniran i vrlo uske genetske osnove.

Peterson i sur. (1997.) su ispitivali stabilnost prinosa hibrida i čistih linija kod tvrde pšenice (*Triticum aestivum* L.) koristeći pristup **Eberharta i Russella** (1966.). Hibridi su pokazali veći potencijal za prinos na visokoprinosnim okolinama i slično odstupanje od linije regresije kao i kod čistih linija.

Pietrzykowski i sur. (1996.) analizirali su stabilnost i adaptabilnost hibrida kukuruza u pokusima postavljenim na više različitih lokacija. Pri tome su koristili parametre: koeficijent regresije, varijancu kvadrata odstupanja od regresije, ekovalencu i okolinsku varijancu. Dobivene su jake pozitivne korelacije između okolinske varijance, ekovalence i koeficijenta regresije kao i između ekovalence i varijance odstupanja od regresije.

Arias i sur. (1996.) su ispitivali stabilnost i adaptabilnost 22 hibrida kukuruza u periodu od 1991. do 1994. godine. Koristili su pristup **Eberharta i Russella** (1966.) te **Lina i sur.** (1986.). Oba pristupa su dala slične rezultate, pa su autori uspjeli izdvojiti najprinosnije hibride koji su ujedno bili najmanje pod utjecajem GE interakcije.

Rozman i sur. (1997.) su istraživali stabilnost prinosa kod kukuruza i to 30 hibrida FAO skupine 100 i 78 hibrida FAO skupine 200, u vremenu od 1970. do 1989. godine. Osim kod dva hibrida FAO skupine 100 i četiri hibrida FAO skupine 200, nisu pronađene značajne regresijske vrijednosti. Autori ističu da se regresijski parametri stabilnosti kao i varijanca stabilnosti nisu značajno promijenili u dvadesetogodišnjem periodu. Prinos hibrida FAO skupine 100 nije se mijenjao dok se prinos hibrida FAO skupine 200 povećao, iako genetska dobit nije bila značajna. Također, nije pronađena značajna korelacija između parametara stabilnosti.

Schnell i Becker (1986.) su ispitivali 8 inbred linija kukuruza (homogene populacije homozigotnih biljaka) i od njih dobivene dvije populacije: mješavine genotipova (heterogene populacije), te SC ili DC hibride (heterozigotne populacije). Ispitivanja su trajala 3 godine. Stabilnost prinosa je različito rangirana koristeći različite parametre stabilnosti (W_i i s^2_{di}). Transformacijom s^2_{di} u koeficijent varijabilnosti (CV) otkriveno je da su heterogene i

heterozigotne populacije stabilnije u odnosu na inbred linije. Ovo se u osnovi slaže sa konstatacijom **Hallauera** (1981.) da mješavine genotipova pokazuju manju GE interakciju u odnosu na npr. SC hibride pa su stoga stabilnije u svojstvima.

Magari (1989.) je ispitivao adaptabilnost 23 lokalne populacije, 11 *topcross* hibrida i 39 hibrida na okolinske uvjete Albanije. Rezultati pokazuju da su lokalne populacije imale nizak prinos ali dobru adaptabilnost, *topcross* hibridi dobar prinos i zadovoljavajuću adaptabilnost, a hibridi najveći prinos ali vrlo lošu adaptabilnost (sniženje prinosa u nepovoljnim uvjetima). Međutim, autor ističe da su se među hibridima pronašli i takvi koji imaju dobru adaptabilnost.

Kadlec i sur. (1989.) su pomoću regresijske analize ispitivali stabilnost i adaptabilnost prinosa 9 inbred linija kukuruza kroz 4 godine. Uspjeli su determinirati inbred liniju CO114 kao najprinosniju i najstabilniju, a ujedno i široke adaptabilnosti.

Milas (1983.) je proučavao stabilnost hibrida kukuruza FAO skupina 200 i 500 tijekom 3 godine na više lokacija. Autor nije pronašao korelaciju među parametrima stabilnosti i prinosa ali je utvrđena značajna korelacija između parametara stabilnosti (s^2_{di} , W_i , r^2). Ovakvi rezultati upućuju autora na zaključak da je svejedno koji se od ovih parametara koristi. Preporučuje korištenje ekovalence W_i za pouzdano, praktično i jednostavno procjenjivanje stabilnosti različitih genotipova.

Gunjača (1997.) je došao do sličnog zaključka procjenjujući parametre stabilnosti prinosa sorata ozime pšenice, jarog ječma i jare zobi na osnovi podjele interakcijske varijance. Autor je utvrdio potpune korelacije između parametara stabilnosti. Preporučuje za procjenu stabilnosti prinosa koristiti ekovalencu kao najjednostavniji parametar, jer ostali parametri predstavljaju samo određene modifikacije ekovalence.

Lin i sur. (1986.) dali su pregled autora i radova koji proučavaju stabilnost genotipova. Predložili su da se genotip smatra stabilnim ako ispunjava sljedeće uvjete:

- mala genotipska varijanca između okolina (stabilnost tipa 1)
- reakcija genotipa na okoline jednaka reakciji ostalih genotipova u pokusu (stabilnost tipa 2)
- mala varijanca odstupanja od regresije u regresijskom modelu (stabilnost tipa 3).

Becker i Léon (1988.) upozoravaju na određena ograničenja kod procjene stabilnosti tipa 2 i 3, jer ovi tipovi stabilnosti ovise o genotipovima koji su uključeni u ispitivanje. Zato bi bilo bolje procijeniti stabilnost na osnovi tipa 1. Međutim, takvi genotipovi, koji se pokažu stabilnim na osnovi tipa 1, obično ne reagiraju na poboljšane okolinske uvjete gdje daju relativno niske prinose. **Pinthus** (1973.) je predložio kao parametar stabilnosti koeficijent determinacije (r^2) između prinosa genotipa i okolinskog indeksa.

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Podrijetlo linija i hibrida

U kreiranju istraživanih hibrida korištene su linije stvorene na Poljoprivrednom institutu Osijek, u razdoblju od 1994. do 2004. godine, iz oplemenjivačkih populacija koje pripadaju genetički opozitnim heterotičnim skupinama i FAO grupama. Prema **Brkiću** (1996.) izvorne oplemenjivačke populacije, iz kojih su stvorene inbred linije, vode porijeklo iz američke *Corn Belt Dent* germplazme, ali su nakon više ciklusa selekcije na Poljoprivrednom institutu Osijek adaptirane na klimatske i pedološke uvjete nizinske Hrvatske, naročito Slavonije i Baranje. Oplemenjivački materijal se prema tome sastojao od potomstava podrijetlom iz sljedećih heterotičnih skupina: BSSS (B73), BSSS (B37), Iowa Dent (Id), Lancaster Sure Crop (L). U prilog korištenja navedene germplazme idu i istraživanja **Zdunića** (2001.) koji zaključuje da se u većini oplemenjivačkih programa, koji se odnose na razvoj komercijalnih linija i hibrida, kao početni materijal najviše koriste oplemenjivačke populacije sastavljene od 2-12 elitnih linija iz raznih oplemenjivačkih programa. **Smith i sur.** (1999.) navode kako najveći doprinos danas korištenoj germplazmi u komercijalnom oplemenjivanju kukuruza daju linije B73, A632, Mo17 i Oh43. Postupak stvaranja linija i hibrida prikazan je shemom u Tablici 1.

Tablica 1 Postupak razvoja inbred linija i hibrida na Poljoprivrednom institutu Osijek u razdoblju od 1994. do 2004. godine

GODINA	OPLEMENJIVAČKI POSTUPAK
1994.	Smjesa sjemena (4000 zrna) od jednakog broja zrna izravnih F ₁ križanaca, poteklih iz dialelnih križanja linija koje sudjeluju u dotičnoj izravnoj oplemenjivačkoj populaciji
1995.	C ₀ , populacija od 500 biljaka, rekombinacija, <i>change crossing</i>
1996.	Samooplodnja na 400 biljaka C ₀ populacije (S ₀ generacija)
1997.	Linije S ₁ generacije, klip na red, samooplodnja, individualna selekcija jakog intenziteta unutar i između potomstava
1998.	Samooplodnja i testiranje odabranih S ₂ linija (rani test)
1999.	Samooplodnja linija S ₃ generacije, komparativni poljski pokus sa križancima ranog testa
2000.	Samooplodnja linija S ₄ generacije, odabranih na temelju rezultata procijene opće i specifične kombinacijske sposobnosti križanaca u ranom testu, (L×T) križanci
2001.	Samooplodnja linija S ₅ generacije i prva križanja sa linijama porijeklom iz opozitnih heterotičnih skupina s ciljem formiranja novih <i>single cross</i> hibrida za komercijalnu proizvodnju
2002.	Odabrane S ₆ linije dalje se održavaju samooplodnjom u ručnoj izolaciji i slobodnom oplodnjom u prostornoj izolaciji. Novoformirani <i>single cross</i> hibridi siju se na više lokacija s ciljem ispitivanja gospodarske vrijednosti. Na taj način odabrane su hibridne kombinacije koje su uključene u istraživanje procjene kvantitativnih svojstava u pokusima 2008. i 2009. godine na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak.

Opisanim postupkom odabrano je ukupno 75 linija, od kojih 30 linija podrijetlom iz heterotične skupine Iowa Dent, 20 linija podrijetlom iz skupine BSSS (B73), 15 linija podrijetlom iz skupine Lancaster Sure Crop i 10 linija podrijetlom iz skupine BSSS (B37) (Tablica 2).

Tablica 2 Odabrane linije razvrstane po vegetacijskim grupama i genetskoj pripadnosti pojedinim heterotičnim skupinama

FAO 400	HETEROT. SKUPINA	FAO 500	HETEROT. SKUPINA	FAO 600	HETEROT. SKUPINA
Os411-415	Id	Os511-515	Id	Os611-615	Id
Os421-425	Id	Os521-525	Id	Os621-625	Id
Os431-435	B73	Os531-535	B73	Os631-635	B73
Os441-445	L	Os541-545	L	Os641-645	L

Hibridi za pokuse formirani su po modelu križanja linija podrijetlom iz opozitnih heterotičnih skupina (Tablica 3). Na taj način formirano je ukupno 45 *single cross* hibrida FAO grupe 400-600. Ovi hibridi razvrstani su po dužini vegetacije u tri pokusa (Pokus FAO 400, Pokus FAO 500 i Pokus FAO 600) po 16 članova, s time da je svaki deseti član pokusa bio standard (PR37M34 u Pokusu FAO 400, PR34F02 u Pokusu FAO 500 i PR3423B u Pokusu FAO 600).

Tablica 3 Genetska struktura odabranih hibrida razvrstanih po pokusima i FAO grupama

HIBRID	FAO 400	FAO 500	FAO 600
1.	OS431B73×OS441L	OS513Id×OS543L	OS613Id×OS643L
2.	OS414Id×OS444L	OS533B73×OS543L	OS622Id×OS652B37
3.	OS413Id×OS443L	OS511Id×OS541L	OS611Id×OS641L
4.	OS425Id×OS445B73	OS525Id×OS555B73	OS614Id×OS644L
5.	OS411Id×OS441L	OS512Id×OS542L	OS632B73×OS642L
6.	OS432B73×OS442L	OS534B73×OS544L	OS612Id×OS642L
7.	OS424Id×OS454B73	OS535B73×OS545L	OS625Id×OS655B37
8.	OS422Id×OS452B73	OS521Id×OS551B37	OS663Id×OS653B37
9.	OS435B73×OS445L	OS523Id×OS553B73	OS634B73×OS644L
10.	PR37M34 (Standard)	PR34F02 (Standard)	PR34B23 (Standard)
11.	OS412Id×OS442L	OS522Id×OS552B37	OS624Id×OS654B37
12.	OS434B73×OS444L	OS514Id×OS544L	OS635B73×OS645L
13.	OS415Id×OS445L	OS524Id×OS554B37	OS615Id×OS645L
14.	OS421Id×OS451B73	OS515Id×OS545L	OS621Id×OS651L
15.	OS423Id×OS453B73	OS531B73×OS541L	OS631B73×OS641L
16.	OS433B73×OS443L	OS532B73×OS542L	OS633B73×OS643L

4.2. Opis pokusa

Sjetva pokusa provedena je ručno (*planterima*) u optimalnom roku (od 18. do 21. travnja 2008., te od 22. do 24. travnja 2009. godine), a pokusi su postavljeni po slučajnom bloknom rasporedu (RCBD) u tri ponavljanja na tri lokacije (Osijek, Rugvica i Sisak). Osnovne parcelice su bile dvoredne, površine 8.4 m² s razmakom sjetve 70×25 cm, što iznosi 48 biljaka po parcelici i 57600 biljaka po hektaru. Kod svih hibrida na svim lokacijama ostvaren je sklop preko 95 %, jer je sijano po dva zrna u jednu kućicu, te je u fenofazi 4-5 listova izvršeno prorjeđivanje na konačan sklop. Na svim lokacijama pretkultura je bila pšenica, poslije koje je primijenjena standardna agrotehnika i zaštita kakva se provodi u intenzivnoj proizvodnji kukuruza. Berba je obavljena ručno u klipovima pri optimalnoj gospodarskoj zriobi. Prinos zrna

(t/ha sa 14 % vlage) preračunat je na osnovi odvage klipa po parcelici, sadržaja vode u zrnu i udjela oklaska. Sadržaj vode u zrnu izmjereno je elektronskim vlagomjerom visoke preciznosti („Dickey John 2000“).

4.3. Metode biometričke analize

Analizirana su svojstva prinosa zrna (t/ha sa 14 % vlage) i sadržaj vode u zrnu. Prinos zrna je u oplemenjivanju žitarica najvažnije svojstvo, pa ga tako **Hallauer i sur.** (1988.), te **Radić i sur.** (1986., 1994.) tretiraju kao „supersvojstvo“, odnosno rezultantu svih procesa koji se odvijaju u ontogenetskom razvoju biljke. Za procjenu značajnosti razlika srednjih vrijednosti prvo je provedena jednočimbenična analiza varijance uz LSD test pojedinačno po godinama i lokacijama. Za procjenu stabilnosti prinosa i sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida primijenjene su sljedeće metode:

I. Parametrijske metode:

V1 – Prosječni prinos zrna i-tog hibrida iz svih okolina ($n = 2 \times 3$) ($i = 1 \dots 16$).

V1 – Prosječni sadržaj vode u zrnu i-tog hibrida iz svih okolina ($n = 2 \times 3$) ($i = 1 \dots 16$).

V2 – Koeficijent varijacije prinosa zrna (CV) i-tog hibrida iz svih okolina: Koeficijent varijacije prinosa zrna svakog pojedinog hibrida, kojeg su predložili **Francis i Kannenberg** (1978.), procijenjen je na osnovi varijacije ovisne o okolinama (lokacije i godine).

V2 - Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV) i-tog hibrida iz svih okolina ($n = 2 \times 3$)

V3 - Indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI) utvrđen iz prosjeka svih okolina i-tog hibrida: to je odnos najmanjeg i najvećeg prinosa zrna, svakog pojedinog hibrida uključujući sve okoline (godine i lokacije) obuhvaćene ispitivanjem. Indeks stabilnosti prinosa zrna u istraživanju stresnih utjecaja preporučuju **Bouslama i Schapaugh** (1984.), te ga koriste u istraživanju utjecaja stresnih prilika **Talebi i sur.** (2009.), **Kovačević i sur.** (2011.).

$$YSI = Y_s/Y_p;$$

Y_s = prinos kultivara (hibrida) ostvaren u stresnim uvjetima (najmanji prinos)

Y_p = prinos zrna kultivara (hibrida) ostvaren u približno optimalnim uvjetima (najveći prinos)

V3 – Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnju (WSI) utvrđen iz prosjeka svih okolina i-tog hibrida: to je odnos najmanjeg i najvećeg sadržaja vode u zrnju svakog pojedinog hibrida uključujući sve okoline obuhvaćene ispitivanjem (godine i lokacije). Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnju (WSI) utvrđen je istom metodikom kao i indeks stabilnosti prinosa zrna (**Bousslama i Schapaugh, 1984.**).

$$WSI = W_{\min}/W_{\max};$$

$W_{\min}$ = najmanji sadržaj vode u zrnju pojedinog hibrida kukuruza

$W_{\max}$ = najveći sadržaj vode u zrnju pojedinog hibrida kukuruza

V4 – Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI$) utvrđen iz prosjeka svih okolina i-tog hibrida: ovaj pokazatelj objedinjuje prinos zrna i stabilnost prinosa zrna jer je njihov umnožak. Relativni prinos zrna (YR) izračunava se tako što se prosječni prinos svakog pojedinog hibrida iz svih okolina podijeli s prosječnim prinosom svih hibrida iz svih okolina.

V4 – Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnju ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnju ($1/WR \times WSI$) utvrđen iz prosjeka svih okolina i-tog hibrida: veća vrijednost ovog pokazatelja ukazuje na manji prosječni sadržaj vlage pojedinog hibrida (prosječna lokacija i godina) i ujedno na predvidljivost ili stabilnost toga svojstva ovisno o uvjetima okoline (godine i lokacije), dužini vegetacije i vremenu berbe.

V5 (V10) – Regresijski koeficijent prinosa zrna (b_i) i-tog hibrida iz svih okolina: to je koeficijent linearne regresije u odnosu na uvjete okoline. U ovom radu to je linearni koeficijent regresije prinosa zrna svakog pojedinog hibrida kukuruza u odnosu na okoline koje su definirane s prosječnim prinosom zrna svih ispitivanih hibrida svake pojedine okoline (**Finlay i Wilkinson, 1963.**).

V5 – Regresijski koeficijent sadržaja vode u zrnju (b_i) i-tog hibrida iz svih okolina: To je koeficijent linearne regresije u odnosu na uvjete okoline. U ovom radu to je linearni koeficijent regresije sadržaja vode u zrnju svakog pojedinog hibrida kukuruza u odnosu na okoline koje su definirane s prosječnim sadržajem vode u zrnju ispitivanih hibrida kukuruza svake pojedine okoline (**Finlay i Wilkinson, 1963.**).

V6 – Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (s^2_{di}) i-tog hibrida iz svih okolina: to je varijanca odstupanja prinosa zrna od linije regresije koja se izračunava za svaki pojedini hibrid metodom koju su preporučili **Eberhart i Russell**. (1966.).

V6 – Varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s^2_{di}) i-tog hibrida iz svih okolina: to je varijanca odstupanja sadržaja vode u zrnu od linije regresije koja se izračunava za svaki pojedini hibrid metodom koju su preporučili **Eberhart i Russell**. (1966.), kao i kod prinosa zrna.

V7 – Koeficijent determinacije prinosa zrna (r^2) između i-tog hibrida i okolinskog indeksa: za procjenu stabilnosti prinosa zrna genotipa taj pokazatelj predložio je **Pinthus** (1973.). To je kvadrirani koeficijent korelacije prinosa zrna svakog pojedinog ispitivanog hibrida na pojedinim okolinama s prosječnim prinosom zrna svih ispitivanih hibrida u pojedinim okolinama.

V7 – Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (r^2) i-tog hibrida iz svih okolina: to je kvadrirani koeficijent korelacije sadržaja vode u zrnu svakog pojedinog ispitivanog hibrida na pojedinim okolinama s prosječnim sadržajem vode u zrnu svih ispitivanih hibrida u pojedinim okolinama.

V8 – Ekovalenca prinosa zrna (W_i) i-tog hibrida iz svih okolina: to je dio varijance interakcije genotipa i okoline (GE) koji pripada svakom pojedinom genotipu (hibridu) (**Wricke**, 1962., 1964.). Procijenjena je samo za prinos zrna.

(V10) – Regresijski koeficijent prinosa zrna (b_i) i-tog hibrida iz svih okolina: regresijski koeficijent prinosa zrna (b_i) nije uračunat u prosječni rang (V9), odnosno uračunato je odstupanje ili razlika od regresijskog koeficijenta $b_i = 1$.

II. Neparametrijske metode:

V9 – Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (prinos zrna i pokazatelji stabilnosti prinosa zrna) i-tog hibrida iz svih okolina: to je neparametrijska metoda, a prosječni rang se izračunava temeljem rangiranja svih ispitivanih parametara prinosa zrna na sljedeći način:

V1 – Prosječni prinos zrna svih okolina svakog pojedinog hibrida rangiran je tako da je najveći prinos rangiran na prvo mjesto (rang 1), a najniži prinos na posljednje mjesto (rang 16).

V2 – Koeficijent varijacije prinosa zrna (CV): najmanji CV pojedinog hibrida je vrednovan rangom 1, a najveći rangom 16.

V3 – Indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI): najveći YSI je vrednovan rangom 1, a najmanji rangom 16.

V4 – Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI$): najveći $YR \times YSI$ je vrednovan rangom 1, a najmanji rangom 16.

V5 (V10) – Regresijski koeficijent prinosa zrna (b_i):

V5 – Razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$: najmanja razlika regresijskog koeficijenta b_i svakog pojedinog hibrida od 1 u pozitivnom ili negativnom smjeru vrednovana je rangom 1, a najveća razlika rangom 16. Navedeni način rangiranja koeficijenta regresije (b_i) slaže se s gledištem **Eberharta i Russella** (1966.) koji smatraju da idealan genotip ima $b_i = 1$.

(V10) – Regresijski koeficijent prinosa zrna (b_i): posebno je izdvojen koeficijent regresije prinosa zrna koji je rangiran tako što je najveći koeficijent rangiran rangom 1, a najmanji rangom 16. To je varijabla V10, koja nije uračunata u prosječni rang svih ispitivanih parametara prinosa zrna (V9).

V6 – Varijanca odstupanja od regresije za prinos zrna (s^2_{di}): najmanja s^2_{di} je vrednovana rangom 1, a najveća rangom 16.

V7 – Koeficijent determinacije prinosa zrna (r^2): najveća vrijednost rangirana je rangom 1, a najmanja rangom 16.

V8 – Ekovalenca prinosa zrna (W_i): najmanji W_i je vrednovana rangom 1, a najveći rangom 16.

Pokazatelji stabilnosti utvrđeni iz rangiranih vrijednosti prinosa zrna i-tog hibrida u svakoj okolini:

V11 – Varijanca ranga prinosa zrna i-tog hibrida rangiranog u svim okolina ($S_i^{(2)}$) utvrđena je metodom **Huehna** (1979.), **Nassara i Huehna** (1987.) i **Huehna** (1990.), koji preporučuju 4 neparametrijske metode za utvrđivanje fenotipske stabilnosti ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ i $S_i^{(6)}$). U radu je korišten pokazatelj fenotipske stabilnosti $S_i^{(2)}$, jer je vrlo jaka pozitivna korelacija (približno potpuna) između navedenih pokazatelja fenotipske stabilnosti (**Scapim i sur.**, 2000.; **Martin**

Alberts, 2004.; **Abdulahi i sur.**, 2007.; **Akçura i Kaya**, 2008.; **Čvarković i sur.**, 2009.; **Shah i sur.**, 2009.; **Mohammadi i sur.**, 2007a, 2009; **Mut i sur.**, 2009., 2010.; **Kadhem i sur.**, 2010.; **Balalić i sur.**, 2011.; **Karimizadeh i sur.**, 2012.). Fenotipska stabilnost $S_i^{(2)}$ utvrđena je iz sljedećeg izraza:

$$S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^q (r_{ij} - r_i)^2 / (q - 1)$$

r_{ij} = rangirana vrijednost i-tog hibrida (genotipa) u j-toj okolini (poželjni rang: 1 za najveći prinos zrna; 1 za najmanji sadržaj vode u zrnu)

q = broj okolina

U ovom radu je:

$i = 1$ do 16

$j = 1$ do 6

V12 – Indeks superiornosti (*superiority index*) i-tog hibrida (P_i) utvrđen je primjenom metode **Lina i Binns** (1988.):

$$P_i = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - M_i)^2 / 2q$$

X_{ij} = prinos zrna i-tog hibrida u j-toj okolini

M_i = najveća vrijednost prinosa zrna postignuta između hibrida u j-toj okolini

U ovom radu je:

$i = 1$ do 16

$j = 1$ do 6

V13 – Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence prinosa zrna i-tog hibrida (rang V1 + rang V8). **Kang** (1988.) prvi je primijenio sumu ranga koja je združila rang prinosa zrna i varijancu stabilnosti genotipa prema **Shukli** (1972.). **Martin Alberts** (2004.) je utvrdio da nema razlike u koncepciji primjene varijance stabilnosti genotipa (**Shukla**, 1972.) i ekovalence (**Wricke**, 1962.), jer je procijenio potpunu Spearmanovu rang korelaciju između ta dva pokazatelja stabilnosti genotipa ($r_s = 1.000$), odnosno da se značenje navedenih pokazatelja može smatrati istim.

Najveći prosječni prinos zrna i-tog hibrida ($i = 1$ do 16) rangiran je rangom broj 1 i najbolja ekovalenca (najmanji W_i) i-tog hibrida rangirana je rangom 1 ($i = 1$ do 16). Manja suma rangova i-tog hibrida ukazuje da je u jednom hibridu ujedinen viši prinos zrna i bolja stabilnost prinosa zrna u različitim okolinama.

Neparametrijske metode za sadržaj vode u zrnu:

V9 – Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) (sadržaj vode u zrnu i pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu) od V1 do V8 utvrđenih parametrijskim metodama – to je neparametrijska metoda, a prosječni rang se izračunava temeljem rangiranja svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu na sljedeći način:

V1 – Prosječni sadržaj vode u zrnu svih okolina svakog pojedinog hibrida rangiran je tako da je najmanji sadržaj vode rangiran na prvo mjesto (rang 1), a najveći sadržaj vode u zrnu rangiran je na posljednje mjesto (rang 16).

V2 – Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV): najmanji CV pojedinog hibrida je vrednovan rangom 1, a najveći rangom 16.

V3 – Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI): najveći WSI je vrednovan rangom 1, a najmanji rangom 16.

V4 – Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI$): najveći $1/WR \times WSI$ je vrednovan rangom 1, a najmanji rangom 16.

V5 – Regresijski koeficijent za sadržaj vode u zrnu (b_i): najmanji koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu rangiran je rangom 1, a najveći rangom 16.

V6 – Razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$: najmanja razlika regresijskog koeficijenta od $b_i = 1$ svakog pojedinog hibrida u pozitivnom ili negativnom smjeru vrednovana je rangom 1, a najveća razlika rangom 16. Navedeni način rangiranja koeficijenta regresije (b_i) slaže se s gledištem **Eberharta i Russella** (1966.) koji smatraju da idealan genotip ima $b_i = 1$. To pravilo primijenjeno je pored prinosa zrna i na sadržaj vode u zrnu.

V7 – Varijanca odstupanja od regresije za sadržaj vode u zrnu (s^2_{di}): najmanja s^2_{di} je vrednovana rangom 1, a najveća rangom 16.

V8 – Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (r^2): najveća vrijednost rangirana je rangom 1, a najveća rangom 16.

- Ekvivalenca za sadržaj vode u zrnu nije izračunata, jer je sadržaj vode određen na temelju prosječnog uzorka svakog pojedinog hibrida u svakoj pojedinoj okolini (godine i lokacije).

Pokazatelji stabilnosti utvrđeni iz rangiranih vrijednosti sadržaja vode i-tog hibrida u svakoj okolini:

V10 – Varijanca ranga sadržaja vode u zrnu i-tog hibrida rangiranog u svim okolina ($S_i^{(2)}$) utvrđena je metodom **Huehna** (1979.), **Nassara i Huehna** (1987.) i **Huehna** (1990.):

$$S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^q (r_{ij} - r_i)^2 / (q - 1)$$

r_{ij} = rangirana vrijednost sadržaja vode u zrnu i-tog hibrida (genotipa) u j-toj okolini (poželjni rang: 1 za najmanji sadržaj vode u zrnu)

q = broj okolina

U ovom radu je:

$i = 1$ do 16

$j = 1$ do 6

V11 – Indeks superiornosti i-tog hibrida (P_i) utvrđen je primjenom metode **Lina i Binnsa** (1988.):

$$P_i = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - M_i)^2 / 2q$$

X_{ij} = sadržaj vode i-tog hibrida u j-toj okolini

M_i = najmanji sadržaj vode postignut između hibrida u j-toj okolini

U ovom radu je:

$i = 1$ do 16

$j = 1$ do 6

V13 – Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije i-tog hibrida (rang V1 + rang V7). Sumu ranga za prinos zrna prvi je predložio **Kang** (1988.), stoga se sličan pokazatelj nastoji primijeniti i na sadržaj vode u zrnu. Najmanji

prosječni sadržaj vode u zrnu i-tog hibrida ($i = 1$ do 16) rangiran je rangom broj 1 i najmanja varijanca odstupanja od regresije i-tog hibrida rangirana je rangom 1 ($i = 1$ do 16). Manja suma rangova i-tog hibrida ukazuje da je u jednom hibridu ujedinen niži sadržaj vode u zrnu i predvidivost i/ili stabilnost sadržaja vode u zrnu u različitim okolinama.

Rangirane vrijednosti prinosa zrna i sadržaja vode u zrnu, te rangirane vrijednosti parametara stabilnosti prinosa zrna i sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida kukuruza korištene su kao varijable za izračunavanje Spearmanovog koeficijenta rang korelacije (r_s) posebno za svaku FAO grupu ispitivanih hibrida. Značajnost Spearmanovih koeficijenata rang korelacije (r_s) korelacije, kao i korelacijskih koeficijenata procijenjenih parametrijskom metodom, testirana je primjenom t-testa (**Steel i Torrie**, 1980.; **Martin Alberts**, 2004.; **Adugna**, 2008.). Također su izračunati koeficijenti korelacije na temelju nominalnih vrijednosti (parametrijska metoda). Vrijednosti pojedinih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna i sadržaj vode u zrnu rangirane su tako da pozitivni korelacijski koeficijenti ranga uvijek znače poželjni korelacijski odnos između rangiranih varijabli, dok kod parametrijskog računanja korelacije predznak korelacijskog koeficijenta može imati i drugo značenje i treba ga logički tumačiti. Na primjer pozitivni korelacijski odnos nominalnih vrijednosti između koeficijenta varijacije prinosa zrna i samog prinosa zrna otežavati će izbor stabilnih i rodni hibrida, dok kod sadržaja vode pozitivna korelacija između nominalnih vrijednosti koeficijenta varijacije i sadržaja vode u zrnu činit će lakšim izbor hibrida nižeg ali i stabilnijeg sadržaja vode u zrnu, jer obavljamo izbor u pravcu manjeg sadržaja vode u zrnu i manjeg koeficijenta varijacije sadržaja vode u zrnu.

Neparametrijsku metodu rangiranja u sličnim istraživanjima koristili su **Martin Alberts** (2004.), **Abdulai i sur.** (2009.), **Mut i sur.** (2010.).

Prosječni rang svih navedenih parametara obuhvaća prinos zrna i pokazatelje stabilnosti prinosa zrna svakog pojedinog ispitivanog hibrida. Manja brojčana vrijednost prosječnog ranga znači i veću vrijednost hibrida u pogledu prinosa zrna i njegove stabilnosti u uvjetima kad ne postoji negativna korelacija između prinosa zrna i pokazatelja njegove stabilnosti.

Posebno je rangiran koeficijent regresije (b_i) na način da je najveći koeficijent regresije vrednovan rangom 1, a najmanji rangom 16. Ovaj način rangiranja nije uračunat u prosječni rang. Rangirane vrijednosti prinosa zrna i parametara stabilnosti prinosa zrna ispitivanih

hibrida kukuruza korištene su kao varijable za izračunavanje Spearmanovog koeficijenta rang korelacije posebno za svaku FAO grupu ispitivanih hibrida.

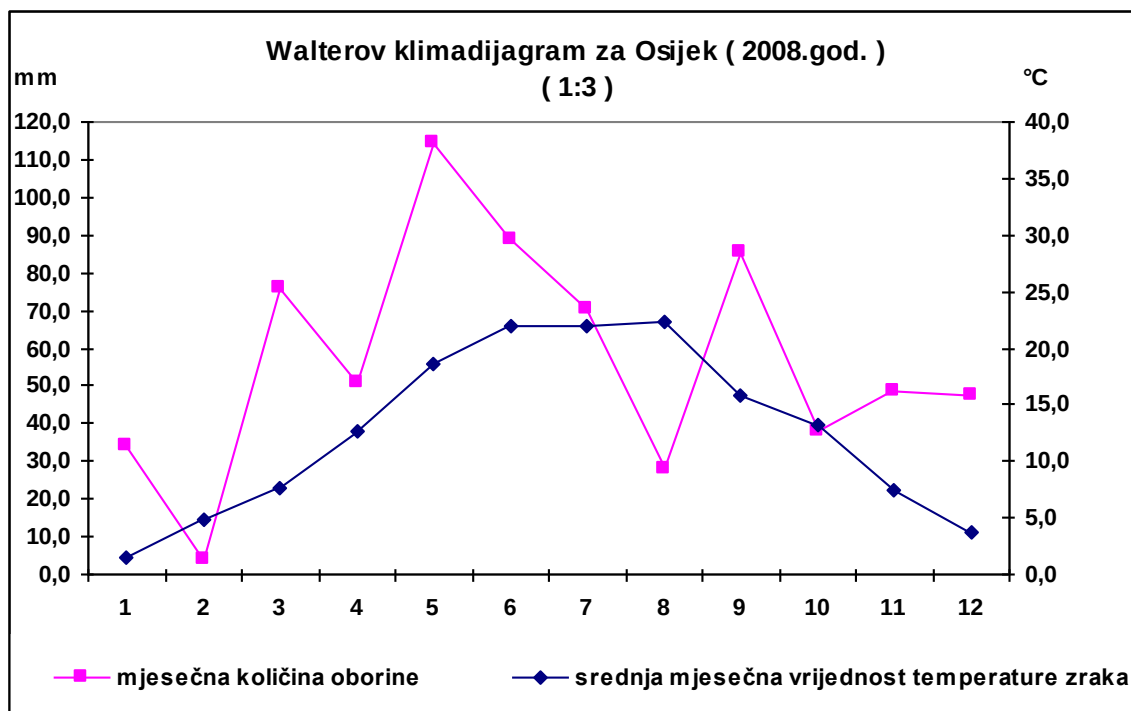
Analiza svih svojstava ispitivanih u pokusima izvršena je u programima MSTAT.C i SAS System Software.

5. KLIMATSKE PRILIKE

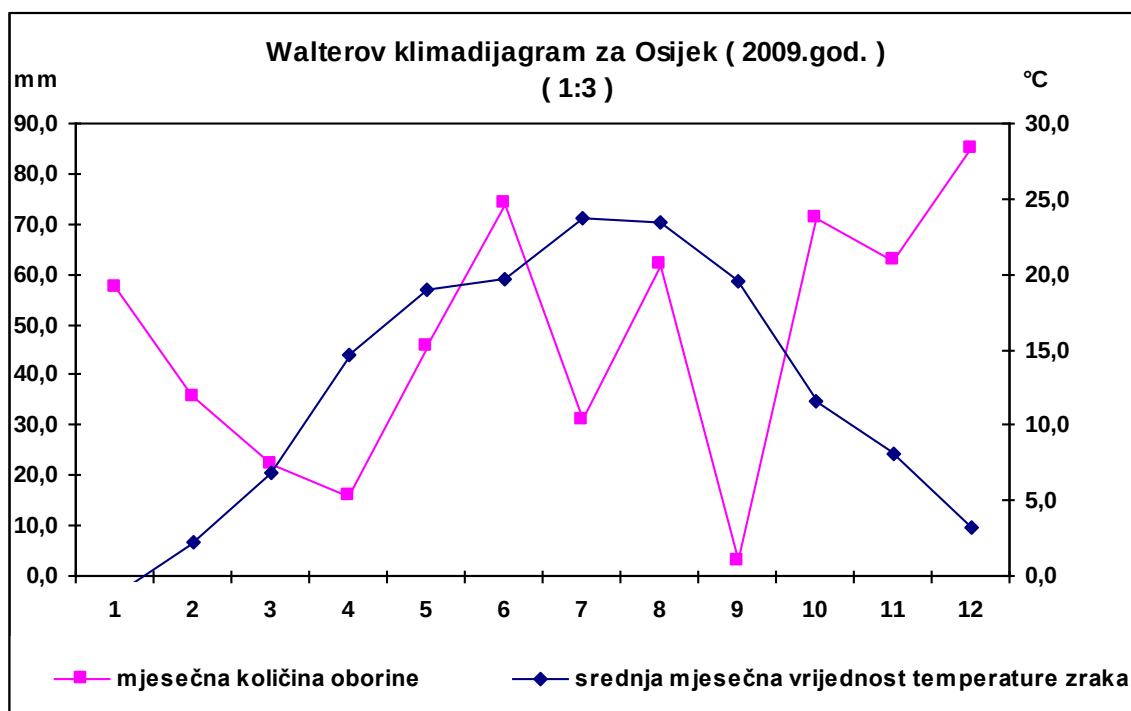
Na Grafu 1 prikazane su srednje mjesečne vrijednosti temperatura (°C) i oborina u 2008. godini na području Osijeka. Možemo vidjeti da je količina oborina kroz čitav vegetacijski period bila dovoljna, osim u 8. mjesecu. Nešto više prosječne temperature i manjak oborina nisu znatno utjecali na vegetaciju kukuruza, te je ova godina bila relativno povoljna za rast i razvoj kukuruza. Za razliku od 2008. godine, na području Osijeka u 2009. godini (Graf 2) možemo primijetiti manje količine oborina u 4., 7. i 9. mjesecu. Uz standardno visoke prosječne temperature u ljetnim mjesecima i manjak oborina bilo je i za očekivati niže prinose kukuruza u 2009. godini u usporedbi sa 2008. godinom, što potvrđuju i rezultati prosječnih prinosa zrna (t/ha) kukuruza na području Osijeka (Tablice 4 i 8).

Na području Zagreba (Rugvica) u 2008. godini količina oborina bila je zadovoljavajuća kroz cijeli vegetacijski period, a prosječne temperature nisu bile iznad uobičajenih (Graf 3). Na istom području u 2009. godini količina oborina bila je u suvišku, čak prekomjerno iznad svih prosjeka i to kroz čitav vegetacijski period, a temperature na razini mjesečnih prosjeka (Graf 4). Međutim, prosječni prinosi zrna (t/ha) kukuruza bili su veći u 2009. godini u usporedbi sa 2008. godinom (Tablice 5 i 9).

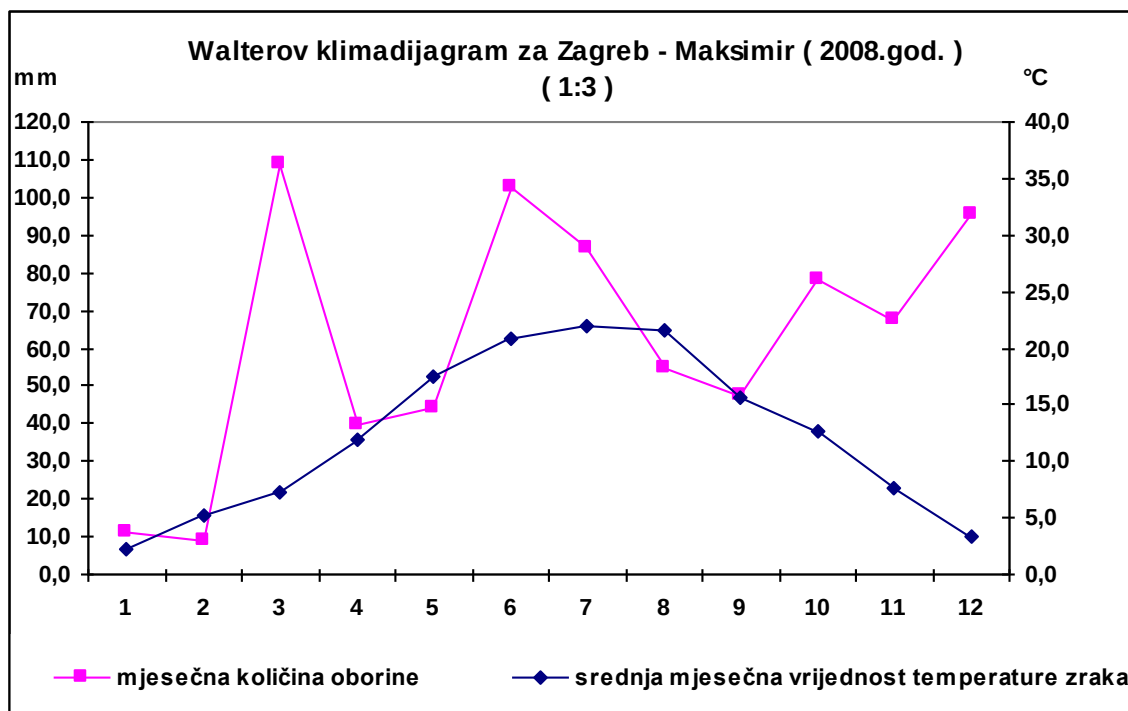
Graf 5 prikazuje klimatske prilike na području Siska u 2008. godini. Možemo vidjeti da je količina oborina bila dovoljna kroz čitavo vegetacijsko razdoblje, čak i prekomjerna u 6. i 7. mjesecu. Srednje mjesečne temperature su bile u granicama prosjeka. Što se tiče prosječnih količina oborina u 2009. godini (Graf 6) možemo primijetiti gotovo sličnu situaciju kao u 2008. godini, također sa prekomjernim količinama oborina u 6. i 7. mjesecu, uz nešto manje količine oborina u 8. i 9. mjesecu. Srednje mjesečne temperature bile su u granicama prosjeka. Obzirom na prinos (t/ha) kukuruza, 2009. godina pokazala se povoljnijom u odnosu na 2008. godinu na području Siska (Tablice 6 i 10).



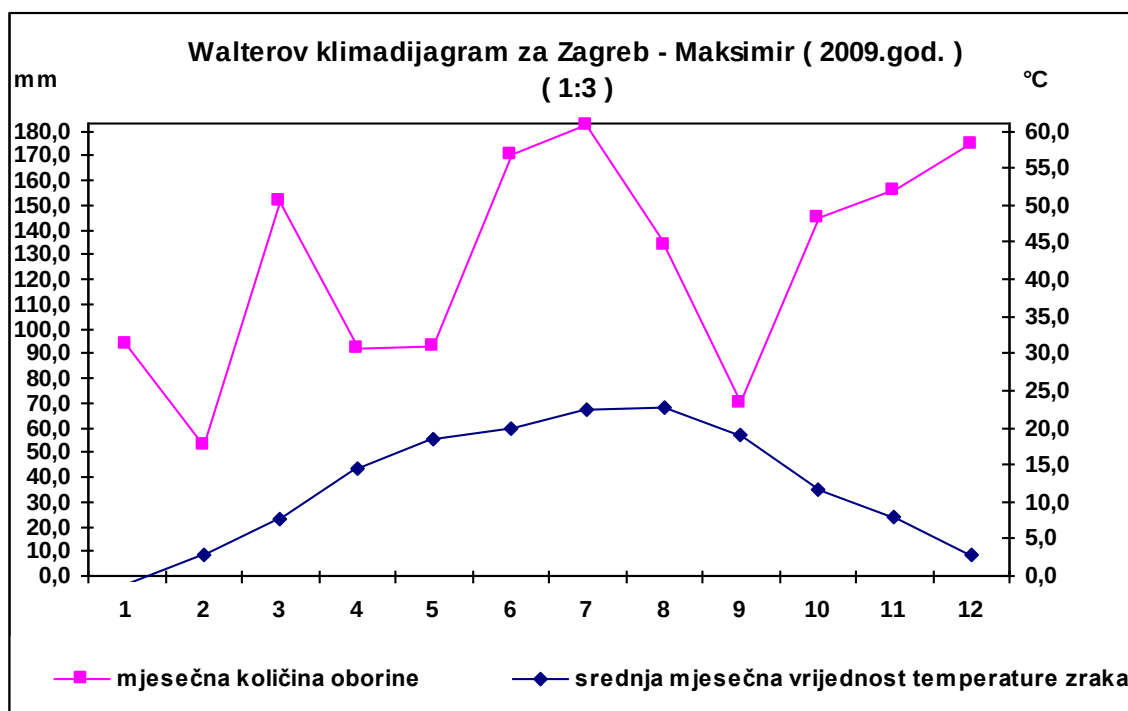
Graf 1 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Osijeka



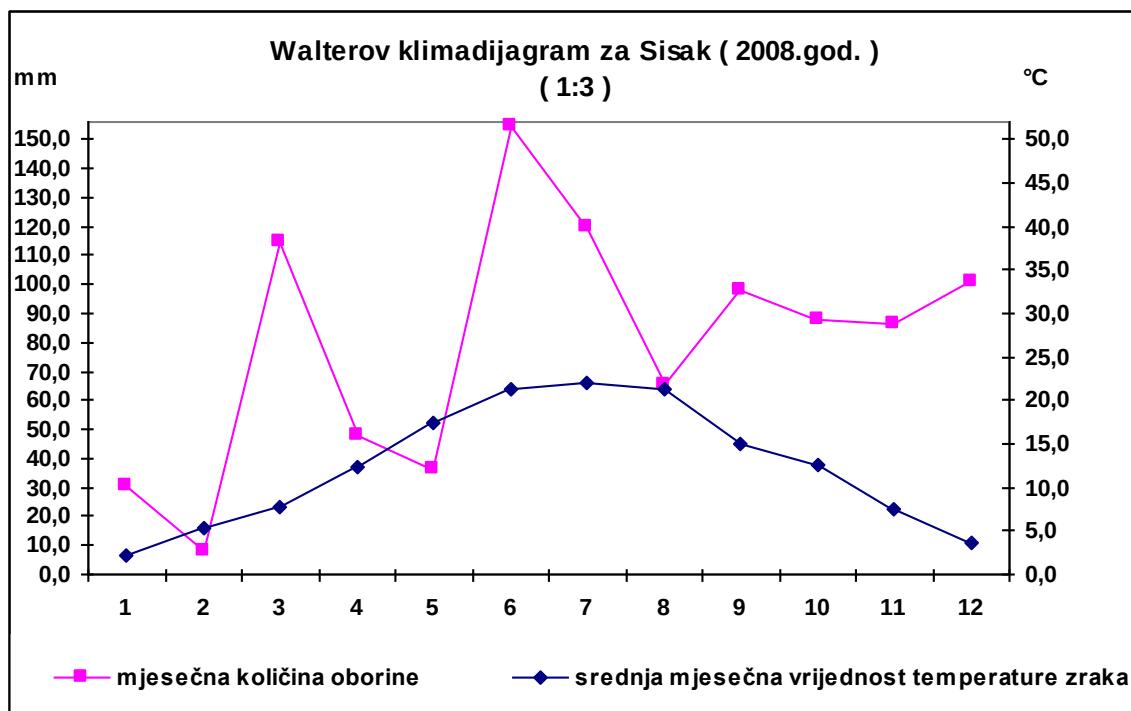
Graf 2 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Osijeka



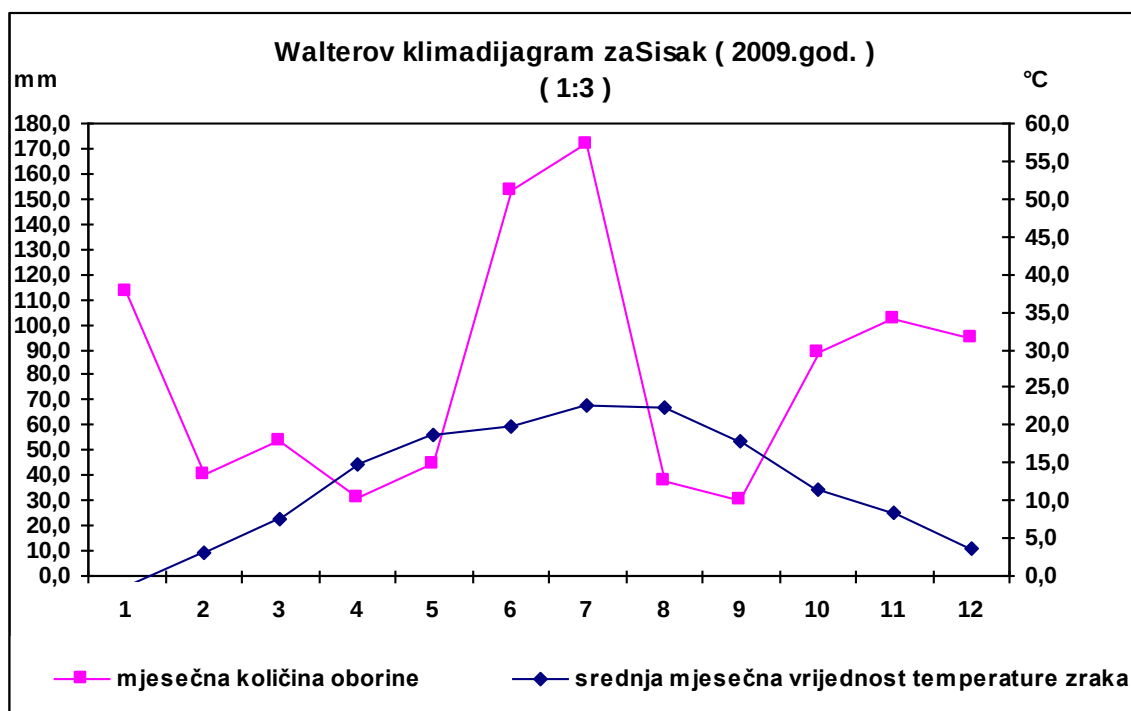
Graf 3 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Zagreba (Rugvica)



Graf 4 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Zagreba (Rugvica)



Graf 5 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Siska



Graf 6 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Siska

6. REZULTATI

6. 1. Prinos zrna hibrida FAO grupe 400

Prinos zrna hibrida FAO grupe 400 prikazan je u Tablici 4 po lokacijama i godinama. U Tablici 5 prikazan je prosječni prinos zrna svakog ispitivanog hibrida, te pokazatelji stabilnosti prinosa zrna za svaki pojedini hibrid FAO grupe 400 (koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna). Tablicom 6 prikazani su pokazatelji stabilnosti prinosa zrna ispitivanih hibrida FAO grupe 400, a u Tablici 7 prikazane su rangirane vrijednosti prinosa zrna po godinama i lokacijama, te neparametrijski pokazatelji stabilnosti prinosa zrna (varijanca rangova i indeks superiornosti svakog ispitivanog hibrida). Tablicom 8 prikazani su koeficijenti korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvjete prikazana je Grafom 7 za dva najrazličitija hibrida po koeficijentu regresije prinosa zrna, te Grafom 8 za četiri hibrida FAO grupe 400 koji su imali najveći prosječni prinos zrna utvrđen na temelju lokacija i godina ispitivanja.

Tablica 4 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 400	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek
H1	13.00	12.59	12.80	8.50	11.92	10.21	8.83	10.90	9.87
H2	13.55	11.69	12.62	8.20	10.14	9.17	9.72	9.61	9.67
H3	14.18	11.30	12.74	7.52	10.72	9.12	10.40	11.74	11.07
H4	13.09	9.80	11.45	6.71	8.85	7.78	7.93	10.07	9.00
H5	14.71	10.93	12.82	7.33	10.94	9.14	8.29	11.12	9.71
H6	12.93	13.05	12.99	8.00	10.16	9.08	9.72	10.78	10.25
H7	13.11	10.87	11.99	8.01	11.31	9.66	9.54	10.75	10.15
H8	13.65	13.00	13.33	9.50	11.45	10.48	9.89	13.48	11.69
H9	11.99	12.96	12.48	6.91	11.31	9.11	8.71	12.10	10.41
H10	13.22	12.06	12.64	8.29	10.99	9.64	8.32	11.18	9.75
H11	14.50	12.75	13.63	8.11	11.06	9.59	9.54	11.90	10.72
H12	12.32	12.34	12.33	7.68	11.30	9.49	10.16	11.55	10.86
H13	13.50	10.89	12.20	8.52	10.99	9.76	9.21	11.89	10.55
H14	13.38	11.36	12.37	6.70	11.17	8.94	8.85	11.21	10.03
H15	13.28	12.81	13.05	8.33	11.08	9.71	8.79	11.71	10.25
H16	12.72	12.15	12.44	6.40	13.23	9.82	7.40	13.89	10.65
Prosjek	13.32	11.91	12.62	7.79	11.04	9.42	9.08	11.49	10.29
LSD _{0.05}	1.95	1.48		1.93	1.05		1.63	1.26	
LSD _{0.01}									

Tablica 5 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna

Hibrid FAO 400	Prosječni prinos zrna (Y)			Koeficijent varijacije prinosa zrna (CV)		Indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI)		Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna $YR \times YSI$	
	t/ha	Relativno (YR)	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H1	10.96	1.017	5	17.48	5	0.654	2	0.665	2
H2	10.49	0.973	14	17.86	6	0.605	9	0.589	9
H3	10.98	1.019	4	19.66	10	0.530	12	0.540	11
H4	9.41	0.873	16	23.25	14	0.513	13	0.448	16
H5	10.55	0.980	13	24.49	15	0.498	15	0.488	13
H6	10.77	1.000	9	18.10	7	0.613	7	0.613	7
H7	10.60	0.984	12	16.20	2	0.611	8	0.601	8
H8	11.83	1.098	1	15.47	1	0.696	1	0.764	1
H9	10.66	0.990	11	21.96	12	0.533	11	0.528	12
H10	10.68	0.991	10	18.72	9	0.627	4.5	0.621	6
H11	11.31	1.050	2	20.18	11	0.559	10	0.587	10
H12	10.89	1.011	7	16.21	3	0.622	6	0.629	5
H13	10.83	1.006	8	16.64	4	0.631	3	0.635	4
H14	10.45	0.970	15	22.30	13	0.501	14	0.486	14
H15	11.00	1.021	3	18.63	8	0.627	4.5	0.640	3
H16	10.97	1.018	6	29.33	16	0.461	16	0.469	15
Prosjek	10.77	1.000	8.5	19.78	8.5	0.580	8.5	0.580	8.5
LSD _{0.05}									
LSD _{0.01}									

U prosjeku lokacija i godina ispitivanih hibrida kukuruza FAO grupe 400 najveći prinos zrna postignut je hibridom H8 (11.83 t/ha), a najmanji s hibridom H4 (9.41 t/ha) (Tablica 5). Hibrid s najvećim prinosom zrna ima najmanji koeficijent varijacije prinosa zrna (15.47 %), najveći indeks stabilnosti prinosa zrna (0.696) i najveći umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (0.764) (Tablica 5). Navedeni pokazatelji ukazuju da se hibrid najvećeg prinosa zrna (H8; rang 1), odlikuje i pokazateljima stabilnosti prinosa zrna prikazanim u Tablici 7 (varijanca rangova – $Si^{(2)}$: rang 1 i indeks superiornosti – P_i : rang 4).

Procjena regresijskog koeficijenta hibrida H8 je 0.859 (rang 10), procjena varijance odstupanja od regresije je 0.47 (rang 8), procjena koeficijenta determinacije prinosa zrna je 0.887 (rang 10.5), ekovalence je 0.46 (rang 8) i suma ranga prinosa zrna i ranga ekovalence je 9 (rang 3) (Tablica 6). To znači da najrodniji hibrid ima približno srednju stabilnost prinosa zrna prema pokazateljima kao što su varijanca odstupanja od regresije, koeficijent determinacije i ekovalenca. Prema ostalim pokazateljima, najrodniji hibrid FAO grupe 400 (H8) pripada grupi najstabilnijih hibrida prema pokazateljima u Tablicama 7 i 5, te po prosječnom rangu svih pokazatelja (rang 2) i sumi rangova (rang 3) (Tablica 6).

Hibrid H4, koji je u prosjeku lokacija i godina ostvario najmanji prinos zrna, pokazuje i nestabilnost prinosa zrna prema pokazateljima prikazanim u Tablici 7 (indeks superiornosti – P_i : rang 12), dok varijanca rangova ($Si^{(2)}$) (rang 2) ukazuje na stabilnost navedenog hibrida ali na razini vrlo niskog prinosa zrna (rang 16). Isti hibrid pokazuje nestabilnost temeljem pokazatelja u Tablici 3, koji su rangirani u rasponu od 13 do 16, među 16 ispitivanih hibrida. Međutim, regresijski koeficijent hibrida H4 je 1.029 (rang 4), a ostali parametri prikazani u Tablici 6 rangirani su od 9 do 14.5, što potvrđuje nestabilnost prinosa zrna hibrida H4 FAO grupe 400.

Regresijski koeficijent koji je najbliži vrijednosti $b = 1$ smatra se povoljnom reakcijom genotipa (hibrida) na okolinske uvjete (**Eberhart i Russell**, 1966.), te je rangiran rangom 1 ($b = 0.999$; hibrid H15), varijanca odstupanja od regresije bila je najmanja za hibrid H11 (0.13), najviši koeficijent determinacije prinosa zrna hibrida procijenjen je za hibride H11 i H14 (rang 1.5), najbolja ekovalenca je procijenjena za hibrid H11 (0.17) i najmanja suma ranga prinosa zrna i ekovalence ($SR = 3$, rang 1), što ukazuje na izrazitu stabilnost prinosa zrna hibrida H11 prema pokazateljima prikazanim u Tablici 4, a prosječni prinos zrna navedenog hibrida (11.31 t/ha) rangiran je na drugo mjesto (Tablica 5).

Hibrid H11 je prema prosječnom rangu svih pokazatelja prinosa zrna rangiran na peto mjesto, što znači da hibrid H11, koji se odlikuje visokim prinosom zrna (rang 2), pripada unutar 1/3 najstabilnijih hibrida FAO grupe 400 (Tablica 6).

Tablica 6 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 400

Hibrid FAO 400	Regresijski koeficijent (b_i)		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Ekvalenca (W_i)		Prosječni rang		Suma ranga $SR = Y + W_i$	
	b_i	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	W_i	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	0.905	6	0.47	9	0.898	8	0.41	7	5.50	4	12.0	4
H2	0.824	12	0.98	14	0.778	15	0.91	15	11.88	14	29.0	16
H3	1.009	2	0.71	12	0.878	12	0.57	11	9.25	9	15.0	7
H4	1.029	3	0.66	11	0.890	9	0.53	10	11.63	12.5	26.0	14.5
H5	1.241	15	0.60	10	0.928	5	0.72	13	12.38	15	26.0	14.5
H6	0.894	7	0.74	13	0.845	14	0.64	12	9.50	11	21.0	11
H7	0.821	13	0.29	5	0.920	6	0.36	6	7.63	8	18.0	9
H8	0.859	10	0.47	8	0.887	10.5	0.46	8	5.06	2	9.0	3
H9	1.078	5	1.01	15	0.853	13	0.83	14	11.63	12.5	25.0	13
H10	0.975	4	0.22	3	0.956	3.5	0.18	2.5	5.19	3	12.5	5
H11	1.126	8	0.13	1	0.980	1.5	0.17	1	5.56	5	3.0	1
H12	0.829	11	0.44	7	0.887	10.5	0.47	9	7.44	7	16.0	8
H13	0.860	9	0.34	6	0.916	7	0.35	5	5.75	6	13.0	6
H14	1.150	14	0.14	2	0.980	1.5	0.20	4	9.31	10	19.0	10
H15	0.999	1	0.23	4	0.956	3.5	0.18	2.5	3.69	1	5.5	2
H16	1.400	16	3.07	16	0.762	16	3.10	16	14.63	16	22.0	12
Prosjek	1.000		0.52	8.5	0.894	8.5	0.63	8.5	8.5	8.5	17.0	8.5

Tablica 7 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 400	Rang prinosa zrna hibrida FAO grupe 400 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga Si ⁽²⁾		Indeks superiornosti Pi	
	Osijek		Rugvica		Sisak		Suma ranga prinosa					
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	Suma ranga	Rang	Si ⁽²⁾	Rang	Pi	Rang
H1	12.0	6.0	3.0	2.0	10.0	12.0	45.0	4.0	19.9	10.0	0.303	8
H2	5.0	10.0	6.0	15.0	3.5	16.0	55.5	10.5	18.58	8.0	0.811	15
H3	3.5	12.0	11.0	13.0	1.0	6.0	46.5	6.0	25.47	13.0	0.410	13
H4	11.0	16.0	14.0	16.0	15.0	15.0	87.0	16.0	3.50	2.0	0.404	12
H5	1.0	13.0	12.0	12.0	14.0	11.0	63.0	15.0	22.70	12.0	0.390	11
H6	13.0	1.0	9.0	14.0	3.5	13.0	53.5	9.0	28.24	14.0	0.653	14
H7	10.0	15.0	8.0	4.5	6.5	14.0	58.0	13.5	17.37	6.0	0.246	6
H8	3.5	2.0	1.0	3.0	5.0	2.0	16.5	1.0	1.10	1.0	0.192	4
H9	16.0	3.0	13.0	4.5	12.0	3.0	51.5	8.0	33.04	15.0	0.368	10
H10	9.0	9.0	5.0	10.5	13.0	10.0	56.5	12.0	6.84	3.0	0.183	3
H11	2.0	5.0	7.0	9.0	6.5	4.0	33.5	2.0	20.24	11.0	0.291	7
H12	15.0	7.0	10.0	6.0	2.0	8.0	48.0	7.0	18.80	9.0	0.330	9
H13	6.0	14.0	2.0	10.5	8.0	5.0	45.5	5.0	18.04	7.0	0.132	1
H14	7.0	11.0	15.0	7.0	9.0	9.0	58.0	13.5	9.07	5.0	0.154	2
H15	8.0	4.0	4.0	8.0	11.0	7.0	42.0	3.0	7.77	4.0	0.216	5
H16	14.0	8.0	16.0	1.0	16.0	1.0	56.0	10.5	50.27	16.0	0.826	16
Prosjek	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	51.0	8.5	18.81	8.5	0.369	8.5

Prosječni prinos zrna (V1) hibrida FAO 400, utvrđenim temeljem svih lokacija i godina ispitivanja, u značajnim je korelacijskim vezama s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.579$ i $r = 0.693$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$ istim slijedom), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna (V9) ($r_s = 0.623$; $P < 0.05$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.802$ i $r = -0.670$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom) (Tablica 8).

Korelacijski koeficijenti, rang vrijednosti, kao i nominalnih vrijednosti, između pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO grupe 400 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije prinosa zrna (V2)** u značajnim je korelacijama s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.846$ i $r = -0.905$; $P < 0.001$), s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.847$ i $r = -0.839$; $P < 0.001$), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.600$ i $r = 0.739$; $P < 0.01$) i s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.921$ i $r = 0.944$; $P < 0.001$). Također, temeljem samo nominalnih vrijednosti procijenjena je visoka značajnost ($P < 0.01$) korelacijskih koeficijenata varijacije prinosa zrna (V2) s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r = 0.685$) i s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r = 0.697$) i sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r = 0.716$), te značajna ($P < 0.05$) s varijancom rangova prinosa zrna ($r = 0.534$) pozitivne korelacije (Tablica 8).

- **Indeks stabilnosti prinosa zrna (V3)** u značajnim je korelacijama s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.967$ i $r = 0.960$; $P < 0.001$), s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.814$ i $r = -0.778$; $P < 0.001$) i s koeficijentom regresije (V10) ($r_s = -0.699$ i $r = -0.839$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ kako slijedi), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.527$; $P < 0.05$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.587$ i $r = -0.510$; $P < 0.05$) (Tablica 8). Također, temeljem samo nominalnih vrijednosti procijenjena je značajnost ($P < 0.05$) korelacijskih koeficijenata indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r = -0.502$) i s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r = -0.511$) (Tablica 8). Pored toga, već je prokomentiran značajni koeficijenti korelacije indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) (Tablica 8).

- **Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4)** u značajnim je korelacijama s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.809$ i $r = -0.787$; $P < 0.001$), s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.671$ i $r = -0.709$; $P < 0.001$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.626$ i $r = -0.624$; $P < 0.01$). Nadalje, već su prokomentirani značajni i vrlo značajni koeficijenti korelacije umnoška relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) s prosječnim prinosom zrna (V1), s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) i indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) (Tablica 8).

- **Razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5)** u značajnim je korelacijama s varijancom odstupanja od regresije prinosa (V6) ($r = 0.670$; $P < 0.01$), s ekovalencom ($r = 0.746$; $P < 0.001$), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r = 0.534$; $P < 0.05$) i varijancom rangova (V11) ($r = 0.592$; $P < 0.05$) (Tablica 8).

- **Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6)** u značajnim je korelacijama s koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) ($r_s = 0.915$ i $r = -0.811$; $P < 0.001$), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.698$ i $r = 0.708$; $P < 0.01$), s varijancom ranga prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.576$ i $r = 0.776$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.832$ i $r = 0.765$; $P < 0.001$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.698$; $P < 0.01$) (Tablica 8). Varijanca odstupanja od regresije prinosa (V6), također je u značajnoj korelacijskoj vezi s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2), s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) i s razlikom regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5), čija je značajnost procijenjena samo temeljem nominalnih vrijednosti (Tablica 8).

- **Koeficijenta determinacije prinosa zrna (V7)** u značajnim je korelacijama s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.863$ i $r = -0.772$; $P < 0.001$), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.516$ i $r = -0.658$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$ istim slijedom), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.752$ i $r = -0.868$; $P < 0.001$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.536$; $r = -0.595$; $P < 0.05$) (Tablica 8). Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) također je u vrlo značajnoj korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije prinosa zrna (V6) (Tablica 8).

- **Ekovalenca prinosa zrna (V8)** u značajnim je korelacijama s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.813$ i $r = 0.699$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom), s varijancom ranga prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.575$ i $r = 0.774$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.836$ i $r = 0.740$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.802$; $P < 0.01$) i s nominalnim vrijednostima koeficijenta regresije (V10) ($r = 0.586$; $P < 0.05$) (Tablica 8).

- **Prosječni rang svih ispitivanih parametara (V9)**, čiji je rang u značajnoj korelacijskoj vezi s rangom prinosa zrna ($r_s = 0.623$; $P < 0.05$), u značajnim je korelacijskim vezama s varijancom ranga prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.555$ i $r = 0.601$; $P < 0.05$), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.727$ i $r = 0.737$; $P < 0.01$) i sa sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.895$; $r = 0.881$; $P < 0.01$), te je u vrlo značajnoj korelacijskoj vezi ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) s nizom varijabli koje ukazuju na stabilnost prinosa zrna većinom u oba slučaja procijene korelacijskih koeficijenata na temelju rangiranih vrijednosti (r_s) i na temelju nominalnih vrijednosti (r). To su sljedeće varijable: koeficijent varijacije prinosa (V2), indeks stabilnosti prinosa zrna (V3), umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6), koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) i ekovalenca prinosa zrna (V8), čije su vrijednosti već komentirane u ranijem dijelu ovoga teksta (Tablica 8).

- **Koeficijent regresije prinosa zrna (V10)**: U Tablici 6 prikazani su regresijski koeficijenti 16 hibrida FAO grupe 400, a rangom 1 je označena razlika regresijskog koeficijenta koja je pozitivnim ili negativnim predznakom najmanja od $b = 1$, a najveća razlika rangirana je rangom 16, što je komentirano kao V5 (Tablica 6). Ako je najveći koeficijent regresije rangiran rangom 1, a najmanji rangom 16, tada su procijenjene sljedeće značajne korelacijske veze: koeficijent regresije prinosa zrna (V10) u vrlo je značajnoj negativnoj korelaciji ranga je s rangom koeficijenta varijacije prinosa zrna ($r_s = -0.921$; $P < 0.001$) i na temelju nominalnih vrijednosti ($r = 0.944$), što je u potpunosti razumljivo da veći koeficijent varijacije prinosa zrna pojedinog hibrida ovisno o okolinama ukazuje na veći koeficijent regresije prinosa zrna i na izvjesnu nestabilnost hibrida s većim koeficijentom regresije. Na to ukazuju i ostali korelacijski koeficijenti koeficijenta regresije prinosa zrna s indeksom stabilnosti (V3) ($r_s = -0.699$ i $r = -0.839$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom) i s umnoškom relativnog prinosa s indeksom stabilnosti ($r_s = -0.671$ i $r = -0.709$; $P < 0.01$) (Tablica 8).

- **Varijanca rangova prinosa zrna (V11)** u značajnoj je korelaciji utvrđenom neparametrijskom, kao i parametrijskom metodom, s varijancom odstupanja od regresije (V6), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V6, V8 i V9. Pored toga, varijanca ranga prinosa zrna u značajnoj je korelaciji s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.632$ i $r = 0.653$; $P < 0.01$) (Tablica 8).

- **Indeks superiornosti (V12)** u značajnoj je korelaciji s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), varijancom odstupanja od regresije (V6), koeficijentom determinacije (V7), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) i varijancom rangova prinosa zrna (V11), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V3, V6, V7, V8, V9 i V11. Indeks superiornosti (V12), pored navedenog, u značajnoj je korelacijskoj vezi sa sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence ($r_s = 0.611$ i $r = 0.604$; $P < 0.05$) (Tablica 8).

- **Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13)** u najjačoj je korelacijskoj vezi utvrđenoj neparametrijskom metodom s prinosom zrna (V1) i isto tako s ekovalencom (V8) ($r_s = 0.802$; $P < 0.001$), jer je to izvedena vrijednost s potpuno jednakim značenjem prinosa zrna i njegove ekovalence. Pored toga, suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) u značajnim je korelacijskim vezama s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti (V4), varijancom odstupanja od regresije (V6), koeficijentom determinacije (V7), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) i s varijancom ranga prinosa zrna (V12), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V3, V4, V6, V7, V8, V9 i V12 (Tablica 5). Potrebno je naglasiti da je suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) najjače vezana s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.895$ i $r = 0.881$; $P < 0.001$) (Tablica 8), a to daje približno jednak značaj za oba pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, odnosno znači da se temeljem vrijednosti prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja (V9) ili temeljem vrijednosti ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) mogu približno jednako izabrati hibridi koji se odlikuju visokim prinosom zrna, izražene stabilnosti prinosa zrna utvrđene na temelju različitih pokazatelja, a moguće je da su ti hibridi i široke adaptabilnosti.

Usporedba dva hibrida unutar FAO grupe 400 koji su se najviše razlikovali po koeficijentu regresije (H 7: $b_i = 0.789$; H16: $b_i = 1.400$) (Tablica 6; Graf 7) ukazuje da je hibrid H16 s najvećim koeficijentom regresije rodniiji od hibrida H7 s najmanjim koeficijentom regresije samo u povoljnijim okolinama (Rugvica 2009., Sisak 2009., Osijek 2009.). Hibrid H7 s najmanjim koeficijentom regresije rodniiji je od hibrida H16 u manje pogodnim okolinama (Rugvica 2008. i Sisak 2008.) (Graf 7). U prosjeku navedena dva hibrida razlikuju se u prosječnom prinosu zrna za 0.37 t/ha (H7: 10.60 t/ha; H16: 10.97 t/ha) (Tablica 5; Graf 7). Korelacijski koeficijent između koeficijenta regresije i prinosa zrna nije značajan ($r_s = -0.056$; $r = -0.092$), ali stabilniji je hibrid s manjim koeficijentom regresije, na što ukazuju značajni koeficijenti korelacija koeficijenta regresije (V10) s koeficijentom varijacije (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) i umnoškom relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) (Tablica 8).

Tablica 8 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 400 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale

Varijabla	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	13
V1		0.329	0.478	0.579	0.250	0.165	-0.003	0.287	0.623	-0.056	-0.106	0.144	0.802
V2	-0.339		0.846	0.847	-0.018	0.244	-0.052	0.278	0.600	-0.921	0.374	0.376	0.379
V3	0.467	-0.905		0.967	0.315	0.337	0.112	0.464	0.819	-0.699	0.449	0.527	0.587
V4	0.693	-0.839	0.960		0.224	0.329	0.108	0.425	0.809	-0.671	0.344	0.479	0.626
V5	0.144	0.469	-0.357	-0.248		0.150	0.181	0.374	0.496	0.038	0.191	0.088	0.389
V6	-0.006	0.685	-0.502	-0.413	0.670		0.915	0.955	0.698	-0.065	0.576	0.832	0.698
V7	0.047	-0.265	0.161	0.149	-0.470	-0.811		0.863	0.516	0.214	0.482	0.752	0.536
V8	0.020	0.697	-0.511	-0.413	0.746	0.993	-0.772		0.813	-0.084	0.575	0.836	0.802
V9	-0.494	0.739	-0.778	-0.787	0.534	0.708	-0.658	0.699		-0.366	0.555	0.727	0.895
V10	-0.092	0.944	-0.839	-0.709	0.446	0.557	-0.050	0.586	0.536		-0.374	-0.174	-0.087
V11	0.112	0.534	-0.498	-0.390	0.592	0.776	-0.617	0.774	0.601	0.492		0.632	0.293
V12	-0.164	0.440	-0.369	-0.362	0.482	0.765	-0.868	0.740	0.737	0.252	0.653		0.611
V13	-0.670	0.716	-0.510	-0.624	0.335	0.440	-0.595	0.421	0.881	0.174	0.334	0.604	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni prinos zrna hibrida sa svih lokacija i godina (Y)

V2 = koeficijent varijacije prinosa zrna svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI) (odnos najmanjeg i najvećeg prinosa zrna pojedinog hibrida)

V4 = umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI$)

V5 = razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$

(rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1) ($\Delta b_i = 1 - b_i$)

V6 = varijanca odstupanja od regresije (s_{di}^2)

V7 = koeficijent determinacije prinosa zrna (r^2)

V8 = ekovalenca (W_i)

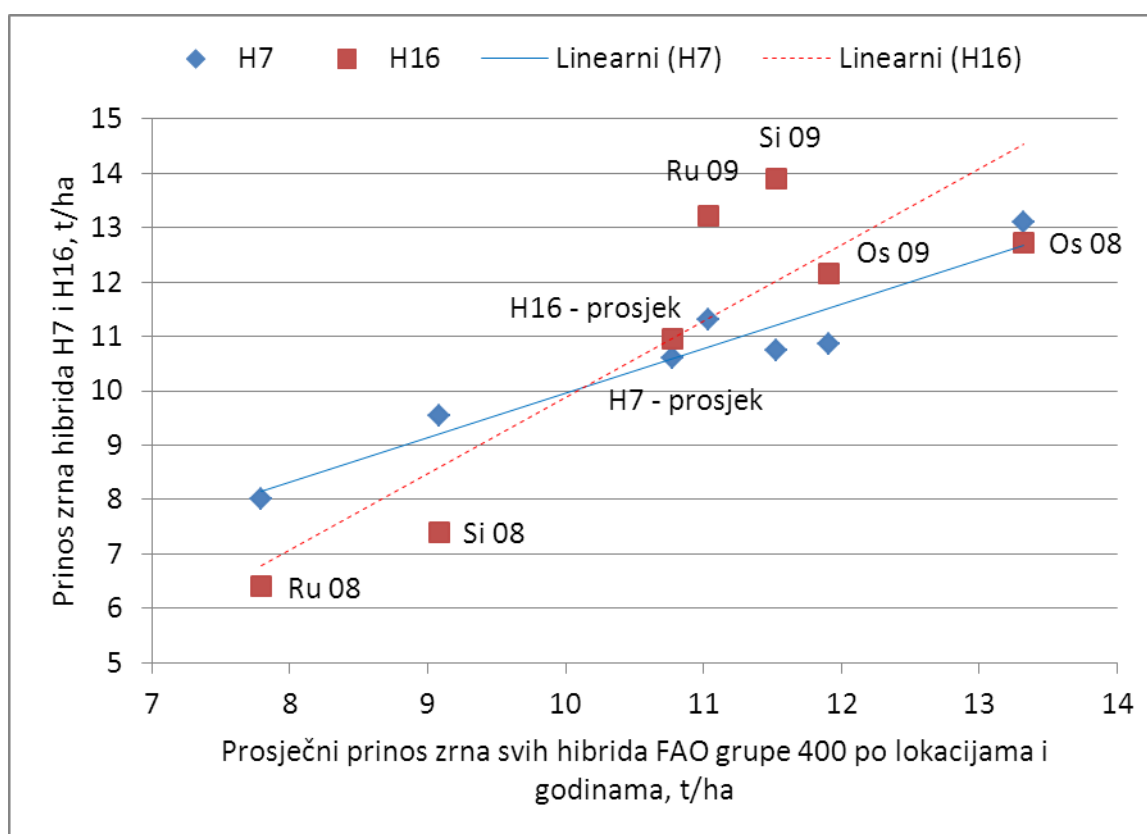
V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (prinos zrna i pokazatelji stabilnosti prinosa zrna) prikazan u Tablicama 5 i 6

V10 = regresijski koeficijent prinosa zrna (rang 1 je najveći koeficijent regresije)

V11 = varijanca ranga prinosa zrna i-tog hibrida rangiranog u svim okolinama (Tablica 7)

V12 = indeks superiornosti i-tog hibrida (P_i)

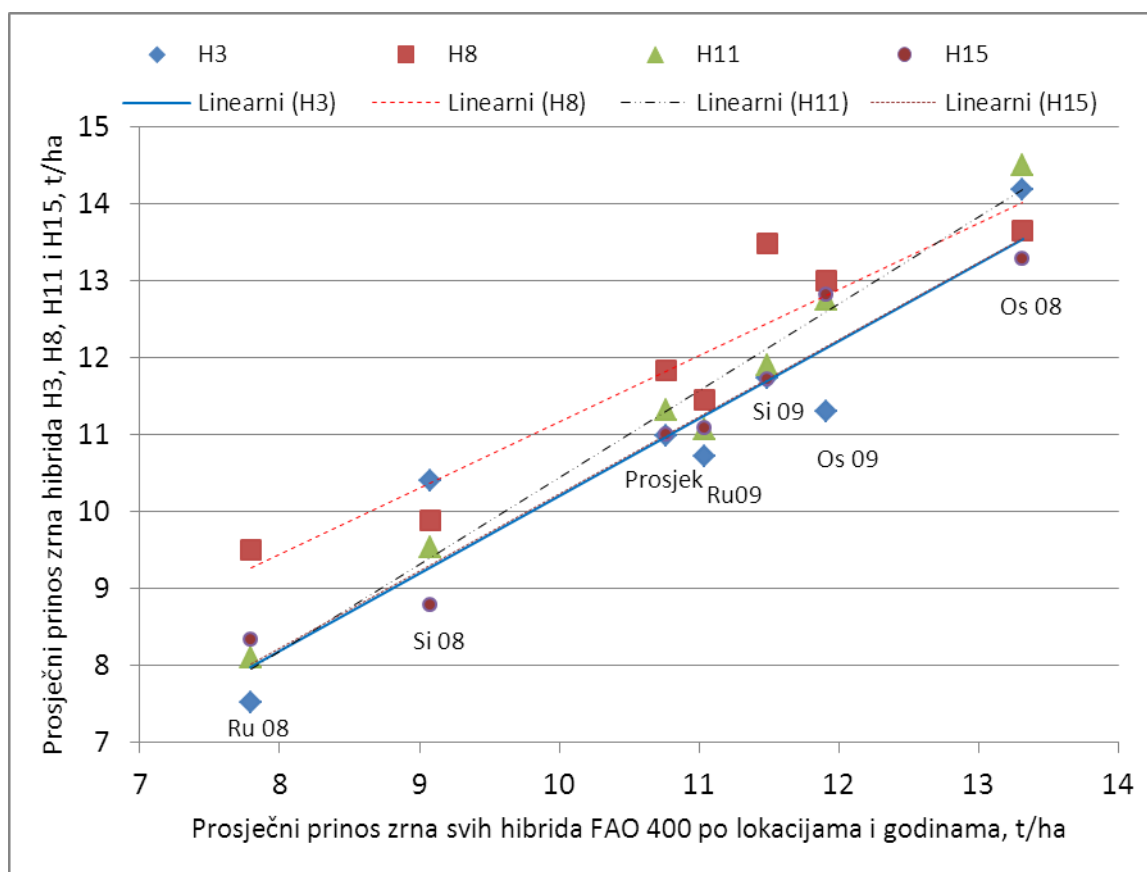
V13 = suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence



Graf 7 Prinos zrna hibrida H7 i H16 FAO grupe 400 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H7: $b_i = 0.789$; H16: $b_i = 1.400$)

Četiri hibrida koji po prosječnom prinosu zrna zauzimaju prva 4 ranga (H3: 10.98 t/ha; H8: 11.83; H11: 11.31 t/ha; H15: 11.00 t/ha) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 400 pripadaju skupini stabilnijih hibrida po prinosu zrna s izuzetkom hibrida H3 koji je prosječne stabilnosti. Hibridi H15 i H3 istog su koeficijenta regresije prinosa zrna (H15: $b_i = 0.999$ i hibrid H3: $b_i = 1.009$), a vrlo male razlike su po prosječnom prinosu zrna (H15: 11.00 t/ha i hibrid H3: 10.98 t/ha) (Tablice 5 i 6; Graf 8), stoga linija regresije prinosa zrna oba hibrida nije vidljiva, jer se stapa u jednu liniju (Graf 8). Ipak, hibridi H15 i H3 unutar FAO grupe 400, vrlo su različiti glede pokazatelja stabilnosti prinosa zrna (koeficijent varijacije, indeks stabilnosti, umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti, varijanca odstupanja od regresije, koeficijent determinacije, ekvalenca, prosječni rang), jer hibrid H3 ima pokazatelje stabilnosti prinosa zrna rangirane od ranga 9 do 12, a hibrid H15 od ranga 3 do 8 (Tablice 4 i 5). Hibridi H8 i H11 FAO grupe 400 vrlo su različitih koeficijenata regresije prinosa zrna (H8: $b_i = 0.859$ i H11: $b_i = 1.126$) (Tablica 6), stoga im se linije regresije sijeku u okolini s najvećim prinosom zrna (Osijek 2008. godine) (Graf 8), jer hibridu H8 glede prinosa zrna više odgovara okolina kao što je u Rugvici 2008. godine, a hibridu H11 više odgovara okolina

kao što je Osijek 2008. godine. Hibrid H8 i H11 FAO grupe 400 pripadaju stabilnijim hibridima po prinosu zrna iako se razlikuju u pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa. Hibrid H8 koji ima manji koeficijent varijacije najstabilniji je po koeficijentu varijacije prinosa zrna (rang 1), indeksu stabilnosti prinosa zrna (rang 1) i umnošku relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (rang 1) (Tablica 5), dok je hibrid H11 stabilniji glede varijance odstupanja od linije regresije prinosa zrna (rang 1), koeficijentu determinacije prinosa zrna (1.5) ekovalenci prinosa zrna (rang 1). Hibrid H8, koji je manje regresije prinosa zrna ($b_i = 0.859$), u prosjeku lokacija i godina najvećeg je prinosa zrna (11.83 t/ha) s posebnom prednošću u manje pogodnoj okolini (Rugvica 2008.), ali taj hibrid je i u najpovoljnijoj okolini (Osijek 2008.) približno iste rodnosti kao i hibrid H11 (Graf 8; Tablice 5 i 6).



Graf 8 Prinos zrna četiri hibrida (H3, H8, H11 i H15) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 400 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

Hibridi H8, H11 i H15 pripadaju hibridima FAO grupe 400, koji se odlikuju pored visokog prinosa zrna i vrlo dobrim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna na što ukazuje i prosječni rang svih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna (rangovi 2, 5 i 1 istim slijedom), te suma rangova prosječnog prinosa zrna i ekovalence (rangovi 3, 1 i 2 istim slijedom) (Tablica 6).

6.2. Prinos zrna hibrida FAO grupe 500

Prinos zrna hibrida FAO grupe 500 prikazan je u Tablici 9 po lokacijama i godinama. Tablicom 10 prikazan je prosječni prinos zrna svih ispitivanih hibrida FAO grupe 500, te pokazatelji stabilnosti prinosa zrna navedenih hibrida (koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna). Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO grupe 500 prikazani su u Tablici 11, a u Tablici 12 prikazane su rangirane vrijednosti prinosa zrna po godinama i lokacijama, te neparametrijski pokazatelji stabilnosti prinosa zrna (varijanca rangova i indeks superiornosti svakog ispitivanog hibrida). U Tablici 13 prikazani su koeficijenti korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvijete prikazana je Grafičkom 9 za dva hibrida koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije prinosa zrna unutar ispitivanih hibrida FAO grupe 500. Grafičkom 10 prikazana je reakcija na okolinske uvjete za četiri hibrida FAO grupe 500 koji su imali najveći prosječni prinos zrna utvrđen na temelju lokacija i godina ispitivanja.

Tablica 9 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 500	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjeak	2008.	2009.	Prosjeak	2008.	2009.	Prosjeak
H1	14.13	11.15	12.64	7.75	10.81	9.28	10.34	10.55	10.45
H2	12.90	11.84	12.37	8.50	10.95	9.73	8.65	11.71	10.18
H3	14.66	11.12	12.89	7.59	10.62	9.11	9.90	8.82	9.36
H4	14.63	11.72	13.18	7.18	13.26	10.22	8.74	12.47	10.61
H5	14.73	11.10	12.92	7.10	11.37	9.24	8.50	11.75	10.13
H6	12.71	12.11	12.41	10.75	10.46	10.61	9.57	10.85	10.21
H7	12.21	11.74	11.98	7.50	11.48	9.49	8.75	12.45	10.60
H8	15.82	11.55	13.69	10.00	13.13	11.57	11.04	12.57	11.81
H9	15.46	12.49	13.98	9.27	11.39	10.33	10.70	11.19	10.95
H10	16.27	12.27	14.27	11.51	12.47	11.99	9.47	13.42	11.45
H11	15.32	12.72	14.02	9.90	12.16	11.03	10.84	12.77	11.81
H12	14.35	12.19	13.27	9.20	10.57	9.89	9.81	12.36	11.09
H13	14.94	11.65	13.30	10.17	12.43	11.30	9.47	12.65	11.06
H14	13.78	10.41	12.10	8.87	11.89	10.38	10.21	10.65	10.43
H15	13.57	11.68	12.63	9.21	11.85	10.53	8.50	11.96	10.23
H16	13.39	11.20	12.30	9.14	11.31	10.23	9.21	11.67	10.44
Prosjeak	14.30	11.68	13.00	8.98	11.63	10.31	9.61	11.76	10.69
LSD _{0.05}	1.89	1.12		1.29	1.25		2.25	1.73	
LSD _{0.01}									

U prosjeku lokacija i godina najveći prinos zrna u FAO 500 (12.57 t/ha; rang 1) postigao je hibrid H10, a najmanji hibrid H3 (10.45 t/ha; rang 16) (Tablica 10). Hibrid najvećeg prinosa zrna imao je relativno visok koeficijent varijacije prinosa zrna ($CV = 19.84\%$; rang 13), niži indeks stabilnosti prinosa zrna ($YSI = 0.582$; rang 12), a umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna bio je rangiran između ranga 6 i 7 ($YR \times YSI = 0.646$; rang 6.5) (Tablica 10). Isti hibrid imao je regresijski koeficijent ($b_i = 1.074$; rang 9), varijancu odstupanja od regresije ($s^2_{di} = 1.19$; rang 14), koeficijent determinacije prinosa zrna ($r^2 = 0.811$; rang 13), ekovalencu ($W_i = 0.97$; rang 12), prosječni rang svih pokazatelja (10.06; rang 11) i sumu rangova prinosa zrna i ekovalence ($SR = 13$; rang 7) (Tablica 11). U pogledu stabilnosti prinosa zrna, najrodniji hibrid H10 ostvario je bolje rezultate prikazane u Tablici 12, jer je ostvario manju varijancu rangova (rang 5) i bolji indeks superiornosti (rang 5). Hibrid H3 koji je polučio najmanji prinos zrna među ispitivanim hibridima u grupi FAO 500 (rang 16) imao je velik koeficijent varijacije prinosa zrna ($CV = 21.39\%$; rang 14), vrlo mali

indeks stabilnosti prinosa zrna ($YSI = 0.518$; rang 14) i vrlo mali umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI = 0.478$; rang 15) (Tablica 10). Navedeni hibrid imao je regresijski koeficijent ($b_i = 1.115$; rang 11), veliku varijancu odstupanja od regresije ($s^2_{di} = 1.82$; rang 16), manji koeficijent determinacije prinosa zrna ($r^2 = 0.752$; rang 14), slabiju ekovalencu ($W_i = 1.50$; rang 15), nepovoljan prosječni rang svih pokazatelja (14.38; rang 16) i najlošiju sumu ranga prinosa zrna i ekovalence (31; rang 16), što ukazuje da je taj hibrid i niskog prinosa i slabe stabilnosti prinosa zrna (Tablice 10 i 11). Primjenom neparametrijske metode rangova, dobiveni su sukladni rezultati, koji ukazuju na izuzetnu nestabilnost hibrida H3 (varijanca rangova: rang 12; indeks superiornosti: rang 15) (Tablica 12).

Hibrid H6 u FAO grupi 500 imao je najbolje rangirane vrijednosti (rang 1) koeficijenta varijacije, stabilnosti prinosa zrna i umnoška relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (Tablica 10). Isti hibrid imao je najveće odstupanje koeficijenta regresije prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$, odnosno imao je najniži koeficijent regresije prinosa zrna ($b_i = 0.468$) i koeficijent determinacije prinosa zrna ($r^2 = 0.594$), te slabiju ekovalencu ($W_i = 1.54$) (Tablica 8). Hibrid H6 je prinosom zrna ostvario rang 9 i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence ostvario rang 13 (Tablice 10 i 11). Na nestabilnost hibrida H6 u FAO grupi 500 ukazuju i rezultati prikazani Tablicom 12 (varijanca rangova: rang 16; indeks superiornosti: rang 13). Koeficijent regresije koji je najbliže vrijednosti $b_i = 1$ procijenjen je za hibrid H13 ($b_i = 0.997$; rang 1) (Tablica 11). Najpovoljnije vrijednosti varijance odstupanja od regresije imao je hibrid H16 ($s^2_{di} = 0.06$), koji je i po koeficijentu determinacije prinosa zrna ostvario povoljni rang 3 kao i rang 2 temeljem ekovalence ($W_i = 0.13$) (Tablica 11), ali prosječni prinos zrna istog hibrida ostvario je rang 10 (Tablica 10). Hibrid H11 u FAO grupi 500 imao je najbolji prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (2.63; rang 1), najbolji rang sume rangova prinosa zrna i ekovalence (4; rang 1), odnosno zauzeo je rang 3 po prinosu zrna (11.81 t/ha), a ostali pokazatelji su rangirani u području od ranga 1 do ranga 5 (Tablice 10 i 11). Navedeni hibrid imao je najbolju ekovalencu ($W_i = 0.06$; rang 1) i najbolju sumu rangova prinosa zrna i ekovalence ($SR = 4$; rang 1), te neparametrijske pokazatelje stabilnosti rangirane od ranga 2 do 3.5 (Tablice 11 i 12), što navedeni hibrid svrstava u visokoprinosne i stabilne hibride.

Tablica 10 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna

Hibrid FAO 500	Prosječni prinos zrna (Y)			Koeficijent varijacije prinosa zrna (CV)		Indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI)		Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (YR × YSI)	
	t/ha	Relativno (YR)	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H1	10.79	0.953	12	18.01	10	0.548	13	0.523	13
H2	10.76	0.950	13.5	15.92	4	0.659	4	0.626	8
H3	10.45	0.923	16	21.39	14	0.518	14	0.478	15
H4	11.33	1.001	7	24.98	16	0.491	15	0.491	14
H5	10.76	0.950	13.5	23.61	15	0.482	16	0.458	16
H6	11.08	0.978	9	10.10	1	0.753	1	0.736	1
H7	10.69	0.944	15	18.13	11	0.614	10	0.580	12
H8	12.35	1.091	2	17.91	9	0.632	8	0.689	3
H9	11.75	1.038	5	18.53	12	0.600	11	0.622	10
H10	12.57	1.110	1	19.84	13	0.582	12	0.646	6.5
H11	12.29	1.085	3	16.49	5	0.646	3	0.701	2
H12	11.41	1.008	6	16.90	7	0.641	6	0.646	6.5
H13	11.89	1.050	4	17.23	8	0.634	7	0.665	4
H14	10.97	0.969	11	14.85	3	0.644	5	0.623	9
H15	11.13	0.983	8	16.79	6	0.626	9	0.616	11
H16	10.99	0.970	10	14.22	2	0.683	2	0.662	5
Prosjek	11.32	1.000	8.5	17.81	8.5	0.610	8.5	0.610	8.5

Značajni koeficijenti korelacije s prosječnim prinosom zrna (V1) hibrida FAO 500, utvrđenim temeljem svih lokacija i godina ispitivanja, procijenjeni su za umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.623$ i $r = 0.559$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$ istim slijedom), za prosječni rang svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna s uključenim prosječnim prinosom zrna (V9) ($r = 0.531$; $P < 0.05$), za indeks superiornosti (V12) ($r_s = 0.613$ i $r = -0.569$; $P < 0.05$) i za sumu rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.819$ i $r = -0.779$; $P < 0.001$) (Tablica 13).

Korelacijski koeficijenti rangiranih vrijednosti i nominalnih vrijednosti između pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO grupe 500 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije prinosa zrna (V2)** u značajnoj je korelaciji s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.950$ i $r = -0.956$; $P < 0.001$), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.692$ i $r = -0.804$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.697$ i $r = 0.567$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$ istim slijedom), i koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.924$ i $r = 0.974$; $P < 0.001$). Također, temeljem samo rangiranih vrijednosti procijenjena je značajnost ($P < 0.05$) korelacijskih koeficijenata varijacije prinosa zrna (V2) s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.509$) i ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.509$) (Tablica 13).

- **Indeks stabilnosti prinosa zrna (V3)** u značajnoj je korelaciji s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.814$ i $r = 0.908$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.765$ i $r = -0.653$; $P < 0.01$), koeficijentom regresije (V10) ($r_s = -0.859$ i $r = -0.920$; $P < 0.001$) i indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.514$; $P < 0.05$) (Tablica 13). Također, temeljem samo rangiranih vrijednosti procijenjena je značajnost ($P < 0.05$) korelacijskih koeficijenata indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.500$) i ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.522$) (Tablica 9). Pored toga, već su prokomentirani vrlo značajni ($P < 0.001$) koeficijenti korelacije indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) (Tablica 13).

- **Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.804$ i $r = -0.763$; $P < 0.001$), koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.515$ i $r = -0.750$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.666$ i $r = -0.649$; $P < 0.01$) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.654$ i $r = -0.640$; $P < 0.01$). Nadalje, već su prokomentirani značajni i vrlo značajni koeficijenti korelacije umnoška relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) s prosječnim prinosom zrna (V1), koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) i indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) (Tablica 13).

- **Razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5)** u značajnoj je korelaciji s ekovalencom (V8) ($r_s = 0.553$ i $r = 0.613$; $P < 0,05$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.582$ i $r = 0.722$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.531$ i $r = 0.514$; $P < 0.05$) i sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.595$ i $r = 0.500$; $P < 0.05$) (Tablica 13).

- **Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6)** u značajnoj je korelaciji s koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) ($r_s = 0.889$ i $r = -0.628$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom), ekovalencom (V8) ($r_s = 0.831$ i $r = 0.782$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.768$ i $r = 0.789$; $P < 0.001$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.565$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.649$ i $r = 0.672$; $P < 0.01$) i sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.613$ i $r = 0.623$; $P < 0.05$) (Tablica 13). Varijanca odstupanja od regresije prinosa (V6), također je u značajnoj korelacijskoj vezi s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) i s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), čija je značajnost procijenjena samo temeljem rangiranih vrijednosti (Tablica 13).

- **Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7)** u značajnoj je korelaciji s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.769$ i $r = -0.767$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.584$; $P < 0.05$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.578$ i $r = -0.692$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.546$ i $r = -0.500$; $P < 0.05$) i sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.601$ i $r = -0.596$; $P < 0.05$) (Tablica 13). Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7), također je u vrlo značajnoj korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije prinosa zrna (V6) (Tablica 13).

- **Ekovalenca prinosa zrna (V8)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.879$ i $r = 0.822$; $P < 0.001$), s varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.829$ i $r = 0.804$; $P < 0.001$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.829$ i $r = 0.833$; $P < 0.001$) i sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.819$ i $r = 0.767$; $P < 0.001$) (Tablica 13). Ekovalenca prinosa zrna, također je značajnoj korelacijskoj vezi s varijablama V2, V3, V5, V6 i V7, što je komentirano u ranijem dijelu teksta.

- **Prosječni rang svih ispitivanih parametara prinosa zrna hibrida FAO 500 (V9)**, čiji je rang u značajnoj korelacijskoj vezi s rangom prinosa zrna ($r_s = 0.531$; $P < 0.05$), u značajnoj ($P < 0.05$) i većinom u vrlo značajnoj je korelacijskoj vezi ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) s nizom varijabli koje ukazuju na stabilnost prinosa zrna većinom u oba slučaja procjene korelacijskih koeficijenata na temelju rangiranih vrijednosti (r_s) i na temelju nominalnih vrijednosti (r). To su sljedeće varijable: koeficijent varijacije prinosa (V2), indeks stabilnosti prinosa zrna (V3), umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6), koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) i ekovalenca prinosa zrna (V8), čije su vrijednosti već komentirane u ranijem dijelu ovoga teksta (Tablica 13). Nadalje, prosječni rang svih ispitivanih parametara prinosa zrna hibrida FAO 500 (V9) u značajnoj je korelaciji s varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.718$ i $r = 0.634$; $P < 0.01$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.876$ i $r = 0.858$; $P < 0.001$) i sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.875$ i $r = 0.875$; $P < 0.001$) (Tablica 13). To su rezultati identični rezultatima s hibridima u FAO grupi 400, te se za FAO grupu 500 u tom smislu mogu iznijeti isti zaključci, kao i za FAO grupu 400.

- **Koeficijent regresije prinosa zrna (V10)** je u vrlo značajnoj negativnoj korelaciji ranga s rangom koeficijenta varijacije prinosa zrna ($r_s = -0.924$; $P < 0.001$) i na temelju nominalnih vrijednosti ($r = 0.974$), što je u potpunosti razumljivo – veći koeficijent varijacije prinosa zrna pojedinog hibrida ovisno o okolinama ukazuje na veći koeficijent regresije prinosa zrna i na izvjesnu nestabilnost hibrida s većim koeficijentom regresije. Na to ukazuju i ostali korelacijski koeficijenti regresije prinosa zrna s indeksom stabilnosti (V3) ($r_s = -0.859$ i $r = -0.920$; $P < 0.001$), umnoškom relativnog prinosa s indeksom stabilnosti ($r_s = -0.515$ i $r = -0.750$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$) (Tablica 13).

- **Varijanca rangova prinosa zrna (V11)** u značajnoj je korelaciji s varijancom odstupanja od regresije (V6), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V6, V8 i V9. Pored toga, varijanca ranga prinosa zrna u značajnoj je korelaciji s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.790$ i $r = 0.690$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$) (Tablica 13).

- **Indeks superiornosti (V12)** u značajnoj je korelaciji s prinosom zrna (V1), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), razlikom regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5),

varijancom odstupanja od regresije (V6), koeficijentom determinacije (V7), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) i varijancom rangova prinosa zrna (V11), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V1, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9 i V11. Indeks superiornosti (V12), pored navedenog, u značajnoj je korelacijskoj vezi sa sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence ($r_s = 0.880$ i $r = 0.854$; $P < 0.001$) (Tablica 13).

- **Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13)** u najjačoj je korelacijskoj vezi utvrđenoj neparametrijskom metodom s prinosom zrna (V1) i isto tako s ekovalencom (V8) ($r_s = 0.819$; $P < 0.001$), jer je to izvedena vrijednost s potpuno jednakim značenjem prinosa zrna i njegove ekovalence. Pored toga, suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) u značajnim je korelacijskim vezama s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti (V4), razlikom regresijskog koeficijenta prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5), varijancom odstupanja od regresije (V6), koeficijentom determinacije (V7), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) i varijancom ranga prinosa zrna (V11), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V1, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9 i V12 (Tablica 13). Potrebno je naglasiti da je suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) najjače vezana s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.875$ i $r = 0.875$; $P < 0.001$) (Tablica 13), a to daje približno jednak značaj za oba pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, odnosno znači da se temeljem vrijednosti prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja (V9) ili temeljem vrijednosti ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) mogu približno jednako izabrati hibridi koji se odlikuju visokim prinosom zrna, izražene stabilnosti prinosa zrna utvrđene na temelju različitih pokazatelja, a moguće je da su ti hibridi i šire adaptabilnosti.

Tablica 11 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 500

Hibrid FAO 500	Regresijski koeficijent (b_i)		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Ekvalenca (W_i)		Prosječni rang		Suma ranga SR = Y + W_i	
	b_i	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	W_i	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	1.008	2	0.69	12	0.868	11	0.55	10	10.38	12	22.0	12
H2	0.911	10	0.38	5	0.906	6	0.33	4.5	6.88	6	18.0	9
H3	1.115	11	1.82	16	0.752	14	1.50	15	14.38	16	31.0	16
H4	1.423	15	1.02	13	0.898	9	1.45	14	12.88	15	21.0	11
H5	1.411	14	0.10	3	0.989	1	0.68	11	11.19	13	24.5	14
H6	0.468	16	0.66	11	0.594	16	1.54	16	8.88	9	25.0	13
H7	0.943	8	1.32	15	0.749	15	1.07	13	12.38	14	28.0	15
H8	1.023	4	0.50	9	0.902	7.5	0.40	7	6.19	4	9.0	3
H9	1.047	7	0.64	10	0.885	10	0.52	9	9.25	10	14.0	8
H10	1.074	9	1.19	14	0.811	13	0.97	12	10.06	11	13.0	7
H11	0.983	3	0.07	2	0.984	2	0.06	1	2.63	1	4.0	1
H12	0.965	5	0.44	7	0.903	7.5	0.36	6	6.38	5	12.0	4.5
H13	0.997	1	0.35	4	0.926	4	0.28	3	4.38	2	7.0	2
H14	0.827	13	0.47	8	0.865	12	0.48	8	8.63	8	19.0	10
H15	0.962	6	0.41	6	0.909	5	0.33	4.5	6.94	7	12.5	6
H16	0.846	12	0.06	1	0.981	3	0.13	2	4.63	3	12.0	4.5
Prosjek	1.000	8.5	0.54	8.5	0.870	8.5	0.67	8.5	8.5	8.5	17.0	8.5

Tablica 12 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 500	Rang prinosa zrna hibrida FAO grupe 500 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga Si ⁽²⁾		Indeks superiornosti Pi	
	Osijek		Rugvica		Sisak		Suma ranga prinosa					
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	Suma ranga	Rang	Si ⁽²⁾	Rang	Pi	Rang
H1	10.0	13.0	12.0	13.0	4.0	15.0	67.0	13.0	12.47	9.0	0.465	11.0
H2	14.0	6.0	11.0	12.0	14.0	10.0	67.0	13.0	7.47	3.0	0.335	9.0
H3	7.0	14.0	13.0	14.0	6.0	16.0	70.0	15.0	14.22	12.0	0.821	15.0
H4	8.0	8.0	15.0	1.0	13.0	5.0	50.0	6.5	21.89	15.0	0.935	16.0
H5	6.0	15.0	16.0	10.0	15.5	9.0	71.5	16.0	14.37	13.0	0.509	12.0
H6	15.0	5.0	2.0	16.0	8.0	13.0	59.0	9.0	27.14	16.0	0.595	13.0
H7	16.0	7.0	14.0	8.0	12.0	6.0	63.0	11.0	13.92	11.0	0.816	14.0
H8	2.0	11.0	4.0	2.0	1.0	4.0	24.0	3.0	11.00	7.0	0.148	3.5
H9	3.0	2.0	6.0	9.0	3.0	12.0	35.0	5.0	13.14	10.0	0.365	10.0
H10	1.0	3.0	1.0	3.0	9.5	1.0	18.5	1.0	9.03	5.0	0.165	5.0
H11	4.0	1.0	5.0	5.0	2.0	2.0	19.0	2.0	2.47	2.0	0.148	3.5
H12	9.0	4.0	8.0	15.0	7.0	7.0	50.0	6.5	11.22	8.0	0.280	8.0
H13	5.0	10.0	3.0	4.0	9.5	3.0	34.5	4.0	8.48	4.0	0.042	1.0
H14	11.0	16.0	10.0	6.0	5.0	14.0	62.0	10.0	15.56	14.0	0.256	7.0
H15	12.0	9.0	7.0	7.0	15.5	8.0	58.5	8.0	9.48	6.0	0.199	6.0
H16	13.0	12.0	9.0	11.0	11.0	11.0	67.0	13.0	1.47	1.0	0.102	2.0
Prosjek	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	51.0	8.5	12.08	8.5	0.386	8.5

Tablica 13 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 500 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale

Varijabla	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
V1		0.034	0.180	0.623	0.421	0.174	0.216	0.342	0.531	0.184	0.368	0.613	0.819
V2	0.002		0.950	0.692	0.018	0.509	0.109	0.509	0.697	-0.924	0.329	0.477	0.331
V3	0.161	-0.956		0.827	0.044	0.500	0.118	0.522	0.765	-0.859	0.394	0.514	0.428
V4	0.559	-0.804	0.908		0.256	0.375	0.108	0.449	0.804	-0.515	0.452	0.666	0.654
V5	-0.315	0.069	-0.085	-0.210		0.165	0.269	0.553	0.482	0.074	0.582	0.531	0.595
V6	-0.193	0.361	-0.382	-0.407	0.008		0.889	0.831	0.768	-0.306	0.565	0.649	0.613
V7	0.230	0.336	-0.277	-0.132	-0.358	-0.628		0.769	0.584	0.109	0.578	0.546	0.601
V8	-0.295	0.279	-0.303	-0.386	0.613	0.782	-0.767		0.879	-0.321	0.829	0.829	0.819
V9	-0.489	0.567	-0.653	-0.763	0.386	0.789	-0.477	0.822		-0.474	0.718	0.876	0.875
V10	0.056	0.974	-0.920	-0.750	0.033	0.145	0.530	0.083	0.395		-0.168	-0.269	-0.084
V11	-0.296	0.074	-0.125	-0.236	0.722	0.412	-0.692	0.804	0.634	-0.059		0.790	0.730
V12	-0.569	0.439	-0.481	-0.649	0.514	0.672	-0.500	0.833	0.858	0.285	0.690		0.880
V13	-0.779	0.231	-0.367	-0.640	0.500	0.623	-0.596	0.767	0.875	0.072	0.644	0.854	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni prinos zrna hibrida sa svih lokacija i godina (Y)

V2 = koeficijent varijacije prinosa zrna svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI) (odnos najmanjeg i najvećeg prinosa zrna pojedinog hibrida)

V4 = umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI$)

V5 = razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$

(rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1) ($\Delta b_i = 1 - b_i$)

V6 = varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})

V7 = koeficijent determinacije prinosa zrna (r^2)

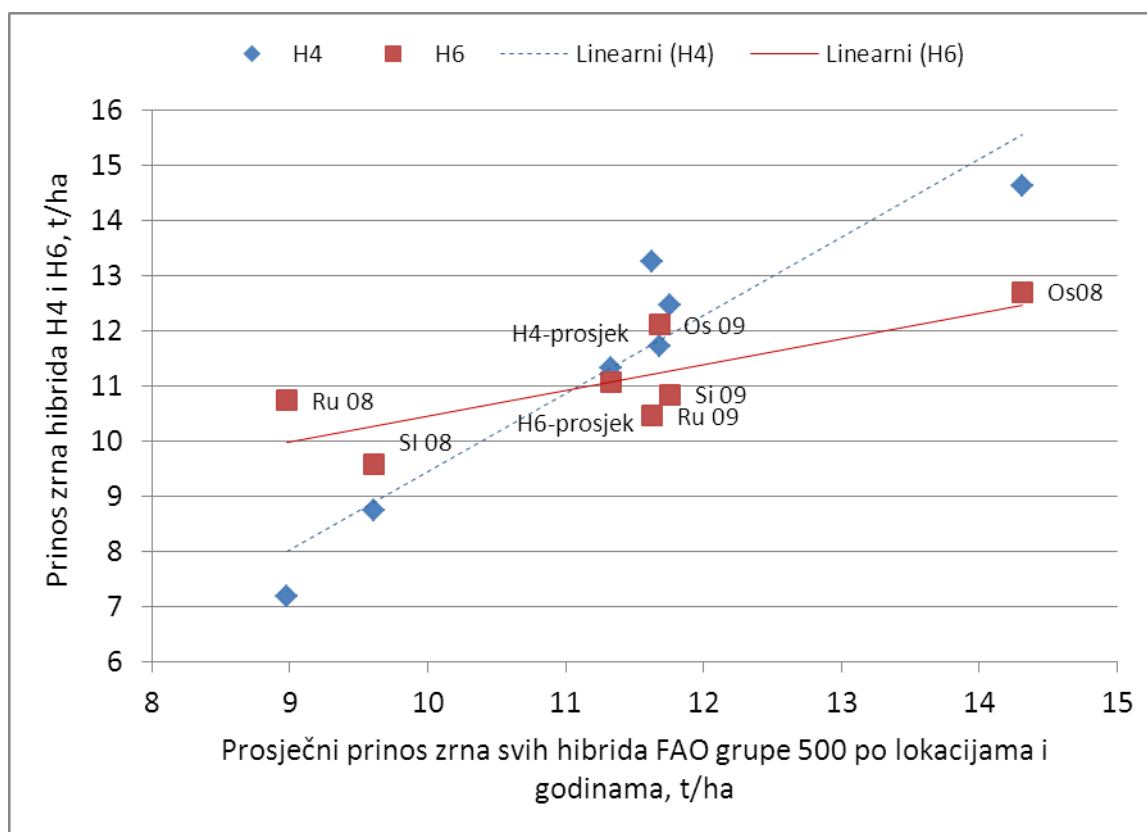
V8 = ekovalenca (W_i)

V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (prinos zrna i pokazatelji stabilnosti prinosa zrna) prikazan u Tablicama 10 i 11

V10 = regresijski koeficijent prinosa zrna (rang 1 je najveći koeficijent regresije)

V11 = varijanca ranga prinosa zrna i-tog hibrida rangiranog u svim okolinama (Tablica 12)

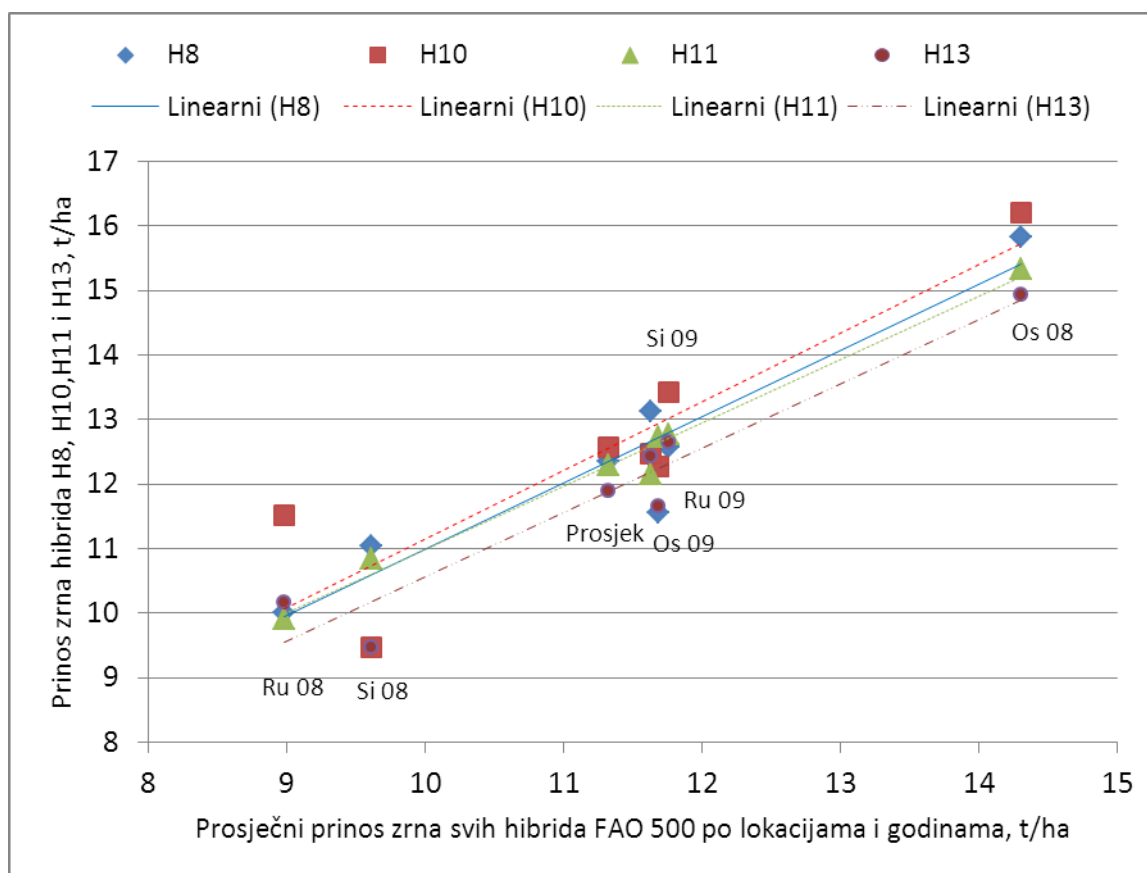
V12 = indeks superiornosti i-tog hibrida (P_i) (Tablica 12)



Graf 9 Prinos zrna hibrida H4 i H6 FAO grupe 500 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H4: $b_i = 1.423$; H6: $b_i = 0.468$)

Usporedba dva hibrida unutar FAO grupe 500 koji su se najviše razlikovali po koeficijentu regresije (H6: $b_i = 0.468$; H4: $b_i = 1.423$) (Tablica 11; Graf 9) ukazuje da je hibrid H4 s najvećim koeficijentom regresije rodniiji od hibrida H6 s najmanjim koeficijentom regresije samo u povoljnijim okolinama (Rugvica 2009., Sisak 2009., Osijek 2008.). Hibrid H6 s najmanjim koeficijentom regresije rodniiji je od hibrida H4 u manje pogodnim okolinama (Rugvica 2008. i Sisak 2008.) (Graf 9). U prosjeku navedena dva hibrida razlikuju se u prosječnom prinosu zrna za 0.25 t/ha (hibrid H6: 11.08 t/ha; H4: 11.33 t/ha) (Tablica 10; Graf 9). Korelacijski koeficijent između koeficijenta regresije i prinosa zrna nije značajan ($r_s = 0.184$; $r = 0.056$), ali stabilniji je hibrid s manjim koeficijentom regresije, na što ukazuju značajni koeficijenti korelacija koeficijenta regresije (V10) s koeficijentom varijacije (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) i umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) (Tablica 13).

Usporedbom četiri hibrida koji po prosječnom prinosu zrna zauzimaju prva 4 ranga (H8: 12.35 t/ha; H10: 12.57 t/ha; H11: 12.29 t/ha; H13: 11.89 t/ha) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 500 pripadaju skupini stabilnijih hibrida po prinosu zrna s izuzetkom hibrida H10 koji je manje stabilnosti (Tablica 10; Graf 10). Hibridi H8, H11 i H13, koji su vrlo stabilnog prinosa zrna imaju koeficijente regresije prinosa zrna koji se malo razlikuju od $b_i = 1$ (H8: $b_i = 1.023$; H11: $b_i = 0.983$; H13: $b_i = 0.997$) (Tablica 11; Graf 10). Za hibrid H10 procijenjen je koeficijent regresije veći od $b_i = 1$ (H10: $b_i = 1.074$), stoga taj hibrid postiže veći prinos zrna u povoljnijoj okolini kao što je Osijek 2008., ali isti hibrid je postigao najveći prinos u manje povoljnoj okolini (Rugvica 2008. godine) između četiri navedena hibrida. Međutim, u manje povoljnoj okolini kao što je lokacija u Sisak 2008. godine to se pokazalo suprotnim, jer je hibrid H10 ostvario najmanji prinos zrna među spomenutim hibridima (Tablica 9; Graf 10), što je vjerojatno i najveći uzrok manjoj stabilnosti prinosa zrna hibrida H10 FAO grupe 500, kod kojega su pokazatelji stabilnosti prinosa zrna kao što je koeficijent varijacije, indeks stabilnosti, varijanca odstupanja od regresije, koeficijent determinacije i ekovalenca rangirani od ranga 12 do 14 između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 500 (Tablice 10 i 11). Hibridi H8, H11 i H13, pored visokog prinosa zrna, ističu se pokazateljima stabilnosti prinosa zrna, kao što je umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (rangovi 3, 2 i 4 istim redoslijedom), prosječnim rangom svih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna (rangovi 4, 1 i 2 istim redoslijedom) (Tablice 10 i 11).



Graf 10 Prinos zrna četiri hibrida (H8, H10, H11 i H13) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 500 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

6. 3. Prinos zrna hibrida FAO grupe 600

U Tablici 14 prikazani su rezultati prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 po lokacijama i godinama. Tablicom 15 prikazan je prosječni prinos zrna, te pokazatelji stabilnosti prinosa zrna (koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna) za svaki ispitivani hibrid FAO grupe 600. Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 prikazani su u Tablici 16, a Tablicom 17 prikazane su rangirane vrijednosti prinosa zrna po godinama i lokacijama, te neparametrijski pokazatelji stabilnosti prinosa zrna (varijanca rangova i indeks superiornosti svakog ispitivanog hibrida). Tablicom 18 prikazani su koeficijenti korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvijete prikazana je Grafom 11 za dva hibrida koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije prinosa zrna unutar ispitivanih hibrida FAO grupe 600. Grafom 12

prikazana je reakcija na okolinske uvjete za četiri hibrida FAO grupe 600 koji su imali najveći prosječni prinos zrna utvrđen na temelju lokacija i godina ispitivanja.

Tablica 14 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 600	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek
H1	11.50	12.73	12.12	5.22	11.29	8.26	8.88	10.56	9.72
H2	13.46	13.59	13.53	8.81	11.52	10.17	12.03	11.83	11.93
H3	12.58	12.02	12.30	5.81	11.23	8.52	8.98	10.73	9.86
H4	12.39	11.69	12.04	7.68	11.48	9.58	10.05	9.20	9.63
H5	13.68	11.29	12.49	6.68	10.63	8.66	12.50	9.74	11.12
H6	12.11	10.43	11.27	7.57	9.26	8.42	8.90	8.39	8.65
H7	13.05	11.46	12.26	7.76	10.88	9.32	11.11	11.53	11.32
H8	13.54	12.93	13.24	11.39	13.70	12.55	12.95	13.55	13.25
H9	13.75	10.67	12.21	6.54	10.08	8.31	10.83	10.44	10.64
H10	13.18	13.38	13.28	7.63	12.58	10.11	11.04	11.17	11.11
H11	13.07	13.38	13.23	7.25	10.91	9.08	12.28	11.03	11.66
H12	13.29	12.25	12.77	7.86	10.80	9.33	10.49	9.10	9.80
H13	9.73	12.74	11.24	2.10	12.37	7.24	3.77	10.12	6.95
H14	13.20	12.20	12.70	8.03	12.67	10.35	10.58	11.95	11.27
H15	14.34	11.82	13.08	7.00	10.23	8.62	12.16	9.57	10.87
H16	13.66	12.50	13.08	6.94	12.83	9.89	10.11	12.41	11.26
Prosjek	12.91	12.19	12.55	7.14	11.40	9.27	10.42	10.71	10.57
LSD _{0.05}	1.70	1.22		1.59	1.38		2.43	1.73	
LSD _{0.01}									

Tablica 15 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna

Hibrid FAO 600	Prosječni prinos zrna (Y)			Koeficijent varijacije prinosa zrna (CV)		Indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI)		Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (YR × YSI)	
	t/ha	Relativno (YR)	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H1	10.03	0.929	14	26.67	15	0.410	15	0.381	15
H2	11.87	1.100	2	14.59	2	0.648	2	0.713	2
H3	10.23	0.947	13	24.38	14	0.462	14	0.437	14
H4	10.42	0.965	12	17.04	5	0.620	4	0.598	6
H5	10.75	0.996	9	22.60	12	0.488	11.5	0.486	12
H6	9.44	0.875	15	17.10	6	0.625	3	0.547	9
H7	10.97	1.016	7	15.91	3	0.595	6	0.604	5
H8	13.01	1.205	1	6.60	1	0.841	1	1.013	1
H9	10.39	0.962	11	22.16	11	0.476	13	0.458	13
H10	11.50	1.065	3	18.58	7	0.570	8	0.607	4
H11	11.32	1.049	6	19.77	9	0.542	9	0.568	8
H12	10.63	0.985	10	18.70	8	0.591	7	0.582	7
H13	8.47	0.785	16	52.90	16	0.165	16	0.129	16
H14	11.44	1.060	4	16.50	4	0.608	5	0.645	3
H15	10.85	1.005	8	23.19	13	0.488	11.5	0.491	11
H16	11.41	1.057	5	21.80	10	0.508	10	0.537	10
Prosjek	10.80	1.000	8.5	21.16	8.5	0.540	8.5	0.550	8.5
LSD _{0.05}									
LSD _{0.01}									

Prosječni prinos zrna 16 ispitivanih hibrida FAO 600 u šest okolina (tri lokacije i dvije godine) varirao je od 13.01 t/ha (rang 1) kod hibrida H8 do 8.47 t/ha (rang 16) kod hibrida H13 (Tablica 15). Najrodniji hibrid imao je najniži koeficijent varijacije prinosa zrna, najveći indeks stabilnosti prinosa zrna i najveći umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna, što je sve rangirano rangom 1, dok je hibrid H13 imao najslabije spomenute pokazatelje (rang 16) (Tablica 15). Najrodniji hibrid imao je vrlo nizak koeficijent regresije ($b_i = 0.361$) s velikim odstupanjem od $b_i = 1$ (rang 15), te manji koeficijent determinacije prinosa zrna ($r^2 = 0.718$; rang 15), slabiju vrijednost ekovalence ($W_i = 1.86$; rang 15) i sumu rangova prinosa zrna i ekovalence na razini prosječnih vrijednosti (rang 16) (Tablica 16). Međutim, varijanca odstupanja od linije regresije hibrida H8 je vrlo mala ($s_{di}^2 = 0.26$; rang 2) (Tablica 16), a najbolje su mu vrijednosti varijance rangova ($Si^{(2)} = 3.37$; rang 1) i indeksa superiornosti ($P_i = 0.060$; rang 1) (Tablica 17). Hibrid H13, koji je polučio najniži prinos zrna (rang 16), te imao i najslabije ostale pokazatelje prikazane u Tablicama 15, 16 i 17, koji su rangirani rangom 16, je hibrid najvećeg koeficijenta regresije prinosa zrna ($b_i = 1.77$) s najvećim odstupanjem od $b_i = 1$, najveće varijance odstupanja od regresije ($s_{di}^2 = 9.21$), najmanjeg koeficijenta determinacije ($r^2 = 0.633$) i vrlo slabe ekovalence ($W_i = 9.78$) (Tablica 16), te najveće varijance rangova prinosa zrna ($Si^{(2)} = 29.10$; rang 16) i najslabijeg indeksa superiornosti ($P_i = 5.742$; rang 16) (Tablica 17). Svi pokazatelji ukazuju da je hibrid najnižeg prinosa zrna ujedno i najnestabilniji hibrid među ispitivanim hibridima FAO 600 (Tablice 15, 16 i 17). Najvjerojatniji uzrok navedenom je nestabilnost prinosa zrna koji je hibrid H13 polučio zavisno o godini, odnosno godine 2008. je ostvario izrazito niže i/ili niske prinose zrna na svim lokacijama (2.10 do 9.73 t/ha) (Tablica 14). Hibrid H10 u FAO grupi 600 ispitivanih hibrida procijenjen je najstabilnijim (rang 1) po prinosu zrna temeljem procijenjene varijance odstupanja od regresije ($s_{di}^2 = 0.18$), koeficijenta determinacije ($r^2 = 0.969$) i ekovalence ($W_i = 0.15$), te rangom 3 temeljem odstupanja regresijskog koeficijenta od $b_i = 1$ (Tablica 16). Također, hibrid H10 odlikuje se malom varijancom rangova prinosa zrna ($Si^{(2)} = 5.44$; rang 3), dok mu je indeks superiornosti na razini prosječnih vrijednosti ($P_i = 0.632$; rang 7) (Tablica 17). Hibrid H10 polučio je prosječni prinos sa svih okolina 11.50 t/ha, odnosno rangiran je po prinosu zrna rangom 3. Osrednje su mu vrijednosti koeficijenta varijacije prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna, a umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna je rangirana rangom 4 ($RY \times YSI = 0.607$), te ima i najpovoljniji prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (3.50; rang 1) (Tablice 15 i 16). Potrebno je u istoj grupi istaknuti i hibrid H2, koji je po prosječnom prinosu zrna sa svih okolina zauzeo visoki rang 2 (11.87 t/ha), a odlikuje se visokom stabilnosti prinosa zrna, jer

većina pokazatelja stabilnosti prinosa zrna rangirana je od ranga 2 do 4 među 16 ispitivanih hibrida (Tablice 15, 16 i 17), a jedino je procijenjen relativno nizak koeficijent regresije prinosa zrna ($b_i = 0.822$), što je rang 10 prema pokazatelju odstupanja od vrijednosti $b_i = 1$ (Tablice 15 i 16).

Značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.01$; $P < 0.001$) koeficijenti korelacije s prosječnim prinomom zrna (V1) hibrida FAO 600 (Tablica 18), utvrđenim temeljem svih lokacija i godina ispitivanja, utvrđeni su za koeficijent varijacije prinosa zrna (V2) ($r_s = 0.653$ i $r = -0.783$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom), za indeks stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.555$ i $r = 0.783$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$ istim slijedom), umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.794$ i $r = 0.886$; $P < 0.001$), za varijancu odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.568$ i $r = -0.643$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$ istim slijedom), za prosječni rang svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna s uključenim prosječnim prinomom zrna (V9) ($r_s = 0.764$ i $r = -0.773$; $P < 0.001$), za varijancu rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.528$ i $r = -0.533$; $P < 0.05$), za indeks superiornosti (V12) ($r_s = 0.555$ i $r = -0.628$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$) i za sumu rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.830$ i $r = -0.750$; $P < 0.001$) (Tablica 18). Pored toga, procijenjeni su značajni i vrlo značajni negativni korelacijski koeficijenti na temelju samo nominalnih vrijednosti prosječnog prinosa zrna (V1) s nominalnom vrijednosti ekovalence (V8) ($r = -0.560$; $P < 0.05$), te s nominalnom vrijednosti koeficijenta regresije (V10) ($r = -0.676$; $P < 0.01$) (Tablica 18).

Korelacijski koeficijenti rang vrijednosti i nominalnih vrijednosti između pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije prinosa zrna (V2)** u značajnim je korelacijama s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.958$ i $r = -0.957$; $P < 0.001$), s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.950$ i $r = -0.907$; $P < 0.001$), s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.656$ i $r = 0.908$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.764$ i $r = 0.772$; $P < 0.001$), s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.921$ i $r = 0.930$; $P < 0.001$), s varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.721$ i $r = 0.644$; $P < 0.01$), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.959$ i $r = 0.911$; $P < 0.001$) i sa sumom rangova prinosa zrna i

ekovalence (V13) ($r_s = 0.640$ i $r = 0.611$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) (Tablica 18). Nadalje, temeljem samo nominalnih vrijednosti procijenjena je visoka značajnost ($P < 0.001$) korelacijskog koeficijenta varijacije prinosa zrna s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r = 0.843$) (Tablica 13). Koeficijenta varijacije prinosa zrna (V2) također je u značajnim korelacijskoj vezi s prosječnim prinosom zrna (V1) (Tablica 18).

- **Indeks stabilnosti prinosa zrna (V3)** u značajnim je korelacijama s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.908$ i $r = 0.971$; $P < 0.001$), s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.581$ i $r = -0.769$; $P < 0.05$ i $P < 0.001$ istim slijedom), s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.742$ i $r = -0.761$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom) i s koeficijentom regresije (V10) ($r_s = -0.940$ i $r = -0.976$; $P < 0.001$), s varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.697$ i $r = -0.689$; $P < 0.01$), s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.879$ i $r = -0.789$; $P < 0.001$) i sa sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.513$ i $r = -0.560$; $P < 0.05$) (Tablica 18). Također, temeljem samo nominalnih vrijednosti procijenjena je visoka značajnost ($P < 0.01$) korelacijskih koeficijenata indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r = -0.666$) (Tablica 18). Pored toga, već su prokomentirani značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.001$) koeficijenti korelacije indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) s prosječnim prinosom zrna (V1) i koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) (Tablica 18).

- **Umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4)** u značajnim je korelacijama s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.703$ i $r = -0.689$; $P < 0.01$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.908$ i $r = -0.770$; $P < 0.001$), koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.815$ i $r = -0.922$; $P < 0.001$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.736$ i $r = -0.674$; $P < 0.01$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.871$ i $r = -0.700$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.766$ i $r = -0.608$; $P < 0.001$ i $P < 0.05$), te s ekovalencom (V8) ($r = -0.569$; $P < 0.05$) (Tablica 18). Nadalje, već su prokomentirani vrlo značajni ($P < 0.001$) koeficijenti korelacije umnoška relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) s prosječnim prinosom zrna (V1), s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) i indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) (Tablica 18).

- **Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6)** u značajnim je korelacijama s koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) ($r_s = 0.621$ i $r = -0.697$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$ istim slijedom), ekovalencom (V8) ($r_s = 0.691$ i $r = 0.980$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.829$ i $r = 0.709$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.896$ i $r = 0.627$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.697$ i $r = 0.972$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$), sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.759$ i $r = 0.621$; $P < 0.001$ i $P < 0.05$) i koeficijentom regresije (V10) ($r = 0.718$; $P < 0.01$) (Tablica 18). Varijanca odstupanja od regresije prinosa (V6), također je u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) korelacijskoj vezi s prosječnim prinosom zrna (V1), koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), i umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), kako je to prokomentirano u ranijem tekstu (Tablica 18).

- **Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7)** u značajnim je korelacijama s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.894$ i $r = -0.739$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.556$ i $r = -0.637$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$ istim slijedom) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.743$ i $r = -0.725$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$) (Tablica 18). Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) također je u značajnoj ($P < 0.05$) korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije prinosa zrna (V6) (Tablica 18).

- **Ekovalenca prinosa zrna (V8)** u značajnim je korelacijama s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.755$ i $r = 0.669$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ istim slijedom), koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) ($r = 0.618$; $P < 0.05$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.547$ i $r = 0.518$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti (V12) ($r = 0.955$; $P < 0.001$) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.830$ i $r = 0.610$; $P < 0.001$ i $P < 0.05$) (Tablica 18). Ranije su kod hibrida kukuruza FAO grupe 600 komentirane značajne ($P < 0.05$) i vrlo značajne ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) korelacijske veze ekovalence prinosa zrna (V8) s prosječnim prinosom zrna (V1), koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), varijancom odstupanja od regresije prinosa zrna (V6) i koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) (Tablica 18).

- **Prosječni rang svih ispitivanih parametara (V9)** u značajnim je korelacijama s regresijskim koeficijentom prinosa zrna (V10) ($r_s = -0.627$ i $r = 0.643$; $P < 0.01$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.784$ i $r = 0.748$; $P < 0.001$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.818$ i $r = 0.731$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.915$ i $r = 0.948$; $P < 0.001$) (Tablica 18). Nadalje, prosječni rang svih ispitivanih parametara prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 (V9), koji je u značajnoj korelacijskoj vezi s prinosom zrna ($r_s = 0.764$ i $r = -0.783$; $P < 0.001$) (Tablica 18), u značajnoj ($P < 0.05$) i većinom u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) je korelacijskoj vezi s nizom varijabli koje ukazuju na stabilnost prinosa zrna većinom u oba slučaja procjene korelacijskih koeficijenata i to na temelju rangiranih vrijednosti (r_s) i na temelju nominalnih vrijednosti (r). To su sljedeće varijable: koeficijent varijacije prinosa (V2), indeks stabilnosti prinosa zrna (V3), umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (V6), koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) i ekovalenca prinosa zrna (V8), čije su vrijednosti već komentirane u ranijem dijelu ovoga teksta (Tablica 18). **To su rezultati identični rezultatima s hibridima u FAO grupi 400 i FAO grupi 500, te se za FAO grupu 600 u tom smislu mogu iznijeti isti zaključci.**

- **Koeficijent regresije prinosa zrna (V10)** je u vrlo značajnoj negativnoj korelaciji ranga je s rangom koeficijenta varijacije prinosa zrna ($r_s = -0.921$; $P < 0.001$) i na temelju nominalnih vrijednosti ($r = 0.931$), što je u potpunosti razumljivo da veći koeficijent varijacije prinosa zrna pojedinog hibrida zavisno o okolinama ukazuje na veći koeficijent regresije prinosa zrna i na izvjesnu nestabilnost hibrida s većim koeficijentom regresije. Na to ukazuju i ostali korelacijski koeficijenti koeficijenta regresije prinosa zrna s indeksom stabilnosti (V3) ($r_s = -0.940$ i $r = -0.976$; $P < 0.001$), umnoškom relativnog prinosa s indeksom stabilnosti ($r_s = -0.815$ i $r = -0.922$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = -0.627$ i $r = 0.643$; $P < 0.01$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = -0.606$ i $r = 0.592$; $P < 0.05$) i indeksom superiornosti (V12) ($r_s = -0.879$ i $r = 0.744$; $P < 0.001$) (Tablica 18).

- **Varijanca rangova prinosa zrna (V11)** u značajnoj je korelaciji s prinosom zrna (V1), koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4), varijancom odstupanja od regresije (V6), koeficijentom determinacije (V7), ekovalencom (V8), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9), koeficijentom regresije (V10), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama V1 do V10.

Pored toga, varijanca ranga prinosa zrna u značajnoj je korelaciji s indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.740$ i $r = 0.622$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) i sumom rangova prinosa zrna i ekovalence (V13) ($r_s = 0.648$ i $r = 0.622$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) (Tablica 18).

- **Indeks superiornosti (V12)** u značajnoj je korelaciji s prinosom zrna (V1) i ostalim varijablama od V2 do V11, što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama od V1 do V11. Indeks superiornosti (V12), pored navedenog, u značajnoj je korelacijskoj vezi sa sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence ($r_s = 0.606$ i $r = 0.606$; $P < 0.001$) (Tablica 18).

- **Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13)** u jakoj je korelacijskoj vezi, utvrđenoj neparametrijskom metodom, s prinosom zrna (V1) i isto tako s ekovalencom (V8) ($r_s = 0.830$; $P < 0.001$), jer je to izvedena vrijednost s potpuno jednakim značenjem prinosa zrna i njegove ekovalence. Nadalje, suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) u značajnim je korelacijskim vezama sa svim varijablama od V1 do V12, osim varijabli V5 i V10 (Tablica 18), što je detaljnije opisano prilikom razmatranja koeficijenata korelacije s varijablama od V1 do V12. Potrebno je naglasiti da je suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) najjače vezana s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.915$ i $r = 0.948$; $P < 0.001$) (Tablica 18). To daje približno jednak značaj za oba pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, odnosno znači da se temeljem vrijednosti prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja (V9) ili temeljem vrijednosti ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) mogu približno jednako izabrati hibridi koji se odlikuju visokim prinosom zrna, izražene stabilnosti prinosa zrna utvrđene na temelju različitih pokazatelja, a moguće je da su ti hibridi i široke adaptabilnosti.

Tablica 16 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 600

Hibrid FAO 600	Regresijski koeficijent (b_i)		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Ekvalenca (W_i)		Prosječni rang		Suma Rangova SR = Y + W_i	
	b_i	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	W_i	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	1.262	13	0.86	11	0.903	6	0.97	11	12.50	15	25	14
H2	0.822	10	0.32	4	0.913	4	0.39	3	3.63	2	5	2
H3	1.215	12	0.28	3	0.964	2	0.41	4	9.50	10	17	8.5
H4	0.830	8	0.44	7	0.888	8	0.47	6	7.00	6	18	10
H5	1.043	2	1.86	14	0.748	13	1.50	13	10.81	13	22	12.5
H6	0.692	14	0.83	10	0.746	14	1.05	12	10.38	11	27	15
H7	0.821	11	0.39	6	0.898	7	0.44	5	6.25	4	12	4
H8	0.361	15	0.26	2	0.718	15	1.86	15	6.38	5	16	6
H9	1.045	4	1.08	13	0.836	10	0.88	10	10.63	12	21	11
H10	1.044	3	0.18	1	0.969	1	0.15	1	3.50	1	4	1
H11	1.028	1	0.90	12	0.856	9	0.72	9	7.88	7	15	5
H12	0.902	6	0.82	9	0.835	11	0.69	7	8.13	8.5	17	8.5
H13	1.770	16	9.21	16	0.633	16	9.78	16	16.00	16	32	16
H14	0.901	7	0.34	5	0.924	3	0.31	2	4.13	3	6	3
H15	1.086	5	1.94	15	0.755	12	1.58	14	11.19	14	22	12.5
H16	1.177	9	0.71	8	0.908	5	0.70	8	8.13	8.5	13	7
Prosjek	1.000	8.5	1.28	8.5	0.843	8.5	1.36	8.5	8.5	8.5	17	8.5

Tablica 17 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 600	Rang prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga $S_i^{(2)}$		Indeks superiornosti P_i	
	Osijek		Rugvica		Sisak		Suma ranga prinosa					
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	Suma ranga	Rang	$S_i^{(2)}$	Rang	P_i	Rang
H1	15.0	6.0	15.0	8.0	14.0	9.0	67.0	14.0	15.77	11.0	1.321	14
H2	6.0	1.0	2.0	6.0	5.0	4.0	24.0	2.0	4.40	2.0	0.380	4
H3	12.0	10.0	14.0	9.0	13.0	8.0	66.0	13.0	5.60	4.0	0.957	12
H4	13.0	12.0	5.0	7.0	12.0	14.0	63.0	11.5	13.10	9.0	0.425	5
H5	3.0	14.0	12.0	13.0	2.0	12.0	56.0	9.5	28.67	15.0	1.213	13
H6	14.0	16.0	8.0	16.0	15.0	16.0	85.0	16.0	9.77	5.5	0.433	6
H7	11.0	13.0	6.0	11.0	6.0	5.0	52.0	7.0	11.47	7.0	0.281	2
H8	5.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	13.0	1.0	3.37	1.0	0.060	1
H9	2.0	15.0	13.0	15.0	8.0	10.0	63.0	11.5	25.10	13.0	0.859	8
H10	9.0	2.5	7.0	4.0	7.0	6.0	35.5	4.0	5.44	3.0	0.632	7
H11	10.0	2.5	9.0	10.0	3.0	7.0	41.5	6.0	11.64	8.0	0.913	10
H12	7.0	8.0	4.0	12.0	10.0	15.0	56.0	9.5	15.07	10.0	0.699	9
H13	16.0	5.0	16.0	5.0	16.0	11.0	69.0	15.0	29.10	16.0	5.742	16
H14	8.0	9.0	3.0	3.0	9.0	3.0	35.0	3.0	9.77	5.5	0.333	3
H15	1.0	11.0	10.0	14.0	4.0	13.0	53.0	8.0	26.97	14.0	1.363	15
H16	4.0	7.0	11.0	2.0	11.0	2.0	37.0	5.0	17.37	12.0	0.929	11
Prosjeck	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	51.0	8.5	14.54	8.5	1.034	8.5

Tablica 18 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 600 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale

Varijabla	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
V1		0.653	0.555	0.794	0.312	0.568	0.338	0.376	0.764	-0.432	0.528	0.553	0.830
V2	-0.783		0.958	0.950	-0.047	0.656	0.135	0.409	0.845	-0.921	0.721	0.959	0.640
V3	0.783	-0.957		0.908	-0.087	0.581	0.016	0.296	0.742	-0.940	0.697	0.879	0.513
V4	0.886	-0.907	0.971		0.091	0.703	0.235	0.476	0.908	-0.815	0.736	0.871	0.766
V5	-0.234	0.415	-0.179	-0.085		-0.171	0.218	0.274	0.172	0.059	-0.213	-0.103	0.353
V6	-0.643	0.908	-0.769	-0.689	0.622		0.621	0.691	0.829	-0.441	0.896	0.697	0.759
V7	0.329	-0.417	0.240	0.197	-0.628	-0.697		0.894	0.556	0.144	0.440	0.194	0.743
V8	-0.560	0.843	-0.666	-0.569	0.759	0.980	-0.739		0.755	-0.174	0.547	0.496	0.830
V9	-0.773	0.772	-0.761	-0.770	0.406	0.709	-0.637	0.669		-0.627	0.784	0.818	0.915
V10	-0.676	0.931	-0.976	-0.922	0.144	0.718	-0.111	0.618	0.643		-0.606	-0.879	-0.365
V11	-0.533	0.644	-0.689	-0.674	0.006	0.627	-0.552	0.518	0.748	0.592		0.740	0.648
V12	-0.628	0.911	-0.789	-0.700	0.629	0.972	-0.657	0.955	0.731	0.744	0.622		0.606
V13	-0.750	0.611	-0.560	-0.608	0.464	0.621	-0.725	0.610	0.948	0.409	0.645	0.606	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni prinos zrna hibrida sa svih lokacija i godina (Y)

V2 = koeficijent varijacije prinosa zrna svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti prinosa zrna (YSI) (odnos najmanjeg i najvećeg prinosa zrna pojedinog hibrida)

V4 = umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($YR \times YSI$)

V5 = razlika regresijskog koeficijenta prinosa zrna hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1) ($\Delta b_i = 1 - b_i$)

V6 = varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})

V7 = koeficijent determinacije prinosa zrna (r^2)

V8 = ekovalenca (W_i)

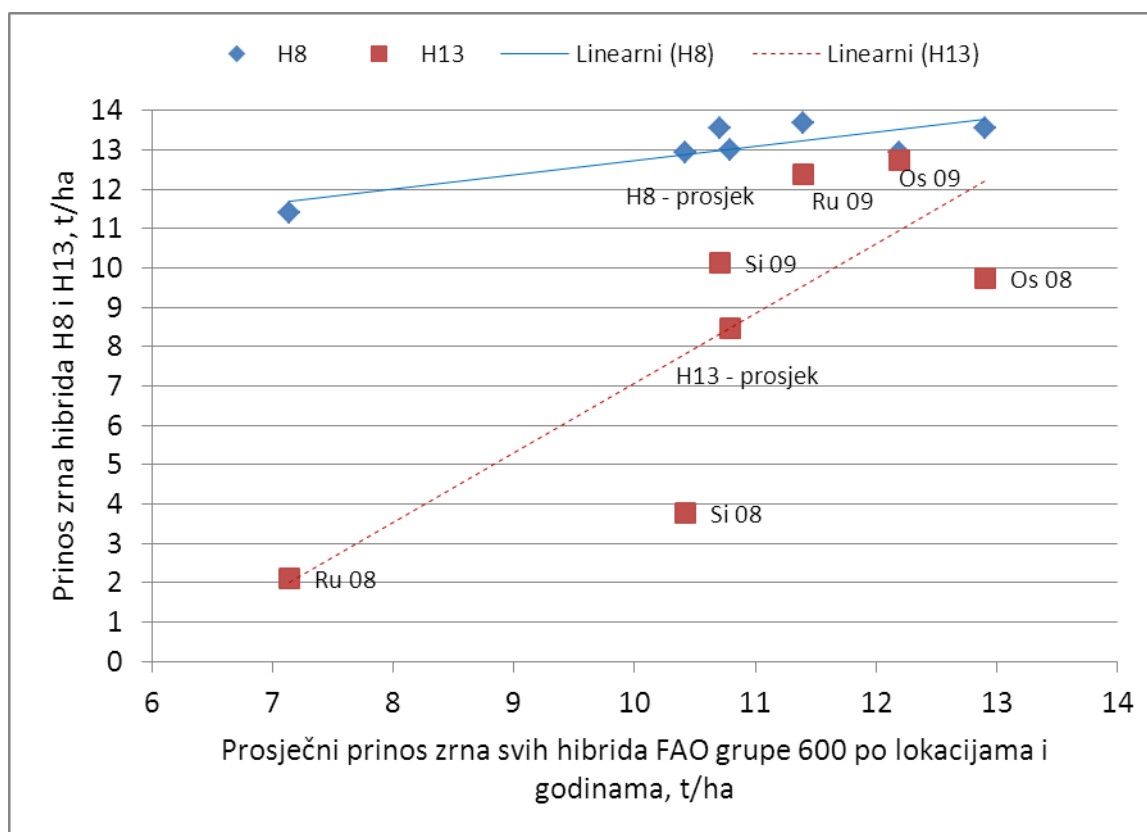
V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (prinos zrna i pokazatelji stabilnosti prinosa zrna) prikazan u Tablicama 15 i 16

V10 = regresijski koeficijent prinosa zrna (rang 1 je najveći koeficijent regresije)

V11 = varijanca ranga prinosa zrna i-tog hibrida rangiranog u svim okolinama (Tablica 17)

V12 = indeks superiornosti i-tog hibrida (P_i) (Tablica 17)

V13 = suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence

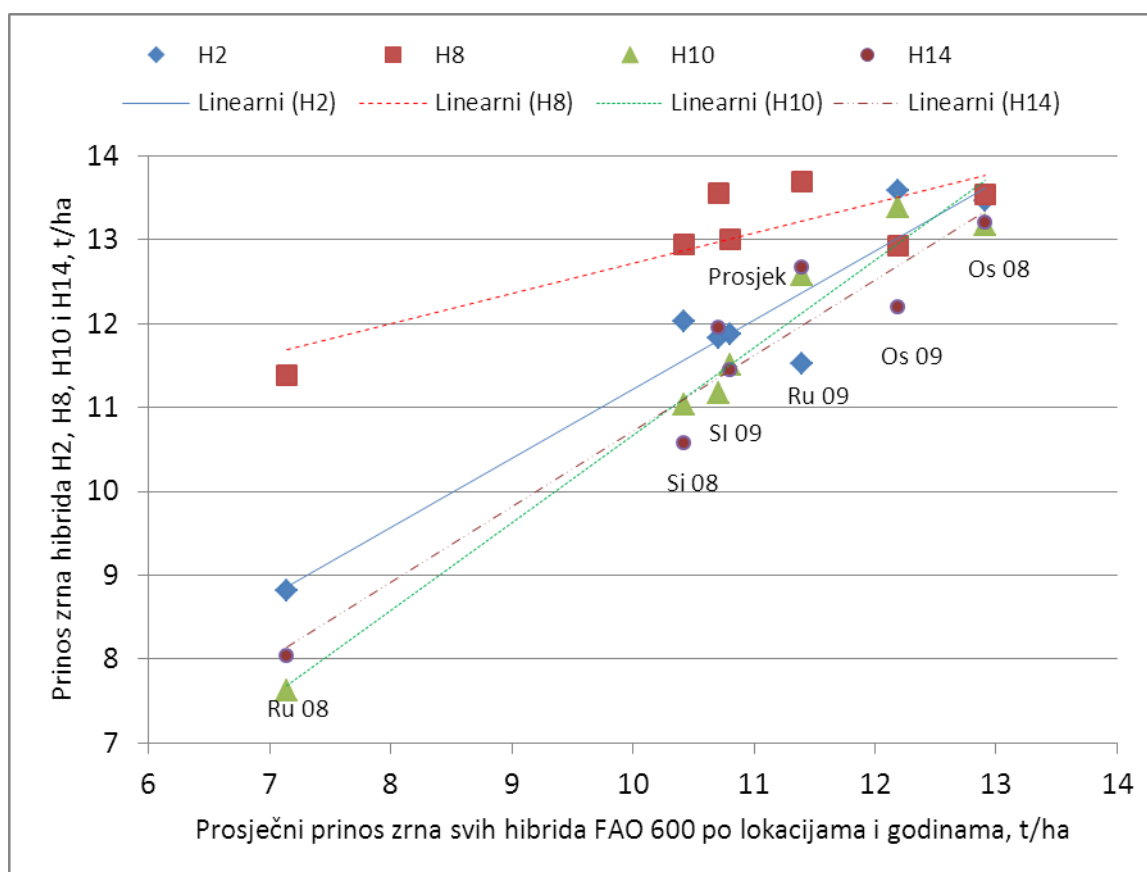


Graf 11 Prinos zrna hibrida H8 i H13 FAO grupe 600 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H8: $b_i = 0.361$; H13: $b_i = 1.770$)

Usporedba dva hibrida unutar FAO grupe 600 koji su se najviše razlikovali po koeficijentu regresije (H8: $b_i = 0.361$; H13: $b_i = 1.770$) (Tablica 16; Graf 11) ukazuje da je hibrid H8 s najmanjim koeficijentom regresije rodniji od hibrida H13 s najvećim koeficijentom regresije u svima okolinama (Tablica 14; Graf 11). Hibrid H8 izuzetno je pogodan u okolinama kao što su Rugvica 2008. i 2009., Sisak 2008., ali i Osijek 2008., jer je u tim okolinama ostvario značajno veći prinos zrna u odnosu na hibrid H13 s najvećim koeficijentom regresije (Tablice 14 i 16; Graf 11). U prosjeku navedena dva hibrida razlikuju se u prosječnom prinosu zrna za 4.54 t/ha (H8: 13.01 t/ha; H13: 8.47 t/ha) (Tablica 15; Graf 11). Dakle, hibrid H8 FAO grupe 600 najrodniji je u odnosu na ostale ispitivane hibride u navedenoj FAO grupi, a pored toga taj se hibrid odlikuje najmanjim koeficijentom varijacije prinosa zrna, najvećim indeksom stabilnosti prinosa zrna, najvećim umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna, vrlo malom varijancom odstupanja od linije regresije (rang 2), ali niskim koeficijentom determinacije prinosa zrna (rang 15) i velikom ekovalencom (rang 15) (Tablice 15 i 16). Ipak, nizak koeficijent regresije prinosa zrna hibrida H8 ($b_i = 0.361$) je njegova prednost posebice u nepovoljnijim uvjetima okoline koji su se izrazito stresno odrazili na prinos zrna hibrida H13 u Rugvici 2008. i Sisku 2008. (2.10 t/ha i 3.77 t/ha istim

redoslijedom (Tablica 14; Graf 11). Hibrid H13 s najvećim koeficijentom regresije imao je sve pokazatelje stabilnosti prinosa zrna rangirane rangom 16, odnosno to je najnestabilniji hibrid u odnosu na sve ispitivane hibride FAO grupe 600, a ta nestabilnost najveći je uzrok najnižem prosječnom prinosu istog hibrida (rang 16) (Tablice 15 i 16; Graf 11).

Korelacijski koeficijent između koeficijenta regresije prinosa zrna i prinosa zrna je negativan i značajan na temelju nominalnih vrijednosti ($r = -0.676$ $P < 0,01$; $r_s = -0.432$), ali stabilniji su hibridi s manjim koeficijentima regresije, na što ukazuju većinom vrlo značajni ($P < 0.001$) koeficijenti korelacija koeficijenta regresije (V10) s koeficijentom varijacije (V2), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) i prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna hibrida FAO grupe 600 (Tablica 18).



Graf 12 Prinos zrna četiri hibrida (H2, H 8, H10 i H14) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 600 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

Usporedbom četiri hibrida koji po prosječnom prinosu zrna zauzimaju prva 4 ranga (H2: 11.87 t/ha; H8: 13.01 t/ha; H10: 11.50 t/ha; H14: 11.44 t/ha) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 600 pripadaju skupini najstabilnijih hibrida po prinosu zrna (Tablica 15; Graf 12), iako su im koeficijenti regresije prinosa zrna vrlo različiti (H2: $b_i = 0.822$; H8: $b_i = 0.361$; H10: $b_i = 1.044$; H14: $b_i = 0.901$) (Tablica 16; Graf 12). Hibrid H8, koji je polučio najveći prinos zrna među 16 hibrida FAO grupe 600, najstabilniji je hibrid prema pokazateljima kao što su koeficijent varijacije prinosa zrna (rang 1), indeks stabilnosti prinosa zrna (rang 1), umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (rang 1), varijanca odstupanja od regresije (rang 2), ali je među najmanje stabilnim hibridima prema pokazateljima kao što su odstupanje od regresijskog koeficijenta od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 15), koeficijent determinacije (rang 15) i ekovalenca (rang 15), ali prema prosječnom rangu svih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna taj hibrid je ostvario 5. rang među 16 hibrida FAO grupe 600. Grafom 11 i 12 jasno je prikazana reakcija hibrida H8 na okolinske uvjete, hibrida koji je najnižeg koeficijenta regresije i najvećeg prosječnog prinosa zrna, te izvrsnih pojedinih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna (koeficijent varijacije, indeks stabilnosti, umnožak relativnog prinosa zrna s indeksa stabilnosti i varijanca odstupanja od regresije) (Tablice 15 i 16). Hibrid H8 izrazito je najrodniji hibrid u uvjetima najmanje povoljnih okolinskih uvjeta (Rugvica 2008. godine), ali taj hibrid je među najrodnijim hibridima i u okolini s najpovoljnijim uvjetima (Osijek 2008. godine) (Tablica 14; Grafovi 11 i 12). Prosječni rang svih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna ukazuje da je najstabilniji hibrid H10 (rang 1), čiji je koeficijent regresije blizu idealizirane vrijednosti ($b_i = 1$) (rang 3), prosječni prinos zrna (rang 3), umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (rang 4), a najstabilniji je hibrid FAO grupe 600 po pokazateljima kao što su varijanca odstupanja od regresije (rang 1), koeficijent determinacije (rang 1), ekovalenca (rang 1) (Tablice 15 i 16; Graf 12), ali hibrid H10 najmanjeg je prinosa zrna u najnepovoljnijoj okolini (Rugvica 2008. godine) u odnosu na hibride H2, H8 i H14 koji su izdvojeni kao hibridi najvećeg prinosa zrna unutar FAO grupe 600 (Tablice 14, 15 i 16; Graf 12).

6. 4. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupa 400, 500 i 600

Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupa 400, 500 i 600 nije u značajnoj korelacijskoj vezi s prinosom zrna niti u jednoj FAO grupi, godini i lokaciji s izuzetkom lokacije Sisak i 2008. godine ($r = -0.878$; $P < 0.001$) za FAO grupu 600 (Tablica 19). Vrlo značajan negativan koeficijent korelacije između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna unutar FAO grupe 600, koji je utvrđen samo u komparacijskom pokusu na lokaciji Sisak 2008. godine ukazuje da je u FAO grupi 600 bilo prekasnih hibrida koji nisu imali povoljne uvijete okoline za potpuno sazrijevanje. Nepovoljne vremenske prilike prije sazrijevanja hibrida FAO grupe 600 u Sisku 2008. godine vjerojatno su uzrok povećanog sadržaja vode u zrnu i smanjenja prinosa zrna pojedinih hibrida kukuruza.

Ovisno o lokaciji i godini, korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna unutar FAO grupe 400 varirali su od $r = -0.324$ (Sisak 2008. godine) do $r = 0.351$ (Rugvica 2009. godine), odnosno procijenjen je vrlo slab korelacijski koeficijent ($r = 0.083$) između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna u prosjeku svih lokacija i godina, koji se nije značajno razlikovao od $r = 0$ (Tablica 19).

Unutar FAO grupe 500 korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna varirali su od $r = -0.322$ (Rugvica 2009. godine) do $r = 0.345$ (Rugvica 2008. godine), odnosno procijenjen je vrlo slab negativni korelacijski koeficijent ($r = -0.165$) između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna u prosjeku svih lokacija i godina, koji se nije značajno razlikovao od $r = 0$ (Tablica 19).

Za hibride FAO grupe 600 korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna varirali su od $r = -0.878$ ($P < 0.001$) (Sisak 2008. godine) do $r = 0.251$ (Osijek 2009. godine), odnosno procijenjen je vrlo slab negativni korelacijski koeficijent ($r = -0.215$) između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna u prosjeku svih lokacija i godina, koji se nije značajno razlikovao od $r = 0$ (Tablica 19).

Tablica 19 Korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 po lokacijama i godinama izvođenja komparacijskih pokusa

FAO grupa hibrida kukuruza	Korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna						
	Osijek		Rugvica		Sisak		Prosjek
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	
FAO 400	0.228	0.304	0.221	0.351	-0.324	-0.267	0.083
FAO 500	0.097	0.053	0.345	-0.322	0.189	-0.282	-0.165
FAO 600	-0.353	0.251	-0.423	-0.240	-0.878	-0.031	-0.215

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

6. 4. 1. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 400

Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 400 prikazan je u Tablici 20 po lokacijama i godinama. Tablicom 21 prikazan je prosječni sadržaj vode u zrnu svih ispitivanih hibrida FAO grupe 400, te pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu navedenih hibrida (koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu). Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 400 prikazani su i u Tablicama 22 i 23, a u Tablici 24 prikazani su koeficijenti korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvjete prikazana je Grafom 13 za dva hibrida koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu između ispitivanih hibrida unutar FAO grupe 400 (H4: $b_i = 0.836$; H16: $b_i = 1.194$) (Tablica 22), te Grafom 14 za četiri hibrida najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu iste FAO grupe (H3: 20.50 %; H4: 19.38 %; H8: 19.78 % i H13: 19.58 %) (Tablica 21). Sadržaj vode u zrnu ispitivanih hibrida FAO 400 u prosjeku lokacija i godina najmanji je kod hibrida H4 (19.38 %), a najveći kod hibrida H15 (22.43 %) (Tablica 21; Graf 13). Hibrid H4, koji je najmanjeg sadržaja vode u zrnu, imao je najmanji regresijski koeficijent sadržaja vode u zrnu ($b_i = 0.836$), što je rangirano rangom broj 1, a ostali pokazatelji sadržaja vode u zrnu istog hibrida varirali su od ranga 3 za umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI = 0.610$) (Tablica 21) do ranga 14 za razliku koeficijenta regresije od

vrijednosti $b_i = 1$ (0.164) i koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu ($r^2 = 0.819$) (Tablica 22). Hibrid H4 po stabilnosti sadržaja vode u zrnu na razini je prosjeka i po varijanci rangova sadržaja vode u zrnu ($s^{(2)} = 6.64$; rang 8), ali mu je među najboljim indeks superiornosti ($P_i = 0.210$; rang 2) (Tablica 23). To ukazuje da je hibrid H4 FAO grupe 400, koji se odlikuje najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnu, vrlo varijabilnih vrijednosti pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu, ali prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu svrstava ga na razinu prosjeka (prosječni rang je 8.13) (Tablica 22). Hibrid kukuruza H15 FAO grupe 400 imao je najveći sadržaj vode u zrnu (22.43 %; rang 16), ali i vrlo nepovoljne pokazatelje stabilnosti sadržaja vode u zrnu istog hibrida, osim varijance odstupanja od regresije ($s^2_{di} = 0.511$; rang 3), koeficijenta determinacije sadržaja vode u zrnu ($r^2 = 0.982$; rang 3) i varijance rangova sadržaja vode u zrnu ($s^{(2)} = 2.40$; rang 2) (Tablice 22 i 23), dok su ostali pokazatelji stabilnosti vode u zrnu rangirane od ranga 9 do ranga 15, a prosječni rang svih pokazatelja sadržaja vode u zrnu navedenog hibrida kukuruza je 11.25, odnosno to je 13. rang između 16 hibrida. (Tablice 21, 22 i 23).

Tablica 20 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 400	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjeck	2008.	2009.	Prosjeck	2008.	2009.	Prosjeck
H1	18.40	17.00	17.70	22.30	26.80	24.60	25.20	24.10	24.70
H2	18.10	14.70	16.40	21.80	24.80	23.30	25.50	23.40	24.50
H3	16.70	15.10	15.90	19.70	25.20	22.50	24.70	21.60	23.20
H4	17.70	13.80	15.80	21.20	20.10	20.70	24.90	18.60	21.80
H5	19.50	16.00	17.80	22.70	26.20	24.50	27.10	22.10	24.60
H6	22.80	17.20	20.00	22.80	26.80	24.80	27.90	22.40	25.20
H7	17.90	15.80	16.90	21.80	27.40	24.60	26.70	23.20	25.00
H8	17.30	14.70	16.00	21.10	20.40	20.80	26.20	19.00	22.60
H9	17.40	14.90	16.20	21.10	24.90	23.00	25.30	22.00	23.70
H10	18.70	18.30	18.50	22.30	27.50	24.90	27.10	23.70	25.40
H11	20.40	13.90	17.20	25.10	19.90	22.50	28.30	18.60	23.50
H12	17.10	14.80	16.00	19.60	27.50	23.60	23.70	21.90	22.80
H13	18.30	13.70	16.00	20.30	21.30	20.80	24.60	19.30	22.00
H14	17.20	14.30	15.80	20.40	26.10	23.30	24.60	23.00	23.80
H15	18.60	15.20	16.90	22.60	27.40	25.00	27.10	23.70	25.40
H16	17.20	16.10	16.70	21.40	26.50	24.00	28.40	22.40	25.40
Prosjeck	18.30	15.30	16.80	21.60	24.90	23.30	26.10	21.80	23.90

Tablica 21 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)

Hibrid FAO 400	Prosječni sadržaj vode u zrnu (W)			Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV)		Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)		Umnožak $1/WR \times WSI$	
	W, %	WR, %	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
H1	22.30	1.045	13	17.39	3	0.634	2	0.607	4.5
H2	21.38	1.002	9	19.65	7	0.576	8	0.575	8
H3	20.50	0.961	4	20.13	10	0.599	4	0.623	1
H4	19.38	0.909	1	19.15	6	0.554	13	0.610	3
H5	22.27	1.044	12	18.62	5	0.590	5	0.565	9
H6	23.32	1.093	14	16.27	1	0.616	3	0.564	12
H7	22.13	1.038	11	20.99	11	0.577	7	0.556	11
H8	19.78	0.927	3	19.70	9	0.561	10	0.605	6
H9	20.93	0.981	6.5	19.68	8	0.589	6	0.600	7
H10	22.93	1.075	16	17.29	2	0.665	1	0.619	2
H11	21.03	0.986	8	24.04	16	0.491	16	0.498	16
H12	20.77	0.973	5	22.13	14	0.538	15	0.553	13
H13	19.58	0.918	2	18.41	4	0.557	11	0.607	4.5
H14	20.93	0.981	6.5	21.64	13	0.548	14	0.558	10
H15	22.43	1.052	15	21.39	12	0.555	12	0.528	15
H16	22.00	1.031	10	22.23	15	0.567	9	0.550	14
Prosjek	21.33	1.000	8.5	19.92	8.5	0.578	8.5	0.577	8.5

Tablica 22 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnju hibrida kukuruza FAO 400

Hibrid FAO 400	Regresijski koeficijent (b_i)		Razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Prosječni rang svih pokazatelja sadržaja vode u zrnju hibrida FAO 400		Suma ranga ($W + s^2_{di}$)	
	b_i	Rang	Razlika	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	0.921	5	0.079	8	1.71	10	0.909	11	7.06	7	23	13
H2	1.027	10	0.027	3	0.83	4	0.963	5	6.75	5	13	4.5
H3	1.003	8	0.003	1	1.03	6	0.952	7	4.88	1	10	2
H4	0.836	1	0.164	14	3.12	13	0.819	14	8.13	8	14	6
H5	1.029	11	0.029	4	0.16	1	0.993	1	6.00	3	13	4.5
H6	0.891	4	0.109	10	1.97	12	0.890	12	8.50	9	26	16
H7	1.136	14	0.136	12	0.93	5	0.966	4	9.38	11	16	7
H8	0.875	3	0.125	11	3.52	14	0.814	15	9.00	10	17	8.5
H9	1.020	9	0.020	2	0.23	2	0.989	2	5.44	2	8.5	1
H10	0.953	7	0.047	5	1.36	8	0.931	8	6.13	4	24	14.5
H11	0.932	6	0.068	7	14.46	16	0.547	16	12.63	16	24	14.5
H12	1.054	12	0.054	6	3.99	15	0.849	13	11.63	14.5	20	12
H13	0.858	2	0.142	13	1.42	9	0.913	10	6.94	6	11	3
H14	1.088	13	0.088	9	1.80	11	0.930	9	10.69	12	17.5	10
H15	1.184	15	0.184	15	0.51	3	0.982	3	11.25	13	18	11
H16	1.194	16	0.194	16	1.14	7	0.962	6	11.63	14.5	17	8.5
Prosjek	1.000	8.5	0.092	8.5	2.39	8.5	0.901	8.5	8.50		17	8.5

Tablica 23 Rang sadržaja vode u zrnu, prosječni rang sadržaja vode u zrnu i varijanca ranga sadržaja vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 400	Rang sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 400 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga $Si^{(2)}$		Indeks superiornosti P_i	
	Osijek		Rugvica				Suma ranga sadržaja vode		$Si^{(2)}$	Rang	P_i	Rang
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	Suma ranga	Rang				
H1	11.0	14.0	11.5	11.5	6.0	15.0	69.0	12.5	9.80	12.0	1.964	10
H2	9.0	5.5	9.5	5.0	8.0	13.0	50.0	8.0	8.57	9.0	1.300	7
H3	1.0	9.0	2.0	7.0	4.0	5.0	28.0	3	9.07	10.0	1.734	9
H4	7.0	2.0	7.0	2.0	5.0	1.5	24.5	1.5	6.64	8.0	0.210	2
H5	14.0	12.0	14.0	9.0	12.0	8.0	69.0	12.5	6.30	7.0	0.871	4
H6	16.0	15.0	15.0	11.5	14.0	9.5	81.0	15.0	6.20	6.0	0.999	5
H7	8.0	11.0	9.5	13.5	10.0	12.0	64.0	11.0	3.77	4.0	2.245	13
H8	5.0	5.5	5.5	3.0	9.0	3.0	31.0	5.0	4.87	5.0	0.275	3
H9	6.0	8.0	5.5	6.0	7.0	7.0	39.5	7.0	0.84	1.0	1.152	6
H10	13.0	16.0	11.5	15.5	12.0	14.5	82.5	16.0	3.48	3.0	1.678	8
H11	15.0	3.0	16.0	1.0	15.0	1.5	51.5	9.0	55.24	16.0	2.780	15
H12	2.0	7.0	1.0	15.5	1.0	6.0	32.5	4.0	31.04	15.0	3.734	16
H13	10.0	1.0	3.0	4.0	2.5	4.0	24.5	1.5	9.64	11.0	0.168	1
H14	3.5	4.0	4.0	8.0	2.5	11.0	33.0	6.0	10.80	13.0	2.552	14
H15	12.0	10.0	13.0	13.5	12.0	14.5	75.0	14.0	2.40	2.0	2.165	12
H16	3.5	13.0	8.0	10.0	16.0	9.5	60.0	10.0	18.30	14.0	2.033	11
Prosjeck	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	50.9	8.5	11.68	8.5	1.616	8.5

Tablica 24 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 400 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
V1		-0.235	-0.527	0.312	0.397	-0.016	-0.375	-0.411	0.037	-0.324	0.280	0.558
V2	-0.266		0.729	0.649	0.397	0.194	0.176	0.053	0.675	0.435	0.715	-0.067
V3	0.545	-0.809		0.496	0.115	0.371	0.465	0.388	0.692	0.465	0.329	-0.055
V4	-0.303	-0.682	0.633		0.570	0.331	0.096	-0.034	0.789	0.243	0.593	0.365
V5	0.401	0.540	-0.123	-0.505		0.035	-0.488	-0.638	0.321	0.015	0.662	-0.082
V6	-0.050	0.145	-0.275	-0.244	0.145		0.238	0.215	0.612	0.038	-0.044	0.199
V7	-0.216	0.519	-0.613	-0.515	-0.296	-0.033		0.976	0.547	0.547	0.162	0.559
V8	0.318	-0.389	0.570	0.369	0.470	-0.036	-0.971		0.425	0.491	0.009	0.507
V9	0.028	0.732	-0.688	-0.810	0.370	0.522	0.557	-0.505		0.455	0.617	0.523
V10	-0.148	0.653	-0.641	-0.612	-0.038	-0.089	0.893	-0.812	0.621		0.409	0.200
V11	0.304	0.628	-0.254	-0.628	0.587	-0.151	0.319	-0.205	0.588	0.562		0.395
V12	0.556	-0.069	0.135	-0.173	-0.120	0.156	0.442	-0.455	0.480	0.380	0.405	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni sadržaj vode u zrnu hibrida sa svih lokacija i godina

V2 = koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (odnos najmanjeg i najvećeg sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida)

V4 = umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI$)

V5 = koeficijent regresije (b_i) sadržaja vode u zrnu (rang 1 je najmanji b_i)

V6 = razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1)

V7 = varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s_{di}^2)

V8 = koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu

V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (sadržaj vode u zrnu i pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu) prikazan u Tablicama 21 i 22

V10 = varijanca ranga sadržaja vode u zrnu ($S_i^{(2)}$) i-tog hibrida rangiranog u svim okolina (Tablica 23)

V11 = indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode (P_i) (Tablica 23)

V12 = suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu

Utvrđeni su značajni ($P < 0,05$) koeficijenti korelacije indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) s prosječnim sadržajem vode u zrnu (V1) hibrida kukuruza FAO 400 ($r_s = -0.527$ i $r = 0.545$) i sume ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.558$ i $r = 0.556$) (Tablica 24). Korelacijski koeficijenti rang vrijednosti, kao i nominalnih vrijednosti, između pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 400 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (V2)** je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.729$ i $r = -0.809$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ kako slijedi), umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) ($r_s = 0.649$ i $r = -0.682$; $P < 0.01$), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.675$ i $r = 0.732$; $P < 0.01$) i indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.715$ i $r = 0.628$; $P < 0.01$) (Tablica 24).

- **Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3)** je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.692$ i $r = -0.688$; $P < 0.01$ kako) i s ranije komentiranom varijablom (V2) (Tablica 24).

- **Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu (1/WR) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$)** je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.570$ i $r = -0.505$; $P < 0.05$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.789$; $r = -0.810$ $P < 0.001$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.593$ i $r = -0.628$; $P < 0.01$) i ranije komentiranom varijablom V2 (Tablica 24).

- **Koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu (V5)** je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = -0.638$; $P < 0.01$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.662$ i $r = 0.587$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) i varijablom V4 (Tablica 24).

- **Razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (V6)** je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.612$ i $r = 0.522$; $P < 0.05$) (Tablica 24).

- **Varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7)** je u potpunoj korelaciji s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.976$ i $r = -0.971$; $P < 0.001$), te u značajnoj korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.547$ i $r = 0.557$; $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.547$ i $r = 0.557$; $P < 0.05$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.559$; $P < 0.05$) (Tablica 24).

- **Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (V8)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r = -0.505$; $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r = -0.812$; $P < 0.001$), sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.507$; $P < 0.05$), te ranije komentiranim varijablama V3, V5 i V7 (Tablica 24).

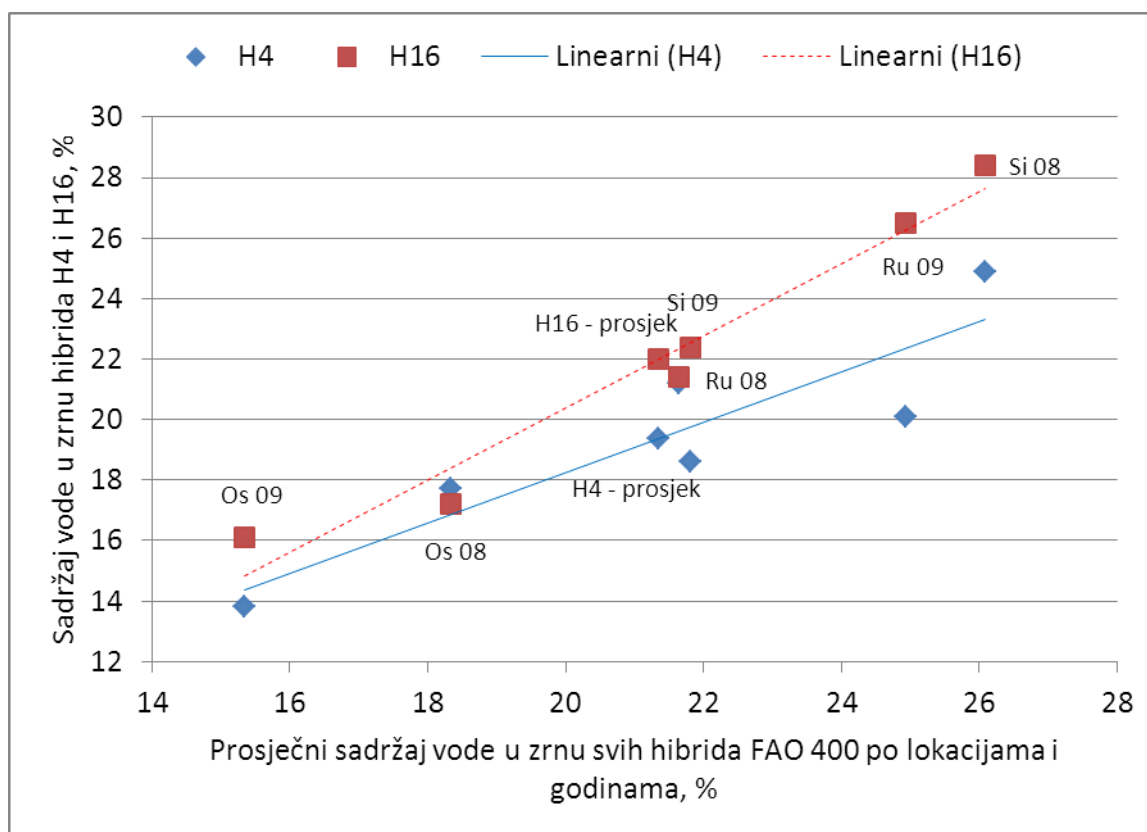
- **Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9)** koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida grupe zriobe FAO 400 u značajnim je pozitivnim rang korelacijama s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) ($r_s = 0.675$ i $r = 0.732$; $P < 0.01$), indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.692$ i $r = -0.688$; $P < 0.01$), umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.789$ i $r = -0.810$; $P < 0.001$), razlikom regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (V6) ($r_s = 0.612$ i $r = 0.522$; $P < 0.05$), varijancom odstupanja od regresije (V7) ($r_s = 0.547$ i $r = 0.557$; $P < 0.05$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r = -0.505$; $P < 0.05$) (Tablica 24). Nadalje, prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9) u značajnoj je korelaciji s varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r = 0.621$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.617$ i $r = 0.588$; $P < 0.05$) i sa sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.523$; $P < 0.05$) (Tablica 24). Prosječni rang svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 400 nije u korelaciji s prosječnim sadržajem vode u zrnu pojedinih hibrida kukuruza ($r_s = 0.037$) (Tablica 24).

- **Varijanca ranga sadržaja vode u zrnu ($S_i^{(2)}$) (V10)** u značajnoj je korelaciji s indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r = 0.562$; $P < 0.05$) i varijablama V2, V3, V4, V7, V8 i V9, koje su prokomentirane u prethodnom tekstu (Tablica 24).

- **Indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode (P_i) (V11)** u značajnoj je korelaciji s varijablama V2, V4, V5, V9 i V10, koje su prokomentirane u prethodnom tekstu (Tablica 24).

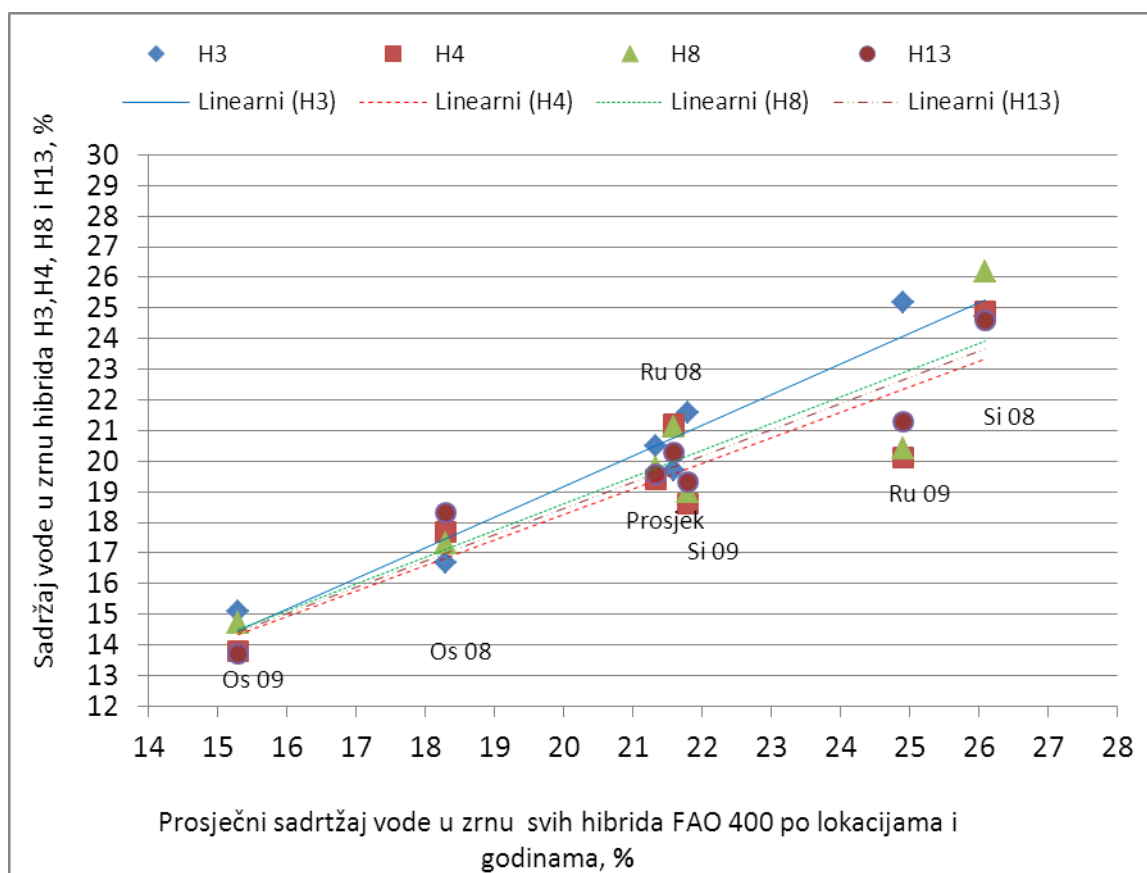
- **Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12)** u značajnoj je korelaciji varijablama V1, V7, V8 i V9, koje su prokomentirane u prethodnom tekstu (Tablica 24).

Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ujedinjuje prosječni sadržaj vode u zrnu i indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu, stoga je jedan od najkorisnijih pokazatelja, jer je u vrlo značajnoj ($P < 0.001$) rang korelaciji sa prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu (V9) hibrida FAO grupe 400 ($r_s = 0.789$; $P < 0.001$) (Tablica 24).



Graf 13 Sadržaj vode u zrnu hibrida H4 i H16 FAO grupe 400 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (H4: $b_i = 0.836$; H16: $b_i = 1.194$)

Nominalne vrijednosti svih istraživanih parametara koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida kukuruza grupe zriobe FAO 400, odnosno njihovi međusobni korelacijski koeficijenti potvrđuju gotovo sve što je utvrđeno primjenom neparametrijske metode procjene rang korelacijskih koeficijenata, koji većinom imaju pozitivne vrijednosti, jer je najpoželjnija vrijednost svakog parametra pojedinog hibrida rangirana rangom 1, a najmanje poželjna vrijednost rangom 16. Na temelju pozitivnih rang korelacija prosječnog ranga svih ispitivanih parametara koji se odnose na sadržaj vode u zrnu s pokazateljima stabilnosti sadržaja vode u zrnu moguće je izdvojiti hibride kukuruza FAO grupe 400 koji se odlikuju stabilnim sadržajem vode u zrnu, odnosno predvidljivim ovisno o okolinskim uvjetima lokacija, godine i roka berbe. Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza FAO 400 nisu u značajnim negativnim rang korelacijama s rangiranim vrijednostima sadržaja vode u zrnu, jer je rang 1 uvijek najniži sadržaj vode u zrnu i najpovoljnija vrijednost parametra stabilnosti sadržaja vode u zrnu). Naprotiv, prosječni sadržaj vode u zrnu (V1) u pozitivnoj je rang korelaciji s umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.312$) i regresijskim koeficijentom sadržaja vode u zrnu (V5) ($r_s = 0.570$; $P < 0.05$).



Graf 14 Sadržaj vode u zrnu četiri hibrida (H2, H3, H4 i H8) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 400 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

Usporedbom četiri hibrida koji po najmanjem prosječnom sadržaju vode u zrnu zauzimaju prva 4 ranga (H3: 20.50 %; H4: 19.38 %; H8: 19.78 %; H13: 19.58 %) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 400 (Tablica 21; Graf 14) uočljivo je da hibridi manjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu imaju manji koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu (H4: $b_i = 0.836$; H8: $b_i = 0.875$; H13: $b_i = 0.858$) (Tablica 22; Graf 14), odnosno zauzimaju prva 3 ranga u koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu (najmanji sadržaj vode u zrnu rangiran je rangom broj 1). Hibrid H3, koji je imao prosječni sadržaj vode u zrnu 20.50 % (rang 4), je najstabilniji hibrid temeljem pokazatelja kao što su umnožak obrnutog razmjera sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (rang 1), razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1) i prosječni rang svih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu (rang 1) (Tablice 21 i 22). Ostala tri hibrida, koji zauzimaju prva tri ranga po najmanjem prosječnom sadržaju vode u zrnu, pripadaju u skupinu stabilnijih hibrida temeljem vrlo malog koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu, jer zauzimaju prva tri ranga, te temeljem umnoška obrnutog razmjera sadržaja vode s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu jer zauzimaju vrlo dobre rangove i to rang 3 (H4), rang 6 (H8) i rang 4.5 (H13), dok su prema ostalim

pokazateljima navedena tri hibrida približno prosječne stabilnosti (Tablice 21 i 22). Grafički prikaz (Graf 14), očito ukazuje da su hibridi manjeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu poželjniji posebno u okolinama gdje sadržaj vode u zrnu može biti ograničavajući činitelj proizvodnje pojedinih hibrida kukuruza, kao što je to izraženo u Rugvici 2009. godine (Tablice 20 i 22; Graf 14). To je posebno uočljivo kod usporedbe hibrida H4, koji je najmanjeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu s hibridom H16, koji je najvećeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu (Tablica 22; Graf 13), jer se velika razlika pojavljuje u okolinama koje su uzrokovale veći sadržaj vode u zrnu (Rugvica 2009. godine i Sisak 2008. godine) što umanjuje vrijednost hibrida s većim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu.

6. 4. 2. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 500

Tablicom 25 prikazani su rezultati sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 500 po lokacijama i godinama. U Tablici 26 prikazan je prosječni sadržaj vode u zrnu svih ispitivanih hibrida FAO grupe 500 i njihovi pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu (koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu). Ostali pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 500 prikazani su u Tablicama 27 i 28. U Tablici 29 prikazani su koeficijenti korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvjete prikazana je Grafom 15 za dva hibrida koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu između ispitivanih hibrida FAO grupe 500 (H6: $b_1 = 0.811$; H9: $b_1 = 1.204$), te Grafom 16 za četiri hibrida najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu iste FAO grupe (H7: 19.9 %; H8: 20.7 %; H11: 20.4 % i H12: 20.2 %) (Tablica 26).

Tablica 25 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 500	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek
H1	19.80	12.90	16.40	27.40	20.90	24.20	29.00	17.90	23.50
H2	19.20	13.40	16.30	25.70	23.50	24.60	27.30	20.60	24.00
H1	18.30	13.60	16.00	25.00	23.50	24.30	25.40	21.20	23.30
H4	17.20	13.30	15.30	24.90	22.50	23.70	26.40	20.70	23.60
H5	17.90	13.90	15.90	24.60	26.60	25.60	25.00	21.20	23.10
H6	19.20	16.30	17.80	26.40	27.70	27.10	26.40	25.80	26.10
H7	18.40	12.90	15.70	25.30	18.60	22.00	26.40	17.90	22.20
H8	19.80	13.00	16.40	26.30	20.00	23.20	26.60	18.40	22.50
H9	19.70	12.70	16.20	29.20	22.40	25.80	27.90	18.90	23.40
H10	19.20	13.30	16.30	25.80	21.70	23.80	27.30	20.30	23.80
H11	18.90	13.00	16.00	26.80	19.30	23.10	26.80	17.60	22.20
H12	17.80	13.10	15.50	24.80	21.40	23.10	24.80	19.10	22.00
H13	17.60	13.00	15.30	26.40	23.40	24.90	26.30	21.50	23.90
H14	18.80	13.20	16.00	25.80	23.30	24.60	26.70	21.00	23.90
H15	19.30	13.10	16.20	26.00	24.60	25.30	27.60	21.80	24.70
H16	18.00	13.00	15.50	25.50	21.80	23.70	27.70	19.90	23.80
Prosjek	18.70	13.40	16.00	26.00	22.60	24.30	26.70	20.20	23.50

Tablica 26 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)

Hibrid FAO 500	Prosječni sadržaj vode u zrnu (W)			Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV)		Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)		Umnožak $1/WR \times WSI$	
	W, %	WR, %	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
H1	21.30	1.003	9	25.77	16	0.445	15	0.444	15
H2	21.60	1.017	13	21.28	5.5	0.491	7	0.483	12
H3	21.20	0.996	7	19.63	2	0.535	2	0.537	2
H4	20.80	0.980	5	21.49	7	0.504	5	0.515	6
H5	21.50	1.012	12	20.67	4	0.522	4	0.516	5
H6	23.60	1.111	16	18.12	1	0.588	1	0.529	3
H7	19.90	0.937	1	23.22	13	0.489	9.5	0.522	4
H8	20.70	0.973	4	22.68	11	0.489	9.5	0.503	8
H9	21.80	1.025	14	25.67	15	0.435	16	0.424	16
H10	21.30	1.000	8	21.53	8	0.487	11	0.487	11
H11	20.40	0.959	3	24.34	14	0.485	12	0.506	7
H12	20.20	0.949	2	20.36	3	0.528	3	0.557	1
H13	21.40	1.005	10	22.45	10	0.492	8	0.490	9
H14	21.50	1.010	11	21.28	5.5	0.494	6	0.489	10
H15	22.10	1.038	15	21.94	9	0.475	13	0.458	14
H16	21.00	0.987	6	23.02	12	0.469	14	0.475	13
Prosjek	21.30	1.000	8.5	22.09	8.5	0.496	8.5	0.496	8.5

Tablica 27 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 500

Hibrid FAO 500	Regresijski koeficijent (b_i)		Razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Prosječni rang svih pokazatelja sadržaja vode u zrnu hibrida FAO 500		Suma ranga ($W + s^2_{di}$)	
	b_i	Rang	Razlika	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	1.161	15	0.161	14	3.40	13	0.925	12	13.63	15	22	12
H2	1.008	12	0.008	6	0.23	3	0.993	2.5	7.63	6	16	9
H3	0.898	3	0.102	12	0.85	7	0.967	9	5.50	2	14	7
H4	0.974	6	0.026	7	0.64	6	0.979	6	6.00	4	11	2.5
H5	0.888	2	0.112	13	5.24	15	0.824	15	8.75	11	27	15
H6	0.811	1	0.189	15	7.07	16	0.743	16	8.63	10	32	16
H7	0.972	5	0.028	8	2.79	12	0.913	13	8.19	7	13	5.5
H8	0.994	7	0.006	5	2.36	11	0.928	11	8.31	8	15	8
H9	1.204	16	0.204	16	2.01	10	0.957	10	14.13	16	24	14
H10	1.001	8.5	0.001	1.5	0.35	4	0.989	4	7.00	5	12	4
H11	1.040	10.5	0.04	3.5	3.46	14	0.906	14	9.75	12	17	10
H12	0.902	4	0.098	11	0.06	1	0.998	1	3.25	1	3	1
H13	1.040	10.5	0.04	3.5	0.92	9	0.973	8	8.50	9	19	11
H14	1.001	8.5	0.001	1.5	0.23	2	0.993	2.5	5.88	3	13	5.5
H15	1.051	13	0.051	9	0.89	8	0.975	7	11.00	14	23	13
H16	1.056	14	0.056	10	0.42	5	0.988	5	9.88	13	11	2.5
Prosjek	1.000	8.5	0.070	8.5	1.93	8.5	0.941	8.5	8.50	8.5		

Tablica 28 Rang sadržaja vode u zrnju, prosječni rang sadržaja vode u zrnju i varijanca ranga sadržaja vode u zrnju 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 500	Rang sadržaja vode u zrnju hibrida FAO grupe 500 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga $S_i^{(2)}$		Indeks superiornosti P_i	
	Osijek		Rugvica		Sisak		Suma ranga SR					
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	SR	Rang	$S_i^{(2)}$	Rang	P_i	Rang
H1	15.5	2.5	15.0	4.0	2.5	8.0	47.5	7.0	36.34	15.0	0.549	7
H2	11.0	13.0	7.0	12.5	9.0	14.0	66.5	14.0	7.04	6.0	0.952	8
H3	6.0	14.0	4.0	12.5	12.5	6.0	55.0	10.0	18.47	10.0	1.336	12
H4	1.0	11.5	3.0	9.0	10.0	9.0	43.5	6.0	17.78	9.0	1.066	10
H5	4.0	15.0	1.0	15.0	12.5	5.0	52.5	9.0	37.78	16.0	3.714	15
H6	11.0	16.0	12.5	16.0	16.0	16.0	87.5	16.0	5.04	5.0	4.068	16
H7	7.0	2.5	5.0	1.0	2.5	3.0	21.0	1.0	4.60	4.0	0.081	1
H8	15.5	5.5	11.0	3.0	4.0	4.0	43.0	5.0	24.87	12.0	0.309	2
H9	14.0	1.0	16.0	8.0	5.0	7.0	51.0	8.0	31.50	14.0	1.223	11
H10	11.0	11.5	8.5	6.0	8.0	10.5	55.5	11.0	4.48	3.0	0.357	4
H11	9.0	5.5	14.0	2.0	1.0	2.0	33.5	3.0	25.84	13.0	0.335	3
H12	3.0	8.5	2.0	5.0	6.0	1.0	25.5	2.0	7.78	8.0	0.467	5
H13	2.0	5.5	12.5	11.0	14.0	12.5	57.5	12.0	22.54	11.0	1.396	13
H14	8.0	10.0	8.5	10.0	11.0	12.5	60.0	13.0	2.70	1.0	1.002	9
H15	13.0	8.5	10.0	14.0	15.0	15.0	75.5	15.0	7.44	7.0	1.702	14
H16	5.0	5.5	6.0	7.0	7.0	10.5	41.0	4.0	3.87	2.0	0.491	6
Prosjeck	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	51.0	8.5	16.13	8.5	1.191	8.5

- **Sadržaj vode u zrnu (V1)** hibrida FAO grupe 500 u značajnoj je korelacijskoj vezi s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r = -0.499$; $P < 0.05$) procijenjenim temeljem nominalnih vrijednosti, te s indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.794$ i $r = 0.766$; $P < 0.001$) i sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.756$ i $r = 0.768$; $P < 0.001$) (Tablica 29).

Korelacijski koeficijenti rang vrijednosti, kao i nominalnih vrijednosti, između pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 500 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (V2)** u značajnoj je korelaciji s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.912$ i $r = -0.914$; $P < 0.001$), umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.633$ i $r = -0.717$; $P < 0.01$), koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.745$ i $r = 0.915$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.729$ i $r = 0.724$; $P < 0.01$) i indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r = -0.560$; $P < 0.05$) (Tablica 29).

- **Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3)** u značajnoj je korelaciji s umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.836$ i $r = 0.823$; $P < 0.001$), koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.883$ i $r = -0.958$; $P < 0.001$), koeficijentom determinacije (V8) ($r = -0.542$; $P < 0.05$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.778$ i $r = -0.630$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ kako slijedi) i ranije komentiranim indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) (Tablica 29).

- **Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4)** u značajnoj je korelaciji s koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.926$ i $r = -0.893$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.641$ i $r = -0.832$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ kako slijedi) i ranije komentiranim varijablama V2 i V3 (Tablica 29).

- **Koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu (V5)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.608$ i $r = 0.729$); $P < 0.05$ i $P < 0.01$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r = -0.509$; $P < 0.05$) i ranije komentiranim varijablama V2, V3 i V4 (Tablica 29).

- **Razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (V6)** je u značajnim ($P < 0.05$) korelacijskim vezama s varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7) ($r = 0.567$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r = -0.518$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode (V11) ($r = 0.510$) i sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r = 0.588$), koje su procijenjene samo na temelju nominalnih vrijednosti (parametrijska metoda) (Tablica 29).

- **Varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7)** je u potpunoj korelaciji s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.987$ i $r = -0.982$; $P < 0.001$), te u značajnoj korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.603$; $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.559$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode (V11) ($r = 0.663$; $P < 0.01$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.756$ i $r = 0.767$; $P < 0.001$) (Tablica 29).

- **Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (V8)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.515$; $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.525$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode (V11) ($r = -0.742$; $P < 0.01$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.709$ i $r = -0.741$; $P < 0.01$), te ranije komentiranim značajnim korelacijama s varijablama V3, V6 i V7 (Tablica 29).

- **Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9)** koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida grupe zriobe FAO 500 u značajnim je korelacijama s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) ($r_s = 0.652$ i $r = 0.724$; $P < 0.01$), indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.717$ i $r = -0.630$; $P < 0.01$), umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.641$ i $r = -$

0.832; $P < 0.01$ i $P < 0.001$), koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.608$ i $r = 0.729$; $P < 0.05$ i $P < 0.01$), varijancom odstupanja od regresije (V7) ($r_s = 0.603$; $P < 0.05$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.519$; $P < 0.05$) (Tablica 29). Nadalje, prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9) u značajnoj je korelaciji s varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r = 0.501$; $P < 0.05$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.661$ i $r = 0.634$; $P < 0.01$) (Tablica 22). Prosječni rang svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 500 u nije u značajnoj korelaciji s prosječnim sadržajem vode u zrnu pojedinih hibrida kukuruza ($r_s = 0.397$ i $r = 0.300$) (Tablica 29).

- **Varijanca ranga sadržaja vode u zrnu ($Si^{(2)}$) (V10)** u značajnoj je korelaciji s do sada prokomentiranim varijablama V7, V8 i V9 (Tablica 29).

- **Indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode (P_i) (V11)** u značajnoj je korelaciji sa sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.657$ i $r = 0.762$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$), varijablama V1, V2, V3, V5, V6, V7 i V8, koje su prokomentirane u prethodnom tekstu (Tablica 29).

- **Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12)** u značajnoj je korelaciji s varijablama V1, V6, V7, V8 i V9 i V11, koje su prokomentirane u prethodnom tekstu (Tablica 29).

Tablica 29 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 500 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale

Varijabla	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
V1		-0.238	-0.001	0.429	0.200	0.312	0.144	0.085	0.397	0.026	0.794	0.756
V2	-0.373		0.912	0.633	0.745	-0.064	0.269	0.216	0.652	0.281	-0.481	0.020
V3	0.338	-0.914		0.836	0.883	-0.038	0.093	0.025	0.717	0.138	-0.358	0.060
V4	-0.256	-0.717	0.823		0.926	-0.046	-0.103	-0.194	0.641	0.032	-0.003	0.216
V5	-0.150	0.915	-0.958	-0.893		-0.071	-0.161	-0.247	0.608	0.080	-0.158	0.026
V6	0.488	0.074	0.112	-0.174	0.067		0.408	0.418	0.411	0.392	0.440	0.476
V7	0.444	-0.097	0.395	0.129	-0.307	0.567		0.987	0.603	0.559	0.200	0.756
V8	-0.499	0.274	-0.542	-0.248	0.461	-0.518	-0.982		0.519	0.525	0.175	0.709
V9	0.300	0.724	-0.630	-0.832	0.729	0.481	0.358	-0.221		0.412	0.188	0.661
V10	-0.061	0.479	-0.301	-0.275	0.344	0.429	0.381	-0.255	0.501		0.182	0.387
V11	0.766	-0.560	0.612	0.163	-0.509	0.510	0.663	-0.742	0.067	0.155		0.657
V12	0.768	0.001	0.121	-0.347	0.025	0.588	0.767	-0.741	0.634	0.407	0.762	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni sadržaj vode u zrnu hibrida sa svih lokacija i godina

V2 = koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (odnos najmanjeg i najvećeg sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida)

V4 = umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI$)

V5 = koeficijent regresije (b_i) sadržaja vode u zrnu (rang 1 je najmanji b_i)

V6 = razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1)

V7 = varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s^2_{di})

V8 = koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu

V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (sadržaj vode u zrnu i pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu) prikazan u Tablicama 26 i 27

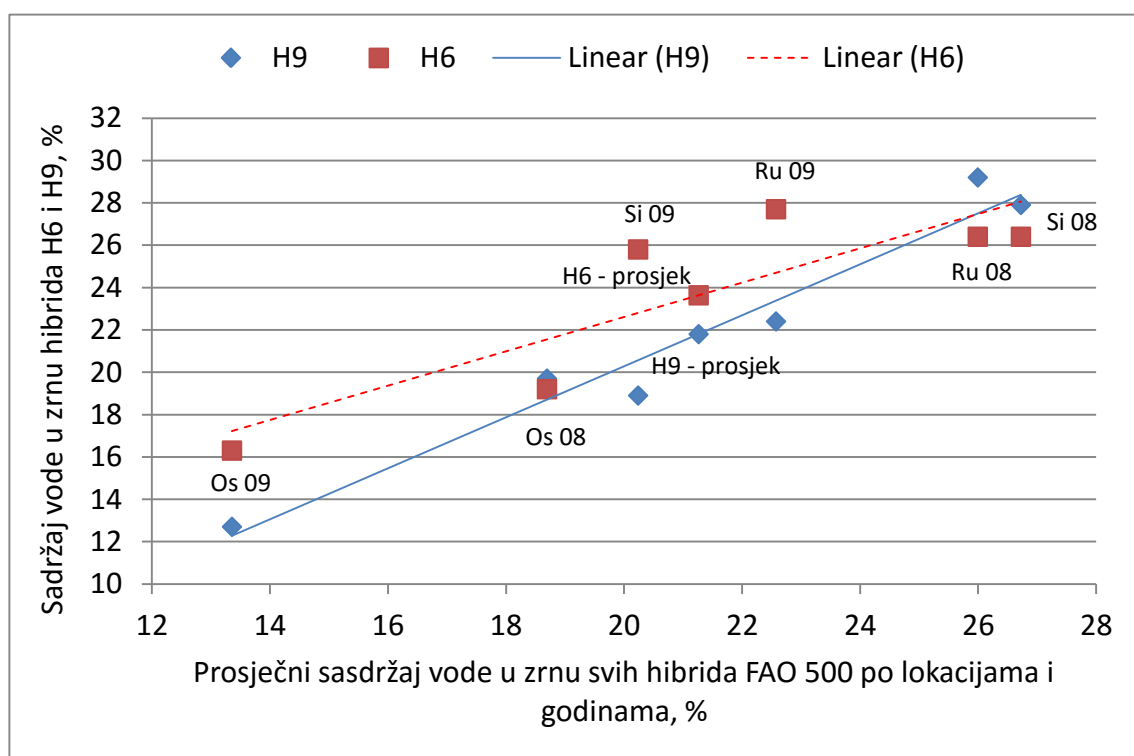
V10 = varijanca ranga sadržaja vode u zrnu i-tog hibrida rangiranog u svim okolina (Tablica 28)

V11 = indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (P_i) (Tablica 28)

V12 = suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu

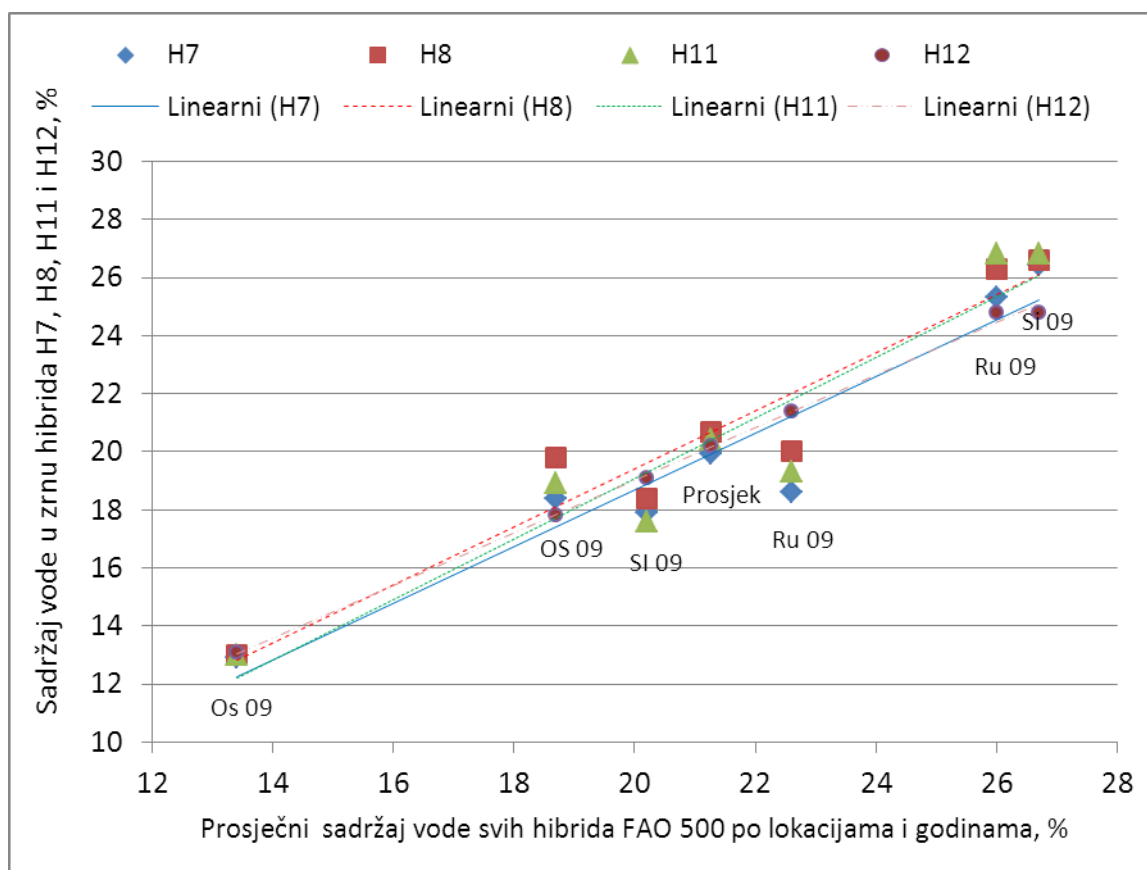
Prosječni rang svih ispitivanih parametara koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida grupe zriobe FAO 500 (V9) u značajnim je korelacijama s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) ($r_s = 0.652$ i $r = 0.724$; $P < 0.01$), indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.717$ i $r = -0.630$; $P < 0.001$ i $P < 0.01$ kako slijedi), umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.765$ i $r = -0.832$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ kako slijedi), regresijskim koeficijentom sadržaja vode u zrnu (V5) ($r_s = 0.608$ i $r = 0.652$; $P < 0.01$) i varijancom odstupanja od regresije (V7) ($r_s = 0.603$; $P < 0.05$) (Tablica 29). Prosječni rang svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 400 u pozitivnoj je rang korelaciji s prosječnim sadržajem vode u zrnu pojedinih hibrida kukuruza ($r_s = 0.397$), koja nije statistički značajna (Tablica 29).

Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ujediniuje prosječni sadržaj vode u zrnu i indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu, stoga je jedan od najkorisnijih pokazatelja, jer je većinom u vrlo značajnoj korelaciji ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) s drugim varijablama koje ukazuju na stabilnost navedenog svojstva (V2, V3, V5), te s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.765$ i $r = -0.832$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$ istim slijedom) (Tablica 29).



Graf 15 Sadržaj vode u zrnu hibrida H6 i H9 FAO grupe 500 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (H6: $b_i = 0.811$; H9: $b_i = 1.204$)

Na temelju pozitivnih rang korelacija prosječnog ranga svih ispitivanih parametara koji se odnose na sadržaj vode u zrnu s pokazateljima stabilnosti sadržaja vode u zrnu moguće je izdvojiti hibride kukuruza FAO grupe 500, isto kao kod hibrida kukuruza FAO 400, koji se odlikuju stabilnim sadržajem vode u zrnu, odnosno predvidljivim ovisno o okolinskim uvjetima lokacije, godine i roka berbe.



Graf 16 Sadržaj vode u zrnu četiri hibrida (H7, H8, H11 i H12) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 500 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

Usporedbom četiri hibrida koji po najmanjem prosječnom sadržaju vode u zrnu zauzimaju prva 4 ranga (H7: 19.9 %; H8: 20.7 %; H11: 20.4 %; H12: 20.2 %) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 500 (Tablica 26; Graf 16), uočljivo je da su navedeni hibridi manje razlikuju po prosječnom sadržaju vode u zrnu i po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu (H7: $b_i = 0.972$; H8: $b_i = 0.994$; H11: $b_i = 1.04$; H12: $b_i = 0.902$) (Tablica 27; Graf 16), stoga razlike u prosječnom sadržaju vode unutar pojedinih lokacija nisu toliko izražene kao u FAO grupi 400. Između četiri hibrida najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu, hibrid H12 odlikuje se najboljom stabilnošću sadržaja vode u zrnu, jer ima najbolju vrijednost umnoška obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (rang 1) (Tablica 26) i vrijednost prosječnog ranga svih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu (rang 1), te je najbolje rangiran obzirom na varijancu odstupanja od regresije (rang 1), koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (rang 1), te je manjeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu (rang 4) (Tablica 27). Hibridi H7, H8 i H11 pripadaju grupi prosječne stabilnosti sadržaja vode u zrnu s tim što se hibrid H7 ističe po umnošku obrnutog

razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (rang 4) (Tablice 26 i 27).

6. 4. 3. Sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 600

Rezultati sadržaj vode u zrnu hibrida FAO grupe 600 po lokacijama i godinama prikazani su u Tablici 30. U Tablici 31 prikazan je prosječni sadržaj vode u zrnu svih ispitivanih hibrida FAO grupe 600 i njihovi pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu (koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu). Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 600 prikazani su u Tablicama 31 i 32, dok Tablica 34 prikazuje koeficijente korelacija između svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida navedene grupe zriobe. Reakcija hibrida na okolinske uvijete prikazana je Grafiom 17 za dva hibrida koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida unutar FAO grupe 600 (H11: $b_1 = 0.748$; H13: $b_1 = 1.245$) (Tablica 32), te Grafiom 18 za četiri hibrida najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu iste FAO grupe (H3: 22.32 %; H6: 22.35 %; H8: 21.80 % i H14: 22.73 %) (Tablica 31).

Tablica 30 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 600	Osijek			Rugvica			Sisak		
	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek	2008.	2009.	Prosjek
H1	22.80	15.90	19.40	27.50	27.90	27.70	30.70	23.70	27.20
H2	22.60	16.70	19.70	28.00	24.20	26.10	28.40	23.00	25.70
H3	23.00	14.00	18.50	27.00	20.40	23.70	29.10	20.40	24.80
H4	22.00	16.00	19.00	26.70	22.10	24.40	29.40	21.10	25.30
H5	21.50	17.50	19.50	26.50	25.60	26.10	28.30	22.00	25.20
H6	24.40	13.30	18.90	27.50	19.70	23.60	29.90	19.30	24.60
H7	22.30	15.40	18.90	26.70	25.00	25.90	28.70	22.80	25.80
H8	22.20	15.10	18.70	24.70	21.40	23.10	25.80	21.60	23.70
H9	21.80	17.00	19.40	26.70	25.90	26.30	28.40	22.70	25.60
H10	22.40	16.60	19.50	27.90	25.60	26.80	28.10	23.00	25.60
H11	17.80	17.50	17.70	25.70	27.50	26.60	26.40	24.20	25.30
H12	20.50	14.70	17.60	26.80	25.50	26.20	27.70	23.80	25.80
H13	23.60	15.00	19.30	27.90	21.70	24.80	32.50	20.80	26.70
H14	22.80	14.70	18.80	28.30	21.50	24.90	29.90	19.20	24.60
H15	23.10	16.00	19.60	28.60	27.20	27.90	27.20	26.20	26.70
H16	20.80	14.60	17.70	28.20	23.90	26.10	28.70	22.20	25.50
Prosjek	22.10	15.60	18.90	27.20	24.10	25.60	28.70	22.30	25.50

Tablica 31 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)

Hibrid FAO 600	Prosječni sadržaj vode u zrnu (W)			Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV)		Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI)		Umnožak $1/WR \times WSI$	
	W, %	WR, %	Rang	%	Rang	Odnos	Rang	Umnožak	Rang
H1	24.75	1.061	16	19.24	11	0.518	11	0.488	14
H2	23.82	1.021	13	16.39	4	0.588	5	0.576	5.5
H3	22.32	0.957	2	22.02	13	0.481	14	0.503	13
H4	22.88	0.981	5	18.62	9	0.544	8	0.555	7
H5	23.57	1.011	10	15.37	1	0.618	2	0.612	3
H6	22.35	0.958	3	24.91	16	0.445	16	0.464	15
H7	23.48	1.007	9	17.99	8	0.537	9	0.533	9
H8	21.80	0.935	1	15.63	2	0.585	6	0.626	2
H9	23.75	1.018	12	15.89	3	0.599	3	0.588	4
H10	23.93	1.026	14	16.44	5	0.591	4	0.576	5.5
H11	23.18	0.994	8	17.40	7	0.636	1	0.640	1
H12	23.17	0.993	7	19.17	10	0.531	10	0.534	8
H13	23.58	1.011	11	23.42	15	0.462	15	0.456	16
H14	22.73	0.975	4	22.78	14	0.492	13	0.504	12
H15	24.72	1.060	15	17.18	6	0.559	7	0.528	10
H16	23.07	0.989	6	20.67	12	0.509	12	0.514	11
Prosjek	23.32	1.000	8.5	18.95	8.5	0.543	8.5	0.543	8.5

Tablica 32 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 600

Hibrid FAO 600	Regresijski koeficijent (b_i)		Razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$		Varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di})		Koeficijent determinacije (r^2)		Prosječni rang svih pokazatelja sadržaja vode u zrnu hibrida FAO 600		Suma ranga ($W + s^2_{di}$)	
	b_i	Rang	Razlika	Rang	s^2_{di}	Rang	r^2	Rang	Prosjek	Rang	SR	Rang
H1	1.098	11	0.098	7	2.04	9	0.940	9	11.00	13	25	14.5
H2	0.925	6.5	0.075	4.5	0.17	1	0.993	1	5.00	1.5	14	6
H3	1.114	12	0.114	8	3.28	11	0.910	11	10.50	12	13	4.5
H4	0.990	8	0.010	2	1.23	8	0.955	6	6.63	7	13	4.5
H5	0.840	3	0.160	11	0.95	7	0.952	7	5.50	3	17	9
H6	1.214	15	0.214	14	7.39	15	0.841	14	13.50	15	18	11
H7	0.998	9	0.002	1	0.33	2	0.988	2	6.13	6	11	3
H8	0.788	2	0.212	13	0.93	6	0.946	8	5.00	1.5	7	1
H9	0.880	4	0.120	9	0.80	5	0.963	5	5.63	4	17	9
H10	0.925	6.5	0.075	4.5	0.50	4	0.979	4	6.00	5	18	12
H11	0.748	1	0.252	16	9.55	16	0.609	16	8.25	8	24	13
H12	1.016	10	0.016	3	2.21	10	0.925	10	8.50	9	17	9
H13	1.245	16	0.245	15	4.63	14	0.899	13	14.38	16	25	14.5
H14	1.173	14	0.173	12	3.68	12	0.909	12	11.63	14	16	7
H15	0.920	5	0.080	6	4.61	13	0.830	15	9.63	11	28	16
H16	1.126	13	0.126	10	0.44	3	0.987	3	8.75	10	9	2
Prosjek	1.000	8.5	0.123	8.5	2.67	8.5	0.914	8.5	8.50	8.5	17	8.5

Tablica 33 Rang sadržaja vode u zrnu, prosječni rang sadržaja vode u zrnu i varijanca ranga sadržaja vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine

Hibrid FAO 600	Rang sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 600 po lokacijama i godinama								Varijanca ranga Si ⁽²⁾		Indeks superiornosti P _i	
	Osijek		Rugvica		Sisak		Suma ranga SR					
	2008.	2009.	2008.	2009.	2008.	2009.	SR	Rang	Si ⁽²⁾	Rang	P _i	Rang
H1	11.5	9.0	9.5	16.0	15.0	13.0	74.0	15.0	8.17	4.5	1.703	12
H2	10.0	13.0	13.0	8.0	7.0	11.5	62.5	14.0	6.44	2.0	0.276	1
H3	13.0	2.0	8.0	2.0	11.0	3.0	39.0	2.0	23.50	11.0	1.309	10
H4	6.0	10.5	5.0	6.0	12.0	5.0	44.5	5.5	9.24	6.0	0.352	2
H5	4.0	15.5	3.0	11.5	6.0	7.0	47.0	7.0	22.87	10.0	0.889	7
H6	16.0	1.0	9.5	1.0	13.5	2.0	43.0	4.0	45.27	15.0	3.116	15
H7	8.0	8.0	5.0	10.0	9.5	9.0	49.5	8.5	3.18	1.0	0.730	5
H8	7.0	7.0	1.0	3.0	1.0	6.0	25.0	1.0	8.17	4.5	1.131	8
H9	5.0	14.0	5.0	13.0	8.0	10.0	55.0	11.0	14.97	7.0	0.873	6
H10	9.0	12.0	11.5	11.5	5.0	11.5	60.5	13.0	7.34	3.0	0.658	4
H11	1.0	15.5	2.0	15.0	2.0	15.0	50.5	10.0	54.84	16.0	3.932	16
H12	2.0	4.5	7.0	9.0	4.0	14.0	40.5	3.0	18.58	9.0	1.252	9
H13	15.0	6.0	11.5	5.0	16.0	4.0	57.5	12.0	27.84	13.0	2.060	13
H14	11.5	4.5	15.0	4.0	13.5	1.0	49.5	8.5	33.68	14.0	1.486	11
H15	14.0	10.5	16.0	14.0	3.0	16.0	73.5	16.0	24.58	12.0	2.416	14
H16	3.0	3.0	14.0	7.0	9.5	8.0	44.5	5.5	17.44	8.0	0.382	3
Prosjek	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	51.0	8.5	20.38	8.5	1.410	8.5

Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V2 do V11) hibrida FAO grupe 600 nisu u značajnoj korelacijskoj vezi s prosječnim sadržajem vode u zrnu (V1) utvrđenim na temelju lokacija i godina (Tablica 34). Navedeni korelacijski koeficijenti variraju kod rang korelacija od $r_s = -0.376$ do $r_s = -0.056$ i od $r = -0.334$ do $r = 0.259$ kod korelacijskih koeficijenata procijenjenih temeljem nominalnih vrijednosti (Tablica 34). Samo je suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) u značajnoj ($P < 0.01$) korelaciji sa sadržajem vode u zrnu (V1) ($r_s = 0.631$ i $r = 0.666$).

Korelacijski koeficijenti rang vrijednosti, kao i nominalnih vrijednosti, između pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 400 većinom su vrlo značajni ($P < 0.001$; $P < 0.01$) i značajni ($P < 0.05$) u međusobnim korelacijskim odnosima između sljedećeg niza varijabli:

- **Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (V2)** u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama je s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.912$ i $r = -0.932$; $P < 0.001$), umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) ($r_s = 0.876$ i $r = -0.853$; $P < 0.001$), koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) ($r_s = 0.917$ i $r = -0.912$; $P < 0.001$), varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7) ($r = 0.526$; $P < 0.05$) i s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja (V9) ($r_s = 0.915$ i $r = 0.900$; $P < 0.001$) (Tablica 34).

- **Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3)** u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama je s umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) ($r_s = 0.929$ i $r = 0.944$; $P < 0.001$), koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) ($r_s = 0.943$ i $r = -0.959$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.814$ i $r = -0.821$; $P < 0.001$) i ranije komentiranom varijablom (V2) (Tablica 34).

- **Umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu (1/WR) i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$)** u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama je s koeficijentom regresije (V5) ($r_s = 0.926$ i $r = -0.960$; $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.877$; $r = -0.833$ $P < 0.001$) i ranije komentiranim varijablama V2 i V3 (Tablica 34).

- **Koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu (V5)** u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama je s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.799$; $r = 0.812$; $P < 0.001$) i ranije komentiranim varijablama V2, V3 i V4 (Tablica 34).

- **Razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (V6)** u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama je s varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7) ($r_s = 0.570$ i $r = 0.623$; $P < 0.05$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.584$ i $r = -0.552$; $P < 0.05$), varijancom ranga sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.703$ i $r = 0.692$; $P < 0.001$) i indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.614$ i $r = 0.621$; $P < 0.05$) (Tablica 34).

- **Varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7)** je u potpunoj korelaciji s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.979$ i $r = -0.930$; $P < 0.001$), te u značajnoj i vrlo značajnoj korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.708$ i $r = 0.618$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.890$ i $r = 0.926$; $P < 0.001$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode (V11) ($r_s = 0.906$ i $r = 0.964$; $P < 0.001$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.631$ i $r = 0.575$; $P < 0.05$) i varijablom V2 (Tablica 34).

- **Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (V8)** u značajnoj je korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih parametara (V9) ($r_s = 0.649$; $P < 0.01$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.870$ i $r = -0.852$; $P < 0.001$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode (V11) ($r_s = 0.941$ i $r = -0.918$; $P < 0.001$), sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.634$ i $r = -0.552$; $P < 0.05$), te ranije komentiranim značajnim korelacijama s varijablama V6 i V7 (Tablica 34).

- **Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9)** koji se odnose na sadržaj vode u zrnu hibrida grupe zriobe FAO 600 u značajnim je pozitivnim rang korelacijama s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) ($r_s = 0.915$ i $r = 0.900$; $P < 0.001$), indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ($r_s = 0.814$ i $r = -0.821$; $P < 0.001$), umnoškom obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s (V4) ($V4 = 1/WR \times WSI$) ($r_s = 0.877$ i $r = -0.833$; $P < 0.001$), varijancom odstupanja od regresije (V7) ($r_s = 0.708$

i $r = 0.618$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) ($r_s = 0.649$; $P < 0.01$) (Tablica 34). Nadalje, prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9) u značajnoj je korelaciji s varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.634$; $r = 0.564$; $P < 0.05$), indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.617$ i $r = 0.588$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.655$; $r = 0.572$; $P < 0.01$ i $P < 0.05$) (Tablica 34). Prosječni rang svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 600 nije u korelaciji s prosječnim sadržajem vode u zrnu pojedinih hibrida kukuruza ($r_s = -0.109$) (Tablica 34).

- **Varijanca ranga sadržaja vode u zrnu ($Si^{(2)}$) (V10)** u značajnoj je korelaciji s indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.777$ i $r = 0.853$; $P < 0.001$), ($r = 0.647$; $P < 0.01$) i varijablama V6, V7, V8 i V9, koje su komentirane u prethodnom tekstu (Tablica 34).

- **Indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode (Pi) (V11)** u značajnoj je korelaciji sa sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.673$; $r = 0.647$; $P < 0.01$) i varijablama V6, V7, V8, V9 i V10, koje su komentirane u prethodnom tekstu (Tablica 34).

- **Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12)** u značajnoj je korelaciji varijablama V1, V7, V8 i V11, koje su komentirane u prethodnom tekstu (Tablica 34).

Tablica 34 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 600 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale

Varijabla	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
V1		-0.324	-0.376	-0.037	-0.210	-0.302	-0.203	-0.179	-0.109	-0.305	-0.056	0.631
V2	-0.334		0.912	0.876	0.917	0.208	0.518	0.421	0.915	0.478	0.412	0.154
V3	0.259	-0.932		0.929	0.943	0.113	0.335	0.274	0.814	0.287	0.282	-0.033
V4	-0.071	-0.853	0.944		0.926	0.052	0.352	0.290	0.877	0.272	0.340	0.249
V5	-0.098	0.912	-0.959	-0.960		0.057	0.234	0.137	0.799	0.239	0.155	0.019
V6	-0.331	0.297	-0.075	0.039	0.046		0.570	0.584	0.317	0.703	0.614	0.212
V7	-0.141	0.460	-0.193	-0.156	0.119	0.623		0.979	0.708	0.890	0.906	0.631
V8	0.060	-0.145	-0.137	-0.160	0.209	-0.552	-0.930		0.649	0.870	0.941	0.634
V9	-0.041	0.900	-0.821	-0.833	0.812	0.435	0.618	-0.341		0.634	0.655	0.474
V10	-0.251	0.470	-0.161	-0.094	0.127	0.692	0.926	-0.852	0.564		0.777	0.464
V11	-0.022	0.341	-0.158	-0.113	0.029	0.621	0.964	-0.918	0.572	0.853		0.673
V12	0.666	0.108	-0.037	-0.230	0.074	0.226	0.575	-0.552	0.491	0.434	0.647	

$r > 0.497$ značajno za $P < 0.05$; $r > 0.623$ značajno za $P < 0.01$; $r > 0.742$ značajno za $P < 0.001$

V1 = prosječni sadržaj vode u zrnu hibrida sa svih lokacija i godina

V2 = koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu svakog pojedinog hibrida (CV)

V3 = indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (odnos najmanjeg i najvećeg sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida)

V4 = umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI$)

V5 = koeficijent regresije (b_i) sadržaja vode u zrnu (rang 1 je najmanji b_i)

V6 = razlika regres. koeficijenta sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1)

V7 = varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s_{di}^2)

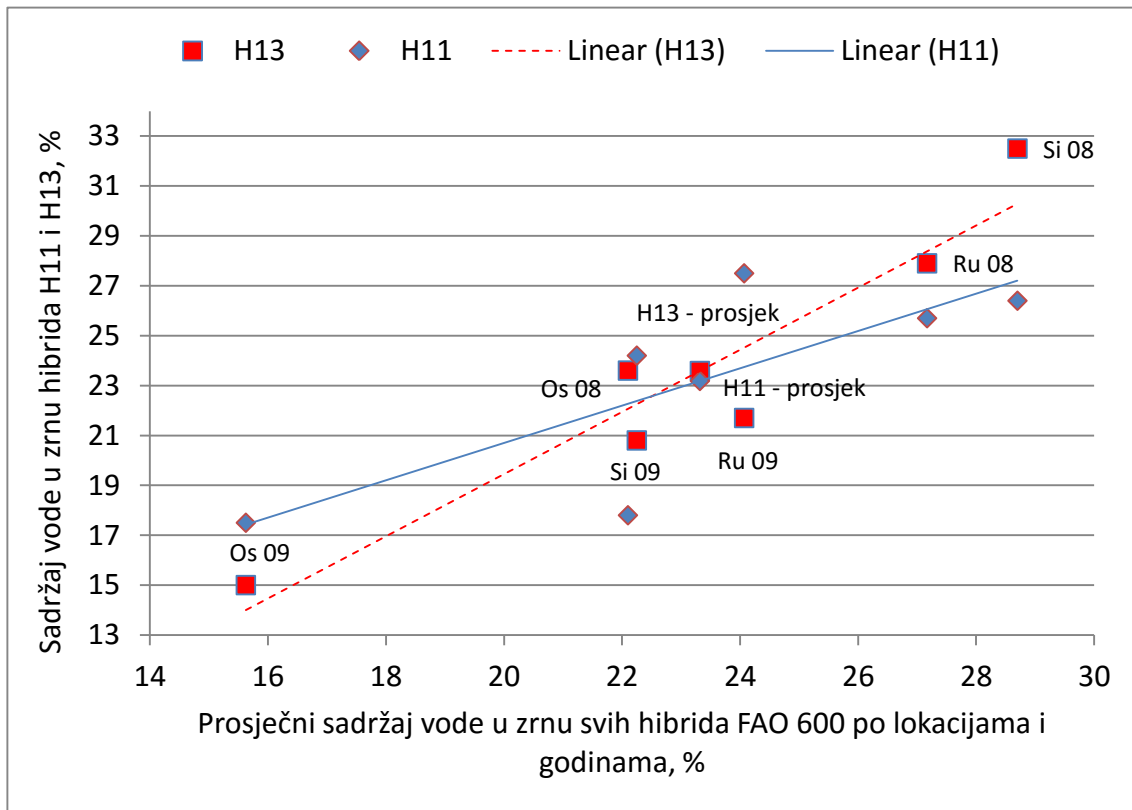
V8 = koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu

V9 = prosječni rang svih ispitivanih parametara (sadržaj vode u zrnu i pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu) prikazan u Tablicama 31 i 32

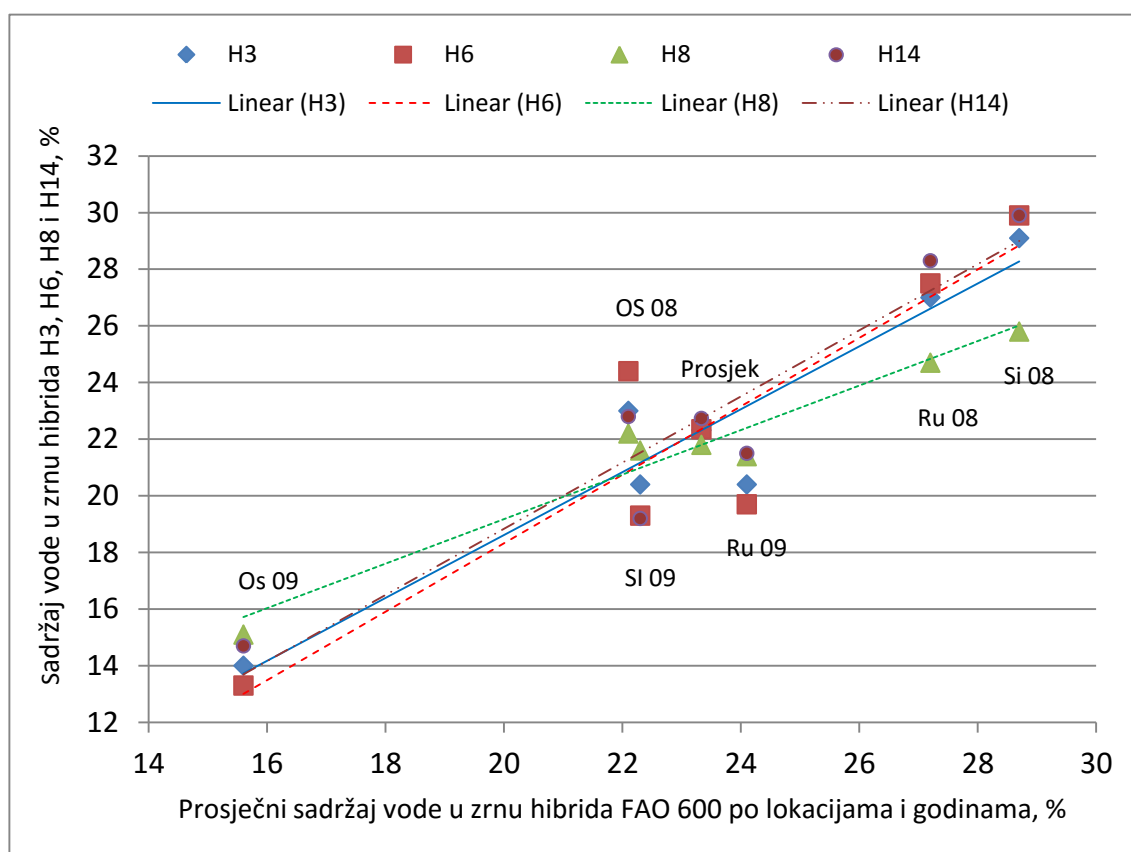
V10 = varijanca ranga sadržaja vode u zrnu zrna svih okolina (Tablica 33)

V11 = indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (Tablica 33)

V12 = suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu



Graf 17 Sadržaj vode u zrnju hibrida H11 i H13 FAO grupe 600 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnju (H11: $b_i = 0.748$; H13: $b_i = 1.245$)



Graf 18 Sadržaj vode u zrnju četiri hibrida (H3, H6, H8 i H14) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnju u FAO grupi 600 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije)

Usporedbom reakcije četiri hibrida koji se odlikuju najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnju, odnosno koji zauzimaju prva 4 ranga (H3: 22.32 %; H6: 22.35 %; H8: 21.80 %; H14: 22.73 %) između 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 600 (Tablica 31; Graf 18), uočljivo je da se tri hibrida manje razlikuju po prosječnom sadržaju vode u zrnju i po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnju (H3: $b_i = 1.114$; H6: $b_i = 1.214$; H14: $b_i = 1.173$), dok hibrid H8 ima najmanji koeficijent regresije sadržaja vode u zrnju (H8: $b_i = 0.788$) (Tablica 32; Graf 18). Stoga, hibrid H8 ima najmanji sadržaj vode u zrnju u okolinama gdje sadržaj vode u zrnju može biti ograničavajući činitelj proizvodnje pojedinih hibrida FAO grupe 600, kao što je to u Rugvici i Sisku 2008. godine. Od navedena četiri hibrida s najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnju, samo se za hibrid H8 može tvrditi da se odlikuje izrazitom stabilnošću sadržaja vode u zrnju, jer je po umnošku obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnju s indeksom stabilnost sadržaja vode u zrnju zauzeo rang 2, te po prosječnom rangui svih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnju zauzeo je rang 1.5 (Tablice 31 i 32). Ostala tri hibrida (H3, H6 i H8), koji su izvrsno rangirani po prosječnom sadržaju vode u zrnju, pripadaju grupi hibrida koji su po tome svojstvu jako nestabilni (Tablice 31 i 32), jer su rangirani od 12. do 15. ranga

po umnošku obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu s indeksom stabilnost sadržaja vode u zrnu (Tablica 31), te od 12. do 15. ranga po prosječnom rangu svih ispitivanih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu (Tablica 32).

7. RASPRAVA

7. 1. Prinos zrna

Dobiveni rezultati ukazuju da je moguće izdvojiti hibride koji se odlikuju visokim prinosom zrna, izrazitom stabilnosti prinosa zrna i širom adaptabilnosti, koji su ujedno manjeg sadržaja vode u zrnu i stabilnijeg (predvidljivog) sadržaja vode u zrnu. Korelacijski koeficijenti između prinosa zrna i sadržaja vode u zrnu nisu značajni u pojedinačnim pokusima po godinama, lokacijama i FAO grupama, osim što je u Sisku 2008. godine utvrđena izrazito negativna korelacija između prinosa zrna i sadržaja vode u zrnu hibrida FAO grupe 600 ($r = -0.878$; $P < 0.001$) (Tablica 19). To ukazuje da u FAO grupi 600 ima hibrida kod kojih je sadržaj vode ograničavajući čimbenik uzgoja u pojedinim godinama i područjima, posebno u zapadnijim područjima Republike Hrvatske kao što je bio Sisak 2008. godine.

Unutar ispitivanih FAO grupa 400, 500 i 600 moguće je izabrati hibride koji se odlikuju visokim prinosom zrna i manjim sadržajem vode u zrnu. U FAO grupi 400 to su hibridi H3 (prinos zrna: 10.98 t/ha – rang 4; sadržaj vode u zrnu: 20.5 % – rang 4) i H8 (prinos zrna: 11.83 t/ha – rang 1; sadržaj vode u zrnu: 19.78 % - rang 3) (Tablice 5 i 21). Međutim, hibridi H11 i H15 koji su po rangju prosječnog prinosa zrna ostvarili drugi i treći rang (11.31 t/ha i 11.00 t/ha), po sadržaju vode u zrnu zauzeli su osmi i petnaesti rang (21.03 % i 22.43 %). Hibridi najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 400 su H4 (19.38 %) i H13 (19.5 %), koji su ostvarili prosječne prinose zrna rangirane posljednjim, šesnaestim rangom (H4: 9.41 t/ha) i osmim rangom (H13: 10.83 t/ha) (Tablice 5 i 21). To potvrđuje da korelacijski koeficijenti između prosječnog prinosa zrna i prosječnog sadržaja vode u zrnu nisu opravdani unutar FAO grupe 400 hibrida kukuruza (Tablica 19).

Unutar FAO grupe 500 visokim prinosom zrna i manjim sadržajem vode u zrnu odlikuju se hibridi H8 (12.35 t/ha – rang 2; 20.7 % - rang 4) i H11 (12.29 t/ha – rang 3; 20.4 % - rang 3) (Tablice 10 i 26). Hibridi H10 i H13 koji su ostvarili prvi i četvrti rang prinosa zrna (12.57 t/ha i 11.89 t/ha) imali su osmi i deseti rang sadržaja vode u zrnu (21.3 % i 21.4 %). Hibridi H7 i H12 FAO grupe 500 imali su najmanje vode u zrnu (19.9 % i 20.2 %; rang 1 i 2) postigli su petnaesti i šesti rang prinosa zrna (10.69 t/ha i 11.41 t/ha) (Tablice 10 i 26). Time je

također potvrđeno da korelacijski koeficijenti između prosječnog prinosa zrna i prosječnog sadržaja vode u zrnu nisu opravdani unutar FAO grupe 500 hibrida kukuruza (Tablica 19).

U FAO grupi 600 također je moguće izdvojiti hibride koji se odlikuju visokim prinosom zrna i manjim sadržajem vode u zrnu. To su hibridi H8 (13.01 t/ha – rang 1; 21.80 % – rang 1) i H14 (11.44 t/ha – rang 4; 22.73 % – rang 4) (Tablice 15 i 31). Međutim, hibridi H2 i H10 koji su po rangi prosječnog prinosa zrna ostvarili drugi i treći rang (11.87 t/ha i 11.50 t/ha), po sadržaju vode u zrnu zauzeli su trinaesti i četrnaesti rang (23.82 % i 23.93 %). Četiri hibrida najmanjeg sadržaja vode u zrnu od 16 ispitivanih hibrida FAO grupe 600 su H8 (21.80 %), H3 (22.32 %), H6 (22.35 %) i H14 (22.73 %) po prinosu zrna rangirani su od prvog do petnaestog ranga (H8: 13.01 t/ha – rang 1; H3: 10.23 t/ha – rang 13; H6: 9.44 t/ha – rang 15 i H14: 11.44 t/ha – rang 4) (Tablice 15 i 31). U FAO grupi 600 time je također potvrđeno da korelacijski koeficijenti između prosječnog prinosa zrna i prosječnog sadržaja vode u zrnu nisu opravdani (Tablica 19).

Na mogućnosti prepoznavanja i oplemenjivačkim metodama razvoja kultivara, što se odnosi i na hibride kukuruza, koji se odlikuju visokim prinosom zrna i izrazitom stabilnosti prinosa zrna ukazali su (**Cross**, 1977.; **Eagles i Frey**, 1977.; **Vasilj i Milas**, 1981.; **Milas**, 1983.; **Kang**, 1988.; **Diepenbrock i sur.**, 1995.; **Arias i sur.**, 1996.; **Kadhemi i sur.**, 2010.), te i na mogućnost ujedinjenja u jednom genotipu visokog prinosa zrna, izrazite stabilnosti prinosa zrna i široke adaptivnosti (**Kadlec i sur.**, 1989.; **Vasilj i Milas**, 1981.). Potrebno je kombinirati i združivati pokazatelje stabilnosti uključujući i prinos zrna, na što su ukazali **Kang** (1988.), **Mohammadi i sur.** (2007.), **Abdulah i sur.** (2007.), **Akçura i Kaya** (2008.), te **Mut i sur.** (2009. i 2010.). U ovom radu to je vidljivo iz smjera i jačine korelacijskih koeficijenata bez obzira jesu li računati na temelju rangiranih vrijednosti (neparametrijska metoda) ili nominalnih vrijednosti (parametrijska metoda). Ipak, prednost je moguće dati neparametrijskim metodama, koje omogućuju lakše shvaćanje problema, lakše združivanje pokazatelja i daju istu težinu svakom pokazatelju, ali i svakoj okolini u kojoj je istraživanje izvedeno. Moguće je i „doziranje“ određenih pokazatelja, odnosno davanje veće ili manje težine pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna kao i samom prinosu zrna, čime se može usmjeravati selekciju prema razvoju hibrida kukuruza koji se odlikuju visokim prinosom zrna, izrazitom stabilnosti prinosa zrna i širom adaptabilnosti. Postoji više radova koji ukazuju na prednosti neparametrijskih metoda (**Kang**, 1988.; **Mohammadi i sur.**, 2007.; **Abdulah i sur.**, 2007.; **Akçura i Kaya**, 2008.; **Akçura i sur.**, 2009.; **Mut i sur.**, 2009. i

2010.), a razlozi su jednostavnost računanja, mogućnost davanja iste težine svakom pokazatelju i svakoj okolini, te neobaveznost normalne raspodjele pokazatelja koji se odnose na svojstvo i njegovu stabilnost.

U ovom radu u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida prinos zrna je u značajnim rang korelacijskim vezama s umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($r_s = 0.579$ do 0.794 ; $P < 0.05$ do $P < 0.001$), prosječnim rangom svih ispitivanih parametara ($r_s = 0.531$ do 0.764 ; $P < 0.05$ do $P < 0.001$) i sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence ($r_s = 0.802$ do 0.830 ; $P < 0.001$) (Tablice 8, 13 i 18). Navedeni korelacijski koeficijenti ukazuju da je moguće oplemenjivanje u cilju povećanja prinosa zrna i poboljšanja stabilnosti, pa i adaptabilnosti u istom genotipu (hibridu). Tako u sve tri FAO grupe četiri najrodnija hibrida imaju sumu rangova prosječnog prinosa zrna i ekovalence od ranga 1 do ranga 7 od 16 ispitivanih hibrida u svakoj FAO grupi (Tablice 5, 6, 10, 11, 15 i 16). Reakcija četiri najrodnija hibrida u svakoj FAO grupi 400, 500 i 600 prikazana je i Grafovima 8, 10 i 12. Prinos zrna združen s ekovalencom mogao bi biti dobar pokazatelj za izbor hibrida visokog prinosa zrna, izrazite stabilnosti i šire adaptabilnosti, što je vrlo značajno jer **Wricke** (1962.), **Milas** (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.), **Becker i Léon** (1988.) i **Gunjača** (1997.) preporučuju ekovalencu kao jedan od najboljih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, ističući jednostavnost njenog računanja.

Posebnu pozornost potrebno je posvetiti pokazateljima stabilnosti prinosa zrna koji su u korelaciji s prinosom zrna i s većinom pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, a to su izvedeni pokazatelji koji su združeni s prinosom zrna (umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna, prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja i suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence), koje možemo istražiti i primjenom parametrijskih i neparametrijskih metoda, jer prosječni rang svih ispitivanih parametara ima približno normalnu raspodjelu, kao i suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence.

Milas (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.), **Rozman i sur.** (1997.) nisu utvrdili značajne korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti različitih kultivara pšenice i kukuruza, što je većinom potvrđeno i u ovom radu kada ti pokazatelji nisu izvedeni, odnosno združeni s prinosom zrna kao što su umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4), prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9) i suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13). **Gunjača** (1997.) je utvrdio potpune korelacije između parametara

stabilnosti, te preporučuje korištenje ekovalence i zato što je njeno računanje jednostavno, što je sukladno mišljenju drugih autora koji preporučuju ekovalencu za procjenu stabilnosti genotipa. Također, **Pietrzykowski i sur.** (1996.) su utvrdili jake pozitivne korelacije između koeficijenta regresije, ekovalence i okolinske varijance, te između ekovalence i varijance odstupanja od regresije, što je sukladno većini rezultata ovoga rada. **Rozman** (1994.) smatra da je koeficijent regresije prikladniji za procjenu adaptabilnosti, a varijanca odstupanja od regresije za ocjenu stabilnosti genotipa.

Rosielle i Hamblin (1981.), te **Rozman i sur.** (1984.) sugeriraju da selekcija na visinu, stabilnost i adaptabilnost prinosa uspješnija ako se obavlja u okolinskim uvjetima identičnim onima u kojima se ista razina prinosa zrna može ostvariti. **Šimić i sur.** (2003.) ukazuju da pojedine okoline mogu biti pogodnije od ostalih za izbor rodnijih i stabilnijih hibrida kukuruza. Koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna, umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna i koeficijent regresije ukazuju više na tip stabilnosti 1, kako su ga definirali **Lin i sur.** (1986.).

U ovom radu **koeficijent varijacije prinosa zrna (V2)** u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) je korelacijskoj vezi s prinosom zrna ($V1$) samo kod ispitivanih hibrida FAO grupe 600 ($r_s = 0.653$ i $r = -0.783$), što znači da u FAO grupi 600 manji koeficijent varijacije prinosa zrna ukazuje i na veći prosječni prinos zrna (Tablica 18). U FAO grupama 400 i 500 korelacijski koeficijent između koeficijenta varijacije prinosa zrna i prinosa zrna nije značajan ($r_s = 0.034$ do 0.329 i $r = -0.339$ do 0.002 (Tablice 8 i 13). U sve tri ispitivane FAO grupe hibrida koeficijent varijacije prinosa zrna je u vrlo značajnim ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) rang korelacijskim vezama s indeksom stabilnosti prinosa zrna ($V3$) ($r_s = 0.846$ do 0.958), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($V4$) ($r_s = 0.692$ do 0.950), te prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna ($V9$) ($r_s = 0.600$ do 0.845), što znači da mali koeficijent varijacije prinosa ukazuje na izrazitu stabilnost hibrida, a da se pri tome ne smanjuje prosječni prinos zrna. Naprotiv, prosječni prinos zrna može biti i veći što je manji koeficijent varijacije kao što je to u FAO grupi 600 (Tablice 8, 13 i 18). Koeficijent varijacije prinosa zrna izrazito je u korelaciji s koeficijentom regresije prinosa zrna ($V10$) ($P < 0.001$), jer je u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida kukuruza utvrđeno da manji koeficijent varijacije znači manji koeficijent regresije, što je u potpunosti logično i sukladno rezultatima koje iznose **Martin Alberts** (2004.), **Bantayehu** (2009.), te **Kilić i sur.** (2010.). Osim toga, u FAO grupi 500 i 600 koeficijent varijacije prinosa zrna još je u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj

($P < 0.01$) korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije (V6) (FAO 500: $r_s = 0.509$; FAO 600: $r_s = 0.656$) (Tablice 13 i 18), a u FAO grupi 600 i s ekovalencom prinosa zrna (V8) ($r_s = 0.509$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.721$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.959$) i sumom rangova prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.640$) (Tablica 18).

Indeks stabilnosti prinosa zrna (V3) može zamijeniti koeficijent varijacije prinosa zrna (V2), jer su procijenjene značajne ($P < 0.001$) vrlo jake pozitivne rang korelacijske veze između dva navedena pokazatelja stabilnosti prinosa zrna (FAO 400: $r_s = 0.846$; FAO 500: $r_s = 0.950$; FAO 600: $r_s = 0.958$) (Tablice 8, 13 i 18). Nadalje, indeks stabilnosti prinosa zrna (V3) u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj $P < 0.001$ je korelacijskoj vezi s prinosom zrna (V1) samo kod ispitivanih hibrida FAO grupe 600 ($r_s = 0.555$ i $r = 0.783$), što znači da u FAO grupi 600 veći indeks stabilnosti prinosa zrna ukazuje i na veći prosječni prinos zrna (Tablica 13). U FAO grupama 400 i 500 korelacijski koeficijenti između indeksa stabilnosti prinosa zrna (V3) i prinosa zrna (V1) nisu značajni ($r_s = 0.180$ do 0.478 i $r = 0.161$ do 0.467) (Tablice 8 i 13). U sve tri ispitivane FAO grupe hibrida indeks stabilnosti prinosa zrna je u vrlo značajnim ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) rang korelacijskim vezama s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) ($r_s = 0.846$ do 0.958), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.814$ do 0.967), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) ($r_s = 0.765$ do 0.814), što znači da veći indeks stabilnosti prinosa zrna ukazuje na izrazitu stabilnost hibrida, a da se pri tome ne smanjuje prosječni prinos zrna, odnosno prosječni prinos zrna može biti i veći što je veći indeks stabilnosti kako je to izraženo u FAO grupi 600 (Tablice 8, 13 i 18). Indeks stabilnosti prinosa zrna (V3) je u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) negativnoj korelaciji s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10), jer je u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida kukuruza utvrđeno da veći indeks stabilnosti prinosa zrna znači manji koeficijent regresije ($r_s = -0.699$ do -0.940). Pored toga, u FAO grupi 500 i 600 indeks stabilnosti prinosa zrna je u značajnoj ($P < 0.05$) korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije (FAO 500: $r_s = 0.500$; FAO 600: $r_s = 0.581$) (Tablice 13 i 18), ekovalencom prinosa zrna samo u FAO grupi 500 ($r_s = 0.522$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) u FAO 600 ($r_s = 0.697$), indeksom superiornosti u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.527$; FAO 500: $r_s = 0.514$; FAO 600: $r_s = 0.879$) i sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence u FAO grupama 500 i 600 ($r_s = 0.587$ i $r_s = 0.513$ istim slijedom) (Tablice 8, 13 i 18).

Umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) može biti vrlo koristan pokazatelj jer ujedinjuje prinos zrna i stabilnost prinosa zrna, te kao takav koristan je kriterij za izbor rodni i stabilnih hibrida kukuruza. To se pokazalo značajno ($P < 0.05$) i vrlo značajno ($P < 0.01$; $P < 0.001$) u sve tri ispitivane FAO grupe hibrida kukuruza, na što ukazuju koeficijenti korelacije između umnoška relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) i prinosa zrna (V1) (FAO 400: $r_s = 0.579$ i $r = 0.693$; FAO 500: $r_s = 0.623$ i $r = 0.559$; FAO 600: $r_s = 0.794$ i $r = 0.886$) (Tablice 8, 13 i 18). Pored toga, umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) u vrlo značajnim ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) je korelacijskim vezama s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) ($r_s = 0.692$ do 0.950), indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.814$ do 0.967), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) ($r_s = 0.804$ do 0.908), što znači da veći umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna ukazuje na rodnost i izrazitu stabilnost prinosa zrna hibrida u sve tri ispitivane FAO grupe (Tablice 8, 13 i 18). Nadalje, umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) je u značajnoj ($P < 0.05$) i u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) negativnoj korelaciji s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) (FAO 400: $r_s = -0.671$; FAO 500: $r_s = -0.515$; FAO 600: $r_s = -0.815$), jer je u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida kukuruza utvrđeno da je veći umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa povezan s manjim koeficijentom regresije (Tablice 8, 13 i 18). Osim toga, u FAO grupi 600 umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa je u vrlo značajnoj ($P < 0.01$) korelacijskoj vezi s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.703$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.736$), indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.871$) i sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.766$) (Tablica 18). Osim navedenih korelacija, umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) u značajnim je pozitivnim korelacijskim vezama ranga s indeksom superiornosti u FAO grupi 500 ($r_s = 0.666$) i sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) u sve tri FAO grupe (od $r_s = 0.626$ do $r_s = 0.766$) (Tablice 8, 13 i 18).

Francis i Kannenberg (1978.) koristili su kombinaciju prinosa zrna i koeficijenta varijacije prinosa zrna za određivanje stabilnosti genotipa. Slično je i u ovom radu jer se umnoškom relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna, te pokazateljem kao što je suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence mogu detektirati hibridi kukuruza koji će se odlikovati visokim i stabilnim prinosom zrna. Slično je preporučio i **Kang** (1988.) koji je združio rang prosječnog prinosa zrna s rangom varijance stabilnosti genotipa koju je

predložio **Shukla** (1972.), odnosno koristio je neparametrijsku metodu. Združivanje prinosa zrna s pokazateljima stabilnosti prinosa zrna neparametrijskom metodom prema **Kangu** (1988.) primijenili su kod različitih poljoprivrednih kultura **Scapim i sur.** (2000.), **Martin Alberts** (2004.), **Abdulah i sur.** (2007.), **Akçura i Kaya** (2008.), **Čvarković i sur.** (2009.), **Shah i sur.** (2009.), **Mohammadi i sur.** (2007.a i 2009.), **Mut i sur.** (2009. i 2010.), **Kadhem i sur.** (2010.), **Balalić i sur.** (2011.), te **Karimizadeh i sur.** (2012.).

Odstupanje (razlika) u pozitivnom ili negativnom smjeru od koeficijenta regresije $b_i = 1$ (V5) nije bilo u značajnoj vezi s prinosom zrna i pokazateljima stabilnosti prinosa zrna ispitivanih hibrida kukuruza FAO 400 na temelju korelacije rangiranih vrijednosti, ali na temelju korelacija procijenjenih parametrijskom metodom utvrđeni su značajni ($P < 0.05$; $P < 0.01$; $P < 0.001$) pozitivni korelacijski koeficijenti s varijancom odstupanja od regresije (s^2_{di}), ekovalencom (W_i) i prosječnim rangom svih pokazatelja koji se odnose na prinos zrna (Tablica 8). Kod hibrida FAO grupe 500 manje odstupanje prinosa zrna od koeficijenta regresije $b_i = 1$ (V5) odrazilo se značajno na bolju ekovalencu (V8), bolju vrijednost prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9), manju varijancu rangova (V11), bolji indeks superiornosti (V12) i bolju sumu ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) na što ukazuju značajni koeficijenti korelacije (Tablica 13). Za hibride FAO 600 veća razlika od koeficijenta regresije $b_i = 1$ odrazila se značajno na veću varijancu odstupanja od regresije ($P < 0.05$), vrlo značajno ($P < 0.001$) na bolju ekovalencu (W_i) i značajno ($P < 0.01$) na manji koeficijent determinacije prinosa zrna, ali koeficijenti rang korelacija nisu to u potpunosti potvrdili (statistički neznačajni koeficijenti korelacija ranga) (Tablica 13). Ipak, razvidno je iz Tablica 8, 13 i 18 i izvjesna sličnost u smjeru i jačini korelacijskih koeficijenata između ispitivanih pokazatelja prinosa zrna ispitivanih hibrida FAO grupa 400, 500 i 600, jer su koeficijenti korelacija procijenjeni parametrijskom metodom (temeljem nominalnih vrijednosti) između razlike odstupanja od koeficijenta regresije $b_i = 1$ (V5) i ekovalence (V8) značajni u svakoj od navedenih grupa hibrida kukuruza.

Koeficijent regresije $b_i > 1$ ukazuje da takvi hibridi ostvaruju veće prinose u povoljnijim okolinama (tlo, vremenske prilike, klima, tehnologija proizvodnje), ali prinos zrna jako varira ovisno o uvjetima proizvodnje (veći koeficijent varijacije prinosa zrna i manji indeks stabilnosti prinosa zrna), što se slaže s tvrdnjama koje su iznijeli **Finlay i Wilkinson** (1963.), te **Eberhart i Russell** (1966.). Nadalje, **Eberhart i Russell** (1966.) ukazuju da idealan

genotip mora imati što veći prosječni prinos zrna, koeficijent regresije $b_i = 1.00$ i što manju varijancu odstupanja od regresije (približno: $s^2_{di} = 0.00$).

Koeficijent regresije prinosa zrna (V10) nije bio u značajnim korelacijskim vezama s prinosom zrna hibrida FAO 400 i 500, ali u FAO grupi 600 pokazalo se da hibridi većeg koeficijenta regresije u prosjeku lokacija i godina imaju manji prinos zrna ($r = -0.676$) (Tablice 8, 13 i 18). Izrazito velik koeficijent regresije može biti uzrokovan i netolerancijom hibrida na stresne prilike, što se pokazalo kod pojedinih hibrida u FAO grupi 600 (H1: $b_i = 1.262$ i H13: $b_i = 1.770$), a to se negativno odrazilo i na prinos i na stabilnost prinosa. Odnos prinosa zrna hibrida H8 s najmanjim koeficijentom regresije prinosa zrna ($b_i = 0.361$) i hibrida H13 s najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna ($b_i = 1.770$), što je najbolje vidljivo u Grafu 11, jasno ukazuje na uzrok navedenoj značajnoj korelacijskoj vezi između prosječnog prinosa zrna i koeficijenta varijacije prinosa zrna unutar FAO grupe 600. Važno je zapaziti da je u svim ispitivanim FAO grupama hibrida kukuruza koeficijent regresije prinosa zrna (b_i) (V10) u vrlo značajnoj vezi s koeficijentom varijacije prinosa zrna V2, indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) i umnoškom relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4) (Tablice 8, 13 i 18), a to ukazuje da su hibridi manjeg koeficijenta regresije prinosa zrna stabilniji prema navedenim pokazateljima, što je naročito izraženo za FAO grupu 600 u kojoj pojedini kasni hibridi vrlo nestabilno reagiraju u nepovoljnim okolinama kao što su okolinski uvjeti u Rugvici 2008. godine i Sisku 2008. godine. Stabilnost prinosa zrna hibrida kukuruza moguće je poboljšati „optimalizacijom“ koeficijenta regresije prinosa zrna, a to je vrijednost $b_i = 1$, što je u skladu s tvrdnjama koje iznose **Finlay i Wilkinson** (1963.), te **Eberhart i Russell** (1966.), ali moguća su i ostvarenja prinosa zrna koji su značajno veći od prosječnih u nepovoljnim okolinama i zadovoljavajući u vrlo pogodnim okolinama, kao što je to s hibridom H8 FAO grupe 600 koji je izrazito niskog koeficijenta regresije prinosa zrna. Hibridi kukuruza koji su većeg koeficijenta regresije prinosa zrna u pravilu su nestabilniji po pokazateljima kao što su koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna, dok ostali istraživani pokazatelji stabilnosti prinosa zrna nisu toliko izražajno u korelaciji s koeficijentom regresije prinosa zrna ovisne o uvjetima okoline, što se odnosi na sve tri ispitivane FAO grupe hibrida kukuruza. Dakle, u ovom radu bolje bi se pokazalo obrnuti redoslijed rangiranja regresijskog koeficijenta prinosa zrna (V10), tada bi koeficijenti rang korelacija promijenili predznak, te bi se tako rangirane vrijednosti mogle uračunati u prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9), kako je to učinjeno za sadržaj vode u zrnu.

Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna (s^2_{di}) (V6) je u svim ispitivanim FAO grupama hibrida kukuruza u značajnim srednjim do jakim korelacijskim vezama s koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) (FAO 400: $r_s = 0.915$; FAO 500: $r_s = 0.889$; FAO 600: $r_s = 0.621$), ekovalencom prinosa zrna (V8) (FAO 400: $r_s = 0.955$; FAO 500: $r_s = 0.831$; FAO 600: $r_s = 0.691$), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) (FAO 400: $r_s = 0.698$; FAO 500: $r_s = 0.768$; FAO 600: $r_s = 0.829$), varijancom rangova prinosa zrna (V11) (FAO 400: $r_s = 0.576$; FAO 500: $r_s = 0.565$; FAO 600: $r_s = 0.896$), indeksom superiornosti (V12) (FAO 400: $r_s = 0.832$; FAO 500: $r_s = 0.649$; FAO 600: $r_s = 0.697$) i sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) (FAO 400: $r_s = 0.698$; FAO 500: $r_s = 0.613$; FAO 600: $r_s = 0.759$) (Tablice 8, 13 i 18). Navedeni pokazatelj može u značajnoj mjeri zamijeniti ekovalencu prinosa zrna, jer su korelacijski koeficijenti između varijance odstupanja od regresije prinosa zrna i ekovalence prinosa zrna vrlo jaki, a u pojedinim FAO grupama približni su maksimalnoj vrijednosti (potpunoj korelaciji). To znači da manja varijanca odstupanja od regresije znači bolju ekovalencu, veći koeficijent determinacije prinosa zrna, povoljniji prosječni rang svih ispitivanih parametara, manju varijancu rangova prinosa zrna, bolji indeks stabilnosti prinosa zrna i bolju sumu ranga prinosa zrna i ranga ekovalence, što znači da varijanca odstupanja od regresije može biti dobar kriterij za izbor stabilnih i rodnih hibrida kukuruza. Varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna dobro definira nepredvidiva variranja koja su najčešće uvjetovana vremenskim prilikama (Allard i Bradshaw, 1964.; Fox, 1993.), što se prema istim autorima odnosi na stabilnost, dok predvidljiva variranja prinosa zrna, prema istim autorima, ovise o lokaciji i odnose se više na adaptabilnost. Mala varijanca odstupanja od regresije prinosa zrna ukazuje na stabilnost tipa 3 (Lin i sur., 1986.). Becker i Léon (1988.) ukazuju na određena ograničenja prilikom procjene stabilnosti tipa 2 i 3 (Lin i sur., 1986.), jer su ovisni o stabilnosti genotipova uključenih u ispitivanje.

Koeficijent determinacije prinosa zrna (V7), pored toga što je u značajnim korelacijskim koeficijentima s varijancom odstupanja od regresije prinosa zrna (V6) (FAO 400: $r_s = 0.915$; FAO 500: $r_s = 0.889$; FAO 600: $r_s = 0.621$), također je većinom u svim ispitivanim FAO grupama u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) korelaciji s ekovalencom (V8) (FAO 400: $r_s = 0.863$; FAO 500: $r_s = 0.769$; FAO 600: $r_s = 0.894$), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) (FAO 400: $r_s = 0.516$; FAO 500: $r_s = 0.584$; FAO 600: $r_s = 0.556$), indeksom superiornosti (V12) (FAO 400: $r_s = 0.752$; FAO 500: $r_s = 0.546$) i sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) (FAO 400: $r_s = 0.536$; FAO

500: $r_s = 0.601$; FAO 600: $r_s = 0.743$) (Tablice 8, 13 i 18). Veći koeficijent determinacije prinosa zrna ispitivanih hibrida po FAO grupama znači manju varijancu odstupanja od linije regresije (V6), bolju ekovalencu (V8) i povoljniji prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9), bolji indeks superiornosti hibrida (V12) i bolju sumu ranga prinosa zrna i ekovalence (V13) (Tablice 8, 13 i 18). Hibridi koji se odlikuju većim koeficijentom determinacije prinosa zrna manje su pod utjecajem nepredvidivih utjecaja kao što su vremenske prilike (Allard i Bradshaw, 1964.; Fox, 1993.), većinom se odlikuju tipom stabilnosti 3 (Lin i sur., 1986.).

U FAO grupi 400 većim koeficijentom determinacije prinosa zrna odlikuju se hibridi H10, H11, H14 i H15 koji su ostvarili prva četiri ranga po navedenom kriteriju stabilnosti (Tablica 6), dakle isti hibridi koji su tako svrstani na temelju varijance odstupanja od regresije (V6). Većim koeficijentom determinacije prinosa zrna u FAO grupi 500 odlikuju se hibridi H16 (rang 3), H11 (rang 2), H5 (rang 1) i H13 (rang 4), odnosno isti hibridi koji su tako svrstani na temelju varijance odstupanja od regresije (V6) (Tablica 11). U FAO grupi 600 većim koeficijentom determinacije prinosa zrna odlikuju se hibridi H10 (rang 1), H3 (rang 2), H14 (rang 3) i H2 (rang 4), dakle tri hibrida koji su visoko rangirani i temeljem varijance odstupanja od linije regresije (Tablica 16). Međutim u tu grupu ne pripada najrodniji hibrid H8, koji ima manji koeficijent regresije (rang 15) (Tablice 15 i 16).

Ekovalenca prinosa zrna (V8) ispitivanih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 je u značajnim ($P < 0.05$) i vrlo značajnim ($P < 0.01$; $P < 0.001$) korelacijskim vezama s nizom pokazatelja koji se odnose na stabilnost prinosa zrna kao što su varijanca odstupanja od linije regresije (V6) (FAO 400: $r_s = 0.955$; FAO 500: $r_s = 0.831$; FAO 600: $r_s = 0.691$), koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) (FAO 400: $r_s = 0.863$; FAO 500: $r_s = 0.769$; FAO 600: $r_s = 0.894$), prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja (V9) (FAO 400: $r_s = 0.813$; FAO 500: $r_s = 0.879$; FAO 600: $r_s = 0.755$), varijanca rangova prinosa zrna (V11) (FAO 400: $r_s = 0.575$; FAO 500: $r_s = 0.829$; FAO 600: $r_s = 0.547$), indeks superiornosti (V12) (FAO 400: $r_s = 0.836$; FAO 500: $r_s = 0.829$) i suma ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) (FAO 400: $r_s = 0.802$; FAO 500: $r_s = 0.819$; FAO 600: $r_s = 0.830$) (Tablice 8, 13 i 18).

U odnosu na ostale pokazatelje stabilnosti prinosa zrna uočava se da bolja ekovalenca (manji W_i) ukazuje na veću stabilnost prinosa zrna, pa i na veći prinos zrna, ali značajnost tih korelacija nije moguće uvijek dokazati. Ipak, važno je istaći da bolja ekovalenca ne ukazuje

na manji prinos zrna niti u jednoj FAO grupi ispitivanih hibrida kukuruza (Tablice 8, 13 i 18). **Wricke** (1962.), **Milas** (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.), **Becker i Léon** (1988.) i **Gunjača** (1997.) preporučuju ekovalencu kao jedan od najboljih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, ističući i jednostavnost njenog računanja. Na temelju ekovalence moguće je izdvojiti hibride tipa stabilnosti 3 (**Lin i sur.**, 1986.), kao i na temelju varijance odstupanja od regresije i koeficijenta determinacije, na što ukazuju izrazito jaki koeficijenti korelacija u sve tri FAO grupe hibrida kukuruza.

U FAO grupi 400 boljom ekovalencom odlikuju se hibridi H10 (rang 2.5), H11 (rang 1), H14 (rang 4) i H15 (rang 2.5). Dakle to su isti hibridi koji su tako svrstani na temelju varijance odstupanja od regresije (V6) i koeficijenta determinacije (V7) (Tablica 4). Hibridi H11 i H15 ujedno se odlikuju visokim prinosom zrna (H11: 11.31 t/ha, rang 2; H15: 11.00 t/ha, rang 3) (Tablica 5). Boljom ekovalencom u FAO grupi 500 odlikuju se hibridi H16 (rang 2), H11 (rang 1), H13 (rang 3), H2 (rang 4.5) i H15 (rang 4.5). Međutim u tu grupu ne pripada najrodniji hibrid H8, koji ima najmanji koeficijent regresije, te manji koeficijent determinacije (rang 15) i slabiju ekovalencu (rang 15). Tri hibrida, koji su visoko rangirani temeljem ekovalence (H11, H13 i H16), također su u prva četiri ranga temeljem koeficijenta determinacije (V7), a tri hibrida su u prva četiri ranga temeljem varijance odstupanja od regresije (V6) (Tablica 11). Hibridi H11 i H13 ujedno se odlikuju visokim prinosom zrna (H11: 12.29 t/ha, rang 3; H13: 11.89 t/ha, rang 4) (Tablica 10). U FAO grupi 600 boljom ekovalencom odlikuju se hibridi H10 (rang 1), H3 (rang 4), H14 (rang 2) i H2 (rang 3), dakle tri hibrida koji su visoko rangirani i temeljem varijance odstupanja od linije regresije (Tablica 16). Dakle u toj grupi su sva četiri hibrida koji su zauzeli prva četiri ranga temeljem koeficijenta determinacije (V7) i tri hibrida u prva četiri ranga temeljem varijance odstupanja od regresije (V6) (Tablica 16). Visokim prinosom zrna od navedenih hibrida FAO grupe 600 odlikuju se hibridi H10 (11.50 t/ha; rang 3) i H14 (11.44 t/ha; rang 4) (Tablica 15).

Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) većinom je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama s prinosom zrna i svim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna ispitivanih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600, stoga može biti vrlo koristan kriterij izbora rodni hibrida stabilnog prinosa zrna. Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna u korelaciji je s rangiranim vrijednostima prosječnog prinosa zrna (FAO 400: $r_s = 0.623$; FAO 500: $r_s = 0.531$; FAO 600: $r_s = 0.764$) (Tablice 8, 13 i 18), na što ukazuju i nominalne vrijednosti navedene dvije varijable, da bolji prosječni rang (vrijednost bliže broju 1) znači

veći prinos zrna i poželjniju vrijednost svih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna. Stoga, u sve tri ispitivane FAO grupe hibrida prosječni rang svih pokazatelja prinosa zrna značajno ($P < 0.05$) i vrlo značajno ($P < 0.01$; $P < 0.001$) ukazuje da hibridi koji su bolje rangirani u tom pogledu (vrijednost bliže broju 1) imaju sve pokazatelje stabilnosti prinosa zrna poželjnije, odnosno manji koeficijent varijacije prinosa zrna (V2) ($r_s = 0.600$ do 0.845), veći indeks stabilnosti prinosa zrna (V3) ($r_s = 0.742$ do 0.819), veći umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) ($r_s = 0.804$ do 0.908), manju varijancu odstupanja od linije regresije (V6) ($r_s = 0.698$ do 0.829), veći koeficijent determinacije prinosa zrna (V7) ($r_s = 0.516$ do 0.584), bolju ekovalencu (V8) ($r_s = 0.755$ do 0.879), manju varijancu rangova prinosa zrna (V11) ($r_s = 0.555$ do 0.784), bolji indeks superiornosti (V12) ($r_s = 0.727$ do 0.876) i bolju sumu ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.875$ do 0.915) (Tablice 8, 11 i 18). Jedino u svim FAO grupama povoljniji prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja nije bio u tako izraženim korelacijskim vezama s razlikom koeficijenta regresije prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5) ($r_s = 0.172$ do 0.482) i varijablom (V10) koja se odnosi na regresijski koeficijent prinosa zrna ($r_s = -0.366$ do -0.627) (Tablice 8, 11 i 18).

Prema prosječnom rangui svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna u FAO grupi 400 najbolje je rangiran hibrid H15 (prosječni rang 3.69; rang 1) (Tablica 6), koji je po prinosu zrna rang 3, koeficijentu varijacije rang 8, indeksu stabilnosti prinosa zrna rang 4.5 i umnošku relativnog prinosa s indeksom stabilnosti prinosa zrna rang 3 (Tablica 5), te po razlici koeficijenta regresije od $b_i = 1$ rang 1, varijanci odstupanja od regresije rang 4, koeficijentu determinacije rang 3.5, ekovalenci rang 2.5, sumi ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence rang 2, varijanci rangova prinosa zrna rang 4, indeksu superiornosti rang 5 i sumi ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence rang 2 (Tablice 6 i 7). Hibrid H15 FAO grupe 400, koji se odlikuje izrazitom stabilnošću i visokim prinosom zrna najviše se približuje modelu idealnog genotipa prema definiciji koju su iznijeli **Eberhart i Russell** (1966.). Prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9), osim hibrida H15 (rang 1), u FAO grupi 400 odlikuju se hibridi H8 (rang 2), H10 (rang 3), H1 (rang 4) i H11 (rang 5) (Tablica 6), od kojih su četiri hibrida (H8, H11, H15 i H1) i po prinosu zrna svrstani od prvog do petog ranga (H8: 11.83 t/ha, rang 1; H11: 11.31 t/ha, rang 2; H15: 11.00 t/ha, rang 3; H1: 10.96, rang 5) (Tablica 5).

Hibrid H11 iz FAO grupe 500 najbolje je rangiran u pogledu prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (prosječni rang 2.63; rang 1) (Tablica 11), koji je po prinosu zrna rang 3, koeficijentu varijacije rang 5, indeksu stabilnosti prinosa zrna rang 3 i umnošku relativnog prinosa s indeksom stabilnosti prinosa zrna rang 2 (Tablica 10), te po razlici koeficijenta regresije od $b_i = 1$ rang 3, varijanci odstupanja od regresije rang 2, koeficijentu determinacije rang 2, ekovalenci rang 1, varijanci rangova prinosa zrna rang 2, indeksu superiornosti rang 3.5 i sumi ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence rang 1 (Tablice 11 i 12). Prinos zrna (rang 3), razlika koeficijenta regresije od $b_i = 1$ (rang 3) i varijanca odstupanja od regresije (rang 2) hibrid H11 FAO grupe 500 približuje modelu „idealnog genotipa“ prema **Eberhartu i Russellu** (1966.). Osim hibrida H11, u FAO grupi 500, na temelju prosječnog ranga svih pokazatelja prinosa zrna izdvajaju se hibridi H13 (rang 2), H16 (rang 3) i H8 (rang 4) od kojih su hibridi H13 i H8, kao i hibrid H11, svrstani u prva četiri ranga po prosječnom prinosu zrna (H8: 12.35 t/ha, rang 2; H11: 12.29 t/ha, rang 3; H13: 11.89 t/ha, rang 4), dok je najrodniji hibrid u navedenoj grupi H10 (12.57 t/ha) bio u mnogim pokazateljima slabije stabilnosti te je imao tek jedanaesti rang prosječnog ranga svih pokazatelja prinosa zrna (Tablice 10, 11 i 12).

Iz FAO grupe 600 najbolji prosječni rang svih pokazatelja prinosa zrna ima hibrid H10 (prosječni rang 3.5; rang 1) (Tablica 16), koji je po prinosu zrna rang 3, koeficijentu varijacije rang 7, indeksu stabilnosti prinosa zrna 8 i umnošku relativnog prinosa s indeksom stabilnosti prinosa zrna rang 4 (Tablica 15), te po razlici koeficijenta regresije od $b_i = 1$ rang 3, varijanci odstupanja od regresije rang 1, koeficijentu determinacije rang 1, ekovalenci rang 1, varijanci rangova prinosa zrna rang 3, indeksu superiornosti rang 7 i sumi ranga prosječnog prinosa zrna i ekovalence rang 1 (Tablice 16 i 17). Hibrid H10 FAO grupe 600, koji se odlikuje izrazitom stabilnošću i visokim prinosom zrna, najviše se približuje modelu „idealnog genotipa“ prema definiciji koju su iznijeli **Eberhart i Russell** (1966.). Osim hibrida H10, u FAO grupi 600, na temelju prosječnog ranga svih pokazatelja prinosa zrna izdvajaju se hibridi H2 (rang 2), H14 (rang 3) i H7 (rang 4) od kojih su hibridi H2 i H14, kao i hibrid H10, svrstani u prva četiri ranga po prosječnom prinosu zrna (H2: 11.87 t/ha, rang 2; H10: 11.50 t/ha, rang 3; H14: 11.44 t/ha, rang 4) (Tablica 15). Najveći prosječni prinos zrna (13.01 t/ha) u FAO grupi 600 postignut je hibridom H8 koji je rangiran na peto mjesto temeljem prosječnog ranga svih pokazatelja, jer ima veliku razliku koeficijenta regresije od $b_i = 1$ ($b_i = 0.361$, rang 15), manji koeficijent determinacije (rang 15) i slabu ekovalencu (rang 15), a ostali pokazatelji stabilnosti prinosa zrna su izrazito povoljni (rang 1 do ranga 6) (Tablice 15 i 16).

Varijanca rangova prinosa zrna hibrida rangiranih u svim okolina ($Si^{(2)}$) (V11) utvrđena metodom **Huehna** (1979.), **Nassara i Huehna** (1987.) i **Huehna** (1990.), pokazatelj je stabilnosti prinosa zrna hibrida koji je u značajnim korelacijskim vezama s pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna, a manje je korelirana s prosječnim prinosom zrna ispitivanih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 (Tablice 8, 13 i 18). Samo u FAO grupi 600 ispitivanih hibrida kukuruza procijenjeni su značajni korelacijski koeficijenti varijance ranga (V11) s prosječnim prinosom zrna (V1) ($r_s = 0.528$), koeficijentom varijacije (V2) ($r_s = 0.721$), indeksom stabilnosti (V3) ($r_s = 0.697$) i umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti (V4) ($r_s = 0.736$) (Tablica 18). Međutim, u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida procijenjeni su značajni i vrlo značajni korelacijski koeficijenti varijance rangova prinosa zrna (V11) s varijancom odstupanja od regresije (V6) ($r_s = 0.565$ do 0.896), ekovalencom (V8) ($r_s = 0.547$ do 0.829), prosječnim rangom svih pokazatelja prinosa zrna (V9) ($r_s = 0.555$ do 0.784) i indeksom superiornosti (V12) ($r_s = 0.632$ do 0.790), te u FAO grupama 500 i 600 sa sumom ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) (FAO 500: $r_s = 0.730$; FAO 600: $r_s = 0.648$) (Tablice 8, 13 i 18). Temeljem varijance ranga moguće je izdvojiti kao najstabilnije hibride H8, H4, H10 i H15 u FAO grupi 400 (Tablica 7), hibride H16, H11, H2 i H13 u FAO grupi 500 (Tablica 12) i hibride H8, H2, H10 i H3 u FAO grupi 600 (Tablica 17). Varijanca rangova prinosa zrna hibrida u različitim okolinama procjenjuje stabilnost prinosa većinom neovisno o rodnosti hibrida, što su ukazali korelacijski koeficijenti, ali isto tako u svakoj FAO grupi ispitivanih hibrida kukuruza ima hibrida visokog i niskog prinosa zrna koji se odlikuju navedenim pokazateljem stabilnosti (Tablice 5, 7, 10, 12, 15 i 17).

Indeks superiornosti genotipa (hibrida) (V12), kojeg su preporučili **Lin i Binns** (1988.), računa se temeljem rangiranih vrijednosti svakog hibrida u pojedinoj okolini, što znači da pripada neparametrijskim metodama. Indeks superiornosti hibrida (V12) u značajnoj je pozitivnoj korelaciji s rangiranim vrijednostima prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 500 i 600 (FAO 500: $r_s = 0.613$; FAO 600: $r_s = 0.553$) (Tablice 13 i 18). Stoga, indeks superiornosti hibrida može biti dobar pokazatelj za izbor rodni i stabilni hibrida kukuruza, jer je u značajnim ($P < 0.05$) i vrlo značajnim ($P < 0.01$; $P < 0.001$) korelacijskim vezama ranga s više pokazatelja stabilnosti prinosa zrna u sve tri ispitivane FAO grupe hibrida kukuruza. Hibridi kukuruza boljeg indeksa superiornosti imaju u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida veći indeks stabilnosti (V3) ($r_s = 0.514$ do 0.879), manju varijancu odstupanja od linije regresije (V6) ($r_s = 0.649$ do 0.832), bolji prosječni rang svih pokazatelja prinosa zrna (V9) ($r_s = 0.727$ do 0.876), manju varijancu rangova (V11) ($r_s = 0.632$ do 0.790) i bolju sumu ranga prinosa

zrna i ranga ekovalence (V13) ($r_s = 0.606$ do 0.880) (Tablice 8, 13 i 18). Pored toga, u pojedinim FAO grupama ispitivanih hibrida kukuruza indeks superiornosti hibrida u pozitivnim je korelacijama ranga s koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) (FAO 600: $r_s = 0.959$), umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) (FAO 500: $r_s = 0.666$; FAO 600: $r_s = 0.871$), razlikom regresijskog koeficijenta od vrijednosti $b_i = 1$ (FAO 500: $r_s = 0.531$), koeficijentom determinacije prinosa zrna (FAO 400: $r_s = 0.752$; FAO 500: $r_s = 0.546$) i ekovalencom (FAO 400: $r_s = 0.836$; FAO 500: $r_s = 0.829$) (Tablice 8, 13 i 18). U FAO grupi 600 hibridi boljeg indeksa superiornosti imaju značajno manji koeficijent regresije, jer je koeficijent korelacije ranga negativan i vrlo značajan ($r_s = -0.879$), što potvrđuje i koeficijent korelacije procijenjen parametrijskom metodom ($r = 0.744$) (Tablica 18). Jedino u svim FAO grupama bolji indeks superiornosti nije bio u tako izraženim korelacijskim vezama s razlikom koeficijenta regresije prinosa zrna od vrijednosti $b_i = 1$ (V5) ($r_s = -0.103$ do 0.531) (Tablice 8, 13 i 18), te u FAO grupama 400 i 500 s koeficijentom regresije (FAO 400: $r_s = -0.174$; FAO 500: $r_s = -0.269$) (Tablice 8 i 13).

Četiri hibrida najboljeg indeksa superiornosti u FAO grupi 400 su H13, H14, H10 i H8 (rangirani istim slijedom), koji su ostvarili prinos zrna od ranga 1 (H8: 11.83 t/ha) do ranga 15 (H14: 10.45 t/ha) (Tablice 5 i 7), a samo hibrid H8 svrstan je u prva četiri ranga (i po prinosu zrna). U FAO grupi 500 najboljeg su indeksa superiornosti hibridi H13, H16, H11 i H8, koji su prinosom zrna rangirani od ranga 2 do ranga 10 (H13: 11.89 t/ha, rang 4; H16: 10.99 t/ha, rang 10; H11: 12.29 t/ha, rang 3; H8: 12.35 t/ha, rang 2) (Tablice 10 i 12), odnosno hibridi H13, H11 i H8 odlikuju se stabilnošću prinosa zrna procijenjene indeksom superiornosti i ujedno s prosječnim prinosom zrna. Četiri hibrida najboljeg indeksa superiornosti u FAO grupi 600 su hibridi H8, H7, H14 i H2, koji su temeljem prosječnog prinosa zrna rangirani od ranga 1 do ranga 7 (H8: 13.01 t/ha, rang 1; H7: 10.97 t/ha, rang 7; H14: 11.44 t/ha, rang 4; H2: 11.87 t/ha, rang 2) (Tablice 15 i 17), što znači da su ovim kriterijem u FAO grupi 600 prepoznati hibridi koji se odlikuju, pored stabilnosti prinosa zrna i prinosom zrna.

Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (rang V1 + rang V8) (V13) izračunava se analognom metodikom koju je preporučio **Kang** (1988.) i prvi je primijenio sumu ranga koja je združila rang prinosa zrna i varijancu stabilnosti genotipa prema **Shukli** (1972.). U ovom radu korištena je suma ranga prosječnog prinosa zrna pojedinih hibrida iz svih okolina u ispitivanju i ekovalenca prinosa zrna, jer više autora daje prednost ekovalenci u odnosu na druge pokazatelje stabilnosti prinosa zrna (**Wricke**, 1962.; **Milas**, 1983.; **Vasilj i**

Milas, 1984.; **Becker i Léon**, 1988.; **Gunjača**, 1997.). Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence daje potpuno istu težinu prosječnom prinosu zrna i ekovalenci, stoga su koeficijenti Spearmanove korelacije ranga pozitivni i vrlo značajni u sve tri FAO grupe istraživanih hibrida i logično su potpuno isti kod sume ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) s rangovima prosječnog prinosa zrna hibrida (V1) kao i s rangiranim vrijednostima ekovalence (V8) (FAO 400: $r_s = 0.802$; FAO 500: $r_s = 0.819$; FAO 600: $r_s = 0.830$) (Tablice 8, 13 i 18). Navedeni jaki korelacijski koeficijenti ranga visoke značajnost ($P < 0.001$) ukazuju da je temeljem sume ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence moguće izabrati vrlo rodne hibride kuruza koji se odlikuju boljom ekovalencom, odnosno stabilnošću prinosa zrna. U FAO grupi 400 to su hibridi H11, H15, H8 i H1, koji su temeljem prosječnog prinosa zrna svrstani od prvog do petog ranga (H11: 11.31 t/ha, rang 2; H15: 11.00 t/ha, rang 3; H14: 11.83 t/ha, rang 1; H2: 10.96 t/ha, rang 5) (Tablice 5 i 6). Isti hibridi rangirani su na temelju ekovalence od ranga 1 do ranga 8 (H11: rang 1; H15: rang 2.5; H8: rang 8 i H1: rang 7 (Tablica 4). Hibridi H11, H13, H8, H12 i H16 FAO grupe 500 svrstani su u pet prvih rangova temeljem sume ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence, a prinosom zrna su rangirani od ranga 2 do ranga 10 (H11: 12.29 t/ha, rang 3; H13: 11.89 t/ha, rang 4; H8: 12.35 t/ha, rang 2; H12: 11.41 t/ha, rang 6; H16: 10.99 t/ha, rang 10) (Tablice 10 i 11). Navedeni hibridi rangirani su na temelju ekovalence od ranga 1 do ranga 7 (H11: rang 1; H13: rang 3; H8: rang 7, H12: rang 6 i H16: rang 2) (Tablica 11). U FAO grupi 600 hibridi H10, H2, H14 i H7 rangirani su u prva 4 ranga temeljem sume ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence, a koji su temeljem prosječnog prinosa zrna rangirani od ranga 2 do ranga 7 (H10: 11.50 t/ha, rang 3; H2: 11.87 t/ha, rang 2; H14: 11.44 t/ha, rang 4; H7: 10.97 t/ha, rang 7) (Tablice 15 i 16). Isti hibridi rangirani su temeljem ekovalence od ranga 1 do ranga 8 (H10: rang 1; H2: rang 3; H14: rang 2 i H7: rang 5) (Tablica 16).

Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) osim što je u vrlo značajnim pozitivnim korelacijama ranga s prosječnim prinosom zrna hibrida (V1) i s njihovom ekovalencom (V8), u značajnim je i vrlo značajnim pozitivnim korelacijskim vezama ranga s nizom drugih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna. Hibridi koji se odlikuju boljom sumom ranga prinosa zrna i ranga ekovalence odlikuju se manjim koeficijentom varijacije prinosa zrna (V2) u FAO grupi 600 ($r_s = 0.640$), većim indeksom stabilnosti prinosa zrna (V3) u FAO grupi 400 i 600 ($r_s = 0.587$ i $r_s = 0.513$), većim umnoškom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (V4) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.626$; FAO 500: $r_s = 0.626$; FAO 600: $r_s = 0.766$), manjim odstupanjem od koeficijenta regresije $b_i = 1$ (V5) u FAO grupi

500 ($r_s = 0.595$), manjom varijancom odstupanja od linije regresije (V6) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.698$; FAO 500: $r_s = 0.613$; FAO 600: $r_s = 0.759$), većim koeficijentom determinacije prinosa zrna (V7) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.536$; FAO 500: $r_s = 0.601$; FAO 600: $r_s = 0.743$), boljim prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna (V9) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.895$; FAO 500: $r_s = 0.875$; FAO 600: $r_s = 0.915$), manjom varijancom rangova prinosa zrna (V11) u FAO grupama 500 i 600 (FAO 500: $r_s = 0.730$; FAO 600: $r_s = 0.648$) i boljim indeksom superiornosti (V12) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.611$; FAO 500: $r_s = 0.880$; FAO 600: $r_s = 0.606$) (Tablice 8, 11 i 18). Suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) niti u jednoj FAO grupi ispitivanih hibrida kukuruza nije u značajnim korelacijama s koeficijentom regresije prinosa zrna (V10) (FAO 400: $r_s = -0.087$ i $r = 0.174$; FAO 500: $r_s = -0.084$ i $r = 0.072$; FAO 600: $r_s = -0.365$ i $r = 0.409$) (Tablice 8, 11 i 18).

U svakoj FAO grupi ispitivanih hibrida kukuruza moguće je izdvojiti po tri hibrida koji se odlikuju prinosom zrna i stabilnošću prinosa zrna temeljem bolje ekovalence, odnosno sume ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence, što je razumljivo iz koeficijenata korelacija. To su hibridi H11, H15 i H8 iz FAO grupe 400, H11, H13 i H8 iz FAO grupe 500 i H10, H2 i H14 iz FAO grupe 600. Reakcija tih hibrida na okolinske uvjete prikazana je za FAO grupu 400 Grafom 8, za FAO grupu 500 Grafom 10 i za FAO grupu 600 Grafom 12. U svakoj FAO grupi među najrodnijim hibridima postoje hibridi s koeficijentom regresije $b_i = 1$, što dodatno povećava vrijednost hibrida prema definiciji **Eberharta i Russella** (1966.), koji ukazuju da idealan genotip mora imati što veći prosječni prinos zrna, koeficijent regresije $b_i = 1.00$ i što manju varijancu odstupanja od regresije (približno: $s^2_{di} = 0.00$). U tom smislu ističu se hibrid kukuruza H15 u FAO grupi 400, hibridi H11 i H13 u FAO grupi 500 i hibrid H10 u FAO grupi 600. Dakle navedeni hibridi ističu se prinosom zrna, malom varijancom odstupanja od linije regresije prinosa zrna, boljom ekovalencom i koeficijentom regresije prinosa zrna koji je približno $b_i = 1$. Prema **Yueu i sur.** (1997.) koeficijent regresije je prikladno koristiti za procjenu adaptabilnost, a varijancu odstupanja od regresije za ocjenu stabilnosti. Ekovalenca je, također, pogodna za procjenu stabilnosti hibrida s obzirom na prinos zrna, jer su jaki korelacijski koeficijenti između varijance odstupanja od linije regresije i ekovalence (Tablice 8, 13, 18), što je sukladno rezultatima istraživanja koje iznose **Milas** (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.) i **Gunjača** (1997.).

Mohammadi i sur. (2009.) smatra da su varijanca rangova prema **Huehnu** (1979.) i **Nassaru i Huehnu** (1987.), suma ranga prema **Kangu** (1988.) i rangiranje genotipova prema **Foxu i sur.** (1990.) među 1/3 najboljih po prinosu (TOP - postotak okolina u kojima je pojedini genotip prinosom zrna rangiran u prvu trećinu rangova) dovoljni pokazatelji za procjenu stabilnosti i adaptabilnosti genotipova krušne pšenice, durum pšenice, ječma i suncokreta. Temeljem značajnih rang korelacija (neparametrijskih pokazatelja) s prosječnim prinosom zrna, **Mohammadi i sur.**, (2009.) smatraju da su suma ranga i varijanca rangova najbolje metode za procjenu stabilnosti prinosa zrna genotipova u različitim okolinskim uvjetima. **Scapin i sur.** (2000.) smatraju da su neparametrijske metode korisna alternativa parametrijskim metodama, jer su utvrđene pozitivne korelacije između neparametrijskih pokazatelja prema **Huehnu** (1979.) i varijance odstupanja od regresije prema **Eberhartu i Russellu** (1966.). Također, **Kilić i sur.** (2010.) su za prinos zrna durum pšenice utvrdili značajne korelacije sume ranga prema **Kangu** (1988.) s prinosom zrna, koeficijentom determinacije (**Pinthus**, 1973.), ekovalencom (**Wricke**, 1962.), genotipskom varijancom, indeksom superiornosti (**Lin i Binns**, 1988.) i varijancom rangova (**Huehn**, 1979.), što je sukladno rezultatima ovih istraživanja s po 16 hibrida kukuruza u svakoj od FAO grupa 400, 500 i 600. **Balalić i sur.** (2011.) preporučuju korištenje neparametrijskih metoda, utemeljenih na rangiranju, za procjenu stabilnosti hibrida suncokreta. **Huehn** (1990.), **Yue i sur.** (1997.) također daju prednost neparametrijskim metodama, jer parametrijske metode su ograničene s obzirom na potrebu ispunjavanja uvjeta normalne raspodjele, homogenosti varijance, aditivnosti i linearnosti efekata genotipova i okolina. Statističke metode utemeljene na rangiranju genotipova u različitim okolinama daju istu težinu svakoj okolini (**Mohammadi i sur.**, 2007.), što može činiti prednost u njihovom korištenju. Neparametrijske metode zajedno s parametrijskim metodama preporučuju **Karimizadeh i sur.** (2012.). U našem radu suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence pokazala se dobrom za simultani izbor hibrida kukuruza koji se odlikuju prinosom zrna i stabilnosti prinosa zrna, što je slično metodi koju je preporučio **Kang** (1988.). **Shah i sur.** (2009.) su preporučili sumu ranga prinosa zrna s pokazateljima stabilnosti prinosa zrna računatih neparametrijskim metodama **Huehna** (1979.) u cilju simultanog izbora genotipova visoke rodnosti i stabilnosti. **Mohammadi i Amri** (2008.), **Mut i sur.** (2009.) ističu da je metoda rangiranja (TOP) koju su preporučili **Fox i sur.** (1990.) najviše u vezi s prosječnim prinosom zrna i dinamičnim konceptom stabilnosti genotipa. **Akçura i sur.** (2009.) preporučuju korištenje indeksa superiornosti prema **Linu i Binnsu** (1988.), koji je u značajnim korelacijama s pokazateljima stabilnosti

procjenjenim parametrijskim i neparametrijskim metodama, te stoga smatraju da se stabilnost može dobro procijeniti i na osnovu jednog pokazatelja.

Lin i sur. (1986.) dali su pregled radova temeljem kojih stabilnost genotipova svrstavaju u tri tipa:

- **stabilnost tipa 1** odnosi se na malu varijancu genotipa ovisno o okolini – u našem radu to bi se ponajviše moglo odnositi na hibride malog koeficijenta varijacije, većeg indeksa stabilnosti i manjeg koeficijenta regresije. **Becker i Léon** (1988.) nazvali su taj tip stabilnosti statičkim ili biološkim konceptom stabilnosti. Stabilan genotip ima male promjene vrijednosti svojstva ovisno o različitim okolinskim uvjetima. Taj koncept stabilnosti korisniji je za kvalitativna svojstva ili za procjenu reakcije svojstva na stresne prilike kao što su tolerantnost na bolesti, otpornost na zimske nepogode i slično (**Martin Alberts**, 2004.). Navedeni tip stabilnosti definiran je koeficijentom varijacije i varijancom genotipa u ovisnosti o okolinama (**Martin Alberts**, 2004.), a u ovom radu i indeksom stabilnosti (**Bouslama i Schapaugh**, 1984.) i umnoškom relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti.

- **stabilnost tipa 2** odnosi se na jednaku reakciju genotipa na okolinske uvjete kao i kod ostalih genotipova (prosječna reakcija seta genotipova) u pokusima postavljenih u različitim okolinama. Stabilan genotip ima predvidljivu reakciju na okolinske uvjete, koja je definirana koeficijentom regresije (**Finlay i Wilkinson**, 1963.), koji je približno $b_i = 1$ i varijancom stabilnosti genotipa (**Shukla**, 1972.). Tu bi se mogla dodati i ekovalenca (**Wricke**, 1962.), koja može u potpunosti zamijeniti varijancu stabilnosti genotipa (**Martin Alberts**, 2004.). To je dinamički ili agronomski koncept stabilnosti genotipa (**Becker i Léon**, 1988.).

- **stabilnost tipa 3** definirana je malom varijancom odstupanja od linije regresije u regresijskom modelu. Taj tip stabilnosti dio je dinamičke ili agronomске stabilnosti genotipa (**Becker i Léon**, 1988.).

Tipom stabilnosti 1 ističu se hibridi kukuruza H7, H8, H12 i H13 iz FAO grupe 400, dakle tu je i hibrid H8 koji je u toj grupi dao najveći prosječni prinos zrna (11.83 t/ha; rang 1), koji je i u najboljoj okolini (Osijek 2003. godine) dijelio 3 i 4 rang prinosa zrna (Tablice 4, 7, 5 i 6, Grafovi 7 i 8). U FAO grupi 500 tipom stabilnosti 1 ističu se hibridi H2, H6, H14 i H16, a među njima najveći prosječni prinos polučio je hibrid H6 (11.08 t/ha; rang 9), koji je najstabilniji prema pokazateljima kao što su koeficijent varijacije, indeks stabilnosti i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti (sve je rang 1), ali prema ostalim pokazateljima isti hibrid postigao je vrlo varijabilne prinose ovisno o uvjetima okoline, stoga

taj hibrid ne pripada grupi stabilnih hibrida jer su mu ostali pokazatelji stabilnosti vrlo slabi ili najslabiji. To su varijanca odstupanja od regresije (rang 11), koeficijent determinacije (rang 16), ekovalenca (rang 16), varijanca rangova (rang 16), indeks superiornosti (rang 13) i suma ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (rang 13) (Tablice 11 i 12). Međutim, najmanji koeficijent regresije ($b_i = 0.468$, rang 16), najmanji koeficijent varijacije prinosa zrna (rang 1), indeks stabilnosti prinosa zrna (rang 1) i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti (rang 1), svrstava hibrid H6 u stabilne hibride tipa stabilnosti 1 (**Lin i sur.**, 1986.). To jasno ukazuje da se pokazatelji stabilnosti prinosa zrna mogu grupirati, odnosno razvrstati u tipove stabilnosti, kako su to ukazali **Lin i sur.** (1986.). Reakcija na okolinske uvjete hibrida H6 s najmanjim koeficijentom regresije ($b_i = 0.468$) u odnosu na hibrid H4 najvećeg koeficijenta regresije ($b_i = 1.423$) u grupi FAO 500 prikazana je Grafom 9 iz kojeg je vidljivo da hibrid H6 postiže veći prinos u nepovoljnijoj okolini (Rugvica 2008. godine), a relativno je nižeg prinosa zrna u boljoj okolini (Osijek 2008. godine). U FAO grupi 600 tipom stabilnosti 1 ističu se hibridi H2; H7; H8 i H14, a među njima su dva hibrida H8 i H2 koji se odlikuju visokim prosječnim prinosom zrna (H8: 13.01 t/ha, rang 1 i H2: 11.87 t/ha, rang 2), koji su također i u boljim okolinskim uvjetima ostvarili nadprosječne prinose zrna kao što je to u Osijeku 2008. i 2009. godine (H8: 13.54 t/ha, rang 5 i 12.93 t/ha, rang 4; H2: 13.46 t/ha, rang 6 i 13.59 t/ha rang 1) (Tablice 14, 15, 16 i 17). Hibrid H8 iz FAO grupe 600, koji je najrodniji hibrid u toj grupi, ima izrazito mali koeficijent regresije prinosa zrna ($b_i = 0.361$), što ga čini vrlo rodnom u okolinama manjeg prosječnog prinosa zrna, što je vidljivo u Grafu 11 i 12, gdje je hibrid H8 uspoređen s hibridom H13 najvećeg koeficijenta regresije ($b_i = 1.770$) (Graf 11) i s hibridima koji su prinosom zrna ostvarili drugi, treći i četvrti rang po prinosu zrna (H2, H10 i H14 (Graf 12)). Zanimljivo je što hibrid H8 ostvaruje visok prinos zrna, koji je na razini najrodnijih hibrida, i u okolinama s visokim prosječnim prinosom zrna kao što je Osijek 2008. i 2009. godine (Tablica 14; Graf 12). To vjerojatno ukazuje da je hibrid H8 FAO grupe 600 šire adaptabilnosti, što je sukladno tvrdnji koju iznosi **Rozman** (1994.) da je koeficijent regresije prikladniji za procjenu adaptabilnosti, a varijanca odstupanja od regresije za ocjenu stabilnosti genotipa. Širom adaptabilnosti u FAO grupi 400 odlikuje se hibrid H7 (Graf 7), a u FAO grupi 500 hibrid H6 (Graf 13), međutim niti jedan od tih hibrida ne pripada grupi hibrida najvećeg prosječnog prinosa zrna (Grafovi 8 i 10), jer u povoljnim okolinskim uvjetima ostvaruju relativno niži prinos zrna. Jedino rezultati prinosa zrna ostvareni hibridima H2 i H8 FAO grupe 600, mogu ukazati na mogućnost razvoja hibrida koji u jednom genotipu ujedinjuju visok prinos zrna, stabilnost prinosa zrna i širu

adaptabilnost. Na takvu mogućnost ukazali su **Vasilj i Milas** (1981.), **Kadlec i sur.** (1989.) i **Martin Alberts** (2004.).

Tipom stabilnosti 2 iz FAO grupe 400 odlikuju se hibridi H10 i H15, a hibrid H15 postigao je i visok prinos zrna (rang 3) (Tablica 5). Hibrid H15 iz FAO grupe 400 najviše se približava modelu „idealnog hibrida“ prema **Eberhartu i Russellu** (1966.). Odlikuje se koeficijentom regresije prinosa zrna $b_i = 0.999$, te vrlo dobrim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna (rangovi od 1 do 8) i boljom ekovalencom (rang 2.5) (Tablice 5, 6 i 7). Iz FAO grupe 500 tipom stabilnosti 2 odlikuju se hibridi H11; H12; H13 i H15, koji su prinosom zrna postigli rangove 3, 6, 4 i 8 (Tablica 10). Dakle, s navedenim hibridima postignut je nadprosječan prinos zrna, a mnogi parametri ukazuju na dobru do izvrsnu stabilnost prinosa zrna istih hibrida. Posebno se ističe hibrid H11, koji se odlikuje koeficijentom regresije $b_i = 0.983$ (približno $b_i = 1$), malom varijancom odstupanja od regresije (rang 2), većim koeficijentom determinacije (rang 2), najboljom ekovalencom, najboljim prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna i najboljom sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (Tablice 10, 11 i 12). Hibrid H11 iz FAO grupe 500 najviše se približava modelu „idealnog hibrida“ prema **Eberhartu i Russellu** (1966.). Tipom stabilnosti 2 iz FAO grupe 600 odlikuje se hibrid H10, koji je prinosom zrna postigao treći rang (11.50 t/ha), te su mu većina pokazatelja stabilnosti dobri do izvrsni (rang 1 do 8). Taj hibrid se odlikuje koeficijentom regresije $b_i = 1.044$ (približno $b_i = 1$), najmanjom varijancom odstupanja od regresije, najvećim koeficijentom determinacije, najboljom ekovalencom, najboljim prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja prinosa zrna i najboljom sumom ranga prinosa zrna i ekovalence (Tablice 15, 16 i 17). Hibrid H10 najviše se približuje modelu „idealnog hibrida“ prema **Eberhartu i Russellu** (1966.).

Tipom stabilnosti 3 u FAO grupi 400 odlikuju se hibridi H10; H11; H14 i H15, koji se odlikuju malom varijancom odstupanja od regresije. Hibridi H10 i H15, pripadaju i tipu stabilnosti 2, odnosno to su vrlo stabilni hibridi prema većini pokazatelja stabilnosti (H10: rangovi 2.5 do 9; H15: rangovi 1 do 8) (Tablice 5, 6 i 7). Iz FAO grupe 500 hibridi H5; H11; H13 i H16 odlikuju se tipom stabilnosti 3, jer imaju malu varijancu odstupanja od regresije. Hibridi H11; H13 i H16 stabilnog su prinosa zrna i temeljem većine ostalih pokazatelja stabilnosti, dok hibrid H5 ima malu varijancu odstupanja od regresije (rang 3) i najbolji koeficijent determinacije, a ostali pokazatelji stabilnosti prinosa zrna su mu vrlo slabi ili najslabiji (rangovi od 11 do 16) (Tablice 10, 11 i 12). Hibridi H11 i H13 FAO grupe 500

odlikuju se i visokim prinosom zrna (rang 3 i 4) (Tablica 10) i tipom stabilnosti 2. Tipom stabilnosti 3 u FAO grupi 600 odlikuju se hibridi H2; H3; H8 i H10 s malom varijancom odstupanja od regresije (rangovi od 1 do 4) (Tablica 16). Hibridi H2 i H10 odlikuju se visokim i stabilnim prinosom zrna i prema ostalim pokazateljima stabilnosti (Tablice 15, 16 i 17), a hibrid H10 se odlikuje i tipom stabilnosti 2.

Na temelju rezultata koji se odnose na prinos zrna ispitivanih hibrida kukuruza u FAO grupama 400, 500 i 600 moguće je zapaziti da su pokazatelji kao što su umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (V4), prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja prinosa (V9), a posebice suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence (V13) vrlo dobri pokazatelji za izbor hibrida većeg prinosa zrna i bolje stabilnosti, odnosno ujedinjenje prinosa i njegove stabilnosti u jednom genotipu. To dokazuju značajni pozitivni korelacijski koeficijenti navedenih pokazatelja s prosječnim prinosom zrna hibrida i s više pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida kao što su koeficijent varijacije, indeks stabilnosti, varijanca odstupanja od linije regresije, koeficijent determinacije prinosa zrna, ekovalenca, varijanca rangova prinosa zrna, indeks superiornosti i naročito suma ranga prosječnog prinosa zrna i ranga ekovalence, kao i značajne korelacije između navedenih pokazatelja (V4, V9 i V13). Većina prikazanih rezultata u ovom radu u skladu je s istraživanjima koje su iznijeli **Milas** (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.), **Becker i Léon** (1988.), **Rozman i sur.** (1997.) i **Gunjača** (1997.), koji nisu utvrdili značajne korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna.

Međutim, u ovom radu su korišteni izvedeni pokazatelji koji su u značajnim korelacijama i s prinosom zrna i s pokazateljima stabilnosti prinosa zrna, gdje je potrebno posebice istaknuti sumu ranga prinosa zrna i ranga ekovalence (modificirano prema **Kangu**, 1988.), koja je u jakim pozitivnim korelacijama i s prinosom zrna i ekovalencom. Ekovalencu **Milas** (1983.), **Vasilj i Milas** (1984.), **Becker i Léon** (1988.) i **Gunjača** (1997.) ističu kao najpouzdaniji kriterij za izbor stabilnih genotipova. Između mnogih pokazatelja stabilnosti prinosa zrna postoje značajne korelacije, koje mogu biti potpune, kako je to utvrdio **Gunjača** (1997.). Zbog postojanja korelacijskih veza između različitih pokazatelja stabilnosti nije uvijek moguće jasno razvrstati hibride u tri tipa stabilnosti koje su definirali **Lin i sur.** (1986.), jer stabilni hibridi mogu imati stabilnost tipa 2 i ujedno stabilnost tipa 3, odnosno mogu imati jednaku reakciju genotipa na okolinske uvjete kao i kod ostalih genotipova u pokusima postavljenih u različitim okolinama (tip 2) i malu varijanca odstupanja od linije regresije u

regresijskom modelu (tip 3). Također je moguća i kombinacija tipa 1 i tipa 3 stabilnosti (manji koeficijent regresije, manji varijacijski koeficijent i mala varijanca odstupanja od linije regresije). Neparametrijske metode, procjene stabilnosti prinosa zrna kod različitih vrsta i različitih genotipova preporučuju i u svojim istraživanjima koriste **Huehn** (1979. i 1990.), **Nassar i Huehn** (1987.), **Kang** (1988.), **Lin i sur.** (1986.), **Scapim i sur.** (2000.), **Martin Alberts** (2004.), **Abdulah i sur.** (2007.), **Akçura i Kaya** (2008.), **Čvarković i sur.** (2009.) **Shah i sur.** (2009.), **Mohammadi i sur.** (2007.a i 2009.), **Mut i sur.** (2009. i 2010.), **Kadhem i sur.** (2010.), **Balalić i sur.** (2011.), **Karimizadeh i sur.** (2012.). Dakle, mnogi autori preporučuju korištenje rangiranih vrijednosti, jer se tako može dati ista težina svakom pokazatelju koji je obuhvaćen ciljem istraživanja i svakoj okolini, a moguće je jednostavnim zbrajanjem rangova kombinirati različite pokazatelje stabilnosti prinosa zrna, kao i pridruživati sam prinos zrna u cilju prepoznavanja hibrida u kojima je ujedinen visok prinos zrna, izražena stabilnost prinosa zrna, a po mogućnosti i šira adaptabilnost, što je utemeljeno na ideji **Kanga** (1988.) koji je preporučio sumu ranga prinosa zrna i ranga varijance stabilnosti genotipa prema **Shukli** (1972.). **Adugna** (2008.) ukazuje za prinos zrna sirka na pozitivne rang korelacije između koeficijenta varijacije (**Francis i Kannenberg**, 1978.) i varijance genotipa ovisne o okolini (**Roemer**, 1917.; prema **Adugna**, 2008.), te između ekovalence (**Wricke**, 1962.), varijance stabilnosti genotipa (**Shukla**, 1972.) i koeficijenta regresije, dok su varijance odstupanja od regresije i koeficijent regresije (**Eberhart i Russell**, 1966.) u jednom setu pokusa bila u značajnoj rang korelaciji s varijancom stabilnosti genotipa (**Shukla**, 1966.), ali te korelacije bile su slabe u drugom setu pokusa. Nadalje, **Adugna** (2008.) smatra da varijanca genotipa i koeficijent determinacije definiraju tip stabilnosti 1, ekovalenca, varijanca stabilnosti genotipa i koeficijent regresije određuju tip stabilnosti 2, a varijanca odstupanja od regresije tip stabilnosti 3 (tipovi stabilnosti prema **Lin i sur.**, 1986.).

7. 2. Sadržaj vode u zrnu

Kao i za prinosa zrna, tako i za sadržaj vode u zrnu, procijenjeni koeficijenti rang korelacija ukazuju da je za ocjenu stabilnosti sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida kukuruza FAO grupa 400, 500 i 600 dobro koristiti i one parametre čije je izračunavanje vrlo jednostavno kao što je indeks stabilnosti sadržaj vode u zrnu (WSI), umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR \times WSI$), kao i pokazatelje izračunate pomoću varijanci i kovarijanci kao što su koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (CV), varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s^2_{di}) i koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (r^2), te pokazatelje utvrđene neparametrijskim metodama kao što je varijanca rangova sadržaja vode u zrnu, indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu i suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije. Dakle, većinom je korištena metodika koja je primjenjena i za prinos zrna. Pokazatelji koji nisu u negativnoj rang korelaciji sa sadržajem vode u zrnu, a u pozitivnoj su rang korelaciji s pokazateljima stabilnosti sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida FAO grupa 400, 500 i 600, kao što su umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu, prosječni rang svih ispitivanih parametara sadržaja vode u zrnu i suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu, mogu biti posebno interesantni prilikom izbora hibrida kukuruza manjeg sadržaja vode u zrnu i stabilnih u navedenom svojstvu, što se pokazalo kod ispitivanih hibrida u FAO grupama 400 i 500 u ovom radu. U sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida utvrđeni su značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) koeficijenti rang korelacija sume ranga sadržaja vode u zrnu i ranga odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu (V12) s prosječnim sadržajem vode u zrnu (V1) (FAO 400: $r_s = 0.558$; FAO 500: $r_s = 0.756$; FAO 600: $r_s = 0.631$) (Tablice 24, 29 i 34). Pored toga, u FAO grupi 400 utvrđeni su značajni ($P < 0.05$) korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu ($r_s = -0.527$ i $r = 0.545$) (Tablica 24), te u FAO grupi 500 utvrđena je vrlo značajna ($P < 0.001$) korelacija između sadržaja vode u zrnu i varijance rangova sadržaja vode u zrnu (V11) ($r_s = 0.794$ i $r = 0.766$) (Tablica 29). Istom logikom, kao što je **Kang** (1988.) preporučio sumu ranga prinosa zrna i ranga varijance stabilnosti genotipa prema **Shukli** (1972.), tako je za sadržaj vode u zrnu korištena suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu. Pokazalo se, kao i kod prinosa zrna, da je suma ranga

prosječnog sadržaja vode u zrnu najbolji pokazatelj u izboru hibrida manjeg sadržaja vode u zrnu koji imaju taj sadržaj predvidljiv (stabilan) u ovisnosti o uvjetima okoline.

U FAO grupi 400 boljom sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije odlikuju se hibridi H9, H3, H13, H2 i H5, koji su rangirani od ranga 1 do ranga 5 (Tablica 24), a temeljem sadržaja vode u zrnu isti hibridi rangirani su od ranga 2 do 12 (H9: 20.93 %, rang 6.5; H3: 20.50 %, rang 4; H13: 19.58 %, rang 2; H2: 21.38 %, rang 9 i H5: 22.27 %, rang 12) (Tablica 21). Četiri hibrida najbolje sume ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije u FAO grupi 500 su hibridi H12, H4, H16 i H10, koji su rangirani istim redom od ranga 1 do ranga 4 (Tablica 27), a temeljem prosječnog sadržaja vode u zrnu rangirani su od ranga 2 do ranga 8 (H12: 20.2%, rang 2; H4: 20.8 %, rang 5; H16: 21.0 %, rang 6 i H10: 21.3 %, rang 8) (Tablica 26). Pet hibrida iz FAO grupe 600, koji se odlikuju sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga odstupanja sadržaja vode u zrnu od linije regresije, su H8, H16, H7, H3 i H4 rangirani istim slijedom (Tablica 32), rangirani su temeljem sadržaja vode u zrnu od ranga 1 do ranga 9 (H8: 21.8 %, rang 1; H16: 23.07 %, rang 6; H7: 23.48 %, rang 9; H3: 22.32 %, rang 2; H4: 22.88 %, rang 5) (Tablica 31). Moguće je jasno zapaziti da u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida ima hibrida manjeg sadržaja vode u zrnu, koji je na izvjestan način stabilan, odnosno predvidljiv, što je više izraženo u FAO grupi 500 i 600.

Koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) je u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj ($P < 0.001$) korelacijskoj vezi s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) ispitivanih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 ($r_s = 0.652$ do 0.912 i $r = -0.750$ do -0.932), što znači da u FAO grupama 400, 500 i 600 manji koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu ukazuje na veći indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (Tablice 24, 29 i 34). Također, rang koeficijenta varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) je u vrlo značajnim korelacijskim vezama ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) s rangom umnoška indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) u sve tri FAO grupe (FAO 400: $r_s = 0.649$; FAO 500: $r_s = 0.633$; FAO 600: $r_s = 0.876$) i prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu ($r_s = 0.652$ do 0.814) (Tablice 24, 29 i 30), što znači da mali koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu ukazuje na izrazitu stabilnost hibrida u navedenom svojstvu, a da se pri tome ne povećava prosječni sadržaj vode u zrnu. Pored toga, u FAO grupama hibrida kukuruza 500 i 600 koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu je u vrlo značajnim ($P < 0.001$) korelacijskim vezama ranga s koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) (FAO 500: r_s

= 0.745; FAO 600: $r_s = 0.917$) (Tablice 29 i 30), odnosno u navedene dvije FAO grupe ispitivanih hibrida kukuruza utvrđeno je da je manji koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu u vezi s manjim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu.

Indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj ($P < 0.001$) je korelacijskoj vezi s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) u sve tri FAO grupe hibrida kukuruza, te s umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) u FAO grupi 500 i 600 (FAO 500: $r_s = 0.836$ i $r = 0.823$; FAO 600: $r_s = 0.929$ i $r = 0.944$), te s prosječnim rangom svih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) ($r_s = 0.692$ do 0.814), što je utvrđeno u sve tri FAO grupe hibrida kukuruza (Tablice 24, 29 i 30). U FAO grupama 500 i 600 vrlo značajni ($P < 0.001$) su korelacijski koeficijent između indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) i koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu (V5) (FAO 500: $r_s = 0.883$ i $r = -0.958$; FAO 600: $r_s = 0.943$ i $r = -0.959$) (Tablice 29 i 34), što ukazuje da je veći indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu u svezi s manjim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu.

Umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) je u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ $P < 0.001$) rang korelacijskoj vezi s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) u sve tri FAO grupe hibrida i indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) u FAO grupama 500 i 600, kako je komentirano u ranijem dijelu teksta. Osim toga, utvrđene su značajne ($P < 0.05$) i vrlo značajne ($P < 0.01$ $P < 0.001$) korelacijske veze s koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) ($r_s = 0.570$ do 0.926 i $r = -0.505$ do -0.960) i s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) ($r_s = 0.641$ do 0.877) u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida kukuruza (Tablice 24, 29 i 30).

Koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu (V5) manji je od 1 ($b_i < 1$) kod hibrida koji se odlikuju boljom stabilnošću sadržaja vode u zrnu – manji koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (V2), veći indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3), veći umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4), na što ukazuju ranije prokomentirani koeficijenti korelacija (Tablica 18, 22 i 26). Osim toga, koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu u vrlo značajnoj ($P < 0.01$ $P < 0.001$) je korelacijskoj vezi s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) i to samo u FAO grupama 500 i 600 (FAO 500: $r_s = 0.608$; FAO 600: $r_s = 0.799$) (Tablice 29 i 34).

Usporedbom po dva hibrida kukuruza unutar FAO grupa 400, 500 i 600, koji se najviše razlikuju po koeficijentu regresije sadržaja vode u zrnu, vidljivo je da hibridi s većim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu u zapadnijim dijelovima Republike Hrvatske, kao što je lokacija Sisak 2008. i 2009. i Rugvica 2008. i 2009. godine, imaju veći sadržaj vode u zrnu (Grafovi 13, 15 i 17), što može biti ograničavajuće za uzgoj takvih hibrida u pojedinim okolinama (lokacija i godina).

U FAO grupi 400 najveći koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu procijenjen je kod hibrida H16 ($b_i = 1.194$), a najmanji kod hibrida H4 ($b_i = 0.836$) (Tablica 22; Graf 13). Hibrid H4 s najmanjim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu najmanjeg je prosječnog sadržaja vode u zrnu (19.38 %; rang 1) i visoko je rangiran (rang 3) na temelju umnoška indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (Tablica 21) i indeksa superiornosti (rang 2) (Tablica 23), ali ostali pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu su rangirani od ranga 6 do 14 između 16 ispitivanih hibrida (Tablice 21, 22 i 23), što ga ukupno gledajući ne čini izrazito stabilnim hibridom glede sadržaja vode u zrnu. Međutim, hibrid H4 ima manji sadržaj vode od hibrida H16 u Osijeku 2008. i 2009. godine i izrazito manje u Sisku i Rugvici u obje godine ispitivanja (Tablica 20; Graf 13). Hibrid H16 iz FAO grupe 400, koji je imao najveći koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu ($b_i = 1.194$) imao je visok prosječni sadržaj vode u zrnu (22.00 %; rang 10), a pokazao je izvjesnu stabilnost u varijanci odstupanja od regresije (rang 3) i koeficijentu determinacije sadržaja vode u zrnu (rang 3), dok je po ostalim pokazateljima stabilnosti sadržaja vode u zrnu rangiran od ranga 8.5 do 15, što ga čini nestabilnim hibridom s obzirom na to svojstvo (Tablice 22 i 23).

Hibrid H9 iz FAO grupe 500, koji je imao najveći koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu ($b_i = 1.204$) imao je isto tako vrlo visok prosječni sadržaj vode u zrnu (21.8 %) (rang 14), a pokazao je izrazitu nestabilnost sadržaja vode u zrnu prema pokazateljima kao što su koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu (rang 15), indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu (rang 16) umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (rang 16), suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije (rang 14) i varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (rang 14) (Tablice 26, 27 i 28), ali ni ostali pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu ne ukazuju na stabilnost sadržaja vode u zrnu navedenog hibrida kukuruza, jer su rangirani od ranga 10 do 16 među 16 ispitivanih hibrida (Tablice 26, 27 i 28), što ga ukupno gledajući čini

najmanje stabilnim hibridom glede sadržaja vode u zrnju unutar FAO grupe 500. Hibrid H6, koji je imao najveći prosječni sadržaj vode u zrnju u FAO grupi 500 (23.6 %; rang 16), ali i najmanji koeficijent regresije sadržaja vode u zrnju ($b_i = 0.811$), te hibrid H9 s najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnju ($b_i = 1.204$) i manjim prosječnim sadržajem vode u zrnju (21.8 %; rang 14), odnosno za 1.8 % mane od hibrida H6, tek se približno izjednačuju po sadržaju vode u zrnju u izrazito nepovoljnim okolinama kao što je Sisak 2008. godine. Ta razlika je izraženija u najpovoljnijoj okolini, kao što je Osijek 2009. godine, u kojoj hibrid H9 ima 12.7 % vode u zrnju, a hibrid H6 ima 16.3 % vode u zrnju (Tablice 25, 26 i 27; Graf 15).

U FAO grupi 600 najmanji koeficijent regresije sadržaja vode u zrnju procijenjen je za hibrid H11 ($b_i = 0.748$), a najveći koeficijent regresije sadržaja vode u zrnju ($b_i = 1.245$) procijenjen je za hibrid H13 (Tablica 32; Graf 17). Navedena dva hibrida kukuruza s najvećom razlikom između koeficijenata regresije sadržaja vode u zrnju imaju približno isti prosječni sadržaj vode u zrnju (H13: 23.58 %; H11: 23.18 %) (Tablica 31). Međutim, hibrid H11 s nižim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnju ima niži sadržaj vode u zrnju u nepovoljnijim sredinama kao što su Sisak i Rugvica 2008. godine, dok u okolini s najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnju (Osijek 2009. godine), manji sadržaj vode u zrnju ima hibrid H13 koji je većeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnju (Tablica 30; Graf 17). Hibrid H11 s najmanjim koeficijentom regresije u FAO grupi 600 izrazite je stabilnosti po indeksu stabilnosti sadržaja vode u zrnju (rang 1) i umnošku indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnju s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnju (rang 1) (Tablica 31), dok je prema pokazateljima kao što su varijanca odstupanja od linije regresije (rang 16), koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnju (rang 16), razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 16), varijanca rangova sadržaja vode u zrnju (rang 16), indeks superiornosti (rang 16) i suma ranga sadržaja vode u zrnju i ranga varijance odstupanja od regresije (rang 13), navedeni hibrid najmanje stabilan glede sadržaja vode u zrnju (Tablice 32 i 33). Ipak, hibrid H11 pripada hibridima prosječne stabilnosti sadržaja vode u zrnju na temelju prosječnog ranga svih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnju (rang 8) (Tablica 32). Hibrid H13 s najvećim koeficijentom regresije u FAO grupi 600 izrazite je nestabilnosti po koeficijentu varijacije sadržaja vode u zrnju (rang 15), indeksu stabilnosti sadržaja vode u zrnju (rang 15) i umnošku indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnju s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnju u vrlo (rang 16) (Tablica 31), ali i po ostalim pokazateljima stabilnosti sadržaja vode u zrnju kao što su varijanca odstupanja od linije regresije (rang 14), koeficijent

determinacije sadržaja vode u zrnu (rang 13), razlika koeficijenta regresije od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 15), varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (rang 13), indeks superiornosti (rang 13) i suma ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (rang 14.5) (Tablica 32). Stoga se hibrid H13 može smatrati hibridom najmanje stabilnosti sadržaja vode u zrnu i temeljem prosječnog ranga svih pokazatelja koji se odnose na sadržaj vode u zrnu (rang 16) (Tablica 32).

Razlika regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1 je najmanja razlika od vrijednosti 1) (V6) je u značajnoj korelacijskoj vezi ranga samo s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) ($r_s = 0.612$; $P < 0.05$) u FAO grupi 400 (Tablica 24), te samo u FAO grupi 600 s varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s^2_{di}) ($r_s = 0.570$; $P < 0.05$) i koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu ($r_s = 0.584$; $P < 0.05$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu ($r_s = 0.703$; $P < 0.01$) i indeksom superiornosti ($r_s = 0.614$; $P < 0.05$) (Tablica 34).

Varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (s^2_{di}) (V7) u izrazito jakim (potpunim) je korelacijskim vezama s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu u sve tri ispitivane FAO grupe hibrida kukuruza (V8) ($r_s = 0.976$ do 0.987 i $r = -0.930$ do -0.982 ; $P < 0.001$), te u značajnoj ($P < 0.05$) i vrlo značajnoj ($P < 0.01$, $P < 0.001$) korelaciji s prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) ($r_s = 0.547$ do 0.708), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.547$ do 0.890), sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (V12) ($r_s = 0.559$ do 0.756) i indeksom superiornosti (V11) u FAO grupi 600 (FAO 500: $r_s = 0.906$) (Tablice 24, 29 i 34).

Koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (V8) je u izrazito jakoj (potpunoj) korelaciji s varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu u sve tri ispitivane FAO grupe hibrida, stoga su i komentari koeficijenata korelacije s ostalim varijablama uglavnom isti kao u slučaju korelacija s varijancom odstupanja od regresije (Tablice 24, 29, 34).

Prosječni rang svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (9), kao i kod prinosa zrna, većinom je u značajnim i vrlo značajnim korelacijskim vezama sa većinom pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu ispitivanih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600, stoga može biti

vrlo koristan kriterij izbora hibrida stabilnog sadržaja vode u zrnu, a da se pri tome ne utječe na povećanje prosječnog sadržaja vode u zrnu, odnosno u FAO grupi 500, moguće je očekivati i tendenciju smanjenja prosječnog sadržaja vode u zrnu na temelju povoljnijeg prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (FAO 500: $r_s = 0.397$). Rangirana vrijednost prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) u značajnim ($P < 0.05$) i vrlo značajnim ($P < 0.01$; $P < 0.001$) je korelacijama s rangiranim vrijednostima koeficijenta varijacije sadržaja vode u zrnu (V2) (FAO 400: $r_s = 0.675$; FAO 500: $r_s = 0.652$; FAO 600: $r_s = 0.915$) (Tablice 24, 29 i 34), rangom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu (V3) (FAO 400: $r_s = 0.692$; FAO 500: $r_s = 0.717$; FAO 600: $r_s = 0.814$), umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4) (FAO 400: $r_s = 0.789$; FAO 500: $r_s = 0.608$; FAO 600: $r_s = 0.877$), koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) (FAO 500: $r_s = 0.608$; FAO 600: $r_s = 0.799$), razlikom regresijskog koeficijenta sadržaja vode u zrnu pojedinog hibrida (b_i) od vrijednosti $b_i = 1$ (V6) (FAO 400: $r_s = 0.612$), varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7) (FAO 400: $r_s = 0.547$; FAO 500: $r_s = 0.603$; FAO 600: $r_s = 0.708$), koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 500 i 600 ($r_s = 0.519$ i $r_s = 0.649$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) u FAO grupi 600 ($r_s = 0.634$), indeksom superiornosti (V11) u FAO grupama 400 i 600 ($r_s = 0.617$ i $r_s = 0.655$) i sumom ranga sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije u FAO grupama 400 i 500 ($r_s = 0.523$ i $r_s = 0.661$ istim slijedom) (Tablice 24, 29 i 34). Dakle, bolje rangirani prosjek svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (manji prosječni rang je poželjna vrijednost) može biti koristan kriterij izbora hibrida stabilnog (predvidljivog) sadržaja vode u zrnu, a da se pri tome ne utječe značajno na povećanje prosječnog sadržaja vode u zrnu.

Na temelju prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 400 najbolje je rangiran hibrid H9, koji je zauzeo rang 6.5 po prosječnom sadržaju vode u zrnu, rang 8 po koeficijentu varijacije sadržaja vode u zrnu, rang 7 po indeksu stabilnosti sadržaja vode u zrnu i rang 7 po umnošku indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu i rang 6 po indeksu superiornosti. (Tablica 21). Nadalje, navedeni hibrid izrazito je stabilan temeljem pokazatelja kao što su razlika koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 2), varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (rang 2), koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (rang 2), varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (rang 1) i suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (rang 1), dok je koeficijent

regresije sadržaja vode u zrnu hibrid H9 zauzeo rang 9 između 16 ispitivanih hibrida FAO 400 (Tablice 22 i 23). U FAO grupi 400 hibrida kukuruza ima dosta slaganja s gledištem **Eberharta i Russella** (1966.) koji smatraju da idealan genotip ima $b_i = 1$.

U FAO grupi 500 na temelju prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu najbolje je rangiran hibrid H12, koji se odlikuje malim prosječnim sadržajem vode u zrnu (rang 2) (Tablice 26 i 27). Hibrid H12 iz FAO grupe 500 vrlo je stabilnog sadržaja vode i po koeficijentu varijacije sadržaja vode u zrnu (rang 3), indeksu stabilnosti sadržaja vode u zrnu (rang 3), umnošku indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (rang 1) (Tablica 26). Nadalje, navedeni hibrid izrazito je stabilan temeljem pokazatelja kao što su varijanca odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (rang 1), koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (rang 1) i suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (rang 1), dok je koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu hibrida H12 zauzeo rang 4, a razlika koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ zauzela je rang 11 između 16 ispitivanih hibrida FAO 500 (Tablica 27). U FAO grupi 500 hibrida kukuruza, pokazalo se da je stabilniji hibrid s manjim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu, što se u potpunosti ne slaže s gledištem **Eberharta i Russella** (1966.) koji smatraju da idealan genotip ima $b_i = 1$. Hibridi H14 i H10 iz FAO grupe 500 u tom smislu najviše odgovaraju gledištu **Eberharta i Russella** (1966.), jer imaju najmanju razliku koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu od vrijednosti $b_i = 1$ (rang 1.5), koji pripadaju stabilnijim hibridima glede sadržaja vode u zrnu temeljem pokazatelja prikazanih u Tablicama 27 i 28, što nije tako izrazito glede koeficijenta varijacije, indeksa stabilnosti i umnoška indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (H10: rang 8 do 11; H14: rang 5.5 do 11) (Tablica 26).

Unutar FAO grupe 600 na temelju prosječnog ranga svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu najbolje su rangirani hibridi H2 i H8. Hibrid H8 odlikuje se najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnu (rang 1), dok je hibrid H2 među hibridima većeg sadržaja vode u zrnu (rang 13) (Tablice 31 i 32). Oba navedena hibrida pripadaju stabilnijim hibridima FAO grupe 600 glede pokazatelja kao što su koeficijent varijacije, indeks stabilnosti i umnožak indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (rang 4 do 5.5 za hibrid H2; rang 2 do 6 za hibrid H8) (Tablica 31). Također, hibrid H2 i H8 ističu se i po ostalim pokazateljima sadržaja vode u zrnu kao što su varijanca odstupanja od

regresije sadržaja vode u zrnu (hibrid H2: rang 1; hibrid H8: rang 6), koeficijent determinacije sadržaja vode u zrnu (hibrid H2: rang 1; hibrid H8: rang 8), varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (hibrid H2: rang 2; hibrid H8: rang 4.5), indeks superiornosti (hibrid H2: rang 1; hibrid H8: rang 8) i suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (hibrid H2: rang 6; hibrid H8: rang 1) (Tablice 32 i 33). Hibrid H8, koji ima najmanji prosječni sadržaj vode u zrnu unutar FAO grupe 600, čini se posebno vrijednim i zato što mu je sadržaj vode u zrnu stabilan odnosno predvidljiv (Tablice 31 i 32). U FAO grupi 600 pokazali su se stabilnijim po sadržaju vode u zrnu hibridi manjeg koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu (hibrid H2: $b_i = 0.925$, rang 6.5 i hibrid H8: $b_i = 0.788$, rang 2), ali u tom smislu ne zaostaje puno niti hibrid H7, koji ima koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu najbliže vrijednosti $b_i = 1$ ($b_i = 0.998$), ali taj hibrid ima sadržaj vode u zrnu na razini prosječnog sadržaja vode u zrnu svih 16 hibrida FAO grupe 600 (Tablice 31 i 32).

Varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (V10) u značajnoj je pozitivnoj korelacijskoj vezi ranga s razlikom regresijskog koeficijenta od $b_i = 1$ (V6) u FAO grupi 600, varijancom odstupanja od regresije (V7) u sve tri FAO grupe, koeficijentom determinacije (V7) u FAO grupama 500 i 600, prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (9) u FAO grupi 600, što je komentirano u ranijem dijelu teksta (Tablice 24, 29 i 34). Pored toga, varijanca rangova sadržaja vode u zrnu (V10) u vrlo značajnoj je korelacijskoj vezi s indeksom superiornosti ($r_s = 0.777$ i $r = 0.853$) u FAO grupi 600 (Tablica 34).

Indeks superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu (V11) u FAO grupi 400 u značajnoj je pozitivnoj korelaciji ranga s koeficijentom varijacije sadržaja vode u zrnu (V2), umnoškom indeksa stabilnosti sadržaja vode u zrnu s obrnutim razmjerom relativnog sadržaja vode u zrnu (V4), koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (V5) i prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (9) (Tablica 24). U grupi 500 značajna je samo korelacijska veza između indeksa superiornosti (V11) i sume ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije (V12) ($r_s = 0.657$ i $r = 0.762$; $P < 0.01$ i $P < 0.001$) (Tablica 29), a u FAO grupi 600 značajne i vrlo značajne su korelacijske veze indeksa superiornosti s razlikom regresijskog koeficijenta od $b_i = 1$ (V6) ($r_s = 0.614$), varijancom odstupanja od regresije (V7) ($r_s = 0.906$), koeficijentom determinacije (V8) ($r_s = 0.941$), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (9) ($r_s = 0.655$), varijancom rangova sadržaja vode u zrnu (V10) ($r_s = 0.777$) i sumom ranga prosječnog

sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) ($r_s = 0.673$) (Tablica 34).

Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) u značajnoj je pozitivnoj korelaciji ranga sa sadržajem vode u zrnu (V1) u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida (FAO 400: $r_s = 0.558$; FAO 500: $r_s = 0.756$; FAO 600: $r_s = 0.631$) jednako kao i s varijancom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V7) (Tablice 24, 29 i 34). Korelacijski koeficijenti ranga su u potpunosti isti, jer je dana ista težina prosječnom sadržaju vode u zrnu i varijanci odstupanja od regresije. Ovaj pokazatelj utemeljen je na ideji koju je iznio **Kang** (1988.) za prinos zrna, te na sličan način može koristiti i za druga kvantitativna svojstva, kao što je u ovom slučaju sadržaj vode u zrnu. Suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu je vrijedan pokazatelj za izbor hibrida manjeg sadržaja vode u zrnu čiji je sadržaj vode u zrnu stabilan, ili bolje reći predvidljiv. Osim komentiranih korelacijskih veza, suma ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu (V12) u značajnim je pozitivnim korelacijama ranga s koeficijentom determinacije sadržaja vode u zrnu u sve tri FAO grupe ispitivanih hibrida (FAO 400: $r_s = 0.507$; FAO 500: $r_s = 0.709$; FAO 600: $r_s = 0.634$), prosječnim rangom svih ispitivanih pokazatelja sadržaja vode u zrnu (V9) u FAO grupama 400 i 500 (FAO 400: $r_s = 0.523$; FAO 500: $r_s = 0.661$) i indeksom superiornosti hibrida za sadržaj vode u zrnu u FAO grupama 500 i 600 (FAO 500: $r_s = 0.657$; FAO 600: $r_s = 0.673$) (Tablice 24, 29 i 34).

Na temelju sume ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 400 ističu se hibridi kukuruza H9, H3, H13, H5 i H2, koji su na temelju varijance odstupanja od linije regresije rangirani rangovima 2, 6, 9, 1 i 4, a prosječnim sadržajem vode u zrnu rangirani su rangovima 6.5, 4, 2, 12 i 9 (Tablice 21 i 22). U FAO grupi 500 sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode odlikuju se hibridi H12, H4, H16 i H10, koji su na temelju varijance odstupanja od linije regresije rangirani rangovima 1, 6, 5 i 4, a prosječnim sadržajem vode u zrnu rangirani su rangovima 2, 5, 6 i 8 (Tablice 26 i 27). U FAO grupi 600 sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode odlikuju se hibridi H8, H16, H7, H3 i H4, koji su na temelju varijance odstupanja od linije regresije rangirani rangovima 6, 3, 2, 11 i 8, a prosječnim sadržajem vode u zrnu rangirani su rangovima 1, 6, 9, 2 i 5 (Tablice 31 i 32).

Hibridi iz sve tri FAO grupe, koji se odlikuju boljom sumom ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu, logično su manjeg sadržaja vode u zrnu i stabilniji su temeljem varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu, ali su vrlo različitog koeficijenta regresije sadržaja vode u zrnu. Predvidljiv sadržaj vode u zrnu bio bi kod onih hibrida koji imaju koeficijent regresije približno $b_i = 1$ i malu varijancu odstupanja od linije regresije, što je analogno mišljenju koje za prinos zrna iznose **Eberhart i Russell** (1966.).

Najmanji prosječni sadržaj vode u zrnu u FAO grupi 400 imali su hibridi H4, H13, H8 i H3 (Tablica 21) čija je reakcija na okolinske uvjete prikazana Grafom 14. Hibridi H4, H13 i H8 imaju izrazito mali koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu ($b_i = 0.836$ do 0.875) (Tablica 22), stoga mogu više odgovarati za okoline gdje sadržaj vode u zrnu može biti ograničavajući čimbenik za proizvodnju, ali isti hibridi imaju relativno više vode u zrnu u odnosu na ostale hibride u okolinama s nižim prosječnim sadržajem vode u zrnu. Hibrid H3 FAO grupe 400 ima koeficijent regresije približno $b_i = 1$ ($b_i = 1.003$) i najmanju varijancu odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu (rang 6) među navedena četiri hibrida (Tablica 6; Graf 14). Dakle kod hibrida H3 FAO grupe 400, koji se odlikuje manjim prosječnim sadržajem vode u zrnu, taj sadržaj vode u zrnu je i predvidljiv u ovisnosti o uvjetima okoline. U FAO grupi 500 najmanjim sadržajem vode u zrnu ističu se hibridi kukuruza H7, H12, H11 i H8 (Tablica 26) s koeficijentima regresije od 0.902 do 1.040 (Tablica 27), čija je reakcija na okolinske uvjete prikazana Grafom 16. Među navedenim hibridima, hibrid H12 ima najmanju varijancu odstupanja od linije regresije (rang 1) i koeficijent regresije sadržaja vode u zrnu $b_i = 0.902$ (Tablica 27). Najmanjim prosječnim sadržajem vode u zrnu u FAO grupi 600 odlikuju se hibridi H8, H3, H6 i H14 (Tablica 31) čiji koeficijenti regresije sadržaja vode u zrnu jako variraju (H8: $b_i = 0.788$; H3: $b_i = 1.114$; H6: $b_i = 1.214$ i H14: $b_i = 1.174$ (Tablica 19). Među tim hibridima najmanju varijancu odstupanja od linije regresije ima hibrid H8 (rang 6). Hibrid H8 u okolinama manjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu ima relativno više vode u zrnu, a u okolinama s većim prosječnim sadržajem vode u zrnu ima relativno manje vode u odnosu na ostale hibride, stoga za taj hibrid nije moguće u potpunosti ukazati da ima poželjnu reakciju na uvjete okoline prema kriterijima koje su iznijeli **Eberhart i Russell** (1966.).

Na temelju sume ranga prosječnog sadržaja vode u zrnu i ranga varijance odstupanja od linije regresije sadržaja vode u zrnu u svakoj FAO grupi između 16 ispitivanih hibrida moguće je izdvojiti hibride kukuruza koji se odlikuju manjim prosječnim sadržajem vode u zrnu s

manjom varijansom odstupanja od regresije sadržaja vode u zrnu, međutim koeficijenti regresije mogu biti različiti od $b_i = 1$, ali mogu biti i približno $b_i = 1$ kao u hibrida H9 i H3 FAO grupe 400, hibrida H12, H4, H16 i H10 iz FAO grupe 500 i hibrida H4 u FAO grupi 600 (Tablice 21, 22, 26, 27, 31 i 32).

8. ZAKLJUČAK

Na temelju kvantitativne analize prinosa i sadržaja vode u zrnu u pokusima postavljenim na tri lokacije kroz dvije godine sa F_1 generacijama križanja OS linija kukuruza moguće je donijeti sljedeće zaključke:

Hibrid H8 koji je postigao najveći prinos zrna u prosjeku godina i lokacija unutar grupe FAO 400 imao je i najpovoljnije procjene pokazatelja stabilnosti prinosa zrna, kao što je najmanji koeficijent varijacije prinosa zrna (rang 1), najveći koeficijent stabilnosti prinosa zrna (rang 1), najveći umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna (rang 1), ali regresijski koeficijent je bio manji od 1, odnosno po svojoj vrijednosti agronomske stabilnosti isti hibrid je bio deseti po rangui, a varijanca odstupanja od regresije, ekovalenca i koeficijent determinacije prinosa zrna istog hibrida rangirani su od ranga 8 do 10.5 među 16 ispitivanih hibrida.

Suprotno tome, hibrid H4, koji je dao najmanji prinos zrna unutar ispitivanih hibrida FAO 400, imao je sve ostale procjene pokazatelja stabilnosti prinosa zrna nepovoljnije, odnosno rangirane od ranga 9 (koeficijent determinacije prinosa zrna) do ranga 16 (umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna) među 16 ispitivanih hibrida. Isti hibrid imao je povoljan koeficijent regresije prinosa zrna ($b_i = 1.029$; rang 4) koji je bio približno vrijednosti $b_i = 1.00$, što se u agronomskom smislu smatra najpovoljnijom vrijednošću.

Unutar grupe FAO 500 najveći prinos zrna postigao je hibrid H10, koji se nije odlikovao povoljnim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna, jer su većina pokazatelja stabilnosti prinosa zrna rangirani od ranga 9 do 14 među 16 ispitivanih hibrida, a jedino je rang umnoška relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna bio povoljniji (rang 6.5). Najmanji prinos unutar grupe FAO 500 postigao je hibrid H3, koji je imao i veću nestabilnost prinosa zrna, jer su većina pokazatelja stabilnosti prinosa zrna rangirani od ranga 11 (regresijski koeficijent) do ranga 16 (odstupanje od regresije) među 16 ispitivanih hibrida.

Prosječne vrijednosti ranga svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna uključujući i rang prinosa zrna, vrijedan su pokazatelj vrijednosti hibrida u pogledu visine i stabilnosti prinosa zrna, jer su procijenjeni značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) koeficijenti rang korelacije s prinosom zrna ($r = 0.623$), koeficijentom varijacije prinosa zrna ($r = 0.600$), indeksom stabilnosti prinosa zrna ($r = 0.814$), umnožkom relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna ($r = 0.814$), odstupanjem od regresije prinosa zrna (0.698), koeficijentom determinacije prinosa zrna ($r = 0.516$) i ekovalencom ($r = 0.813$). Izuzetak je koeficijent regresije prinosa zrna koji nije u značajnoj rang korelacijskoj vezi s navedenim pokazateljem ($r = 0.496$).

Umnožak relativnog prosječnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna svakog pojedinog hibrida grupe FAO 500 pokazao se također vrlo korisnim pokazateljem u vrednovanju hibrida po stabilnosti prinosa zrna, jer je navedeni pokazatelj u pozitivnoj značajnoj i vrlo značajnoj rang korelacijskoj vezi s prinosom zrna ($r = 0.623$), koeficijentom varijacije prinosa zrna ($r = 0.692$) i indeksom stabilnosti prinosa zrna ($r = 0.814$).

Prosječne vrijednosti ranga svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna uključujući i rang prinosa zrna, vrijedan su pokazatelj vrijednosti hibrida grupe FAO 500 u pogledu visine i stabilnosti prinosa zrna, jer su procijenjeni značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) koeficijenti korelacije s prinosom zrna ($r = 0.531$) i svim procijenjenim parametrima stabilnosti prinosa zrna (od $r = 0.482$ za koeficijent regresije do $r = 0.879$ za ekovalencu),

Hibrid H8 postigao je najveći prinos zrna u prosjeku lokacija i godina unutar grupe FAO 600, ali pojedini pokazatelji stabilnosti prinosa zrna (koeficijent determinacije prinosa zrna, regresijski koeficijent prinosa zrna i ekovalenca) procijenjeni su nepovoljnim vrijednostima (rang 15), ali su mu vrlo povoljni ostali pokazatelji stabilnosti prinosa zrna, kao što je koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna, što je rangirano s rangom 1 među 16 ispitivanih hibrida. Hibrid H8 najmanje je reagirao na poboljšanje okolinskih uvjeta, jer mu je koeficijent regresije prinosa zrna vrlo nizak ($b_i = 0.361$), a to znači i veliko odstupanje od najpovoljnije agronomske vrijednosti koeficijenta regresije $b_i = 1$.

Najmanji prinos zrna unutar grupe FAO 600 procijenjen je u prosjeku lokacija i godina za hibrid H13, koji je pokazao i izrazitu nestabilnost prinosa zrna u svim ispitivanim pokazateljima (za sve pokazatelje je rang 16) među 16 ispitivanih hibrida.

Vrlo korisnim pokazateljem u vrednovanju hibrida s obzirom na prinos zrna i stabilnost prinosa zrna pokazao se također i umnožak relativnog prosječnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti prinosa zrna svakog pojedinog hibrida grupe FAO 600, jer je navedeni pokazatelj u pozitivnoj značajnoj i vrlo značajnoj rang korelacijskoj vezi s prinosom zrna ($r = 0.794$), koeficijentom varijacije prinosa zrna ($r = 0.950$), indeksom stabilnosti prinosa zrna ($r = 0.908$) i varijancom odstupanja od regresije ($r = 0.703$).

Prosječne vrijednosti ranga svih ispitivanih parametara stabilnosti prinosa zrna uključujući i rang prinosa zrna, vrijedan su pokazatelj vrijednosti hibrida grupe FAO 600 u pogledu visine i stabilnosti prinosa zrna, jer su procijenjeni značajni ($P < 0.05$) i vrlo značajni ($P < 0.01$ i $P < 0.001$) koeficijenti korelacije s prinosom zrna ($r = 0.531$) i svim procijenjenim parametrima stabilnosti prinosa zrna (od $r = 0.556$ za koeficijent determinacije prinosa zrna do $r = 0.908$ za umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna) s izuzetkom koeficijenta regresije prinosa zrna, koji nije u značajnoj rang korelacijskoj vezi s navedenim pokazateljem ($r = 0.496$).

U izboru hibrida u cilju povećanja prinosa zrna i stabilnosti prinosa zrna, koji se obavlja na temelju utjecaja više različitih okolina (više lokacija i godina), moguće je preporučiti i korištenje pokazatelja kao što su indeks stabilnosti prinosa zrna (omjer najmanjeg i najvećeg prinosa zrna) i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna. Navedeni pokazatelji vrlo se jednostavno izračunavaju, a koeficijenti rang korelacija ukazuju na njihovu povoljnu vezu s prinosom zrna i pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa zrna u svim istraživanim FAO grupama hibrida kukuruza.

Dobiveni rezultati ukazuju koliko su značajni uvjeti okoline za proizvodnju i izbor hibrida koji pripadaju pojedinoj FAO grupi, odnosno vjerojatnost za izbor rodnijih i ujedno stabilnijih hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 biti će veća temeljem rezultata ostvarenim u manje povoljnim okolinama, odnosno izborom rodnijih hibrida u manje pogodnim okolinama (Sisak i Rugvica 2008. godine). Također, to će se postići i ako se obavlja izbor na temelju prosječnog prinosa zrna, te posebno pokazatelja kao što su

indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna uz uvažavanje i drugih pokazatelja koji su u značajnim korelacijama s prinosom zrna i pokazateljima stabilnosti prinosa zrna.

U svim FAO grupama kukuruza pokazalo se da ispitivani pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu nisu toliko čvrsto vezani s prosječnim sadržajem vode u zrnu ispitivanih hibrida kukuruza (FAO 400: $r = -0.303$ do 0.545 ; FAO 500: $r = -0.499$ do 0.488 ; FAO 600: $r = -0.334$ do 0.259), ali su značajni jer se izborom na temelju pokazatelja stabilnosti može smanjiti sadržaj vode, posebno u okolinama u kojima je sadržaj vode u zrnu ograničavajući činitelj uzgoja pojedinih hibrida, pogotovo iz kasnijih FAO grupa.

9. POPIS LITERATURE

- Abdulahi, A., Mohammadi, R., Pourdad, S.S. (2007): Evaluation of safflower (*Carthamus* spp.) genotypes in multi-environment trials by nonparametric method. Asian. J. Plant Sci., 6: 827-832.
- Adeyemo, M. O., Fakorede, M. A. B. (1990): Stability and environmental responses of topcross hybrids, varietal hybrids and open-pollinating cultivars of maize. Turrialba 40, 299-303.
- Adugna, A. (2008): Assessment of yield stability in sorghum using univariate and multivariate statistical approaches. Hereditas 145: 28-37.
- Akçura, M., Kaya, Y. (2008): Nonparametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Genet. Mol. Biol. 31:906-913.
- Akçura, M., Kaya, Y., Taner, S. (2009): Evaluation of durum wheat genotypes using parametric and nonparametric stability statistics. Turkish J. of Field Crops 14: 111-122.
- Allard, R. W., Bradshaw, A. D. (1964): Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Sci. 4, 503-508.
- Arias, E. R. A., Ramalho, M. A. P., Ferreira, D. F. (1996): Adaptability and stability of maize varieties in Mato Grosso do Sul state. Ciencia e Agrotechnologia, No.20,415-420.
- Balalić, I., Zorić, M., Miklič, V., Terzić, S., Radić, V. (2011): Nonparametric stability analysis of sunflower oil yield trials. Helia 34: 67-78.
- Bantayehu, M. (2009): Analysis and correlation of stability parameters in malting barley. African Crop Science Journal 17: 145-153.
- Becker, H.C. (1981): Correlations among some statistical measures of phenotypic stability, Euphytica 30: 835-840.
- Becker, H. C., Leon, J. (1988): Stability analysis in Plant Breeding, Plant Breeding 101: 1-23.
- Bouslama, M., Schapaugh, W. T. (1984): Stress tolerance in soybean. Part 1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci.24: 933-937.
- Brkić, I. (1996): Oplemenjivačka vrijednost samooplodnih linija kukuruza podrijetlom iz različitih heterotičnih skupina. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Cross, H. Z. (1977): Interrelationships among yield stability and yield components in early maize, *Crop Sci.* 17: 741-745.

Čvarković, R., Branković, G., Čalić, I., Delić, N., Živanović, T., Šurlan Momirović, G. (2009): Stability of yield and yield components in maize hybrids. *Genetika* 41, 215-224.

Diepenbrock, W. A., Leon, J., Clasen, K. (1995): Yielding ability and yield stability of linseed in Central Europe, *Crop Sci.* 87, 84-88.

Eagles. H. A., Frey, K. J. (1977): Repeatability of the stability-variance parameter in oats, *Crop Sci.* 17, 253-256.

Eberhart, S. A., Russell, W. A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6, 36-40.

Finlay, K. W., Wilkinskon, G. N. (1963): The analysis of adaptation in a plant-breeding programme, *Aust. J. Agric. Res.* 14, 742-754.

Fox, P. N., Skovmand B., Thompson B. K., Braum H. J., Cormier, R (1990): Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica* 47: 57-64.

Francis, T. R., Kannenberg, L. W. (1978): Yield stability studies in short season maize, I. A descriptive method for grouping genotypes, *Con. J. Plant. Sci.* 58, 1029-1034

Freeman, G. H., Perkins, J. M. (1971): Environmental and genotype-environmental components of variability, VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments, *Heredity* 27, 15-23.

Gunjača, J. (1997): Procjena stabilnosti prinosa iz nebalansiranih setova podataka. Magistarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Hallauer, A. R. (1981): Quantitative genetics in maize breeding, first edition, Iowa State University Press.

Hallauer, A. R., Russell, W. A., Lamkey, K. R. (1988): Corn Breeding. Corn and Corn Improvement, Third Edition. Edited by G. F. Sprague and J. W. Dudley, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, p. 469-564.

Huehn, V. M. (1979): Beiträge zur Erfassung der phänotypischen Stabilität. *Edv. Med. Biol.* 10: 112-117.

Huehn, M. (1990a): Non-parametric measures of phenotypic stability: Part I. Theory. *Euphytica* 47: 189-194.

- Huehn, M. (1990b): Non-parametric measures of phenotypic stability: Part II. Theory. *Euphytica* 47: 195-201.
- Jambrović, A. (2001): Različitost i broj lokacija za testiranje hibrida kukuruza. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Kadhem, F. A., Al-Nedawi, I. S., Al-Atabe, S. D., Baktash, F. Y. (2010): Association between parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *Diyala Agricultural Sciences Journal*. 2: 20-33.
- Kadlec, M., Letal, J., Vožda, J. (1989): Evaluation of yield stability in maize genotypes by regression analysis and joint regression analysis, *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*, 37, (3-4) 15-22.
- Kang, M. S., Gorman, D. P. (1989): Genotype $\times$ environment interaction in maize, *Agron. J.* 81, 662-664.
- Kang, M. S. and J.D. Miller (1984): Genotype $\times$ environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding, *Crop Sci.* 24, 435-440.
- Kang M. S., Gorman, D. P., Pham, H. N. (1991): Application of stability statistics to international maize yields trials. *Theor. Appl. Genetics*, 81, 162-165.
- Karimizadeh, R., Mohammadi, M., Sabaghnia, N., Hosseinpour, T., Shafazadeh, M. K. (2012): Analysis of genotype and genotype $\times$ environment interaction in durum wheat in warm rainfed areas of Iran. *Crop Breeding Journal* 2(2): 71-78.
- Knight, R. (1970): The measurement and interpretation of genotype-environment interactions. *Euphytica* 19, 225-235.
- Lin, C. S., Binns, M. R., Lefkovitch, L. P. (1986): Stability analysis: Where do we stand? *Crop Sci.* 26, 894-900.
- Lin, C. S., Binns, M. R. (1988): A superiority measure of cultivar performance for cultivar $\times$ location data. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 193-198.
- Magari, R. (1989): Adaptability to environmental conditions in cultivated maize populations and hybrids in Albania. *Buletini i Shkencave Bujqesore*, No. 3, 123-129.
- Martin Alberts, J. A. M. (2004): A comparison of statistical methods to describe genotype $\times$ environment interaction and yield stability in multi-location maize trials. Thesis of Magister Scientiae Agriculture in the Faculty of Agriculture at the University of the Free State. Bloemfontein, 2004, 1-93.

Milas, S. (1983): Metode procjene parametara stabilnosti prinosa nekih hibrida kukuruza i sorata pšenice. Magistarski rad. Fakultet Poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Milas, S. (1989): Odnosi parametara stabilnosti i koeficijenta veze za prirodu i komponente prirode kod nekih genotipova kukuruza i pšenice, Doktorska disertacija. Fakultet Poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Mohammadi, R., Abdulahi, A., Haghparast, R., Aghaee, M., Rostaei, M. (2007): Nonparametric methods for evaluating of winter wheat genotypes in multi-environment trials. World J. Agric. Sci., 3: 237-242.

Mohammadi R., Amri A. (2008): Comparison of parametric and nonparametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. Euphytica, 159: 419-432.

Mohammadi, R., Aghaee, M., Haghparast, R., Pourdad, S. S., Rostaei, M., Ansari, Y., Abdulahi, A., Amri, A. (2009): Association among non-parametric measures of phenotypic stability in four annual crops. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1): 20-24.

Mut, Z., Gülümser, A., Sirat, A. (2010): Comparison of stability statistics for yield in barley (*Hordeum vulgare* L.). African Journal of Biotechnology 9(11):1610-1618.

Nassar, R., Huehn, M. (1987): Studies on estimation phenotypic stability. Biometrics 43:45-53.

Peterson, C. J., Moffatt, J. M., Erickson, J. R. (1997): Repeatability of Yield Stability of hybrids vs. Pureline Hard Winter Wheats in Regional Performance Trials, Crop Sci. 37,(1), 116-120.

Pietrzykowski, R., Madry, W., Erickson, R. (1996): Analysis of stability and adaptation of genotypes to environments on the base of multi-environmental series of experiments of maize, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, No.200, 33-39.

Pinthus, M. J. (1973): Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica, 22, 121-123.

Plaisted, R. L., Peterson, L. C. (1959): A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. Am. Potato Jour. 36, 381-385.

Plaisted, R. L. (1960): A shorter method for evaluation the ability of selections to Yield consistently over locations. Am. Potato Jour. 37, 166-172.

Radić, Lj. (1986): Kukuruz u Slavoniji i Baranji, Oplemenjivanje, knjiga III, rukopis, Poljoprivredni institut Osijek.

Radić, Lj., Brkić, I., Vujević, S. (1994): Doprinos oplemenjivanja na Poljoprivrednom institutu Osijek proizvodnji kukuruza u istočnoj Hrvatskoj od 1960. do 1993. godine. Poljoprivredne aktualnosti, 30, 1-2, 367-385.

Roemer, J. (1917): Sinde die ertagdreichen sorten ertagssicherer? Mitt DLG. 32, 87-89.

Romagosa, I., Fox, P. N. (1993): Genotype $\times$ environment interaction and adaptation. U: Plant breeding: Principles and prospects: 373-390 (ed. M. D. Hayward, N. O. Bosemark and I. Romagosa), Chapman & Hall, London.

Rosielle, A. A., Hamblin, J. (1981): Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21, 943-946.

Rozman, L. (1994): Doprinos oplemenjivanja povećanju i stabilnosti prinosa hibrida kukuruza FAO grupe 100 i 200. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Rozman, L., Vasilj, Đ., Kozumplik, V. (1997): Yield stability in long- term relased maize hybrids FAO 100 and 200. Journal of Agronomy and top Science, 179, (4), 193-199.

Scapim, C. A., Oliveira, V. R., Braccini, A. L., Cruz, C. D., Andrade, C. A. B., Vidigal, M. C. G. (2000): Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. Genet. Mol. Biol. 23: 387-393.

Schnell, F. W. (1967): Die Methoden zur Erfassung der phanotypischen Stabilitat von Zuchtsorten, Arbeitsgemeinschaft Biometrie, DLG-Pflanzenzuchtteilung, Rundschreiben 1/1967: 18-21.

Schnell, F. W., Becker, H. C. (1986): Yield and yield stability in a balanced system of widely differing population structures in *Zea mays* L., Plant Breeding 97, (1), 30-38.

Shah, S. H., Shah, S. M., Khan, M. I., Ahmed, M., Hussain, I., Eskridge, M. (2009): Nonparametric methods in combined heteroscedastic experiments for assessing stability of wheat genotypes in Pakistan. Pak. J. Bot., 41(2): 711-730, 2009.

Shukla, G. K. (1972): Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29, 237-245.

Sikora I. (1973): Procjena stabilnosti jednostrukih hibrida OSSK 295 i OSSK 619, Zbornik radova Poljoprivrednog instituta Osijek, sv. 1, 29-36.

Sneller, C. H., Kilgore-Norquest, L., Dombek, D. (1997): Repeatability of yield stability statistics in soybean, *Crop Sci.* 37, (2), 383-390.

Smith, J. S. C., Duvick, D. N., Smith, O. S., Grunst, A., Wall, S. J. (1999): Effect of hybrid breeding on genetic diversity in maize. p. 119–126. *In* J.G. Coors and S. Pandey (ed.) Genetics and exploitation of heterosis in crops, Mexico City. 17–22 Aug 1997. ASA and CSSA, Madison, WI.

Sprague, G. F., Dudley, J. W. (1988): Corn and Corn Improvement. Third Edition.

Steel, R. G., Torrie, J. H. (1980): Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill. New York.

Šimić, D., Gunjača, J., Zdunić, Z., Brkić, I., Kovačević, J. (2003): Biometrical characterization of test sites for maize breeding. *Poljoprivreda* 9: 18-24.

Talebi, R., Fayaz, F., Naji, A. M. (2009): Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Gen Appl Plant Physiol.* 35: 64-74.

Vasilj, Đ., Milas, S. (1981): Analiza interakcije genotip x okolina u procjeni stabilnosti nekih kvantitativnih svojstava, *Genetika* 13, 105-114.

Vasilj, Đ., Milas, S. (1984): Relationship between stability parameters estimated with different methods for some maize and wheat genotypes. *Votr. Pflanzenzuech* 7, 266-279.

Wricke, G. (1962): Über eine Methode zur Erfassung der Ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtung* 47, 92-96.

Wricke, G. (1964): Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 52: 127-138.

Wricke, G., Weber, W. E. (1980): Erweiterte Analyse von Wechselwirkungen in Yerstichserien. *In*: Kopcke, W. and K. Überla (eds.) Biometrie-heute und morgen. 87-95.

Yue, G. L., Roozeboom, K. L., Schapaugh, W. T., Liang, G.H. (1997): Evaluation of soybean cultivars using parametric and non-parametric stability estimates. *Plant Breeding* 116: 271-275.

Vales, F., Cochran, W. G. (1938): The analysis of groups of experiments, *J. Agric. Sci. Camb.* 28, 556-580.

Zdunić, Z. (1998): Stabilnost i adaptabilnost prinosa novih OS hibrida kukuruza. Magistarski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Zdunić, Z. (2001): Optimalna procjena oplemenjivačke vrijednosti linija kukuruza (*Zea mays L.*). Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

SAŽETAK

Praktično oplemenjivanje kukuruza ima za cilj stvaranje hibrida koji po svojim agronomskim svojstvima nadmašuju proširene standarde u određenom uzgojnom području. Idealan hibrid bi u svim okolinama trebao ostvarivati jednako visok prinos, što se praktično nikada ne događa, jer različiti hibridi ne reagiraju jednako na različite okoline (postojanje interakcije genotip $\times$ okolina). To znači da je superiorni hibrid moguće detektirati jedino ispitivanjem na više različitih lokacija i tijekom više godina, odnosno procjenom stabilnosti svakog pojedinog hibrida. Stabilan genotip odlikuje se malom interakcijom genotip $\times$ okolina, dok kod manje stabilnih genotipova ta interakcija ima veću vrijednost. Za objašnjenje ove interakcije korištene su metode kvantitativne analize koje sumiraju reakcije genotipa na različitim lokacijama i u različitim godinama. Ove metode se temelje na varijanci $G \times E$ interakcije, regresiji ili varijanci odstupanja od regresije, koeficijentu determinacije, ekovalenci i slično. Hibridi za pokuse formirani su po modelu križanja linija podrijetlom iz različitih heterotičnih skupina. Pedigre selekcijom odabrano je ukupno 75 linija, od kojih 30 linija podrijetlom iz heterotične skupine Iowa Dent, 20 linija podrijetlom iz skupine Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS-B73), 15 linija podrijetlom iz skupine Lancaster Sure Crop i 10 linija podrijetlom iz skupine BSSS-B37. Od ovih linija formirano je ukupno 45 single cross hibrida FAO grupe 400-600. Ovi hibridi razvrstani su po dužini vegetacije u tri pokusa po 16 članova, s time da je svaki deseti član u pokusu bio standard. Pokusi su posijani na tri lokacije (Osijek, Sisak, Rugvica) kroz dvije godine. Analizirana su svojstva prinos zrna sa 14 % vlage i sadržaj vode u zrnu prije berbe. Od parametrijskih metoda procjene stabilnosti korištene su koeficijent varijacije (CV), indeks stabilnosti (YSI, WSI), umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti ($YR \times YSI$), regresijski koeficijent (b_i), varijanca odstupanja od regresije (s^2_{di}), koeficijent determinacije (r^2), ekovalenca (W_i) itd. U FAO grupi 400 hibrid H8 imao je najpovoljnije procjene pokazatelja stabilnosti, dok je hibrid H4 imao najmanji prinos zrna i najlošije procjene pokazatelja stabilnosti. U FAO grupi 500 najveći prinos zrna postigao je hibrid H10, koji se ujedno odlikovao i najpovoljnijim procjenama pokazatelja stabilnosti. Najmanji prinos unutar FAO grupe 500 imao je hibrid H3 koji je ujedno imao i veću nestabilnost. U FAO grupi 600 najveći prinos zrna postigao je hibrid H8, ali pojedini pokazatelji stabilnosti (r^2 , b_i , W_i) za ovaj hibrid bili su nepovoljni. Najmanji prinos zrna u FAO grupi 600 procijenjen je u prosjeku lokacija i godina za hibrid H13 koji je pokazao izrazitu nestabilnost prinosa zrna po svim ispitivanim pokazateljima. Kod izbora hibrida u cilju povećanja prinosa zrna i stabilnosti prinosa, koji se obavlja na temelju više različitih okolina (više lokacija i godina), moguće je preporučiti korištenje pokazatelja kao što su indeks stabilnosti prinosa, te umnožak relativnog prinosa zrna i indeksa stabilnosti. Navedeni pokazatelji se jednostavno izračunavaju, a koeficijenti ranga korelacija ukazuju na njihovu povoljnu vezu s prinosom zrna i pojedinim pokazateljima stabilnosti prinosa u svim istraživanim FAO grupama i hibridima. Dobiveni rezultati ukazuju na značaj okoline za proizvodnju i izbor hibrida, odnosno na činjenicu da će vjerojatnost za izbor rodnijih i stabilnijih hibrida biti veća ako se temelji na rezultatima ostvarenim u manje povoljnim okolinama. U svim FAO grupama ispitivani pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu nisu toliko čvrsto vezani s prosječnim sadržajem vode pojedine FAO grupe (FAO 400: $r = -0.303$ do 0.545 ; FAO 500: $r = -0.499$ do 0.488 ; FAO 600: $r = -0.334$ do 0.259), ali su značajni jer se izborom na temelju pokazatelja stabilnosti može smanjiti sadržaj vode, posebno u okolinama gdje sadržaj vode u zrnu predstavlja ograničavajući čimbenik uzgoja kukuruza.

SUMMARY

Objective of classic maize breeding is developing hybrids with superior agronomic traits that exceed standard hybrids that are present in particular maize growing area. Ideal maize hybrid should provide equally high yield in all environments, but that practically never occurs since different hybrids don't react equally to different environments (genotype $\times$ environment interaction). Therefore, the best option for detection of superior hybrids is multiple environment (location $\times$ year) testing, which represents stability estimation of each hybrid. Genotype $\times$ environment interaction shows lower values with stable genotypes, and higher values with less stable genotypes. Methods of quantitative analysis, which sum up genotype reactions in different locations and in different years, were used to determine G $\times$ E interaction. These methods are based on G $\times$ E interaction variance, regression or regression deviation variance, coefficient of determination, ecovalence etc. Trial hybrids were formed by crossing inbred lines from different heterotic groups. Total of 75 lines were selected by pedigree selection, 30 lines originating from Iowa Dent, 20 lines originating from Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS-B73), 15 lines originating from Lancaster Sure Crop and 10 lines originating from BSSS-B37 heterotic group. Total of 45 single cross hybrids (FAO 400-600) were formed from these inbred lines. Hybrids were classified by vegetation duration in three trials, each with 16 treatments (every tenth treatment was a standard hybrid). Trials were set at three locations (Osijek, Sisak, Rugvica) in two years. Two main traits were analyzed – grain yield (14 % grain moisture) and grain moisture content before harvest. Parametric methods for stability estimation were variation coefficient (CV), stability index (YSI, WSI), product of relative grain yield and stability index (YR $\times$ YSI), coefficient of regression (b_i), regression deviation variance (s^2_{di}), coefficient of determination (r^2), ecovalence (W_i) etc. In group FAO 400 hybrid H8 had the best stability estimation parameters, while hybrid H4 showed lowest grain yield and worst stability estimation parameters. In group FAO 500 hybrid H10 showed highest grain yield and best stability estimation parameters. Hybrid H3 had lowest yield in group FAO 500, along with greater instability. In group FAO 600 highest grain yield was achieved with hybrid H8, however certain stability estimation parameters (r^2 , b_i , W_i) were unfavorable for this hybrid. Lowest grain yield in group FAO 600 was with hybrid H13 which showed significant instability of grain yield according to all estimated parameters. Stability estimation parameters such as yield stability index, product of relative grain yield and stability index, are recommended for selection of hybrids with high grain yield that is performed across multiple environments. Such parameters are easy to calculate, and rank coefficients point at their positive correlation with grain yield as well as with certain yield stability parameters in all estimated FAO groups and hybrids. Results of this research explain the importance of environment in hybrid selection and growing, i. e. the fact that probability for selection of hybrids with good maturity and stability will be higher if it is based on results from less favorable environments. In all FAO groups estimated stability parameters for grain moisture content were not tightly correlated with average moisture content of each individual FAO group (FAO 400: $r = -0.303$ do 0.545 ; FAO 500: $r = -0.499$ do 0.488 ; FAO 600: $r = -0.334$ do 0.259). However, they are important because selection based on stability parameters can reduce grain moisture content, especially in environments where grain moisture content represents limiting factor for maize growing.

PRILOZI

Popis tablica

Tablica 1 Postupak razvoja inbred linija i hibrida na Poljoprivrednom institutu Osijek u razdoblju od 1994. do 2004. godine (str. 14)

Tablica 2 Odabrane linije razvrstane po vegetacijskim grupama i genetskoj pripadnosti pojedinim heterotičnim skupinama (str. 14)

Tablica 3 Genetska struktura odabranih hibrida razvrstanih po pokusima i FAO grupama (str. 15)

Tablica 4 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 30)

Tablica 5 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (str. 31)

Tablica 6 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 400 (str. 33)

Tablica 7 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 34)

Tablica 8 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 400 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale (str. 40)

Tablica 9 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 44)

Tablica 10 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (str. 46)

Tablica 11 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 500 (str. 51)

Tablica 12 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 52)

Tablica 13 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 500 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale (str. 53)

Tablica 14 Prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 57)

Tablica 15 Prosječni prinos zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije prinosa zrna, indeks stabilnosti prinosa zrna i umnožak relativnog prinosa zrna s indeksom stabilnosti prinosa zrna (str. 58)

Tablica 16 Pokazatelji stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 600 (str. 65)

Tablica 17 Rang prinosa zrna, prosječni rang prinosa zrna i varijanca ranga prinosa zrna 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 66)

Tablica 18 Koeficijenti korelacije između prinosa zrna i pokazatelja stabilnosti prinosa zrna hibrida FAO 600 – korelacija rangova (r_s) (neparametrijska metoda) je iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti (r) (parametrijska metoda) ispod dijagonale (str. 67)

Tablica 19 Korelacijski koeficijenti između sadržaja vode u zrnu i prinosa zrna hibrida FAO grupe 400, 500 i 600 po lokacijama i godinama izvođenja komparacijskih pokusa (str. 72)

Tablica 20 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 73)

Tablica 21 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (str. 74)

Tablica 22 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 400 (str. 75)

Tablica 23 Rang sadržaja vode u zrnu, prosječni rang sadržaja vode u zrnu i varijanca ranga sadržaja vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 400 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 76)

Tablica 24 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 400 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale (str. 77)

Tablica 25 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 84)

Tablica 26 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (str. 85)

Tablica 27 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 500 (str. 86)

Tablica 28 Rang sadržaja vode u zrnu, prosječni rang sadržaja vode u zrnu i varijanca ranga sadržaja vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 500 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 87)

Tablica 29 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 500 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale (str. 91)

Tablica 30 Sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 96)

Tablica 31 Prosječni sadržaj vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine, koeficijent varijacije sadržaja vode u zrnu, indeks stabilnosti sadržaja vode u zrnu i umnožak obrnutog razmjera relativnog sadržaja vode u zrnu ($1/WR$) s indeksom stabilnosti sadržaja vode u zrnu (WSI) (str. 97)

Tablica 32 Pokazatelji stabilnosti sadržaja vode u zrnu hibrida kukuruza FAO 600 (str. 98)

Tablica 33 Rang sadržaja vode u zrnu, prosječni rang sadržaja vode u zrnu i varijanca ranga sadržaja vode u zrnu 16 hibrida kukuruza FAO 600 na lokacijama Osijek, Rugvica i Sisak 2008. i 2009. godine (str. 99)

Tablica 34 Koeficijenti korelacije između sadržaja vode u zrnu kukuruza i pokazatelja stabilnosti sadržaja vode u zrnu kukuruza hibrida FAO 600 – korelacija rangova (neparametrijska metoda) iznad dijagonale i korelacija nominalnih vrijednosti metoda ispod dijagonale (str. 103)

Popis grafova

Graf 1 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Osijeka (str. 26)

Graf 2 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Osijeka (str. 26)

Graf 3 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Zagreba (Rugvica) (str. 27)

Graf 4 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Zagreba (Rugvica) (str. 27)

Graf 5 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2008. proizvodnu godinu za područje Siska (str. 28)

Graf 6 Klimadijagram (po H. Walteru) prosječnih mjesečnih temperatura (°C) i oborina (mm) za 2009. proizvodnu godinu za područje Siska (str. 28)

Graf 7 Prinos zrna hibrida H7 i H16 FAO grupe 400 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H7: $b_i = 0.789$; H16: $b_i = 1.400$) (str. 41)

Graf 8 Prinos zrna četiri hibrida (H3, H8, H11 i H15) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 400 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 42)

Graf 9 Prinos zrna hibrida H4 i H6 FAO grupe 500 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H4: $b_i = 1.423$; H6: $b_i = 0.468$) (str. 54)

Graf 10 Prinos zrna četiri hibrida (H8, H10, H11 i H13) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 500 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 56)

Graf 11 Prinos zrna hibrida H8 i H13 FAO grupe 600 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije prinosa zrna (H8: $b_i = 0.361$; H13: $b_i = 1.770$) (str. 68)

Graf 12 Prinos zrna četiri hibrida (H2, H8, H10 i H14) najvećeg prosječnog prinosa zrna u FAO grupi 600 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 69)

Graf 13 Sadržaj vode u zrnu hibrida H4 i H16 FAO grupe 400 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (H4: $b_i = 0.836$; H16: $b_i = 1.194$) (str. 81)

Graf 14 Sadržaj vode u zrnu četiri hibrida (H2, H3, H4 i H8) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 400 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 82)

Graf 15 Sadržaj vode u zrnu hibrida H6 i H9 FAO grupe 500 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (H6: $b_i = 0.811$; H9: $b_i = 1.204$) (str. 93)

Graf 16 Sadržaj vode u zrnu četiri hibrida (H7, H8, H11 i H12) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 500 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 94)

Graf 17 Sadržaj vode u zrnu hibrida H11 i H13 FAO grupe 600 s najmanjim i najvećim koeficijentom regresije sadržaja vode u zrnu (H11: $b_i = 0.748$; H13: $b_i = 1.245$) (str. 104)

Graf 18 Sadržaj vode u zrnu četiri hibrida (H3, H6, H8 i H14) najmanjeg prosječnog sadržaja vode u zrnu u FAO grupi 600 u odnosu na prosječni prinos zrna po okolinama (godine i lokacije) (str. 105)

ŽIVOTOPIS

Rođen sam 18. siječnja 1960. godine u Iloku, gdje sam završio osnovnu školu, a potom srednju poljoprivrednu školu. Upisao sam Poljoprivredni fakultet u Osijeku 1978. godine i završio kao jedinstvenu cjelinu studij sedmog stupnja u trajanju od osam semestara na ratarskom smjeru. Radio sam šest godina kao glavni tehnolog ratarstva u PIK Šid. Od 1990. godine radim u „OTP Osijek“ kao komercijalist, a kasnije kao komercijalni direktor. 2000. godine zaposlio sam se u IPK Erdutski vinogradi d.o.o. kao direktor komercijale. Novi radni odnos na neodređeno vrijeme sklapam s firmom Agro – Ilok d.d. u rujnu 2005. godine kao predsjednik uprave dioničkog društva. Intenzivno radimo na osuvremenjivanju firme, kako u proizvodno-tehnološkom smislu, tako i na pozicioniranju tvrtke na tržištu. U roku od nekoliko mjeseci uspjeli smo pozicionirati vlastite proizvode u najznačajnijim trgovačkim lancima diljem Hrvatske; posaditi 101 ha novih nasada vinove loze i napraviti projekte za značajno proširenje preradbenih kapaciteta u vinariji koji su se trebali realizirati tijekom prethodnih godina. Dio je ostvaren, a ostatak investicijskog programa realizirat će se u narednom periodu, ovisno o interesu vlasnika. Godine 2005. upisao sam doktorski studij na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Sudjelovao sam u nizu poslovnih usavršavanja iz područja poljoprivrede i ekonomije. Oženjen sam i otac troje djece.