



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



Мастер инж. Борислав Бањац

**ПОТЕНЦИЈАЛ ЗА ПРИНОС И
АДАПТАЦИЈА ПШЕНИЦЕ НА СТРЕСНЕ
УСЛОВЕ СОЛОЊЕЦА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2015.



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**Департман за
ратарство и повртарство**



**Кандидат:
Мастер инж.
Борислав Бањац**

**Ментори:
др Миодраг Димитријевић,
редовни професор
др Милан Поповић,
редовни професор**

**ПОТЕНЦИЈАЛ ЗА ПРИНОС И
АДАПТАЦИЈА ПШЕНИЦЕ НА СТРЕСНЕ
УСЛОВЕ СОЛОЊЕЦА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Кључна документацијска информација

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Борислав Бањац, мастер инж.
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	др Миодраг Димитријевић, редовни професор др Милан Поповић, редовни професор
Наслов рада: НР	Потенцијал за принос и адаптација пшенице на стресне услове солоњца
Језик публикације: ЈП	Српски језик
Језик извода: ЈИ	Српски/Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2015.

Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад

Физички опис рада: ФО	број поглавља 9/ страница 174/ слика 12/ табела 51/ графикона 10/ референци 212/ прилога 6
Научна област: НО	Биотехничке науке
Научна дисциплина: НД	Агрономија-Генетика, оплемењивање биљака и семенарство
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Пшеница, компоненте приноса, принос, солоњец, АММИ, интеракција генотип/спољна средина, корелације, антиоксидативни систем
УДК:	582.542.11 : 631.559 : 658.2 (043.3)
Чува се: ЧУ	Библиотека Пољопривредног факултета у Новом Саду, трг Доситеја Обрадовић 8, Нови Сад
Важна напомена: ВН	-

Извод:
ИЗ

У раду су приказани резултати огледа са једанаест сорти пшенице (*Triticum aestivum* L.) и једном сортом тритикалеа (*Triticosecale* W.) на локалитету Кумане у Банату, у стресним условима халоморфног земљишта типа солоњец. Током три вегетационе сезоне је испитана генотипска варијабилност, праћењем фенотипске варијације и интеракције генотип/спољна средина за принос и компоненте приноса (висина биљке, дужина класа, маса класа, маса зрна по класу и број зрна по класу). Оглед је постављен на контролној варијанти (солоњец без поправке) и третманима са мерама поправке, уз примену фосфогипса у количини од 25 t/ha и 50 t/ha. За анализу интеракције генотипа и спољне средине је примењен Модел главних ефеката и вишеструке интеракције-АММИ (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction). Међузависност испитиваних особина је утврђена анализом једноструких корелација. У циљу дефинисања реакције генотипова на стресне услове солоњеца, испитана је активност ензимских и неензимских компоненти антиоксидативног система, као и липидне пероксидације.

Испољена је статистичка значајност главних ефеката генотипа, агроекосредина и њихове интеракције на варијабилност свих испитиваних својстава. Уочени су генотипови мале интеракције генотип/спољна средина за поједине особине, што би могло да се окарактерише као стабилна реакција тих генотипова у променљивим условима средине, у односу на мелиоративни третман и вегетациону сезону. Корелационом анализом су

установљене значајне и високозначајне вредности коефицијената корелације између већине испитиваних својстава. Разлике у активности ензима и неензимских компоненти антиоксидативног система заштите указују да су генотипови различито реаговали на стресне услове солоњеца.

Добијени резултати могу да помогну процес стварања генотипова пшенице, који ће да се гаје на земљиштима са вишим концентрацијама натријума и неповољним физичким особинама, са добром стабилношћу.

Датум прихватања теме од стране НН већа: ДП	02. фебруар 2011.
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: (име и презиме / титула / звање / назив организације / статус) КО	<p>Ментор: др Миодраг Димитријевић, редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>Ментор: др Милан Поповић, редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>Председник: др Софија Петровић, редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>Члан: др Миливој Белић, редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>Члан: др Никола Христов, виши научни сарадник Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду</p> <hr/>

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE**

Key Word Documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD Thesis
Author: AU	Borislav Banjac, M. Sc.
Mentor: MN	Miodrag Dimitrijević, PhD, Full Professor Milan Popović, PhD, Full Professor
Title: TI	The Yield Potential of Wheat and Adaptation of Stress Conditions to Solonetz Soil
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian / English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2015

Publisher: PU	Author`s reprint
Publication place: PP	Faculty of Agriculture, Sq. Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Physical description: PD	chapter number 9/ pages 174/ pictures 12/ tables 51/ figures 10/ references 212/ appendix 6
Scientific field: SF	Biotechnology
Scientific discipline: SD	Agronomy-Genetics, Plant Breeding and Seed science
Subject, Key words: SKW	Wheat, yield components, yield, solonetz, AMMI, genotype/environment interaction, correlation, antioxidant system
UC:	582.542.11 : 631.559 : 658.2 (043.3)
Holding data: HD	Library of Faculty of Agriculture in Novi Sad, Sq. Dositeja Obradovića 8, Novi Sad
Note: N	-

Abstract:
AB

This paper presents the results of an experiment with eleven varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) and one triticale variety (*Triticosecale* W.). The experiment was conducted in stress conditions of the site Kumane in Banat, on solonetz soil. Genotypic variability has been examined, during three growing seasons, through phenotypic variation and genotype/environment interaction for yield and yield components (plant height, spike length, spike weight, seed weight per spike and number of grains per spike). The experiment was set up in the control treatment (solonetz soil without melioration) and the improvement measures with application of phosphogypsum in amount of 25 t/ha and 50 t/ha. The genotype/environment interaction was analyzed using AMMI model (**A**dditive **M**ain **E**ffect and **M**ultiplicative **I**nteraction). The interrelationship of the studied traits was determined by the single correlation coefficients. In order to define the genotype response to stress of solonetz, the activity of enzymatic and non-enzymatic antioxidant system and lipid peroxidation were examined.

The statistical significance of the main effects of genotypes, environments and their interaction on variation of all the traits was observed. The observed genotypes with low genotype/environment interaction for certain traits, which could be characterized as a stable reaction of these genotypes in variable environmental conditions, in relation to the ameliorated measures and growin seson. For the different traits as the most stable ones, various genotypes were obtained. The genotypes in study reacted differently to different levels of melioration, in relation to each treatment

and growing season. Correlation analysis were established significant and highly significant values of correlation coefficients between the most of studied traits. Differences in the activity of enzymatic and non-enzymatic components of the antioxidant protection suggests that the genotypes responded differently to stress conditions of solonetz.

The results can help the process of creating wheat genotypes, which will be grown on soils with higher concentrations of sodium and unfavorable physical properties, which would have good stability.

Accepted on Scientific Board on: AS	February 2 nd 2011.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p style="text-align: center;">Mentor: Miodrag Dimitrijević, PhD Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Mentor: Milan Popović, PhD Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p style="text-align: center;">President: Sofija Petrović, PhD Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Member: Milivoj Belić, PhD Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Member: Nikola Hristov, PhD Senior Research Fellow Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad</p> <hr/>

Дуго сам трагао за речима, којима бих могао да опишем захвалност за вашу подршку на путу до циља. Нисам могао да одаберем праве, јер су све сувише мале у поређењу са оним, колико ми је значила ваша помоћ. Свака реч би само потценила ваше мисли и осећања, који су све време били уз мене.

Посвећено...

...теби, чија љубав ми даје снагу, а загрљај сигурност.

...вама, који сте ми дали живот и показали пут.

...вама, који сте веровали у мене када ја нисам.

...вама, који са неба навијате за мене.

Велику захвалност дугујем Вама, мојим менторима, професорима и колегама, чији савети су ово дело учинили бољим.

Борислав

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	4
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	5
3. 1. ПОРЕКЛО, БОТАНИЧКА КЛАСИФИКАЦИЈА И ПРОИЗВОДЊА ПШЕНИЦЕ	5
3. 2. КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА И ПРИНОС ЗРНА ПШЕНИЦЕ	9
3. 2. 1. <i>Висина биљке</i>	10
3. 2. 2. <i>Дужина класа</i>	12
3. 2. 3. <i>Маса класа</i>	13
3. 2. 4. <i>Маса зрна по класу</i>	14
3. 2. 5. <i>Број зрна по класу</i>	15
3. 2. 6. <i>Принос зрна</i>	17
3. 3. СОЛОЊЕЦ	19
3. 4. ИНТЕРАКЦИЈА ГЕНОТИП/СПОЉНА СРЕДИНА	24
3. 5. ОКСИДАТИВНИ СТРЕС КОД БИЉАКА	30
3. 5. 1. <i>Механизми толерантности на салинитет</i>	32
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	35
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	36
5. 1. БИЉНИ МАТЕРИЈАЛ И ОГЛЕД У ПОЉУ	36
5. 2. ОСОБИНЕ ЗЕМЉИШТА НА ЛОКАЛИТЕТУ КУМАНЕ	42
5. 3. АГРОМЕТЕОРОЛОШКИ УСЛОВИ У ТОКУ ИЗВОЂЕЊА ОГЛЕДА	44
5. 3. 1. <i>Климатске прилике током вегетационог периода 2008/2009.</i>	45
5. 3. 2. <i>Климатске прилике током вегетационог периода 2009/2010.</i>	47
5. 3. 3. <i>Климатске прилике током вегетационог периода 2010/2011.</i>	50
5. 4. БИОХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТРИ	52
5. 4. 1. <i>Ензимске компоненте антиоксидантног система</i>	53
5. 4. 2. <i>Одређивање активности фенилаланин амонијум-лиазе</i>	54
5. 4. 3. <i>Неензимске компоненте антиоксидантног система</i>	54
5. 4. 3. 1. <i>Одређивање садржаја редукованог глутатиона</i>	54
5. 4. 3. 2. <i>Одређивање садржаја укупних фенола</i>	55
5. 4. 3. 3. <i>Одређивање садржаја укупних танина</i>	55
5. 4. 4. <i>DPPH-тест</i>	56
5. 4. 5. <i>Липидна пероксидација (LP)</i>	56
5. 4. 6. <i>Одређивање садржаја растворљивих протеина</i>	57

5. 5. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ПОДАТАКА	57
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	60
6. 1. ВИСИНА БИЉКЕ	60
6. 1. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	60
6. 1. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	64
6. 2. ДУЖИНА КЛАСА	69
6. 2. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	69
6. 2. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	74
6. 3. МАСА КЛАСА	77
6. 3. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	77
6. 3. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	81
6. 4. МАСА ЗРНА ПО КЛАСУ	84
6. 4. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	84
6. 4. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	89
6. 5. БРОЈ ЗРНА ПО КЛАСУ	93
6. 5. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	93
6. 5. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	97
6. 6. ПРИНОС ЗРНА	101
6. 6. 1. <i>Фенотипска варијација</i>	101
6. 6. 2. <i>Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности</i>	106
6. 7. КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА СВОЈСТАВА ИСПИТИВАНИХ ГЕНОТИПОВА	111
6. 7. 1. <i>Корелациони односи на солоњецу без поправке-контролна варијанта</i>	111
6. 7. 2. <i>Корелациони односи на третману са 25 t/ha фосфогипса</i>	112
6. 7. 3. <i>Корелациони односи на третману са 50 t/ha фосфогипса</i>	113
6. 8. БИОХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТРИ	114
6. 8. 1. <i>Ензимске компоненте антиоксидантног система</i>	114
6. 8. 2. <i>Активност фенилаланин амонијум-лиазе</i>	116
6. 8. 3. <i>Неензимске компоненте антиоксидантног система у фазама цветања и млечне зрелости</i>	118
6. 8. 3. 1. <i>Садржај редукованог глутатиона</i>	118
6. 8. 3. 2. <i>Садржај укупних фенола</i>	118
6. 8. 3. 3. <i>Садржај укупних танина</i>	118
6. 8. 3. 4. <i>DPPH-тест</i>	120
6. 8. 4. <i>Липидна пероксидација (LP)</i>	121
6. 8. 5. <i>Садржај растворљивих протеина</i>	122
6. 8. 6. <i>Обједињени приказ активности антиоксидантног система заштите</i>	122

7. ДИСКУСИЈА	124
7. 1. КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА И ПРИНОС ЗРНА ПШЕНИЦЕ	124
<i>7. 1. 1. Корелациони односи између својстава испитиваних генотипова</i>	133
7. 2. КОМПОНЕНТЕ АНТИОКСИДАНТНОГ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ	134
7. 3. ОБЈЕДИЊЕНА ДИСКУСИЈА	138
8. ЗАКЉУЧАК	144
9. ЛИТЕРАТУРА	149
ПРИЛОЗИ	169
БИОГРАФИЈА	175

1. УВОД

Обезбеђивање хране је примарна и исконска активност човека од његовог постанка. Прелазак са сакупљачког и ловачког начина прибављања хране на артикулисану производњу се сматра темељем цивилизације и људског друштва какво данас познајемо. Производња хране, или пољопривредна производња, је много више од обезбеђивања калорија за живот, она утиче на све активности, од социјалних до геополитичких односа.

Пољопривредна делатност се дели на примарну, биљну производњу и секундарну, сточарску производњу. Биљна производња, у свом највећем делу, се одвија на отвореном простору. Ово је посебно карактеристично за ратарску производњу. Због тога, рад у ратарству је усмерен ка побољшавању чинилаца продуктивности, смањивању утицаја лоших климатских прилика и тражењу нових агротехничких решења.

Порастом броја становника Земље, потребе за храном нарастају и јавља се тежња да се њена производња све више постави на ниво индустријске. Индустријализација пољопривреде је једно од обележја прошлог века, а са истим трендом се наставља и данас. Интензивна пољопривредна производња, у облику у којем се сада налази је, између осталог, последица све мање могућности да се производња хране повећа проширивањем производних површина. Ова појава је уочљива већ од средине XX века. Због тога је друга половина прошлог века донела „зелену револуцију“, стварање оплемењених сорти пољопривредних култура са високим потенцијалом за принос по јединици производне површине. Ово се посебно односи на производњу основних ратарских култура које се најшире користе у исхрани, где пшеница заузима важно место.

Пшеница (*Triticum* sp.) је једна од најважнијих биљних врста у свету и код нас. Она је одиграла значајну улогу у развоју човечанства, учествујући не само у исхрани људи, већ и у развоју многих људских делатности. Пшеница има вишеструки значај за различите гране привреде. Користи се у прехранбеној, млинарској, пиварској, фармацеутској и индустрији декстрина, као сточна храна, а њена слама служи као

простирка и за израду предмета различите употребне вредности. Једна од представница из рода *Triticum* је хлебна пшеница (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.), која се сматра стратешки значајним производом у пољопривредној производњи. Њено зрно представља основ исхране великог дела људске популације. Хлебна пшеница је главни извор хранљивих материја у 85% економски неразвијених и 53% економски развијених земаља у свету (Рења, 2007).

Из тог разлога, на путу повећања производње пшенице, али и хране уопште, веома је значајно да још увек постоји простор у бољем искоришћавању земљишних површина слабијег производног потенцијала, поправци оваквих површина и стварању сорти, које могу да се успешно гаје у таквим условима.

Утицај природне средине на биљну производњу, условио је да ова привредна грана буде веома специфична у погледу свог остваривања. Гајење биљака на отвореном пољу, зависно је од низа живих и неживих чинилаца, који код биљака изазивају стрес и доводе до слабљења њиховог организма. За разлику од биотичког стреса, који подразумева негативан утицај микроорганизама, гљива, инсеката и других живих организама, абиотички стрес се дефинише као негативно дејство температуре, ваздуха, воде и физичких и хемијских особина земљишта на раст и развој биљака. Неповољну средину, за већину гајених биљака представљају земљишта, која се одликују високим концентрацијама различитих врста соли. Представници таквих земљишта припадају реду халоморфних, међу којима се налази и солоњец. Због лоших хемијских и физичких својстава, ова земљишта ограничавају раст биљака и доводе до смањења приноса у аридним и семи-аридним подручјима (Bai *et al.*, 2011). Солоњец, као земљиште слабије продуктивности, представља производну средину која може да се сматра стресном за биљке, а повећане концентрације различитих врста соли у земљишту, могу да доведу до појаве оксидативног стреса биљака. Иако је кисеоник предуслов живота свих аеробних организама, у већим концентрацијама може да буде веома токсичан. Токсично дејство може да се објасни постојањем реактивних кисеоничних врста (*Reactive Oxygene Species-ROS*), под којима се подразумевају активирани и редуковани облици кисеоника, чије накупљање у биљном организму доводи до оксидативног стреса.

Због тога је важно да се сагледа у којој мери гајење пшенице на солоњecu доводи до оштећења биљног организма, односно на који начин антиоксидативни

систем заштите помаже биљци у очувању нормалних метаболичких процеса, завршетка пораста и постизања приноса.

Један од најважнијих задатака оплемењивача је побољшање особина постојећих сорти гајених биљака и стварање нове генетичке варијабилности, која ће да оствари што бољи економски ефекат и да испуни основни циљ – исхрану хумане популације. Међутим, ово је и један од најтежих задатака, јер принос хлебне пшенице је сложено квантитативно својство на које утиче више компоненти приноса. Условљено је дејством генетичких чинилаца, чинилаца спољне средине, као и њиховом међусобном интеракцијом (Димитријевић и сар., 2010). Генотип и спољна средина представљају основне изворе варијације, који када се доведу у међузависност и на тај начин анализују, дају јаснију слику о генотипу и о утицају спољне средине, него када би се они посматрали одвојено. Зато је важно да се прецизније одреде преобладајући извори варијације, њихов утицај на компоненте приноса, а тиме и на сам принос. На тај начин би се издвојиле сорте које најбоље реагују на агроколошке услове појединих средина, односно региона гајења. Ово се посебно односи на одабир најбоље адаптираних генотипова за гајење у мање повољним условима средине, где су усеви изложени различитим облицима стреса изазваног абиотичким факторима.

Избор што боље адаптираних генотипова на услове гајења на солоњецу може да омогући економски оправдану производњу пшенице и интензивније искоришћење оваквог земљишта у пољопривредној производњи.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ овог истраживања је:

- да се испита варијабилност приноса и компоненти приноса различитих генотипова пшенице
- да се процени интеракција генотип/спољна средина у условима абиотичког стреса
- да се сагледа међузависност приноса зрна, висине биљке, дужине класа, масе класа, масе зрна по класу и броја зрна по класу
- да се испита понашање ензима антиоксидантног система, како би се сагледао утицај стреса на биљни организам
- да се испита реакција генотипова на мере поправке земљишта, уз примену различитих количина фосфогипса
- да се одаберу сорте, међу испитиваним сортама пшенице, које показују најбољу реакцију за гајење на солоњцу, који би представљали и пожељне родитеље у програму оплемењивања генотипова погодних за гајење на солоњцу

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3. 1. ПОРЕКЛО, БОТАНИЧКА КЛАСИФИКАЦИЈА И ПРОИЗВОДЊА ПШЕНИЦЕ

Пшеница (*Triticum* sp.) је једна од најстаријих биљних врста у свету. Прве гајене форме пшенице имале су $2n=14$ хромозома и гајиле су се у доба неолита. Разлика у броју хромозома између врста из рода *Triticum* условила је поделу пшеница на три групе. Према Вавилову, осим у броју хромозома ове групе се разликују и према пореклу. Прву групу чине диплоидне пшенице које имају $2n=14$ хромозома (*Triticum urartu*, *Triticum monococcum* и др.) и пореклом су из области Мале Азије. Тетраплоидне врсте пшенице са $2n=28$ хромозома воде порекло из источног Медитерана (југоисточна Турска) и североисточне Африке (Етиопија). Представници ове групе су врсте *Triticum dicoccum*, *Triticum durum*, *Triticum turgidum* и др. Пшенице које имају $2n=42$ хромозома припадају групи хексаплоидних врста рода *Triticum* и пореклом су из области која обухвата територију од Авганистана и Туркменистана до Закавказја. Неке од врста које припадају овој групи су: *Triticum spelta*, *Triticum macha* и најважнија од свих мека, хлебна, пшеница *Triticum aestivum* (Dvorak et al., 2011).

Пшеница је еуритопна биљка, што значи да има велики ареал распрострањености. Према подацима Организације за храну и пољопривреду Уједињених нација, FAO (Food and Agriculture Organization), пшеница се најуспешније гаји у географском појасу између 30° и 60° на северној и између 27° и 40° на јужној Земљиној хемисфери. У погледу вертикалне распрострањености, пшеница је такође широко адаптабилна. Аутохтоне популације пшенице пронађене су у Андима, на надморској висини преко 3000 m (Денчић и сар., 2009). Распрострањеност пшенице у свету је веома изражена захваљујући њеном полиморфизму, јер има велики број врста и подврста које могу да се гаје у различитим климатским условима. Широка адаптабилност хлебне пшенице је последица њене генетичке конституције. Она је алополиплоидна, хексаплоидна врста ($2n=6x=42$) чији геном чине 3 генома означена са А, В и D, који воде порекло од 3 различите диплоидне биљне врсте. Геном А пореклом

је од врсте *Triticum urartu*, геном В је из врсте *Aegilops speltoides*, док је врста *Aegilops tauschii* давалац генома D (Shabaz and Ashraf, 2013). Спонтаном хибридизацијом ових трава, настала је хлебна пшеница (Matsuoka, 2011).

С обзиром на високу адаптабилност према различитим условима спољне средине, спонтани сродници пшенице би могли да буду могући донори гена који би повећали толерантност пшенице на различите услове абиотичког стреса.

Према ботаничкој класификацији, хексаплоидна пшеница припада следећим систематским категоријама (Takhtajan, 2009):

Regnum (царство): *Plantae* (биљке)

Phylum (одељак): *Magnoliophyta* (скривеносеменице)

Classis (класа): *Liliopsida* (монокотиле)

Subclassis (подкласа): *Commelinidae*

Superorder (надред): *Poanae*

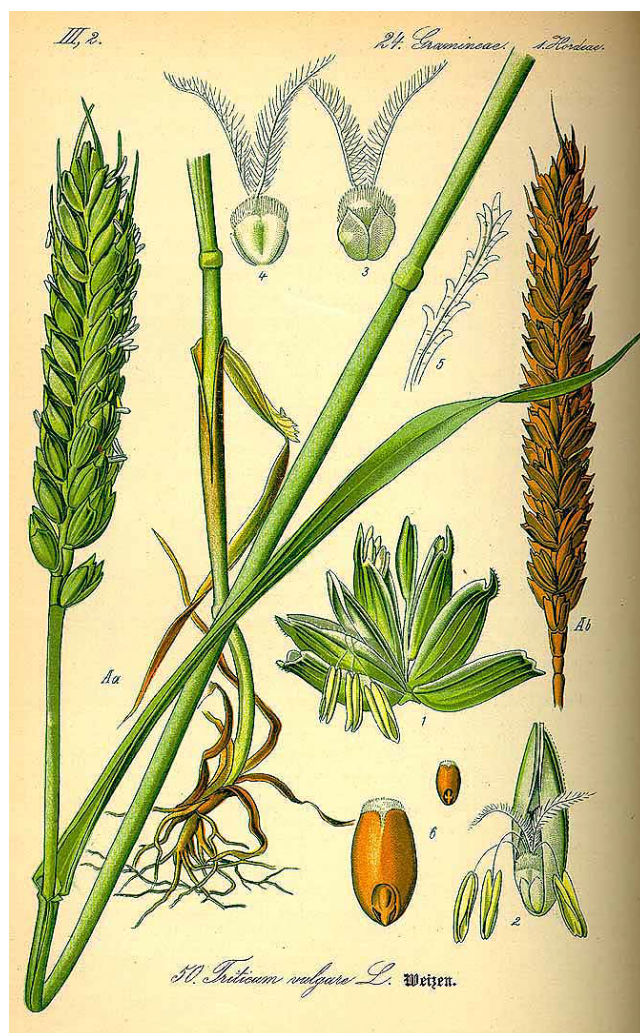
Order (ред): *Poales*

Familia (породица): *Poaceae* (траве)

Genus (род): *Triticum*

Species (врста): *Aestivum*

Subspecies (подврста): *Triticum aestivum ssp. aestivum*, сл. 1.



Слика 1. Хлебна пшеница - *Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.

(извор: Thomé, 1885*)

Према подацима FAO-а годишње се у свету пшеницом засеје око 240 милиона хектара, што чини око 26% од свих површина засејаних пољопривредним биљкама. Просечна годишња производња пшенице у свету је 580 милиона тона. Посматрајући производњу пшенице у тонама, највећи произвођачи су: Кина, Индија, Руска Федерација, Сједињене Америчке Државе и Француска. Највећи принос зрна пшенице остварује се у Француској, таб. 1.

* Илустрација преузета са: <http://www.plantillustrations.org>, према: Thomé, O. W. (1885): *Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz, Tafeln*, vol. 1(50)

Табела 1. Производња пшенице у свету, по вегетационим сезонама,
од 2009. до 2012. године
(извор: <http://faostat.fao.org>)*

Земља	Година	Пожњевена површина (ha)	Производња (t)	Принос по јединици површине (t/ha)**
Кина	2009	24291081	115115364	4,739
	2010	24257900	115186178	4,748
	2011	24272280	117414034	4,837
	2012	24140800	120583200	4,995
	<i>Просек</i>	<i>24240515</i>	<i>117074649</i>	<i>4,830</i>
Индија	2009	27752400	80679400	2,907
	2010	28457400	80803600	2,839
	2011	29068600	86874000	2,989
	2012	29900000	94880000	3,173
	<i>Просек</i>	<i>28794600</i>	<i>85809250</i>	<i>2,977</i>
Руска Федерација	2009	26632900	61739750	2,318
	2010	21639800	41507580	1,918
	2011	24835500	56239990	2,264
	2012	21277900	37719640	1,773
	<i>Просек</i>	<i>23596525</i>	<i>49301740</i>	<i>2,068</i>
Сједињене Америчке Државе	2009	20191200	60365730	2,990
	2010	19270930	60062410	3,117
	2011	18496360	54413310	2,941
	2012	19826170	61755240	3,115
	<i>Просек</i>	<i>19446165</i>	<i>59149172</i>	<i>3,041</i>
Француска	2009	5147395	38332198	7,447
	2010	5931000	38207000	6,442
	2011	5825400	35994000	6,179
	2012	5303300	40300800	7,599
	<i>Просек</i>	<i>5551773</i>	<i>38208500</i>	<i>6,917</i>

* Рангирање земаља је извршено на основу производње пшенице (t) током анализованих вегетационих сезона. Приликом приступања Интернет страници ФАО (21. април 2014.) подаци за 2013. годину нису били доступни.

** ФАО не располаже тачним подацима за принос, већ их израчунава на основу производње и пожњевене површине.

Према подацима Републичког завода за статистику, Република Србија се налази на 16. месту по производњи пшенице у Европи, са просечним приносом од 3,3 t/ha. Највеће површине под пшеницом у Србији се налазе у АП Војводини, Поморављу и Мачви, где владају повољни услови за гајење ове биљне врсте, таб. 2.

Табела 2. Производња пшенице у Републици Србији, по вегетационим сезонама,
од 2009. до 2013. године
(извор: <http://webrzs.stat.gov.rs>)

Територија	Година	Пожњевена површина (ha)	Производња (t)	Принос по јединици површине (t/ha)
АП Војводина	2009	301649	1191440	3,950
	2010	242969	904037	3,721
	2011	242100	1180315	4,875
	2012	237326	1062949	4,479
	2013	294275	1617068	5,495
	<i>Просек</i>	<i>263664</i>	<i>1191162</i>	<i>4,504</i>
Централна Србија	2009	266005	876115	3,294
	2010	241236	726367	3,011
	2011	250906	895922	3,571
	2012	243213	847965	3,487
	2013	269128	1073198	3,988
	<i>Просек</i>	<i>254098</i>	<i>883913</i>	<i>3,470</i>
Република Србија	2009	567654	2067555	3,642
	2010	484205	1630404	3,367
	2011	493006	2076237	4,211
	2012	480539	1910914	3,977
	2013	563403	2690266	4,775
	<i>Просек</i>	<i>517761</i>	<i>2075075</i>	<i>3,994</i>

3.2. КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА И ПРИНОС ЗРНА ПШЕНИЦЕ

Принос зрна пшенице је такозвано суперсвојство, изразито квантитативна особина која зависи од многих компоненти које га одређују, као и од чинилаца спољне средине. Имајући у виду да је зрно плод тежње биљке да се репродукује, може да се каже да је принос последица укупне варијације фенотипа одређеног генотипа у сврху репродукције. С обзиром да селекција на принос *per se* није могућа у раним генерацијама селекције, фенотипски маркери постају важни у индиректној селекцији на принос у условима абиотичког стреса. Ово се посебно односи на оне особине које су изразито квантитативног карактера, где је отежана примена селекције засноване на

молекуларним маркерима (MAS – Marker Assisted Selection). Зато је успешан избор оплемењивача зависан од информација о генетичкој варијабилности сваке компоненте приноса по јединици површине и индивидуално по биљци (Ullah *et al.*, 2011).

Анализа компоненти приноса пшенице је веома значајна за оплемењивање, јер се на тај начин одабирају генотипови који имају пожељне особине.

3. 2. 1. Висина биљке

Висина биљке је својство које се описује као растојање од чвора бокорења до врха класа. Она је компонента приноса пшенице, која утиче на принос мењајући однос између вегетативне и генеративне масе. Њихов однос се одражава кроз жетвени индекс, који представља релативан однос између приноса зрна и укупне масе биљке по јединици површине у фази пуне физиолошке зрелости. Жетвени индекс служи као параметар односа варијације својстава вегетативног дела биљке пшенице, од којих зависи транслокација хранљивих материја из вегетативних у генеративне органе биљке, што се коначно реализује у приносу зрна (Borojević and Borojević, 2005; Димитријевић и сар., 2009). Висина биљке је сложено својство које зависи од сета мајор *Rht* (*reducing height*) гена, али и од минор гена распоређених на свим хромозомима генома пшенице (Chebotar *et al.*, 2001, Денчић и сар., 2006, Chebotar *et al.*, 2013). За оплемењивање пшенице значајно је неколико мајор гена који детерминишу висину стабљике. Ови гени су пронађени у јапанским сортама пшенице Акакомуги и Норин 10. Најзначајни су гени из сорте Акакомуги (гени *Rht 8* и *Rht 9*). На кратком краку хромозома 2D поред гена *Rht 8* налази се и *Ppd-D1*. Овај ген одређује фотопериодску реакцију, тако што биљку чини неосетљивом на трајање дужине дана. Међутим, експресија овог гена на висину стабљике је условљена деловањем *Vm* гена, који су одговорни за јаровизацију пшенице. Сорта Норин 10 је носилац гена *Rht 1* и *Rht 2* (Worland *et al.*, 1990; 1998). Наведени мајор гени су одиграли најзначајнију улогу у редуковању висине стабљике пшенице и стварању интензивних сорти током Зелене револуције, којом је средином прошлог века пољопривредна производња значајно интензификована, просечни приноси основних култура, укључујући и пшеницу, повећани за 3-5 пута и која је значила крупан корак ка приближавању пољопривреде индустријском типу производње. *Rht 8* гени су присутни у већини новосадских сорти пшенице и снижавају стабљику пшенице за око 10 cm у Енглеској и до 5 cm у

Југославији (Денчић и сар., 2006). Боројевић (1990) скраћење стабљике пшенице означава као преломни моменат у оплемењивању ове биљне врсте, јер је тиме успостављен оптималан однос између вегетативних и генеративних органа биљке, а последица ове генетичке промене је повећање ка оптималнијем нивоу жетвеног индекса. Ниска и чврста стабљика је омогућила гајење пшенице у гушћем склопу и уз примену већих доза минералних ђубрива (Боројевић, 1983; Петровић и Worland, 1992; 1993). Међутим, појава полупатуљастих генотипова пшенице је повећала интеракцију генотип/спољна средина (Braun *et al.*, 1992 цит. Dimitrijević *et al.*, 2011_a).

Петровић (2000) је истраживањима дивергентног узорка генотипова пшенице гајених у нормалним условима средине, чији репрезент је било земљиште типа чернозем, утврдила да на фенотипско варирање висине стабљике највише утиче фактор генотип, а знатно мање интеракција сорта/година и еколошки услови.

Супротно претходном, испитивање висине биљке 11 генотипова хлебне пшенице гајене на земљиштима типа солоњец и чернозем, показало је да генотип није био статистички значајан извор варијабилности ове особине, док је фактор земљиште показао статистичку значајност. С обзиром да је оглед постављен на солоњецу, испитиван је и ефекат поправке овог земљишта употребом фосфогипса у количини од 25 t/ha и 50 t/ha. Резултати су показали да су генотипови позитивно реаговали на поправку земљишта, али да су просечне вредности висине биљке биле мање од просечних вредности остварених у нормалним условима гајења на солоњецу (Димитријевић и сар., 2010).

У условима солоњца, уз хемијске мере поправке додавањем фосфогипса, највећи удео међу изворима фенотипске варијабилности висине стабљике припада варијацији генотипа (62,34%), а знатно мањи чиниоцима спољне средине (8,4%). Интеракција генотип/спољна средина, као неадитивни извор варијације, показала се статистички значајном и учествовала је са 29,26% у суми квадрата огледа (Бањац и сар., 2009).

Оглед са три сорте пшенице, постављен у контролисаним условима, како би се постигао ефекат стреса изазваног различитим количинама соли у земљишту, показао је високу статистичку значајност генотипа и земљишта на варијабилност висине биљке пшенице и других компоненти приноса (Shamsi and Kobraee, 2013).

Да би се добиле сорте пшенице толерантније на абиотички стрес изазван алкализиваним земљиштем, Dimitrijević *et al.* (2012) су постављали вишегодишње

паралелне огледе на солоњецу (локалитет Кумане) и на чернозему (Римски Шанчеви). Ови огледи су показали да су стресни услови на локалитету Кумане утицали на скраћење висине биљке пшенице од 20-40% у поређењу са пшеницом гајеном на чернозему. То је довело до смањења фотосинтетичке површине, односно до смањења продуктивности класа, као генеративног дела биљке.

3. 2. 2. Дужина класа

Испитивање варијабилности компоненти приноса је неопходно да би се што боље одабрали генотипови, као родитељи или у потомствима, у поступку оплемењивања пшенице. Како наводе **Кобиљски и Денчић (1997)** испитивање особина класа има значајно место у оплемењивању пшенице, јер као прималац асимилатива, клас има ограничавајући ефекат на даље повећање генетичког потенцијала за принос зрна. Клас је генеративни биљни орган у којем се налазе цветови са репродуктивним органима, где се после оплодње формира зрно. Овај орган, осим свог основног удела у репродукцији биљке, одређену улогу има и у фотосинтетској активности.

Клас се карактерише низом особина које могу да се дефинишу као компоненте приноса, као што су дужина класа, маса класа, маса зрна по класу, број зрна по класу итд. Према **Kumbhar et al. (1983)**, слаба и негативна корелациона веза између дужине класа и приноса указује да ова компонента нема директан утицај на формирање коначног приноса зрна. Према истим ауторима, дужина класа посредно утиче на принос, преко броја класића, броја зрна по класићу и броја зрна по класу. **Moayedi et al. (2010)** и **Petrović et al. (2012)** наводе да је дужина класа, као квантитативна особина, условљена деловањем генотипа и у великој мери деловањем факора спољне средине. **Mollasadeghi et al. (2012)** су испитујући варијабилност дужине класа хлебне пшенице показали високу статистичку значајност генотипа у варијацији ове особине. **Zečević et al. (2004)** су током две године испитивали дужину класа 50 дивергентних генотипова хлебне пшенице. Из тог истраживања је изведен закључак да је целокупна фенотипска варијабилност ове компоненте приноса пшенице највише зависна од генетичких фактора (81,8%), а затим од фактора спољне средине (10,6%). У варијацији дужине класа, интеракција генотип /спољна средина је учествовала само са 5,3% и није била статистички значајна. **Zečević et al. (2008)** су дошли до сличних резултата испитујући 10 сорти пшенице из оплемењивачких центара бифше СФР Југославије у двогодишњем

огледу, а касније и **Petrović et al. (2009)** испитујући варијабилност дужине класа пшенице на мелиорисаном солоњецу.

Према неким ауторима, осим генотипа и спољне средине, на фенотипско варирање дужине класа утиче и интеракција генотип/спољна средина. Ова интеракција представља варијацију реакције генотипова на варијацију услова спољне средине. Тако су **Gorjanović and Kraljević-Balalić (2005)** у обе године истраживања наслеђивања класа пшенице забележиле високо значајне интеракције генотип/спољна средина за ову компоненту приноса.

Dimitrijević et al. (2009) су упоредо анализовали фенотипску варијацију висине биљке, дужине класа и жетвеног индекса за 9 генотипова хлебне пшенице на различитим типовима земљишта, чернозему, ритској црници и солоњецу. Аутори су уочили јаку реакцију дужине класа на повољне услове средине, као и то да смањењем продуктивности земљишта измена ранга постаје израженија, што значи да се појачава укрштена (cross over) интеракција.

3. 2. 3. Маса класа

Маса класа представља укупну масу генеративног дела биљке пшенице и као изразито квантитативна особина, наслеђује се системом минор гена. Овакав генски систем дозвољава значајну фенотипску варијацију под утицајем деловања фактора спољне средине, што се најчешће огледа у значајној интеракцији генотип/спољна средина, како у повољним условима гајења на чернозему, тако и условима абиотичког стреса изазваног земљиштем какво је солоњец (**Петровић и сар., 2001_а**; **Димитријевић и сар., 2006_б**).

Димитријевић и сар. (2006_а) су испитивали утицај поправке солоњеца, уз примену фосфогипса у количини од 25 t/ha и 50 t/ha на масу класа. Резултати које су добили показали су да постоје разлике у реакцији испитиваних генотипова пшенице на мере поправке земљишта. Осим тога, аутори су приметили да се реакција генотипова на варирање деловања фактора спољне средине огледа у статистички високо значајној вредности средине квадрата интеракције генотип/спољна средина. Разлагањем интеракције, уочили су постојање два агрономски значајна извора варијације. Закључили су да су прва и друга РСА оса објасниле око 75% укупне интеракције

генотип/спољна средина. Анализом АММИ биплота закључили су да је мелиоративна мера основни извор варијације масе класа.

Бањац и сар. (2009) су такође испитујући утицај различитих количина фосфогипса на варијацију масе класа пшенице, у условима гајења на солоњцу, установили разлике између испитиваних генотипова. Реакција генотипова на варирање деловања фактора спољне средине се огледала у статистички високо значајној вредности средине квадрата интеракције генотип/спољна средина. У оквиру главних ефеката анализе варијансе, највећи део суме квадрата припадао је генотипу (56,77%), а мањи део суми квадрата еколошке средине (23,58%). Изведен је закључак да су најстабилнију реакцију генотипови имали на земљишту са примењених 25 t/ha фосфогипса.

Кнежевић и сар. (2010) су испитивали фенотипску варијабилност масе примарног класа пшенице 20 генетички дивергентних сорти створених у различитим селекционим центрима у Србији. У истраживањима спроведеним током две године приметили су испољавање различитости овог својства код испитиваних сорти пшенице. Маса класа исте сорте је варијирала зависно од године. Ефекат генетичких фактора и спољне средине, као и њихове интеракције, био је високо значајан. Ови аутори су установили да је у укупној варијанси за масу класа, било највеће учешће варијансе године (38,6%), а затим варијансе сорте (32,2%).

3. 2. 4. Маса зрна по класу

Маса зрна по класу је изразито квантитативна компонента фенотипске варијабилности пшенице и последица је деловања минор гена, па је степен њиховог дејства условљен међусобном интеракцијом и утицајем спољне средине, као и индивидуалном и популационом реакцијом биљака на еколошке варијације (**Перишић и сар., 2011**).

Према **Боројевић (1983)** клас је, као генеративни орган у коме се формирањем зрна реализују сви остали животни процеси биљке, па и проток асимилатива, већи ограничавајућим чинилац у повећању генетичког потенцијала за принос пшенице, него што су вегетативни органи биљке. Одлика масе зрна по класу је ниска херитабилност (удео генотипске у укупној фенотипској варијабилности) и значајно фенотипско варирање зависно од варијације фактора спољне средине (**Aycicek and Yidirim, 2006**).

Маса зрна по класу представља напор биљке да се у интеракцији са условима спољашње средине репродукује из генерације у генерацију (**Петровић и сар., 2001₆**).

Маса зрна по класу је утицајна компонента приноса пшенице када се она гаји на солоњцу (**Димитријевић и сар., 2005**). Повећање генетичког потенцијала за принос зрна могуће је остварити кроз повећање величине и капацитета класа. Дуг и плодан клас представља један од најважнијих праваца у побољшању приноса зрна пшенице.

Сумирајући резултате двогодишњег огледа са 11 генотипова пшенице гајене на солоњцу, **Димитријевић и сар. (2005)** су закључили да је анализа варијансе показала статистичку значајност свих извора варијабилности, изузев агроеколошке средине. Интеракција генотип/спољна средина носила је највећи део суме квадрата објашњиве варијације огледа. Ови аутори истичу да је прва РСА оса објаснила око 55% варијације, а друга РСА оса око 25%, што указује на сложену природу интеракције генотип/спољна средина за масу зрна по класу.

Zečević et al. (2010) се слажу са наведеним литературним наводима да је експресија масе зрна по класу високо зависна од деловања спољне средине. Они истичу да је варијабилност ове компоненте приноса пшенице условљена бројем зрна по класу и хемијским особинама зрна. Истраживање је показало да постоје разлике у просечним вредностима масе зрна по класу између испитиваних генотипова током посматраних година. Интеракција генотип/ спољна средина била је статистички високо значајна и изнела је највећи део варијабилности огледа (51,18% укупне варијабилности). На фенотипску варијабилност масе зрна по класу знатно мање су утицале године (18,82%) и генотип (12,35%). Истраживање ових аутора је спроведено на земљишту типа смоница у процесу огајачавања. Заједничко за солоњец и смоницу су присуство јаког глиненог хоризонта и лоша физичка својства. Међутим, солоњец је алкално, а смоница кисело земљиште, па су резултати ових аутора упоредиви само у најширем смислу са радом **Димитријевић и сар. (2005)**.

3. 2. 5. Број зрна по класу

Број зрна по класу је важна компонента приноса, која се често користи као селекциони критеријум и представља својство на које се врши селекција у оплемењивачким програмима пшенице (**Ahmad et al., 2010**). Ово својство пшенице проистиче из дужине класа и броја класића примарног класа (**Перишић и сар., 2011**).

Број зрна по класу је компонента која значајније утиче на принос у условима абиотичког стреса, посебно када се посматра као особина индивидуалних биљака (Denčić *et al.*, 2000).

Кобиљски (2000) примећује да *Rht* мајор гени, поред утицаја на висину стабљике, индиректно утичу и на број зрна по класу и неке друге квантитативне особине пшенице. Међутим, ефекат ових гена на развој броја зрна по класу у великој мери зависи од климатских прилика региона у којима се постављају огледи.

Према истраживањима **Zečević *et al.* (2010)**, број зрна по класу високо је зависан од генетичке конституције сорте, али и од фактора спољне средине. Анализом фенотипске варијансе, ови аутори су добили високо значајне вредности F-теста за сорте и године у којима су оне гајене, као и за њихову интеракцију. Највећи допринос варијабилности броја зрна по класу дали су услови године (48,71%), а затим интеракција (28,88%). Генотип је у укупној суми квадрата огледа учествовао са 15,48%. Дакле, утицај фактора спољне средине имао је пресудан утицај на број зрна по класу.

Petrović *et al.*, 2012 су испитујући стабилност параметара класа сорти пшенице на солоњецу, уочили изражену фенотипску варијабилност испитиваних генотипова. Анализа варијансе показала је статистичку значајност интеракције генотип/спољна средина. Применом АММI модела забележена је значајна вредност PCA_1 осе за број зрна по класу. Сличне резултате су добили **Перлаки (2004)** и **Petrović *et al.* (2009)**.

Анализа броја зрна по класу, на солоњецу без поправке и са различитим нивоима фосфогипса, 11 сорти пшенице, током трогодишњег огледа указује на сложену природу интеракције генотип/спољна средина, где су издвојена три значајна извора варијабилности. При томе, први извор варијабилности у виду PCA_1 осе је објаснио највећи део интеракције генотип/спољна средина, који је износио 36% укупној варијабилности интеракције генотип/спољна средина (**Petrović *et al.* 2010**). Резултати оваквих огледа указали су на израженију мултиваријациону компоненту и нешто мање изражену адитивну компоненту варирања броја зрна по класу (**Петровић и сар. 2010; Petrović *et al.* 2010**).

Shamsi and Kobraee (2013) су испитивали утицај различитих нивоа соли у земљишту на развој компоненти приноса три генотипа пшенице, укључујући и број зрна по класу. Извели су закључак да је и најнижи ниво салинитета значајно утицао на смањење броја зрна по класу.

3. 2. 6. Принос зрна

Принос се често назива „супер својство“, јер је резултанта интеракције свих особина биљке и биотичких и абиотичких утицаја на нивоу индивидуе и на нивоу популације. Зато је фенотипска експресија приноса зрна пшенице условљена како великим бројем чинилаца, тако и сложеним интеракцијама између особина, као и особина са условима околне средине. Најважнији од њих је генетичка конституција сорте, која је предуслов за остваривање одговарајућег приноса и одражава се у генетичком потенцијалу за принос, који представља ниво приноса који одређени генотип може да постигне у идеалним условима гајења. Према резултатима **Sanchez-Garcia et al. (2013)** принос зрна пшенице у Шпанији имао је тренд повећања током XX века и зависио је од оплемењивачких периода, који су подразумевали добијање нових, побољшаних генотипова. Овај резултат је илустрација општих светских трендова повећања приноса пшенице интензификацијом производње током XX века, која је подразумевала и одговарајуће нове идеотипове сорти, такозване интензивне сорте пшенице. Према истим ауторима, кључно за испољавање генетичког потенцијала сорте за принос је његова зависност од чинилаца који ограничавају постизање приноса. Пшеница је биљка која се гаји на отвореном пољу, а принос изразито квантитативна особина, па фактори спољне средине могу да буду од значајног утицаја на формирање приноса. Резултати истраживања **Petrović et al. (1998)** и **Dimitrijević et al. (2011₆)** су показали да је варијабилност приноса и његових компоненти зависила од деловања фактора спољне средине у већој мери, него од ефекта генотипа. Међутим, висина и квалитет приноса пшенице, неће да зависи само од генотипа и утицаја спољне средине, већ и од њихове интеракције (**Mladenov et al., 2011**).

Имајући у виду наведено, производња пшенице може да се повећа селекцијом нових генотипова, који ће да буду у стању да остваре бољи принос у различитим агроклиматским условима, па чак и условима стреса (**Inamullah et al., 2006**). Поред рекомбинација гена, у циљу подизања генетичког потенцијала за принос, стабилност постигнутог нивоа приноса, обезбеђује максимално искоришћавање генетичких потенцијала сорте (**Димитријевић и сар., 1999**). Ефикасност селекције пшенице на принос биће остварена уколико се жељена генетичка варијабилност испољи у добијеном генском фонду (**Akram et al., 2008**).

Један од критеријума селекције пшенице је да се смањи интеракција генотипа и спољне средине. Тиме би се постизао што уједначенији и стабилнији принос. На тај начин биљке би мање реаговале на промене еколошких услова гајења. У литературним наводима срећу се два приступа у решавању овог проблема. Први је подела хетерогених региона гајења на мање подрегионе, који би били хомогенији у погледу услова производње. Поделом на подрегионе са сличним условима производње, али и потрошње, се отвара могућност циљног оплемењивања. Овакво оплемењивање би довело до стварања сорти које су селекционисане за поједине регионе (**Farshadfar et al., 2011**). Сорте створене циљним оплемењивањем испољавају уску, а не широку адаптабилност, па дају најбоље резултате управо у тим регионима за које су намењене. Други начин да се смањи интеракција генотип/спољна средина је селекција генотипова са бољом стабилношћу у широком спектру окружења. На тај начин боље ће се предвидети понашање генотипова у различитим срединама (**Димитријевић и Петровић, 2005**).

Singh et al. (2009) су процењивали принос 15 генотипова хлебне пшенице у условима различитих концентрација соли у земљишту, током две године у Карналу (Индија). Анализа варијансе је показала да је принос највише варирао под утицајем генотипа (око 52% у укупној варијације огледа), док су фактори спољне средине у варијацији учествовали са 36%. Ови аутори су АММИ анализом утврдили и утицај интеракције генотип/спољна средина. Закључили су да су генотипови највише приносе имали на варијантама огледа у којима су остварили најмање вредности интеракције генотип/спољна средина Ове третмане, од свих које су испитивали, су издвојили као најпогодније за гајење пшенице.

Испитујући принос пшенице на солоњецу без поправке и са поправком фосфогипсом, **Димитријевић и сар. (2010)** добијају значајне варијације генотипова и високо значајну варијацију огледа услед екосредина. Издвојили су једну агрономски значајну РСА осу која је чинила око 60% суме квадрата варирања унутар интеракције генотип/спољна средина. Ово је указало да су генотипови различито реаговали на промене спољне средине. Тумачећи вредности варијансе третмана, ови аутори су истакли да су лошији агроколошки услови смањили разлике између генотипова.

Farshadfar et al. (2011) су приметили разлике између приноса генотипова хлебне пшенице у нормалним и у условима стреса (наводњавање и без наводњавања).

Значајност интеракције генотип/спољна средина указала је да је принос зрна испитиваних генотипова варирао у зависности од услова гајења (стрес и без стреса).

Резултати који се добијају у радовима који прате варијабилност приноса пшенице и његових компоненти у зависности од различитих окружења гајења, олакшавају одабир сорти за широку производњу. Осим тога, процене стабилности генотипова и њиховог потенцијала за принос, пре свега у лошијим условима, веома су значајни у програмима оплемењивања пшенице, који за циљ имају добијање сорти погодних за гајење у стресним условима животне средине. Овакав рад може да буде од значаја, посебно ако се има у виду да глобалне климатске промене условљавају све веће неправилности и варијације између сезона гајења и да се услови производње све чешће одликују појединим стресним утицајима на биљне културе које се гаје.

3.3. СОЛОЊЕЦ

Халоморфна земљишта или слатине представљају земљишта, која су настала под утицајем допунског влажења, првенствено подземним, а ређе и површинским водама, које садрже штетне соли и/или адсорбовани натријум (Белић, 1999). Салинизација може да представља проблем у пољопривредној производњи (Mer *et al.*, 2000). Високе концентрације соли у земљишту имају штетне ефекте на клијање семена (Khayatnezhad *et al.*, 2010) и раст биљака (Ashraf and Haris 2004). Салинитет земљишта је један од најважнијих абиотичких стресова и ограничавајући фактор биљне производње у многим земљама света (Flowers *et al.*, 1997). Према Bray *et al.* (2000) салинизација смањује потенцијални принос већине најважнијих усева за више од 50%. Због тога пажња треба да се посвети стварању генотипова пшенице који ће да буду толерантнији на салинитет земљишта. Разумевање функционисања механизма толерантности на салинитет су пресудни за савладавање проблема на нивоу оплемењивања пшенице и могућности њеног гајења на халоморфним земљиштима (Flowers, 2004).

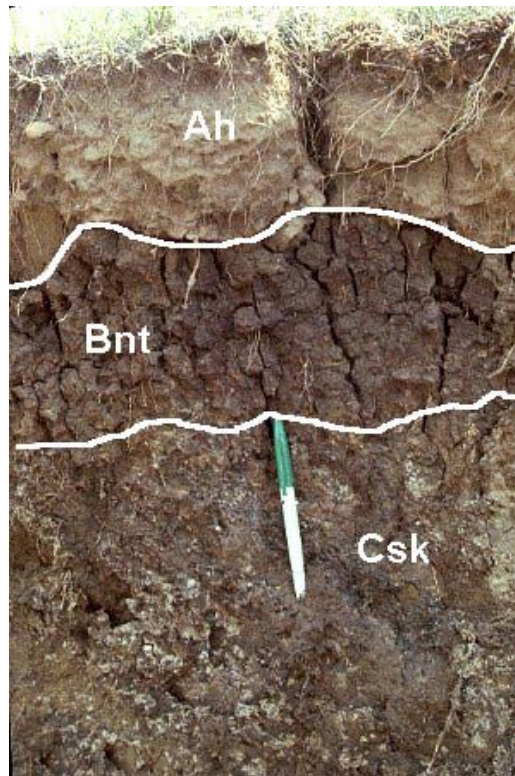
Један од типова земљишта из реда халоморфних је солоњец, сл. 2. На територији АП Војводине, поред продуктивних земљишта, солоњец је најраспрострањенији тип земљишта, који није погодан за гајење усева.



Слика 2. Пресек профила земљишта типа солоњец на локалитету Кумане

(извор: Белић, 1999)

Према класификацији земљишта Југославије солоњец је земљиште из реда халоморфних у чијем измењивачком комплексу има више од 15% адсорбованог јона натријума- Na^+ (Шкорић, 1985). Из тог разлога оно је алкализовано ($\text{pH}>9$) и неповољно за гајење пољопривредних биљака. Производни потенцијал солоњеца значајно је ограничен тешким механичким саставом збијеног и непропустљивог $\text{B}_{\text{t,na}}$ хоризонта (Белић и сар., 2004), па се ово земљиште углавном користи као нископродуктивни пашњак (сл. 3 и сл. 4). Осим тога солоњец се одликује изразито неповољним водним и физичким својствима, јер су вредности садржаја глине у текстурном саставу, запреминске и праве специфичне масе високе, док су вредности просечне филтрационе способности ниске (Васин и сар., 2010).

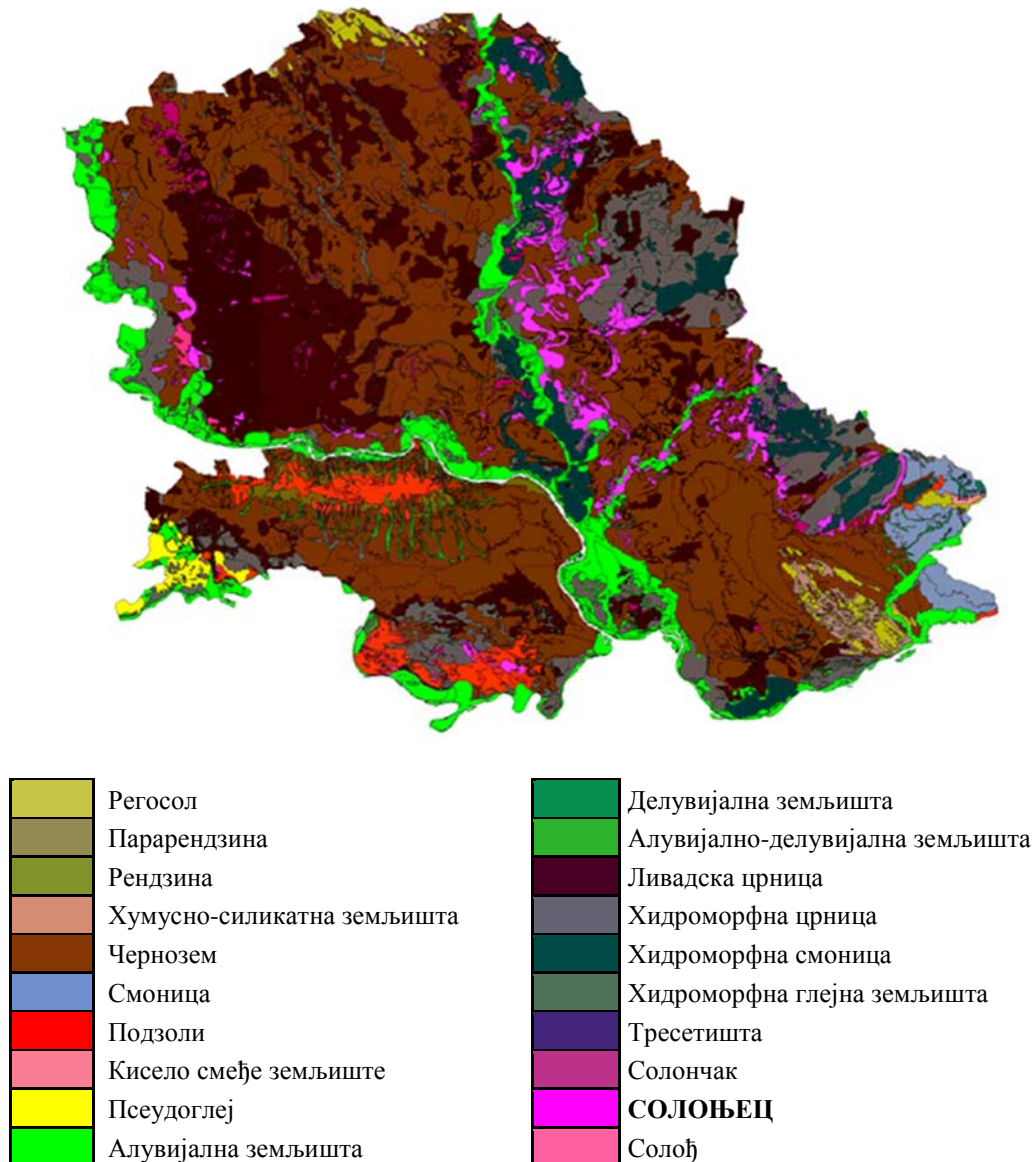


Слика 3. Унутрашња морфологија солоњца са диференцираним хоризонтима
(извор:<http://web.unbc.ca/~soc/ggroup/bsprof.html>)



Слика 4. Природни пашњак образован на солоњцу, локалитет Кумане
(фото: Бањац, 22. јун 2011)

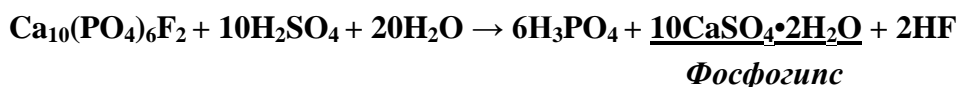
Овај тип земљишта заузима 135 милиона хектара површине у свету (**IUSS Working Group WRB, 2006**). На европском континенту солоњец се простире на око 20 милиона хектара, док је у Републици Србији најзаступљенији тип слатина и има га око 80 000 ha (**Belić et al., 2012**). При томе је највише заступљен у Банату, а затим у Бачкој и Срему, сл. 5.



Слика 5. Педолошка карта Аутономне Покрајине Војводина

(према: *Нејгебауер и сар., 1971*)

С обзиром на сталан пораст броја светског становништва и раст потреба за храном, треба да се пронађу начини да се мање продуктивна земљишта искористе за интензивнију пољопривредну производњу. **Рајковић и сар. (1995)** су указали на значај примене хемијских мелиоративних мера на солоњцу. Они су истакли да применом фосфогипса солоњец може да се преведе у категорију средње плодних земљишта на којима би се гајили пшеница и јечам. Осим примене фосфогипса, хемијске мере поправке солоњца се заснивају на употреби других калцијумових једињења (гипс, калцијум-хлорид, калцијум-нитрат) или киселина-сумпорна, хлороводонична, азотна (**Oad et al., 2002; Sadiq et al., 2003**). На основу великог броја радова може да се закључи да је у нашој земљи највише истраживана употреба фосфогипса, који у великим количинама настаје приликом производње минералних ђубрива. Фосфогипс је споредни производ који се издваја при добијању фосфорне киселине у дихидратном, мокром, поступку (**Rajković and Tošković, 2003**). Фосфогипс се издваја у хемијској реакцији, када се сирови фосфати третирају разблаженом сумпорном киселином (**Рајковић, 2004**):



Употреба фосфогипса је и исплативија у поређењу са употребом других средстава, управо зато што се ради о нуспроизводу индустријског процеса. **Ghafoor et al. (2001)** наводе да је гајење пиринча и пшенице на алкализованом земљишту у Пенцабу најекономичније уколико се оно поправља фосфогипсом. Истраживања спроведена у Етиопији су показала позитиван утицај различитих количина гипса на смањење садржаја соли у земљишту, а самим тим и на принос и компоненте приноса пшенице (**Bello, 2012**). Дугорочно посматрано, употреба фосфогипса је показала позитиван утицај на земљишта богата иловачом и глином, у држави Paraná у Бразилу (**Churka Blum et al., 2013**).

Суштина употребе фосфогипса огледа се у пуферним својствима и киселој реакцији (pH 2,8-3,2) овог једињења. Фосфогипс неутралише алкалност адсорптивног комплекса солоњца хемијском реакцијом супституције јона натријума, јонима калцијума. Овај поступак се назива гипсовање и састоји се у томе да се јони Na^+ из натријум-карбоната (Na_2CO_3) у земљишту, замене јонима калцијума (Ca^{2+}) из фосфогипса, при чему настаје натријум-сулфат (Na_2SO_4), со која подлеже испирању. У

реакцији гипсовања настаје и калцијум-карбонат (CaCO_3), који се под утицајем угљен-диоксида (CO_2) раствара, што доводи до ослобађања јона Ca^{2+} у адсорптивни комплекс земљишта (Белић, 1999).

Према истраживањима која су урадили Рајковић и сар. (1995), као и Белић (1999), поправка солоњца у циљу гајења пољопривредних биљака на њему, не своди се само на хемијске мере. Најбољи резултати поправки се добијају када се хемијске мере комбинују са мерама којима се непропусни слојеви разрахљују, што се постиже риголовањем, подривањем, дубоким орањем и дренажом (Helgason, 2000). Мрежом дренажних канала испира се настали Na_2SO_4 , а у земљишту се повећава концентрација јона Ca^{2+} . Процес растварања фосфогипса и ослобађање јона калцијума може да се повећа уношењем органских ђубрива.

Примена мелиоративних мера и правилан одабир биљних врста које ће да се гаје на солоњцу, могу да подигну употребну вредност овог земљишта (Dimitrijević *et al.*, 2011_б). Житарице су умерено толерантне на повећану алкалност земљишта (Munns *et al.*, 2006). Сама по себи ова група биљака не захтева превелика улагања у производњи, па је погодна за гајење на солоњцу (Zheng *et al.*, 2008). Иако компоненте приноса и принос пшенице гајене на солоњцу, у извесној мери, заостају за вредностима добијеним гајењем у условима квалитетнијих земљишта, уз примену мелиоративних мера пшеница може задовољавајуће да се гаји и на слабопродуктивним земљиштима (Димитријевић и сар., 2005, Милошев и сар., 2007).

3.4. ИНТЕРАКЦИЈА ГЕНОТИП/СПОЉНА СРЕДИНА

Гајење биљака на отвореном пољу је један од тежих задатака пољопривредне производње. Зато је главни циљ сваког оплемењивачког програма да створи генотипове који ће најбоље да реализују свој генетички потенцијал, без обзира на варијацију агро-еколошких услова у којима се гаје. Како би се произвођачима дале препоруке за гајење, неопходно је да се сорте тестирају током неколико година, на више локалитета, у другачијим роковима сетве, на различитим типовима земљишта и др. При томе, генотип различито реагује на другачије услове живота, односно испољава интеракцију са спољном средином.

Према **Baker (1996)**, цит. **Димитријевић и Петровић (2005)**, реакција генотипа на промене услова спољне средине, изражена кроз интеракцију генотип/спољна средина може да се дефинише:

1. Биолошки - фенотип индивидуе је последица интеракције између њеног генотипа и услова средине у којој живи, и
2. Статистички - интеракција која настаје када се два генотипа разликују у реакцији на промене услова спољне средине.

Огледи у којима се прати принос, као комплексно квантитативно својство, једни су од најчешће извођених у пољопривредним истраживањима. Ово својство поред генотипа у великој мери зависи од фактора спољне средине, односно, од интеракције генотип/спољна средина, али и од неконтролисане варијације, односно оног дела укупне варијације огледа који нема агрономско објашњење (**Христов, 2004; Farshadfar et al., 2011**). Проучавање интеракције генотип/спољна средина је значајан део оплемењивачких програма свих важнијих пољопривредних култура, међу којима је и пшеница (**Najafian et al., 2010**). Према **Димитријевић и Петровић (2005)** при селекцији нових генотипова, неопходно је да се испита реакција генотипа на услове спољне средине, јер се тиме обезбеђује боље искоришћавање генетичких потенцијала. Према истим ауторима, реакција генотипа на еколошке услове појединих региона гајења може да се минимализује циљном селекцијом генотипова, намењеним за одређене, специфичне, регионе гајења или избором материјала који показују стабилну реакцију у различитим условима гајења, чему се тежи ако је циљ селекције добијање генотипа који ће да буде погодан за гајење у ширрем опсегу варијације услова спољне средине.

Указујући на значај интеракције, **Боројевић (1992)** закључује да се она одражава у адаптабилности и стабилности сорте. Како наводе **Finlay and Wilkinson (1963)**, под појмом адаптабилности се подразумева способност генотипа да се прилагоди различитим условима средине и да тако оствари стабилан и висок принос, док је стабилност способност генотипа да, без обзира на различите услове у којима се гаји, оствари уједначен принос (**Becker, 1981; Grausgruber et al., 2000**). Међутим, ако се дате дефиниције детаљније анализују, тако да се прилагођавање различитим условима средине објасни као могућност за раст у различитим условима средине, а стабилан принос означити као уједначен, добија се да дефиниције за ова два различита појма значе једно те исто (**Димитријевић и Петровић, 2000**). Из тог разлога, неопходно је да се

прецизније објасне значења појмова адаптабилност и стабилност. Неки аутори концепт адаптабилности везују за одговор генотипова на разлике између локалитета, док појам стабилности везују за реакцију генотипова на разлике између година. С обзиром да је понашање генотипова у простору (локалитети) предвидиво, а у времену (вегетационе сезоне) непредвидиво, адаптабилност представља одговор на предвидиве, а стабилност на непредвидиве услове средине (**Lin and Bins, 1994**). У неким статистичким моделима квантификовање интеракције генотип/спољна средина се користи у сврху описивања одговора генотипова на промену услова спољне средине. При томе, генотипови са минималном променом испитиване особине се сматрају стабилним. Уколико стабилан генотип задржава ниво приноса или друге особине, без обзира на промену услова средине, ради се о биолошком концепту стабилности (**Kang, 2002**). Међутим, овај концепт стабилности није прихватљив за већину оплемењивача и агронома, који дају предност генотиповима са високим приносом зрна и сортама које имају потенцијал да одговоре бољим условима спољне средине, што се сматра агрономским или динамичким концептом стабилности (**Becker and Leon, 1988**). Према **Димитријевић и Петровић (2005)** дефиниција биолошког концепта стабилности одговара схватању широке адаптабилности, док агрономски концепт одговара ужој адаптабилности.

Адаптабилност и стабилност генотипова зависе од састава популације генотипова и њихове генетичке основе. То указује да генотипови реагују на промене услова спољне средине на два начина. Први је индивидуално, што подразумева способност генотипа да оствари фенотип у одређеној спољној средини и популационо, када се посматра просечна вредност целе популације, захваљујући већем броју различито адаптираних генотипова (**Allard and Bradshaw, 1964**).

Проучавање понашања генотипова у различитим агроколошким условима и оцена њихове интеракције са средином у којој расту и развијају се, доприноси да се одаберу идеални генотипови за одређене рејоне гајења. Ово је важно како у одабиру сорти најпогоднијих за одређене регионе, тако и за стварање нове генетичке варијабилности у програмима такозваног циљног оплемењивања („*target breeding*“). То значи да се понашање генотипова мора да оцени у дивергентним срединама, како би се утврдио њихов прави генетички потенцијал (**Kaya and Taner., 2002; Farshadfar et al., 2011**). Сходно томе, за правилно тумачење резултата огледа неопходно је, између осталог, да се има у виду различитост климатских прилика у посматраним вегетационим сезонама, али треба одабрати и што ефикаснију статистичку анализу,

која може да помогне оплемењивачима да остваре бржи напредак, тумачећи резултате на прави начин (**Gauch, 2006**). У истраживањима квантитативних особина, интеракција генотип/спољна средина, због своје сложене природе, отежава тумачење резултата огледа и процене на бази ових резултата (**Farshadfar et al., 2011**). Ово се посебно односи на огледе постављене у условима гајења, који могу да се окарактеришу као стресни за биљку, што је одлика оних средина које се одликују неповољним климатским и/или земљишним условима.

Варијанса интеракције генотип/спољна средина, као неадитивни ефекат је једна од основних компоненти фенотипске варијабилности квантитативних особина (**Mather, 1949**). За проучавање интеракције генотип/спољна средина и интерпретацију добијених резултата се користе различити статистички параметријски и не-параметријски модели (**Farshadfar 2008; Mohammadi et al., 2010**). Један од модела који се користи за ту сврху је анализа варијансе (ANOVA), који као адитивни модел успешно тестира главне (адитивне) изворе варијабилности (генотип и спољна средина). ANOVA, међутим, не даје довољно информација о интеракцији генотип/спољна средина. Као адитивни модел ANOVA даје само упоштenu квантификацију оног дела укупне варијације, чији је изор реакција генотипова на варијацију услова средине. Мултиваријациона, односно неадитивна природа интеракције генотип/спољна средина, условљава да адитивни модел какав је ANOVA примењена као самостални модел не пружа довољно информација, помоћу којих би могао да се донесе исправан закључак о узроцима варијације генотипа у различитим условима спољне средине, нити о природи интеракције генотип/спољна средина (**Димитријевић и Петровић, 2000**). Због тога се јављају модели анализе варијације огледа, који комбинују адитивне и неадитивне моделе анализе. Овим моделима се укупна варијација огледа разлаже и квантификује анализом варијансе, али се затим неадитивна компонента, додатно разлаже и квантификује мултиваријационим моделима. Неки од таквих модела заснивају се на проучавању линеарне регресије (**Eberhart and Russel, 1966; Perkins and Jinks, 1968**). Овим моделима се анализом варијансе испита укупна варијација огледа, а затим се део варијације који се односи на интеракцију генотип/спољна средина додатно разложи регресионом анализом. Прецизнија анализа неадитивних извора варијације, каква је и интеракција генотип/спољна средина, може да се изврши и „кластер анализом“ (анализа група) и PCA анализом (**Principal Component Analysis-анализа главних компоненти**), **Barnawal et al. 2013**. Анализа кластера истражује изворе варирања интеракције

генотип/спољна средина груписањем генотипова и спољне средине у групе (кластере). Кластер анализа има ту повољност што се не базира на класификацији извора варијације на адитивне и неадитивне, што може да утиче на прецизност резултата зависно од примењеног модела. Анализа главних компонената (РСА), је слична ANOVA-и, али је неадитивни односно мултиваријациони модел. Примењена самостално, ова анализа лоше издваја адитивну компоненту укупне варијације огледа. Ова варијација (генотип и спољна средина) се обично изнесе сумарно на првој главној оси (РСА₁), док се мултиваријациона компонента (интеракција генотип/спољна средина) далеко детаљније разложи на остале главне осе. Недостатак РСА анализе је и то што не именује изворе варијације на онај начин како то чини ANOVA. Зато је потребна додатна анализа да би се идентификовали преобладајући извори варијације интеракције генотип/средина. Правилним одабиром статистичког модела прецизније ће да се дефинишу и квантификују извори агрономски значајне варијације огледа, јасније ће да се процене агрономски значајни и објашњиви узроци варијације и да се одаберу генотипови са пожељном реакцијом.

Један од мултиваријационих метода који се користи за процену интеракције генотип/спољна средина је метод главних ефеката и вишеструке интеракције (АММИ - **Additive Main Effects and Multiplicative Interaction**), према **Gauch and Zobel (1996)**. Овај модел комбинује два статистичка поступка: анализу варијансе (ANOVA) и анализу главних компонената (РСА). Слично као и ко д мо дла ко ђ комбинују анализу варијансе и регресиону анализу и у случају АММИ анализе се комбинује ANOVA, којом се изнесу, квантификују и именују, адитивни извори укупне варијације, док се неадитивна компонента (интеракција генотип/спољна средина) додатно разложи мултиваријационом РСА анализом. На овај начин се АММИ анализом издвајају и квантификују значајне компоненте варијације интеракције генотипа и спољне средине, које имају агрономски значај. Примена АММИ метода у огледима са пшеницом потврђена је у радовима многих аутора (**Annicchiarico, 1997; Singh et al., 2009; Петровић и сар., 2010**).

Према **Ikker et al. (2011)** употреба АММИ модела може да објасни компликовану интеракцију генотип/спољна средина и тако да допринесе ефикасности процеса оплемењивања правилним избором критеријума селекције. Јачина интеракције показује утицај спољашне средине на варијацију генотипа.

Пожељно је да генотипови имају високу стабилност, односно малу вредност интеракције генотипа и спољне средине. Међутим, требало би да стабилност буде праћена просечним вредностима испитиване особине, који су бољи од просечних вредности тих особина установљених код генотипова који се већ гаје на том локалитету, или рејону гајења у одређеном временском периоду, односно у једној мегасредини (**Yan and Hunt, 2003**).

Према **Петровић и сар. (2005)** у истраживањима сложених мултиваријационих односа између генотипова и спољне средине, изражених кроз интеракцију генотип/спољна средина, потребно је да се обједине сазнања о биолошком делу (генотип) и оних који се односе на агротехничке услове, укључујући и метеоролошке податке. Тада сложени адитивно мултиваријациони модел као што је АММИ може да се користи за детаљнију анализу, процену и избор стабилних генотипова.

Према **Димитријевић и сар. (2000)** идеална сорта у погледу приноса или неке друге пожељне квантитативне особине, треба максимално да користи своје генетичке могућности, без обзира на различитост агроколошких услова у којима се гаји. Исти аутори закључују да сорте у производњи различито реагују на промене услова животне средине, што зависи од њихове генетичке конституције. Они истичу да сорте широке адаптабилности слабије реагују на побољшања услова гајења. Низ је примера коришћења АММИ модела за одабир пожељне генетичке варијабилности у различитим условима спољне средине. Тако су **Tarakanovas and Ruzgas (2006)** истраживали принос 13 генотипова озиме пшенице током 2 године на 4 локалитета и дошли до закључка да је интеракција генотип/спољна средина била статистички високо значајна. АММИ анализа им је послужила да детаљније испитају и објасне природу интеракције. Према **Singh et al. (2009)** АММИ анализа приноса зрна 15 генотипова хлебне пшенице гајене током две године у условима различитих концентрација соли у земљишту показала је да је у укупној варијацији огледа интеракција генотип/спољна средина учествовала са 14% и била је статистички значајна. Резултати ових истраживања су помогли да се издвоје најстабилнији генотипови у погледу толерантности на салинитет земљишта.

Петровић и сар. (2010) и **Димитријевић и сар. (2011)** испитујући генетичку варијабилност пшенице и интеракцију генотип/спољна средина на земљишту типа солоњец, на контроли и на различитим нивоима поправке, бележе различиту реакцију сорти у односу на посматране услове земљишта и климатске факторе.

Оваквим огледима остварује се циљ да се генотипови са највишом оценом у погледу реакције на различите услове животне средине препоруче произвођачима за гајење. Истовремено, оплемењивачи пшенице добијају информације за издвајање и проширивање употребљиве генетичке варијације („*gene pool*“) за оплемењивање и селекцију пшенице за специфичне агроеколошке услове.

3.5. ОКСИДАТИВНИ СТРЕС КОД БИЉАКА

Приближно 95% молекулског кисеоника подлеже потпуној редукцији до воде, у процесу оксидативне фосфорилације (Simmons, 1984 цит. Поповић и Штајнер, 2008). Метаболизмом преосталих 5%, стварају се непотпуно редуковани облици кисеоника, који имају велику реактивност и називају се слободни радикали. Неки од најважнијих облика слободних радикала су: супероксид-радикал ($O_2^{\cdot-}$), хидроксил-радикал ($\cdot OH$) и водоник пероксид (H_2O_2), Parida and Das (2005).

Кисеонични радикали могу да изазову оксидативни стрес, тј. да доведу до низа метаболичких поремећаја у свим живим ћелијама. Услед великих оштећења, ћелија подлеже пропадању уколико не поседује довољно развијене механизме заштите.

Оксидативни стрес код биљака може да буде изазван биотичким и абиотичким чиниоцима. Најважнији фактори који могу да изазову абиотички стрес су: зрачење, екстремне температуре, високе концентрације соли, тешки метали, хербициди итд.

Током еволуције, биљке су развиле антиоксидантни систем заштите од оштећења изазваних реактивним кисеоничним врстама. Количина слободних радикала у биљним ћелијама је под сталном контролом антиоксидантних ензима: супероксид дизмутаза, каталаза, пероксидаза, глутатион редуктаза и др. Биљне врсте садрже и неензимска антиоксидантна једињења, помоћу којих се штите од штетног деловања кисеоничних радикала. То су сулфхидрилна једињења као нпр. трипептид глутатион, фенолна једињења, каротеноиди, L-аскорбинска киселина, терпени и др. (Štajner *et al.*, 2006).

Према Поповић и Штајнер (2008), супероксид-дизмутаза (SOD) има пресудну улогу у сузбијању оксидативног стреса изазваног различитим утицајима. Ови аутори указују и на значај пероксидаза и истичу да у зависности од врсте супстрата постоје различити типови овог ензима: глутатион-пероксидаза, цитохром-*c*-пероксидаза,

NADH-пероксидаза и др. Од свих, највише су проучаване „неспецифичне“ пероксидазе, чији изоензими имају способност да врше оксидацију различитих молекула: гвајакола, пирогалолола, тиолних једињења и др.

Фенилаланин амонијум-лиаза (PAL) је ензим, који је широко заступљен у ћелијама виших биљака и има значајну улогу у очувању биљног организма од оксидативног стреса (**Radi et al., 2013**).

Садржај редукованог глутатиона (GSH) у ћелији је контролисан ензимом глутатион-редуктаза. Захваљујући тој вези, метаболизам протеина у ћелији одвија се нормално, јер милимоларне концентрације GSH имају кључну улогу у заштити протеинских *сус* група од ROS (**Yannarelli et al., 2007**). Испитујући утицај абиотичког стреса (висока температура) на клијанце пшенице, констатовано је вишеструко повећање GSH у односу на контролу (**Hasanuzzaman et al., 2012**).

Феноли су секундарни биомолекули, који у својој структури имају -ОН групу везану за бензенов прстен (фенолна група). Они обухватају неколико група једињења: естре хидроксицинамата, танине, лигнине итд. (**Grace and Logan, 2000; Kefeli et al., 2003**). Биљни феноли су природна антиоксидантна једињења, која реагују са свим реактивни врстама (ROS, RNS и др.), **Abd Elhamid et al., 2014**. Активност фенола може да буде последица већег донирања водоникових јона, него код других антиоксидантних метаболита, што доводи до стабилизације радикала (**Rice-Evans et al., 1996**).

Сви наведени ензими и једињења сачињавају систем који одржава реактивне кисеоничне врсте у ниској концентрацији у ћелијама и ткивима и тиме спречавају настанак оксидативног стреса (**Keles and Oncel, 2002**).

Један од показатеља оштећења биљног организма изазвог стресом је и садржај растворљивих протеина. Овај садржај је показатељ интензитета метаболизма протеина. Смањивање садржаја растворљивих протеина може да буде проузроковано инхибицијом ензима, који су укључени у процес синтезе аминокиселина (**Поповић и Штајнер, 2008**). Према истим ауторима, мањи садржај растворљивих протеина може да буде последица појачане разградње аминокиселина и протеина услед њихове оксидативне модификације. Истраживања на различитим биљним врстама (јечам, сунцокрет, пиринач) су показала да сорте које су отпорније на салинитет имају већи садржај растворљивих протеина, у односу на генотипове који су мање отпорни (**Ashraf and Haris, 2004**). Друге студије са хлебном пшеницом показују да протеински садржај у неким случајевима расте са повећањем салинитета, а у другима опада у зависности од

испитиваног генотипа (**Radi et al., 2013**). Ово је потврђено и у огледима са пшеницом, у којима су поједини генотипови врсте *Triticum aestivum* реаговали на салинитет повећањем садржаја протеина, док су други имали мање вредности (**Tammam et al., 2008; Sen and Alikamanoglu, 2011**).

Стрес изазван високим концентрацијама соли доводи до поремећаја у транспорту електрона у појединим ћелијским органелама, при чему се стварају реактивне кисеоничне врсте, које проузрокују липидну пероксидацију, оксидативну деградацију протеина и мутације ДНК (**Esfandiari et al., 2007**). Реактивне кисеоничне врсте када се створе ступају у реакцију са незасићеним масним киселинама, изазивајући пероксидацију мембранских липида плазмалеме (**Borzouei et al., 2012**). Дакле, липидна пероксидација (LP) је ланчана слободно-радикалска реакција, која се дешава код незасићених и полинезасићених масних киселина. Липиди су осетљиви на деловање слободних радикала кисеоника због присуства нискоенергетских алилних С-Н веза у молекулима незасићених масних киселина и bis-алилних С-Н веза код полинезасићених масних киселина. Крајња последица реакције је слабљење целокупне ћелијске функције. Код многих биљних врста долази до акумулације шећерног алкохола манитола, као адаптације на стрес изазван високим концентрацијама соли. Сматра се да манитол везује кисеоничне радикале, чиме се објашњава његова улога као антиоксиданта за време оксидативног стреса.

El-Bassiouny and Bekheta (2005) су испитујући утицај различитих концентрација соли у земљишту на липидну пероксидацију генотипова пшенице, истакли да се липидна пероксидација повећавала са повећањем соли у земљишту и да су више вредности добијене код осетљивијих генотипова, него код оних са повећаном толерантношћу на салинитет

3. 5. 1. Механизми толерантности на салинитет

Према подацима FAO, у поређењу са другим стрним житима, пшеница је умерено толерантна на салинитет. У оплемењивању пшенице на толерантност према солима примењују се различити методи: интродукција гена отпорности према негативном дејству одређених јона, тестирање сорти у пољским условима, употреба конвенционалних метода оплемењивања, *interspecies* и *intergenus* хибридизација итд. Употреба ових метода има за циљ искоришћавање постојеће и креирање нове

варијабилности поменуте особине пшенице и њених сродника, како би се добио нови генотип, толерантнији у односу на постојеће сорте (**Munns et al., 2006**).

Механизми толерантности на салинитет могу да функционишу деловањем на јонску неравнотежу у ћелијама или у правцу минимализације осмотског стреса (**Yokoi et al., 2002**). Вишак соли у земљишту негативно утиче на пораст биљке, било преко инхибиције осмозе, усвајања воде преко корена, или услед директног ефекта одређених јона на биљку. Такође, компетитивна апсорпција јона може да утиче на баланс хранљивих елемената у биљци. Ови ефекти су повезани са активношћу неких ензима, хормонским дисбалансом или одређеним морфолошким променама. Чак и при релативно ниском нивоу салинитета, концентрација соли у земљишту много је већа него што је биљци потребно за њено нормално функционисање. На тај начин, значајна концентрација долази до ксилема (**Singh and Chatrath, 1992**). Услед активне транспирације преко листова, у њима долази до акумулације соли, што доводи до њиховог превременог одумирања. На тај начин, смањује се фотосинтетска активност листа.

Осим активацијом ензима антиоксидативног система, пшеница се против стреса бори и другим механизмима. На првом месту то је могућност смањења концентрације Na^+ јона који улазе у ксилем. Вишак Na^+ детектује се на површини плазмине мембране од стране трансмембранских протеина, али и у ћелији уз помоћ мембранских протеина или уз помоћ јона Na^+ осетљивих ензима (**Chinnusamy et al., 2005**).

Обезбеђење уноса јона калијума и његов транспорт у меристемско ткиво такође је од велике важности. Способност усвајања K^+ јона и високог односа $\text{K}^+:\text{Na}^+$ је значајан елемент механизма толерантности на салинитет. Када дође до повећања концентрације Na^+ јона у зони кореновог система, повећава се и њихово усвајање од стране биљке. Са друге стране, долази до смањења усвајања K^+ јона. То за последицу има поремећај нормалне функције ћелије (**Genc et al., 2007**).

Позитиван тургор је неопходан ћелијама за нормалан раст и функцију стоминог апарата. Смањењем водног потенцијала услед заслањености земљишта долази до осмотског стреса, а то доводи до губитка тургора у ткиву. Са циљем регулисања осмотских процеса, пшеница користи јоне K^+ и Na^+ , синтетише органске материје (бетаини, полиоли, пролини) и растворљиве шећере (**Chinnusamy et al., 2005**).

Осмоза, изазвана повећаним концентрацијама соли у земљишту, може да буде регулисана дејством антипортера Na^+/H^+ . Антипортери су мембрански протеини, који

имају велику улогу у транспорту молекула и јона из ћелије у средину и обрнуто. У овом процесу учествују и специфичне H^+ -АТРаза и H^+ -РРаза. Стрес изазван салинитетом побуђује сигнализаторе јона Ca, који се налазе на антипортеру SOS 3 (*SOS-Salt Overly Sensitive*). После тога следи активирање киназе SOS2, при чему се фосфорилује SOS1 мембрански антипортер Na^+/H^+ . Преко активiranог антипортера јони Na^+ се одстрањују из цитосола до SOS2 антипортера, који штетан натријум уводи у вакуолу (Chinnusamy *et al.*, 2005).

Пшеница се против стреса, изазваног повећаним земљишним салинитетом, бори и активностима одређених гена. Хлебна пшеница (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*), у поређењу са осталим врстама из рода *Triticum*, има већу отпорност на стрес изазван салинитетом. То остварује слабиим транспортом Na^+ из корена у надземне делове биљке и високим односом $K^+:Na^+$ у листовима (Gorham *et al.*, 1990). За искључивање Na^+ и за постизање високог $K^+:Na^+$ односа одговорна су три мајор гена, који припадају истој генској породици означеној са НКТ (High Affinity K^+ Transporter), како наводе Huang *et al.*, 2006. То су гени:

- а) *Knal*-мапиран на дужем краку хромозома 4 у геному D (Gorham *et al.*, 1987)
- б) *Nax1*-мапиран на дужем краку 2 хромозома у геному А (Lindsay *et al.*, 2004)
- в) *Nax2*-мапиран на дисталном крају дужег крака хромозома 5 у геному А (Nelson *et al.*, 1995)

Хлебна пшеница је наследила ген *Knal* од врсте *Aegilops squarrosa*, док је *Triticum monocosmum* дозор гена *Nax1* и *Nax2* (Gorham *et al.*, 1997).

Гени *Nax1* и *Nax2* ограничавају транспорт Na^+ од корена до изданака, што побољшава однос $K^+:Na^+$ у листу. Ген *Knal* има сличан ефекат као ген *Nax2*. Механизам *Nax1* гена се заснива на искључивању Na^+ из корена, док је *Nax2* одговоран за смањивање концентрације Na^+ у листовима (Byrt *et al.*, 2007).

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

Постављена је следећа радна хипотеза:

- очекује се значајно варирање вредности компоненти приноса и приноса испитиваних генотипова пшенице и тритикалеа, како по третманима, тако и по годинама, као и различита реакција испитиваних сорти на промену фактора спољне средине

- анализом добијених резултата, уз примену одговарајућег математичког модела, моћи ће прецизније да се одреди удео генотипа, спољне средине и њихове интеракције у варијацији фенотипа

- између испитиваних својстава очекује се узајамна зависност

- у оквиру различитих агроколошких средина, претпоставља се да ће се, из постојеће генетичке варијабилности, издвојити генотипови који ће повољно да реагују на мере поправке земљишта и који ће да покажу највећу интеракцију у односу на мелиоративне мере

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

5. 1. БИЉНИ МАТЕРИЈАЛ И ОГЛЕД У ПОЉУ

Истраживања су обухватила 12 генотипова, од тога 10 сорти и једну локалну популацију хексаплоидне ($2n=6x=42$) пшенице (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.) и једну сорту тритикалеа (*Triticosecale* W.). Од испитиваних сорти пшенице, осам су озиме (Ренесанса, Победа, Европа 90, НСР-5, Драгана, Рапсодија, Симонида и Циповка), док је сорта Невесиња факултативна. Посејани тритикале је сорта Одисеј. Наведене сорте су створене у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду. У оглед су укључена два старија генотипа пшенице који су били заступљени на подручју Баната током прошлог века (Банатка и Банкут 1205, који је пореклом из Мађарске), таб. 3.

Табела 3. Родослов испитиваних генотипова пшенице и тритикалеа*

Генотип	Родослов
Ренесанса	Југославија/НС 55-25
Победа	Сремица/Балкан
Европа90	Talent/НСР-2
НСР-5	НСР1/Тиса//Партизанка/3/Мачванка 1
Драгана	Сремка 2/Француска
Рапсодија	Agri/Nacozari F76//Низија
Симонида	НС 63-25/Родна/НС-3288
Циповка	НС 3288/Родна
Банатка	ЛВ-Банат
Банкут1205	Bankut 5/Marquis
Невесиња	Дугокласа/Јарка
Одисеј*	LT 338.75/BL. 517

Узорак је изабран на основу претходних истраживања постојеће генетичке варијабилности (Петровић и сар., 2005; Димитријевић и сар. 2006_a, Димитријевић и

сар. 2006₆). У обзир су узете и неке новије сорте у циљу испитивања њихове употребне вредности у условима абиотичког стреса, првенствено изазваног типом земљишта. Тритикале је укључен као веома отпорна синтетичка врста у условима абиотичког стреса. Одабрани генотипови се одликују следећим особинама:

Ренесанса: средње рана, озима сорта пшенице из групе хлебна-побољшивач. Одликује се добром отпорношћу на ниске температуре и толерантношћу на полегање.

Победа: озима сорта, хлебна-побољшивач. Карактерише је одлична отпорност на зиму и добра отпорност на пепелницу, лисну и стабљичну рђу.

Европа 90: озима, хлебна сорта, средње рана, отпорна на ниске температуре и житну пијавицу (*Lema melanopus*).

НСР-5 (Новосадска рана 5): рана, озима, хлебна сорта, добро толерантна на полегање, високо отпорна на пепелницу, са врло добром отпорношћу на лисну рђу, (<http://www.nsseme.com>).

Драгана: озима, хлебна, средње рана сорта. Одликује се врло добром отпорношћу на ниске температуре и лисну рђу. Добро је отпорна на пепелницу (Младенов и сар., 2008).

Рапсодија: озима, средње рана сорта, отпорна на полегање, веома толерантна на сушу и отпорна на пепелницу (Денчић и сар., 2007).

Симонида: средње рана сорта озиме пшенице, добре толерантности на полегање и врло добре отпорности на болести (пепелница и лисна рђа), Христов и сар., 2006.

Циповка: озима, рана сорта, добре отпорности на полегање. Врло добро је отпорна према најзаступљенијим болестима пшенице (<http://www.nsseme.com>).

Банатка: озима сорта, представља локалну популацију и највише коришћену пшеницу у оплемењивачком програму Института за ратарство и повртарство на почетку његовог развоја. Има одличну отпорност на ниске температуре, ваздушну и земљишну сушу, Денчић, 2006.

Банкут 1205: озима сорта пшенице, у Војводину интродукована из Мађарске, око Другог светског рата. Изузетно је отпорна на лоше земљишне и климатске услове.

Невесиња: факултативна сорта, средње рана, добре отпорности на зиму, пепелницу и лисну рђу.

Одисеј: средње рана сорта озимог тритикалеа, одличне отпорности на болести (<http://www.nsseme.com>).

Оглед је постављен у Банату на локалитету Кумане (45,539° с. г. ш., 20,228° и. г. д. и 72 m надморске висине), на халоморфном земљишту типа солоњец, на огледној површини од 2 ha, по случајном блок систему у три понављања (сл. 6).



Слика 6. Сателитски снимак огледне парцеле на локалитету Кумане
(извор: <http://earth.google.com>)

С обзиром да је оглед постављен на земљишту типа солоњец, поред резултата на контроли (земљиште без поправке-природни пашњак), обрађени су и резултати са земљишта на два нивоа поправке, од 25 t/ha и 50 t/ha фосфогипса. Земљиште на испитиваној парцели је дренирано, како би се омогућило испирање соли у околне одводне канале.

Осим неповољних особина солоњца у погледу хемијских, физичких и водно-физичких показатеља, на локалитету Кумане владају и други услови абиотичког стреса. Садејство степе, јасно изражених температурних промена и екстрема, јаким ветрова и задржавања воде на површини парцеле, утицали су да за постављање огледа буде

одабран овај локалитет, јер је на тај начин обједињена већина абиотичких стресних услова Баната.

Истраживања су обављена током три вегетациона периода: 2008/2009, 2009/2010 и 2010/2011. Сетва генотипова, у све три вегетационе сезоне, извршена је као у условима широке производње, како би резултати били што веродостојнији и примењивији. Машинским путем, сорте су посејане у редове дужине 155 m, са размаком између редова 12,5 cm. Свака сорта је посејана у 8 редова. Приликом сетве, примењено је 134 kg/ha минералног ђубрива NPK 15:15:15. Током вегетационих сезона, у зависности од временских прилика, усев је прихрањиван крајем марта или почетком априла, минералним ђубривом KAN у количини 200 kg/ha (таб. 4, сл. 7 и сл. 8)

Табела 4. Време сетве и жетве огледа у испитиваним вегетационим периодима

<i>Вегетациони период</i>	<i>Датум сетве</i>	<i>Датум жетве</i>
I	8. октобар 2008.	16. јул 2009.
II	30. октобар 2009.	20. јул 2010.
III	14. октобар 2010.	28. јун 2011.



Слика 7. Сетва огледа у вегетационој сезони 2008/2009
(фото: Димитријевић, 8. октобар 2008.)



Слика 8. Прихрањивање засејаних генотипова у вегетационој сезони 2009/2010
(фото: Белић, 25. март 2010.)

Сваки третман у једном вегетационом периоду је посматран као посебна агроеколошка средина за раст и развој биљака. Тако је добијено 9 различитих агроеколошких услова гајења, који су били у истим агротехничким условима, али у различитим третманима фосфогипсом, таб. 5.

Табела 5. Ознаке агроеколошких средина у којима су гајени испитивани генотипови

<i>Ознака агроеколошке средине</i>	<i>Вегетациони период</i>	<i>Третман фосфогипсом</i>
E1	2008/2009	Контрола, без третмана
E2	2008/2009	примењено 25 t/ha
E3	2008/2009	примењено 50 t/ha
E4	2009/2010	Контрола, без третмана
E5	2009/2010	примењено 25 t/ha
E6	2009/2010	примењено 50 t/ha
E7	2010/2011	Контрола, без третмана
E8	2010/2011	примењено 25 t/ha
E9	2010/2011	примењено 50 t/ha

У фази пуне физиолошке зрелости (сл. 9), извршена је анализа 30 биљака, репрезентованих примарном влати (10 примарних влати x 3 понављања) у циљу праћења фенотипске варијације компоненти приноса:

1. висине биљке (cm)
2. дужине класа (cm)
3. масе класа (g)
4. масе зрна/клас (g)
5. број зрна/клас и
приноса (t/ha).

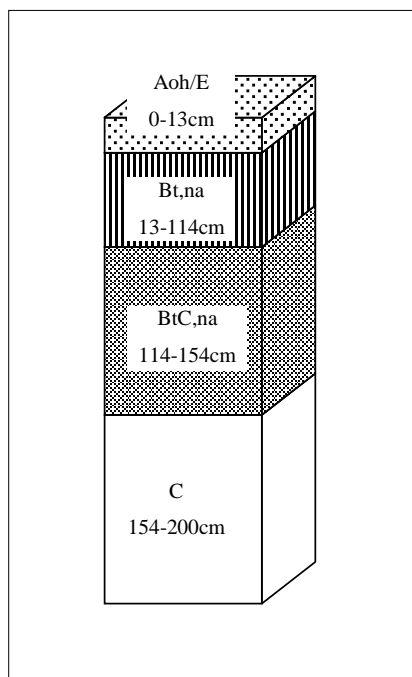
Висина биљке је добијена мерењем дужине стабљике са класом, од чвора бокорења до врха класа. Дужина класа је мерена од основа до врха класа. Маса класа, маса зрна по класу и број зрна по класу су мерени појединачно за сваку примарну влат. Принос је утврђен мерењем масе зрна са пожњевене површине (5 m² x 3 понављања) и прерачунавањем у t/ha.



Слика 9. Изглед огледне парцеле у фази пуне физиолошке зрелости генотипова, вегетациона сезона 2010/2011
(фото: Бањац, 22. јун 2011.)

5. 2. ОСОБИНЕ ЗЕМЉИШТА НА ЛОКАЛИТЕТУ КУМАНЕ

Солоњец представља земљиште, које је под утицајем допунског влажења, првенствено подземним, а ређе површинским водама и уз то је заслањено, па тиме и алкализовано. Садржај водорастворљивих соли у профилу солоњца је испод границе утврђене за солончаке и најчешће износи 0,15-0,25%. Зато, солоњец није акутно заслањено земљиште. То је тип земљишта у чијем измењивачком комплексу има више од 15% адсорбованих Na^+ јона, па је алкализовано. Ово земљиште се одликује неповољним водно-физичким особинама, пре свега због садржаја глине и адсорбованог натријума у моћном $\text{V}_{\text{t,na}}$ хоризонту (сл. 10). То га чини неповољним за гајење биљака. Међутим, са одређеним улагањима у мере поправке солоњца, могуће је створити услове погодне за гајење биљака, док површине које се налазе уз канале или реке, могу да се искористе за заснивање рибњака, подизање шумских засада и друге намене.



Унутрашња морфологија солоњца на локалитету Кумане

Aoh/E хоризонт (0-13 cm) - сложен хумусно - акумулативни и елувијални хоризонт, у сувом стању сиво жуто смеђе боје 10YR 6/2, а у влажном смеђе црне боје 10YR 3/2, ситногрудвасте структуре, глиновита иловача, некарбонатна, прожет жилицама природне вегетације.

Bt,na хоризонт (13-114 cm) - веома моћан илувијални хоризонт у сувом стању тамно сиво жуте боје 2,5Y 5/2, а у влажном смеђе црне боје 2,5Y 3/2, стубасте структуре, тешка глина. У горњем делу хоризонта некарбонатан. Са дужином се садржај карбоната повећава, те је доњи део хоризонта мање компактан и светлије боје. Bt,na хоризонт се карактерише јако алкалном реакцијом, са pH вредностима изнад 9.

BtC,na хоризонт (114-154 cm) - прелазни хоризонт, у сувом стању мутно жуте боје 2,5Y 8/4, а у влажном стању жуто сиве боје 2,5Y 5/4, ситно грудвасте структуре, тешка глина са високим садржајем карбоната. Прелазни BtC,na хоризонт је са изразито алкалном реакцијом (pH вредност 9.38).

C хоризонт (154-200 cm) - преталожени лес.

Слика 10. Шематски приказ и опис унутрашње морфологије профила солоњца на локалитету Кумане
(према: Белић, 1999)

На основу испитиваних особина и према класификацији земљишта Југославије (Шкорић, 1985), утврђено је да земљиште припада следећим систематским јединицама:

РЕД: Халоморфно земљиште

КЛАСА: Солоњца (грађа профила Aoh/E-Bt,na-C), сл. 10.

ТИП: Солоњец

ПОДТИП: Типични

ВАРИЈЕТЕТ: Незасољен

ФОРМА: Средње дубоки

Спољашњу морфологију испитиваног локалитета Кумане, карактеришу следећа својства: рељеф је заравњен са микродепресијама, а вегетација је природни пашњак, са доминацијом овчије траве (*Festuca pseudoovinae*), која је карактеристична за солоњеце, сл. 11.



Слика 11. Спољашња морфологија солоњеца на локалитету Кумане
(фото: Димитријевић, 8. октобар 2008.)

5. 3. АГРОМЕТЕОРОЛОШКИ УСЛОВИ У ТОКУ ИЗВОЂЕЊА ОГЛЕДА

Клима (грчκλίμα -нагиб, клима) као метеоролошки појам, означава скуп метеоролошких утицаја и појава које у одређеном временском периоду чине средње стање атмосфере на неком делу Земљине површине. Осим овог термина, за агрономску праксу је важно познавање „биолошке климе“, која представља комплекс климатских услова који са другим чиниоцима неке одређене средине, одређују постојање, развитак, размножавање и премештање живих организама (<http://sr.wikipedia.org/sr>). Пшеница је биљна врста која се гаји на отвореном пољу и њена производња у великој мери зависи од климатских услова.

С обзиром да размак између најсеверније и најјужније тачке на територији Војводине износи 2° географске ширине, као и да је орографски склоп терена који обухвата без веће и шире изломљености, не јављају се изразитије температурне разлике

између појединих области и рејона (Јалић и сар., 2011). То значи да се општа слика климе Војводине осликава и на климу Баната, односно локалитета Кумане.

Према географском положају, Војводина се налази у области континенталне климе са извесним специфичностима у појединим рејонима, које се испољавају као елементи субхумидне климе. Специфичност климе у Војводини (Банату) произилази из чињенице да је њена територија окружена планинским масивима, а већа отвореност подручја према северу и западу условљава продирање јачих ваздушних струјања из Влашке низије преко Ђердапа (Белић и сар., 2004). Поред тога, велика годишња колебања температуре ваздуха условила су да клима у Војводини има континенталнији карактер од оног који би се очекивао када би се посматрао њен општи географски положај (Катић и сар., 1979). Основна одлика овог типа климе су веома топла и сушна лета, дуге, оштре зиме и умерено топла и кратка пролећа и јесени.

За утврђивање стања климатских елемената локалитета Кумане, коришћени су подаци са најближе метеоролошке станице (Зрењанин, $45^{\circ} 22'N$, $20^{\circ} 25'E$, 80 m). Подаци су преузети из електронских публикација „Метеоролошки годишњак-климатолошки подаци“, за сваки вегетациони период посебно, Републичког хидрометеоролошког завода Србије (<http://www.hidmet.gov.rs>).

У циљу приказа метеоролошких услова на испитиваном локалитету, током вегетационих периода у којима је извођен оглед (2008/2009., 2009/2010. и 2010/2011.), анализовани су следећи климатски параметри: максимална и минимална месечна температура ваздуха, средња месечна температура ваздуха, релативна влажност ваздуха и сума падавина. Вредности анализованих параметара упоређене су са одговарајућим вредностима вишегодишњих просека, за период од 1981. до 2010. (таб. 6-11).

5. 3. 1. Климатске прилике током вегетационог периода 2008/2009.

Временске прилике на територији Баната током вегетационог периода 2008/2009. године имале су, углавном, уобичајена обележја за тај климат. Јесењи период (октобар и новембар) 2008. године карактерисало је топло време, са температурама вишим од вишегодишњих просека. Сетву пшенице у октобру (8.10.2008.) обележио је дефицит падавина. У целини гледано, зима (децембар-фебруар) је била топлија од зимских периода уобичајених за подручје Баната. Међутим, прву половину јануара 2009. обележило је веома хладно време, јаки приземни мразеви и

недостатак снежног покривача. Екстремна минимална температура измерена је 9. јануара 2009. и износила је $-17,8^{\circ}\text{C}$. Средња месечна температура ваздуха у фебруару била је виша у односу на вишегодишњи просек. Такво време наставило се и у марту, што је утицало на покретање вегетације пшенице. Дужи, сунчани дани и оптималне средње температуре ваздуха (око 15°C), током априла повољно су утицали на фазу влатања пшенице и припрему за фазе класања, цветања и оплодње. Међутим, април се карактерисао и значајним дефицитом влаге ($40,7\text{ mm}$ мање од вишегодишњег просека), што је представљало велики проблем за стање усева пшенице. Више падавина и топло време током маја довели су до убрзаног протока фаза развоја пшенице. Уследио је кратак период са повољним метеоролошким условима, који су смениле свакодневне кише током јуна, када је пало $35,7\text{ mm}$ кише више од просека. Кишовито време и повећана релативна влажност ваздуха погодовали су развоју биљних болести, смањили су квалитет зрна пшенице и значајно отежали жетву (16.7.2009.), таб. 6. и таб. 7.

Табела 6. Средње вредности максималних, минималних и месечних температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2008/2009.

Температура ваздуха						
Месец	Максимална вредност ($^{\circ}\text{C}$)		Минимална вредност ($^{\circ}\text{C}$)		Средња месечна ($^{\circ}\text{C}$)	
	Вегетациони период 2008/09	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2008/09	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2008/09	Вишегодишњи просек
Октобар	20,5	18,0	8,1	7,1	13,4	11,9
Новембар	13,0	10,4	4,3	2,5	8,1	6,0
Децембар	6,6	4,9	1,2	-1,3	3,7	1,4
Јануар	1,8	3,6	-4,3	-2,9	-1,4	0,1
Фебруар	5,9	6,2	-0,6	-2,1	2,3	1,6
Март	12,2	12,2	2,8	1,8	6,9	6,4
Април	21,8	18,0	8,5	6,5	15,0	12,0
Мај	25,4	23,5	11,6	11,4	18,8	17,4
Јун	25,9	26,3	14,5	14,4	20,2	20,3
Јул	19,7	28,6	16,3	15,8	23,3	22,2
Просек	15,3	15,2	6,2	5,3	11,03	9,9

Табела 7. Средње вредности релативне влажности ваздуха (%) и количине падавина (mm) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2008/2009.

Месец	Релативна влажност ваздуха (%)		Сума падавина (mm)	
	Вегетациони период 2008/09	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2008/09	Вишегодишњи просек
Октобар	77	74	13,3	43,9
Новембар	77	81	53,7	47,8
Децембар	84	86	50,5	45,3
Јануар	91	85	50,9	35,9
Фебруар	84	78	36,9	30,0
Март	74	70	34,9	37,2
Април	61	66	2,5	43,2
Мај	64	65	46,6	55,4
Јун	73	67	124,5	88,8
Јул	67	66	79,1	60,0
Просек/Укупно	75	74	492,9	487,5

5. 3. 2. Климатске прилике током вегетационог периода 2009/2010.

Временски услови у периоду вегетације 2009/2010 имали су одређена одступања у односу на вишегодишње просеке. Производна година била је незнатно топлија (0,8°C), али знатно влажнија, са 58% већим приливом падавина у односу на вишегодишњи просек. Овакви метеоролошки параметри значајно су отежавали гајење пшенице током овог вегетационог периода.

Јесењи период (октобар и новембар) 2009. године карактерисало је углавном топло време са знатно већим количинама падавина од просечних за овај део вегетационог периода. До половине децембра задржало се релативно топло време за овај период, са суфицитом падавина од 90% у поређењу са вишегодишњим просеком. Обилне кише и топлење снежног покривача у последњој декади децембра, осим што су проквасили и водом снабдели и површинске и дубље слојеве земљишта, на испитиваном локалитету условили су и појаву водолежа на појединим деловима парцеле. Основна одлика јануара и фебруара 2010. године биле су температуре у

висини вишегодишњих просека, али са значајно већим количинама падавина. Време је било погодно за мировање вегетације, али су кише у другој половини фебруара онемогућавале адекватно прихрањивање усева применом минералних ђубрива. Март се карактерисао уобичајеним температурама ваздуха и висином падавина, али су залихе влаге из претходног периода биле толико високе да су доводиле до гушења биљака, сл. 12.



Слика 12. Изглед водолежа на испитиваном огледу локалитета Кумане
(фото: Бањац, 2009)

Током априла није било већих одступања посматраних метеоролошких параметара. Међутим, мај 2010. је био рекордан по висини падавина (162,1 mm), које су уз високе температуре пред крај месеца погодиле развоју житне пијавице (*Lema melanopus*). Иако током јуна није био одступања на нивоу средњих месечних температура, овај месец се карактерисао са данима где су екстремне температуре имале вредности више од 30°C, које су уз високу релативну влажност ваздуха, скраћивали и ометали процесе наливања зрна пшенице. Суфицит падавина створен током јуна (50,8 mm у односу на вишегодишњи просек), у јулу је изазвао велике проблеме у жетви пшенице (20. 7.

2010.), иако се овај месец карактерисао повољним метеоролошким условима, таб. 8. и таб. 9.

Табела 8. Средње вредности максималних, минималних и месечних температура ваздуха (°C) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2009/2010.

Температура ваздуха						
Месец	Максимална вредност (°C)		Минимална вредност (°C)		Средња месечна (°C)	
	Вегетациони период 2009/10	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2009/10	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2009/10	Вишегодишњи просек
Октобар	17,5	18,0	7,9	7,1	12,0	11,9
Новембар	12,7	10,4	5,1	2,5	8,5	6,0
Децембар	6,0	4,9	1,0	-1,3	3,4	1,4
Јануар	2,3	3,6	-2,9	-2,9	-0,3	0,1
Фебруар	5,7	6,2	-0,7	-2,1	2,4	1,6
Март	12,2	12,2	3,1	1,8	7,0	6,4
Април	18,1	18,0	7,0	6,5	12,5	12,0
Мај	22,4	23,5	12,9	11,4	17,1	17,4
Јун	25,7	26,3	16,0	14,4	20,8	20,3
Јул	29,2	28,6	18,0	15,8	23,5	22,2
Просек	15,2	15,2	6,7	5,3	10,7	9,9

Табела 9. Средње вредности релативне влажности ваздуха (%) и количине падавина (mm) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2009/2010.

Месец	Релативна влажност ваздуха (%)		Сума падавина (mm)	
	Вегетациони период 2009/10	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2009/10	Вишегодишњи просек
Октобар	78	74	68,0	43,9
Новембар	85	81	65,2	47,8
Децембар	85	86	86,1	45,3
Јануар	89	85	66,2	35,9
Фебруар	86	78	69,6	30,0
Март	72	70	26,5	37,2
Април	74	66	43,2	43,2
Мај	77	65	162,1	55,4
Јун	77	67	139,6	88,8
Јул	73	66	45,4	60,0
Просек/Укупно	80	74	771,9	487,5

5. 3. 3. Климатске прилике током вегетационог периода 2010/2011.

Почетак вегетационог периода 2010/2011. окарактерисао је хладнији октобар од уобичајеног, са већом количином падавина од вишегодишњег просека. Ове падавине су значајно олакшале сетву пшенице (11.10.2010.), јер су поправиле водно-физичко стање земљишта. Повољни температурни услови настављени су током новембра и првим данима децембра. Кишни период у првој половини децембра условио је суфицит падавина. Дошло је и до формирања снежног покривача, који је био добар температурни изолатор пшеници током јануара 2011. године. Усев се налазио у апсолутном мировању, које се наставило и током фебруара. Посматрано на нивоу месеца, март се није разликовао, у погледу температура, од вишегодишњег просека. Међутим, прву половину месеца обележило је знатно хладније време, док је крај месеца био топлији од просека. Овакви услови интензивирали су процесе бокорења, укорјењавања и раста лисне масе пшенице. Иако се март одликовао дефицитом падавина, залихе влаге из зимског периода биле су довољне за нормалне метаболичке

процесе пшенице. Април је био променљивог времена. Током прве половине месеца усев је користио залихе влаге из претходног периода, али је дефицит падавина у другој половини месеца утицао на развој пшенице. Слабе падавине, релативно високе температуре ваздуха и чести ветрови изазвали су исушивање површинског слоја земљишта. У мају 2011. забележен је мањи дефицит падавина (10,3 mm). Захваљујући падавинама на почетку месеца, стање влажности земљишта се значајно побољшало, па је фаза класања пшенице могла да отпочне. У поређењу са вишегодишњим просеком, јун 2011. је био умерено топао, са мањком падавина. Прву половину месеца карактерисало је променљиво време, док је последњих десет дана температура ваздуха била виша од просечних и углавном је прелазила 25°C. Екстремна температура забележена је 22. јуна и износила је 33°C, (таб. 10. и таб. 11).

Овакво температурно стање ваздуха у садејству са мањком падавина, довело је до скраћивања процеса наливања зрна и убрзања зрења пшенице, односно ранијег почетка жетве (28.6.2011.).

Табела 10. Средње вредности максималних, минималних и месечних температура ваздуха (°C) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2010/2011.

Температура ваздуха						
Месец	Максимална вредност (°C)		Минимална вредност (°C)		Средња месечна (°C)	
	Вегетациони период 2010/11	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2010/11	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2010/11	Вишегодишњи просек
Октобар	14,7	18,0	5,4	7,1	9,4	11,9
Новембар	15,5	10,4	6,4	2,5	10,3	6,0
Децембар	4,2	4,9	-2,0	-1,3	0,9	1,4
Јануар	3,0	3,6	-3,3	-2,9	-0,1	0,1
Фебруар	3,2	6,2	-3,0	-2,1	-0,2	1,6
Март	11,4	12,2	1,5	1,8	6,2	6,4
Април	19,1	18,0	7,2	6,5	13,1	12,0
Мај	23,1	23,5	10,5	11,4	16,9	17,4
Јун	27,2	26,3	15,3	14,4	21,3	20,3
Јул	28,4	28,6	16,7	15,8	22,5	22,2
Просек	15,0	15,2	5,5	5,3	10,0	9,9

Табела 11. Средње вредности релативне влажности ваздуха (%) и количине падавина (mm) на испитиваном локалитету током вегетационог периода 2010/2011.

Месец	Релативна влажност ваздуха (%)		Сума падавина (mm)	
	Вегетациони период 2010/11	Вишегодишњи просек	Вегетациони период 2010/11	Вишегодишњи просек
Октобар	79	74	47,4	43,9
Новембар	80	81	40,6	47,8
Децембар	88	86	56,9	45,3
Јануар	91	85	24,6	35,9
Фебруар	87	78	32,3	30,0
Март	77	70	30,6	37,2
Април	64	66	16,5	43,2
Мај	70	65	45,1	55,4
Јун	67	67	41,4	88,8
Јул	68	66	83,2	60,0
Просек/Укупно	77	74	418,6	487,5

5. 4. БИОХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТРИ

Као меру борбе против услова стреса у којем живе, биљке су развиле врло сложен антиоксидативни систем заштите. Разумевање начина на који се кисеонични радикали стварају у биљном ткиву и нестају из њега, доприноси стварању нових сорти пшенице, које ће бити толерантније према стресу. С обзиром да су испитивани генотипови гајени у стресним условима солоњеца, утврђене су ензимске активности антиоксидативног система, неензимске компоненте антиоксидативног система, као и липидна пероксидација.

Анализа биохемијских својстава је рађена у фази цветања, а затим у фази млечне зрелости. Ове фенолошке фазе су одабране због тога што су током њих најинтензивнији физиолошки и биохемијски процеси у биљном организму и ензими

имају максималну активност. За анализу, у обе фенолошке фазе, коришћен је лист заставичар.

Екстракција из свежег биљног материјала је извршена на следећи начин: одмерено је 1 g листа и хомогенизовано у авану уз додатак 10 ml фосфатног пуфера KH_2PO_4 (pH 7) и мало кварцног песка. Добијени хомогенат квантитативно је пренет у пластичну епрувету и центрифугиран 10 min на $4500 \text{ }^\circ \text{s}^{-1}$. Добијени супернатант је коришћен као екстракт за одређивање активности антиоксидантних ензима.

Када је екстракција вршена из сувог материјала поступак је био следећи: одмерено је 0,2 g сувог биљног материјала, измрвљено је прстима, потопљено у ерленмајер са 10 ml 70% ацетона и остављено да одстоји 24h у мраку због фотосензитивних једињења. Након 24h, садржај је профилиран кроз филтер хартију и остављен на хладно и мрачно место до употребе.

Компоненте ензимског и неензимског антиоксидантног система су одређене спектрофотометријским методама помоћу UV/VIS спектрофотометра (model 6105, Jenway, Dunmon, UK).

5. 4. 1. Ензимске компоненте антиоксидантног система

Активност супероксид дисмутазе (SOD, EC 1.15.1.1) је одређена методом по **Beuchamp and Fridovich (1971)** која се заснива на принципу способности инхибиције фотохемијске редукције нитроблутетразолијум хлорида (nitroblue tetrazolium-NBT). Укупно 3 ml реакционе смеше добијена су мешањем 40 mM фосфатног пуфера (pH 7,8), 13 μM метионина, 75 μM нитроблутетразолијум хлорида (NBT), 0,1 mM EDTA, 0,1 ml екстракта свежег биљног материјала и 2 μM рибофлавина. После додавања рибофлавина узорци су изложени дејству светлости (две флуоресцентне лампе од 15 W). Реакција се одвија 30 минута све док се не прекине извор светлости. Абсорбанција се читава у мраку на таласној дужини од 560 nm, а вредност се добија одузимањем од измерене абсорбанције контроле. Активност супероксид дисмутазе изражава се као 1 U (unit) по граму свежег биљног материјала U g^{-1} св. м.

Гвајакол пероксидаза (GPx, EC 1.11.1.7) је одређена методом по **Chance and Maehly (1955)**. Током реакције долази до трансформације гвајакола у тетрагвајакол у току 1 минута. Реакциона смеша садржи 100 mM фосфатног пуфера (pH 6,1), 30 mM H_2O_2 , 30 mM гвајакола и екстракт. Пораст абсорбанце прати се на сваких минут

времена, читавањем вредности на $\lambda=420$ nm. Активност GPx изражена је бројем U (unit) по граму свежег материјала $U\ g^{-1}$ св. м.

Пирогалол пероксидаза (PPx, EC 1.11.1.7) је одређена методом по **Kar and Mishra (1976)**. Реакциони медијум за одређивање PPx састоји се од 125 μmol фосфатног пуфера (pH 6,8), 50 μmol пирогалола, 50 μmol H_2O_2 и 1ml екстракта. Припремљени узорци се инкубирају 5 минута на 25° C, након чега се формиран пурпурогалин одређује читавањем апсорбанције на $\lambda=420$ nm. Активност PPx изражена је бројем U (unit) по граму свежег материјала $U\ g^{-1}$ св. м.

5. 4. 2. Одређивање активности фенилаланин амонијум-лиазе

Метод за одређивање активности фенилаланин амонијум-лиазе (PAL, EC 4.3.1.24), **Gerasimova et al., 2005**, заснива се на деаминацији *L*-fenilalanina, при чему долази до стварања трансдинамичне киселине, чија се апсорбанца читава на таласној дужини од 290 nm. Реакциона смеша је садржала 1 ml биљног екстракта 1 ml 0,1 M боратног пуфера (pH 8,8) и 1 ml 60 $\mu\text{M}/\text{mL}$ - фенилаланина. Узорци су инкубирани на температури од 37°C у трајању од једног сата. У контролном узорку екстракт је замењен боратним пуфером (1 ml). Реакција је прекинута додавањем 0,5 ml 1 M трихлорсирћетне киселине. Активност PAL изражена је бројем U (unit) по граму свежег материјала $U\ g^{-1}$ св. м.

5. 4. 3. Неензимске компоненте антиоксидантног система

5. 4. 3. 1. Одређивање садржаја редукованог глутатиона

Количина редукованог глутатиона (GSH) мерена је на основу бојене реакције непротеинских тиолних група (-SH) у присуству DTNB (5,5-дителиобис[2-нитробензоева киселина]), **Sedlak and Lindsay (1968)**. Апсорбанција насталог обојеног производа је очитана након 5 минута спектрофотометријски на $\lambda=412$ nm. Садржај GSH одређен је у радним пробама у односу на слепу пробу у којој је изостављен узорак.

За припрему узорка узет је 1 ml екстракта свежег биљног материјала, 1 ml 5% TCA (трихлорсирћетне киселине) и 1 ml H_2O . Смеша је центрифугирана 10 min на 1500 $^{\circ}\text{s}^{-1}$.

Супернатант (0,1 ml) је додат у реакциони медијум сачињен од 2,0 ml 0,4 M TRIS-HCl пуфера (pH 8,9), 0,9 ml H₂O и 0,1 ml 6 mM DTNB.

Садржај редукованог глутатиона (GSH) изражен је бројем $\mu\text{mol GSH}$ по граму свежег материјала ($\mu\text{mol GSH g}^{-1}$ св. м).

5. 4. 3. 2. Одређивање садржаја укупних фенола

Количина укупних фенола одређена је по методу Folin-Ciocalteu, која је базирана на чињеници да су фенолна једињења редукујућа средства (Hagerman *et al.*, 2000). У епрувете је сипано 8,4 ml дестиловане воде, 0,5 ml раствора Folin-Ciocalteu и 0,1 ml узорка (осим у слепу пробу). Раствори су промућкани и остављени 3-6 min, затим је додат засићен 1 ml натријум-бикарбонат (Na₂CO₃). Након 60 min абсорбанца је читана на $\lambda=720$ nm. Резултат је добијен израчунавањем из калибрационе криве, односно, стандарда (+)-катехина, која се прави на основу различитих концентрација катехина (између 40 и 100 mg катехина/l).

Резултати су изражени у mg катехина по g суве масе биљног материјала (mg катехина g^{-1} с. м.).

5. 4. 3. 3. Одређивање садржаја укупних танина

Садржај укупних танина одређен је на основу чињенице да их поливинилполипиролон PVPP (polyvinylpyrrolidone) везује за себе. Одмерено је 0,1 g PVPP-а и додато 1,0 ml дестиловане воде и 1,0 ml ацетонског биљног екстракта. Садржај епрувета је промешан на vortex-у, присут у пластичне епрувете, центрифугиран је 10 min на $4000 \text{ }^{\circ} \text{min}^{-1}$. Супернатант је узиман директно при чему се тада третирао као узорак. Након тога поступак је поновљен, као код укупних фенола. Танини су преципитирани, па се заправо одређује садржај простих нетанинских фенола, а садржај танина у узорку добијен је из разлике садржаја укупних фенола и садржаја нетанинских фенола.

Количина укупних танина изражена је у mg катехина по g суве масе биљног материјала.

5. 4. 4. DPPH-тест

Укупна неензимска активност испитиваних узорака одређена је по методу **Lee et al. (1998)**, која се заснива се на разлици у активности уклањања DPPH-радикала (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) између следе и радне пробе. На основу добијене разлике, изражене као % у односу на контролу, може се оценити укупна неензимска антиоксидативна способност биљног екстракта. Реакциона смеша се добија од 0,5 ml ацетонског биљног екстракта, 0,25 ml DPPH етанолног раствора и 1,25 ml ацетатног пуфера. Реактанти се промућкају на мешалици и након 30 min читава се апсорбанца на $\lambda=517$ nm.

Активност уклањања DPPH радикала изражава се као % неутралисаних радикала у односу на слепу пробу у коју није додат биљни екстракт.

5. 4. 5. Липидна пероксидација (LP)

Садржај малонилдиалдехида (MDA), једног од крајњих производа разградње мембранских липида у ћелијама, користи се као мерило интензитета липидне пероксидације. Интензитет LP одређује се на основу садржаја MDA екстрахованог из свежег биљног материјала помоћу смеше тиобарбитурне (ТВА) и трихлорсирћетне (ТСА) киселине (**Placer et al., 1966**). Садржај MDA одређен је у радним пробама у односу на слепу пробу.

Свеж биљни материјал (0,5 g) је хомогенизован са 4,5 cm³ раствора за екстракцију MDA (10 cm³ 10% перхлорне киселине (HClO₄) засити се на хладно са ТВА и дода се 30 cm³ 20% ТСА). Хомогенат је загреван 20 min на 95°C, охлађен и центрифугиран 10 min на 3500 min⁻¹. Садржај MDA у добијеном супернатанту читан је спектрофотометријски на 532 nm. За слепу пробу је коришћено 5 cm³ раствора за екстракцију MDA.

Интензитет LP изражен је бројем pmol MDA еквивалената по граму свежег материјала (pmol MDA еквивалената g⁻¹ св. м.).

5. 4. 6. Одређивање садржаја растворљивих протеина

Садржај растворљивих протеина одређен је методом по Bradford-у (**Sedmark and Grossberrg, 1977; Spector, 1978**) која се заснива на везивању боје Coomassie blue G-250 за базне и ароматичне остатке аминокиселина у протеину. Боја постоји у три облика као: катјон (црвена), неутралан молекул (зелена) и анјон (плава). У киселој средини доминира протонувана катјонска форма са максимумом апсорпције на $\lambda=465$ nm. Када се боја веже за протеин прелази у стабилан непротонувани облик плаве боје са максимумом апсорпције на $\lambda=595$ nm. Метод подразумева употребу непротеинских супстанци, које стабилишу неутралну форму (зелена), било директним везивањем или променом рН, због чега се користи и релативни протеински стандард, албумин говеђег серума (BSA, bovine serum albumin).

Реакциони медијум је добијен од 1 ml 0,07 M раствора боје Coomasie brilliant blue у 3% HClO₄и 20 μ l екстракта свежег биљног материјала или стандарда са различитим концентрацијама раствора BSA. После 5-30 минута, очитана је апсорбанца узорка и различитих концентрација стандарда на $\lambda=595$ nm. Концентрација протеина у узорку одређена је из криве зависности апсорбанце од концентрације стандарда. Концентрација протеина у узорку изражена је као mg протеина по граму свежег биљног материјала (mg протеина g⁻¹св. м).

5. 5. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ПОДАТАКА

За свако својство израчунати су параметри дескриптивне статистике: средња вредност (\bar{x}), стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$), стандардна девијација (σ), и коефицијент варијације (V).

Анализа варијације у огледу, њено квантификовање и идентификовање извора варијације, извршена је применом АММИ модела (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Основ АММИ модела чини комбинација анализе варијансе (ANOVA) и анализе главних компомената (PCA). Разлику између ANOVA и PCA анализе чини то што ANOVA, као адитивни модел, разлаже адитивну компоненту, а мултиваријациону компоненту групише у један извор варијације (интеракција генотип/спољна средина). PCA износи комплетну адитивну компоненту на првој оси, а

затим разлаже неадитивну компоненту од друге осе па на даље. PCA је мултиваријациони модел и прецизније разлаже мултиваријациону компоненту укупне варијације, али за разлику од ANOVA-е, не именује изворе варијације. Дакле, АММИ анализа, односно АММИ ANOVA износи главне, односно адитивне компоненте, а затим се мултиваријациони извор варирања (неадитивна компонента варијансе) огледа, односно интеракција генотип/спољна средина додатно разлаже мултиваријационим моделом, PCA анализом.

Према **Zobel et al. (1998)** АММИ модел карактерише следећи израз понашања генотипа (g) у условима средине (e):

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum \lambda_n \xi_{gn} \eta_{en} + \Theta_{ge} + \varepsilon_{ger},$$

при чему је адитивна компонента варијације издвојена анализом варијансе (ANOVA)

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \Theta_{ge} + \varepsilon_{ger}$$

док је мултиваријациони део укупне варијације огледа (интеракција генотип/спољна средина) разложен анализом главних компоненти (PCA)

$$Y_{ger} = \mu + \sum \lambda_n \xi_{gn} \eta_{en} + \Theta_{ge}$$

где је: Y_{ger} – принос или нека друга посматрана особина генотипа (g) у еколошким условима (e) у моделу са понављањима (r),

μ – општа аритметичка средина,

α_g – просечна девијација генотипа,

β_e – просечна девијација еко-средине,

λ_n – вредност карактеристичне, посебне, вредности (*eigenvalue*) осе главне компоненте (PCA axis) n,

ξ_{gn} – оцена главне компоненте генотипа за осу главне компоненте n,

η_{en} – главне компоненте еко-средине за осу главне компоненте n. Ако је број фактора мањи од пуног модела [(g-1)(e-1)], онда η_{en} укључује и остатак који је агрономски незначајан ρ_{ge} ,

N – број оса главних компоненти (PCA axes) садржан у моделу,

Θ_{ge} – остатак (резидуа),

ϵ_{ger} – погрешка.

За АММИ анализу је употребљен програм **GenStat 9th Edition, VSN International Ltd (trial version)**.

Значајност извора варирања утврђен је на основу F-теста, при чему се степени слободе за испитивање значајности PCA оса добијају по моделу $df = G+E-1-2n$ (Zobel *et al.*, 1998), где се узима у обзир број генотипова (G), средина (E) и одговарајући број PCA оса садржан у моделу (n).

За приказивање особина сваког генотипа у појединим агроеколошким срединама у оквиру јединственог графика, коришћена је техника биплота. Сваки генотип је представљен тачком, која се назива маркер и дефинисана је вредностима генотипа на PCA оси као и просечним вредностима за дато својство. Свака агроеколошка средина је такође представљена маркером, одређеним вредностима окружења на PCA оси и просеком за посматрани локалитет.

Међусобна зависност испитиваних компонената приноса пшенице је установљена израчунавањем Пирсонових корелационих коефицијента, по моделу **Хацивукловић (1991)**. Значајност корелационих коефицијената утврђена је израчунавањем t вредности за $n-2$ степени слободе и праг значајности од 0,05 и 0,01, по формули:

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

где је: r - корелациони коефицијент, n - број испитиваних генотипова.

За сва биохемијска својства урађена је анализа варијансе, Данканов тест, израчуната је средња вредност, девијација, стандардна грешка аритметичке средине и коефицијент варијације. Статистичка обрада података урађена је у статистичком програму **Statistica 10**.

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

6. 1. ВИСИНА БИЉКЕ

У циљу сагледавања варијабилности фенотипских особина испитиваних генотипова на нивоу целог огледа, по вегетационим сезонама и у зависности од примењених мера поправке земљишта, извршена је квантификација основних параметара дескриптивне статистике. Као показатељ мере централне тенденције израчуната је средња вредност (\bar{x}), док су за квантификовање фенотипске варијабилности испитивание особине употребљене две мере варијације: стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V).

6. 1. 1. Фенотипска варијација

Просечна вредност висине биљке у току огледних година и за све услове земљишта (контрола и два нивоа поправке) је варијала у релативно уском опсегу од $\bar{x} = 74,2$ cm, што је био трогодишњи просек висине биљке на третману поправке од 25 t/ha фосфогипса до $\bar{x} = 79,1$ cm, колико је износила трогодишња просечна вредност ове особине на контроли, односно на солоњецу без поправке. Сорта Банкут 1205 и локална популација Банатка су генотипови чија просечна висина биљке прелази $\bar{x} = 100$ cm, док је најнижу вредност овог параметра, током три огледне године, имао генотип НСР-5 ($\bar{x} = 62,2$ cm) остварену на третману поправке од 25 t/ha фосфогипса. Највећа варијабилност на нивоу целог огледа исказана кроз вредности стандардне девијације ($\sigma = 8,3$ cm) и коефицијента варијације ($V = 9,2\%$) добијена је код генотипа Одисеј у агроколошким условима Е2, Е5 и Е8, односно на третманима са 25 t/ha фосфогипса (таб. 12).

При анализи добијених праметара мера централне тенденције и мера варијације по вегетационим сезонама, уочава се да је највећа просечна вредност висине биљке на солоњецу без поправке остварена у сезони 2010/2011 ($\bar{x} = 87,1$ cm). Анализовани генотипови су у вегетационој сезони 2009/2010 на земљишту са примењених 25 t/ha

фосфогипса остварили највећу просечну висину биљке ($\bar{x}=90,0$ cm). У истој вегетационој сезони на третману са 50 t/ha фосфогипса генотипови су остварили просечну висину биљке од $\bar{x}=85,3$ cm, таб. 13, 14 и 15.

Вредности коефицијента варијације испитиваних генотипова на земљишту без поправке фосфогипсом су се кретале у распону од $V=0,9\%$ за сорте НСР-5 и Рапсодија у сезони 2009/2010 до $V=9,1\%$ за генотип Ренесанса у вегетационој сезони 2008/2009 (таб. 13). Израчунате вредности коефицијента варијације имале су шири опсег варирања од $V=0,1\%$ (локална популација Банатка, вегетациона сезона 2009/2010) до $V=28,6\%$ (сорта Одисеј, вегетациона сезона 2010/2011) на земљишту са примењених 25 t/ha фосфогипса у току огледних сезона (таб. 14). На земљишту са примењених 50 t/ha фосфогипса локална популација Банатка је у вегетационој сезони 2008/2009 имала најмањи коефицијент варијације ($V=0,6\%$), а сорта Европа 90 највишу вредност овог параметра ($V=18,1\%$) у вегетационој сезони 2010/2011 (таб. 15).

Табела 12. Средња вредност (\bar{x}) висине биљке, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)
Ренесанса	68,3	1,3	1,8	68,0	3,7	5,4	72,7	5,8	8,0	69,7	3,6	5,1
Победа	72,8	1,8	2,4	68,8	0,9	1,3	68,3	0,6	0,9	70,0	1,1	1,5
Европа 90	73,9	0,8	1,1	72,3	1,1	1,5	76,1	3,7	4,9	74,1	1,9	2,5
НСР-5	69,6	1,5	2,2	62,2	4,6	7,4	63,6	5,8	9,1	65,1	4,0	6,2
Драгана	77,8	1,0	1,3	66,5	1,6	2,4	67,8	1,2	1,8	70,7	1,3	1,8
Рапсодија	64,8	0,9	1,4	63,6	2,4	3,7	64,9	1,0	1,6	64,4	1,4	2,2
Симонида	70,1	3,1	4,4	69,8	1,3	1,9	68,4	0,7	1,1	69,4	1,7	2,5
Циповка	82,1	0,9	1,1	70,6	4,8	6,7	63,2	0,3	0,5	72,0	2,0	2,8
Банатка	101,9	1,8	1,8	91,9	2,5	2,7	95,1	3,5	3,6	96,3	2,6	2,7
Банкут 1205	106,7	1,3	1,2	96,1	3,7	3,8	98,5	4,4	4,5	100,4	3,1	3,2
Невесинька	72,3	1,5	2,1	69,6	5,9	8,5	69,5	0,6	0,8	70,5	2,7	3,8
Одисеј	88,4	0,8	0,9	90,8	8,3	9,2	90,7	2,2	2,4	90,0	3,8	4,2
Просек	79,1	1,4	1,8	74,2	3,4	4,5	74,9	2,5	3,3			

$H_{3P_{0,05}}=3,192$
 $H_{3P_{0,01}}=4,195$

Табела 13. Средња вредност (\bar{x}) висине биљке, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

<i>Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)</i>								
	<i>2008/2009 (E1)</i>		<i>2009/2010 (E4)</i>		<i>2010/2011 (E7)</i>		<i>Просек</i>	
<i>Генотип</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ <i>(cm)</i>	V <i>(%)</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ <i>(cm)</i>	V <i>(%)</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ <i>(cm)</i>	V <i>(%)</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ <i>(cm)</i>	V <i>(%)</i>
Ренесанса	50,5±2,7	9,1	75,2±0,8	1,9	79,3±1,7	3,7	68,3±1,7	4,9
Победа	57,8±2,4	7,2	74,6±1,7	4,0	86,0±1,2	2,3	72,8±1,8	4,5
Европа 90	56,1±1,5	4,6	78,1±1,8	4,1	87,8±2,3	4,5	74,0±1,9	4,4
НСР-5	53,1±1,6	5,1	74,4±0,4	0,9	81,4±1,2	2,6	69,6±1,1	2,9
Драгана	66,1±2,7	6,9	83,4±2,0	4,2	83,9±1,2	2,6	77,8±2,0	4,6
Рапсодија	52,1±0,9	3,0	66,6±0,3	0,9	75,8±1,0	2,3	64,8±0,7	2,1
Симонида	69,7±2,3	5,6	69,3±2,3	5,7	71,5±1,6	3,9	70,1±2,0	5,1
Циповка	84,5±1,6	3,3	86,1±1,1	2,2	75,7±1,4	3,1	82,1±1,3	2,9
Банатка	77,7±1,3	2,9	116,7±1,8	2,7	111,2±2,4	3,7	101,9±1,8	3,1
Банкут 1205	85,2±1,8	3,7	117,5±4,2	6,1	117,4±1,7	2,6	106,7±2,6	4,1
Невесиња	49,4±1,5	5,2	88,1±0,6	1,2	79,4±0,7	1,5	72,3±0,9	2,6
Одисеј	71,6±1,8	4,2	98,6±0,8	1,3	95,2±0,9	1,6	88,4±1,1	2,4
<i>Просек</i>	64,5±1,8	5,1	85,7±1,5	2,9	87,1±1,4	2,9		
	НЗР _{0,05} =5,538		НЗР _{0,05} =5,276		НЗР _{0,05} =4,427			
	НЗР _{0,01} =7,505		НЗР _{0,01} =7,149		НЗР _{0,01} =5,999			

Табела 14. Средња вредност (\bar{x}) висине биљке, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)
Ренесанса	49,4±0,9	3,1	80,5±0,7	1,6	74,0±6,5	15,1	68,0±2,7	6,6
Победа	50,6±1,1	3,7	74,4±0,6	1,5	81,4±2,2	4,7	68,8±1,3	3,3
Европа 90	63,4±0,6	1,7	94,5±0,5	0,9	59,0±1,9	5,4	72,3±1,0	2,7
НСР-5	51,9±0,8	2,6	71,1±0,2	0,5	63,6±7,4	20,3	62,2±2,8	7,8
Драгана	56,9±1,4	4,1	84,4±0,1	0,2	58,2±1,5	4,3	66,5±1,0	2,9
Рапсодија	49,8±1,9	6,7	76,4±0,7	1,7	64,5±2,8	7,5	63,6±1,8	5,3
Симонида	51,8±1,6	5,3	90,9±0,3	0,6	66,8±1,3	3,5	69,8±1,1	3,1
Циповка	55,9±2,0	6,2	81,6±0,8	1,7	74,3±6,9	16,1	70,6±3,2	8,0
Банатка	79,0±2,9	6,4	120,6±0,1	0,1	76,0±1,9	4,3	91,9±3,6	3,6
Банкут 1205	73,9±2,4	5,6	111,7±0,4	0,7	102,6±4,9	8,2	96,1±2,6	4,8
Невесињка	61,9±0,5	1,4	75,6±0,8	1,8	71,3±9,5	23,0	69,6±3,6	8,7
Одисеј	66,2±0,9	2,3	118,7±0,8	1,1	87,4±14,4	28,6	90,8±5,4	10,7
Просек	59,2±1,4	4,1	90,0±0,5	1,0	73,3±5,1	11,8		
	НЗР _{0,05} =4,646 НЗР _{0,01} =6,296		НЗР _{0,05} =1,685 НЗР _{0,01} =2,284		НЗР _{0,05} =18,645 НЗР _{0,01} =25,266			

Табела 15. Средња вредност (\bar{x}) висине биљке, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)
Ренесанса	67,2±4,9	12,5	77,0±0,9	2,1	73,8±4,5	10,5	72,7±3,4	8,4
Победа	60,4±3,3	9,6	91,1±4,1	7,8	53,4±0,4	1,4	68,3±2,6	6,2
Европа 90	72,4±0,7	1,7	89,3±1,6	3,0	66,6±7,0	18,1	76,1±3,1	7,6
НСР-5	56,2±3,9	12,1	68,1±4,3	10,9	66,6±6,4	16,7	63,6±4,9	13,2
Драгана	60,8±3,6	10,2	81,1±1,6	3,4	61,6±0,6	1,7	67,8±1,9	5,1
Рапсодија	60,7±1,8	5,1	78,9±1,1	2,4	55,3±1,4	4,4	64,9±1,4	4,0
Симонида	69,5±1,0	2,5	69,3±1,5	3,8	66,3±1,6	4,2	68,4±1,4	3,5
Циповка	55,5±0,7	2,0	70,9±0,4	0,9	63,2±1,1	2,9	63,2±0,7	1,9
Банатка	82,8±0,3	0,6	112,3±0,6	1,0	90,3±5,6	10,8	95,1±2,2	4,1
Банкут 1205	80,7±3,4	7,3	107,0±4,2	6,8	107,8±2,9	4,7	98,5±3,5	6,3
Невесиња	56,9±1,3	4,0	72,9±0,7	1,7	78,5±1,7	3,7	69,5±1,2	3,1
Одисеј	77,6±3,6	7,9	105,1±1,2	2,0	89,4±3,8	7,3	90,7±2,8	5,7
Просек	66,7±2,4	6,3	85,3±1,9	3,8	72,7±3,1	7,2		
	НЗР _{0,05} =8,170		НЗР _{0,05} =6,783		НЗР _{0,05} =11,077			
	НЗР _{0,01} =11,071		НЗР _{0,01} =9,192		НЗР _{0,01} =15,010			

6. 1. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

Сложеност генског система за наслеђивање висине биљке пшенице, одражава се у варијабилности ове особине, односно у интеракцији генотипа и спољне средине. Анализом варијансе АММИ модела, установљена је статистичка значајност главних ефеката (генотипови и агроеколошке средине) и мултиваријационог ефекта интеракције генотип/спољна средина. У оквиру идентификованих извора варијације на нивоу целог огледа, највеће учешће је имала варијација генотипа (43,28%), а знатно мање агроеколошки услови (3,55%). Интеракција генотип/спољна средина статистички високо значајно је учествовала у варијацији огледа са 15,56%. Додатним разлагањем ове интеракције анализом главних компонената, показало се да постоји агрономски значајна и објашњива варијабилност. (прилог 1). Највеће учешће у интеракцији генотип/спољна средина су имале прва (29,92%) и друга (23,82%) ИРСА оса, таб. 16.

На основу приказа интеракције сорти и агроеколошких средина за висину биљке у облику АММИ 1 графикана, прво се види да се већина испитиваних сорти разликовала и у главном ефекту и у интеракцији (граф. 1). Уочава се да су сорте Банкут 1205 и Банатка знатно више у односу на остале, што је очекивано, с обзиром да њихова генска основа не испољава полупатуљасте и патуљасте фенотип. Разлика између ове две сорте је у томе што је Банкут 1205 испољио знатно стабилнију реакцију у односу на Банатку, која је била веома нестабилна, што се види из њихових положаја према нултој, оси стабилности. Остале сорте пшенице оствариле су висину која није значајно одступала од општег просека. При томе, најнижа је била сорта Рапсодија, а највиша сорта Европа 90. Тритикале Одисеј је имао просечну висину $\bar{x} = 89,9$ cm, испољио је значајну варијабилност у односу на еколошке услове, па тиме и нестабилну реакцију, таб. 12.

Табела 16. АММИ анализа варијансе за висину биљке (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F вредност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	103067	319,1	-	-	-	100
Третмани	107	97274	909,1	**36,01	1,00	1,00	94,38
Генотипови	11	44610	4055,4	**160,64	1,83	2,32	43,28
Агро-еко средине	8	36617	4577,1	**103,63	1,94	2,51	3,55
Блокови	18	795	44,2	*1,75	1,57	1,87	0,77
Интеракција	88	16047	182,4	**7,22	1,00	1,00	15,56
IPCA ₁	18	4801	266,7	**10,57	1,57	1,87	29,92
IPCA ₂	16	3823	238,9	**9,46	1,57	1,87	23,82
IPCA ₃	14	3084	220,3	**8,73	1,75	2,18	19,22
IPCA ₄	12	2190	182,5	**7,23	1,75	2,18	13,65
IPCA ₅	10	1635	163,5	**6,48	1,83	2,32	10,19
IPCA ₆	8	427	53,4	*2,11	1,94	2,51	2,66
IPCA ₇	6	71	11,9	0,47	2,09	2,80	0,44
Остатак	4	16	3,9	0,15	2,37	3,32	-
Погрешка	198	4999	25,2	-	-	-	-

Распоред тачака полупатуљастих генотипова на АММИ 1 графикону, показује да се они, према стабилности у односу на прву главну осу, према интеракцијским скоровима, групишу у три групе. Прву групу чине најстабилнији генотипови:

Рапсодија, Ренесанса, Драгана и Невесиња, док су мање стабилни од њих били: НСР-5, Победа и Симонида. Нестабилну реакцију за фенотипску експресију висине биљке су испољили генотипови Европа 90 и Циповка (граф. 1)

Агроеколошке средине које се блиско групишу на биplotу имају сличан ефекат на развој генотипова. То значи да се, у односу на прву интеракцијску осу, издваја специфична интеракција сорти из прве групе и агроеколошких средина Е2 (третман са 25 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2008/2009), Е9 (третман са 50 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2010/2011) и Е3 (третман са 50 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2008/2009), у којима је била и најмања варијација сорти у средњим вредностима. Средња вредност висине биљке је била већа у Е9 у односу на Е3, а посебно на Е2. Агроеколошке средине Е1 (солоњец без поправке, у вегетационој сезони 2008/2009) и Е8 (третман са 25 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2010/2011), а затим Е6 (третман са 50 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2009/2010) и Е5 (третман са 25 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2009/2010) су имале највећи допринос интеракцији, док су преостале агроеколошке средине имале занемарљив допринос интеракцији, што значи да су сорте у тим окружењима имале уједначене вредности висине биљке, граф. 1.

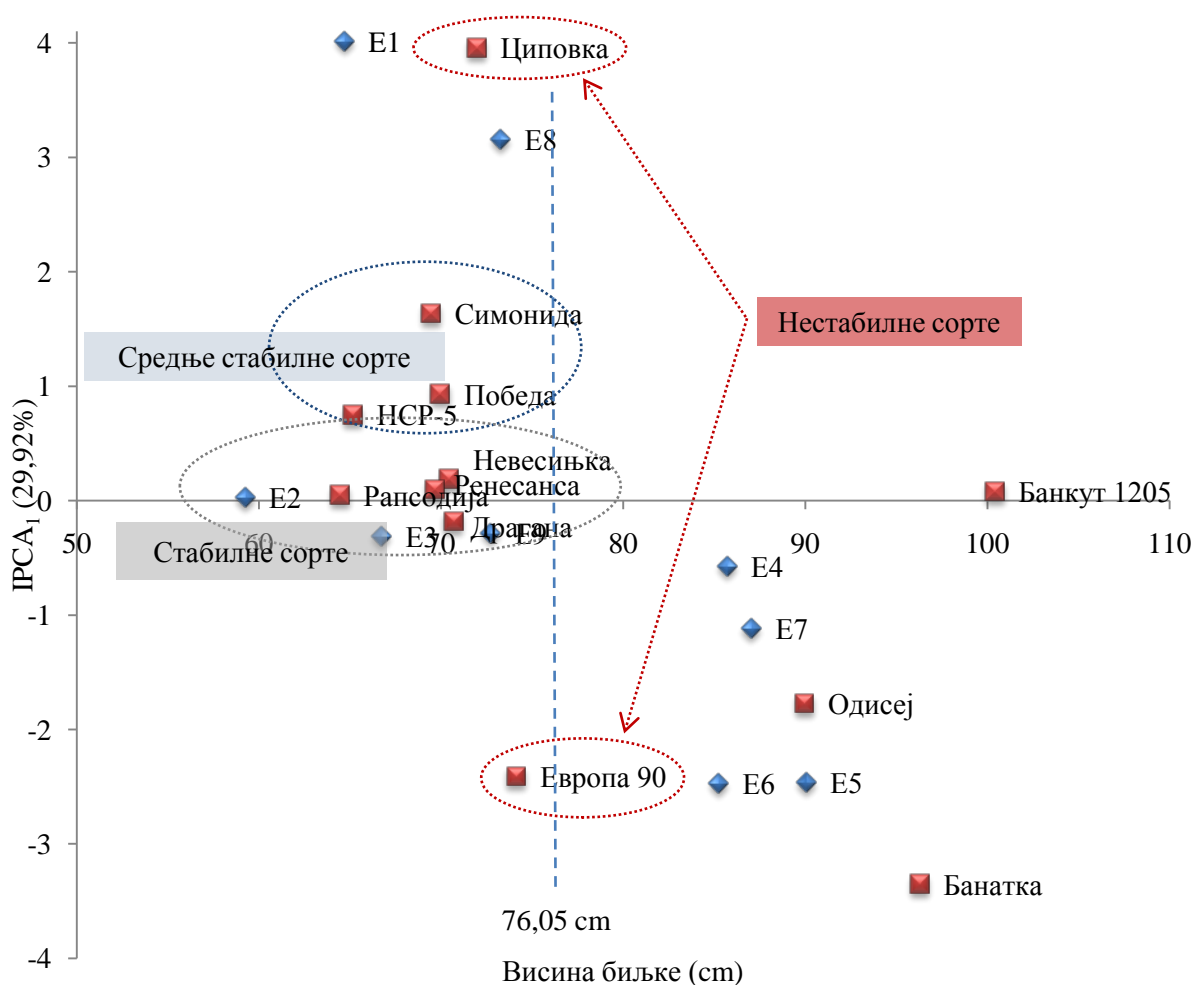


График 1. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина висине биљке (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

У циљу детаљније анализе сложених утицаја у варијацији интеракције генотип/спољна средина, приказан је АММИ 2 биplot, где је прва главна компонента (IPCA₁) приказана на апсциси, а друга главна компонента (IPCA₂) на ординати. Прва и друга главна компонента носе више од половине (53,74%) укупне варијабилности проистекле из интеракције генотип/спољна средина, па овај биplot пружа бољи увид у стабилност испитиваних генотипова., граф. 2.

Расутост тачака генотипова на АММИ 2 биplotу и њихова удаљеност од полазне тачке, показује да је већина испитиваних генотипова за висину биљке испољила малу стабилност, односно да су имали високе вредности интеракције генотип/спољна

средина. У тој групи налазе се генотипови: Циповка, Симонида, Европа 90, Банатка, Невесиња и Банкут 1205. Генотипови са мањим вредностима интеракције генотип/спољна средина и повољнијом стабилности, у односу на наведене генотипове, били су: Ренесанса, НСР-5, Драгана и тритикале Одисеј. Генотипови Рапсодија и Победа, према АММИ 2 биplotу, остварили су највећу стабилност и најмању вредност интеракције генотип/спољна средина, граф. 2.

Растојање од полазне тачке до тачке која представља агроеколошку средину може да се означи као „крак“, а његова дужина показује јачину интеракције коју генотипови испољавају у тој агроеколошкој средини. То значи да агроеколошке средине са дужим крацима нису повољне за остваривање стабилне реакције генотипова у њима, за разлику од агроеколошких средина са краћим крацима. Третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009 (тачка Е2) имао је најмању интеракцијску вредност, односно представљао је најповољније услове у којима су генотипови могли да остваре стабилну реакцију. Услове у овој животној средини најбоље је искористио генотип Рапсодија, а затим генотип Победа. Агроеколошке средине које нису биле повољне за остваривање стабилне реакције генотипова биле су солоњец без поправке, у вегетационој сезони 2008/2009 (тачка Е1), а потом третман са 25 t/ha фосфогипса, током вегетационе сезоне 2010/2011 (тачка Е8). Дужине кракова за тачке Е5 (третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010) и Е6 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010), показују да су генотипови у њима остваривали високе интеракцијске вредности. Из распореда тачака генотипова у односу на тачке агроеколошких средина, уочава се да су генотиповима Банатка, Европа 90 и Одисеј највише одговарале агроеколошке средине Е5 и Е6, а генотип Драгана позитивну интеракцију остварио је са средином Е3 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009). С обзиром да око тачака Е4 (солоњец без поправке, у вегетационој сезони 2009/2010), Е7 (солоњец без поправке, у вегетационој сезони 2010/2011) и Е9 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011) нема груписаних генотипова, услови у овим агроеколошким срединама могу да се сматрају неповољним за остваривање висине биљке пшенице, граф. 2.

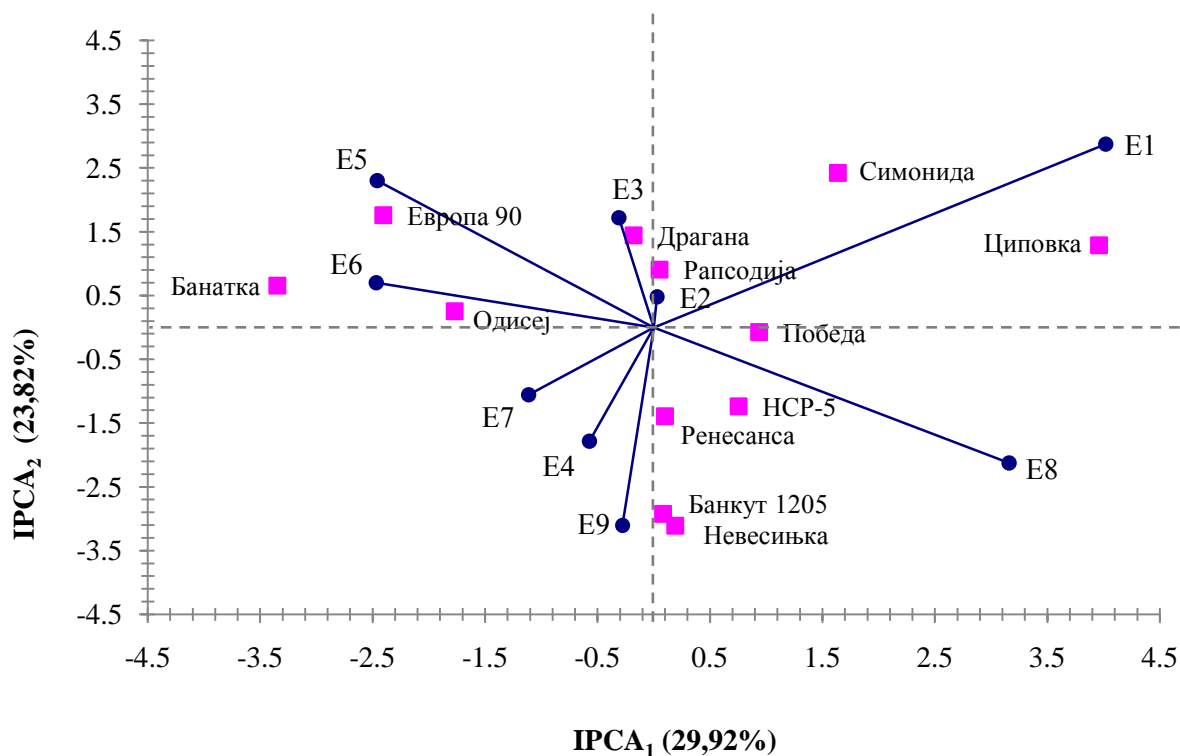


График 2. АММИ 2 (IPCA₁ vs IPCA₂) биplot за процену интеракције генотип/спољна средина висине биљке (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

6. 2. ДУЖИНА КЛАСА

6. 2. 1. Фенотипска варијација

Средња вредност дужине класа на нивоу целог огледа се кретала у веома уском распону од $\bar{x} = 7,9$ cm за третмане фосфогипсом од 25 t/ha и 50 t/ha до $\bar{x} = 8,0$ cm на земљишту без третмана. Израчунате вредности коефицијента варијације су показале сличан тренд са опсегом варирања од $V=3,0\%$ (солоњец без поправке) до $V=4,1\%$ (третман фосфогипсом од 25 t/ha), таб. 17.

На солоњecu без поправке фосфогипсом најмања просечна вредност дужине класа ($\bar{x} = 6,9$ cm) измерена је у вегетационој сезони 2008/2009, а највећа ($\bar{x} = 9,1$ cm) у

огледној сезони 2010/2011. Најдужи клас остварио је генотип Одисеј ($\bar{x} = 9,1$ cm) у вегетационој сезони 2010/2011, док је најмања вредност ове компоненте приноса забележена у вегетационој сезони 2008/2009 код генотипа Европа 90 ($\bar{x} = 5,2$ cm), таб. 18.

Нешто ужи распон варирања дужине класа у односу на контролу забележен је током огледних сезона на земљишту са третманом од 25 t/ha фосфогипса од $\bar{x} = 7,3$ cm у вегетационој сезони 2010/2010 до $\bar{x} = 8,7$ cm у другој вегетационој сезони. Сличне вредности су добијене и на третману од 50 t/ha фосфогипса, где је најнижа вредност дужине класа измерена у вегетационој сезони 2010/2011 ($\bar{x} = 7,6$), док је највиша била у сезони 2009/2010 ($\bar{x} = 8,3$ cm). На третману од од 25 t/ha фосфогипса најдужи клас је имао генотип Невесиња ($\bar{x} = 10,4$ cm) који је остварен током вегетационе сезоне 2008/2009. У истој сезони, на овом третману поправке земљишта, генотип Рапсодија је имао најмању вредност дужине класа ($\bar{x} = 6,2$ cm). Овај генотип је и на третману од 50 t/ha фосфогипса имао најмањи клас просечне дужине $\bar{x} = 6,1$ cm, у вегетационој сезони 2010/2011. Највећу дужину класа, на солоњцу са поправком од 50 t/ha је имао генотип Одисеј ($\bar{x} = 11,7$ cm) током вегетационе сезоне 2009/2010, таб. 19 и таб. 20.

Највећа варијабилност на нивоу целог огледа исказана кроз вредности стандардне девијације ($\sigma = 0,6$ cm) и коефицијента варијације ($V = 4,9\%$) добијена је код генотипа Одисеј, док је локална популација Банатка испољила најмању варијабилност дужине класа ($\sigma = 0,1$ cm и $V = 1,0\%$), таб. 17.

Табела 17. Средња вредност (\bar{x}) дужине класа, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроеколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроеколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)	\bar{x} (cm)	σ (cm)	V (%)
Ренесанса	7,5	0,5	6,1	8,3	0,3	3,3	7,6	0,4	4,8	7,8	0,4	4,7
Победа	7,9	0,2	2,2	7,5	0,2	2,7	6,9	0,6	9,2	7,4	0,3	4,7
Европа 90	7,7	0,2	2,0	8,0	0,4	4,7	7,6	0,2	3,0	7,8	0,3	3,2
НСР-5	7,2	0,3	4,8	6,9	0,3	4,8	7,2	0,4	5,0	7,1	0,3	4,9
Драгана	8,1	0,2	2,3	7,2	0,2	3,4	7,0	0,2	2,4	7,4	0,2	2,7
Рапсодија	7,3	0,1	1,9	7,1	0,3	4,8	6,4	0,1	1,6	6,9	0,2	2,8
Симонида	7,8	0,1	1,1	7,8	0,2	2,2	7,9	0,3	3,4	7,8	0,2	2,2
Циповка	8,6	0,2	2,5	7,1	0,2	2,6	7,8	0,2	2,4	7,8	0,2	2,5
Банатка	8,0	0,1	1,5	8,0	0,1	0,6	8,1	0,1	0,9	8,0	0,1	1,0
Банкут 1205	7,7	0,1	1,4	8,0	0,3	3,1	8,4	0,2	2,4	8,0	0,2	2,3
Невесиња	8,8	0,1	1,5	9,7	0,9	8,8	9,7	0,1	1,4	9,4	0,4	3,9
Одисеј	9,3	0,8	8,8	9,6	0,8	8,3	10,1	0,3	3,2	9,7	0,6	6,8
Просек	8,0	0,2	3,0	7,9	0,4	4,1	7,9	0,3	3,3			

НЗР_{0,05}=0,402НЗР_{0,01}=0,528

Табела 18. Средња вредност (\bar{x}) дужине класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E1)		2009/2010 (E4)		2010/2011 (E7)		Просек	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)
Ренесанса	6,5±0,4	10,1	8,3±0,4	9,2	7,9±0,1	1,7	7,5±0,3	7,0
Победа	6,6±0,3	6,9	8,0±0,3	6,6	9,0±0,2	4,4	7,9±0,3	6,0
Европа 90	5,2±0,2	7,7	7,9±0,1	1,5	10,1±0,1	2,1	7,7±0,1	3,7
НСР-5	5,8±0,5	14,9	8,2±0,1	2,1	7,7±0,2	4,7	7,2±0,3	7,2
Драгана	6,2±0,1	4,0	8,8±0,2	3,9	9,3±0,1	2,2	8,1±0,2	3,4
Рапсодија	6,3±0,1	4,0	6,8±0,1	2,9	8,8±0,2	4,6	7,3±0,2	3,8
Симонида	7,3±0,3	7,2	7,5±0,2	4,1	8,5±0,2	3,5	7,8±0,2	4,9
Циповка	8,2±0,2	4,6	7,9±0,5	10,3	9,7±0,1	2,1	8,6±0,3	5,7
Банатка	8,0±0,4	8,1	6,3±0,2	6,6	9,7±0,2	4,2	8,0±0,3	6,3
Банкут 1205	8,6±0,3	5,7	6,8±0,6	15,0	7,7±0,4	8,9	7,7±0,4	9,9
Невесиња	6,9±0,4	10,2	9,3±0,2	3,8	10,2±0,1	1,0	8,8±0,2	5,0
Одисеј	7,7±0,7	15,8	9,5±0,4	7,9	10,6±0,3	4,6	9,3±0,5	9,4
Просек	6,9±0,3	8,3	7,9±0,3	6,2	9,1±0,2	3,7		
	НЗР _{0,05} =1,058 НЗР _{0,01} =1,433		НЗР _{0,05} =0,938 НЗР _{0,01} =1,272		НЗР _{0,05} =0,610 НЗР _{0,01} =0,827			

Табела 19. Средња вредност (\bar{x}) дужине класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)
Ренесанса	7,9±0,5	10,4	9,3±0,1	1,2	7,8±0,9	20,0	8,3±0,5	10,5
Победа	6,9±0,4	10,8	8,0±0,1	2,6	7,6±0,8	17,3	7,5±0,4	10,2
Европа 90	8,2±0,1	1,9	9,4±0,1	1,1	6,4±0,8	21,2	8,0±0,3	8,0
НСР-5	6,8±0,3	8,3	7,2±0,3	7,0	6,6±0,4	11,4	6,9±0,4	8,9
Драгана	7,0±0,3	7,1	8,4±0,4	8,5	6,1±0,0	0,9	7,2±0,2	5,5
Рапсодија	6,2±0,4	10,7	8,4±0,1	1,4	6,7±0,3	7,0	7,1±0,2	6,4
Симонида	7,8±0,1	3,2	8,4±0,1	1,2	7,2±0,2	4,2	7,8±0,1	2,9
Циповка	6,5±0,3	8,4	7,9±0,2	3,3	7,0±0,1	2,9	7,1±0,2	4,9
Банатка	9,1±0,2	4,0	7,8±0,2	4,1	7,2±0,1	2,1	8,0±0,2	3,4
Банкут 1205	8,0±0,2	5,2	9,2±0,2	3,9	6,8±0,1	3,7	8,0±0,2	4,3
Невесиња	10,4±0,3	4,3	9,3±0,2	2,8	9,3±1,2	21,5	9,7±0,5	9,6
Одисеј	8,4±0,1	2,4	11,3±0,3	4,0	9,3±1,1	20,2	9,6±0,5	8,9
Просек	7,8±0,3	6,4	8,7±0,2	3,4	7,3±0,5	11,0		
	НЗР _{0,05} =0,868 НЗР _{0,01} =1,176		НЗР _{0,05} =0,581 НЗР _{0,01} =0,788		НЗР _{0,05} =1,855 НЗР _{0,01} =2,513			

Табела 20. Средња вредност (\bar{x}) дужине класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (cm)	V (%)
Ренесанса	7,4±0,0	0,8	7,9±0,3	6,3	7,5±0,3	8,0	7,6±0,2	5,0
Победа	6,7±0,2	5,2	7,4±1,0	24,0	6,7±0,3	7,7	6,9±0,5	12,3
Европа 90	7,1±0,1	2,9	8,2±0,2	4,6	7,4±0,5	12,3	7,6±0,3	6,6
НСР-5	6,6±0,1	3,0	7,8±0,3	6,8	7,3±0,6	14,7	7,2±0,3	8,2
Драгана	7,6±0,2	3,5	6,5±0,3	7,1	6,9±0,1	1,4	7,0±0,2	4,0
Рапсодија	6,4±0,2	5,9	6,7±0,1	1,7	6,1±0,1	4,1	6,4±0,1	3,9
Симонида	8,2±0,1	3,1	7,9±0,3	7,3	7,6±0,4	8,1	7,9±0,3	6,2
Циповка	8,2±0,1	2,1	8,2±0,2	4,6	6,9±0,1	3,6	7,8±0,2	3,4
Банатка	8,9±0,1	2,3	7,2±0,1	3,2	8,1±0,1	2,5	8,1±0,1	2,7
Банкут 1205	8,3±0,1	3,0	9,2±0,2	3,1	7,8±0,1	2,0	8,4±0,1	2,7
Невесиња	9,0±0,4	8,2	10,4±0,0	0,0	9,7±0,6	10,5	9,7±0,3	6,2
Одисеј	9,0±0,7	13,8	11,7±0,5	7,0	9,7±0,3	5,3	10,1±0,5	8,7
Просек	7,8±0,2	4,5	8,3±0,3	6,3	7,6±0,3	6,7		
	НЗР _{0,05} =0,803		НЗР _{0,05} =1,125		НЗР _{0,05} =1,031			
	НЗР _{0,01} =1,088		НЗР _{0,01} =1,525		НЗР _{0,01} =1,397			

6. 2. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

АММИ анализа варијансе за дужину класа је показала да су сви идентификовани извори варијације били статистички високо значајни. Посматрајући уделе адитивних и неадитивних извора варијације у укупној суми квадрата огледа, уочава се да је највећи удео генотипа (34,97%), затим интеракције генотип/спољна средина (28,24%) и на крају агроколошких услова (22,06%). Високо значајна интеракција генотип/спољна средина показује да су генотипови различито реаговали на посматране агроколошке средине. Рашчлањивањем интеракције издвојено је 6 значајних ИРСА, од којих је прва објаснила трећину укупне интеракције (33,46%), таб. 21, прилог 2.

Табела 21. АММИ анализа варијансе за дужину класа (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободe	Сума квадрата	Средина квадрата	F втрeдност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	572,2	1,8	-	-	-	100
Третмани	107	488,8	4,6	**12,54	1,00	1,00	85,42
Генотипови	11	200,1	18,2	**49,91	1,83	2,32	34,97
Агро-еко средине	8	126,2	25,8	**25,31	1,94	2,51	22,06
Блокови	18	11,2	0,6	*1,71	1,57	1,87	1,96
Интеракција	88	162,6	1,8	**5,07	1,00	1,00	28,42
IPCA ₁	18	54,4	3,0	**8,29	1,57	1,87	33,46
IPCA ₂	16	37,1	2,3	**6,37	1,57	1,87	22,82
IPCA ₃	14	31,2	2,2	**6,12	1,75	2,18	19,19
IPCA ₄	12	16,8	1,4	**3,84	1,75	2,18	10,38
IPCA ₅	10	12,0	1,2	**3,30	1,83	2,32	7,38
IPCA ₆	8	8,3	1,0	**2,85	1,94	2,51	5,10
IPCA ₇	6	2,0	0,3	0,91	2,09	2,80	1,23
Остатак	4	0,7	0,2	0,47	2,37	3,32	-
Погрешка	198	72,2	0,4	-	-	-	-

Анализа резултата са АММИ 1 биплота указује да је за дужину класа била више испољена мултиваријациона компонента од адитивне. Уочава се да су највећи удео у варијацији огледа дале сорта Невесиња и тритикале Одисеј, јер су остале средње вредности прилично блиске. Отуда је изостала велика расутоост по апсциси. Распоред тачака агроеколошких средина на биплоту упућује на то да су на развој класа значајно утицали услови посматраних година. Вегетациона сезона 2008/2009 највише је поговорила развоју сорти Симонида, Циповка, Банкут 1205 и Банатка. Сорте Европа 90 и Ренесанса су најбољу интеракцију оствариле са вегетационом сезоном 2009/2010, док су сорте Рапсодија, Драгана, Победа и НСР-5 биле у интеракцији са сезоном 2010/2011. Најнеповољнија за експресију дужине класа била је агроеколошка средина Е1 (солоњец без поправке, сезона 2008/2009), док је најбоља Е7 (солоњец без поправке, сезона 2010/2011). Осим Е7 по стабилности су јој блиске и Е9 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011) и Е8 (третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011). Дакле, сорте су најстабилнију реакцију испољиле у вегетационој

сезони 2010/2011. Са становишта пожељне варијабилности ове особине (што дужи клас), агроеколошка средина Е7 (солоњец без поправке, сезона 2010/2011) најповољније је деловала на генотипове. Међутим, примена мелиоративних мера (Е8 и Е9) током ове сезоне није дала повољан резултат на дужину класа, граф. 3.

Генотипови су се груписали по вегетационим сезонама које су им највише одговарале. Осим тога, већина генотипова имала је средње вредности дужине класа на нивоу трогодишњег просека ($\bar{x} = 7,9$ cm). Најдужи клас су испољиле сорте Одисеј и Невесиња, што им је сортна карактеристика. Иако је сорта Рапсодија имала најмању просечну вредност дужине класа, веома мали интеракцијски скор упућује на велику стабилност овог генотипа (граф. 3).

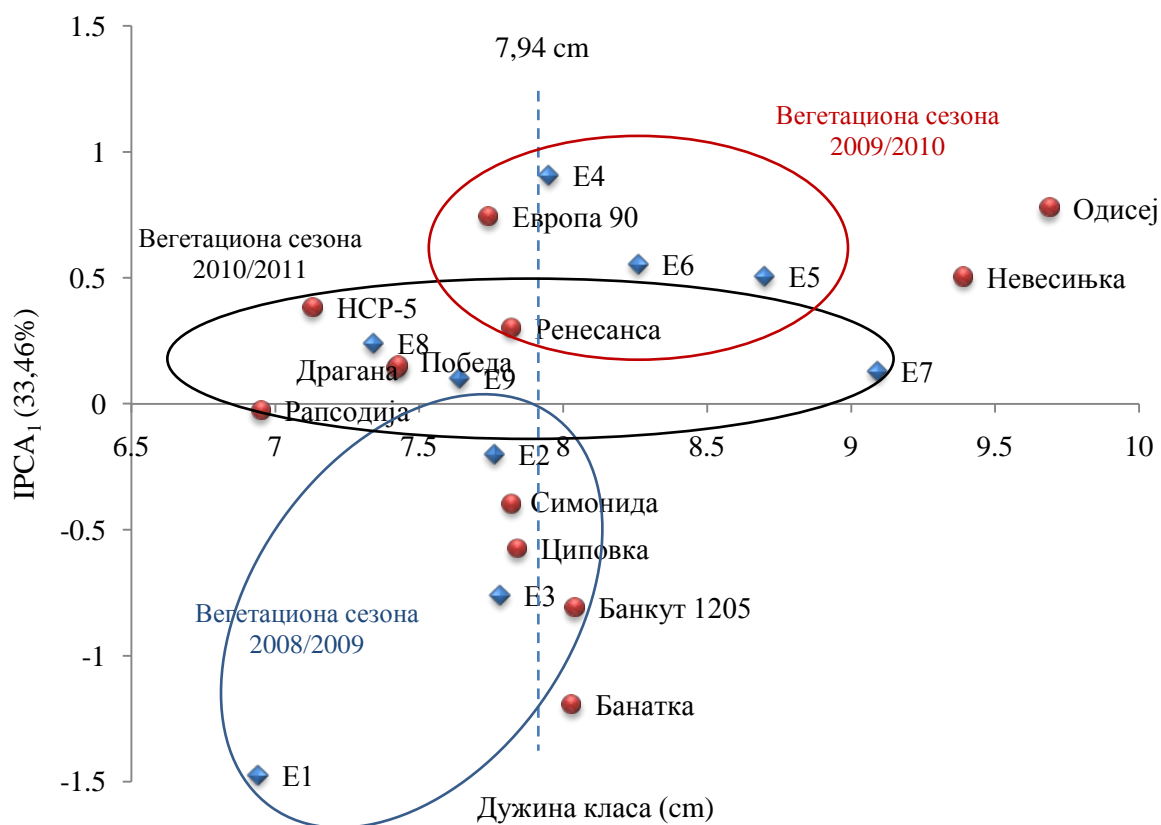


График 3. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина дужине класа (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

6. 3. МАСА КЛАСА

6. 3. 1. Фенотипска варијација

На основу израчунатих параметара мера централне тенденције и мера варијације за масу класа, утврђено је да просечне вредности варирају у релативно уском опсегу на нивоу огледа. Тако се просечна вредност масе класа током све три вегетационе сезоне кретала у распону од $\bar{x} = 1,4$ g на земљишту са оба нивоа поправке фосфогипсом до $\bar{x} = 1,5$ g на земљишту без третмана фосфогипсом. Вредност стандардне девијације је варијала од $\sigma = 0,1$ g на земљишту без поправке фосфогипсом и на третману од 50 t/ha фосфогипса до $\sigma = 0,2$ g на третману од 25 t/ha фосфогипса, а коефицијент варијације је имао вредности од $V = 8,4\%$ (солоњец без поправке фосфогипсом) до $V = 10,8\%$ (третман 25 t/ha фосфогипса), таб. 22.

Током вегетационе сезоне 2008/2009, без обзира на третман, генотипови су имали најниже просеке масе класа. Огледна сезона 2009/2010 се одликује најмањим просечним вредностима коефицијента варијације на земљишту са примењених 25 t/ha фосфогипса и 50 t/ha фосфогипса, док је на земљишту без примењеног третмана најмање варирање масе класа забележено током последње огледне сезоне, 2010/2011 (таб. 23, 24 и 25).

На земљишту без поправке фосфогипсом најнижа вредност масе класа је забележена код локалне популације Банатка и сорте Невесиња ($\bar{x} = 0,6$ g, у вегетационој сезони 2008/2009). Локална популација Банатка је имала најниже вредности и на солоњecu са поправком од 25 t/ha фосфогипса током вегетационе сезоне 2010/2011 ($\bar{x} = 0,5$ g). На солоњecu са третманом од 50 t/ha фосфогипса најнижа вредност масе класа је забележена код генотипа Победа ($\bar{x} = 0,6$ g) у вегетационој сезони 2010/2011, таб. 23, 24 и 25.

Највеће вредности масе класа забележене су код сорте Одисеј ($\bar{x} = 4,0$ g) у вегетационој сезони 2009/2010, солоњец са поправком од 50 t/ha фосфогипса, таб. 25. Овај генотип је остварио највећу вредност масе класа и на третману од 25 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2009/2010, која је износила $\bar{x} = 3,4$ g. Такође, на земљишту без поправке фосфогипсом генотип Одисеј се од осталих издвојио са

највећом вредности масе класа оствареној током вегетационе сезоне 2010/2011 (\bar{x} =2,6 g), таб. 23, 24 и 25.

Посматрано на нивоу целог огледа, по свим вегетационим сезонама и третманима фосфогипсом, генотип Победа је имао највећу варијабилност масе класа, изражену кроз кефицијент варијације ($V=14,4\%$), док је локална популација Банатка испољила најмању варијабилност ове особине ($V=6,5\%$), таб. 22.

Табела 22. Средња вредност (\bar{x}) масе класа, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)
Ренесанса	1,4	0,2	13,6	1,6	0,0	2,8	1,4	0,1	10,2	1,5	0,1	8,9
Победа	1,6	0,1	6,9	1,6	0,4	25,4	1,2	0,1	11,0	1,5	0,2	14,4
Европа 90	1,7	0,1	5,3	1,3	0,0	3,0	1,6	0,3	15,8	1,5	0,1	8,0
НСР-5	1,5	0,1	6,8	1,2	0,1	12,0	1,4	0,1	6,3	1,4	0,1	8,4
Драгана	1,8	0,2	9,5	1,0	0,1	9,8	1,1	0,2	17,8	1,3	0,2	12,4
Рапсодија	1,5	0,2	11,0	1,4	0,2	13,3	1,2	0,1	10,9	1,4	0,2	11,7
Симонида	1,4	0,2	11,0	1,3	0,1	10,4	1,3	0,1	7,5	1,3	0,1	9,6
Циповка	1,5	0,1	9,6	1,3	0,2	13,2	1,3	0,1	5,3	1,4	0,1	9,4
Банатка	0,8	0,1	8,6	0,8	0,1	7,0	1,0	0,0	3,8	0,9	0,1	6,5
Банкут 1205	1,1	0,1	7,4	1,1	0,1	6,4	1,2	0,1	7,7	1,1	0,1	7,2
Невесиња	1,3	0,1	5,1	1,6	0,2	13,3	1,7	0,2	11,8	1,5	0,2	10,1
Одисеј	2,1	0,1	5,5	2,2	0,3	12,9	2,4	0,1	4,4	2,2	0,2	7,6
Просек	1,5	0,1	8,4	1,4	0,2	10,8	1,4	0,1	9,4			

$H_{0,05}=0,180$

$H_{0,01}=0,236$

Табела 23. Средња вредност (\bar{x}) масе класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E1)		2009/2010 (E4)		2010/2011 (E7)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	0,8±0,1	29,1	1,9±0,2	15,6	1,5±0,1	6,8	1,4±0,1	17,2
Победа	0,9±0,1	14,5	2,1±0,2	13,0	1,9±0,1	12,5	1,6±0,1	13,4
Европа 90	0,9±0,0	3,4	1,8±0,2	17,0	2,3±0,1	10,4	1,7±0,1	10,3
НСР-5	0,9±0,2	28,9	2,2±0,1	5,3	1,4±0,1	10,9	1,5±0,1	15,0
Драгана	0,8±0,0	3,5	2,3±0,2	14,7	2,4±0,1	8,1	1,8±0,1	8,8
Рапсодија	0,7±0,2	42,2	1,6±0,0	3,1	2,1±0,1	9,1	1,5±0,1	18,1
Симонида	0,7±0,0	4,5	1,7±0,1	13,3	1,7±0,1	13,5	1,4±0,1	10,4
Циповка	0,7±0,1	22,8	1,6±0,1	13,8	2,1±0,1	3,1	1,5±0,1	13,2
Банатка	0,6±0,0	5,5	0,9±0,1	13,0	1,1±0,1	8,3	0,8±0,0	8,9
Банкут 1205	1,1±0,0	3,4	1,2±0,1	11,7	1,0±0,1	7,6	1,1±0,0	7,6
Невесиња	0,6±0,0	11,5	1,7±0,0	4,3	1,8±0,1	4,4	1,3±0,0	6,7
Одисеј	1,1±0,2	23,3	2,5±0,0	1,6	2,6±0,1	3,3	2,1±0,1	9,4
Просек	0,8±0,1	16,1	1,8±0,1	10,5	1,8±0,1	8,2		
	НЗР _{0,05} =0,286		НЗР _{0,05} =0,350		НЗР _{0,05} =0,270			
	НЗР _{0,01} =0,388		НЗР _{0,01} =0,475		НЗР _{0,01} =0,365			

Табела 24. Средња вредност (\bar{x}) масе класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солођецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	1,3±0,2	31,1	2,2±0,1	9,7	1,2±0,2	23,9	1,6±0,2	21,6
Победа	1,2±0,3	42,0	1,4±0,1	9,1	2,1±0,7	56,5	1,6±0,4	35,9
Европа 90	1,3±0,1	8,1	1,5±0,0	2,9	0,9±0,1	18,7	1,3±0,1	9,9
НСР-5	0,8±0,1	24,1	1,8±0,1	5,8	0,9±0,2	38,5	1,2±0,1	22,8
Драгана	1,1±0,1	13,2	1,2±0,1	14,7	0,7±0,1	19,8	1,0±0,1	15,9
Рапсодија	0,7±0,2	36,7	2,2±0,0	2,5	1,3±0,2	27,5	1,4±0,1	22,2
Симонида	1,0±0,1	10,5	1,7±0,0	1,9	1,2±0,2	32,9	1,3±0,1	15,1
Циповка	0,9±0,2	31,7	1,6±0,1	7,7	1,3±0,2	25,9	1,3±0,1	21,8
Банатка	0,7±0,1	12,8	1,4±0,1	9,5	0,5±0,1	22,6	0,8±0,1	15,0
Банкут 1205	0,8±0,1	17,6	1,3±0,0	6,5	1,1±0,1	12,9	1,1±0,1	12,3
Невесиња	1,0±0,1	14,9	1,6±0,1	9,3	2,1±0,3	26,9	1,6±0,2	17,0
Одисеј	1,3±0,1	12,4	3,4±0,0	1,9	2,0±0,6	54,2	2,2±0,3	22,8
Просек	1,0±0,1	21,3	1,8±0,1	6,8	1,3±0,3	30,0		
	НЗР _{0,05} =0,416 НЗР _{0,01} =0,564		НЗР _{0,05} =0,206 НЗР _{0,01} =0,279		НЗР _{0,05} =0,919 НЗР _{0,01} =1,245			

Табела 25. Средња вредност (\bar{x}) масе класа, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	1,2±0,1	11,2	1,8±0,0	4,6	1,2±0,3	35,2	1,4±0,1	17,0
Победа	1,0±0,1	21,8	1,9±0,2	18,7	0,6±0,1	32,8	1,2±0,1	24,4
Европа 90	1,4±0,1	12,8	2,2±0,3	21,3	1,2±0,3	49,2	1,6±0,2	27,8
НСР-5	0,8±0,1	18,4	1,9±0,1	11,5	1,4±0,3	43,5	1,4±0,2	24,5
Драгана	1,2±0,1	7,2	1,3±0,1	19,3	0,8±0,2	31,4	1,1±0,1	19,3
Рапсодија	1,2±0,0	5,3	1,7±0,0	4,6	0,8±0,2	44,1	1,2±0,1	18,0
Симонида	1,1±0,1	15,5	1,6±0,2	21,1	1,1±0,1	19,6	1,3±0,1	18,8
Циповка	1,2±0,1	12,4	1,6±0,1	13,9	1,2±0,1	12,3	1,3±0,1	12,9
Банатка	0,7±0,0	3,5	1,3±0,0	2,3	1,1±0,0	6,1	1,0±0,0	4,0
Банкут 1205	0,9±0,1	21,1	1,3±0,0	5,9	1,2±0,1	7,5	1,2±0,1	11,5
Невесињка	1,0±0,1	22,0	2,0±0,1	5,1	2,1±0,4	34,0	1,7±0,2	20,4
Одисеј	1,4±0,3	39,6	4,0±0,2	8,3	2,0±0,1	8,7	2,4±0,2	18,9
Просек	1,1±0,1	15,9	1,9±0,1	11,4	1,2±0,2	27,0		
	НЗР _{0,05} =0,364		НЗР _{0,05} =0,425		НЗР _{0,05} =0,645			
	НЗР _{0,01} =0,493		НЗР _{0,01} =0,576		НЗР _{0,01} =0,873			

6. 3. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

Просечна вредност масе класа, по агроеколошким срединама, односно на земљишту без поправке и два третмана, током трогодишњег огледа износила је 1,41 g. Највећа одступања од тог просека запажена су код сорти Банатка (\bar{x} =0,90 g) и Одисеј (\bar{x} =2,25 g), граф. 4.

Из анализе варијансе се види да су на формирање фенотипа велик утицај имали агроеколошки услови, с обзиром на значајан удео суме квадрата еко-средина као адитивног ефекта и интеракције генотип/спољна средина, која је мултиваријационе природе, на укупну варијацију огледа. Реакција генотипова на варирање деловања фактора спољне средине се огледа у статистички високо значајној вредности средине квадрата интеракције генотипа и спољне средине. Ова интеракција је учествовала са 26,64% у суми квадрата огледа, таб. 26.

Осим ове значајности, анализом варијансе масе класа за укупан узорак, установљене су и високе значајности вредности средине квадрата за генотипове и за еко-средине. При томе, у укупној варијацији огледа главни ефекти анализе варијансе, генотип и еко-средина, носе 59,97% од суме квадрата огледа. У оквиру главних ефеката анализе варијансе највећи део суме квадрата припада агроеколошким факторима (36,78%), а мањи припада суми квадрата генотипа (23,19%), таб. 26.

Иако је највећи део укупне варијабилности објашњен првом главном компонентом (IPCA₁ 36,71%), статистичка значајност остатка је указивала да је после издвајања њеног утицаја део варијансе остао необјашњен, па су анализоване и остале главне компоненте. Издвојено је укупно 6 статистички значајних главних оса, од којих друга покрива највећи део, прилог 3.

Табела 26. АММИ анализа варијансе за масу класа (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободe	Сума квадрата	Средина квадрата	F вредност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	130,2	0,4	-	-	-	100
Третмани	107	112,7	1,1	**13,03	1,00	1,00	86,60
Генотипови	11	30,2	2,7	**33,93	1,83	2,32	23,19
Агро-еко средине	8	47,9	5,9	**75,54	1,94	2,51	36,78
Блокови	18	1,4	0,08	0,98	1,57	1,87	1,10
Интеракција	88	34,7	0,4	**4,87	1,00	1,00	26,64
IPCA ₁	18	12,7	0,7	**8,74	1,57	1,87	36,71
IPCA ₂	16	8,3	0,5	**6,39	1,57	1,87	23,85
IPCA ₃	14	5,6	0,4	**4,98	1,75	2,18	16,26
IPCA ₄	12	3,1	0,3	**3,22	1,75	2,18	9,00
IPCA ₅	10	2,7	0,3	**3,28	1,83	2,32	7,64
IPCA ₆	8	1,6	0,2	*2,45	1,94	2,51	4,56
IPCA ₇	6	0,6	0,1	1,32	2,09	2,80	1,85
Остатак	4	0,04	0,01	0,13	2,37	3,32	-
Погрешка	198	16,0	0,08	-	-	-	-

Готово сви генотипови испољили су стабилну реакцију за масу класа. Мању стабилност од осталих, испољио је генотип Драгана. Тритикале Одисеј, са највећом масом класа, имао је и највећу интеракцију генотип/спољна средина, односно најмању

стабилност од свих генотипова. Иако се локална популација Банатка показала као један од најстабилнијих, а стара сорта Банкут 1205 као доста стабилан генотип, њихове просечне вредности масе класа биле су најниже у поређењу са осталима. Положај тачака за ова два генотипа, које су груписане око средине Е1 (солоњец без поправке, сезона 2008/2009), указује да су ове старе сорте адаптиране на неповољне услове солоњца, али да немају потенцијал за велику масу класа у испитиваним условима, граф. 4.

На биплоту се јасно уочавају групе тачака које представљају вегетационе сезоне. Тачке Е1 (солоњец без поправке), Е2 (солоњец са примењених 25 t/ha фосфогипса) и Е3 (солоњец са примењених 50 t/ha фосфогипса) чине једну групу (вегетациона сезона 2008/2009). Прву вегетациону сезону одликује мала интеракција генотипи/спољна средина и велики утицај адитивне компоненте. У овој групи, најмања вредност особине је на солоњцу без поправке, па се лагано повећава са повећањем дозе фосфогипса. То упућује на видљив ефекат поправке солоњца у овој вегетационој сезони. У другој години огледа (тачке Е4, Е5 и Е6) испољена је разлика у мултиваријационом делу варијације, а изостала је у адитивној, па су просечне вредности масе класа на свим третманима приближно исте. У трећој вегетационој сезони, слично првој, доминантан извор варијације је у адитивној компоненти. Током ове сезоне генотипови су најбољи резултат масе класа имали на солоњцу без поправке (Е7). С обзиром на положај тачака Е8 и Е9, закључује се да су на земљишту са примењених 25 t/ha фосфогипса и 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011, сорте показале највећу стабилност. Прва вегетациона сезона није допринела смањењу интеракције генотип/спољна средина за масу класа. Током ове сезоне, без обзира на третман, генотипови су имали најниже просеке масе класа, граф. 4.

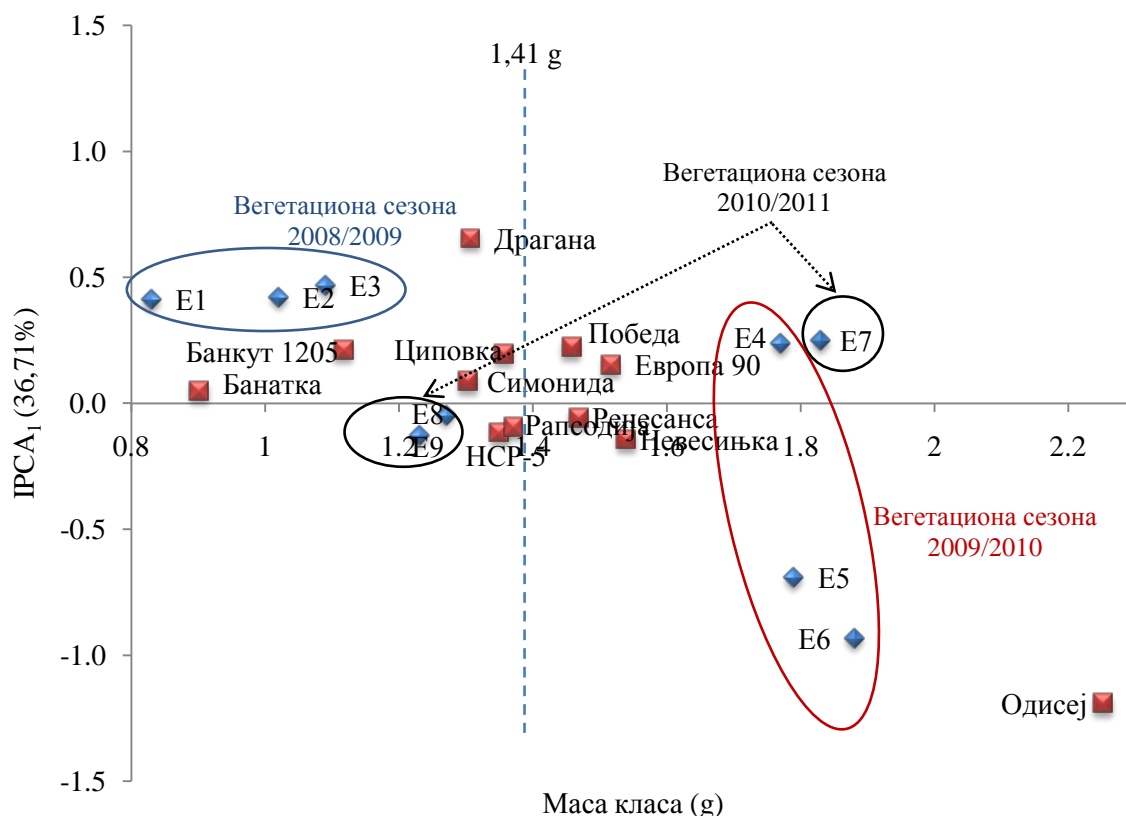


График 4. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина масе класа (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроколошких средина гајења

6. 4. МАСА ЗРНА ПО КЛАСУ

6. 4. 1. Фенотипска варијација

Просечна вредност масе зрна по класу током трогодишњег огледа кретала се у веома уском опсегу од $\bar{x}=1,0$ g на третману од 25 t/ha фосфогипса до $\bar{x}=1,1$ g на земљишту без поправке и на третману од 50 t/ha фосфогипса. На уједначеност варирања масе зрна по класу указују идентичне вредности просечне стандардне девијације ($\sigma=0,1$ g) и сличне вредности просечног коефицијента варијације ($V=10,2-10,7\%$) током три огледне сезоне, таб. 27.

На основу анализе просечних вредности коефицијента варијације, на нивоу целог огледа, примећује се да су генотипови Ренесанса ($V=13,3\%$) и Циповка ($V=13,2\%$) били најваријабилнији. Мању варијабилност у односу на остале генотипове испољио је генотип Банкут 1205 ($V=6,0\%$), таб. 27.

У вегетационој сезони 2009/2010 остварене су највеће просечне вредности масе зрна по класу и најмање просечне вредности коефицијента варијације у свим варијантама огледа, таб. 28, 29 и 30.

На солоњецу без поправке фосфогипсом највећа просечна вредност масе зрна по класу је забележена код генотипа Одисеј ($\bar{x}=1,9$ g) у вегетационој сезони 2009/2010 и код генотипа Драгана ($\bar{x}=1,9$ g) у вегетационој сезони 2010/2011. Генотип Невесиња је имала најнижу вредност масе зрна по класу на солоњецу без поправке фосфогипсом, током вегетационе сезоне 2008/2009 и износила је $\bar{x}=0,4$ g, таб. 28.

Генотип Одисеј је имао највећу вредност масе зрна по класу на третману од 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010 ($\bar{x}=2,6$ g), док је најнижа вредност на овом третману забележена код генотипа Драгана у вегетационој сезони 2010/2011 ($\bar{x}=0,2$ g), таб. 29.

На солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса највиша вредност масе зрна по класу је утврђена код генотипа Одисеј у вегетационој сезони 2009/2010 и износила је $\bar{x}=3,2$ g. Локална популација Банатка је током вегетационе сезоне 2008/2009 остварила најнижу вредност масе зрна по класу ($\bar{x}=0,5$ g). Исту вредност ове компоненте приноса су остварили генотипови Победа и Драгана у вегетационој сезони 2010/2011, таб. 30.

Табела 27. Средња вредност (\bar{x}) масе зрна по класу, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)	\bar{x} (g)	σ (g)	V (%)
Ренесанса	1,1	0,1	12,4	1,2	0,2	12,3	1,2	0,2	15,3	1,2	0,2	13,3
Победа	1,3	0,1	5,3	1,2	0,3	21,2	0,9	0,1	9,4	1,1	0,2	12,0
Европа 90	1,3	0,1	5,1	0,9	0,0	3,7	1,3	0,2	13,9	1,2	0,1	7,6
НСР-5	1,1	0,1	12,5	1,0	0,1	10,7	1,2	0,1	9,1	1,1	0,1	10,8
Драгана	1,4	0,1	9,6	0,6	0,0	5,3	0,8	0,1	10,2	0,9	0,1	8,4
Рапсодија	1,1	0,1	13,3	1,1	0,1	9,8	1,0	0,1	14,1	1,1	0,1	12,4
Симонида	1,1	0,2	14,6	1,0	0,1	6,0	0,9	0,1	8,0	1,0	0,1	9,5
Циповка	1,0	0,2	22,6	0,8	0,1	13,1	1,0	0,0	4,0	0,9	0,1	13,2
Банатка	0,6	0,1	10,0	0,6	0,1	8,9	0,7	0,1	19,7	0,6	0,1	12,9
Банкут 1205	0,8	0,0	2,1	0,8	0,1	7,7	0,8	0,1	8,2	0,8	0,1	6,0
Невесиња	1,0	0,1	6,4	1,3	0,2	14,3	1,3	0,2	11,6	1,2	0,2	10,8
Одисеј	1,5	0,1	8,2	1,7	0,3	15,8	1,9	0,0	2,0	1,7	0,1	8,7
Просек	1,1	0,1	10,2	1,0	0,1	10,7	1,1	0,1	10,5			

НЗР_{0,05}=0,142НЗР_{0,01}=0,187

Табела 28. Средња вредност (\bar{x}) масе зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E1)		2009/2010 (E4)		2010/2011 (E7)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	0,7±0,1	31,9	1,5±0,1	11,2	1,2±0,1	8,8	1,1±0,1	17,3
Победа	0,9±0,1	23,1	1,7±0,1	15,0	1,4±0,1	10,6	1,3±0,1	16,2
Европа 90	0,7±0,0	4,7	1,4±0,2	18,9	1,6±0,0	4,5	1,3±0,1	9,4
НСР-5	0,7±0,1	32,0	1,5±0,0	1,7	1,1±0,1	15,5	1,1±0,1	16,4
Драгана	0,6±0,0	4,8	1,7±0,1	14,7	1,9±0,1	8,9	1,4±0,1	9,5
Рапсодија	0,5±0,1	44,1	1,2±0,0	3,3	1,6±0,1	13,6	1,1±0,1	20,3
Симонида	0,6±0,1	21,2	1,4±0,1	15,5	1,3±0,1	13,0	1,1±0,1	16,6
Циповка	0,6±0,0	9,3	1,3±0,1	12,9	1,2±0,3	42,0	1,0±0,1	21,4
Банатка	0,5±0,0	11,6	0,7±0,1	14,5	0,8±0,0	7,3	0,6±0,0	11,1
Банкут 1205	0,9±0,0	3,7	0,9±0,1	16,3	0,7±0,0	11,9	0,8±0,0	10,6
Невесиња	0,4±0,0	10,4	1,3±0,1	6,8	1,4±0,0	5,1	1,0±0,0	7,4
Одисеј	0,9±0,2	31,2	1,9±0,0	1,4	1,8±0,0	4,2	1,5±0,1	12,3
Просек	0,7±0,1	19,0	1,4±0,1	11,0	1,3±0,1	12,1		
	НЗР _{0,05} =0,266 НЗР _{0,01} =0,361		НЗР _{0,05} =0,283 НЗР _{0,01} =0,384		НЗР _{0,05} =0,318 НЗР _{0,01} =0,431			

Табела 29. Средња вредност (\bar{x}) масе зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	1,0±0,2	32,3	1,7±0,1	7,3	0,9±0,1	22,2	1,2±0,1	20,6
Победа	0,9±0,2	46,5	1,1±0,1	10,0	1,6±0,6	62,5	1,2±0,3	39,7
Европа 90	0,7±0,1	20,4	1,2±0,0	0,9	0,7±0,1	22,9	0,9±0,1	14,8
НСР-5	0,6±0,1	15,0	1,4±0,0	5,6	0,9±0,2	33,3	1,0±0,1	18,0
Драгана	0,8±0,1	16,4	0,9±0,0	9,4	0,2±0,0	24,7	0,6±0,1	16,9
Рапсодија	0,6±0,1	37,3	1,8±0,0	2,5	1,0±0,1	15,8	1,1±0,1	18,5
Симонида	0,8±0,0	10,1	1,3±0,0	0,8	0,8±0,1	30,2	1,0±0,1	13,7
Циповка	0,7±0,1	32,3	1,2±0,0	5,8	0,6±0,1	33,3	0,8±0,1	23,8
Банатка	0,5±0,0	17,6	1,0±0,1	11,9	0,4±0,1	25,0	0,6±0,1	18,2
Банкут 1205	0,6±0,1	16,9	0,9±0,0	6,7	0,8±0,1	18,3	0,8±0,1	14,0
Невесиња	1,0±0,0	6,4	1,2±0,1	10,6	1,7±0,3	26,0	1,3±0,1	14,3
Одисеј	1,0±0,1	16,5	2,6±0,0	1,0	1,6±0,5	59,3	1,7±0,2	25,6
Просек	0,8±0,1	22,3	1,4±0,0	6,0	0,9±0,2	31,1		
	НЗР _{0,05} =0,337		НЗР _{0,05} =0,141		НЗР _{0,05} =0,757			
	НЗР _{0,01} =0,456		НЗР _{0,01} =0,191		НЗР _{0,01} =1,026			

Табела 30. Средња вредност (\bar{x}) масе зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоћецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (g)	V (%)
Ренесанса	0,9±0,1	10,0	1,4±0,0	5,6	1,1±0,3	48,6	1,2±0,1	21,4
Победа	0,8±0,1	28,6	1,6±0,2	17,7	0,5±0,1	32,7	0,9±0,1	26,4
Европа 90	1,1±0,1	9,4	1,7±0,2	21,6	0,9±0,2	33,3	1,3±0,2	21,4
НСР-5	0,6±0,1	21,7	1,5±0,1	12,1	1,6±0,1	6,3	1,2±0,1	13,3
Драгана	0,9±0,1	9,6	1,0±0,1	20,2	0,5±0,1	24,7	0,8±0,1	18,2
Рапсодија	0,9±0,1	5,0	1,4±0,1	8,7	0,7±0,2	51,5	1,0±0,1	21,7
Симонида	0,8±0,1	13,7	1,2±0,2	21,1	0,7±0,0	7,9	0,9±0,1	14,2
Циповка	1,0±0,1	14,8	1,2±0,1	14,3	0,8±0,1	18,3	1,0±0,1	15,8
Банатка	0,5±0,0	8,9	0,8±0,1	30,4	0,7±0,1	18,2	0,7±0,1	19,2
Банкут 1205	0,6±0,1	26,6	0,9±0,0	1,6	0,9±0,1	9,8	0,8±0,1	12,7
Невесиња	0,7±0,1	22,7	1,6±0,1	5,6	1,8±0,3	30,9	1,3±0,2	19,8
Одисеј	0,9±0,2	45,7	3,2±0,2	9,6	1,5±0,1	6,7	1,9±0,2	20,6
Просек	0,8±0,1	18,1	1,5±0,1	14,0	1,0±0,1	24,1		
	НЗР _{0,05} =0,292		НЗР _{0,05} =0,367		НЗР _{0,05} =0,472			
	НЗР _{0,01} =0,396		НЗР _{0,01} =0,498		НЗР _{0,01} =0,640			

6. 4. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

Поред високо значајне средине квадрата агроекосредине, забележене су и високе статистичке значајности средина квадрата генотипова и интеракције генотип/спољна средина. Анализом варијансе масе зрна по класу за укупан узорак израчунато је да у укупној варијацији огледа главни ефекти, генотип и еко-средина, носе 55,74% од суме квадрата огледа. У оквиру главних ефеката анализе варијансе већи део суме квадрата припада агроеколошким срединама (31,89%), а мањи удео припада суми квадрата генотипа (23,85%). Интеракција генотип/спољна средина је учествовала са 30,30% у суми квадрата огледа и показала је високу статистичку значајност. Издвојено је 6 главних компоненти, од којих је првих пет било статистички значајно, таб. 31, прилог 4. ИРСА₁ објашњава највећи део интеракције (37,58%), па је зато приказан и АММ1 1 биplot, граф. 5.

Табела 31. АММИ анализа варијансе за масу зрна по класу (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F втрედност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	84,8	0,3	-	-	-	100
Третмани	107	72,9	0,7	**13,10	1,00	1,00	86,04
Генотипови	11	20,2	1,8	**35,31	1,83	2,32	23,85
Агро-еко средине	8	27,0	3,4	**39,55	1,94	2,51	31,89
Блокови	18	1,5	0,09	*1,64	1,57	1,87	1,82
Интеракција	88	25,7	0,3	**5,61	1,00	1,00	30,30
IPCA ₁	18	9,7	0,5	**10,30	1,57	1,87	37,58
IPCA ₂	16	7,0	0,4	**8,41	1,57	1,87	27,26
IPCA ₃	14	3,8	0,3	**5,28	1,75	2,18	14,95
IPCA ₄	12	2,4	0,2	**3,77	1,75	2,18	9,15
IPCA ₅	10	1,5	0,2	**2,84	1,83	2,32	5,76
IPCA ₆	8	0,8	0,1	1,90	1,94	2,51	3,08
Остатак	10	0,6	0,06	1,08	1,83	2,32	-
Погрешка	198	10,3	0,05	-	-	-	-

Према оствареним вредностима интеракције, односно удаљености од нулте осе, генотипови су груписали према стабилности. Најстабилнију реакцију, у односу на прву главну компоненту, су показали генотипови: Рапсодија, Ренесанса, Банкут 1205 и Банатка, а после њих: Победа, Симонида, Циповка и Европа 90. Средње стабилни генотипови су НСР-5 и Невесиња, док су генотипови Драгана и тритикале Одисеј, оцењени као најмање стабилни, граф. 5.

Распоред тачака агроеколошких средина указује на велику сличност у условима за остваривање стабилности масе зрна по класу. Ипак, Е2 (вегетациона сезона 2008/2009, третман са 25 t/ha фосфогипса) се издвојио као најстабилнији. Међутим, ову средину то не чини најповољнијом у односу на остале, с обзиром да су генотипови у њој имали средњу вредност масе зрна по класу нижу од укупне средње вредности огледа за ту особину. Агроеколошка средина Е6 (вегетациона сезона 2009/2010, третман са 50 t/ha фосфогипса) имала је највећи интеракцијски скор, односно била је средина у којој генотипови нису могли да покажу своју стабилну реакцију.

Сорте Рапсодија и Ренесанса су се издвојиле као најстабилније, у односу на прву интеракцијску осу, и са просечним вредностима вишим од општег просека, граф 5.

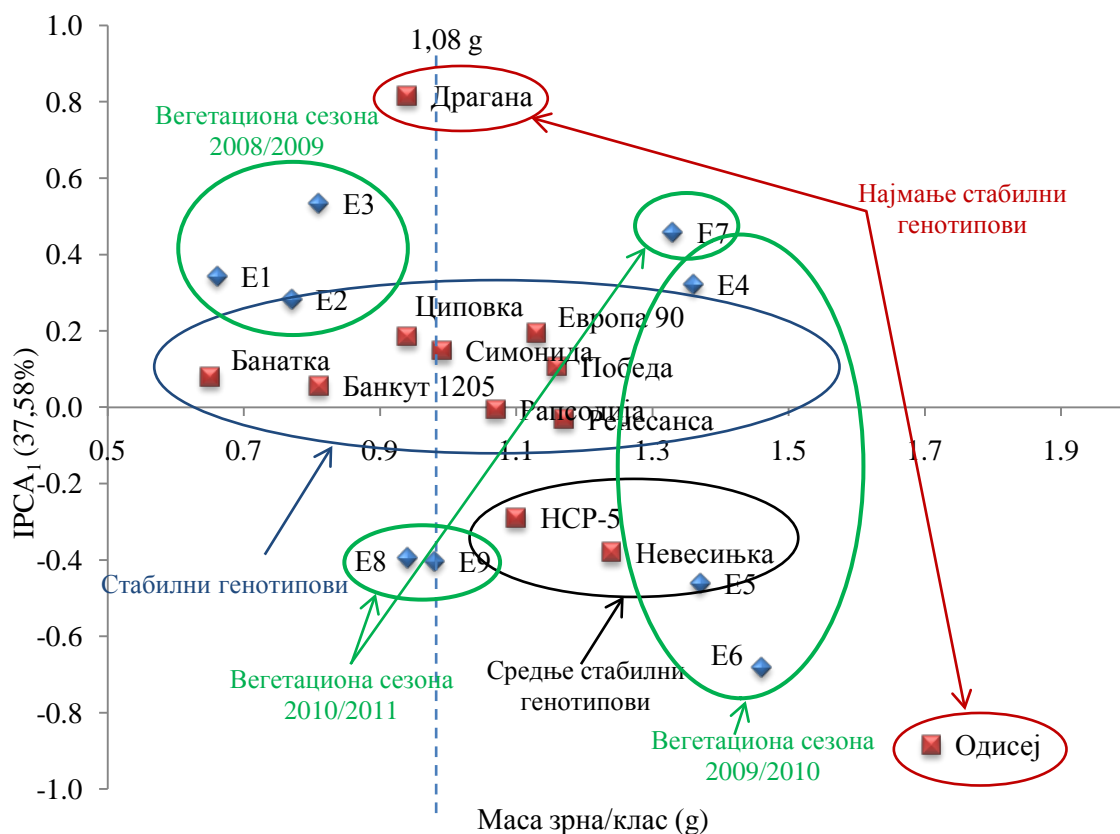


График 5. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина масе зрна по класу (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Како би се прецизније анализovala интеракција генотип/спољна средина у испољавању масе зрна по класу и тумачило 27,26% интеракције генотип/спољна средина, покривене $IPCA_2$ осом, приказан је АММИ 2 биplot. Тиме је, заједно са $IPCA_1$ објашњено 64,48% интеракције у суми квадрата огледа, граф. 6.

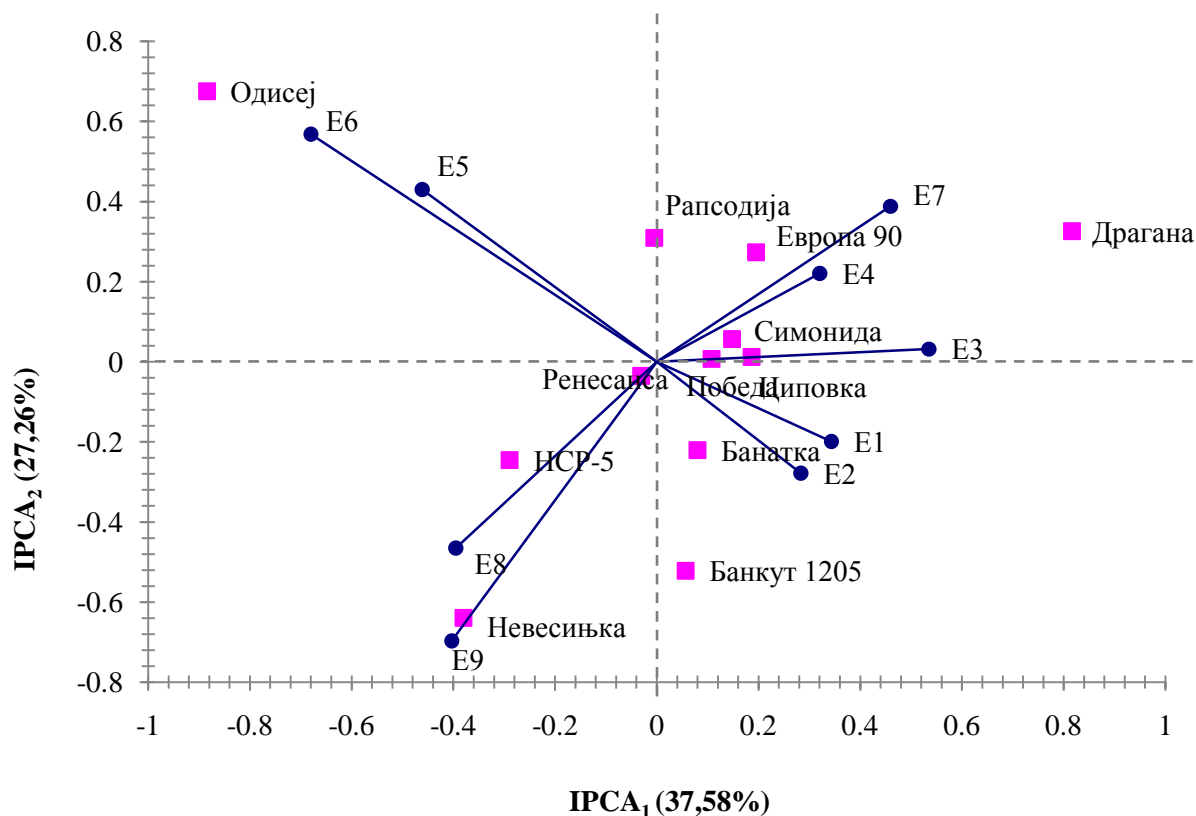


График 6. АММИ 2 (IPCA₁ vs IPCA₂) биplot за процену интеракције генотип/спољна средина масе зрна по класу (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроколошких средина гајења

Према биplotу, испитиване агроколошке средине испољиле су сличан ефекат на остваривање стабилне реакције генотипова. Растојања од полазне тачке до тачака агроколошких средина, упућују да генотиповима ни у једној од испитиваних средина нису одговарали услови, у којима би могли да испоље стабилну реакцију за масу зрна по класу. Ипак, у односу на остале, према јачини интеракције генотип/спољна средина издвојиле су се агроколошке средине Е6 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010) и Е9 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011), а затим Е7 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010) Е8 (третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011) и Е5 (третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010). Међутим, тачке које представљају варијанте огледа у вегетационој сезони 2008/2009 (Е1, Е2 и Е3) имају краке краће од осталих, што значи да су у њима генотипови остварили стабилнију реакцију. То се посебно односи на генотипове: Банкут 1205, Банатка и Циповка, који су груписани око

ових агроколошких средина. Резултате интеракцијске вредности сличне агроколошким срединама Е1, Е2 и Е3, дала је и средина Е4 (солоњец без поправке фосфогипсом, вегетациона сезона 2009/2010). Генотипови који су били у позитивној интеракцији са агроколошким средином Е4 су Европа 90 и Симонида. Оваква реакција генотипа Симонида могла би да буде њена предност у односу на остале, с обзиром да је она, у лошијим условима (солоњец без поправке), остварила једну од најстабилнијих реакција за масу зрна по класу. Анализом АММИ 2 биплота, утврђено је да су тритикале Одисеј, факултативна пшеница сорте Невесиња и стара сорта Банкут 1205 имали највеће вредности интеракције геотип/спољна средина. У групи генотипова са средњом оценом стабилности налазе се: НСР-5, Банатка, Европа 90 и Рапсодија, док су највећу стабилност испољили генотипови: Ренесанса, Победа, Циповка и Симонида, граф. 6.

6. 5. БРОЈ ЗРНА ПО КЛАСУ

6. 5. 1. Фенотипска варијација

Током трогодишњег испитивања број зрна по класу се показао као релативно варијабилна компонента приноса, уз просечан опсег варирања $\bar{x} = 28,4$ на третману од 50 t/ha фосфогипса до $\bar{x} = 29,3$ зрна на третману од 25 t/ha фосфогипса. Варијабилност ове компоненте приноса огледа се и у распону варирања стандардне девијације од $\sigma = 2,2$ на солоњecu без поправке фосфогипсом до $\sigma = 2,9$ зрна на третману са 25 t/ha фосфогипса и коефицијентом варијације који се кретао између $V = 7,4\%$ на солоњecu без поправке и $V = 9,7\%$ на третману од 25 t/ha фосфогипса. Локална популација Банатка ($\bar{x} = 17,6$) и генотип Банкут 1205 ($\bar{x} = 20,8$) су се издвојили као сорте са најмањим бројем зрна по класу у свим агроколошким срединама трогодишњег огледа. Поред тога, генотип Банкут 1205 је имао најмању варијабилност броја зрна по класу изражену кроз коефицијент варијације, на нивоу целог огледа, који је износио $V = 4,8\%$. Највећа варијабилност је забележена код генотипа Ренесанса $V = 13,7\%$, таб. 32.

У односу на вегетациону сезону 2008/2009 ($\bar{x} = 19,1$), током друге две вегетационе сезоне на солоњecu без поправке фосфогипсом су остварене знатно веће просечне вредности ове особине. У вегетационој сезони 2009/2010 просечна вредност броја зрна по класу је износила $\bar{x} = 33,3$, док је у вегетационој сезони 2010/2011

остварен просек од $\bar{x} = 34,8$ зрна по класу, таб. 33. Слично овим резултатима, на земљишту са третманом од 25 t/ha и 50 t/ha фосфогипса, највећи просеци су остварени у другој, а најмањи у првој сезони (таб. 34 и таб. 35).

Табела 32. Средња вредност (\bar{x}) броја зрна по класу, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x}	σ	V (%)	\bar{x}	σ	V (%)	\bar{x}	σ	V (%)	\bar{x}	σ (cm)	V
Ренесанса	27,7	3,5	12,6	36,3	5,5	15,2	28,0	3,7	13,3	30,7	4,2	13,7
Победа	32,7	1,4	4,1	34,9	4,6	13,0	25,7	1,3	4,9	31,1	2,4	7,3
Европа 90	33,1	2,5	7,5	30,4	1,4	4,5	32,5	3,8	11,6	32,0	2,6	7,9
НСР-5	28,1	3,5	12,3	23,4	3,2	13,9	25,2	2,0	7,8	25,6	2,9	11,3
Драгана	30,7	3,3	10,9	18,7	0,4	2,3	21,2	1,5	7,2	23,5	1,7	6,8
Рапсодија	30,8	3,1	10,1	32,7	3,0	9,3	29,4	1,3	4,4	31,0	2,5	7,9
Симонида	31,8	0,5	1,7	28,2	2,1	7,5	28,9	3,5	12,1	29,6	2,0	7,1
Циповка	31,9	2,0	6,3	25,8	3,8	14,6	31,6	2,6	8,1	29,8	2,8	9,7
Банатка	18,8	1,0	5,6	18,1	2,1	11,5	16,0	0,3	2,1	17,6	1,1	6,4
Банкут 1205	19,0	0,2	1,2	21,4	1,0	4,9	21,9	1,8	8,4	20,8	1,0	4,8
Невесиња	29,7	2,8	9,3	39,5	2,4	6,2	36,1	3,0	8,2	35,1	2,7	7,9
Одисеј	34,4	2,6	7,5	42,2	5,8	13,8	44,8	4,9	11,0	40,5	4,4	10,8
Просек	29,1	2,2	7,4	29,3	2,9	9,7	28,4	2,5	8,3			

HЗР_{0,05}=3,365
HЗР_{0,01}=4,423

Табела 33. Средња вредност (\bar{x}) броја зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E1)		2009/2010 (E4)		2010/2011 (E7)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)
Ренесанса	21,1±3,5	28,6	33,6±2,6	13,5	28,3±1,2	7,1	27,7±2,4	16,4
Победа	24,9±3,1	21,7	39,0±2,6	11,5	34,1±1,5	7,7	32,7±2,4	13,7
Европа 90	21,2±0,4	3,7	36,7±4,2	19,7	41,3±0,8	3,4	33,1±1,8	8,9
НСР-5	22,3±3,3	25,8	37,0±0,2	1,1	25,1±2,8	19,5	28,1±2,1	15,5
Драгана	14,6±0,3	3,4	35,3±3,3	16,1	42,3±2,3	9,5	30,7±2,0	9,7
Рапсодија	17,2±3,7	37,5	33,7±0,3	1,4	41,5±3,6	15,1	30,8±2,5	18,0
Симонида	25,7±2,1	14,4	34,3±2,4	12,2	35,5±1,0	4,7	31,8±1,8	10,4
Циповка	15,1±0,6	6,5	37,1±3,0	13,9	43,4±0,1	0,5	31,9±1,2	7,0
Банатка	14,3±0,6	7,6	16,7±1,2	12,0	25,4±0,2	1,2	18,8±0,7	6,9
Банкут 1205	14,1±1,6	19,9	21,9±2,3	18,2	21,1±1,6	13,3	19,0±1,8	17,1
Невесиња	13,6±1,5	19,0	36,6±1,2	5,7	38,9±2,7	12,0	29,7±1,8	12,2
Одисеј	24,8±4,3	29,9	37,5±0,4	2,0	40,7±0,8	3,5	34,4±1,9	11,8
Просек	19,1±2,1	18,2	33,3±2,0	10,6	34,8±1,6	8,1		
	НЗР _{0,05} =7,317 НЗР _{0,01} =9,915		НЗР _{0,05} =6,791 НЗР _{0,01} =9,203		НЗР _{0,05} =5,482 НЗР _{0,01} =7,428			

Табела 34. Средња вредност (\bar{x}) броја зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)
Ренесанса	30,6±5,2	29,5	44,5±1,5	5,9	33,7±6,6	34,2	36,3±4,5	23,2
Победа	26,8±5,7	36,9	34,8±1,0	5,1	43,0±12,3	49,5	34,9±6,3	30,5
Европа 90	27,5±1,5	9,5	38,5±0,7	3,1	25,3±3,5	23,8	30,4±1,9	12,2
НСР-5	18,5±2,3	21,2	31,9±0,7	4,0	19,7±4,3	38,2	23,4±2,4	21,1
Драгана	19,6±1,2	10,8	23,8±0,8	6,0	12,7±0,3	4,6	18,7±0,8	7,1
Рапсодија	18,7±4,1	37,8	51,8±1,2	4,1	27,7±2,9	18,2	32,7±2,7	20,0
Симонида	25,7±1,9	12,8	36,6±0,5	2,2	22,3±1,3	10,3	28,2±1,2	8,4
Циповка	21,5±3,4	27,5	36,8±0,4	1,9	19,0±3,5	31,6	25,8±2,4	20,3
Банатка	15,8±1,0	11,2	25,6±1,9	13,1	13,0±2,3	30,8	18,1±1,8	18,4
Банкут 1205	20,0±0,5	4,4	24,2±0,9	6,2	20,0±1,7	15,0	21,4±1,0	8,5
Невесиња	34,5±0,9	4,4	40,4±1,8	7,6	43,7±2,7	10,8	39,5±1,8	7,6
Одисеј	31,7±1,4	7,4	58,2±0,8	2,3	36,7±11,1	52,2	42,2±4,4	20,6
Просек	24,2±2,4	17,8	37,3±1,0	5,1	26,4±4,4	26,6		
	НЗР _{0,05} =8,605 НЗР _{0,01} =11,661		НЗР _{0,05} =3,289 НЗР _{0,01} =4,458		НЗР _{0,05} =16,560 НЗР _{0,01} =22,441			

Табела 35. Средња вредност (\bar{x}) броја зрна по класу, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V (%)
Ренесанса	23,6±2,3	17,0	32,5±1,0	5,6	28,0±5,9	36,2	28,0±3,1	19,6
Победа	20,5±2,4	20,4	34,5±3,3	16,7	22,0±1,2	9,1	25,7±2,3	15,4
Европа 90	30,6±2,0	11,2	40,4±3,3	13,9	26,3±2,7	17,5	32,5±2,6	14,2
НСР-5	12,4±1,7	24,1	34,0±2,6	13,3	29,3±7,7	45,4	25,2±4,0	27,6
Драгана	27,3±1,0	6,4	21,8±2,6	20,3	14,3±0,9	10,7	21,2±1,5	12,4
Рапсодија	26,9±0,5	3,0	33,2±1,1	5,7	28,0±2,0	12,4	29,4±1,2	7,0
Симонида	28,5±2,4	14,8	29,9±3,6	21,1	28,3±3,8	23,5	28,9±3,3	19,8
Циповка	31,5±1,6	8,7	33,3±2,5	13,1	30,0±4,5	26,0	31,6±2,9	15,9
Банатка	15,3±0,3	3,8	19,3±0,9	7,9	13,3±0,9	11,5	16,0±0,7	7,7
Банкут 1205	19,3±1,3	11,9	24,3±0,7	4,7	22,0±1,5	12,0	21,9±1,2	9,6
Невесинька	24,1±2,9	20,8	38,7±1,5	6,5	45,7±6,2	23,6	36,1±3,5	17,0
Одисеј	34,5±6,3	31,6	58,9±6,6	19,4	41,0±3,1	12,9	44,8±5,3	21,3
Просек	24,5±2,1	14,5	33,4±2,5	12,4	27,4±3,4	20,1		
	НЗР _{0,05} =7,425 НЗР _{0,01} =10,061		НЗР _{0,05} =8,588 НЗР _{0,01} =11,638		НЗР _{0,05} =11,706 НЗР _{0,01} =15,863			

6. 5. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

У експресији броја зрна по класу, на нивоу трогодишњег посматрања, значајност су показали и адитивни и неадитивни извори варијације. Анализа варијансе је показала приближно подједнак утицај генотипа и деловања фактора спољне средине на развој ове компоненте приноса. При томе, генотип је учествовао са 30,63%, а спољна средина са 27,84% у укупној варијацији огледа. Анализа мултиваријационог дела варијансе, открила је сложену природу интеракције генотип/спољна средина, при чему је издвојено 6 значајних главних компонената (прилог 5). Први извор варијације, квантификован на РСА₁ оси, био је највећи и износио је 39,11% удела у суми квадрата интеракције, таб. 36.

Табела 36. АММИ анализа варијансе за број зрна по класу 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F вредност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	37780	117,0	-	-	-	100
Третмани	107	31439	293,8	**10,49	1,00	1,00	83,22
Генотипови	11	11572	1052,0	**37,56	1,83	2,32	30,63
Агро-еко средине	8	10516	1314,5	**29,74	1,94	2,51	27,84
Блокови	18	796	44,2	1,57	1,57	1,87	2,11
Интеракција	88	9352	106,3	**3,79	1,00	1,00	24,75
IPCA ₁	18	3658	203,2	**7,26	1,57	1,87	39,11
IPCA ₂	16	2086	130,4	**4,65	1,57	1,87	22,31
IPCA ₃	14	1230	87,9	**3,14	1,75	2,18	13,52
IPCA ₄	12	962	80,2	**2,86	1,75	2,18	10,29
IPCA ₅	10	721	72,1	**2,57	1,83	2,32	7,71
IPCA ₆	8	492	61,5	*2,20	1,94	2,51	5,26
IPCA ₇	6	135	22,5	0,80	2,09	2,80	1,44
Остатак	4	68	16,9	0,60	2,37	3,32	-
Погрешка	198	5545	28,0	-	-	-	-

Расутост тачака агроеколошких средина и генотипова указује на различиту реакцију генотипова у зависности од услова током вегетационих сезона и мера поправке солоњеца. На биplotу се уочава да су на солоњецу без поправке фосфогипсом у другој (E4) и трећој години испитивања (E7) сорте оствариле највеће просечне вредности броја зрна по класу, а затим на поправци са 25 t/ha у вегетационој сезони 2009/2010. Генотипови Банатка и Банкут 1205 су имале најмање вредности броја зрна по класу и нису позитивно реаговале на поправку земљишта. Посматрајући груписање вегетационих сезона, уочава се да су највећи просеци остварени у другој, а најмањи у првој сезони. Трећа вегетациона сезона (2010/2011) дала је највећи допринос интеракцији генотип/спољна средина, с обзиром на удаљеност тачака E7 и E8 од осе стабилности. Третман са 25 t/ha фосфогипса у првој вегетационој сезони испитивања био је најпогоднији за постизање стабилне реакције, али не и задовољавајућих просека броја зрна по класу, граф. 7.

Током трогодишњег испитивања генотип Рапсодија се од осталих издвојио као веома стабилан, када се посматра прва интеракцијска оса.

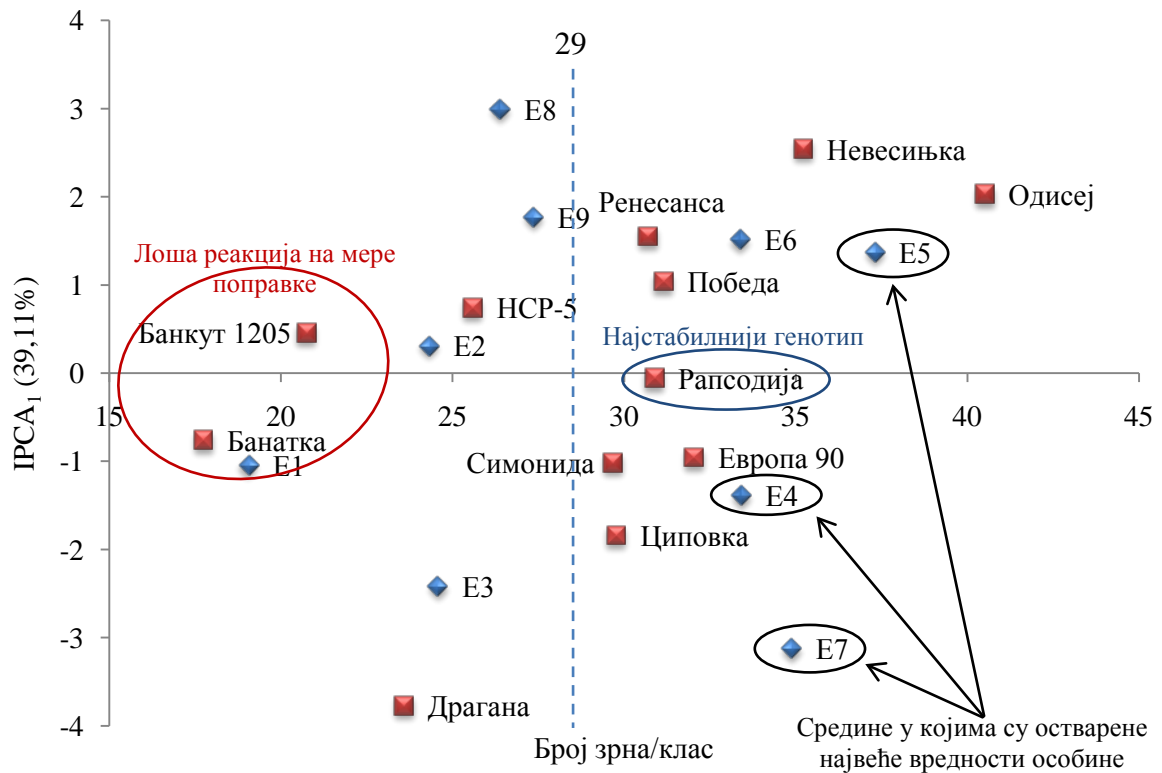


График 7. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина броја зрна по класу 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроколошких средина гајења

С обзиром на сложену природу интеракције за експресију броја зрна по класу на солоњцу, урађена је анализа АММИ 2 биplotа. Овим је омогућено да се процени интеракција испитиваних генотипова у свакој агроколошкој средини. Тиме је олакшано да се идентификују генотипови који највише одговарају испитиваним условима спољне средине, граф. 8.

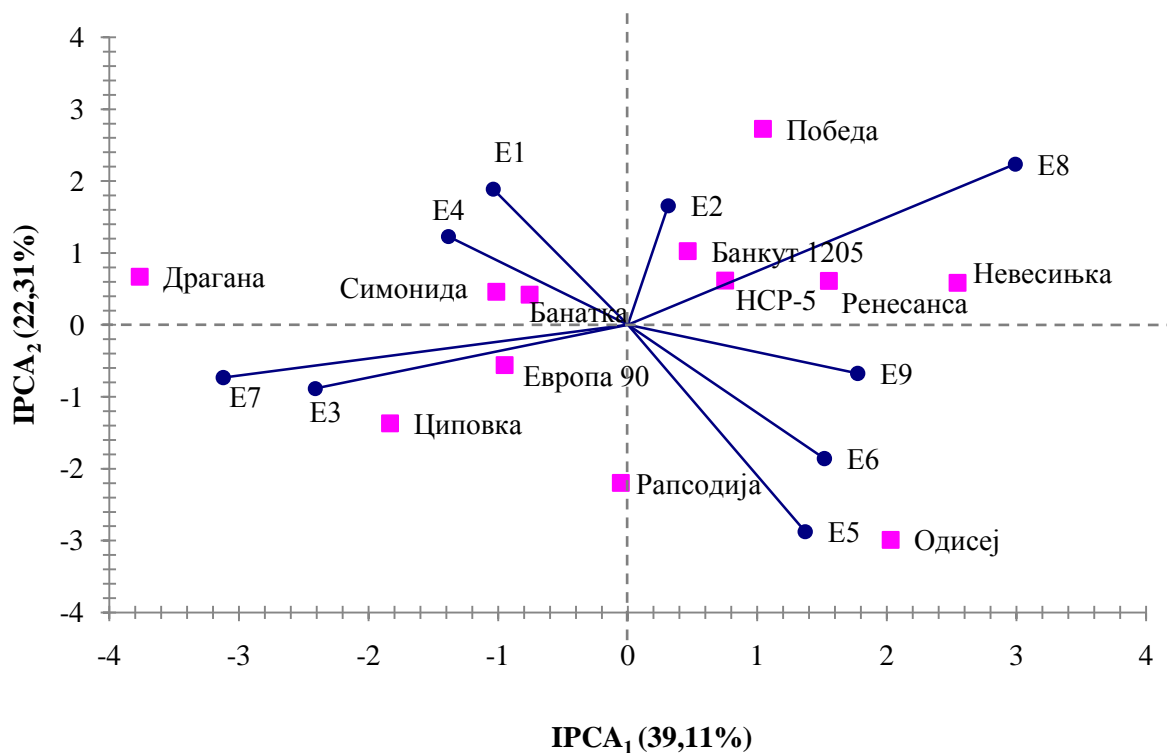


График 8. АММИ 2 (IPCA₁ vs IPCA₂) биplot за процену интеракције генотип/спољна средина броја зрна по класу 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Дистрибуција тачака генотипова на АММИ 2 биplotу показује да је генотип Банатка најближи полазној тачки, што упућује на минималну интеракцију овог генотипа са агроеколошким срединама. Ово је посебно значајно, јер је према АММИ 1 биplotу генотип Банатка имао лошу реакцију на мере поправке солоњца. Међутим, овај резултат управо значи да је локална популација Банатка показала стабилну реакцију на најнеповољнијим условима солоњца без поправке фосфогипсом, посебно у првој и другој вегетационој сезони испитивања (тачке E1 и E4). Сличну реакцију на истим контролним варијантама је показао и генотип Симонида. Генотипови НСР-5, Европа 90, Банкут 1205 и Ренесанса били су осетљивији на услове животне средине, па су испољили јачу интеракцију, док су најмању стабилност, на нивоу целог огледа, испољили генотипови Драгана, Победа, Циповка, Невесињка, Рапсодија и тритикале Одисеј. Дужина кракова агроеколошких средина показује да је третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009 (E2) фаворизован од стране генотипова за постизање најстабилније реакције. Међутим, исти ниво поправке солоњца примењен у

другој (Е5) и посебно у трећој вегетационој сезони (Е8), имао је највеће интеракцијске вредности и представљао је средину које нису погодиле развоју генотипова, када је њихова стабилност у питању. Ово упућује да су разлике у метеоролошким параметрима током вегетационих сезона утицале на испољавање стабилне реакције генотипова. Ипак, из распореда тачака генотипова и агроеколошких средина, по квадрантима биплота, види се да су поједини генотипови, у најширем смислу, остварили позитивну интеракцију и са овим агроеколошким средина. За развој тритикалеа Одисеј највише су одговарале мере поправке солоњца током друге вегетационе сезоне (Е5 и Е6) и третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011 (Е9). Генотипови Победа, Банкут 1205, НСР-5, Ренесанса и Невесиња, позитивне интеракцијске вредности су имали са третманом поправке од 25 t/ha фосфогипса у вегетационим сезонама 2008/2009 (Е2) и 2010/2011 (Е8). Агроеколошке средине Е3 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009) и Е7 (солоњец без поправке у вегетационој сезони 2010/2011) су имале малу интеракцију са генотиповима Европа 90 и Циповка, граф. 8.

6. 6. ПРИНОС ЗРНА

6. 6. 1. Фенотипска варијација

Параметри мера варијације и централне тенденције указују на релативну уједначеност приноса оствареног током три вегетационе сезоне. Ипак, земљиште без поправке фосфогипсом се издваја већим трогодишњим просеком коефицијента варијације ($V=9,7\%$) у односу на земљиште са третманом од 25 t/ha и од 50 t/ha фосфогипса ($V=7,2\%$). Током трогодишњег испитивања најнижи принос је остварила локална популација Банатка од 2,0 t/ha на третману са 25 t/ha фосфогипса. Генотип Одисеј је имао највећи просечан принос зрна од $\bar{x}=4,7$ t/ha, постигнут на солоњцу без примене фосфогипса, таб 37.

Изражено кроз коефицијент варијације, на нивоу целог огледа, најмању варијабилност приноса зрна имао је генотип НСР-5 ($V=4,0\%$), док је генотип Европа 90 био најваријабилнији у односу на остале генотипове ($V=13,3\%$), таб. 37.

На земљишту без третмана фосфогипсом просечан принос кретао се од $\bar{x} = 2,7$ t/ha у вегетационој сезони 2008/2009 до $\bar{x} = 3,7$ t/ha у вегетационој сезони 2009/2010. Најнижи принос на солоњецу без поправке фосфогипсом имао је генотип НСР-5 ($\bar{x} = 1,7$ t/ha) током вегетационе сезоне 2008/2009. Највиши принос зрна на контролној варијанти огледа је остварио генотип Одисеј у вегетационој сезони 2009/2010 ($\bar{x} = 1,7$ t/ha), таб. 38.

Нешто шири опсег варирања просечног приноса је уочен при третману од 25 t/ha фосфогипса. Најнижа вредност од $\bar{x} = 2,6$ t/ha је забележена у вегетационој сезони 2010/2011, док је највиша вредност била у вегетационој сезони 2009/2010, која је износила $\bar{x} = 4,1$ t/ha. На солоњецу са поправком од 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010 је генотип Одисеј имао највиши принос зрна $\bar{x} = 6,9$ t/ha. Исти генотип је током вегетационе сезоне 2010/2011 остварио најнижи принос зрна $\bar{x} = 1,0$ t/ha, таб. 39.

На третману са 50 t/ha фосфогипса, најнижа вредност просечног приноса зрна је износила $\bar{x} = 2,4$ t/ha у вегетационој сезони 2010/2011, а највећи просечан принос био је $\bar{x} = 4,1$ t/ha у другој вегетационој сезони. Посматрајући просечне вредности приноса по оглединим годинама, закључује се да су током вегетационе сезоне 2009/2010 постигнути највиши приноси већине генотипова. Анализујући висину приноса генотипова на третману од 50 t/ha фосфогипса, примећује се да је генотип Драгана имао највиши принос ($\bar{x} = 5,2$ t/ha). Генотип Банкут 1205 је испољио најмању вредност приноса у вегетационој сезони 2008/2009, док је генотип Невесиња имао најнижи принос у вегетационој сезони 2010/2011. Оба генотипа су остварила принос од $\bar{x} = 1,6$ t/ha, таб. 40.

Табела 37. Средња вредност (\bar{x}) приноса зрна, стандардна девијација (σ) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова гајених у 9 агроеколошких средина, на нивоу целог огледа

Третман фосфогипсом (ознака агроеколошке средине)												
Генотип	Контрола, без третмана (E1, E4, E7)			Примењено 25 t/ha (E2, E5, E8)			Примењено 50 t/ha (E3, E6, E9)			Просек		
	\bar{x} (t/ha)	σ (t/ha)	V (%)	\bar{x} (t/ha)	σ (t/ha)	V (%)	\bar{x} (t/ha)	σ (t/ha)	V (%)	\bar{x} (t/ha)	σ (t/ha)	V (%)
Ренесанса	2,9	0,3	8,8	3,2	0,1	4,5	3,6	0,2	6,2	3,2	0,2	6,5
Победа	3,5	0,4	10,3	3,4	0,2	5,2	3,5	0,3	8,2	3,5	0,3	7,9
Европа 90	2,8	0,7	25,2	4,1	0,3	7,2	3,7	0,3	7,4	3,5	0,4	13,3
НСР-5	2,3	0,2	8,9	3,5	0,0	0,7	3,8	0,1	2,4	3,2	0,1	4,0
Драгана	2,8	0,4	13,5	3,4	0,4	10,7	3,6	0,2	5,4	3,3	0,3	9,9
Рапсодија	3,2	0,3	10,1	3,4	0,0	1,3	2,9	0,0	1,5	3,2	0,1	4,3
Симонида	3,3	0,1	3,3	3,6	0,3	8,0	3,8	0,3	6,4	3,6	0,2	5,9
Циповка	3,5	0,0	0,7	3,1	0,4	11,9	3,2	0,4	11,2	3,3	0,3	7,9
Банатка	2,8	0,2	7,1	2,0	0,1	5,2	2,2	0,4	17,9	2,3	0,2	10,1
Банкут 1205	2,6	0,4	16,5	2,4	0,3	13,0	2,4	0,1	2,9	2,5	0,3	10,8
Невесиња	3,1	0,3	9,1	2,3	0,2	10,5	2,8	0,2	7,0	2,7	0,2	8,9
Одисеј	4,7	0,1	2,8	3,5	0,3	8,3	2,7	0,3	9,7	3,6	0,2	6,9
Просек	3,1	0,3	9,7	3,2	0,2	7,2	3,2	0,2	7,2			

HЗР_{0,05}=0,347
HЗР_{0,01}=0,456

Табела 38. Средња вредност (\bar{x}) приноса зрна, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу без поправке фосфогипсом, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E1)		2009/2010 (E4)		2010/2011 (E7)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)
Ренесанса	3,0±0,2	13,3	2,8±0,8	48,6	2,9±0,6	37,5	2,9±0,5	33,1
Победа	2,8±0,1	7,1	4,0±0,6	25,9	3,9±0,0	1,1	3,5±0,2	11,4
Европа 90	2,5±0,7	45,6	3,0±1,1	65,6	3,0±0,5	28,9	2,8±0,8	46,7
НСР-5	1,7±0,2	17,6	2,8±0,5	30,3	2,5±0,4	28,9	2,3±0,4	25,6
Драгана	2,3±0,4	30,4	3,2±0,5	25,1	2,8±0,5	31,2	2,8±0,5	28,9
Рапсодија	3,0±0,5	30,0	3,9±0,3	15,2	2,7±0,4	28,2	3,2±0,4	24,5
Симонида	3,3±0,2	9,1	3,1±0,3	18,0	3,7±0,2	8,6	3,3±0,2	11,9
Циповка	3,1±0,1	6,5	4,0±0,3	13,4	3,3±0,3	15,1	3,5±0,2	11,6
Банатка	1,8±0,2	16,7	4,2±0,4	16,7	2,5±0,2	11,1	2,8±0,2	14,8
Банкут 1205	2,1±0,1	4,8	3,8±0,6	26,1	2,0±0,2	12,5	2,6±0,3	14,4
Невесиња	2,7±0,2	11,1	4,3±0,3	13,3	2,4±0,2	13,0	3,1±0,2	12,5
Одисеј	4,4±0,3	11,4	5,3±0,4	13,8	4,3±0,3	13,7	4,7±0,4	13,0
Просек	2,7±0,3	17,0	3,7±0,5	26,0	3,0±0,3	19,1		
	НЗР _{0,05} =0,901 НЗР _{0,01} =1,220		НЗР _{0,05} =1,629 НЗР _{0,01} =2,208		НЗР _{0,05} =1,058 НЗР _{0,01} =1,433			

Табела 39. Средња вредност (\bar{x}) приноса зрна, стандардна грешка аритметичке средине ($S_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоњцу са поправком од 25 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроеколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E2)		2009/2010 (E5)		2010/2011 (E8)		Просек	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)
Ренесанса	3,2±0,1	5,4	3,2±0,2	12,4	3,2±0,2	8,0	3,2±0,2	8,6
Победа	3,3±0,5	24,2	3,7±0,2	10,4	3,1±0,2	9,7	3,4±0,3	14,8
Европа 90	4,0±0,1	2,5	5,0±0,5	18,0	3,3±0,2	9,1	4,1±0,3	9,9
НСР-5	3,9±0,1	2,6	3,6±0,5	24,5	3,1±0,4	22,6	3,5±0,3	16,6
Драгана	3,1±0,1	6,5	4,2±0,3	10,3	3,0±0,5	30,0	3,4±0,3	15,6
Рапсодија	2,8±0,1	7,1	4,4±0,3	11,5	3,1±0,2	12,9	3,4±0,2	10,5
Симонида	3,1±0,1	3,2	4,1±0,3	13,8	3,5±0,2	11,4	3,6±0,2	9,5
Циповка	2,8±0,1	7,1	3,8±0,4	19,8	2,7±0,2	11,1	3,1±0,2	12,7
Банатка	1,8±0,2	22,2	2,7±0,3	17,2	1,4±0,1	14,3	2,0±0,2	17,9
Банкуг 1205	1,5±0,2	20,0	3,8±0,5	24,5	1,9±0,2	21,1	2,4±0,3	21,9
Невесиња	1,5±0,1	6,6	3,6±0,4	19,6	1,7±0,1	11,8	2,3±0,2	12,7
Одисеј	2,6±0,2	15,4	6,9±0,2	6,3	1,0±0,2	40,0	3,5±0,2	20,6
Просек	2,8±0,1	10,2	4,1±0,4	15,7	2,6±0,2	16,8		
	НЗР _{0,05} =0,542		НЗР _{0,05} =1,082		НЗР _{0,05} =0,746			
	НЗР _{0,01} =0,734		НЗР _{0,01} =1,467		НЗР _{0,01} =1,011			

Табела 40. Средња вредност (\bar{x}) приноса зрна, стандардна грешка аритметичке средине ($s_{\bar{x}}$) и коефицијент варијације (V) испитиваних генотипова на солоћецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса, по вегетационим сезонама

Вегетациона сезона (ознака агроколошке средине)								
Генотип	2008/2009 (E3)		2009/2010 (E6)		2010/2011 (E9)		Просек	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ (t/ha)	V (%)
Ренесанса	3,9±0,1	2,6	4,4±0,3	12,0	2,5±0,2	12,0	3,6±0,2	8,8
Победа	3,1±0,2	9,7	4,8±0,4	16,3	2,7±0,1	7,4	3,5±0,2	11,1
Европа 90	4,0±0,1	5,2	4,3±0,4	17,4	2,6±0,2	15,4	3,7±0,3	12,6
НСР-5	3,9±0,1	5,1	4,6±0,1	2,7	2,9±0,4	20,7	3,8±0,2	9,5
Драгана	3,3±0,2	9,1	5,2±0,6	18,3	2,3±0,4	30,4	3,6±0,4	19,3
Рапсодија	3,6±0,2	11,1	2,9±0,1	7,5	2,3±0,1	4,4	2,9±0,1	7,7
Симонида	3,9±0,1	2,6	4,7±0,2	6,5	2,9±0,2	13,8	3,8±0,2	7,6
Циповка	3,1±0,5	29,0	3,9±0,2	8,2	2,5±0,1	4,0	3,2±0,3	13,7
Банатка	1,8±0,2	20,0	2,4±0,3	23,1	2,3±0,2	17,8	2,2±0,3	20,3
Банкут 1205	1,6±0,1	8,5	3,9±0,0	0,8	1,7±0,1	10,8	2,4±0,1	6,7
Невесиња	2,6±0,2	15,4	4,1±0,4	15,3	1,6±0,2	18,8	2,8±0,3	16,5
Одисеј	2,1±0,1	11,2	3,5±0,3	12,3	2,7±0,2	11,1	2,7±0,2	11,5
Просек	3,1±0,2	10,8	4,1±0,3	11,7	2,4±0,2	12,1		
	НЗР _{0,05} =0,619		НЗР _{0,05} =0,908		НЗР _{0,05} =0,636			
	НЗР _{0,01} =0,838		НЗР _{0,01} =1,231		НЗР _{0,01} =0,862			

6. 6. 2. Идентификација и квантификовање извора фенотипске варијабилности

АММИ анализа варијансе приноса зрна испитиваних генотипова показала је да удео главних ефеката у укупној суми квадрата износи 45,28%. Од тога је удео агроколошких средина износио 30,57%, док је 14,71% био утицај генотипа. Интеракција генотип/спољна средина је заступљена са 35,94% (таб. 41). Разлике у вегетационим сезонама и разноврсност третмана, условили су високу суму квадрата еколошких фактора у укупној варијацији огледа и довели до тога да су они најодговорнији за варирање приноса зрна пшенице. Сума квадрата интеракције генотип/спољна средина је 2,4 пута већа од суме квадрата генотипа, што значи да је између генотипова било значајних разлика у понашању у различитим агроколошким срединама.

У даљем току анализе из суме квадрата интеракције издвојено је шест главних компоненти, од којих прва објашњава око 63,4% структуре интеракције (прилог 6). У другој главној компоненти садржано је око 14,2% суме квадрата интеракције (таб. 41). Збирно, прва и друга главна компонента објашњавају 77,6% укупне интеракције генотип/спољна средина и обе су биле статистички високо значајне.

С обзиром на висок удео прве главне компоненте у проучаваној интеракцији, у даљем току анализе приказани су АММИ 1 и АММИ 2 графикон, како би се стекао визуелни ефекат интеракције генотип/спољна средина.

Табела 41. АММИ анализа варијансе за принос зрна (t/ha) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Извор варијације	Степени слободe	Сума квадрата	Средина квадрата	F вредност	F таблично		Удео у укупној варијацији %
					0,05	0,01	
Тотал	323	369,8	1,1	-	-	-	100
Третмани	107	300,4	2,8	**8,80	1,00	1,00	81,22
Генотипови	11	54,4	4,9	**15,51	1,83	2,32	14,71
Агро-еко средине	8	113,0	14,1	**40,34	1,94	2,51	30,57
Блокови	18	6,3	0,4	1,10	1,57	1,87	1,70
Интеракција	88	132,9	1,5	**4,74	1,00	1,00	35,94
IPCA ₁	18	84,3	4,7	**14,68	1,57	1,87	63,41
IPCA ₂	16	19,0	1,2	**3,71	1,57	1,87	14,26
IPCA ₃	14	12,7	0,9	**2,85	1,75	2,18	9,56
IPCA ₄	12	7,5	0,6	*1,96	1,75	2,18	5,64
IPCA ₅	10	6,1	0,6	*1,92	1,83	2,32	4,60
IPCA ₆	8	2,0	0,3	0,77	1,94	2,51	1,48
Остатак	10	1,4	0,1	0,44	1,83	2,32	-
Погрешка	198	63,1	0,3	-	-	-	-

Генотип Банатка имао је најмању просечну вредност приноса и једну од већих интеракцијских вредности (удаљеност од IPCA₁ осе). Ова појава се објашњава тиме да је принос ове сорте врло варијабилан у односу на посматране агроеколошке средине. Дакле, ова сорта може да се сматра ниско приносном и врло нестабилном у погледу мелиоративних мера поправке солоњеца. Генотипови Банкут 1205 и Невесиња су се понашали слично као и сорта Банатка. Највиши принос остварила је сорта Одисеј. С обзиром да је Одисеј сорта тритикалеа, који је отпорнији на неповољне услове животне

средине од пшенице, овакав резултат је био очекиван. Међутим, то не фаворизује ову сорту у поређењу са другима, с обзиром на његову велику варијабилност у односу на спољну средину. Мале интеракцијске вредности и принос на нивоу просека огледа који су оствариле сорте Циповка и Рапсодија, условили су да се ови генотипови издвоје као најстабилнији и најпогоднији за гајење у условима солоњца. Сорта пшенице која је постигла највиши принос и добру стабилност је Победа. Посматрајући распоред сорти у односу на различите нивое поправке солоњца, закључује се да су током вегетационих сезона 2008/2009 и 2009/2010 на третману 50 t/ha фосфогипса постигнути највиши приноси већине генотипова (Победа, Симонида, Драгана, Европа 90, Ренесанса и НСР-5), граф. 9.

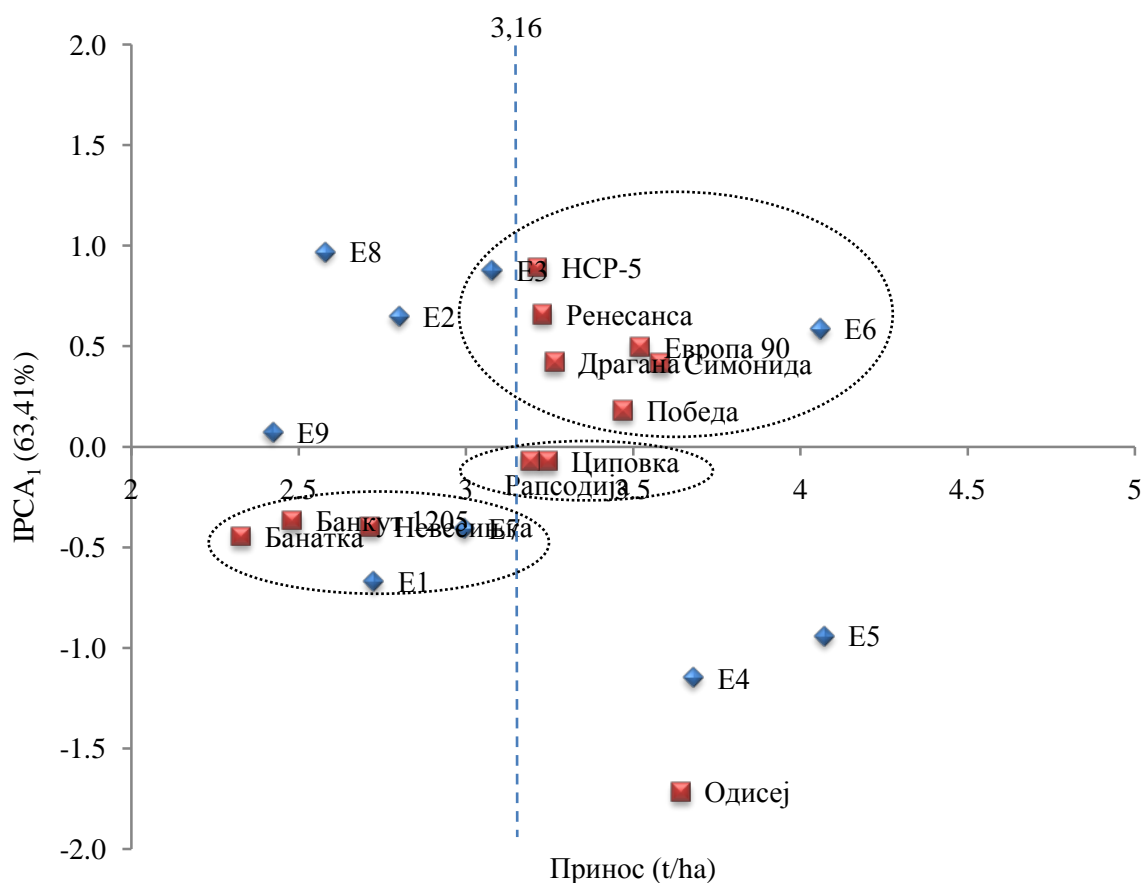


График 9. АММИ 1 биplot за процену интеракције генотип/спољна средина приноса зрна (t/ha) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроколошких средина гајења

Када се посматра укупна варијација агроколошких средина, у све три вегетационе сезоне извођења огледа, мултиваријациона компонента била је израженија од адитивне. То се уочава из начина на који су распоређене тачке по групама, које представљају вегетационе сезоне. Све три групе тачака: Е1, Е2 и Е3; Е4, Е5 и Е6, као и Е7, Е8 и Е9 су више расуте по ординати, него по апсциси. С обзиром да су генотипови Банатка и Банкут 1205 груписани око агроколошке средине Е1 (солоњец без поправке, вегетациона сезона 2008/2009), то казује да су ова стара сорта и локална популација релативно најстабилнију реакцију испољили у неповољним условима гајања, граф 6. Резултати анализе АММИ 1 биплота за принос указују на правилност у груписању тачака агроколошких средина које су репрезент солоњца без поправке (Е1, Е4 и Е7) и тачака које представљају услове мелиорисаног солоњца (Е2, Е3, Е6, Е8 и Е9). Све тачке контроле, којима теже генотипови Банатка, Банкут 1205 и Невесиња, се налазе у негативном делу ординате. Тачке за агроколошке средине које су последица мелиорација солоњца налазе се изнад апсцисе, односно у позитивном делу ординате.

Према АММИ 2 биplotу за принос зрна, агроколошке средине су показале одређене правилности у груписању. У првом квадранту биплота налазе се тачке које представљају контролну варијанту огледа, солоњец без поправке фосфогипсом (Е1, Е4 и Е7) у све три вегетационе сезоне испитивања. Позитивну интеракцију са овим срединама и добру прилагођеност најнеповољнијим условима солоњца показали су генотипови: Циповка, Банкут 1205, Невесиња и локална популација Банатка. Иако се генотип Циповка налази у поменутом квадранту, близина са тачком Е9 (третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011) из другог квадранта биплота, упућује на то да је овај генотип добро искористио дати ниво поправке и управо на овом третману остварио најстабилнију реакцију за принос зрна, у поређењу са осталим испитиваним генотиповима. Уједно, тачка Е9 је најближа полазној тачки, па је ова агроколошка средина оцењена као најповољнија за постизање стабилне реакције за принос зрна пшенице. Услове солоњца са поправком фосфогипсом у количинама од 50 t/ha у вегетационој сезони 2009/2010 (тачка Е6) и 25 t/ha у вегетационој сезони 2010/2011 (тачка Е8) добро су искористили генотипови Победа и Ренесанса, са којима су остварили и позитивну интеракцију, граф. 10.

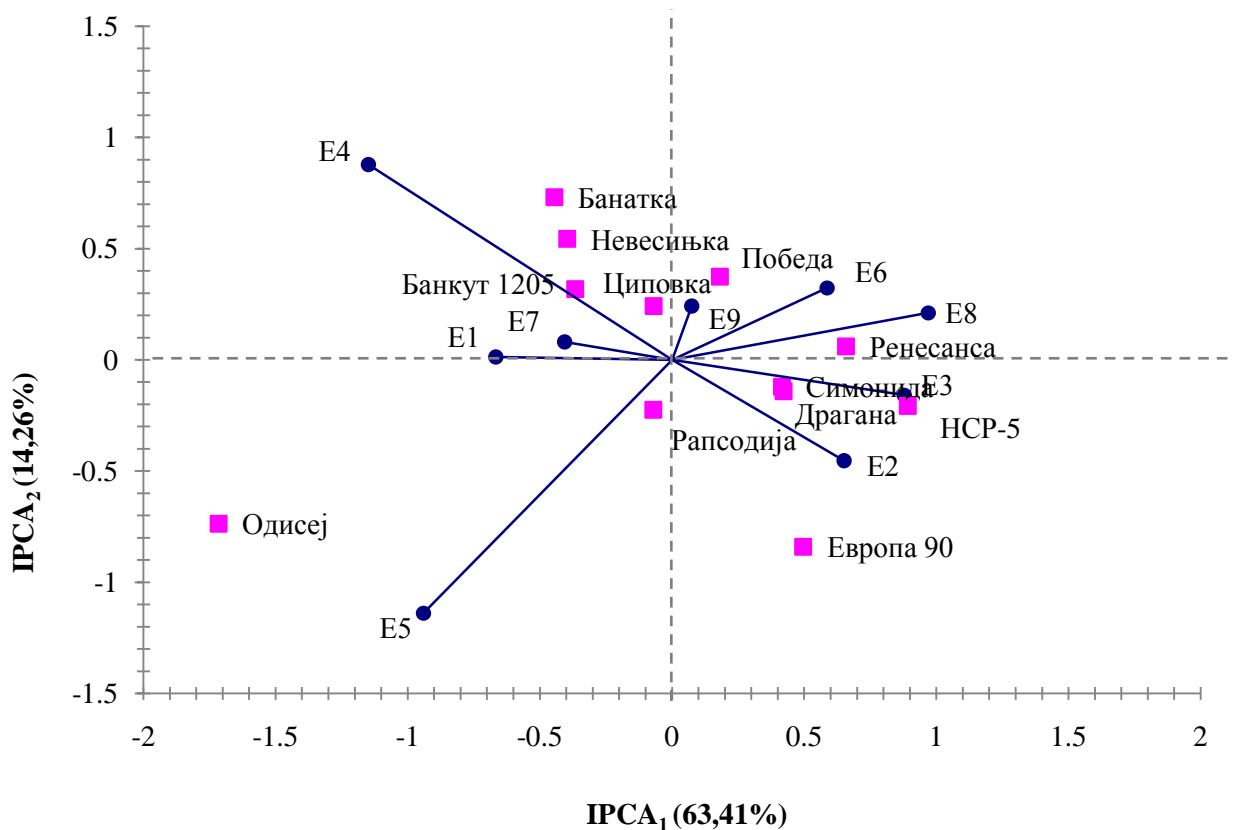


График 10. АММИ 2 ($IPCA_1$ vs $IPCA_2$) биplot за процену интеракције генотип/спољна средина приноса зрна (t/ha) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења

Нивои поправке солоњца у вегетационој сезони 2008/2009 (тачке Е2 и Е3) погодовали су развоју генотипова: Симонида, Драгана, НСП-5 и Европа 90. Поред стабилне реакције генотипа Циповка, међу најстабилнијим издвојио се генотип Рапсодија, на третману са 25 t/ha у вегетационој сезони 2009/2010 (тачка Е5). Међутим, гледано на нивоу целог огледа, агроеколошка средина Е5 дала је најлошије услове за развој биљака и постизање стабилног приноса. Највећу удаљеност од полазне тачке биplotа су имале тачке генотипова Европа 90 и тритикале Одисеј, што ове генотипове издваја као најнестабилније за остваривање приноса. Метеоролошке прилике током вегетационе сезоне 2009/2010, удружене са условима солоњца без поправке (тачка Е4) и са условима добијених поправком од 25 t/ha, генотиповима су најмање одговарали за постизање стабилног приноса, граф. 10.

6. 7. КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА СВОЈСТАВА ИСПИТИВАНИХ ГЕНОТИПОВА

У раду су приказани корелациони односи испитиваних особина, посматрани на нивоу трогодишњег просека, али разврстани по различитим третманима фосфогипсом, како би се сагледале евентуалне разлике у повезаности испитиваних особина.

6. 7. 1. Корелациони односи на солоњецу без поправке-контролна варијанта

Очекивано, на основу анализираних биплота, најјаче и статистички високо значајне директне корелационе везе успостављене су између масе зрна по класу и масе класа (0,962), а затим и између броја зрна по класу и масе класа (0,910), као и броја зрна по класу и масе зрна по класу (0,889). Примећује се позитивна зависност свих испитиваних компоненти и приноса, при чему је најјача веза испољена између приноса и масе класа (0,324), а затим између приноса и масе зрна по класу (0,315) и приноса и броја зрна по класу (0,307). Висина биљке показала је позитивну корелациону повезаност са свим осталим испитиваним компонентама приноса пшенице. На основу добијених вредности Пирсонових коефицијената, висина биљке је остварила најјачу везу са дужином класа (0,427). Дужина класа је испољила позитивне и статистички значајне корелационе вредности са масом класа (0,702), масом зрна по класу (0,649) и бројем зрна по класу (0,663), таб. 42.

Табела 42. Корелациони коефицијенти између особина испитиваних 11 генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа током три вегетационе сезоне (2008/2009, 2009/2010 и 2010/2011) на солоњецу без поправке фосфогипсом

	<i>Дужина класа</i>	<i>Маса класа</i>	<i>Маса зрна/клас</i>	<i>Број зрна/клас</i>	<i>Принос</i>
<i>Висина биљке</i>	0,427**	0,250*	0,210*	0,126 ^{бз}	0,229*
<i>Дужина класа</i>		0,702**	0,649**	0,663**	0,196*
<i>Маса класа</i>			0,962**	0,910**	0,324**
<i>Маса зрна/клас</i>				0,889**	0,315**
<i>Број зрна/клас</i>					0,307**

Ниво статистичке значајности: бз- без значајности ; * $t_{0,05}(106)=0,195$; ** $t_{0,01}(106)=0,254$

6. 7. 2. Корелациони односи на третману са 25 t/ha фосфогипса

С обзиром да су између свих испитиваних компоненти приноса и приноса зрна добијене позитивне корелације, за оплемењивачки рад то значи да постоји тенденција да повећање једне компоненте може да значи повећање друге компоненте, односно приноса. Најјаче корелационе везе су добијене између масе зрна по класу и броја зрна по класу (0,923), а затим између масе класа и масе зрна по класу (0,852), односно броја зрна по класу (0,800). У односу на израчунате вредности корелационих коефицијената, дужина класа је показала скоро једнаку зависност са масом класа (0,621), масом зрна по класу (0,658) и бројем зрна по класу (0,659). Висина биљке је остварила статистички високо значајне корелације са свим осталим компонентама приноса. При томе, јачу везу је испољила са дужином класа (0,542) и масом класа (0,529), у односу на масу зрна по класу (0,482) и број зрна по класу (0,363), таб. 43

Табела 43. Корелациони коефицијенти између особина испитиваних 11 генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа током три вегетационе сезоне (2008/2009, 2009/2010 и 2010/2011) на солоњцу са поправком од 25 t/ha фосфогипса

	<i>Дужина класа</i>	<i>Маса класа</i>	<i>Маса зрна/клас</i>	<i>Број зрна/клас</i>	<i>Принос</i>
<i>Висина биљке</i>	0,542**	0,529**	0,482**	0,363**	0,242*
<i>Дужина класа</i>		0,621**	0,658**	0,659**	0,201*
<i>Маса класа</i>			0,852**	0,800**	0,461**
<i>Маса зрна/клас</i>				0,923**	0,381**
<i>Број зрна/клас</i>					0,408**

Ниво статистичке значајности: бз- без значајности ; * $t_{0,05}(106)=0,195$; ** $t_{0,01}(106)=0,254$

6. 7. 3. Корелациони односи на третману са 50t/ha фосфогипса

Резултат анализе корелационих коефицијената на узорку узетом са третмана од 50 t/ha фосфогипса, није се битно разликовао од резултата добијених са третмана од 25 t/ha фосфогипса, таб. 44.

Најјаче позитивне и статистички високо значајне корелационе везе су добијене између масе класа и масе зрна по класу (0,942), масе класа и броја зрна по класу (0,827) и броја зрна по класу и масе зрна по класу (0,823), таб. 44. То указује да селекција у правцу повећања броја зрна по класу утиче на повећање масе зрна по класу и масе класа, што резултира и вишим приносом. Међутим, да би се остварио виши принос, неопходно је да се успоставе односи и између других особина, а не само поменуте три.

Табела 44. Корелациони коефицијенти између особина испитиваних 11 генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа током три вегетационе сезоне (2008/2009, 2009/2010 и 2010/2011) на солоњецу са поправком од 50t/ha фосфогипса

	<i>Дужина класа</i>	<i>Маса класа</i>	<i>Маса зрна/клас</i>	<i>Број зрна/клас</i>	<i>Принос</i>
<i>Висина биљке</i>	0,447**	0,476**	0,339**	0,214*	-0,025 ^{бз}
<i>Дужина класа</i>		0,646**	0,578**	0,604**	-0,048 ^{бз}
<i>Маса класа</i>			0,942**	0,827**	0,277**
<i>Маса зрна/клас</i>				0,823**	0,286**
<i>Број зрна/клас</i>					0,179 ^{бз}

Ниво статистичке значајности: бз- без значајности ; * $t_{0,05}(106)=0,195$; ** $t_{0,01}(106)=0,254$

Сумирајући резултате корелационе анализе са солоњеца без поправке и са два нивоа поправке фосфогипсом, не уочавају се велике разлике.

Са становишта оплемењивања пшенице, значајне су оне корелације које показују поновљивост без обзира на различите услове вегетационих сезона. У овом случају то би биле корелације између масе класа и масе зрна по класу, масе класа и броја зрна по класу и масе зрна по класу и броја зрна по класу. Оне представљају сигурније показатеље у процесу оплемењивања култура на стресне услове, али само у раним генерацијама оплемењивачког програма. Корелације, као на пример између висине биљке и масе зрна по класу, су у већој зависности од метеоролошких услова гајења, па тешко можемо да их применимо у прогнозама без детаљније анализе.

6. 8. БИОХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТАРИ

6. 8. 1. Ензимске компоненте антиоксидантног система

Супероксид-дисмутаза (SOD) је заједнички назив за групу металоензима који катализују реакцију дисмутације O_2^- до H_2O_2 и O_2 (Scandalios, 1993). Даље се покреће

ланчана реакција стварања осталих реактивних кисеоничних врста, од којих је најреактивнији хидрокил-радикал (Miller, 2012). Дејством других ензимских компоненти антиоксидантног система долази до неутрализације насталог H_2O_2 .

Резултати овог истраживања показали су значајне разлике у активности SOD између испитиваних генотипова. То указује да су генотипови различито реаговали на услове стреса изазваног гајењем на солоњецу, таб. 45.

Највиша активност SOD забележена је код генотипа Невесињка ($\bar{x} = 10727,97 U g^{-1}$ св. м.), док је најнижа била код генотипа Победа ($\bar{x} = 5925,93 U g^{-1}$ св. м.). Статистички значајне разлике у активности овог ензима нису примећене једино између генотипова Симонида и Банкут 1205, као и између генотипова Ренесанса и Европа 90. При томе, активност SOD била је значајно виша код генотипова Симонида и Банкут 1205, него код друга два генотипа, таб. 45.

Табела 45. Активност супероксид дисмутазе (SOD), гвајакол пероксидазе (GPx) и пиригалол пероксидазе (PPx) у листу заставичару испитиваних генотипова током фазе цветања

<i>Генотип</i>	<i>SOD</i> U g ⁻¹ св. м.	<i>GPx</i> U g ⁻¹ св. м.	<i>PPx</i> U g ⁻¹ св. м.
Ренесанса	6590,04 ^g	7,00 ^b	2533,39 ^c
Победа	5925,93 ^h	15,89 ^a	3091,30 ^c
Европа90	6564,50 ^g	19,42 ^a	4440,54 ^{bc}
НСР-5	6871,01 ^f	17,93 ^a	4201,43 ^{bc}
Драгана	3320,56 ^j	13,74 ^a	4116,04 ^{bc}
Рапсодија	4086,85 ⁱ	13,58 ^a	7102,97 ^a
Симонида	9987,23 ^b	16,94 ^a	5859,99 ^{ab}
Циповка	8480,20 ^d	20,68 ^a	5776,50 ^{ab}
Банатка	8122,61 ^e	16,72 ^a	7106,76 ^a
Банкут1205	9961,69 ^b	19,12 ^a	3091,30 ^c
Невесињка	10727,97 ^a	19,26 ^a	5757,52 ^{ab}
Одисеј	9501,92 ^c	19,46 ^a	3522,07 ^c
Просек	7511,71	16,64	4716,65
Стандардна девијација	2368,63	3,79	1569,62
Стандардна грешка просека	683,76	1,09	453,11
Коefицијент варијације (%)	31,53	22,77	33,28

Вредности по колонама обележене истим словом не разликују се значајно на прагу $\alpha=5\%$

Пероксидазе су ензими из групе оксидо-редуктаза који катализују оксидацију различитих супстрата у присуству пероксида H_2O_2 (Поповић и Штајнер, 2008). Ови ензими су присутни у великом броју изоензима у различитим ткивима и ћелијским органелама.

Испитивање активности пероксидаза, показало је значајније разлике између генотипова када се посматра пирогалол пероксидаза (PPx), него што су биле разлике у активности гвајакол пероксидазе (GPx), таб.45.

Највећа активност гвајакол пероксидазе забележена је код генотипа Циповка ($\bar{x} = 20,68 \text{ U g}^{-1}$ св. м.), а најмања је била код генотипа Ренесанса ($\bar{x} = 7,00 \text{ U g}^{-1}$ св. м.). При томе, треба нагласити да се једино генотип Ренесанса статистички значајно разликовао од осталих генотипова.

Генотипови који су имали највећу активност PPx били су: Банатка ($\bar{x} = 7106,76 \text{ U g}^{-1}$ св. м) и Рапсодија ($\bar{x} = 7102,97 \text{ U g}^{-1}$ св. м) и они су се статистички значајно разликовали од свих осталих генотипова. Најмања активност ове компоненте антиоксидативног система, забележена је код генотипа Ренесанса ($\bar{x} = 2533,39 \text{ U g}^{-1}$ св. м). У рангу са овим генотипом, али са већом активношћу PPx, су и генотипови: Одисеј, Банкут 1205 и Победа, таб. 45.

Посматрајући резултате ензимских компоненти, на нивоу целог узорка, а у складу са вредностима коефицијента варијације, изводи се закључак да је активност PPx била најваријабилнија ($V=33,28 \%$). Затим следи активност SOD ($V=31,53 \%$), а потом активност GPx ($V=22,77 \%$), таб. 45.

6. 8. 2. Активности фенилаланин амонијум-лиазе

Фенилаланин амонијум-лиаза (PAL) је кључни ензим у синтези фенолних једињења, јер врши катализу деаминације *L*-фенилаланина у *trans*-циметну киселину, што је први корак у биосинтези фенилпропаноида. PAL представља важну регулаторну тачку између примарног и секундарног метаболизма. Фенолна једињења која се синтетишу катализом PAL имају значајну улогу у заштити биљака од различитих повреда и напада патогена. Пре свега, то се односи на лигнине, који су саставни део ћелијских зидова виших биљака, захваљујући коме биљке имају чврстину (Huang *et al.* 2010).

Највећу активност фенилаланин амонијум-лиазе имао је генотип Рапсодија ($\bar{x} = 6,63 \text{ U g}^{-1}$ св. м.), затим генотипови Банкут 1205 ($\bar{x} = 6,38 \text{ U g}^{-1}$ св. м.) и Банатка ($\bar{x} = 6,20 \text{ U g}^{-1}$ св. м.). Ова три генотипа се нису статистички значајно разликовала. Већа активност овог ензима код генотипова Банатка и Банкут 1205, може да се доведе у везу са чињеницом да су ове сорте више адаптиране на услове испитиваног подручја, с обзиром да се на тим просторима гаје веома дуго. Најмања активност PAL забележена је код генотипова: Невесиња ($\bar{x} = 4,10 \text{ U g}^{-1}$ св. м.), НСР-5 ($\bar{x} = 4,28 \text{ U g}^{-1}$ св. м.) и Симонида ($\bar{x} = 4,50 \text{ U g}^{-1}$ св. м.), таб. 46.

Табела 46. Активност фенилалан амонијум-лиазе (PAL) у листу заставичару испитиваних генотипова током фазе цветања

<i>Генотип</i>	<i>PAL</i> U g^{-1} св. м.
Ренесанса	5,04 ^{bc}
Победа	4,89 ^c
Европа90	4,78 ^c
НСР-5	4,28 ^c
Драгана	4,99 ^{bc}
Рапсодија	6,63 ^a
Симонида	4,50 ^c
Циповка	6,01 ^{ab}
Банатка	6,20 ^a
Банкут1205	6,38 ^a
Невесиња	4,10 ^c
Одисеј	5,18 ^{bc}
<i>Просек</i>	5,25
<i>Стандардна девијација</i>	0,85
<i>Стандардна грешка просека</i>	0,25
<i>Коефицијент варијације (%)</i>	16,20

Вредности по колонама обележене истим словом не разликују се значајно на прагу $\alpha=5\%$

6. 8. 3. Неензимске компоненте антиоксидантног система у фазама цветања и млечне зрелости

6. 8. 3. 1. Садржај редукованог глутатиона

Испитивани генотипови значајно су се разликовали у садржају редукованог глутатиона. Генотип са највишим просечним садржајем GSH била је Банатка ($\bar{x} = 5,10 \mu\text{mol GSH g}^{-1}$ св. м.). Када се посматра ова компонента антиоксидантног система, изводи се закључак да су генотипови Европа 90 и Драгана били највише оштећени гајењем на солоњецу, с обзиром на значајно ниже просеке садржаја GSH од осталих генотипова ($\bar{x} = 2,42$ и $\bar{x} = 2,65 \mu\text{mol GSH g}^{-1}$ св. м), таб. 47.

6. 8. 3. 2. Садржај укупних фенола

Испитивање узорка узетих у фази цветања, показало је да је генотип Ренесанса имао највећи садржај фенола ($\bar{x} = 2595,01 \text{ mg}$ катехина g^{-1} с. м.) и статистички се значајно разликовао од генотипова Симонида, Циповка, Невесиња и Одисеј, али не и од осталих, који су имали мању просечну вредност садржаја фенолних једињења и при томе се нису статистички разликовали међусобно. Најнижи садржај забележен је код генотипа Невесиња ($\bar{x} = 1906,21 \text{ mg}$ катехина g^{-1} с. м.), таб. 47.

Садржај укупних фенола смањен је у узорцима листа заставичара, узетим у фази млечне зрелости, у односу на претходну фазу развоја. Међутим, Данкановим тестом нису утврђене статистички значајне разлике између генотипова. У односу на фазу цветања, промењен је ранг генотипова. Сада је генотип Банкут 1205 ($\bar{x} = 1416,92 \text{ mg}$ катехина g^{-1} с. м.) садржао више фенолних једињења него остали генотипови (таб. 48).

6. 8. 3. 3. Садржај укупних танина

С обзиром да је садржај укупних танина добијен из разлике садржаја укупних фенола и садржаја нетанинских фенола, добијена је слична дистрибуција садржаја као код укупних фенола (таб. 47 и таб. 48).

У првој фази узорковања утврђене су статистички значајне разлике између генотипова. Просечна вредност укупних танина варирала је од $\bar{x} = 1377,60 \text{ mg}$

катехина g^{-1} с. м (генотип Невесиња) до $\bar{x} = 1944,07$ mg катехина g^{-1} с. м (генотип Ренесанса), таб. 47. и таб. 48.

Као и код укупних фенола, садржај укупних танина смањен је у фази млечне зрелости, у односу на фазу цветања. Данкановим тестом нису утврђене статистички значајне разлике између генотипова. Генотип НСР-5 имао је најмању просечну вредност танина у фази млечне зрелости ($\bar{x} = 637,83$ mg катехина g^{-1} с. м), док је највећа вредност остварена код генотипа Симонида ($\bar{x} = 1089,26$ mg катехина g^{-1} с. м), таб. 47. и таб. 48.

Табела 47. Садржај редукованог глутатиона (GSH), укупних фенола, танина и DPPH тест екстракта листа заставичара испитиваних генотипова током фазе цветања

<i>Генотип</i>	<i>GSH</i> $\mu\text{mol GSH g}^{-1}$ св. м.	<i>Феноли</i> mg катехина g^{-1} с. м.	<i>Танини</i> mg катехина g^{-1} с. м.	<i>DPPH тест</i> % неутралисаних радикала
Ренесанса	3,26 ^{cd}	2595,01 ^a	1944,07 ^a	25,40 ^{bc}
Победа	2,86 ^{def}	2187,26 ^{ab}	1687,77 ^{abc}	24,20 ^{bc}
Европа90	2,42 ^f	2210,56 ^{ab}	1625,16 ^{abc}	21,00 ^c
НСР-5	3,12 ^{cd}	2156,68 ^{ab}	1601,86 ^{abc}	41,93 ^{abc}
Драгана	2,65 ^{ef}	2133,38 ^{ab}	1622,24 ^{abc}	46,33 ^{ab}
Рапсодија	4,65 ^{ab}	2123,19 ^{ab}	1527,59 ^{abc}	32,47 ^{abc}
Симонида	2,83 ^{def}	2044,55 ^b	1483,90 ^{bc}	32,73 ^{abc}
Циповка	3,70 ^{bcde}	2047,46 ^b	1521,76 ^{abc}	46,00 ^{ab}
Банатка	5,10 ^a	2115,91 ^{ab}	1488,27 ^{bc}	49,27 ^a
Банкут1205	3,96 ^{bc}	2324,15 ^{ab}	1821,75 ^{ab}	45,73 ^{ab}
Невесиња	3,46 ^{cd}	1906,21 ^b	1377,60 ^c	52,47 ^a
Одисеј	3,89 ^{bcd}	2019,80 ^b	1396,53 ^{bc}	52,33 ^a
<i>Просек</i>	3,49	2155,35	1591,54	39,16
<i>Стандардна девијација</i>	0,81	174,07	166,17	11,41
<i>Стандардна грешка просека</i>	0,81	50,25	47,97	3,29
<i>Коефицијент варијације (%)</i>	23,27	8,08	10,44	29,13

Вредности по колонама обележене истим словом не разликују се значајно на прагу $\alpha = 5\%$

Табела 48. Садржај укупних фенола, танина и DPPH тест екстракта листа заставичара испитиваних генотипова током фазе млечне зрелости

<i>Генотип</i>	<i>Феноли</i> mg катехина g ⁻¹ с. м.	<i>Танини</i> mg катехина g ⁻¹ с. м.	<i>DPPH тест</i> % неутралисаних радикала
Ренесанса	1064,51 ^a	728,12 ^a	33,50 ^{bcd}
Победа	1048,49 ^a	690,25 ^a	18,67 ^d
Европа90	1322,26 ^a	942,18 ^a	39,17 ^{abcd}
НСР-5	1004,80 ^a	637,83 ^a	42,17 ^{abc}
Драгана	1214,50 ^a	844,62 ^a	26,83 ^{cd}
Рапсодија	1192,66 ^a	908,69 ^a	50,00 ^{abc}
Симонида	1376,14 ^a	1089,26 ^a	30,00 ^{bcd}
Циповка	1055,77 ^a	773,26 ^a	45,17 ^{abc}
Банатка	1143,14 ^a	697,54 ^a	44,00 ^{abc}
Банкут1205	1416,92 ^a	1004,80 ^a	60,17 ^a
Невесиња	1111,11 ^a	707,73 ^a	37,83 ^{abcd}
Одисеј	1380,51 ^a	948,01 ^a	52,83 ^{ab}
<i>Просек</i>	1194,23	831,02	40,03
<i>Стандардна девијација</i>	146,73	145,61	11,66
<i>Стандардна грешка просека</i>	42,36	42,03	3,37
<i>Коефицијент варијације (%)</i>	12,29	17,52	29,12

Вредности по колонама обележене истим словом не разликују се значајно на прагу $\alpha=5\%$

6. 8. 3. 4. DPPH-тест

Укупна неензимска антиоксидантна активност, тј. могућност уклањања DPPH-радикала, посматрана на нивоу целог узорка, показује да није било разлика између фазе цветања и фазе млечне зрелости. Испитивани генотипови су просечно имали вредност теста $\bar{x}=39,16\%$ (фаза цветања), односно $\bar{x}=40,03\%$ (фаза млечне зрелости), таб. 47 и таб. 48.

Међутим, када се генотипови посматрају одвојено, уочавају се значајне разлике. Постотак неутралисаних радикала кретао се од $\bar{x}=21,00$ (генотип Европа 90) до $\bar{x}=52,47$ (генотип Невесиња), за прво узорковање. Узорци узети из фазе млечне зрелости имали су другачије вредности DPPH-теста. Генотип Банкут 1205 имао је најбољи резултат ($\bar{x}=60,17\%$) и статистички се значајно разликовао од осталих

генотипова. Генотип Победа имао је најмању антиоксидативну активност, која је износила $\bar{x} = 18,67\%$ неутралисаних радикала.

Анализујући варијабилност укупних фенола, танина и % неутралисаних радикала, уочавају се извесне разлике, таб. 47 и таб. 48. Коефицијент варијације укупних фенола и укупних танина био је нижи од вредности овог параметра за DPPH-тест, у обе фазе узорковања. Мањи коефицијент варијације за садржај фенола ($V=8,08\%$ у фази цветања) и садржај танина ($V=10,44\%$ у фази цветања) од % неутралисаних радикала ($V=29,13\%$ у фази цветања), указује да су генотипови били хомогенији у погледу ова два својства.

Сличан резултат добијен је и у фази млечне зрелости, с разликом да је вредност DPPH-теста остала непромењена у односу на претходну фазу зрелости, а садржај укупних фенола и танина је постао варијабилнији, што значи да су добијене разлике последица сазревања.

6. 8. 4. Липидна пероксидација (LP)

Различите врсте абиотичког стреса могу да доведу до липидне пероксидације, која се манифестује стварањем директног продукта, малондиалдехида (MDA). С обзиром да је проузрокована настанком ROS, липидна пероксидација, тј. садржај MDA у листу, сматра се истакнутим индикатором мембранских оштећења изазваних повећаним садржајем соли у земљишту (**Radi et al., 2013**).

Резултати анализе липидне пероксидације, показали су да постоје статистички значајне разлике између већине испитиваних генотипова на солоњцу. Просечна вредност MDA у листу заставичару током фазе цветања варијала је од $\bar{x} = 8,75$ nmol MDA еквивалената g^{-1} св. м. (генотип Невесиња) до $\bar{x} = 11,57$ nmol MDA еквивалената g^{-1} св. м. (генотип Одисеј). Генотип Одисеј рангиран је Данкановим тестом у групу са просечно највећим садржајем MDA и статистички се није значајно разликовао једино од генотипа Банкут 1205 (таб. 49). Ово указује да су ова два генотипа имала највећа оштећења мембрана изазваних абиотичким стресом на испитиваном локалитету.

6. 8. 5. Садржај растворљивих протеина

Резултати испитивања растворљивих протеина, указују да је било статистички значајних разлика између већине испитиваних генотипова. Вредности количине растворљивих протеина кретале су се од $\bar{x} = 90,37$ mg протеина g^{-1} с. м. код генотипа Ренесанса до $\bar{x} = 98,53$ mg протеина g^{-1} с. м. код генотипова Циповка и Невесиња (таб. 49).

Табела 49. Интензитет LP и садржај растворљивих протеина у листу заставичару испитиваних генотипова током фазе цветања

<i>Генотип</i>	<i>LP</i> nmol MDAеквивалената g^{-1} с. м.	<i>Растворљиви</i> <i>протеини</i> mg протеина g^{-1} с. м.
Ренесанса	10,74 ^b	90,37 ^h
Победа	10,62 ^b	91,15 ^g
Европа90	10,11 ^{bc}	91,25 ^g
НСР-5	9,33 ^{cd}	97,55 ^b
Драгана	9,90 ^{bc}	95,92 ^c
Рапсодија	10,50 ^{abc}	94,43 ^f
Симонида	9,82 ^{bcd}	96,13 ^c
Циповка	10,89 ^b	98,53 ^a
Банатка	10,28 ^{bc}	95,04 ^e
Банкут1205	11,51 ^a	98,40 ^a
Невесиња	8,75 ^d	98,53 ^a
Одисеј	11,57 ^a	95,28 ^d
<i>Просек</i>	10,34	95,22
<i>Стандардна девијација</i>	0,83	2,94
<i>Стандардна грешка просека</i>	0,24	0,85
<i>Коефицијент варијације (%)</i>	8,00	3,09

Вредности по колонама обележене истим словом не разликују се значајно на прагу $\alpha=5\%$

6. 8. 6. Обједињени приказ активности антиоксидативног система заштите

Појединачан приказ ензимских и неензимских компоненти антиоксидантног система, показао је да постоје значајне разлике између генотипова. Ради бољег

прегледа реакције генотипова на стрес изазван својствима солоњеца, резултати су приказани у табели (таб. 50).

За већину испитиваних компоненти, генотипови Банатка и Банкут 1205 су најбоље поднели стрес. Генотип Рапсодија се, од осталих, издвојио са добром реакцијом када се посматра ензимска компонента, а генотип Ренесанса када се сагледа неензимска активност, таб. 50.

Према резултатима DPPH-теста у фази цветања, генотипови пшенице су инактивни у погледу неутрализације радикала, изузев генотипова Невесиња и Одисеј који су сврстани у групу средње активних. У фази млечне зрелости, средње активни су били генотипови Банкут 1205, Одисеј и Рапсодија, остали генотипови припадају групи инактивних.

Најмања оштећења ћелијских мембрана имао је генотип Невесиња, док је интензитет LP био највећи код генотипова Банкут 1205 и Одисеј.

По садржају растворљивих протеина, као маркеру интензитета метаболизма укупних ћелијских протеина, али и као показатељу разградње аминокиселина, најбољи резултат су остварили генотипови Циповка и Невесиња. Ниска вредност коефицијента варијације за ово својство, на нивоу општег просека ($V=3,09\%$), показала је веома хомоген генетички материјал.

Табела 50. Реакција испитиваних генотипова на стресне услове у зависности од компоненте антиоксидантног система

		<i>Више толерантан према стресу</i>	<i>Мање толерантан према стресу</i>
<i>Ензимска компонента антиоксидантног система</i>	SOD	Невесиња	Победа
	GPx	Циповка	Ренесанса
	PPx	Банатка и Рапсодија	Ренесанса
	PAL	Рапсодија, Банкут1205 и Банатка	Невесиња
<i>Неензимска компонента антиоксидантног система</i>	GSH	Банатка	Европа 90
	Укупни феноли	Ренесанса ^{ЦВ*}	Невесиња ^{ЦВ}
		Банкут 1205 ^{МЗ*}	НСР-5 ^{МЗ}
	Укупни танини	Ренесанса ^{ЦВ}	Невесиња ^{ЦВ}
Симонида ^{МЗ}		НСР-5 ^{МЗ}	

^{*ЦВ} резултат у фази цветања, ^{*МЗ} резултат у фази млечне зрелости

7. ДИСКУСИЈА

7. 1. КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА И ПРИНОС ЗРНА ПШЕНИЦЕ

У циљу стварања генотипова пшенице, који ће да се гаје на солоњцу, потребно је да се испитају различите компоненте приноса и њихова реакција на абиотичке услове солоњца, који се сматрају стресним за биљку и изразито непогодним за интензивнију пољопривредну производњу. У стресним условима гајења, индивидуалне особине биљака значајније утичу на формирање приноса, поредећи са њиховим утицајем у нормалним условима гајења, где већи значај у формирању приноса имају особине популације по јединици површине (Denčić *et al.*, 2000). Резултати овог трогодишњег испитивања показују изразито сложену природу фенотипске варијације испитиваних особина које се сматрају компонентама приноса и самог приноса зрна пшенице. Поред високог нивоа посматраних фенотипских карактеристика, сорти у испитивању, праћена је стабилност њихове реакције. Међутим, када говоримо о стабилној реакцији тј. нивоу интеракције генотипа и услова средине потребно је да се нагласи да је ова интеракција праћена двојачко. Уочаван је и повољним вреднован низак ниво интеракције генотип/ спољна средина, при што већој средњој вредности посматране особине, што указује на стабилност, али је процењивана и природа високог нивоа наведене интеракције у случајевима где се изразита измена ранга појавила („*cross over*“ интеракција). Ово због тога што је оглед постављан у условима контроле и два нивоа поправке солоњца, па је у појединим случајевима висок ниво интеракције генотип/спољна средина указивао на повољну реакцију сорте на мелиоративне мере поправке земљишта. Дакле, уз прихватање стабилне реакције, при средњим вредностима особине већим од просека огледа, као повољним су оцењивани и поједини случајеви такозване нестабилне реакције, ако је та реакција значила да сорта бурно реагује на мелиоративне мере, повећањем средње вредности посматраног својства. На тај начин раздвајају се сорте са малом интеракцијом и стабилном реакцијом на варијацију агроколошких услова, али се не одбацује *a priori*, без детаљне анализе, ни свака реакција, која би се у нормалним условима гајења, оценила као нестабилна, па тиме и неповољна. Из наведеног следи

тежња за добијањем што потпуније и реалније оцене варијације и извора варијације огледа, а посебно о нивоу и природи интеракције генотипа и спољне средине, која говори о укупној, односно просечној, стабилности генотипа, те је неопходно да се сложена природа интеракције генотип/спољна средина што детаљније анализује.

Сложена природа интеракције генотип/спољна средина се огледа и у већем броју интеракционих оса, односно главних оса из анализе главних компоненти, која се примењује у АММИ моделу за детаљнију анализу интеракције генотипа и спољне средине. Већи број главних интеракционих оса које, се показују статистички значајним, значи да је на варијансу интеракције генотип/спољна средина утицало више агрономски значајних и побјашњивих извора варијације. Због овога, поједине компоненте приноса и принос *per se* су у овом истраживању испољили интеракцију генотип/спољна средина која није могла да буде објашњена само првом интеракцијском осом (IPCA₁). То је био разлог да се овај извор варијације детаљније испита, што је учињено анализом АММИ 2 биплота.

С обзиром да АММИ 2 биplot приказује само интеракцијски учинак, он представља основу за закључивање о јачини и сличности појединачних интеракцијских учинака испитиваних генотипова и агроеколошких средина (Kaya *et al.*, 2002). Оцена стабилности генотипова извршена је на основу распореда тачака генотипова и агроеколошких средина. Што се тачка која представља генотип или агроеколошку средину налази ближе „полазној тачки“ (координате 0,0), то је њихов интеракцијски учинак слабији. Дакле, стабилни генотипови су груписани око полазне тачке, а мање стабилни или нестабилни око агроеколошких средина чијим условима су прилагођени. Када се тачке које представљају генотипове и агроеколошке средине налазе у истим квадрантима биплота, значи да између њих постоји позитивна интеракција, односно да су генотипови груписани око агроеколошких средина чији услови им највише одговарају. Осим тога, о интеракцији генотипа и спољне средине може да се закључи из степена угла који затвара пројектовани крак тачке генотипа са краком тачке агроеколошке средине. Уколико се формира оштар угао, интеракција је позитивна, за приближно праве углове интеракција је занемарљива, док се негативна интеракција испољава ако краци затварају туп угао. Овакви начини оцењивања стабилности генотипова, према АММИ 2 биplotу, су у сагласности са оценама које у својим радовима истичу Purchase *et al.* (2000) и Hagos and Abay (2013).

Анализујући висину биљке испитиваних генотипова, потребно је да се нагласи да већина припада полупатуљастим интензивним сортама, које у својој генетичкој конституцији имају мајор гене редукторе висине (*Rht*). Из ове групе издвајају се генотипови Банатка и Банкут 1205, као и сорта тритикалеа Одисеј, који су у свим испитиваним сезонама оствариле већу висину него полупатуљасте генотипови. Упоредјујући средње вредности висине биљке на солоњецу без поправке фосфогипсом, у сва три испитивана вегетациона периода, примећује се да је сезона 2010/2011 више одговарала развоју генотипова, пре свега њихове вегетативне масе, него период 2009/2010, а посебно период 2008/2009. Ниже вредности ове компоненте приноса током сезоне 2008/2009 су последица лошијих метеоролошких услова у почетним фазама образовања листова. Током прве половине јануара 2009. године, временске прилике су обележили ледени дани са јаким приземним мразевима (испод -10°C) и недостатак вишег снежног покривача, што је за последицу имало оштећење лисне масе.

Садејство абиотичког стреса изазваног солоњецом и метеоролошким параметрима на испитиваном локалитету, допринело је да генотипови буду знатно нижи него што је њихов генетички потенцијал. Тако је, неуједначено земљиште, са микродепресијама и водолежинама, које су својствени за солоњец, узроковало појаву статистичке значајности између блокова (понављања), добијену у анализи варијансе.

Просечне вредности висине биљке су биле ниже од просечних вредности које исти генотипови остварују у условима чернозема. Овај закључак је у сагласности са истраживањем **Dimitrijević et al. (2009)**. Слично у свом раду наводе **Shamsi and Kobaree (2013)**, који су доказали да повећане концентрација соли натријума у земљишту утичу на смањење висине биљке пшенице. Имајући у виду значај висине биљке у успостављању оплемењивачких критеријума за креирање генотипова за гајење на солоњецу, неопходно је да се изврши њена корекција у правцу повећања (**Dimitrijević et al., 2012**). Аутори истичу да би висина биљке од 80 cm обезбедила довољно фотосинтетички активног дела за стварање генеративних органа. С обзиром, да су испитивани генотипови, управо на солоњецу без поправке фосфогипсом, остварили просечну висину од $\bar{x} = 79,1$ cm, они могу да буду добар почетни материјал за стварање поменуте генетичке конституције (таб. 12).

У варијацији огледа за висину биљке, добијен је висок удео генотипа, што је последица промена фенотипа под утицајем варијације агроеколошких средина. Интеракција генотип/спољна средина за висину биљке имала је мањи удео (15,56%) у

укупној варијацији, него код других испитиваних особина, што је у сагласности са резултатима сличних огледа. **Димитријевић и сар. (2005)** су испитујући испољавање висине стабљике полупатуљастих новосадских сорти пшенице на солоњецу, дошли до закључака да су *Rht* гени ублажили варијабилност и смањили интеракцију генотип/спољна средина за ово својство, за чију експресију су иначе одговорне групе минор гена.

Разлике између појединих варијанти указују да је мелиоративна мера са 25 t/ha фосфогипса дала повољнији ефекат од поправке са 50 t/ha фосфогипса. Међутим генерално гледајући третмани фосфогипсом нису дали значајнију укупну реакцију сорти на мере поправке. Ефекат поправке не може да се посматра одвојено од услова агроеколошке средине и од генотипова, који су различито реаговали на мере поправке солоњеца. То је разлог да је мера поправке солоњеца током вегетационе сезоне 2008/2009 имала исти утицај на развој генотипова као и мера поправке од 50 t/ha фосфогипса, у вегетационој сезони 2010/2011. Добијени резултати потврђују закључке до којих су дошли **Димитријевић и сар. (2005)** и **Вуковић (2009)**.

Посматрајући добијене резултате просечних вредности за дужину класа на нивоу агроеколошких средина, закључује се да генотипови нису значајније реаговали на мере поправке земљишта. При томе, израженије разлике између генотипова су биле на земљишту без поправке, што је последица различитих временских прилика током вегетационих сезона. С обзиром на мањи опсег варирања ове компоненте приноса на третманима, изводи се закључак да је утицај године, у одређеној мери, неутрализован ефектом поправке солоњеца различитим количинама фосфогипса.

Иако су генотипови највећу дужину класа остварили на контроли током треће сезоне испитивања ($\bar{x} = 9,1$ cm), значајније је што су третмани допринели стабилности овог својства у различитим условима година (таб. 18). Овакав резултат може да допринесе одабиру генотипова који би се узели у обзир за селекцију и гајење пшенице на мелиорисаном солоњецу, с обзиром да пожељна генетичка варијабилност подразумева генотипове који имају дужи клас. Класови веће дужине имају више класића по класу, они дају и више зрна по класу, а то све води ка повећању приноса (**Kuakab et al., 2014**).

Иако је на варијабилност огледа за дужину класа највише утицао генотип, високо значајна интеракција генотип/спољна средина показала је да су испитиване сорте различито реаговале на посматране агроеколошке средине. **Akram et al. (2002)**

истичу да је код свих испитиваних генотипова пшенице установљена статистички значајна интеракција генотип/ниво салинитета земљишта. Такође, установљено је значајно смањење дужине класа под дејством различитих концентрација NaCl у земљишту. При томе, уочене су и разлике у толерантности генотипова на овај извор абиотичког стреса.

Маса класа је показала велику зависност од деловања фактора спољне средине. Овакав резултат је био очекиван, с обзиром на изразиту квантитативну основу ове компоненте приноса пшенице за чију експресију су одговорне групе полигена, али и њену зависност од масе зрна по класу и броја зрна по класу. Током 2008/2009 вегетационе сезоне, без обзира на третман, генотипови су имали најниже просеке масе класа. Иако се ова вегетациона сезона карактерисала појединим одступањима у погледу климатских параметара, ипак је посматрано у целисти, имала повољније услове климе. То је утицало да се смање разлике у реакцији генотипова на мере поправке солоњца за масу класа. Међутим, просечне вредности масе класа имале су тренд повећања од контроле до третмана са 50 t/ha фосфогипса. Ефекат мелиоративних мера је изостао у трећој вегетационој сезони, јер је највећа просечна вредност масе класа добијена на контролној варијанти солоњца ($\bar{x} = 1,8$ g), таб. 23. С обзиром да је производна година 2010/2011 имала повољне услове за гајење пшенице, овакав резултат може да наведе на закључак да је поправка солоњца дала боље резултате у неповољнијим климатским условима. Тако је током вегетационе сезоне 2009/2010, остварена највећа просечна вредност ове особине ($\bar{x} = 1,9$ g на третману са 50 t/ha фосфогипса), таб. 25. Временске прилике које су почетком маја одговарале пшеници да уђе у фазу класања, средином месеца су сменили хладно и влажно време, што је онемогућило нормално цветање и оплодњу. Екстремно топао јун, са високим дневним и посебно ноћним температурама, као и висок проценат влажности ваздуха, нису дозволили правилно наливање зрна пшенице. Ово указује да је висока просечна вредност масе класа у оваквим условима, једино могла да буде остварена због повољне реакције генотипова на мере поправке солоњца. До сличних резултата дошли су **Димитријевић и сар. (2006_б)**, који наводе да је основни извор варијације масе класа мелиоративна мера.

Анализа стабилности масе класа показала је да постоје разлике између генотипова, што је квантификовано статистички високо значајном вредношћу средине квадрата интеракције генотип/спољна средина. Међутим, из распореда тачака генотипова на биplotу, али и великој мери агроеколошких средина, које су више расуте

по апсциси, него по ординати, може да се закључи да је за масу класа била израженија варијација адитивног дела укупне варијансе од мултиваријационе. Из тога произилази и стабилна реакција готово свих генотипова за масу класа. Повећању стабилности и смањењу интеракцијских вредности допринеле су мере поправке солоњца. Највећу интеракцију генотип/спољна средина имала је сорта тритикалеа Одисеј, па је овај генотип окарактерисан као најмање стабилан, што је сагласно резултатима **Бањац и сар. (2009)**.

Масу зрна по класу одликује ниска херитабилност и значајно фенотипско варирање зависно од варијације фактора спољне средине. Мања интеракција генотип/спољна средина ове особине је добар основ у селекцији на стабилан принос пшенице. Анализујући масу зрна по класу примећује се велика варијабилност ове компоненте приноса пшенице у односу на испитиване вегетационе сезоне и различите третмане фосфогипсом. Маса зрна по класу је испољила сложену интеракцију генотип/спољна средина, при чему је било могуће груписати генотипове према стабилности. Највеће просечне вредности масе зрна по класу ($\bar{x} = 1,5$ g на треману са 50 t/ha фосфогипса) генотипови су остварили у сезони 2009/2010, када су владали најнеповољнији услови спољне средине, посебно у фазама пресудним за формирање класа и наливање зрна, таб. 30. Разлике у средњим вредностима испитиваног својстава током различитих вегетационих сезона су у складу са претходним резултатима, где брзину и потпуност процеса цветања, опрашивања и оплодње одређују услови спољне средине, пре свих температура и влажност ваздуха (**Јевтић, 1986; Вуковић, 2009**). Вегетациона сезона 2008/2009, као и код масе класа, није погодовала развоју масе зрна по класу, као што ни мере поправке солоњца нису имале значајнији утицај. Међутим, АММИ 2 анализом је утврђено да је управо ова сезона, у све три варијанте огледа, била најповољнија за остваривање стабилне реакције за масу зрна по класу. Велики утицај спољне средине на масу зрна по класу и број зрна по класу својим истраживањима су потврдили **Кобиљски (1998)**, као и **Zečević et al. (2010)**.

Компонента приноса број зрна по класу је испољила велику варијабилност у односу на метеоролошке услове у испитиваним вегетационим сезонама и различите третмане фосфогипсом. Највеће просечне вредности броја зрна по класу ($\bar{x} = 37,3$ на треману са 25 t/ha фосфогипса) генотипови су остварили у сезони 2009/2010, што се слично маси зрна по класу, доводи у везу са већим утицајем поправке солоњца у неповољнијим условима животне средине, таб. 34.

Сложеност мултиваријационог дела варијансе у виду интеракције генотип/спољна средина посебно је дошла до изражаја за број зрна по класу. Распоред генотипова на АММИ 1 биplotу показао је значајне разлике у стабилности генотипова. Према добијеним трогодишњим резултатима, ова компонента приноса се није показала као поуздан потенцијални критеријум (фенотипски маркер) за селекцију генотипова за гајење у стресним условима солоњеца. У овом истраживању већина испитиваних генотипова није показала стабилну реакцију за број зрна по класу, што је сагласно резултатима **Димитријевић и сар. (2005)**. Резултати слични овима, добијени су у истраживању **Dimitrijević et al. (1995)**. Међутим, упоређујући резултате АММИ 1 и АММИ 2 биplotа изводи се закључак да се локална популација генотипа Банатка показала као најстабилнија на земљишту без поправке фосфогипсом и да би у њеном генском фонду могли да се пронађу пожељни гени за оплемењивање на стресне услове солоњеца.

Изразита полигена природа приноса и његова зависност од других компоненти, али и хетерогеност метеоролошких услова током испитиваних вегетационих сезона и услова земљишта, довели су до израженог варирања приноса. Просечне вредности приноса кретале су се од $\bar{x} = 2,4$ t/ha на третману са 50 t/ha фосфогипса у сезони 2010/2011 до $\bar{x} = 4,1$ t/ha на мелиорисаном солоњецу (оба посматрана третмана) током вегетационе сезоне 2009/2010 (таб. 38, таб. 39 и таб. 40). Различите просечне вредности приноса на солоњецу без мелиоративних мера и са примењеним фосфогипсом добијене су и у радовима других аутора (**Димитријевић и сар., 2011**).

АММИ анализом је потврђен висок удео суме квадрата агроеколошких средина у укупној варијацији приноса зрна, што указује да су испитивани услови земљишта и вегетационих сезона, били различити у испољавању свог ефекта на принос. Овакав резултат сагласан је са резултатима **Naroui Rad et al. (2013)**, по којима чиниоци спољне средине у већој мери условљавају реализацију приноса, него што то чини генотип. Трећа вегетациона сезона истраживања била је једна од најуспешнијих за производњу стрних жита у протеклих 20 година у Републици Србији. Остварени су рекордни просечни приноси озиме пшенице ($\bar{x} = 4,5$ t/ha). Томе су допринели скоро идеални временски услови, али и боља обрада земљишта, примена минералних ђубрива, а било је и мањих губитака у жетви и транспорту зрна, него у ранијим производним годинама. Међутим, овакве прилике нису се пресликале на оглед постављен у селу Кумане, с обзиром да су приноси испитиваних генотипова били најнижи управо у овој

вегетационој сезони, посебно на третманима са фосфогипсом. Разлог за овакву појаву је садејство абиотичког стреса. Наиме, после зимског периода мировања, усев се нормално развијао и започео фазу влатања, када је уследио период суше. У другој половини априла, нарочито током последње декаде, слабе падавине, релативно високе температуре ваздуха и јаки ветрови на овом подручју допринели су да се површински слој земљишта исуши, што је значајно оштетило усев. Стање влажности се поправило током маја, али у трећој декади уследили су интензивни пљускови. Количина падавина је била значајно виша од вишегодишњег просека. С обзиром да је солоњец земљиште са дубоким непропусним слојем глине, а конфигурација огледне парцеле је са микродепресијама посебно на деловима где је солоњец мелиорисан фосфогипсом, водолежине су биле доминантна појава на том делу парцеле. То је значајно ослабило усев, а резултирало је ниским приносом. Ако се посебно упореде просечне вредности генотипова добијених на третману са 25 t/ha и третману са 50 t/ha фосфогипса, уочавају се мање разлике између њих, него када се посматрају приноси добијени у неповољнијим условима. То указује да су лошији агроеколошки услови смањили разлике између генотипова, што је потврђено и радовима **Димитријевић и Петровић (2005)** и **Димитријевић и сар. (2010)**.

Када се посматрају тачке за агроеколошке средине које су последица мелиорација солоњецам уочава се да се налазе изнад апсцисе, односно у позитивном делу ординате. Значајно је то што се већина испитиваних генотипова груписала око ових средина, што упућује да су сорте добро реаговале на поправку солоњца, граф. 9. Како су сорте реаговале на поправку, зависило је од године, што је и био разлог да прве две осе изнесу 77% варијације интеракције генотип/спољна средина, чија је детаљнија анализа спроведена тумачењем АММ2 биплота. Генотипови су најбоље реаговали на мере поправке солоњца током сезоне 2009/2010 у којој су остварили највише приносе ($\bar{x} = 4,1$ t/ha), таб. 39 и таб. 40. Међутим, уочава се и јасно раздвајање генотипова који су имали стабилну реакцију од оних са израженијом интеракцијом генотип/спољна средина. Генотипови са вишим приносима имали су и позитивну реакцију на боље услове средине. Неки генотипови су боље искористили редуковане услове плодности солоњца да остваре најбољи принос. Сличне резултате у својим истраживањима забележили су **Димитријевић и сар. (2010)**.

Варијабилност приноса испитиваних генотипова, на нивоу целог огледа, била је узрокована великом интеракцијом генотип/спољна средина (око 36%), која је била

статистички високо значајна, таб. 41. Висок удео интеракције генотип/спољна средина утврђен је АММИ анализом приноса пшенице (**Singh et al., 2009**). Узрок за овако велик удео мултиваријационе компоненте у укупној варијабилности је различита реакција генотипова на стресне услове солоњца, али и на мере поправке. Последица великог удела интеракције генотип/спољна средина за принос пшенице могла би да буде исказана у неправилном тумачењу резултата. То указује да је неопходно пронаћи мере које би довеле до смањења удела интеракције генотип/спољна средина, што би дало стабилније генотипове и боље прогнозе приноса. Овај закључак је у складу са истраживањима **Farshadfar et al. (2011)**. Једна од мера, која би решила овај проблем, могла би да буде циљна селекција генотипова, за специфичне услове гајења, којој би претходило одабир они родитељских парова, који су у ранијим огледима издвојени као најстабилнији. Олакшавајућа околност у тумачењу великог утицаја интеракције генотип/спољна средина за принос пшенице је то што је највећи део интеракције (око 63%) објашњен првом $IPCA_1$. Статистички значајан и висок удео прве главне компоненте у укупној интеракцији генотип/спољна средина потврђен је АММИ анализом приноса пшенице у раду **Mladenov et al. (2012)**, где је удео $IPCA_1$ износио око 57%. Положај тачака агроколошких средина на биplotу упућује на закључак да је прва $IPCA$ оса изнела варијабилност узроковану мерама поправке солоњца. Бољи увид у понашање генотипова у одређеним агроколошким срединама и мања грешка у оцени стабилности добија се АММИ 2 анализом. У овом истраживању АММИ 2 анализа је објаснила 77,6% интеракције генотип/спољна средина, остварене првом и другом интеракцијском осом (граф. 10). Оправданост коришћења ове анализе у процени стабилности приноса зрна пшенице потврђен је у радовима **Kaya et al. (2002)** и **Naroui Rad et al. (2013)**.

Према АММИ 2 анализи приноса зрна, генотипови су стабилнију реакцију устварили у повољнијим условима животне средине (третмани фосфогипсом), него на солоњцу без поправке. Међутим, стабилност је у великој мери зависила и од услова метеоролошких параметара у испитиваним сезонама. Испитијући стабилност приноса пшенице у наводњаваним и условима зависним само од атмосферских падавина, **Bavandpori et al. (2015)** су дошли до сличних закључака.

7. 1. 1. Корелациони односи између својстава испитиваних генотипова

Један од предуслова за успешну примену метода оплемењивања пшенице, у циљу стварања приноснијих и квалитетнијих генотипова, је познавање корелационих односа између различитих компонената приноса. Међузависност особина условљена је генетичком конституцијом сорте и еколошким факторима. Познавање корелационих веза између два или више својстава од важно, с обзиром да промена у једном својству, изазива промену у другом својству (**Pierce, 2002**). Према **Hristov et al. (2011)**, корелациони односи између компоненти приноса, које у садејству доприносе експресији приноса, од велике су помоћи у индиректној селекцији појединачних компоненти приноса. Корелације представљају прагматичан приступ развоја селекционих критеријума, са циљем акумулације оптималне комбинације својстава која утичу на принос одређеног генотипа (**Munir et al., 2007**). За сагледавање међусобних зависности компоненти приноса користе се различити методи, међутим анализа корелационих коефицијената је једна од најчешће примењиваних. Корелациона анализа, која је спроведена у овом истраживању, даје општи увид у постојеће односе између компоненти приноса и приноса зрна пшенице.

Позитивна корелациона веза између висине биљке и других компоненти приноса, указује да су биљке у условима абиотичког стреса изазваног солоњецом, успеле да постигну повољан однос између вегетативних и генеративних органа. То може да буде искоришћено у даљем оплемењивачком раду за добијање генотипова пшенице за гајење на солоњецу. Упоредјујући висину биљке на солоњецу и чернозему, **Dimitrijević et al. (2012)** су дошли до закључка да је висина генотипова на солоњецу око 30% мања него на чернозему. То значи да ће даље повећање висине биљке до њеног оптимума који остварује на чернозему, дати и дужи клас, већу масу класа и масу зрна по класу. Позитивна и високо значајна корелација између висине биљке и приноса зрна добијена је у раду **Akram et al. (2008)** у којем је истраживана зависност приноса и његових компоненти у условима абиотичког стреса. Слични резултати добијени су у радовима **Anwar et al., 2009; Бањац и сар., 2010** и **Khan et al., 2010**).

Очекивано, позитивне и статистички значајне корелационе зависности примећене су између свих параметара класа. При томе, најјача веза успостављена је између масе класа и масе зрна по класу, односно између масе зрна по класу и броја зрна по класу, на солоњецу без поправке и на два испитивана третмана. Оваква зависност

може да се објасни реакцијом пшенице на услове стреса. С обзиром да су биљке оствариле мању висину, скраћен је пут транслокације хранљивих материја из корена кроз стабло до класа и самим тим биљке су сачувале животну енергију. Добијени резултати потврђују тезу да смањење висине биљке утиче на распоред асимилатива у друге биљне делове. То значи да услед индетерминантности цветова пшенице, под утицајем веће количине асимилатива, добијених на рачун скраћења стабљике и њиховом транслокацијом у клас, долази до развоја већег броја зрна по класу, а самим тим и масе зрна по класу, односо масе класа.

Принос зрна показао је позитивну корелациону повезаност са испитиваним компонентама. При томе, најјача зависност је била између приноса и параметара класа на свим испитиваним варијантама. Овај резултат је у сагласности са истраживањем корелационе зависности компоненти приноса и приноса пшенице изложене абиотичком стресу изазваним сушом (**Duggan et al., 2000**).

7. 2. КОМПОНЕНТЕ АНТИОКСИДАНТНОГ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ

Повећане концентрације соли у земљишту доводе до великих оштећења ћелија и ткива биљака, што за последицу има велике промене у нормалном функционисању метаболизма. Према истраживањима **Zhu (2003)** и **Chen et al. (2011)**, салинитет земљишта ограничава раст биљака делујући у четири правца:

1. инхибише раст и развој биљака, доводећи до осмотског стреса и тиме ограниченог уноса воде и смањења асимилације, која за узврат доводи до
2. оксидативног стреса, који проузрокује
3. јонску токсичност и
4. поремећај усвајања хранљивих материја.

Ови разлози наметнули су потребу за интензивнијим истраживањима активности ензимских и неензимски компоненти антиоксидантног система. Добијени резултати су од велике важности за сагледавање одговора генотипова пшенице на услове стреса.

Анализовање садржаја SOD је значајно у условима абиотичког стреса, изазваног различитим чиниоцима. Повећана активност SOD је примећена код пшенице гајене у условима суше (**Gorji et al., 2011**). Такође, повећање салинитета земљишта доводи до веће активности овог ензима (**Esfandiari et al., 2007; Perveen et al., 2011**). Према (**Dey et**

al., 2007) активност супероксид-дисмутазе се повећава и у условима земљишта контаминираног тешким металима. Активност SOD веома је важан показатељ оксидативног стреса код пшенице, с обзиром да се велики број аутора слаже да су повећање активности овог ензима и смањење оксидативног оштећења уско повезани (Esfandiari *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007; Bhutta, 2011). С обзиром да су у овом истраживању утврђене различите активности супероксид-дисмутазе, изводи се закључак да су испитивани генотипови различито реаговали на стресне услове солоњца. При томе, генотип Невесињка је најбоље поднео услове стреса, док је генотип Победа био најосетљивији на повећане концентрације соли у земљишту. Ово указује да је старија селекција пшенице боље прилагођена солоњцу од новијих генотипова, када се посматра активност SOD. Sairam *et al.* (2002) су забележили Резултате сличне овима, тј. повећану активност SOD, испитујући утицај дугорочног стреса изазваног различитим концентрацијама соли у земљишту. Ови аутори су утврдили 50% већу активност супероксид-дисмутазе код генотипа који је отпоран на високе концентрације соли у земљишту, него код оног који има умерену отпорност. Различита реакција генотипова дурум пшенице на стрес изазван високим садржајем соли у земљишту показана је у истраживању Kahrizi *et al.* (2012).

Проучавање пероксидаза је веома важно, јер оне имају значајну улогу у лигнификацији зидова када се врши полимеризација фенола. Пероксидазе врше катализу реакције оксидације фенола и настанка фенокси-радикала, који полимеризују и стварају лигнин (Passardi *et al.*, 2005). Активност ове групе ензима потврђена је код многих биљних врста, укључујући и пшеницу. Са становишта оплемењивања пшенице, анализа пероксидаза је веома значајна, јер генски фонд код којег се утврди висока активност ових ензима, може да буде пожељан генетички материјал за креирање сорти толерантних према садржају соли у земљишту.

Сагледавање активности пероксидаза веома је важно, с обзиром да су директни показатељи акумулације H_2O_2 у ћелијама у стању стреса изазваног повећаним садржајем соли у земљишту. Овим истраживањем утврђене су повишене активности испитиваних пероксидаза (PPx и GPx). Такав резултат указује да је стрес изазвао продукцију ROS, а да је биљка била способна да их неутралише. У погледу овог биохемиског маркера, локална популација Банатка се истакла као најбоља за PPx, а новија селекција Циповка када је у питању GPx. На крају, то све омогућава да се одаберу генотипови који су отпорнији на стресне услове абиотичког стреса и да се

искористе у даљој селекцији. Овакви закључци су у сагласности са радовима **Sairam et al. (2002)**; **Sakr and El-Metwally (2009)**; **Marvi et al. (2011)**.

Јачање одбрамбеног ћелијског механизма зависи и од активности PAL, која је била приметна код генотипова гајених на локалитету Кумане. **Tian and Lei (2006)** указују на значај активације PAL под утицајем различитих услова стреса, што доприноси бољој одбрани биљака.

Глутатион је трипептид (-L-glutamyl-L-cisteinyl-glycine) и најзаступљеније је тиолно једињење код већине биљних врста (**Поповић и Штајнер, 2008**). Као донор електрона, редуковани глутатион (GSH) може да делује у два правца у заштити ћелије. Прво, комплексира токсичне јоне тешких метала и задржава их у вакуолама. Други правац деловања подразумева активност GSH у уклањању реактивних кисеоничних врста (**Chen et al., 2012**) при чему се преводи у оксидован облик, глутатион дисулфид (**Поповић и Штајнер, 2008**). Ово је значајно за генотипове пшенице гајене у условима солоњца, где повећане концентрације соли натријума у земљишту могу да оштете коренов систем, а самим тим и целу биљку. Односно, уколико генотипови, у оваквим условима, покажу већу активност GSH, утицај ове врсте абиотичког стреса може да буде значајно смањен.

Проучавање биолошких и антиоксидативних својства фенола код пшенице у условима повећаних концентрација соли у земљишту, показало је да се садржај укупних фенола у листовима пшенице постепено повећава са повећањем нивоа салинитета у земљишту (**Sakr and El-Metwally, 2009**) То указује да генотипови, који имају већи садржај укупних фенола, могу ефикасније да смање присуство слободних радикала у свом организму, односно да лакше поднесу стресне услове. Када се анализују резултати добијени испитивањем садржаја укупних фенола, за генотипове гајене на локалитету Кумане, уочава се велика разлика у њиховом метаболизму током две фазе испитивања (фаза цветања и фаза млечне зрелости). Разлике су очекиване, с обзиром да сваки генотип другачије реагује на услове стреса, али оне су последица и других чиниоца, пре свих климатских фактора. То се посебно односи на дневне температуре ваздуха, које су биле изузетно високе у периду од фазе цветања, па све до жетве (мај-јун 2011.), што је убрзало сазревање, са којим је дошло до смањења садржаја укупних фенола. Резултате сличне овима, у својим истраживањима износе и **Ashraf et al. (2010)**, који истичу да фаза раста биљке доводи до промене у садржају фенола.

Ако се садржај фенола означи као адаптивни механизам за смањивање слободних радикала кисеоника, накупљених у организму током стреса, онда би пожељни гени за овај систем заштите могли да буду присутни у генетичкој конституцији старе сорте Банкут 1205. Иако је новија селекција Ренесанса, у фази цветања, имала већи садржај фенолних једињења од генотипа Банкут 1205, овај генотип је задржао висок ниво фенола и у каснијој фази развоја, што га издваја од осталих као најбоље адаптираног на стрес изазван солоњецом.

Истраживања других аутора показују да различити абиотички стресови повећавају % неутралисаних радикала (**Rao et al., 2013**). Према **Lee et al., 1998** екстракти биљака се према антиоксидативној активности, у зависности од % неутралисаних DPPH-радикала, могу да поделе у три групе:

1. Активне-процент инхибиције већи од 80 %
2. Средње активне-процент инхибиције од 50 до 80 %
3. Инактивне-процент инхибиције мањи од 50 %

У складу са овом поделом може да се закључи да су генотипови пшенице били инактивни у погледу неутрализације радикала, изузев генотипова Невесиња и Одисеј, који се сврставају у групу средње активних, када се посматра фаза цветања. У млечној фази, средње активни су били генотипови Банкут 1205, Одисеј и Рапсодија, док остали испитивани генотипови припадају групи инактивних. Овакав резултат упућује да су у обе фазе испитивања старија сорта Банкут 1205, као и синтетичка врста (тритикале Одисеј) боље адаптирани на стресне услове локалитета Кумане, од осталих испитиваних сорти, јер су боље од осталих неутралисали радикале накупљене у њиховим ћелијама.

Према **Cheeseman and Slater (1993)** липидна пероксидација на ћелијском нивоу директно оштећује ћелијске мембране, док индиректно, долази до оштећења других ћелијских делова, која су последица деловања алдехида, секундарних продуката реакције.

Већина аутора се слаже да су особине генотипа, чиниоци спољне средине и фаза развоја усева пресудни за активност антиоксидативних ензима и интензитет липидне пероксидације. Неповољни услови средине и касније фазе раста биљака доводе до смањивања активности ензима и повећања липидне пероксидације, што резултира деградацијом биљних ткива и процесом већења (**Hong Bo et al. 2005**). Резултати овог истраживања су у складу са претходно наведеним, с обзиром да је у другој фази

узорковања (млечна зрелост) лист заставичар био потпуно увенуо, па је било немогуће утврдити липидну пероксидацију, али и активност ензима антиоксидантног система. Ово упућује да анализа овог биохемијског параметара добија на значају у ранијим фазама развоја биљке, када она има велику метаболичку активност. Резултати који се при томе добију могу да буду значајан селекциони критеријум за одабир генотипова отпорнијих за гајење на солоњецу.

Испитивање оксидативног стреса изазваног гајењем на солоњецу и активности компоненти антиоксидантног система заштите, показало је да постоји различита толерантност на стрес, а у складу са тим и различита активност испитиваних биохемијских параметара. За већину испитиваних компоненти, генотипови Банатка и Банкут 1205 су најбоље поднели стрес. С обзиром да су се ова два генотипа дуго гајила на испитиваном подручју Баната, боље су се адаптирали на постојеће услове од осталих генотипова. Пошто је активност великог броја ензимских и неензимских компоненти антиоксидантног система под контролом гена, ово треба узети у обзир када су ова два генотипа у питању, јер би могли да буду потенцијални извор пожељних гена за ова својстава. Када се посматрају генотипови добијени у савременом програму оплемењивања, сорта Рапсодија се, од осталих, издвојила добром реакцијом када се посматра ензимска компонента, а сорта Ренесанса када се сагледа неензимска активност, па би и они могли да буду пожељан родитељски материјал за креирање нових сорти, специфичних за гајење на солоњецу, таб. 50.

7. 3. ОБЈЕДИЊЕНА ДИСКУСИЈА

Неповољан утицај абиотичког стреса, изазваног повећаним концентрацијама соли у земљишту, на компоненте приноса и принос пшенице приказан је у радовима многих аутора. Према **Khan et al. (2014)** овај вид стреса значајно редукује дужину класа, број класића по класу, број зрна по класу и друге особине пшенице. Принос зрна пшенице под оваквим условима је ограничен слабијим бокорењем биљака, које дају мањи број класова и мање асимилатива у процесу фотосинтезе (**Al-Musa et al., 2014**).

Резултати анализе варијансе за испитивана својства пшенице, показали су да су сви извори варијације у огледу имали значајну улогу у експресији квантитативних својстава ове биљне врсте. Тачније, добијене су високо сигнификантне вредности

средине квадрата главног ефекта генотипа и ефекта агроекосредина, али и ефекта интеракције генотип/спољна средина код свих испитиваних својстава. Међу њима, појединачно главни ефекат генотипа био је преобладајући извор варијације код висине биљке (удео од 43,28% у суми квадрата укупне варијације огледа), што је разумљиво с обзиром на генетичку основу овог својства, где поред минор гена значајну улогу у наслеђивању имају и мајор *Rht* гени, таб. 16. Висок удео генотипа у варијацији висине пшенице својим истраживањима потврдили су и **Димитријевић и сар. (2009_а)**, као и **Бањац и сар. (2009)**.

Резултати испитиваних својстава пшенице показали су да је интеракција генотип/спољна средина била статистички високо значајна за сва својства, при чему је највећи удео имала за број зрна по класу (39,11% у укупној варијацији огледа), таб. 36. То указује да су генотипови остварили мање стабилну реакцију када се посматра ово својство. Најмања стабилност је забележена код сорти креираних за интензивне услове ратарске производње (Драгана, Победа, Циповка и Рапсодија). Овакав резултат је у складу са истраживањима **Димитријевић и сар. (2005)** и **Petrović et al. (2010_б)**. Статистичка значајност интеракције генотип/спољна средина је и индикација да генотипови различито реагују на услове животне средине (земљиште и временске прилике) током испитиваних сезона. Овакав резултат је у сагласности са резултатима истраживања **Ayalneh et al. (2013)**, који су указали на различиту стабилност генотипова пшенице за принос зрна, испитивану на 5 локалитета.

С обзиром на сложеност метеоролошких параметрима током вегетационих сезона у којима је извођен оглед, значајно је да се сагледа њихов утицај на фенотипску експресију компоненти приноса и приноса зрна испитиваних генотипова. На варијабилност већине анализираних својстава ефекат агроеколошких средина (године и третмани фосфогипсом), у односу на варијабилност огледа, имао је удела од 20-30%, изузев код висине биљке где је износио свега 3,55%, таб. 16.

Према **Peterson et al. (1992)** утицај спољне средине на генотип може да се сагледа из односа варијансе генотипа и варијансе интеракције генотип/спољна средина. Када је добијени однос већи од вредности 1,0 генетички фактори показују већу стабилност и јачи утицај на посматрано својство, него што има интеракција генотип/спољна средина. Најмањи однос добијен је за принос пшенице (0,41), из чега се закључује да је интеракција генотип/спољна средина имала велики утицај на ово својство. С обзиром да је принос комплексно својство чија је експресија условљена

великим бројем компонената, појединачан допринос сваке компоненте може да буде различит у разним условима агроеколошких средина. Релативно већи утицај интеракције генотип/спољна средина за принос указује да ово својство захтева тестирање у већем броју средина, да би се тачно проценио генетички потенцијал за то својство пшенице (Христов, 2004). Већи утицај интеракције генотип/спољна средина забележен је и за масу зрна по класу и за масу класа, где су односи између варијанси имали вредности 0,79 и 0,87. Већи удео варијансе генотипа од варијансе интеракције генотип/спољна средина за дужину класа (1,23), број зрна по класу (1,23) и за висину биљке (2,8), значи да су ове особине испољиле генетичку дивергентност у оквиру одабраног сета сорти.

Јаснији увид у утицај агроеколошких чинилаца, на развој неког својства, пружа херитабилност. Овај генетички параметар у однос поставља суму квадрата генотипа (варијанса генотипа) и укупну суму квадрата огледа, добијене анализом варијансе. Иако су сва испитивана својства, у овом огледу, квантитативна, што значи да имају нижу херитабилност и већу зависност од чинилаца спољне средине, разлике између њих постоје. Најмања зависност од деловања спољне средине је утврђена за висину биљке (утицај спољне средине 57%), док је највећа код приноса зрна (утицај спољне средине 85%), што се објашњава претходно описаним системима наслеђивања ових својстава пшенице.

Анализујући приносе зрна, као сублимате свих претходно анализованих компоненти, које су генотипови остварили на испитиваном локалитету Кумане, на земљишту без третмана фосфогипсом и на два нивоа поправке, уочавају се следеће тенденције, таб. 51.

Приметна је измена ранга генотипова, што је последица различите реакције генотипова на варијацију фактора спољне средине. Оваква реакција се одражава и повећаним уделом интеракције генотип/спољна средина у укупној варијацији огледа. Уочена измена ранга, оправдава употребу АММI модела за процену стабилности сложеног својства, какво је принос зрна. С обзиром, да је ово истраживање укључивало неколико група генотипова, које су направљене према времену признавања од стране сортних Комисија, оне могу да буду и показатељи праваца одговарајућих оплемењивачких програма пшенице. Ово је утицало и на различиту реакцију генотипова на стресне услове солоњца. У циљу сагледавања ове реакције, извршена је упоредна анализа резултата са локалитета Кумане, са резултатима оствареним у

нормалним условима животне средине, какви владају на локалитету Римски Шанчеви. Ови услови подразумевају гајење пшенице на земљишту типа чернозем, које је најповољнији тип земљишта за ратарску производњу уопште, али и оптималније услове климе и агротехничких мера, у поређењу са онима на локалитету Куамне.

Табела 51. Средња вредност (\bar{x}) приноса зрна (t/ha), ранг и генетички потенцијал за принос зрна (%) испитиваних генотипова пшенице и тритикалеа на локалитету Кумане (на нивоу целог огледа) у односу на локалитет Римски Шанчеви (вишегодишњи просеци)

Генотип	Римски Шанчеви *		Кумане								
			Контрола, без третмана			Примењено 25 t/ha фосфогипса			Примењено 50 t/ha фосфогипса		
	\bar{x} (t/ha)	Ранг	\bar{x} (t/ha)	Ранг	ГП** (%)	\bar{x} (t/ha)	Ранг	ГП** (%)	\bar{x} (t/ha)	Ранг	ГП** (%)
Ренесанса	7,2	4	2,9	6	40,3	3,2	5	44,4	3,6	3	50,0
Победа	7,3	3	3,5	2	48,3	3,4	4	46,9	3,5	4	48,3
Европа 90	6,8	7	2,8	7	41,2	4,1	1	60,3	3,7	2	54,4
НСР-5	6,9	6	2,3	9	33,3	3,5	3	50,7	3,8	1	55,1
Драгана	6,6	8	2,8	7	42,4	3,4	4	51,5	3,6	3	54,5
Рапсодија	7,1	5	3,2	4	45,1	3,4	4	47,9	2,9	6	40,8
Симонида	7,8	1	3,3	3	42,6	3,6	2	46,5	3,8	1	49,0
Циповка	7,6	2	3,5	2	46,4	3,1	6	41,1	3,2	5	42,4
Банатка	5,3	9	2,8	7	53,3	2,0	9	38,1	2,2	10	41,9
Банкут 1205	4,8	10	2,6	8	54,2	2,4	7	50,0	2,4	9	50,0
Невесиња	6,6	8	3,1	5	47,0	2,3	8	34,8	2,8	7	42,4
Одисеј	7,3	3	4,7	1	64,6	3,5	3	48,1	2,7	8	37,1

* Резултати приноса зрна испитиваних генотипова на локалитету Римски Шанчеви, добијени су љубазношћу др Николе Христовца. Резултати представљају вишегодишње просеке приноса зрна испитиваних генотипова.

** ГП-генетички потенцијал за принос зрна, где се максималним генетичким потенцијалом (100%) сматра резултат приноса зрна остварен на локалитету Римски Шанчеви

Сорта Симонида је једна од представница сорти новије селекције, која је креирана за услове интензивне ратарске производње, у којима остварује високе приносе. Рангирањем је потврђена поменута теза, па је ова сорта више приносе остварила у повољнијим условима производње. Тако је, по приносу на Римским Шанчевима и на солоњцу са поправком од 50 t/ha, прва у рангу. Када се посматра ниво поправке од 25 t/ha фосфогипса и солоњец без поправке, њена позиција, у односу на остале генотипове, опада, али и даље остаје у самом врху. Када се узме у обзир да је сорта Симонида, према садржају танина, као биохемијском маркеру, била једна од

најтолерантнијих према стресу, она може да се оцени као веома добра за гајење на солоњцу. Међутим, према оствареној стабилности, од сорте Симонида, боља је у огледу се боље показала сорта Победа, која осим тога остварује и висок принос зрна, посебно у најлошијим условима солоњца. Ова појава указује да генски фондови сорте Симонида и сорте Победа, могу да буду могући извори пожељне генетичке варијабилности (висок принос и добра стабилност), која би се креирала за гајење на солоњцу.

У огледима, у којима се испитује садејство климатских прилика, земљишних услова и одговарајућих третмана, важно је да се сагледа генетички потенцијал одабраних сорти. Ово је посебно значајно, уколико су услови животне средине уједно и извори абиотичког стреса, јер се тако добија јаснија слика о потенцијалној оплемењивачкој употребљивости сорти.

Анализа генетичког потенцијала генотипова укључених у ово истраживање, показала је да тритикале сорте Одисеј, на солоњцу без поправке фосфогипсом најбоље искористи свој потенцијал за остваривање приноса зрна (64,6%). С обзиром да овај генотип у конституцији садржи цео геном ражи (*Secale cereale* L.) и да је креиран како би боље подносио лошије услове животне средине, него што их подноси пшеница, овај резултат је очекиван. Међутим, овај генотип није искористио мере поправке солоњца, што је резултовало смањењем приноса. Значајна измена ранга, сорту Одисеј описује као врло нестабилну за гајење на солоњцу (таб. 51.). Оваква реакција генотипа Одисеј је забележена у истраживању **Banjac et al., 2014**.

У поређењу са осталим сортама новије селекције, генотипови Европа 90 и НСР-5 су најбоље реаговале на мере поправке солоњца. Потенцијал за принос ових генотипова био је највећи управо у повољнијим условима животне средине, где су оствариле и високе приносе. Међутим, ови генотипови не користе свој генетички потенцијал на солоњцу без поправке, што упућује на закључак да нису толерантни према абиотичком стресу.

Када се сагледа реакција локалне популације Банатка и старе селекције Банкут 1205, на мелиоративне мере, изводи се закључак да ови генотипови не користе предности поправке. Приноси зрна ових генотипова су нижи у односу на остале, што је очекивано, с обзиром да су из оплемењивачких програма, који за циљ нису имали високоприносне генотипове, какви су данас. Значајно је да су локална популација Банатка и генотип Банкут 1205 задржали исти ранг на свим третманима, па се њихова

стабилност оцењује високом оценом. У погледу генетичког потенцијала за принос, од свих генотипова пшенице, они су најбоље искористили своје потенцијале на солоњецу без поправке фосфогипсом. Стара сорта Банкут 1205 је искористила 54,2%, локална популација Банатка 53,3% свог генетичког потенцијала (таб. 51).

Осим тога, према већини биохемијских маркера, ова два генотипа су показали добру активност антиоксидативног система заштите, односно велику толерантност према абиотичким стресним условима солоњеца. Све то их чини пожељним изворима гена за нове генотипове, који би били адаптирани на стрес изазван повећаним концентрацијама соли натријума у земљишту и лошијим климатским условима.

Испитивање генетичке варијабилности и интеракције генотип/спољна средина на солоњецу без поправке и мелиорисаног различитим количинама фосфогипса, показало је да постоји различита реакција генотипова пшенице на ниво поправке и у односу на сам третман, али и зависно од метеоролошких прилика вегетационе сезоне. Корелациона анализа, показала је зависност између испитиваних особина. Међутим, резултати ове анализе представљају само тренд у повезаности компоненти приноса и приноса зрна пшенице. С обзиром да није било великих разлика у резултатима корелационе анализе на солоњецу без поправке и на два нивоа поправке фосфогипсом, неопходна је детаљнија анализа, чији резултати би могли да помогну у постављању селекционих циљева будућих оплемењивачких програма. И поред поправке солоњеца, средње вредности испитиваних особина су ниже у односу на вредности које имају у повољним условима раста и развоја. Из тог разлога, непоходно је оплемењивање ради добијања пожељне и економски искористиве генетичке варијабилности, као и даље тестирање постојеће генетичке варијабилности, проширењем узорка у испитивању новим генотиповима.

8. ЗАКЉУЧАК

Трогодишњи период у којем су извршена испитивања фенотипске варијабилности компоненти приноса и приноса пшенице, као и њихова адаптабилност на стресне услове солоњца, одликује разноликост климатских услова. Резултати су показали изражену и сложену природу фенотипске варијације испитиваних генотипова.

На основу анализе резултата по својствима, могу да се изведу следећи закључци:

Висина биљке. Просечна вредност висине биљке варирала је у релативно уском опсегу. Највиша вредност испитиваног својства забележена је код генотипова Банатка и Банкут 1205. Генотип Рапсодија имао је најмању вредност висине и уједно највећу стабилност посматраног својства. Генотипови су добро реаговали на мере поправке у правцу постизања стабилне реакције. Агроекосредине у којима је постигнута највећа стабилност биле су, редом: третман са 25 t/ha фосфогипса у сезони 2008/2009, третман са 50 t/ha фосфогипса у сезони 2010/2011 и третман са 50 t/ha фосфогипса у сезони 2008/2009. Према укупној стабилности оцењеној на основу АММИ 2 биплота, од осталих генотипова, као најстабилнији, издвојили су се генотип Рапсодија и Победа. Резултат ова анализе је показао да је третман са 25 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009 имао најповољније услове у којима су генотипови могли да остваре стабилну реакцију.

Дужина класа. Средња вредност дужине класа на нивоу целог огледа се кретала у веома уском распону. Израчунате вредности коефицијента варијације су показале сличан тренд са опсегом варирања од 3,0% (солоњец без поправке) до 4,1% (третман фосфогипсом 25 t/ha). Распоред тачака агроеколошких средина на биплоту, упућује на то да су на развој класа значајно утицали услови посматраних година. Сорте су најстабилнију реакцију испољиле у вегетационој сезони 2010/2011. Генотип Рапсодија имао је најмању просечну вредност дужине класа, али веома мали интеракцијски скор указао је на његову велику стабилност.

Маса класа. Током 2008/2009 вегетационе сезоне, без обзира на третман, генотипови су имали најниже просеке масе класа. Највеће вредности масе класа забележене су код сорте Одисеј, на солоњецу са поправком од 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010.

На експресију масе класа велики утицај имали су агроеколошки услови. Најстабилнију реакцију показали су генотипови Банатка, Ренесанса, Рапсодија и Симонида. Ефекат примењене мелиоративне мере, зависио је од метеоролошких услова вегетационе сезоне. Уочено је да су на земљишту са примењених 25 t/ha фосфогипса и 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011, сорте показале највећу стабилност. Анализа интеракције генотип/спољна средина је показала стабилну реакцију готово свих генотипова за масу класа. Мању стабилност од осталих, испољили су генотипови Драгана и Одисеј. Локална популација Банатка и стара сорта Банкут 1205 су се добро адаптирале на неповољне услове солоњеца, при чему је утврђено да немају потенцијал за велику масу класа у испитиваним условима.

Маса зрна по класу. У вегетационој сезони 2009/2010 остварене су највеће просечне вредности масе зрна по класу и најмање просечне вредности коефицијента варијације у свим варијантама огледа. Распоред тачака агроеколошких средина указује на велику сличност у условима за остваривање стабилности масе зрна по класу. Ипак, третман са 25t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2008/2009, се издвојила као најбоља за постизање стабилне реакције генотипова. Међутим, у овој средини генотипови су имали средњу вредност масе зрна по класу нижу од укупне средње вредности огледа за ту особину. Сорте Рапсодија и Ренесанса су се издвојиле као најстабилније, у односу на прву интеракцијску осу. Према АММИ 2 анализи, агроеколошке средине које нису биле повољне за постизање стабилне реакције су: третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2009/2010 и третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011. За разлику од њих, све три варијанте огледа у вегетационој сезони 2008/2009 су имале најмање интеракцијске вредности. Генотип Симонида је у лошијим условима (солоњец без поправке), остварила једну од најстабилнијих реакција за масу зрна по класу.

Број зрна по класу. Генотипови Банатка и Банкут 1205 су се издвојили као сорте са најмањим бројем зрна по класу у свим агроеколошким срединама трогодишњег

огледа. Међутим, генотип Банатка је имао најбољу стабилност. Сличну реакцију на контролним варијантама је показао и генотип Симонида. Трећа вегетациона сезона (2010/2011) дала је највећи допринос интеракцији генотип/спољна средина. Третман са 25 t/ha фосфогипса у првој вегетационој сезони испитивања био је најпогоднији за постизање стабилне реакције.

Принос зрна. Посматрано по оглединим годинама, највеће просечне вредности приноса, генотипови су остварили током вегетационине сезоне 2009/2010. Највиши принос остварила је сорта Одисеј, али велика варијабилност у односу на спољну средину није му дала предност у односу на остале генотипове. Сорте Циповка и Рапсодија издвојене су као најстабилније и најпогодније за гајење у условима солоњеца. Током вегетационих сезона 2008/2009 и 2009/2010 на третману 50 t/ha фосфогипса, постигнути су највиши приноси већине генотипова (Победа, Симонида, Драгана, Европа 90, Ренесанса и НСР-5). Генотипови су позитивно реаговали на мере поправке солоњеца.

Третман са 50 t/ha фосфогипса у вегетационој сезони 2010/2011 је агроеколошка средина која је оцењена као најповољнија за постизање стабилне реакције за принос зрна пшенице.

Иако су се генотипови разликовали у појединим компонентама приноса и приносу, уочљива је и извесна поновљивост. За већину својстава, са просечним вредностима већим од осталих, издвајали су се генотипови Одисеј, Невесиња, Европа 90 и Победа, па би са тог становишта могли да се препоруче за гајење на солоњецу. Међутим, њихова стабилност, посматрана по вегетационим сезонама, је била лоше оцењена.

По показатељима стабилности и адаптабилности на стресне услове солоњеца за компоненте приноса, бољу стабилност од осталих, испољили су генотипови: Рапсодија, Победа и Симонида. Супериорност у погледу остваривања стабилног приноса показали су генотипови Рапсодија и Циповка.

Локална популација Банатка и сорта Банкут 1205 су, за већину својстава, остварили ниже просечне вредности, али су оцењени као адаптабилнији на стресне услове солоњеца.

Корелациона анализа је показала постојање међузависности испитиваних својстава. На контролној варијанти, најјаче и статистички високо значајне директне корелационе везе успостављене су између масе зрна по класу и масе класа, а затим и између броја зрна по класу и масе класа, као и броја зрна по класу и масе зрна по класу. Утврђена је позитивна зависност свих испитиваних компоненти и приноса. На третманима са 25 t/ha и 50 t/ha фосфогипса, најјаче позитивне и статистички значајне корелације су добијене између масе класа и масе зрна по класу, као и масе класа и броја зрна по класу, односно броја зрна по класу и масе зрна по класу.

Анализа биохемијских параметара. Испитивања ензимских и неензимских компоненти антиоксидантног система су показала значајне разлике између генотипова. Са становишта обе групе испитиваних компоненти, генотипови Банатка и Банкут 1205 су најбоље поднели стрес. Сорту Рапсодија се, од осталих, издвојила са добром реакцијом када се посматра ензимска компонента, а сорта Ренесанса када се сагледа неензимска активност.

Према резултатима DPPH-теста у фази цветања, генотипови пшенице су инактивни у погледу неутрализације радикала, изузев генотипова Невесиња и Одисеј, који се налазе у групи средње активних. У фази млечне зрелости, средње активни су били генотипови Банкут 1205, Одисеј и Рапсодија, остали генотипови припадају групи инактивних.

Најинтензивнија липидна пероксидација забележена је код генотипа Банкут 1205 и Одисеј, најмања оштећења ћелијских мембрана имао је генотип Невесиња.

Највећи садржај растворљивих протеина имали су генотипови Циповка и Невесиња.

Спроведено сложено истраживање и добијени резултати генетичко-биохемијске анализе одабраних генотипова пшенице и тритикалеа, показују велику зависност испитиваних особина од метеоролошких прилика које су владале током вегетационих сезона. Стресни услови средине изазвани високим концентрацијама соли натријума у земљишту, помогнути екстремно ниским и високим температурама у појединим фазама развоја усева, али и јаким ветровима и водолежима на локалитету Кумане, утицали су да генотипови не могу у потпуности да остваре свој генетички потенцијал за принос и његове компоненте. Мере поправке солоњца са различитим количинама фосфогипса

су допринеле смањивању лоше реакције генотипова на поменуте услове средине. Међутим, њихов ефекат је био различит на испитиване генотипове и анализована својства.

Имајући у виду сталну деградацију обрадивих површина услед различитих фактора који прате савремено доба, резултати овог истраживања дају допринос подизању економске вредности земљишта ниже бонитетне класе. С обзиром да солоњец не пружа повољне услове за гајење пшенице и највећим делом се користи као пашњак, ово истраживање је допринело сагледавању могућности гајења пшенице на солоњцу после његове поправке одговарајућим мелиоративним мерама. Резултати овог истраживања су дали јасну слику о понашању пшенице у условима глобалних климатских промена. На тај начин помажу да се добије нова генетичка варијабилност, али указују и да гајење пшенице на земљишту лошег квалитета има и биоремедијациону улогу, чиме се подиже економска вредност земљишта, што резултује ширењем ареала гајења пшенице.

Резултати добијени овим истраживањем могу да буду од значаја за даљи процес стварања стабилних генотипова пшенице, са развијеним антиоксидантним системом заштите, за услове солоњца и абиотичког стреса уопште.

*

* *

Индустријски и техничко-технолошки прогрес савременог друштва потпомогнути глобалним климатским променама, остављају све мање површине плодног земљишта и стварају све више проблема, од којих је најважнији сачувати постојеће и пронаћи нове изворе хране. С обзиром на ово, али и чињеницу да пшеница храни највећи део светске популације, циљеви које пред себе постављају оплемењивачи своде се у један, најважнији и најсложенији-остварити приносније и нутритивно квалитетније генотипове од оних који већ постоје. Кораци који се предузимају на том путу су многобројни, а један од важнијих је испитивање адаптабилности и стабилности генотипова у различитим агроколошким условима. Од посебне користи су сазнања која доприносе гајењу пшенице у условима мање плодних земљишта, на пољима где су биљке изложене утицају различитих биотичких и абиотичких стресова. То даје сигурност на путу решавања проблема - обезбедити довољне количине хране за све нас, али и за оне који тек долазе.

9. ЛИТЕРАТУРА

- Abd Elhamid, E. M., Sadak, M. S., Tawfik, M. M. (2014): Alleviation of adverse effects of salt stress in wheat cultivars by foliar treatment with antioxidant 2-changes in some biochemical aspects, lipid peroxidation, antioxidant enzymes and amino acid contents. *Agr. Sci.*, 5: 1269-1280
- Akram, M., Hussain, M., Shamshad, A., Rasul, E. (2002): Impact of NaCl Salinity on Yield Components of some Wheat Accessions/Varieties. *Int. J. Agr. Biol.*, 4 (1): 156-158
- Akram, Z., Ajmal, S. U., Munir, M. (2008): Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. *Pak. J. Bot.*, 40 (4): 1777-1781
- Al-Musa, M. A. A., Islam, M. S., Moniruzzaman, M. M., Islam, M. S., Nasrin, S. (2014): Performance of BARI ghom-26 Under Saline Stressed Condition. *J. Environ. Sci. Natur. Resources*. 7 (1): 127-130
- Allard, R. W., Bradshaw, A. D. (1964): Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.*, 4: 503-508
- Annicchiarico, P. (1997): Joint regression vs. AMMI analysis of genotype-environment interactions for cereals in Italy. *Euphytica*, 94: 53-62
- Anwar, J., Ali, M. A., Hussain, M., Sabir, W., Khan, M. A., Zulkiffal, M., Abdullah, M. (2009): Assessment of yield criteria in bread wheat through correlation and path analysis. *J. Anim. Plant Sci.*, 19 (4): 185-188
- Ashraf, M., Harris, P. J. C. (2004): Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.*, 166: 3-16
- Ashraf, M. A., Ashraf, M., Ali, Q. (2010): Response of two genetically diverse wheat cultivars to salt stress at different growth stages: leaf lipid peroxidation and phenolic contents. *Pak. J. Bot.*, 42 (1): 559-565

- Ahmad, B., Khalil, I. H., Iqbal, M., Ur-Rahman, H. (2010): Genotypic and phenotypic correlation among yield components in bread wheat under normal and late planting. *Sarhad J. Agric.*, 26 (2): 259-265
- Ayalneh, T., Letta, T., Abinasa, M. (2013): Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in south eastern Ethiopia. *Am. Eurasian. J. Agric. Environ. Sci.*, 13 (7): 885-890
- Aycicek, M., Yildirim, T. (2006): Heritability of yield and some yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *Bangladesh J. Bot.*, 35: 17-22
- Bai, R., Zhang, Z., Hu, Y., Fan, M., Schmidhalter, U. (2011): Improving the salt tolerance of Chinese spring wheat through an evaluation of genotype genetic variation. *Aust. J. Crop Sci.*, 5 (10): 1173-1178
- Banjac, B., Mladenov, V., Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Boćanski, J. (2014): Genotype x environment interactions and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. *Genetika*, 46 (3): 799-806
- Bavandpori, F., Ahmadi, J., Hossain, S. M. (2015): Yield stability analysis of bread wheat lines using AMMI model. *Agric. Commun.*, 3 (1): 8-15
- Barnawal, D. K., Mishra, V. K., Singh, T. (2013): Genetic diversity based on cluster and principal component analyses for yield and its contributing characters in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Madras Agric. J.* 100 (4-6): 320-323
- Бањац, Б., Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М. (2009): Варијација висине биљке и масе класа пшенице гајене на солоњцу. *Летопис научних радова Пољопривредног факултета, Нови Сад*, 33 (1): 93-101
- Бањац, Б., Петровић, Софија, Димитријевић, М., Дозет, Д. (2010): Процена корелационе повезаности компонената приноса пшенице у условима стреса. *Летопис научних радова Пољопривредног факултета, Нови Сад*, 34 (1): 60-68
- Beauchamp, C., Fridovich, I. (1971): Superoxide dismutase: improved assay and an assay applicable to PAGE. *Anal. Biochem.*, 44: 276-287

- 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 Breed.*, 101: 1-23
- Белић, М. (1999): Утицај мелиоративних мера на адсорптивни комплекс солоњца. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Белић, М., Хацић, В., Нешић, Љиљана (2004): Карактеристике халоморфних земљишта Баната и могућности њиховог интензивнијег коришћења. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 40: 73-89
- Belić, M., Nešić, Ljiljana, Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Ćirić, V., Pekeč, S., Vasin, J. (2012): Impact of reclamation practices on the content and qualitative composition of exchangeable base cations of the solonetz soil. *Aust. J. Crop Sci.*, 6 (10): 1471-1480
- Bello, W. B. (2012): Influence of gypsum application on wheat (*Triticum aestivum*) yield and components on saline and alkaline soils of Tigray region, Ethiopia. *Green. J. Agric. Sci.*, 2 (7): 316-322
- Borzouei, A., Kafi, M., Akbari-Ghogdi, E., Mousavi-Shalmani, M. A. (2012): Long term salinity stress in relation to lipid peroxidation, superoxid dismutase activity and proline content of salt sensitive and salt-tolerant wheat cultivars. *Chil. J. Agr. Res.*, 72 (4): 476-482
- Боројевић, С. (1983): Генетске и технолошке промене које су изазвале преокрет у оплемењивању биљака. Војвођанска академија наука и уметности, Нови Сад
- Боројевић, С. (1990): Генетски напредак у повећању приноса пшенице. *Савр. пољ.* 38: 25-47
- Боројевић, С. (1992): Принципи и методи оплемењивања биља. Научна књига, Београд
- Borojević, Katarina, Borojević, Ksenija (2005): The transfer and history of „reduced height genes“ (*Rht*) in wheat from Japan to Europe. *J. Hered.*, 96 (49): 455-459
- Bray, E. A., Bailey-Serres, J., Weretilnyk, E. (2000): Responses to abiotic stress. In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiology, (Eds.): Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R., Rockville, M. D., 1158-1203

- Bhutta, W. M. (2011): Antioxidant activity of enzymatic system of two different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars growing under salt stress. *Plant Soil. Environ.*, 57 (3): 101-107
- Byrt, Caitlin, Platten, D., Spielmeier, W., James, R. A., Lagudah, E. S., Dennis, Elizabeth, Tester, M., Munns, Rana (2007): HKT1;5-like cation transporters linked to Na⁺ exclusion loci in wheat, *Nax2* and *Knal*. *Plant Physiol.*, 143: 1918-1928
- Васин, Ј., Белић, М., Нешић, Љиљана, Нинков, Јордана, Зеремски-Шкорић, Тијана. (2010): Утицај физичких особина заслањених земљишта Војводине на продукцију биомасе. *Савр. пољ. тех.*, 36 (3): 220-227
- Вуковић, Наташа (2009): Мултиваријациона анализа генотипова пшенице гајених на мелиорисаном солоњцу. Магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Gauch, H. G., Zobel, R. W. (1996): AMMI analysis of yield trials. In: Kang Ms., and Gauch HG. (eds.). *Genotype by environment interactions*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 85-122
- Gauch, H. G. (2006): Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Sci.*, 46: 1488-1500
- Genc, Y., McDonald, G. T., Tester, M. (2007): Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. *Plant, Cell Environ.*, 30 (11): 1486-1498
- GenStat 9th Edition VSN International Ltd (www.vsn-intl.com). 2009 (trial version)
- Gerasimova, N. G., Pridvorova, S. M., Ozeretskoykaya, O. L. (2005): Role of *L*-phenylalanine ammonia lyase in the induced resistance and susceptibility of potato plants. *Appl. Biochem. Microbiol.*, 41: 103–105
- Gorjanović, Biljana, Kraljević-Balalić, Marija (2005): Inheritance of plant height and spike length in wheat. *Genetika*, 37 (1): 25-31
- Gorji, A. H., Zonoori, Z., Zolnoori, M., Jamasbi, A. (2011): Inheritance of antioxidant activity of Triticale under drought stress. *Asian J. Plant Sci.*, 10 (3): 220-226
- Gorham, J., Hardy, C., Wyn Jones, R. G., Joppa, L. R., Law, C. N. (1987): Chromosomal location of a K/Na discrimination character in the D genome of wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 74: 584-588

- Gorham, J. (1990): Salt tolerance in the Triticeae: K/Na discrimination in synthetic hexaploid wheats. *J. Exp. Bot.*, 41 (5): 623-627
- Gorham, J., Bridges, J., Dubcovsky, J., Dvorak, J., Hollington, P. A., Luo, M. C., Khan, J. A. (1997): Genetic analysis and physiology of a trait for enhanced K⁺/Na⁺ discrimination in wheat. *New Phytol.*, 137: 109-116
- Grace, S. C., Logan, B. A. (2000): Energy dissipation and radical scavenging by the plant phenylpropanoid pathway. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, 355: 1499-1510
- Grausgruber, H., Oberfoster, M., Werteker, M., Ruckenbauer, P., Vollmann, J. (2000): Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. *Field Crops Res.*, 66, 257-267
- Ghafoor, A., Gill, M. A., Hassan, A., Murtaza, G., Qadir, M. (2001): Gypsum: An economical amendment for amelioration of saline-sodic waters and soils for improving crop yields. *Int. J. Agri. Biol.*, 3: 266-275
- D'Amico, Maria Lucia, Navari-Izzo, Flavia, Sgherri, Cristina, Izzo, R. (2004): The role of lipoic acid in the regulation of the redox status of wheat irrigated 20% sea water. *Plant. Physiol. Biochem.*, 42: 329-334
- Denčić, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B. (2000): Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113 (1): 43-52
- Денчић, С. (2006): Генетика и оплемењивање стрних жита. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство. 42: 377-394
- Денчић, С., Младенов, Н., Кобилски, Б., Христов, Н., Рончевић, П., Ђурић, Веселинка (2006): Резултати 65-годишњег рада на оплемењивању пшенице у Научном институту за ратарство и повртарство, Нови Сад. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 42: 339-359
- Денчић, С., Кобилски, Б., Беде, З., Петровић, Соња (2007): Рапсодија-нова европска сорта пшенице. Зборник радова 42. Хрватског и 2. Међународног симпозијума агронома. 208-211

- Денчић, С., Кобиљски, Б., Младенов, Н., Пржуљ, Н. (2009): Производња, приноси и потребе за пшеницом у свету и код нас. Зборник радова Института за ратарство и повртарство Нови Сад, 49: 367-377
- Dey, S., Dey, J., Patra, S., Pothal, D. (2007): Changes in the antioxidative enzymes activities and lipid peroxidation in wheat seedlings exposed to cadmium and lead stress. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19 (1): 53-60
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Kraljević-Balalić, Marija, Ivezić, Jadranka (1995): Environmental and genetic variability of yield components in wheat. *Genetika*, 27: 159-168
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Краљевић-Балалић, Марија, Младенов, Н., Арсенић, И. (1999): АММИ анализа интеракција за компоненте приноса пшенице. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 32: 55-67
- Димитријевић, М., Петровић, Софија (2000): Адаптабилност и стабилност генотипа. *Сел. Сем.*, 11 (1-2): 21-28
- Димитријевић, М., Краљевић-Балалић, Марија, Петровић, Софија, Младенов, Н. (2000): Параметри стабилности компонената приноса пшенице. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 33, 183-191
- Димитријевић, М., Петровић, Софија (2005): Генетика популације. Адаптабилност и стабилност генотипа. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад и Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М., Хаџић, В., Краљевић-Балалић, Марија, Нешић, Љиљана, Капор, З., Бељански, Н., Вуковић, Наташа (2005): Генетичка варијабилност сорти пшенице на солоњецу у условима поправке земљишта. *Летопис научних радова Пољопривредног факултета, Нови Сад*, 29 (1): 100-112
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М. (2006_а): Модели за процену интеракције генотип/спољна средина на халоморфном земљишту. *Сел. Сем.*, 1-2: 7-14
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М., Вуковић, Наташа (2006_б): Фенотипска варијација параметара класа пшенице на мелиорисаном солоњецу. *Сел. Сем.*, 1-2: 27-33

- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Бањац, Б., Вукосављевић, Мирјана (2009): Фенотипска варијабилност својстава пшенице (*Triticum aestivum* L.) и спонтаних сродника. Зборник радова 44. Хрватског и 4. Међународног симпозијума агронома, Опатија, 313-316
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Mladenov, N., Belić, M., Hristov, N., Banjac, B., Vukosavljev, Mirjana (2009): Phenotypic reaction of wheat grown on different soil types. *Genetika*, 41 (2): 169-177
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М., Младенов, Н., Бањац, Б., Вукосављевић, Мирјана, Христов, Н. (2010): Утјецај лимитирајућих увјета солоњца на варирање уroda крушне пшенице. Зборник радова 45. Хрватског и 5. Међународног симпозијума агронома, Опатија, 394-398
- Димитријевић, М., Петровић, Софија, Белић, М., Бањац, Б., Петровић, М. (2011): Оплемењивање крушне пшенице на толерантност на стресне увјете халоморфних тала. Зборник радова 46. Хрватског и 6. Међународног симпозијума агронома, Опатија, 408-412
- Dimitrijević, M., Knežević, D., Petrović, Sofija, Zečević, Veselinka, Bošković, Jelena, Belić, M., Pejić, B., Banjac, B. (2011_a): Stability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 43 (1): 29-39
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Banjac, B., Vukosavljev, Mirjana, Mladenov, N., Hristov, N. (2011_b): The influence of solonetz soil limited growth conditions on bread wheat yield. *J. Agric. Sci. Technol.*, 5 (2):194-201
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Banjac, B. (2012): Wheat breeding in abiotic stress conditions of solonetz. *Genetika*, 44 (1): 91-100
- Duggan, B. L., Domitruki, D. R., Fowler, D. B. (2000): Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Can. J. Plant Sci.*, 739-745
- Eberhart, S. A., Russel, W. A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6: 36-40

- El-Bassiouny, H., Bekheta, M. A. (2005): Effect of salt stress on relative water content, lipid peroxidation, polyamines, amino acids and ethylene of two wheat cultivars. *Int. J. Agri. Biol.*, 7 (3): 363-368
- Esfandiari, E., Shekari, F., Shekari, F., Esfandiari, M. (2007): The effects of salt stress on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation on the wheat seedling. *Not. Bot. Horti. Agrobi.*, 35 (1): 48-56
- Zečević, Veselinka, Knežević, D., Kraljević-Balalić, Marija, Mićanović, Danica (2004): Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 36 (2): 151-159
- Zečević, Veselinka, Knežević, D., Mićanović, Danica, Madić, Milomirka (2008): Genetic and phenotypic variability of spike length and plant height in wheat. *Kragujevac J. Sci.*, 30: 125-130
- Zečević, Veselinka, Bošković, Jelena, Dimitrijević, M., Petrović, Sofija (2010): Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulg. J. Agric. Sci.*, 16: 422-428
- Zobel, R. W, Wright, M. J., Gauch, H. G. (1998): Statistical analysis of yield trial. *Agron. J.*, 80: 388-393
- Zhao, G. Q., Ma, B. L., Ren, C. Z. (2007): Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity. *Crop Sci.*, 47: 123-131
- Zheng, Y., Zhenlin, W., Xuezhen, S., Aijun, J., Gaoming, J. I., Zengjia, L. (2008): Higher salinity tolerance cultivars of winter wheat relieved senescence at reproductive stage. *Environ. Exp. Bot.*, 62: 129-138
- Zhu., J. K: (2003): Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant. Biol.*, 6: 441-445
- Ilker, E., Geren, H., Unsal, R., Sevin, I., Aykut Tonk, F., Tosun, M. (2011): AMMI-biplot analysis of yield performances of bread wheat cultivars at different locations. *Turk. J. Field Crops*, 16 (1): 64-68

- Inamullah, H., Muhammad, A. F., Hassan, S. G., Gul, R. (2006): Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat. *Pak. J. Bot.*, 38 (4): 1169-1175
- IUSS Working Group WRB. (2006): World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Report No. 103. FAO, Rome
- Јевтић, С. (1986): Пшеница. Научна књига, Београд
- Kang, M. S. (2002): Genotype-environment interaction: Progress and prospects. In: Kang MS (ed). Quantitative genetics, genomics, and plant breeding. Walingford, UK, CABI Publishing, New York, 221-243.
- Kar, M., Mishra, D. (1976): Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiol.*, 57: 315–319
- Катић, П., Ђукановић, Д., Ђаковић, П. (1979): Клима САП Војводине. Пољопривредни факултет у Новом Саду-Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
- Kahrizi, Sonia, Sedghi, M., Sofalian, O. (2012): Effect of salt stress on proline and activity of antioxidant enzymes in ten durum wheat cultivars. *Ann. Biol. Res.*, 3 (8): 3870-3874
- Kaya, Y., Taner, S. (2002): Estimating genotypic ranks by nonparametric stability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Cent. Eur. Agric.*, 4 (1): 47-54.
- Kaya, Y. K., Palta, E., Taner, S. (2002): Additive Main Effects and Multiplicative Interactions Analysis of Yield Performances in Bread Wheat Genotypes across Environments. *Turk. J. Agric. For.*, 26: 275-279
- Keles, Y., Oncel, I. (2002): Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. *Plant Sci.*, 163: 783-790
- Kefeli, V., Kalevitch, Maria, Borsari, B. (2003): Phenolic cycle in plants and environment. *J. Cell Mol. Biol.*, 2: 13-18
- Кнежевић, Д., Бранковић, Гордана, Шурлан-Момировић, Гордана, Стаменковић, С., Кнежевић, Јасмина (2010): Фенотипска варијабилност масе примарног класа пшенице (*Triticum aestivum* L.). *Архив за пољопривредне науке*, 71 (3): 15-21

- Кобиљски, Б., Денчић, С. (1997): Карактеристике класа-селекциони критеријум за принос пшенице. Сел. Сем., 4 (3-4): 17-22
- Кобиљски, Б. (1998): Фенотипска варијабилност квантитативних својстава пшенице. Магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Кобиљски, Б. (2000): Наслеђивање квантитативних својстава у укрштањима генотипова пшенице са различитим *Rht* генима. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Kuakab, S., Sajjad Saeed, M., Ur Rehman, A. (2014): Genetic Analysis for Yield and Some Yield Traits in Spring Wheat. Universal J. Agr. Res., 2 (7): 272-277
- Kumbhar, M. B., Larik, A. S., Hafiz, H. M. I., Rind, M. J. (1983): Interrelationship of polygenic traits affecting grain yield in *Triticum aestivum* L. Wheat Inf. Serv., 57: 42-45
- Khan, M. H., Dar, A. N. (2010): Correlation and path coefficient analysis of some quantitative traits in wheat. Afr. Crop Sci. J., 18 (1): 9-14
- Khan, M. A., Shirazi, M. U., Mahboob, S. M., Mutjaba, S. M., Khan, M. A., Mumatz, Saba, Shereen, Aisha. (2014): Morpho-physiological adaptations of wheat genotypes to salinity stress. Pak. J. Bot., 46 (6): 1981-1985
- Khayatnezhad, M., Gholamin, Roza, Somarin, S., Mahmoodabad, R. Z. (2010): Study of NaCl salinity effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) at germination stage. Am-Euroas. J. Agric. & Environ. Sci., 9 (2): 128-132
- Лалић, Бранислава, Михаиловић, Д. Т., Подрашчанин, Зорица (2011): Будуће стање климе у Војводини и очекивани утицај на ратарску производњу. Ратар. Поврт., 48 (2): 403-418
- Lee, S., Mbwambo, Z., Chung, H., Luyengi, L., Gamez, E., Mehta, R., Kinghorn, A., Pezzuto, J. (1998): Evaluation of the antioxidant potential of natural products. Comb.Chem. High Throughout Screening, 1: 35-46
- Lin, C. S., Binns, M. R. (1994): Concepts and methods of analyzing regional trial data for cultivar and location selection. Plant Breeding Rev., 12: 271-297.

- Lindsay, M. P., Lagudah, E. S., Hare, R. A., Munns, R. (2004): A locus for sodium exclusion (*Nax1*), a trait for salt tolerance, mapped in durum wheat. *Funct. Plant Biol.*, 31: 1105-1114
- Matsouka, Y. (2011): Evolution of polyploid wheat under cultivation. The role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant Cel. Physiol.*, 52 (5): 750-764
- Marvi, H., Heidari, M., Armin, M. (2011): Physiological and biochemical responses of wheat cultivars under salinity stress. *Arpn J. Agric. Biol. Sci.*, 6 (5): 35-40
- Mather, K. (1949): Biometrical genetics. Mathuen Co. London
- Mer, R. K., Prajith, P. K., Pandya, D. H., Pandey A. N. (2000): Effect of salts germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *J. Agro. Crop Sci.*, 185 (4): 209-217
- Miller, A-F. (2012): Superoxide dismutases: Ancient enzymes and new insights. *FEBS lett.*, 586 (5): 585-595
- Милошев, Д., Белић, М., Нешић, Љиљана, Димитријевић, М., Петровић, Софија, Шеремешић, С. (2007): Употреба фосфоргипса у производњи пшенице на земљишту типа солоњец. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 43: 47-53
- Mladenov, V., Ванјас, В., Milošević, Mirjana (2012): Evaluation of yield and seed requirements stability of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) via AMMI model. *Turk. J. Field Crops*, 17 (2): 203-207
- Младенов, Н., Христов, Н., Малешевић, М., Младеновић, Г., Ковачевић, Н. (2008): Драгана-нова сорта озиме пшенице. Зборник радова Института за ратарство и повртарство. 45 (2): 5-14
- Mladenov, N., Hristov, N., Kondić-Špika, Ankica, Đurić, Veselinka, Jevtić, R., Mladenov, V. (2011): Breeding progress in grain yield of winter wheat cultivars grown at different nitrogen levels in semiarid conditions. *Breeding Sci.*, 61: 260-268

- Moayedi, A. A., Boyce, A. N., Barakbah, S. S. (2010): Spike traits and characteristics of durum and bread wheat genotypes at different growth and developmental stages under water deficit conditions. *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, 4 (2): 144-150
- Mollasadeghi, V., Elyasi, S., Mirzamasoumzadeh, B. (2012): Genetic variation of 12 bread wheat genotypes based on number of phenological and morphological traits. *Ann. Biol. Res.*, 3 (10): 4734-4740
- Mohammadi, R., Mozaffar Roostaei, M., Yousef, A., Mostafa, A., Amri, A. (2010): Relationships of phenotypic stability measures for genotypes of three cereal crops. *Can. J. Plant Sci.*, 90: 819-830
- Munir, M., Chowdhry, M. A., Malik, T. A. (2007): Correlation studies among yield and its components in bread wheat under drought conditions. *Int. J. Agri. Biol.*, 9 (2): 287-290
- Munns, Rana, James, R. A., Läuchli, A. (2006): Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. of Exp. Bot.*, 57 (5): 1025-1043
- Najafian, G., Kaffashi A. K., Jafar-Nezhad, A. (2010): Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown in temperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. *J. Agr. Sci. Tech.*, 12: 213-222.
- Naroui Rad, M. R., Abdul Kadir, M., Rafi, M. Y., Jaafar, Hawa Z. E., Naghavis, M. R., Ahmadi, F. (2013): Genotype \times environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis in three consecutive generations of wheat (*Triticum aestivum*) under normal and drought stress conditions. *Austral. J. Crop Sci.* 7 (7): 959-961
- Hejrebaуer, B. K., Живковић, Б. М., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н. (1971): Педолошка карта Војводине Р 1:50000. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад
- Nelson, J. C., Sorrells, M. E., Van-Deynze, A. E., Lu, Y. H., Atkinson, M., Bernard, M., Leroy, P., Faris, J. D., Anderson, J. A. (1995): Moleculal mapping of wheat: major genes and rearrangements in homoeologus groups 4, 5 and 7. *Genetics*, 141: 721-731
- Oad, F. C., Samo, M. A., Soomro, A., Oad, D. L., Siyal, A. G. (2002): Ameliration of salt affected soils. *Pak. J. of App. Sci.*, 2 (1): 1-9

- Parida, A. K., Das, A. B. (2005): Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol. Env. Saf.*, 60: 324-349
- Passardi, F., Cosio, C., Penel, C., Dunand, C. (2005): Peroxidase have more functions than a Swiss army knife. *Plant Cell Rep.*, 24 (5): 255-265
- Peña, R. J. (2007): Current and future of wheat quality needs. In: Buck, H. T., Nisi, J. E., Salomon, N. (Eds.). *Wheat protection in stressed environments. Dev. Plant Breed.*, 12: 411-424
- Perveen, S., Shahbaz, M., Ashraf, M. (2011): Modulation in activities of antioxidant enzymes in salt stressed and non-stressed wheat (*Triticum aestivum* L.) plants raised from seed treated with triacontanol. *Pak, J. Bot.*, 43 (5): 2463-2468
- Перишић, В., Миловановић, М., Сталетић, Мирјана, Ђекић, Вера (2011): Наслеђивање дужине класа и броја зрна у класу код хибрида пшенице. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, Београд, 17 (1-2): 19-26
- Perkins, J. M., Jinks, J. L. (1968): Environmental and genotype-environmental components of variability. III Multiple lines and crosses. *Heredity*. 23: 339-356
- Перлаки, З. (2004): Фенотипска варијабилност компонената приноса пшенице у различитим условима спољне средине. Магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Shelton, D. R., Baenziger, P. S., Grombacher, A. W. (1992): Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.*, 32: 98-103
- Petrović, Sofija, Kraljević-Balalić, Marija, Dimitrijević, M. (1998): Genotype/environment interactions and stability parameters in wheat. *Int. Symp. Breeding of Small Grains (Proceedings)*, Kragujevac, 133-137
- Петровић, Софија (2000): Фенотипска варијабилност и стабилност компонената приноса пшенице (*Triticum aestivum* L.). Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад

- Петровић, Софија, Димитријевић, М., Краљевић-Балалић, Марија (2001_a): Стабилност масе класа дивергентних генотипова пшенице. Летопис научних радова Пољопривредног факултета, Нови Сад, 25 (1-2): 32-39
- Петровић, Софија, Димитријевић, М., Краљевић-Балалић, Марија, Младенов, Н. (2001_b): Начин наслеђивања компонената приноса у укрштањима генотипова пшенице. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 35: 147-154
- Петровић, Софија, Димитријевић, М., Краљевић-Балалић, Марија, Црнобарац, Ј., Лалић, Бранислава, Арсенић, И. (2005): Утицај генотипова и спољне средине на компоненте приноса новосадских сорти пшенице. Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 41: 199-206
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Vukosavljev, Mirjana (2009): Spike stability parameters in wheat grown on solonetz soil. *Genetika*, 41 (2): 199-205
- Петровић, Софија, Димитријевић, М., Бањац, Б., Белић, М., Вукосављевић, Мирјана (2010): Варијација компоненти уroda крушне пшенице у стресним увјетима узгоја на алкализираним тлу. Зборник радова 45. Хрватског и 5. Међународног симпозија агронома. Опатија, 475-479
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Bošković, Jelena, Zečević, Veselinka, Pejić, B. (2010): The variation of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to stressful growing conditions of alkaline soil. *Genetika*, 42 (3): 545-555
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Mihai, C., S., Bucur, D., Gurita, Ana Andreea, Harja, Maria, Maksimović, Liviija, Belić, M. (2012): Spike yield stability in wheat grown under stress conditions of alkaline soil. *J. Food Agric. Environ.*, 10 (2): 480-484
- Петровић, С., Worland, A. J. (1992): Гени редуктори висине стабљике. I) Детерминација присуства у југословенским сортама пшенице. Савр. пољ., 40 (6): 81-85
- Петровић, С., Worland, A. J. (1993): Гени редуктори висине стабљике. II) Плејотропни ефекат у југословенским сортама пшенице. Савр. пољ., 41 (3): 91-95
- Pierce, B. A. (2002): *Genetics a conceptual approach*. Publ. W. H. Freeman and Company, New York, 645-657

- Placer, Z. A., Cushman, L. L., Johnson, B. C. (1966): Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry*, 16: 359-364
- Поповић, Б., Штајнер, Дубравка (2008): Оксидативни стрес код биљака. Монографија. Пољопривредни факултет у Новом Саду, Нови Сад
- Purchase, J. L., Hatting, H., Van Deventer, C. S. (2000): Genotype \times environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance, *S. Afr. J. Plant. Soil*, 17 (3): 101-107
- Radi, A. A., Farghaly, F. A., Hamada, A. M. (2013): Physiological and biochemical responses of salt-tolerant and salt-sensitive wheat and bean cultivars to salinity. *J. Biol. Earth Sci.* 3 (1): B72-B78
- Рајковић, М. Б., Хаџић, В., Молнар, И. (1995): Отпадни фосфогипс из хемијске индустрије-појам, примена, перспектива. Монографија. Пољопривредни факултет-Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
- Rajković, M., Tošković, D. (2003): Investigation of chemical and morphological composition and radioactivity of phosphogypsum. *Acta Periodic. Technol.*, 34: 61-70
- Рајковић, М. Б. (2004): Класификација фосфогипса као отпадног производа са аспекта животне средине. *Хем. инд.*, 58 (1): 26-32
- Rao, A., Ahmad, S. D., Sabir, S. M., Awan, S., Shah, A. H., Khan, M. F., Khan, S. A., Shafique, S., Arif, S., Abbas, S. R., Gohar, Maria (2013): Antioxidant activity and lipid peroxidation of selected wheat cultivars under salt stress. *J. Med. Plants Res.*, 7 (4): 155-164
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. (1996): Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol. Med.*, 20: 933-956
- Sadiq, M., Hassan, G., Chaudhry, G. A., Hussain, N., Mehdi, S. M., Jamil, M. (2003): Use for amelioration of salt affected soils. *J. of Agron.*, 2 (3): 138-145
- Sanchez-Garcia, M., Royo, C., Aparicio, N., Martín-Sánchez, J. A., Álvaro, F. (2013): Genetic improvement of bread wheat yield and associated traits in Spain during the 20th century. *J. Agric. Sci.* 151: 105–118

- Sakr, M. T., El-Metwally, M. A. (2009): Alleviation of the harmful effects of soil salt stress on growth, yield and endogenous antioxidant content of wheat plant by application of antioxidants. *Pak. J. Biol. Sci.*, 12 (8): 624-630
- Sairam, R. K., Rao, K. V., Srivastava, G. C. (2002): Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Sci.*, 163: 1037-1046
- Shabaz, M., Ashraf, M. (2013): Improving salinity tolerance in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.* 32 (4): 237-249
- Sedlak, J., Lindsay, H. (1968): Estimation of total protein bound and non protein sulphhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Anal. Biochem.*, 25: 192-205
- Sedmark, J. J, Grossberg, S. E. (1977): A rapid, sensitive and versatile assay for protein using Coomassie Brilliant Blue G250. *Anal. Biochem.*, 79: 544-552
- Sen, Ayse, Alikamanoglu, Sema (2011): Effect of salt stress on growth parameters and antioxidant enzymes of different wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties on *in vitro* tissue culture. *Fresenius Environ. Bull.*, 20 (2a): 489-495
- Singh, K. N., Chatrath, R. (1992): Genetic variability in grain yield and its component characters and their associations under salt stress conditions in tissue culture lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Wheat Inf. Serv.*, 75: 46-53
- Singh, Dharmendra, Singh, S. K., Singh, K. N. (2009): AMMI analysis for salt tolerance in bread wheat genotypes. *Wheat Inf. Serv.*, 108: 11-17
- Spector, T. (1978): Refinement of the Coomassie blue method of protein quantitation. *Anal. Biochem.*, 86: 142-146
- StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10 (www.statsoft.com)
- Shamsi, K., Kobraee, S. (2013): Biochemical and physiological responses of three wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) to salinity stress. *Ann. Biol. Res.* 4 (4): 180-185
- Scandalios, J. G. (1993): Oxygen stress and superoxide dismutase. *Plant physiol.*, 101: 712-726

- Takhtajan, A. (2009): Flowering plants. Second edition. Springer
- Tammam, A. A., Abou Alhamd, M. F., Hemeda, M. (2008): Study of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Banysoif 1. Australian J. Crop Sci., 1 (3): 115-125
- Tian, X., Lei, Y. (2006): Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Biol. Plantarum., 50 (4): 775-778
- Tarakanovas, T. and V. Ruzgas. (2006): Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. Agro. Res., 4: 91-98.
- Ullah, K., Khan, S. J., Muhammad, S., Irfaq, M., Muhammad, T. (2011): Genotypic and phenotypic variability, heritability and genetic diversity for yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. Afr. J. Agric. Res., 6 (23): 5204-5207
- Farshadfar, E. (2008): Incorporation of AMMI stability value and grain yield in a single non-parametric index (GSI) in bread wheat. Pak. J. Biol. Sci., 11 (14): 1791-1796
- Farshadfar, E., Mahmodi, N., Yaghotipoor, Anita (2011): AMMI stability value and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Austral. J. Crop Sci., 5 (13): 1837-1844
- Finlay, K. W., Wilkinson, G. N. (1963): The analysis of adaption in a plant breeding programme. Austral. J. Agric. Res., 14, 743-754
- Flowers, T. J., Garcia, M., Koyama, A., Yeo, R. (1997): Breeding for salt tolerance in crop plants the role of molecular biology. Acta Physiol. Plant. 19 (4): 427-433
- Flowers, T.J. (2004): Improving crop salt tolerance. J. Exp. Bot., 55 (396): 307-319
- Hagerman, A., Harvey-Mueller, I., Makkar, H. P. S., (2000): Quantification of Tannins Tree Foliage – a Laboratory Manual. FAO/IAEA, Vienna
- Hagos, H. G., Abay, F. (2013): AMMI and GGE biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of Ethiopia. J. Plant Breed. Genet., 1: 12-18

- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., Fujita, M. (2012): Exogenous nitric oxide alleviates high temperature induced oxidative stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings by modulating the antioxidant defense and glyoxalase system. *Austral. J. Crop. Sci.*, 6 (8): 1314-1323
- Хаџивуковић, С. (1991): Статистички методи. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Helgason, W. D. (2000): Evaluation of subsurface drainage techniques used for dryland salinity techniques. University of Saskatchewan Library Electronic Theses and Dissertations
- Hong Bo, S., Zong Suo, L., Ming An, S. (2005): Changes of anti-oxidative enzymes and MDA content under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at maturation stage. *Colloids Surf.*, B. 45: 7-13
- Христов, Н. (2004): Утицај генотипа и спољне средине на стабилност приноса и технолошки квалитет пшенице (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад
- Христов, Н., Младенов, Н. (2006): Симонида-нова сорта озиме пшенице. Зборник радова Института за ратарство и повртарство. 42 (2): 203-212
- Hristov, N., Mladenov, N., Kondić-Špika, Ankica, Marijanović-Jeromela, Ana, Jocković, B., Jaćimović, G. (2011): Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat. *Genetika*, 43 (1): 141 -152
- Huang, J., Gu, M., Lai, Z., Fan, B., Shi, K., Zhou, Y-H., Yu, J-Q., Chen, Z. (2010): Functional analysis of *Arabidopsis* PAL gene family in plant growth, development, and response to environmental stress. *Plant Physiol.*, 153: 1526-1538
- Huang, S., Spielmeier, W., Lagudah, E. S., James, R. A., Platten, D. J., Dennis, Elizabeth, Munns, Rana (2006): A sodium transporter (HKT7) is a candidate for *Nax1*, a gene for salt tolerance in durum wheat. *Plant Physiol.*, 142: 1718-1727
- Chance, B., Maehly, A. C. (1955): Assay of catalase and peroxidase. *Methods Enzymol*, 2: 764–775
- Chebotar, G. O., Chebotar, S. V., Motsnyy, I. I., Sivolap, Y. M. (2013): Clarification of the *Rht8–Ppd1* gene linkage on the 2D chromosome of winter bread wheat. *Cytol. Genet.*, 47 (2): 70-74

- Chebotar, S. V., Korzun, V. N., Sivolap, Y. M. (2001): Allele distribution at locus WMS261 marking the dwarfing gene *Rht8* in common wheat cultivars of Southern Ukraine. *Russ. J. Genet.*, 37 (8): 894-898
- Cheeseman, K. H., Slater, T. F. (1993): An introduction of free radical biochemistry. *Britt. Med. Bull.*, 49 (3): 481-493
- Chen, L., Yin, H., Xu, J., Liu, X. (2011): Enhanced antioxidative responses of a salt-resistant wheat cultivar facilitate its adaptation to salt stress. *Afr. J. Biotechnol.* 10 (74): 16887-16896
- Chen, J-H., Jiang, H-W., Hseih, E-J., Chen, H-Y., Chein, C-T, Hseih, H-L., Lin, T-P. (2012): Drought and salt stress tolerance of *Arabidopsis* Glutathione *S*-transferase U17 knockout mutant are attributed to the combined effect of glutathione and abscisic acid. *Plant Physiol.*, 158 (1): 340-351
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A., Zhu, J. K. (2005): Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Sci.*, 45: 437-448
- Churka Blum, S., Caires, E. F., Alleoni, L. R. F. (2013): Lime and phosphogypsum application and sulfate retention in subtropical soils under no-till system. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 13 (2): 279-300
- Шкорић, А., Филиповски, Г., Ђирић, М. (1985): Класификација земљишта Југославије. Академија наука и умјетности Босне и Херцеговине-одјељење природних и математичких наука, Сарајево, Посебна издања, књига, 78
- Štajner, Dubravka, Popović, B. M., Čanadanović-Brunet, Jasna, Boža, P. (2006): Free radical scavenging activity of three *Equisetum* species from Fruska Gora mountain. *Fitoterapia*, 77: 601-604
- Worland, A. J., Law C. N., Petrović, S. (1990): Height reducing genes and their importance to Yugoslavia winter wheat varieties. *Contemp. Agric.*, 38: 245-258
- Worland, A. J., Korzun, V., Roder, M., Ganal, M. W., Law, C. N. (1998): Genetic analysis of dwarfing gene *Rht8* in wheat. Part II. The distribution and adaptive significance of allelic variants at the *Rht8* locus of wheat as revealed by microsatellite screening. *Theor. Appl. Genet.*, 96: 1110-1120

Yan, W., Hunt, L. A. (2003): Biplot analysis of multienvironment trial data. In: Kang M. S. (ed) Quantitative genetics, genomics, and plant breeding. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 289-313

Yannarelli, G., Fernandez-Alvarez, Ana, Santa-Cruz, D., Tomaro, Maria (2007): Glutathione reductase activity and isoforms in leaves and roots of wheat plants subjected to cadmium stress. *Phytochem.*, 68: 505-512

Yokoi, S., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M. (2002): Salt stress tolerance of plants. Japan International Research Center for Agricultural Sciences- Working Report, 25-33

<http://earth.google.com>

<http://sr.wikipedia.org/sr>

<http://faostat.fao.org>

<http://www.nsseme.com>

<http://www.plantillustrations.org>

<http://webrzs.stat.gov.rs>

<http://web.unbc.ca/~soc/ggroup/bsprof.html>

<http://www.hidmet.gov.rs>

ПРИЛОЗИ

Прилог 1.

Висина биљке (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроеколошких средина, варијанса агроеколошких средина и вредности оса интеракције генотип/спољна средина (ИРСА)

Генотипови	Средња вредност	ИРСА _{g1}	ИРСА _{g2}	ИРСА _{g3}	ИРСА _{g4}	ИРСА _{g5}	ИРСА _{g6}	ИРСА _{g7}
Ренесанса	69,7	0,100	-1,393	-1,311	2,077	0,045	-0,465	-1,443
Победа	70,0	0,934	-0,072	-3,810	-2,343	0,838	0,349	-0,147
Европа 90	74,1	-2,406	1,762	-0,623	0,473	-1,596	-0,188	0,741
НСР-5	65,2	0,753	-1,235	0,050	0,145	-1,721	-1,209	0,785
Драгана	70,7	-0,180	1,442	1,012	-1,538	-1,018	-0,524	-0,308
Рапсодија	64,5	0,051	0,906	-2,017	0,055	-0,483	0,229	0,247
Симонида	69,4	1,636	2,421	0,524	2,842	0,265	-0,494	-0,144
Циповка	72,0	3,959	1,289	2,077	-1,329	0,548	0,734	-0,022
Банатка	96,3	-3,347	0,655	1,954	-1,621	0,171	0,049	-0,876
Банкут 1205	100,4	0,081	-2,924	1,038	-0,563	1,767	-1,776	0,406
Невесиња	70,5	0,191	-3,107	0,905	0,589	-1,821	2,097	0,058
Одисеј	90,0	-1,770	0,255	0,200	1,215	3,005	1,198	0,703
Просек	76,1							

Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	ИРСА _{e1}	ИРСА _{e2}	ИРСА _{e3}	ИРСА _{e4}	ИРСА _{e5}	ИРСА _{e6}	ИРСА _{e7}
E1	64,5	170,9	4,018	2,875	1,677	-1,004	0,390	-0,744	0,106
E2	59,2	96,6	0,027	0,478	0,176	-0,105	-3,215	1,800	0,889
E3	66,7	106,7	-0,310	1,718	-1,808	2,306	-1,572	-0,641	-1,320
E4	85,7	280,9	-0,573	-1,783	2,683	-2,096	0,125	0,785	-1,233
E5	90,1	295,6	-2,459	2,300	1,472	1,571	2,309	0,332	0,552
E6	85,2	240,7	-2,469	0,701	-2,398	-1,874	1,103	0,593	-0,058
E7	87,1	196,0	-1,112	-1,057	-0,821	-1,847	-0,873	-2,356	0,627
E8	73,3	236,5	3,159	-2,126	-2,691	0,463	1,750	0,848	0,136
E9	72,7	274,8	-0,281	-3,106	1,709	2,585	-0,017	-0,616	0,302
Просек	76,1								

Прилог 2.

Дужина класа (cm) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроеколошких средина, варијанса агроеколошких средина и вредности оса интеракције генотип/спољна средина (IPCA)

Генотипови	Средња вредност	IPCAg ₁	IPCAg ₂	IPCAg ₃	IPCAg ₄	IPCAg ₅	IPCAg ₆	IPCAg ₇
Ренесанса	7,8	0,301	0,285	0,074	0,441	-0,732	-0,374	-0,177
Победа	7,4	0,151	-0,423	0,220	0,327	0,217	-0,613	0,311
Европа 90	7,8	0,745	-0,322	-0,501	-0,885	-0,238	0,256	0,370
НСР-5	7,1	0,381	0,145	0,017	0,777	0,225	0,354	0,191
Драгана	7,4	0,142	-1,001	-0,004	0,243	-0,437	0,598	-0,240
Рапсодија	6,9	-0,025	-0,470	0,379	-0,364	-0,123	-0,656	-0,010
Симонида	7,8	-0,398	0,133	-0,056	0,181	-0,161	0,051	-0,223
Циповка	7,8	-0,574	-0,446	0,673	-0,013	0,720	0,254	0,076
Банатка	8,0	-1,193	-0,086	-0,930	-0,264	0,158	-0,131	-0,228
Банкут 1205	8,0	-0,809	0,979	0,491	-0,192	-0,447	0,274	0,351
Невесинька	9,4	0,503	0,570	-0,940	0,271	0,441	-0,079	0,050
Одисеј	9,7	0,777	0,635	0,576	-0,523	0,376	0,065	-0,471
Просек	7,9							

Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	IPCAe ₁	IPCAe ₂	IPCAe ₃	IPCAe ₄	IPCAe ₅	IPCAe ₆	IPCAe ₇
E1	6,9	1,3	-1,474	-0,071	0,796	0,194	-0,064	-0,074	0,306
E2	7,8	1,5	-0,201	0,270	-1,297	0,030	-0,418	-0,079	0,423
E3	7,8	1,0	-0,759	-0,046	-0,192	0,023	0,030	0,469	-0,526
E4	7,9	1,1	0,907	-0,732	0,334	0,906	-0,178	0,428	0,159
E5	8,7	1,2	0,506	0,006	0,546	-0,729	-0,972	-0,163	-0,137
E6	8,3	2,5	0,554	1,111	0,455	-0,327	0,623	0,283	0,246
E7	9,1	1,1	0,127	-1,200	-0,246	-0,770	0,612	-0,078	0,073
E8	7,3	1,8	0,238	0,153	0,044	0,495	0,275	-1,036	-0,221
E9	7,6	1,4	0,101	0,451	-0,441	0,178	0,091	0,249	-0,320
Просек	7,9								

Прилог 3.

Маса класа (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроеколошких средина, варијанса агроеколошких средина и вредности оса интеракције генотип/спољна средина (ИРСА)

Генотипови	Средња вредност	ИРСА _{g1}	ИРСА _{g2}	ИРСА _{g3}	ИРСА _{g4}	ИРСА _{g5}	ИРСА _{g6}	ИРСА _{g7}	
Ренесанса	1,47	-0,057	-0,056	0,237	0,354	-0,037	0,181	-0,492	
Победа	1,46	0,225	0,004	-0,840	0,456	0,156	-0,231	0,154	
Европа 90	1,52	0,154	0,388	0,136	-0,320	0,075	-0,515	-0,142	
НСР-5	1,35	-0,114	-0,036	0,305	0,180	0,585	0,301	0,200	
Драгана	1,31	0,657	0,593	0,027	-0,261	0,244	0,203	0,039	
Рапсодија	1,37	-0,090	0,316	-0,093	0,155	-0,603	0,280	0,154	
Симонида	1,30	0,089	0,021	0,018	0,072	-0,080	0,098	-0,123	
Циповка	1,36	0,199	0,015	-0,091	-0,239	-0,292	0,049	0,165	
Банатка	0,90	0,053	-0,270	0,514	-0,006	-0,198	-0,211	-0,014	
Банкут 1205	1,12	0,215	-0,578	0,239	0,249	-0,011	-0,237	0,267	
Невесинька	1,54	-0,141	-0,731	-0,399	-0,575	0,068	0,198	-0,121	
Одисеј	2,25	-0,057	-0,056	0,237	0,354	-0,037	0,181	-0,492	
Просек	1,41								
Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	ИРСА _{e1}	ИРСА _{e2}	ИРСА _{e3}	ИРСА _{e4}	ИРСА _{e5}	ИРСА _{e6}	ИРСА _{e7}
E1	0,83	0,05	0,413	-0,160	0,326	0,422	0,056	-0,244	0,420
E2	1,02	0,09	0,428	-0,084	0,123	0,134	0,062	-0,238	-0,511
E3	1,09	0,07	0,470	0,107	0,216	-0,036	-0,315	-0,100	-0,040
E4	1,77	0,22	0,239	0,386	-0,170	0,152	0,659	0,422	-0,002
E5	1,79	0,34	-0,692	0,160	0,324	0,374	-0,420	0,395	-0,069
E6	1,88	0,55	-0,933	0,241	-0,055	-0,080	0,282	-0,477	0,011
E7	1,83	0,26	0,252	0,689	-0,255	-0,529	-0,294	0,013	0,122
E8	1,27	0,48	-0,045	-0,595	-0,915	0,154	-0,184	0,033	0,030
E9	1,23	0,29	-0,126	-0,745	0,406	-0,591	0,154	0,198	0,039
Просек	1,41								

Прилог 4.

Маса зрна по класу (g) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у
9 агроколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроколошких
средина, варијанса агроколошких средина и вредности оса интеракције
генотип/спољна средина (IPCA)

Генотипови	Средња вредност	IPCA _{g1}	IPCA _{g2}	IPCA _{g3}	IPCA _{g4}	IPCA _{g5}	IPCA _{g6}	
Ренесанса	1,17	-0,031	-0,035	0,251	0,142	-0,101	-0,318	
Победа	1,16	0,108	0,008	-0,856	0,246	0,204	-0,137	
Европа 90	1,13	0,195	0,273	0,058	-0,191	0,182	0,443	
НСР-5	1,10	-0,289	-0,246	0,322	-0,293	0,304	-0,304	
Драгана	0,94	0,816	0,327	-0,010	-0,414	0,044	-0,101	
Рапсодија	1,07	-0,005	0,309	0,015	0,219	-0,548	0,007	
Симонида	0,99	0,148	0,057	-0,035	0,078	-0,108	-0,147	
Циповка	0,94	0,186	0,012	0,200	0,064	0,001	0,056	
Банатка	0,65	0,080	-0,220	0,299	0,294	-0,073	0,151	
Банкут 1205	0,81	0,056	-0,522	0,077	0,360	0,276	0,166	
Невесинька	1,24	-0,380	-0,639	-0,303	-0,487	-0,328	0,131	
Одисеј	1,71	-0,885	0,676	-0,016	-0,019	0,147	0,053	
Просек	1,1							
Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	IPCA _{e1}	IPCA _{e2}	IPCA _{e3}	IPCA _{e4}	IPCA _{e5}	IPCA _{e6}
E1	0,66	0,04	0,343	-0,199	0,096	0,453	0,453	0,101
E2	0,76	0,06	0,283	-0,278	-0,031	0,065	-0,069	-0,089
E3	0,81	0,05	0,535	0,032	0,206	0,163	-0,135	0,264
E4	1,36	0,13	0,320	0,220	-0,145	-0,308	0,289	-0,494
E5	1,37	0,23	-0,461	0,430	0,429	0,397	-0,334	-0,262
E6	1,46	0,38	-0,681	0,568	-0,140	-0,132	0,343	0,277
E7	1,33	0,15	0,459	0,389	-0,166	-0,380	-0,342	0,182
E8	0,94	0,35	-0,395	-0,465	-0,754	0,190	-0,208	-0,026
E9	0,98	0,24	-0,404	-0,697	0,509	-0,447	0,005	0,046
Просек	1,1							

Прилог 5.

Број зрна по класу 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроеколошких средина, варијанса агроеколошких средина и вредности оса интеракције генотип/спољна средина (ИРСА)

Генотипови	Средња вредност	ИРСА _{g1}	ИРСА _{g2}	ИРСА _{g3}	ИРСА _{g4}	ИРСА _{g5}	ИРСА _{g6}	ИРСА _{g7}
Ренесанса	30,7	1,551	0,614	0,668	-1,087	-0,836	0,833	1,858
Победа	31,2	1,042	2,727	0,233	-1,918	1,589	-1,075	-0,401
Европа 90	32,0	-0,951	-0,559	0,155	0,057	0,056	-1,551	0,206
НСР-5	25,6	0,751	0,615	1,748	2,448	2,065	0,905	-0,129
Драгана	23,4	-3,766	0,669	-0,939	-0,149	0,494	-0,537	0,531
Рапсодија	30,9	-0,054	-2,198	-0,165	-2,091	0,799	1,779	-0,484
Симонида	29,7	-1,015	0,463	0,861	0,545	-0,918	1,044	0,002
Циповка	29,8	-1,835	-1,368	-1,292	0,796	0,418	0,159	0,256
Банатка	17,7	-0,757	0,420	0,992	-0,469	-1,610	0,167	-1,522
Банкут 1205	20,7	0,461	1,024	0,255	0,864	-1,867	-0,351	0,026
Невесиња	35,2	2,545	0,583	-3,395	0,861	-0,172	0,332	-0,374
Одисеј	40,5	2,029	-2,989	0,880	0,143	-0,018	-1,704	0,030
Просек	29							

Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	ИРСА _{e1}	ИРСА _{e2}	ИРСА _{e3}	ИРСА _{e4}	ИРСА _{e5}	ИРСА _{e6}	ИРСА _{e7}
E1	19,1	33,37	-1,040	1,892	3,232	0,313	-0,387	0,610	-1,035
E2	24,3	53,20	0,312	1,661	-0,453	0,351	-1,842	-0,457	0,962
E3	24,6	54,65	-2,413	-0,883	-0,370	-0,392	-1,880	-0,631	0,647
E4	33,4	55,74	-1,386	1,233	-0,031	0,691	2,604	0,513	1,376
E5	37,3	108,79	1,370	-2,873	1,144	-1,916	0,031	1,540	0,503
E6	33,4	117,96	1,517	-1,861	1,029	1,104	0,853	-2,571	-0,196
E7	34,9	65,76	-3,121	-0,733	-1,843	-0,805	0,742	-0,106	-1,274
E8	26,4	174,24	2,988	2,240	-1,244	-2,051	0,363	-0,439	-0,441
E9	27,4	115,27	1,774	-0,674	-1,463	2,703	-0,484	1,543	-0,541
Просек	29								

Прилог 6.

Принос зрна (t/ha) 11 испитиваних генотипова пшенице и 1 генотипа тритикалеа у 9 агроеколошких средина гајења-средње вредности генотипова и агроеколошких средина, варијанса агроеколошких средина и вредности оса интеракције генотип/спољна средина (ИРСА)

Генотипови	Средња вредност	ИРСА _{g1}	ИРСА _{g2}	ИРСА _{g3}	ИРСА _{g4}	ИРСА _{g5}	ИРСА _{g6}	
Ренесанса	3,23	0,658	0,060	0,107	-0,499	0,233	0,315	
Победа	3,47	0,181	0,375	-1,140	0,117	0,541	-0,294	
Европа 90	3,52	0,496	-0,841	0,079	0,235	-0,177	-0,049	
НСР-5	3,21	0,892	-0,208	0,031	0,625	-0,023	0,340	
Драгана	3,27	0,423	-0,141	-0,650	0,148	-0,088	-0,104	
Рапсодија	3,19	-0,071	-0,224	0,796	-0,317	-0,616	-0,221	
Симонида	3,58	0,417	-0,120	-0,021	-0,537	0,363	-0,211	
Циповка	3,24	-0,070	0,242	0,196	-0,196	0,177	-0,027	
Банатка	2,34	-0,445	0,731	0,665	0,543	0,130	0,038	
Банкут 1205	2,48	-0,366	0,318	-0,537	0,157	-0,424	-0,403	
Невесиња	2,72	-0,397	0,544	-0,428	-0,316	-0,442	0,463	
Одисеј	3,64	-1,715	-0,737	-0,099	0,040	0,327	0,154	
Просек	3,16							
Ознака средине	Средња вредност	Варијанса	ИРСА _{e1}	ИРСА _{e2}	ИРСА _{e3}	ИРСА _{e4}	ИРСА _{e5}	ИРСА _{e6}
E1	2,73	0,70	-0,667	0,013	0,085	-0,855	0,160	0,153
E2	2,80	0,73	0,651	-0,454	0,290	0,560	0,242	0,148
E3	3,08	0,80	0,879	-0,158	0,368	-0,342	-0,345	0,483
E4	3,68	1,19	-1,148	0,878	0,152	0,342	-0,476	0,074
E5	4,07	1,36	-0,940	-1,138	-0,287	0,139	-0,354	-0,160
E6	4,06	0,80	0,587	0,324	-1,248	0,060	0,060	0,125
E7	2,99	0,69	-0,406	0,081	0,093	-0,123	0,828	-0,204
E8	2,58	0,81	0,970	0,212	0,199	-0,237	-0,355	-0,664
E9	2,42	0,26	0,074	0,241	0,346	0,456	0,240	0,045
Просек	3,16							

БИОГРАФИЈА

Борислав Бањац је рођен 7. априла 1982. године у Кикинди. Основну школу „Петар Кочић“ завршио је у Накову. Средњешколско образовање стекао је у Кикинди похађајући Гиманзију „Душан Васиљев“ коју је завршио са одличним успехом.

Пољопривредни факултет, новосадског универзитета, уписао је школске 2001/2002. године, на којем је дипломирао као студент смера за ратарство и повртарство у школској 2006/2007. години са просечном оценом 8,79. Током студија уручена му је Универзитетска награда Универзитета у Новом Саду. Након тога уписује дипломске академске мастер студије, смер Генетика, оплемењивање биљака и семенарство, које завршава 2008. године са просечном оценом 9,83. Мастер рад под насловом „Варијација компоненти приноса пшенице гајене на солоњецу“ из предмета Основни принципи квантитативне генетике оцењен је оценом 10. Исте године уписује докторске академске студије на Пољопривредном факултету у Новом Саду, смер Агрономија. Од 2008. године до заснивања радног односа је био стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Избором у звање истраживач сарадник за ужу научну област Генетика и оплемењивање биљака, 2009. године засновао је радни однос на Пољопривредном факултету у Новом Саду, Департман за ратарство и повртарство, Катедра за земљиште исхрану биљака и генетику. Од 2011. године запослен је у звању асистента за ужу н. о. Генетика, оплемењивање биљака и семенарство.

У наставном раду изводи вежбе из предмета Генетика, за студенте биолошких смерова Пољопривредног факултета.

У научном раду укључен је на пројекте Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије из области генетике и оплемењивања пшенице.

Члан је Друштва генетичара Србије и Друштва селекционера и семенара Републике Србије.

Аутор и коаутор је 34 научна рада. Говори, чита и пише енглески језик.

Ожењен је и живи у Новом Саду.