



## Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.)

Ana Marjanović-Jeromela · Sreten Terzić · Miroslav Zorić · Radovan Marinković ·  
Jovanka Atlagić · Petar Mitrović · Željko Milovac

primljeno / received: 03.11.2010. prerađeno / revised: 23.11.2010. prihvaćeno / accepted: 25.11.2010.  
© 2011 IFVC

**Izvod:** U cilju ocene stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice u promenljivim klimatskim uslovima severnog dela Srbije, urađena je analiza ogleđa izvedenih u periodu 2007-2010. Analiziran je prinos semena, sadržaj i prinos ulja 40 sorti ozime i 9 sorti jare repice. Utvrđeno je da su godine imale najznačajniji uticaj na prinos semena i ulja. Interakcija genotip (sorta) × spoljašnja sredina (godina) dalje je analizirana primenom AMMI (aditivni glavni efekti i višestruka interakcija) modela. U uslovima koji su vladali u godinama ispitivanja na lokalitetu Rimski Šančevi, prema analizi regresionog koeficijenta ( $b$ ) i ekvalence ( $W$ ) i AMMI modela, za prinos semena kao najstabilnije i visokoprinodne su se izdvojile ozime sorte Nena i NS-L-102, a za prinos ulja i hibridna sorta NS-H-R-3. Ove sorte se preporučuju za uključivanje u dalje oplemenjivačke programe i za proizvodnju u uslovima navedenim u radu.

**Cljučne reči:** interakcija sa izmenom ranga, prinos semena, prinos ulja, stabilnost

### Uvod

Uljana repica (*Brassica napus* L.) je u svetskim razmerama na trećem mestu kao izvor biljnih ulja i obezmaščene sačme (www.faostat.org). Ozime forme se uglavnom gaje u umerenom klimatskom pojasu, dok se jare sorte gaje u hladnijim klimatskim područjima. Stare sorte uljane repice su u ulju imale čak do 50% eruka kiseline (C22:1) što je masna kiselina bez hranljive vrednosti, štetna po zdravlje jer oštećuje krvne sudove i izaziva hemolitsku anemiju. Intenzivnim oplemenjivačkim radom stvorene su sorte sa manje od 2% eruka kiseline u ukupnom sadržaju ulja („0“ sorte). Ovakve sorte se mogu bez zdravstvenih ograničenja koristiti u prehranbene svrhe.

Uljane pogače, koje ostaju nakon ekstrakcije ulja su visokokvalitetno proteinska komponenta u koncentrovanoj hrani za domaće životinje. Ograničavajući činilac korišćenja sačme u ishrani bili su glukozinolati i alkaloidi koji se u organima za varenje životinja razlažu na vrlo toksična jedi-

njenja. Njihov sadržaj je kod tradicionalnih sorti iznosio i do 450 mmol g<sup>-1</sup>. Savremene sorte uljane repice sadrže svega 15-20 mmol g<sup>-1</sup> glukozinolata što se smatra bezopasnom količinom u ishrani domaćih životinja („00“) (Friedt & Snowdon 2009).

Danas se često uljane repice sa niskim sadržajem štetnih materija u semenu nazivaju *canola*, a ulje dobiveno od njih kanola ulje. Etimološki reč *canola* je skraćenica od sledećih reči: *Canadian Oil Low Acid*.

Stalno povećanje potreba za hranom i sirovinama za preradu, na koje mora da odgovori poljoprivredna proizvodnja, rasprostranjenost i značaj uljanih biljnih vrsta, kao razlozi za povećanje prinosa u Srbiji zahtevaju stalno proučavanje genetike i njenu primenu u oplemenjivanju uljane repice. Nepovoljan uticaj faktora spoljne sredine na prinos i kvalitet uljane repice značajno može redukovati efekte rada oplemenjivača u realizaciji perspektivnih sorti.

Novе sorte testiraju se u različitim uslovima spoljašnjih sredina (godina, lokalitet) u cilju iz-

A. Marjanović-Jeromela (✉) · S. Terzić · R. Marinković · J. Atlagić ·  
P. Mitrović · Ž. Milovac  
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi  
Sad, Srbija  
M. Zorić  
Tehnološki fakultet, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija  
e-mail: ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs

Ovo istraživanje je rezultat projekta TR31025 „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene“ Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije / This research results from project TR31025 „Development of new varieties and production technology improvement of oil crops for different purposes“ funded by Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

bora sorte i davanja preporuke proizvođačima za setvu. Interakcija genotipa i spoljašnje sredine komplikuje agronomska i oplemenjivačka istraživanja, jer se vrednost neke osobine ne može tumačiti samo na osnovu glavnih efekata: genotipa i spoljašnje sredine. Interakcija otežava preporuku sortimenta za neki region, odnosno specifičnu spoljašnju sredinu (Ebdon & Gauch 2002). Sa povećanjem uticaja interakcije, teže je izabrati najbolje genotipove. Ukoliko se zbog interakcije rang genotipova u različitim sredinama menja, genotipovi odabrani kao najbolji u jednoj sredini mogu u drugoj biti izrazito slabi. Interakcija koja uzrokuje promene ranga genotipova zove se kvalitativna interakcija ili interakcija sa izmenom ranga (Baker 1988) i od velikog je značaja za oplemenjivanje biljaka čime se ističe važnost analize frekvencije i magnitude ovog tipa interakcije u oplemenjivačkim ogledima (Singh et al. 1999).

Sorte koje imaju manji doprinos interakciji manje su osetljive na promene uslova sredine, pa se vrednosti ispitivanih osobina neće mnogo menjati sa promenom uslova sredine. Takve sorte su stabilne. Jedna od najznačajnijih i najviše upotrebljivanih multivarijacionih statističkih modela je AMMI (engl. *Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*) prema Gauch & Zobel (1996). Isti autori ga smatraju inicijalnim modelom u analizi podataka iz višegodišnjih ili višelokacijskih oplemenjivačkih ogleda, jer omogućuje analitički pristup u dijagnozi drugih pogodnijih statističkih modela za analizu podataka. Naravno, to je pogodan za razumevanje kompleksnosti odnosa genotipa i spoljašnje sredine (Zobel et al. 1988, Crossa et al. 1990). Autori Shafi & Price (1998) ističu prednost AMMI modela u situaciji značajne interakcije, a ne značajnih glavnih efekata ili kada na strukturu interakcije utiče jedna ili više ekstremnih vrednosti. Ovom se analizom otkriva visoko značajna komponenta interakcije koja ima odgovarajuće agronomsko značenje. Veličina interakcije pokazuje uticaj spoljašnje sredine na adaptabilnost i stabilnost, koja je poželjna osobina samo ukoliko je u vezi sa prinosom iznad proseka (Yan & Hunt 2003). Uprkos širokoj primeni ovog modela u literaturi jedan od značajnih nedostataka je nemogućnost razlikovanja interakcija sa izmenom ranga od interakcija bez izmene ranga.

Cilj istraživanja u ovom radu je bio da se oce- ni stabilnost NS sorti uljane repice u varijabilnim klimatskim uslovima severnog dela Srbije. Ovakvi rezultati su veoma značajni za razvoj i preporuku najboljih sorti za specifična područja gajenja kao i za odabir kriterijuma u selekciji.

## Materijal i metode rada

Eksperimentalni materijal u ogledu vrlo je varijabilan i obuhvata sortu Banačanka, koja je standard za sorte ozime uljane repice u Komisiji za priznavanje sorti uljanih biljaka u Republici Srbiji, zatim registovane ozime sorte (Slavica, Nena, Kata, Branka, Zlatna, Nevena, Jasna, Zorica), sorte u priznavanju (Ilija, Elena, Marija), kao i hibridne sorte u postupku registracije (NS-H-1, NS-H-2, NS-H-3), a takođe i jare sorte i to registovane u Srbiji (Jovana, Mira) i 7 sorti u postupku testiranja. Jare sorte uključene su u ispitivanje kako bi se testirala njihova pripadnost fakultativnom tipu sorti. Analiziran je prinos semena i ulja kod 49 sorti uljane repice iz selekcionog programa Odeljenja za uljane kulture Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Ova istraživanja predstavljaju deo kontinuiranog rada na ispitivanju sorti uljane repice u našim agroekološkim uslovima i u radu je prikazan jedan deo rezultata višegodišnjih mikro-ogleda koji je izveden na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima (SGD: 19° 51'; IGŠ: 45° 20'; nmv: 84 m) na zemljištu tipa černozem. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja tokom vegetacionih sezona 2007-2008, 2008-2009. i 2009-2010. Setva je obavljena mašinski u prvoj polovini septembra na međuredni razmak 25 cm, a razmak unutar reda od 5 cm dobijen je proređivanjem u fazi F4-F5. Veličina ogledne parcele je 5 m<sup>2</sup>. Tokom vegetacije primenjena je uobičajena agrotehnika za ovu kulturu, a žetva je izvršena u optimalnom roku u prvoj i trećoj godini ogleda, dok je u drugoj godini kasnila zbog obilnih i učestalih padavina.

Prinos semena u tehnološkoj zrelosti biljaka meren je nakon žetve i obračunat na 9% vlage. Sadržaj ulja određen je NMR (nuklearno-magnetna rezonanca) metodom u Hemijskoj laboratoriji Odeljenja za uljane kulture Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Prinos ulja izračunat je kao proizvod prinosa semena i sadržaja ulja.

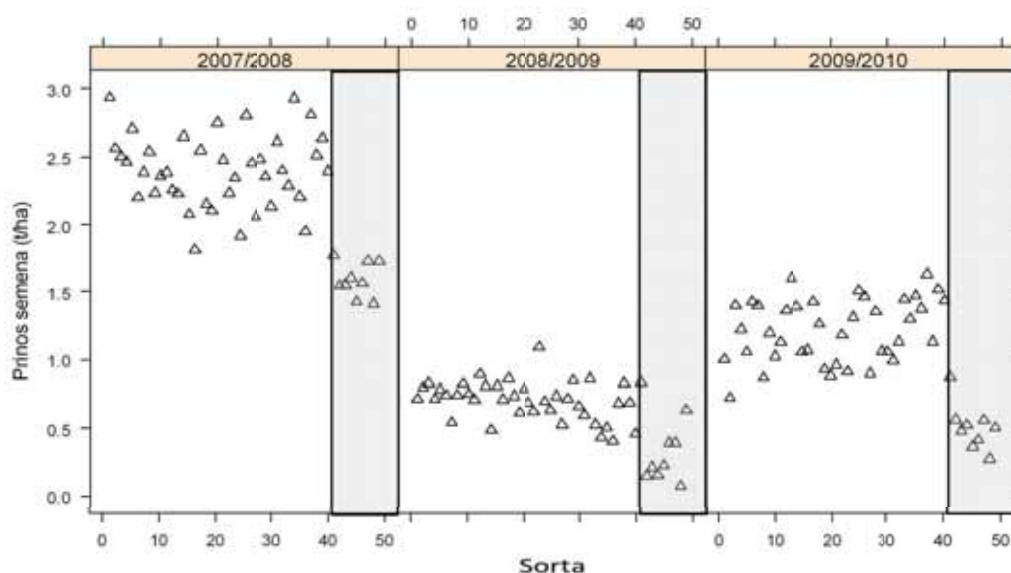
Inicijalna obrada podataka izvršena je primenom analize varijanse faktorijalnog ogleda prema modelu slučajnog blok sistema, gde su svi efekti u modelu tretirani kao fiksni. S obzirom na činjenicu da je ogled izveden tokom trogodišnjeg perioda, upotrebljena je i kombinovana analiza varijanse sa dva faktora u izračunavanju glavnih efekata i odgovarajućih interakcija prvog reda. Na osnovu vrednosti sredina kvadrata pogreške, izračunati su LSD testovi za poređenje razlika između godina i sorti. Statistička obrada podataka urađena je primenom programa Statistica 8.0.

Ocena stabilnosti i adaptabilnosti je izvršena koristeći dva parametra: ekvalencu ( $W$ ), i regresioni koeficijent ( $b$ ) (Wricke, 1962). Rezultati su interpretirani po modelu Haufe & Geidel (1978; cit. prema Becker & Leon 1988).

Suma kvadrata interakcije sorte i godine analizirana je primenom AMMI modela (Gauch & Zobel 1996), a finalni rezultati modela su prikazani grafički. Broj adekvatnih komponenata za aproksimaciju interakcije određen je postdiktivnim  $F$  testom (Gauch & Zobel 1988). Statistička značajnost i broj interakcija sa izmenom ranga je analiziran primenom parametrijskog Azzalini–Cox testa (Azzalini & Cox 1984, Baker 1988). Za pretpostavljeni broj sorti i godina ukupni broj mogućih  $2 \times 2$  kombinacija je izračunat prema sledećoj formuli:  $a(a-1)b(b-1)/4$  gde je  $a$  – ukupan broj sorti u ogledu i  $b$  – ukupan broj godina u kojima su sorte testirane. Nulta hipoteza o postojanju interakcija sa izmenom ranga se prihvata ukoliko za bilo koji par sorti i godina sredina apsolutne vrednosti sorti prelaze kritičnu vrednost u obe spoljašnje sredine i imaju suprotan predznak razlika od jedne do druge spoljne sredine.

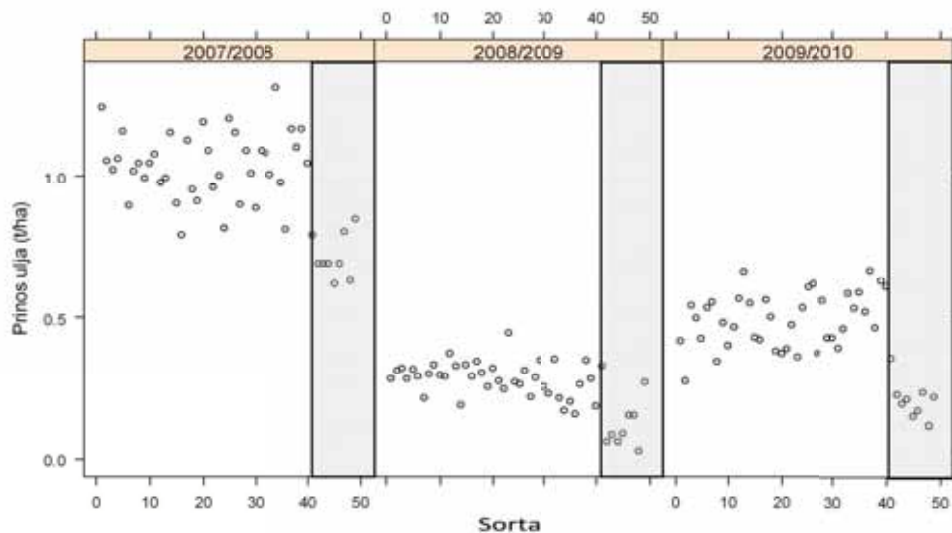
## Rezultati i diskusija

Radi lakšeg tumačenja rezultata razdvojene su ozime i jare sorte. Kod ozimih sorti prinos semena je varirao od 0,68 t ha<sup>-1</sup> (NS-L-46 u 2008/09) do 4,88 t ha<sup>-1</sup> (NS-L-44 u 2007/2008); sadržaj ulja od 37,5% (NS-L-51 u 2009/10) do 47,2% (NS-L-102 u 2007/08); prinos ulja od 0,25 t ha<sup>-1</sup> (NS-L-46 u 2008/09) do 2,20 t ha<sup>-1</sup> (NS-L-44 u 2007/08). Značajna variranja zapažena su i kod jarih sorti, tako je prinos semena varirao od 0,12 t ha<sup>-1</sup> (JR-NS-9 u 2008/09) do 1,32 t ha<sup>-1</sup> (JR-NS-6 u 2007/2008); sadržaj ulja od 37,1% (JR-NS-26 u 2008/09) do 49,2% (JR-NS-11 u 2007/08); prinos ulja od 0,05 t ha<sup>-1</sup> (JR-NS-9 u 2008/09) do 1,42 t ha<sup>-1</sup> (JR-NS-11 u 2007/08). Najviše prosečne vrednosti ovih svojstava u trogodišnjem periodu bile su kod ozimih sorti NS-L-47 za prinos semena (2,83 t ha<sup>-1</sup>), NS-L-102 za sadržaj ulja (44%), NS-L-102 i NS-L-47 za prinos ulja (1,17 t ha<sup>-1</sup>). Kod jarih sorti izdvojile su se po visini proseka JR-NS-6 za prinos semena (1,93 t ha<sup>-1</sup>), JR-NS-11 za sadržaj ulja (45,1%), JR-NS-6 za prinos ulja (0,82 t ha<sup>-1</sup>) (Graf. 1 i 2).



Grafikon 1. Prinos semena kroz tri godine za 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi  
Graph. 1. Seed yield in three years for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi

Ozime sorte / Winter cultivars: 1. NS-H-R 1, 2. NS-H-R 2, 3. NS-H-R-3, 4. Banaćanka, 5. Slavica, 6. NS-L-51, 7. NS-L-110, 8. Zlatna, 9. NS-L-74, 10. Branka, 11. NS-L-24, 12. NS-L-7, 13. Nevena, 14. NS-L-23, 15. Ilija, 16. Kata, 17. Nena, 18. NS-L-31, 19. NS-L-126, 20. NS-L-33, 21. NS-L-128, 22. NS-L-129, 23. Jasna, 24. NS-L-101, 25. Zorica, 26. NS-L-102, 27. NS-L-134, 28. NS-L-32, 29. NS-L-136, 30. NS-L-137, 31. NS-L-138, 32. NS-L-251, 33. NS-L-210, 34. NS-L-44, 35. NS-L-45, 36. NS-L-46, 37. NS-L-47, 38. NS-L-52, 39. Forward, 40. Maidan; Jare sorte / Spring cultivars: 41. JR-NS-6, 42. Mira, 43. Jovana, 44. JR-NS-26, 45. JR-NS-28, 46. JR-NS-36, 47. JR-NS-7, 48. JR-NS-9, 49. JR-NS-11



Grafikon 2. Prinos ulja kroz tri godine za 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi  
Graph 2. Three year oil yield for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi

Ozime sorte / Winter cultivars: 1. NS-H-R 1, 2. NS-H-R 2, 3. NS-H-R-3, 4. Banaćanka, 5. Slavica, 6. NS-L-51, 7. NS-L-110, 8. Zlatna, 9. NS-L-74, 10. Branka, 11. NS-L-24, 12. NS-L-7, 13. Nevena, 14. NS-L-23, 15. Ilija, 16. Kata, 17. Nena, 18. NS-L-31, 19. NS-L-126, 20. NS-L-33, 21. NS-L-128, 22. NS-L-129, 23. Jasna, 24. NS-L-101, 25. Zorica, 26. NS-L-102, 27. NS-L-134, 28. NS-L-32, 29. NS-L-136, 30. NS-L-137, 31. NS-L-138, 32. NS-L-251, 33. NS-L-210, 34. NS-L-44, 35. NS-L-45, 36. NS-L-46, 37. NS-L-47, 38. NS-L-52, 39. Forward, 40. Maidan; Jare sorte / Spring cultivars: 41. JR-NS-6, 42. Mira, 43. Jovana, 44. JR-NS-26, 45. JR-NS-28, 46. JR-NS-36, 47. JR-NS-7, 48. JR-NS-9, 49. JR-NS-11

Tabela 1. Deskriptivna statistika za prinos semena i ulja kroz tri godine za 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi

Table 1. Descriptive statistics for three year seed and oil yield for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi

Godina Year	Prosek Average	Min.	Max.	CV (%)
Prinos semena (t ha <sup>-1</sup> ) Seed yield (t ha <sup>-1</sup> )				
2007/2008	3,75	2,35	4,88	22,4
2008/2009	1,06	0,12	1,82	44,6
2009/2010	2,03	0,47	2,72	40,9
	LSD 1% 0,11 5% 0,44			
Prinos ulja (t ha <sup>-1</sup> ) Oil yield (t ha <sup>-1</sup> )				
2007/2008	1,63	1,05	2,20	21,9
2008/2009	0,43	0,05	0,58	45,1
2009/2010	0,73	0,20	1,12	41,9
	LSD 1% 0,05 5% 0,18			

Na osnovu LSD testa uočljiva je visoko značajna razlika između godina. U klimatski veoma povoljnoj 2007/08. prosečan prinos semena bio je 3,75 t ha<sup>-1</sup>, odnosno kod ozimih 3,99 t ha<sup>-1</sup>, a kod jarih 2,65 t ha<sup>-1</sup>, dok je u sledećoj, izrazito nepo-

voljnoj godini 2008/09. prosečan prinos bio 1,06 t ha<sup>-1</sup>, odnosno kod 40 ozimih sorti bio je samo 1,17 t ha<sup>-1</sup>, a kod devet jarih 0,56 t ha<sup>-1</sup>. Treća godina 2009/10. imala je takođe niže prinose od prosečnih u ovom regionu (Marjanović-Jeromela

Tabela 2. Učešće u sumi kvadrata (SS) i sredina kvadrata (MS) analize varijanse za AMMI model za prinos semena i ulja kroz tri godine za 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi  
 Table 2. Partitioning Sums of Squares (SS) and Mean Square (MS) effect variance analysis in AMMI model for seed and oil yield in three years for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi

Izvor varijacije Variation source	df	SS (%)		MS <sup>a</sup>	
		Prinos semena Seed yield		Prinos ulja Oil yield	
Sorta/Cultivar	48	13.1	0.69	11.3	0.12
Godina/Year	2	81.0	101.9	83.6	20.8
Interakcija/Interaction	96	5.8	0.15	5.1	0.03
AMMI-1	49	52.9	0.16	55.9	0.029
AMMI-2	47	47.1	0.15	44.1	0.023
Pogreška/Error	288	-	0.08	-	0.014

<sup>a</sup> svi efekti u modelu su visoko značajni ( $P < 0.01$ ) / all effects in the model are highly significant ( $P < 0.01$ )

et al. 2008a, Marjanović-Jeromela i sar. 2008b), prvenstveno zbog problema sa sušom u vreme klijanja i nicanja, duge i hladne zime i nepovoljnog rasporeda padavina. Prosečan prinos u ovoj godini bio je 2,03 t ha<sup>-1</sup>, kod ozimih 2,02 t ha<sup>-1</sup>, a kod jarih 0,84 t ha<sup>-1</sup>. Sličan trend može se uočiti kod sadržaja ulja, jer se nepovoljni klimatski uslovi odražavaju i na metabolizam biljke pri sintezi ulja, kao i na prinos ulja, kao proizvod vrednosti dva prethodno navedena svojstva (Tab. 1).

Ovakva pravilnost odražava se i na koeficijent varijacije ovih svojstava. Posmatrajući sumarne rezultate za oba tipa sorti koeficijent varijacije je u prvoj godini za prinos semena 22,4% i prinos ulja 21,9%, dok su u drugoj i trećoj vegetacionoj sezoni, ove vrednosti značajno veće i iznose 44,6% i 45,1% u 2008/09, odnosno 40,9% i 41,9% u 2009/10. (Tab. 1).

Analizom varijanse uočava se da je godina sa preko 80% učestvovala u variranju ispitivanih osobina (81,0% za prinos semena, 83,6% za prinos ulja), zatim je uticaj sorte (13,1% i 11,3%) i

njihove interakcije (5,8% i 5,1%) (Tab. 2). U svojim istraživanjima na uljanoj repici Marjanović-Jeromela (2005) takođe ističe značajnost razlika za interakciju sorta×godina za prinos i komponente prinosa semena uljane repice.

U tabeli 3. su prikazani rezultati analize interakcija sa izmenom ranga primenom Azzalini-Cox (1984) testa za oba proučavana svojstva. Pored toga, ista analiza je ponovljena izdvojeno za ozime, odnosno jare sorte. Kao što je i očekivano, kod prinosa semena je detektovan nešto veći broj značajnih interakcija sa izmenom ranga (254 od ukupno mogućih 3528, odnosno 7,2%) u odnosu na prinos ulja (241 od ukupno mogućih 3528, odnosno 6,8%) (Tab. 3), što se može objasniti većom genetskom kompleksnošću prinosa semena kao i većim uticajem klimatskih faktora na ekspresiju ovoga svojstva, od kojih se ističe prolećni nedostatak vlage (Wricke 1962).

Analizom interakcija po tipu sorti ustanovljen je minimalan broj značajnih interakcija kod jarih sorti u odnosu na ozime. Na osnovu rezultata

Tabela 3. Analiza interakcija sa izmenom ranga primenom Azzalini-Cox testa  
 Table 3. Interaction analysis with rank change using Azzalini-Cox test

Sorta Cultivar	Br. kombinacija/Br. interakcija sa izmenom ranga No. of combinations/No. of rank change interactions*	% značaj nosti % of significance	Br. kombinacija/Br. interakcija sa izmenom ranga No. of combinations/No. of rank change interactions*	% značajnosti % of significance
	Prinos semena / Seed yield		Prinos ulja / Oil yield	
Sve sor. All cul.	3528 / 254	7,2	3528 / 241	6,8
Ozimi Winter	2340 / 226	9,7	2340 / 198	8,5
Jari Spring	108 / 1	0,9	0 / 108	0,0

\* $P < 0.05$

ovih istraživanja jare sorte su bile otpornije na stresne uslove godine gajenja u odnosu na ozime što se može objasniti njihovim poreklom. Jare sorte u ogledu nastale su ukrštanjem sorti i linija poreklom iz Kanade i Rusije, a ozime imaju zajednički pedigree sa sortama iz područja zapadne i jugoistočne Evrope.

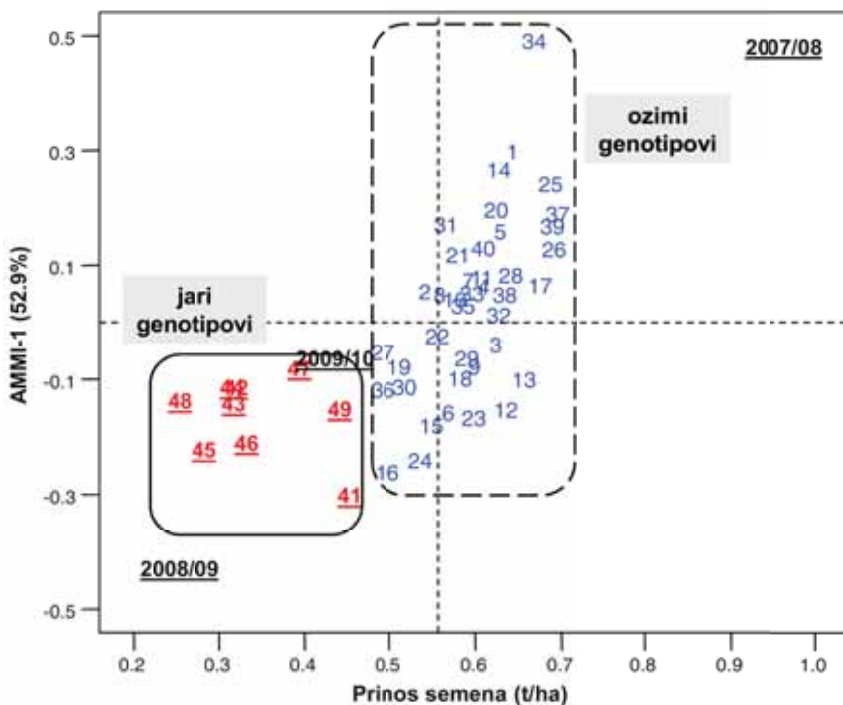
Daljim raščlanjavanjem interakcije dobija se vrednost za AMMI-1 koja objašnjava 52,9% sume interakcije sorta $\times$ godina za prinos semena, odnosno 55,9% za prinos ulja (Tab. 2). Prva komponenta AMMI analize obuhvata 49 stepeni slobode što je 51% ukupnog broja stepeni slobode interakcije, tako da je AMMI model veoma efikasan u analizi interakcije u ovim istraživanjima. S obzirom da je postdiktivni *F* test ukazao na statističku značajnost obe interakcijske komponente procena realne strukture interakcije sadržane u sumu kvadrata interakcije (Tab. 2) izvršena je primenom jednostavnog postupka opisanog od strane Gauch & Zobel (1996). Prema ovom metodu, vrednost realne strukture interakcije za prinos semena iznosi 52,9%, dok je za prinos ulja ta vrednost 55,9%. Ovakav rezultat nam ukazuje da je za adekvatan opis interakcije kod oba svojstva potrebno koristiti AMMI-1 model, odnosno da u drugoj interakcijskoj komponenti dominira šum ili nesistematska varijacija koja je nastala kao proizvod interakcije sorti sa uslovima godine. Autori Crossa et al. (1990) navode da faktori kao što su biljna vrsta, genetska divergentnost ispitivanih sorti i variranje uslova spoljašnje sredine uslovljavaju kompleksnost interakcije, a time i izbor "najboljeg" modela za opis interakcije. U ovim istraživanjima u grafičkom prikazu koristili smo samo AMMI-1 model, što je u saglasnosti sa saopštenjem autora Gauch & Zobel (1996) koji na osnovu analize velikog broja radova o primeni AMMI modela u oceni interakcije genotip $\times$ spoljašnja sredina ( $G\times E$ ) zaključuju da je u najvećem broju slučajeva (70%) AMMI model sa značajnom prvom glavnom komponentom (IPC1) bio najbolji model za adekvatan opis interakcije.

Grafikon za AMMI-1 analizu se konstruiše tako da se na apscisu nanose vrednosti glavnih efekata (sorta i godina), a na ordinatu vrednosti za prvu interakcijsku osu (IPC1). Svakoj sorti i godini tada pripada tačka čija je prva koordinata vrednost glavnog efekta, a druga koordinata interakcijska vrednost. Na ovaj način poređenje sorti, odnosno godine po horizontali ukazuje na razlike u glavnim efektima, dok poređenje po vertikali ukazuje na razlike u interakcijskom efektu. Sorte i godine sa visokom vrednošću IPC1 komponente imaju veliki efekat interakci-

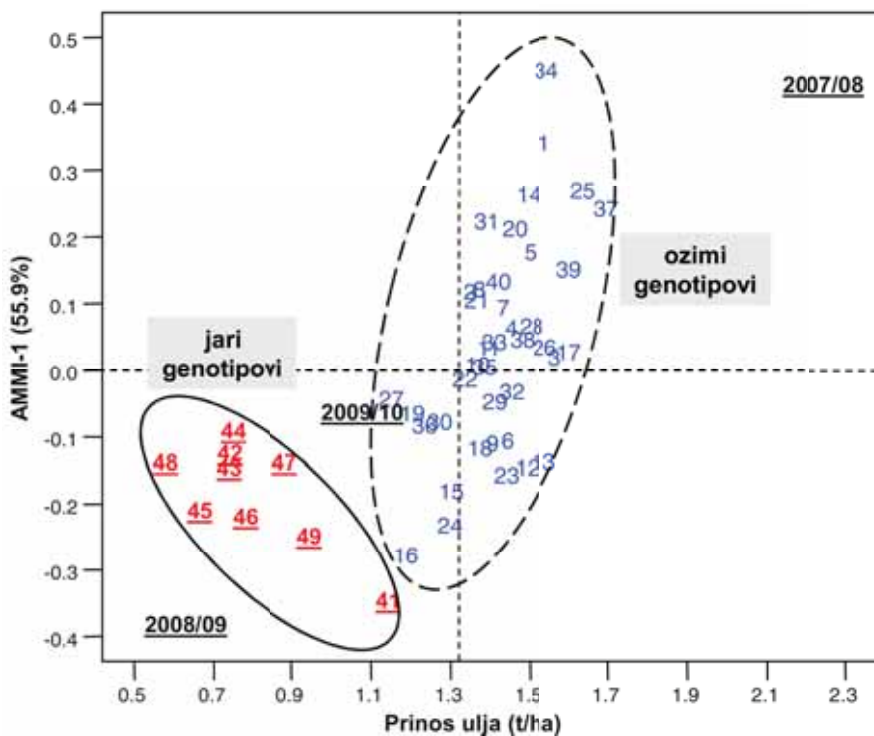
je. Godine sa IPC1 blizu nulte vrednosti s obzirom da imaju mali efekat interakcije su pogodnije za sve sorte. Niska vrednost IPC1 ose sorti ukazuje da su oni pod manjim uticajem uslova godine (Zobel et al. 1988). Sa agronomskog stanovišta poželjne su sorte čije su vrednosti IPC1 bliske nuli, a da su prosečni prinosi oko i iznad opšteg proseka. Sorte grupisane na grafikonu imaju sličnu adaptabilnost, dok grupisane spoljašnje sredine utiču na sorte na sličan način (Balalić 2009). Blizina tačaka sorti i godina na grafikonu ne ukazuje na visok nivo adaptabilnosti sorte uslovima kakvi su bili u toj godini. Njihov položaj može se objasniti time da sorte i godine sa istim predznakom (+/-) IPC1 ose, imaju pozitivnu interakciju, odnosno te sorte će imati viši prinos u takvim uslovima. Obrnuto, sorte koje imaju različit predznak IPC1 sa godinama sa njima imaju negativnu interakciju (Crossa et al. 1990).

Na osnovu rezultata AMMI-1 grafikona, koji na slikovit način omogućava predstavljanje i razumevanje interakcije sorta  $\times$  godina uočava se da je u 2009/10. bilo najmanje variranje sorti u prinosu semena jer se ona nalazi najbliže liniji stabilnosti. Prva i druga godina imaju prinos u prvoj godini bio značajno veći (Graf. 3). Uočljivo je razdvajanje sorti u okviru grafikona na jare i ozime forme. Jare sorte JR-NS-7 i JR-NS-11 bile su najstabilnije i sa visokim prinosom semena. Različito reagovanje sorti u pogledu prinosa na promenu uslova godine može se delimično objasniti i njihovim poreklom, tj. kombinacijama roditelja i metodama oplemenjivanja korišćenim u njihovom stvaranju (Shafii et al. 1992, Marjanović-Jeromela et al. 2008a). Kod ozimih sorti po stabilnosti i visokom prinosu semena su se izdvojile sorte Nena i NS-L-102. Nešto nižeg prinosa, ali izrazito stabilna je i hibridna sorta NS-H-R-3 i sorte NS-L-32, NS-L-251, NS-L-52. Na osnovu navedenih kriterijuma navedene sorte mogu se uključiti u ogled komisija za registraciju i uvođenje sorti u proizvodnju.

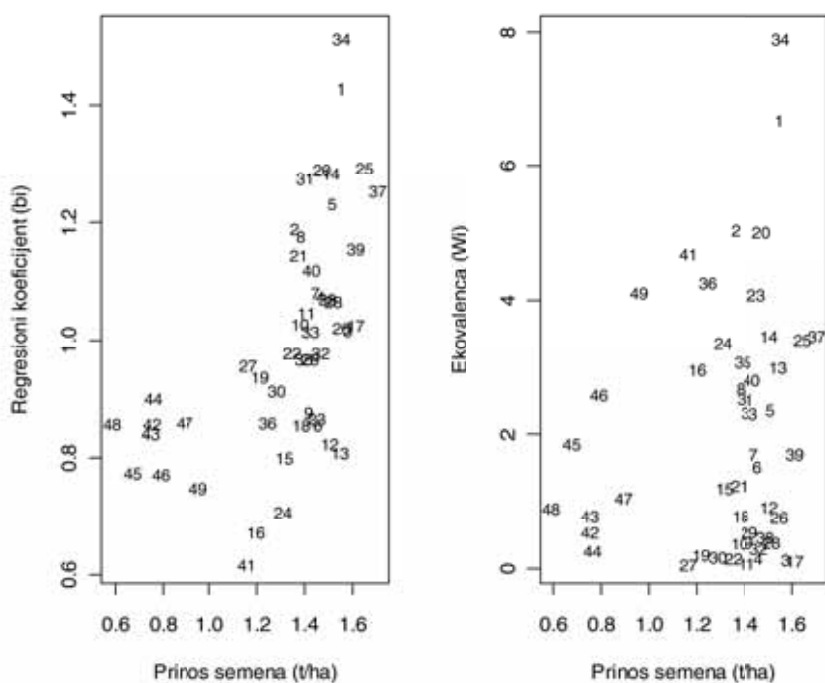
Na grafikonu 4. prikazana je AMMI-1 analiza za prinos ulja. Uočava se sličan raspored u pogledu godina kao i za prinos semena. Treća godina ima zanemarljiv doprinos interakciji, što znači da sorte korišćene u istraživanjima u klimatskim uslovima, kakvi su bili u 2009/10. imaju ujednačene vrednosti prinosa ulja u odnosu na klimatske uslove kakvi su bili u prvoj i drugoj godini. Pri tome, na osnovu položaja sorti u grafikonu uočava se da sa prvom godinom većina ozimih sorti ima izrazitu pozitivnu interakciju. Raspored



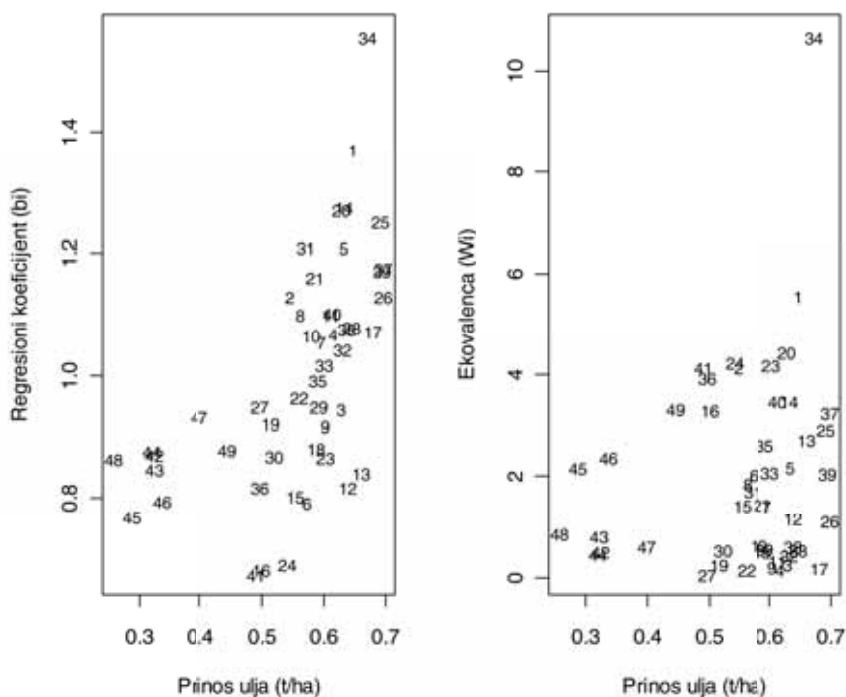
Grafikon 3. AMMI-1 grafikon za prinos semena 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi  
 Graph 3. AMMI-1 seed yield graph for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi



Grafikon 4. AMMI-1 grafikon za prinos ulja 49 sorti uljane repice, Rimski Šančevi  
 Graph 4. AMMI-1 oil yield graph for 49 rapeseed cultivars, Rimski Šančevi



Grafikon 5. Stabilnost i adaptabilnost prinosa semena za 49 sorti uljane repice na Rimskim Šančevima  
Graph 5. Stability and adaptability of seed yields for 49 rapeseed cultivars in Rimski Šančevi



Grafikon 6. Stabilnost i adaptabilnost prinosa ulja za 49 sorti uljane repice na Rimskim Šančevima  
Graph 6. Stability and adaptability of oil yields for 49 rapeseed cultivars in Rimski Šančevi



sorti kod jarih ističe visok prinos, ali izrazitu nisku stabilnost sorte JR-NS-6, dok najstabilnija sorta JR-NS-26 ima prinos ulja oko proseka za ovaj tip sorti. Kod ozimih sorti kao visokoprinosne i stabilne izdvojile su se sorte Nena i NS-L-102 i hibridna sorta NS-H-R-3. Osim njih u dalji program oplemenjivanja, testiranja i registracije treba uključiti i sorte koje se nisu izdvojile po visokom prinosu, ali su izrazito stabilne, jer bi u višegodišnjim multilokacijskim ogledima mogle ostvariti značajno bolje prosečne prinose. Autori Piepho (1988) i Ceccareli (1994) navode da poljoprivredni proizvođači stabilnost prinosa smatraju najznačajnijim socio-ekonomskim ciljem u biljnoj proizvodnji i to naročito u ekstremnim uslovima spoljašnje sredine i zato je važno u proizvodnji koristiti stabilne sorte uljane repice, koje daju dobre prosečne prinose u različitim agroekološkim uslovima.

Pri analizi fenotipske stabilnosti preporučljivo je da se koriste u kombinaciji regresioni i AMMI modeli (Ferreira et al. 2006). Nakon analize regresionog koeficijenta ( $b_i$ ) i ekvalence ( $W_i$ ) ustanovljeno je da se analizirane sorte razlikuju po prinosu semena ali ih karakterišu  $b_i \approx 1$  i niska  $W_i$ . U ovom istraživanju to je bilo najprimetnije kod linija NS-L-24 i NS-L-134, kao i kod jedne registrovane sorte Nena, ali i linije NS-L-102 koja se dobro pokazala i u AMM-1 analizi za prinos semena (Graf. 3. i 5).

Slični rezultati su dobijeni za prinos ulja, sa  $b_i \approx 1$  i najnižim  $W_i$  kod linija NS-L-134, NS-L-129 i registrovane sorte Banačanka. AMM-1 analiza za prinos ulja je pokazala kao najstabilniju i najprinosniju hibridnu sortu NS-H-R 3 koja se i po regresionom koeficijentu i ekvalenci nalazi u vrhu ispitivanog materijala (Graf. 4. i 6).

## Zaključak

Na osnovu rezultata višegodišnjeg ogleda utvrđeno je da su variranja prinosa semena, sadržaja i prinosa ulja u najvećem procentu uzrokovana uticajem godine, odnosno različitih klimatskih uslova. Sorta je takođe bila značajan faktor variranja. Jare sorte imaju niži prinos semena i ulja od ozimih, a prosečan sadržaj ulja nije se značajno razlikovao. Interakcija sorta x godina je imala nešto manji, ali značajan udeo u variranju svojstva kod 49 analiziranih sorti. Jare sorte gotovo da ne menjaju rang između godina, tj. vrednosti svojstva ostaju slične u različitim godinama, dok je kod ozimih sorti uočena obrnuta pravilnost. AMMI-1 grafička analiza je omogućila vizuelnu ocenu adaptabilnosti i stabilnosti sorti u različitim godinama. Na osnovu dobijenih rezultata izdvojene su stabilne sorte čije vrednosti za prinos semena i ulja najmanje variraju pod uticajem promena u spoljašnjoj sredini (godini). Kod ozimih sorti kao visokoprinosne i stabilne izdvojile su se sorte Nena i NS-L-102 i hibridna sorta NS-H-R-3.

## Literatura

- Azzalini A, Cox D R (1984): Two new tests associated with analysis of variance. *J. R. Statist. Soc. Series B* 46: 335-343
- Baker R J (1988): Tests for crossover genotype–environment interactions. *Can. J. Plant Sci.* 68: 405-410
- Balalić I (2009): Multivariaciona analiza uticaja interakcije hibrida i rokova setve na sadržaj ulja, prinos i komponente prinosa suncokreta. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
- Becker H C, Leon J (1988): Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101: 1-23
- Ceccarelli S (1994): Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica* 77: 205-219
- Crossa J, Gauch H G, Zobel R W (1990): Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.* 30: 493-500
- Ebdon J S, Gauch H G (2002): Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials. II Cultivar recommendations. *Crop Sci.* 42: 497-506
- Ferreira D F, Demetrio C G B, Manly B F J, Machado A A, Vencovsky R (2006): Statistical models in agriculture: Biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. *Cerne, Lavras*, 12: 373-388
- Friedt W, Snowdon R J (2009): Oilseed Rape. In: Johann Vollen, Istvan Rajcan (eds), *Oil Crops*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 91-127
- Gauch H G, Zobel R W (1988): Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. *Theor. Appl. Genet.* 76: 1-10
- Gauch H G, Zobel R W (1996): AMMI analysis of yield trials. In: M.S. Kang and H.G. Gauch (ed.) *Genotype-by-environment interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL, 85-122
- Marjanović-Jeromela A (2005): Genetička divergentnost i varijabilnost komponenti prinosa semena uljane repice (*Brassica napus* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
- Marjanović-Jeromela A, Marinković R, Mijić A, Jankulovska M, Zdunić Z, Nagl N (2008a): Oil Yield Stability of Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes. *Agric. Conspec. Sci.* 73: 217-220
- Marjanović-Jeromela A, Marinković R, Mitrović P, Miklič V (2008b): Proizvodne vrednosti novih genotipova uljane repice (*Brassica napus* L.). *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad* 45: 103-110
- Piepho H P (1998): Method for comparing the yield stability of cropping systems. *J. Agron. Crop Sci.* 180: 193-213
- Shafii B, Mahler K A, Price W J, Auld D L (1992): Genotype x environment interaction effects on winter rapeseed yield and oil content. *Crop Sci.* 32: 922-927
- Shafii B, Price W J (1998): Analysis of genotype-by-environment interaction using the additive main effects and multiplicative interaction model and stability estimates. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 3: 335-345
- Singh M, Ceccarelli S, Grando S (1999): Genotype × environment interaction of crossover type: detecting its presence and estimating the crossover point. *Theor. Appl. Genet.* 99: 988-995
- Wricke G (1962): Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtg* 47: 92-96
- Yan W, Hunt L A (2003): Biplot analysis of multi-environment trial data. In: M. S. Kang (ed.) „Quantitative Genetics, Genomics, and Plant Breeding“, CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 289-303
- Zobel R W, Wright M J, Gauch H G (1988): Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.* 80: 388-393

## Evaluation of Seed and Oil Yield Stability in NS Rapeseed Cultivars (*Brassica napus* L.)

Ana Marjanović-Jeromela<sup>1</sup> · Sreten Terzić<sup>1</sup> · Miroslav Zorić<sup>2</sup> · Radovan Marinković<sup>1</sup> · Jovanka Atlagić<sup>1</sup> · Petar Mitrović<sup>1</sup> · Željko Milovac<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>Faculty of Technology, University of Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

**Summary:** Rapeseed trials performed in the period 2007-2010 were analyzed to evaluate seed and oil yield stability in NS rapeseed cultivars in changeable environmental conditions of northern Serbia. Seed yield, oil content and yield for 40 winter and 9 spring rapeseed cultivars were analyzed. It was found that the influence of year on seed and oil yield was most significant. Genotype (cultivars) by environment (year) interaction was further analyzed using AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) model.

In the environmental conditions present during the trial in Rimski Sancevi, according to the analysis of regression coefficient ( $b$ ) and ecovalence ( $W$ ) and AMMI model, winter cultivars Nena and NS-L-102 were the most stable and high seed yielding, and hybrid cultivar NS-H-R-3 was singled out for oil yield. These cultivars are recommended for implementation in future breeding programs and for growing in the conditions described in this paper.

**Key words:** oil yield, rank change interactions, seed yield, stability