

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Кристина Р. Луковић

**КАРАКТЕРИЗАЦИЈА КГ-ЛИНИЈА ПШЕНИЦЕ
ПО МОРФОЛОШКИМ ОСОБИНАМА И
ТЕХНОЛОШКОМ КВАЛИТЕТУ ЗРНА**

докторска дисертација

Београд, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Kristina R. Luković

**CHARACTERIZATION OF KG-LINES OF
WHEAT BY MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGICAL
QUALITY OF GRAIN**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020.

МЕНТОР:

Др Славен Продановић, редовни професор, Универзитет у Београду
Пољопривредни факултет, УНО Оплењењавање биљака

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирјана Демин, ванредни професор, Универзитет у Београду
Пољопривредни факултет, УНО Наука о преради ратарских сировина

Др Љубиша Живановић, ванредни професор, Универзитет у Београду
Пољопривредни факултет, УНО Посебно ратарство

Др Гордана Бранковић, доцент, Универзитет у Београду Пољопривредни
факултет, УНО Генетика

Др Бојан Јоцковић, научни сарадник, Институт за ратарство и повртарство
у Новом Саду, УНО Генетика и оплењењавање

Датум одбране: _____

Захвалница

Захваљујем се ментору, проф. др Славену Продановићу, на помоћи у разради теме, предлозима и идејама које су уобличиле ову дисертацију. Драгоцени савети, смернице, сугестије, као и подстицај да проблем увек посматрам са више различитих страна, биле су мотивација у мом научном раду.

Хвала проф. др Мирјани Демин и проф. др Љубиши Живановићу на корисним саветима током уобличавања рада.

Проф. др Гордани Бранковић и др Бојану Јоцковићу, научном сараднику Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, захваљујем се на стручним сугестијама и примедбама које су ми користиле у писању завршне верзије докторске дисертације.

Велику захвалност дугујем проф. др Миливоју Миловановићу, који ми је помогао у избору теме и експерименталном раду. Нарочито сам му захвална на подстицају, корисним саветима и сугестијама, од постављања експеримента до коначног уобличавања овог истраживачког рада.

Изражавам велику захвалност проф. др Веселинки Зечевић, на непрестаној помоћи приликом писања овог рада. Њени савети су ми били од непроцењиве користи приликом обраде података, тумачења добијених резултата и кориговања рукописа. Посебно сам јој захвална на свесрдној помоћи током свих ових година истраживања и мотивацији за научно-истраживачки рад.

Неизмерну захвалност исказујем професору др Мирољубу Бараћу, у чијој сам лабораторији обавила анализу састава резервних протеина-глутенина, на указаном поверењу, пренетом знању, литератури и несебичној помоћи у тумачењу добијених резултата.

Посебно се захваљујем др Зденки Гирег, научном сараднику Института за повртарство у Смедеревској Паланци, као и др Драгославу Мутаваџићу, научном сараднику Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, на несебичној помоћи око статистичке обраде података и корисним саветима у тумачењу добијених резултата.

Др Снежани Бабић, научном сараднику Института за крмно биље у Кушевцу и маст. инж. Владимиру Сабадошу, директору Агроинститута у Сомбору, дугујем велику захвалност на помоћи током извођења огледа.

Велику захвалност изражавам Центру за стрна жита и директору Центра дипл. инж. Благоју Ковачевићу, који ми је омогућио израду ове докторске дисертације.

Захваљујем се колеги др Владимиру Перишићу на драгоценим саветима током писања дисертације.

Посебно сам захвална др Јелени Миливојевић, научном саветнику Центра за стрна жита на корисним упутствима и указаној подршци при изради рада.

Захваљујем се техничком особљу Центра за стрна жита, који су на било који начин допринели изради овог рада.

Велику захвалност дугујем свим мојим пријатељима и колегама на указаној подршци током писања докторске дисертације.

Моја најдубља и највећа захвалност припада мојим родитељима Мирјани и Ранку, сестри Ивани, супругу Димитрију и ћерки Ирени, који су ме континуирано подстицали током свих година образовања. Нарочито сам им захвална на финансијској подршци у току израде овог рада, стрпљењу, вери, љубави и подршци у свим мојим напорима да истрајем до краја.

Ова докторска дисертација је део истраживања на пројекту Норвешке владе под називом “Research, education and knowledge transfer promoting entrepreneurship in sustainable use of pastureland/grazing” (332160UÅ) и “Agricultural Adaptation to Climate Change – Networking, Education, Research and Extension in the West Balkans” (332160 UØ), у оквиру програма HERD (Programme for Higher Education, Research and Development), као и пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ИИИ 46006).

КАРАКТЕРИЗАЦИЈА КГ-ЛИНИЈА ПШЕНИЦЕ ПО МОРФОЛОШКИМ ОСОБИНАМА И ТЕХНОЛОШКОМ КВАЛИТЕТУ ЗРНА

Кристина Луковић

Сажетак: У раду је спроведена карактеризација 14 генотипова озиме пшенице (*Triticum aestivum* L.) по морфолошко-продуктивним особинама и технолошком квалитету зрна. Испитивани генотипови представљају перспективне линије пшенице створене у Центру за стрна жита у Крагујевцу. Оглед је изведен у двогодишњем периоду (2013/2014 и 2014/2015) на три локације (Крагујевац, Крушевац и Сомбор). Анализирани су следеће морфолошке и продуктивне особине: висина биљке, дужина прве интернодије, дужина друге интернодије, дужина вршне интернодије, пречник прве интернодије, пречник друге интернодије, пречник вршне интернодије, дужина класа, број класића примарног класа, број фертилних класића примарног класа, маса зрна примарног класа, маса зрна по биљци, принос зрна, маса 1000 зрна и хектолитарска маса. Карактерисана је генетичка различитост и варијабилност генотипова пшенице по особинама из UPOV дескриптора. Такође, испитане су најважније особине технолошког квалитета пшенице: седиментациона вредност, садржај влажног и сувог глутена и важније реолошке особине брашна (моћ упијања воде, развој теста, стабилност теста, степен омекшања, квалитетни број и квалитетна група). На основу анализе резервних протеина глутенина, код испитиваних генотипова нису уочене значајне разлике у два типа глутенинских подјединица: глутенина великих молекулских маса (HMW, 110-80 kDa) и глутенина малих молекулских маса (LMW, 75-30 kDa).

Утврђена је висока вредност херитабилности за висину биљке (98,20%), дужину класа (98,24%), број класића по класу (93,38%) као и за број фертилних класића (87,78%), што указује да је генотип имао највећи утицај на експресију ових особина. За морфолошке особине, најјача корелациона зависност утврђена је између висине биљке и дужине друге интернодије (0,92**). За продуктивне особине, врло значајна корелациона зависност утврђена је између масе зрна по класу и масе зрна по биљци (0,81**), као и између масе зрна по класу и масе 1000 зрна (0,77**). Високо значајна позитивна корелација, на сва три локалитета, утврђена је између седиментације протеина и садржаја влажног и сувог глутена. Генотип КГ-52/23 је испољио стабилност у приносу зрна, маси зрна по биљци, маси зрна по класу и седиментацији протеина и остварио високе просечне вредности наведених особина. Овај генотип (КГ-52/23) се може сматрати пожељним, широко адаптираним на различите агроколошке услове. Генотип КГ-199/4 је постигао високу стабилност у маси зрна примарног класа и седиментацији протеина, док се генотип КГ-52/3 показао као супериоран у погледу особина квалитета. Коришћена је кластер анализа за груписање генотипова на основу њихове сличности по испитиваним особинама, као и за груписање особина по њиховој међузависности. Испитивани генотипови су сврстани у три кластера, а све анализирани особине у две групе.

Кључне речи: пшеница, карактеризација, евалуација, морфолошке особине, технолошки квалитет, интеракција генотип × спољна средина, фенотипске корелације.

НАУЧНА ОБЛАСТ: Биотехничке науке

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ: Ратарство и повртарство

УДК: 633.11:575.22:[581.1+631.576.3(043.3)]

CHARACTERIZATION OF KG-LINES OF WHEAT BY MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF GRAIN

Kristina Luković

Summary: The dissertation characterizes 14 genotypes of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by morphological-productive characteristics and technological quality of grain. The examined genotypes represent perspective wheat pure lines which were created in the Center for Small Grains in Kragujevac. The experimental part of the trial was performed in a two-year period (2013/2014 and 2014/2015) at three locations (Kragujevac, Kruševac and Sombor). The following morphological-productive traits were analysed: plant height, length of the first internode, length of the second internode, length of the top internode, diameter of the first internode, diameter of the second internode, diameter of the top internode, spike length, number of spikelets of primary spike, number of fertile spikelets of primary spike, grain weight per primary spike, grain weight per plant, grain yield, 1000 grain weight and hectolitre weight. The genetic diversity and variability of wheat genotypes were characterized for traits from the UPOV descriptor. In addition, the most important characteristics of the technological quality of wheat were examined: sedimentation value, wet and dry gluten content and the most substantial rheological properties of flour (water absorption, dough development time, stability time, swelling index, farinograph quality number and farinograph quality group). In studied genotypes were not observed significant differences in two types of glutenin subunits: high molecular weight peptides (HMW, 110-80 kDa) and low molecular weight polypeptides (LMW, 75-30 kDa). A high value of heritability in broad sense was found for plant height (98.20%), spike length (98.24%), number of spikelets per spike (93.38%) as well as for the number of fertile spikelets (87.78%) indicating a high genotype influence on the expression of these traits. Taking into account morphological traits, the strongest correlation was found between a plant height and a length of the second internode (0,92**). For productive traits, a strong correlation was found between grain mass per spike and grain weight per plant (0.81**), as well as between grain mass per spike and 1000 grain weight (0.77**). A highly significant positive correlation, at all three localities, was found between protein sedimentation and wet and dry gluten content. Genotype KG-52/23 was found to show stability in grain yield, grain mass per plant, grain mass per spike, and protein sedimentation. In addition, it achieved high average values of all the mentioned traits, so it can be considered a desirable genotype widely adapted to different agroecological conditions. Genotype KG-199/4 achieved high stability in primary spike grain mass and protein sedimentation, while genotype KG-52/3 proved to be superior in terms of quality traits. A cluster analysis was used to group genotypes according to their similarity in the examined traits, as well as to group the traits according to their interdependence. All studied genotypes were classified into three clusters while the analysed traits were classified into two groups.

Key words: wheat, characterisation, evaluation, morphological traits, technological quality, genotype × environment interaction, phenotypic correlations

SCIENTIFIC FIELD: Biotechnical sciences

SPECIFIC SCIENTIFIC FILED: Field and vegetable crops

UDK: 633.11:575.22:[581.1+631.576.3(043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ХИПОТЕЗЕ	3
2.1. Научни циљеви истраживања	3
2.2. Основне хипотезе од којих се полази	3
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	5
3.1. Карактеризација и евалуација пшенице.....	5
3.2. Оплемењивање пшенице на морфолошке и продуктивне особине	6
3.3. Оплемењивање пшенице на квалитет	7
3.4. Оплемењивање пшенице у Центру за стрна жита у Крагујевцу	9
3.5. Херитабилност особина пшенице	10
3.6. Међузависност особина пшенице	12
3.7. Интеракција генотипа пшенице и спољне средине	13
3.8. Кластер анализа генотипова пшенице	15
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	17
4.1. Биљни материјал	17
4.2. Пољски огледи и метод рада.....	18
4.3. Статистичка обрада података	20
4.4. Климатски услови у периоду извођења огледа.....	23
4.5. Особине земљишта	26
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА.....	27
5.1. Карактеризација и евалуација КГ-линија пшенице.....	27
5.1.1. Особине по UPOV дескриптору КГ-линија пшенице	27
5.1.2. Морфолошке особине КГ-линија пшенице	28
5.1.2.1. Висина биљке	28
5.1.2.2. Дужина прве, друге и вршне интернодије.....	30
5.1.2.3. Пречник прве, друге и вршне интернодије	35
5.1.2.4. Дужина класа, број класића примарног класа и број фертилних класића по класу..	41
5.1.3. Продуктивне особине КГ-линија пшенице	46
5.1.3.1. Маса зрна примарног класа.....	46
5.1.3.2. Маса зрна по биљци.....	48
5.1.3.3. Принос зрна пшенице	50
5.1.3.4. Маса 1000 зрна	53
5.1.3.5. Хектолитарска маса	54

5.1.4. Технолошки квалитет зрна КГ-линија пшенице.....	57
5.1.4.1. Седиментација протеина	57
5.1.4.2. Садржај влажног и сувог глутена.....	59
5.1.4.3. Реолошке особине брашна и теста	63
5.1.4.4. Састав глутенина.....	67
5.2. Херитабилност особина КГ-линија пшенице.....	69
5.3. Међузависност особина КГ-линија пшенице.....	71
5.3.1. Корелациона анализа	72
5.3.2. Регресиона анализа	76
5.4. Интеракција КГ-линија пшенице и спољне средине (G×E).....	78
5.4.1. Маса зрна по класу.....	79
5.4.2. Маса зрна по биљци.....	81
5.4.3. Принос зрна	83
5.4.4. Маса 1000 зрна	86
5.4.5. Хектолитарска маса	89
5.4.6. Седиментација протеина	91
5.4.7. Садржај влажног глутена	94
5.5. Кластер анализа КГ-линија пшенице.....	98
6. ЗАКЉУЧАК.....	101
7. ЛИТЕРАТУРА.....	105
8. ПРИЛОГ	117

1. УВОД

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) представља изузетно значајну биљну врсту, која се у прошлости, а и данас користи за исхрану или као извор хране за више од две трећине људске популације у свету. То је примарни разлог због чега је она била предмет опширних научних истраживања, у циљу побољшања приноса и квалитета као и адаптивне способности. Пшеница припада породици трава (*Poaceae*), роду *Triticum*. У пољопривредној производњи су углавном заступљене само две врсте, мека и тврда пшеница (*Triticum vulgare* и *Triticum durum*), док су остале врсте ограниченог ареала и гаје се само у неким регионима. Обична пшеница (*Triticum aestivum* L.) је алохексаплоид и потиче од три врсте трава (*Aegilops speltoides*, *Triticum urartu* и *Aegilops tauschii*), од којих је свака имала по 14 хромозома. Стога, обична пшеница има 42 хромозома. Садржи три генома А, Б и Д. Сматра се примарним усевом за производњу хлеба и других производа од брашна због својих врхунских пецивних својстава у поређењу са другим житима (Dewettinck и сар., 2008). Пшенично зрно се састоји од клице (2-3%), омотача (13-17%) и ендосперма (80-85%). Према Belderok (2000), највећи део ендосперма (82%) чине угљени хидрати (углавном скроб) и протеини (13%). Масти (1,5%) су заступљене у мањем проценту, а садржај минералних материја (0,5%) и дијететских влакана је низак (1,5%). Већи део омотача чине влакна (53%), протеини (16%) угљени хидрати (16% на укупну суву материју) и минералне материје (7,5%). Клица, такође, представља богат извор протеина, угљених хидрата, дијеталних влакана, масти и минералних материја. Користи се у индустрији витамина, где се из клице искоришћава витамин Е. Данас је висококвалитетно биљно уље саставни део здраве исхране, извор масних киселина и витамина растворљивих у уљу. Уље пшеничних клица садржи високу количину витамина Е -токоферола које као снажан антиоксиданс, осим што успорава процес старења, нормализује повишену оксидација липида који условљавају настанак многих болести унутрашњих органа и коже (Leenhardt и сар., 2008, Sizova 2016).

Пшеница се употребљава у различитим гранама индустрије, као што су млинска, кондиторска, фармацеутска и пивска индустрија. Последњих година повећано је интересовања за коришћење целог зрна пшенице у облику интегралног брашна у изради хлеба, пецива, колача и других производа. Пшеничне мекиње, које се добијају приликом млевења омотача, клице и алеуронског слоја, користе се као концентрована храна у сточарству. Мекиње су богате хранљивим материјама (беланчевине, скроб, шећер, масти), а такође садрже и знатно више целулозе у поређењу са брашном.

Пшеница је биљна врста са великим ареалом распрострањености. Захваљујући њеном полиморфизму, гаји се готово у целом свету. Према подацима FAOSTAT (2017), пшеница се у свету гаји на 218.543.071 ha, уз просечан принос од око 3,5 t ha⁻¹. Највеће површине под пшеницом заступљене су у Индији (30.600.000 ha). Потом следе Русија (27.517.354 ha), Кина (24.510.393 ha), Америка (15.210.680 ha), Аустралија (12.191.153 ha), Казахстан (11.911.989 ha) и Канада (9.035.993 ha). У Србији се пшеница гаји на око 556.115 ha, уз просечан принос зрна од око 4,1 t ha⁻¹ (РЗС, 2017).

Свакодневно коришћење пшеничног хлеба и других производа од пшенице намеће потребу континуираног стварања нових сорти високих и стабилних приноса, високог технолошког квалитета зрна. Принос зрна пшенице је сложено својство и зависи од већег броја особина: броја касова по јединици површине, броја зрна по класу, масе класа, маса 1000 зрна, (Hristov и сар., 2011; Quintero и сар., 2018). Међутим, експресија ових квантитативних особина последица је деловања гена са малим ефектом (минор гени), тако да је степен њиховог деловања условљен међусобном интеракцијом и утицајем спољне средине (Перишић и сар., 2011).

Последњих година се све већа пажња поклања технолошком квалитету пшенице, јер млинска и пекарска индустрија захтевају сировину високог квалитета у циљу добијања квалитетног крајњег производа. С обзиром да људи теже квалитетнијем и здравијем начину живота, захтеви за побољшањем квалитета пшеничног брашна, такође, се повећавају. Квалитет зрна пшенице зависи, првенствено, од количине и квалитета глутена. Протеини глутена се састоје од глијадина и глутенина између којих постоји јака физичко-хемијска веза. Глијадини, углавном, утичу на вискозност и растегљивост теста, док глутенини одређују јачину и еластичност теста (Wieser, 2007). Састав протеина је генетички условљен и представља компоненту која се наслеђује. Међутим, услови спољне средине, нарочито минерална исхрана, влажност земљишта, температура ваздуха и падавине у време оплодње и наливања зрна, у великој мери, утичу на квалитет и садржај протеина (Hurkman и Wood, 2011; Zečević и сар., 2013; Holik и сар., 2018; Luković и сар., 2019).

Истраживања спроведена у овој дисертацији послужиће да се за КГ-линије, које су створене у последњих десетак година, изврши карактеризација по морфолошким, продуктивним и технолошким особинама. Ово ће омогућити њихову оцену, унапређење процеса оплемењивања, коришћење неких од проучаваних линија у производњи и формирање "core" колекције. Такође, неке од линије са пожељним особинама могу послужити као будући родитељи за укрштање и стварање нових сорти.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ХИПОТЕЗЕ

2.1. Научни циљеви истраживања

Основни циљеви ове дисертације су:

- Да се проучи актуелно стање у погледу морфолошких и продуктивних особина, као и технолошког квалитета нових перспективних линија створених у Центру за стрна жита у Крагујевцу.
- Да се унапреди процес оплемењивања пшенице у Центру за стрна жита у Крагујевцу кроз нова сазнања о вредностима коефицијената херитабилности особина пшенице и зависности морфолошких и продуктивних особина пшенице, међусобно, као и њиховом утицају на квалитет пшенице.
- Да се унапреди српски сортимент пшенице, а посебно да се унапреди производња на територији централне Србије. Наиме, очекује се да оне сорте које су створене у овом подручју као најродније, најбоље адаптиране и боље од стандарда, буду најприносније у комерцијалној производњи. Тренутно на подручју централне Србије, по сетвеним површинама, доминирају сорте створене у равничарској Војводини и у иностранству;
- Да се добију показатељи који говоре о реакцији испитиваних генотипова на различите услове спољашње средине. Из тог разлога су и изабране врло различите локације (Крушевац, Сомбор и Крагујевац) са специфичним климатским (температура, падавине), земљишним и едафским карактеристикама. Добијени подаци о интеракцији генотип-спољна средина указује на адаптабилност и стабилност сорти и правце за њихову рејонизацију.
- Да се испита утицај родитељских генотипова и рекомбинација њихове наследне основе на вредности проучаваних агрономских особина и параметара квалитета пшенице.
- Да се од проучаваних линија издвоје најбоље које ће се укључити у даљи процес признавања код Комисије за признавање сорти. Наиме, данас се признају само сорте које имају задовољавајући принос и квалитет. Постављају се високи критеријуми у погледу квалитета хлеба и пекарских производа, а све више се траже и пшенице за посебне намене у погледу употребне вредности.

2.2. Основне хипотезе од којих се полази

Основна претпоставка на којој се заснива предложено истраживање јесте да су дугогодишњим оплемењивачким радом створене нове и добре експерименталне КГ-линије озиме хлебне пшенице.

Експерименталне линије могу послужити за добијање научно вредних података. Претпоставља се да код ових линија постоји значајна варијабилност агрономских, морфолошких и физиолошких особина и компоненти технолошког квалитета условљена генетичким и еколошким факторима као и њиховом интеракцијом.

Добијени резултати из ових истраживања могу послужити за одабирање најбољих КГ-линија, и очекује се да ће после испитивања, у мрежи микроогледа сортне Комисије, неке од линија бити признате као нове сорте. Може се очекивати да ће се неке линије, по појединим

особинама, истицати у односу на остале. Такве линије могу бити родитељи донори гена који контролишу те особине, за наредна укрштања у оплемењивачким програмима.

Изабране су лабораторијске методе које се користе у бројним научним истраживањима, тестирању квалитета у Комисији за признавање сорти и испитивањима квалитета у млинско-пекарској индустрији, те се очекује да ће њихова примена омогућити да се добију поуздани подаци о технолошком квалитету зрна, теста и брашна ових експерименталних линија.

Ефикасан одабир и признавање неких од испитиваних експерименталних линија може се очекивати као резултат ове дисертације, јер се она реализује у Центру за стрна жита у Крагујевцу, који је до сада био успешна оплемењивачка институција. Захваљујући високој отпорности и толерантности према економски важнијим проузроковачима болести и штеточинама пшенице, као и према суши, ниским температурама, топлотним ударима, киселим земљиштима и др. неповољним биотским и абиотским чиниоцима, сорте озиме пшенице креиране у Крагујевцу препознатљиве су по веома добрим и стабилним резултатима, а што је посебно карактеристично за производњу на просторима централне и јужне Србије.

Посебно се може претпоставити да ће неке од испитиваних линија имати одличан квалитет. Центар за стрна жита у Крагујевцу традиционално је познат као оплемењивачка институција, која ствара сорте одличног технолошког квалитета зрна и других пожељних особина за производњу хлеба и пецива. У оплемењивачком програму овог центра успешно су коришћени гени из руског сортимената пшенице (Безостаја, Кавказ). Као пример сорте одличног квалитета, која је створена у Крагујевцу, може се истаћи сорта КГ-56.

Очекује се да неке од испитиваних линија, по приносу и технолошком квалитету, буду боље од сорте „Победа“, као дугогодишњег стандарда за принос зрна и квалитет у Комисији за признавање сорти пољопривредног биља, и да се сврстају у групу сорти побољшивача. Примена савремених биометријских метода може да омогући научну анализу и дубљу карактеризацију новог селекционисаног материјала који се испитује. У дисертацији ће примена биометријских метода омогућити оцену варијабилности, показати дивергенцију између испитиваних линија, указати на корелационо-регресионе односе проучаваних особина, дати вредности херитабилности особина и оценити интеракцију генотипова и спољне средине.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1. Карактеризација и евалуација пшенице

Биљни генетички материјал који је од значаја за оплемењивање и стварање нових сорти, сакупља се у колекције и одржава конзервацијом *in situ* и *ex situ*. За успешно коришћење биљних генетичких ресурса веома је важно да се спроведе карактеризација и евалуација (оцена) свих узорака, која има за циљ да опише особина које су високо наследне, лако видљиве и једнако изражене у свим срединама (Mladenović Drinić и Savić Ivanov, 2017). Заснива се на описивању морфолошких, биохемијских и молекуларних особина, на основу којих се могу идентификовати пожељни гени, неопходни за оплемењивачки рад у процесу стварања нових сорти. Карактеризација морфолошких особина врши се помоћу међународних дескриптора прописаних од стране UPOV-a (International Union for the Protection of New Varieties of Plants), IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) или неке друге међународне институције и организације. Биохемијска карактеризација обухвата анализу протеинских фракција, угљених хидрата, липида и других биохемијских маркера (Varzakas и сар., 2014; Janković и сар., 2015; De Santis и сар., 2017; Goel и сар., 2018; Vancini и сар., 2019), док се молекуларна карактеризација заснива на коришћењу одговарајућих молекуларних маркера (SSR, RLFP, RAPD, STS, AFLP, SNP) за процену генетичке сличности и различитости појединих популација, као и за откривање и праћење пожељних алела у селекцији биљака (Semang и сар., 2006; Wang и сар., 2013; Wang и сар., 2015; Gao и сар., 2016; Jamali и сар., 2019). Прикупљени подаци о оцени и карактеризацији узорака се шаљу у базе података у циљу ефикаснијег коришћења. Приступ генетичкој разноврсности је од пресудног значаја за успех у програмима оплемењивања.

Prodanović и сар. (2006) су спровели карактеризацију савремених европских сорти пшенице на основу UPOV дескриптора. Основна колекција састојала се од 500 сорти пшенице, од којих је описано 55 сорти за 12 особина. Аутори су утврдили велику дивергентност између испитиваних сорти, при чему су за све генотипове одређене специфичне вредности оцена особина по коришћеном дескриптору. Фреквенција вредности оцена особина указала је на доминантне правце селекције пшенице у европским земљама. Заправо, осим карактеризације, обављена је и евалуација генотипова, односно њихова оцена по вредности особина од значаја за оплемењивање. Евалуација је иста активност као карактеризација, једина разлика је у особинама које се прате, односно у томе да ли су посматране особине од значаја за оплемењивачки програм у одређеној институцији. Rukavina и сар. (2013) су проучавали генетичку различитост код 50 сорти хексаплоидне пшенице на основу морфолошких својства класа. На основу анализираних података, аутори су утврдили најудаљеније сорте најбољих морфолошких особина класа, што ће помоћи при успешном избору нових родитељских комбинација у будућим оплемењивачким програмима. Denčić и сар. (2015) су испитивали различитост код 42 сорте озиме пшенице настале из 9 различитих укрштања, користећи три система маркера: морфолошке маркере (UPOV дескриптор), биохемијске (глијадинско алелни профил) и молекуларне маркере (SSRs). Иако су морфолошки маркери веома информативни, ипак помоћу њих нису успели да установе различитост између два пара сестринских сорти Европе 90 и Европе, као и Новосадске ране 3 и Новосадске ране 2. Упоредјујући све маркер системе у оцени различитости, аутори истичу да су најефикаснији били микросателити, а најмање ефикасни глијадински профили.

Биљни генетички ресурси су од изузетног значаја за сваку земљу. Према процени, у *ex-situ* колекцијама у Србији се чува 10.200 узорака жита, највише је заступљена пшеница, а највећа колекција је у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, затим у Институту за

кукуруз у Земун Пољу (око 6.000 узорака) и 4.238 узорака у Националној банци биљних гена (Prodanović и сар., 2015; Младеновић Drinić и Savić Ivanov, 2017). Центар за стрна жита у Крагујевцу је један од пионира у колекционисању узорака у Србији. До 2013. године, у колекцији Центра налазило се укупно 4.191 узорака свих врста стрних жита, од чега 3.137 пшенице, јечма 270, овса 350, тритикалеа 415 и ражи 19 узорака (Bratković и сар., 2012).

3.2. Оплемењивање пшенице на морфолошке и продуктивне особине

Основни циљ у оплемењивању пшенице је креирање генотипова високих и стабилних приноса, доброг технолошког квалитета зрна. Током последњих сто година, оплемењивачи пшенице из Европе и других делова света, радили су на повећању приноса пшенице, редукујући висину биљке, како би је учинили отпорном на полегање у условима интензивне пољопривредне производње (Вогојевић и Богојевић, 2005). Значајно повећање приноса пшенице у свету постигнуто је током "Зелене револуције" интродукцијом гена редуктора висине (Rht гена) у сорте пшенице (Hedden, 2003). На тај начин створене су високоприносне сорте ниже и чвршће стабљике, отпорне на полегање (Khush, 2001). Позитиван ефекат Rht гена на повећање приноса зрна је двојак. Са једне стране, ови гени спречавају издуживање стабљике као одговор на примену високих доза азотних ђубрива, услед којих биљке постају осетљиве и подложне полегању. Са друге стране, омогућавају да се већи део продуката фотосинтезе усмери у зрно повећавајући фертилност класа, број зрна у класу и жетвени индекс (Stephen, 2017; Tsenov и сар. 2015). До данас је идентификован већи број Rht гена (McIntosh и сар., 2017). Rht 8 gen који потиче из јапанске сорте Акакомуги, распрострањен је у земљама јужне Европе и присутан је у многим сортама пшенице централне Европе, укључујући руске сорте Аурора, Безостаја и Кавказ (Worland и сар., 1998). Широко заступљени алели у модерним сортама пшенице, Rht-B1b и Rht-D1b који потичу из јапанске сорте Норин 10, смањују дужину интернодија, а тиме и укупну висину биљке доприносећи значајном повећењу приноса зрна (Gale и Youssefian, 1985; Flintham и сар., 1997). Међутим, Jobson и сар. (2019) истичу да Rht-B1b и Rht-D1b алели, поред позитивног ефекта на принос зрна, негативно утичу на величину зрна и садржај протеина. Гени редуктори висине стабљике присутни су у више од 80% признатих сорти широм света, што указује на њихов велики значај у повећању приноса пшенице (Hedden 2003).

Иако селекција сорти пшенице ниског раста и веће способности искоришћавања хранљивих материја из ђубрива представља главно обележје генетичког унапређења пшенице (Bhutta, 2006) ипак, полегање биљака представља један од пресудних фактора у формирању приноса (Јао и сар., 2011), чак и код ниских, патуљастих сорти пшенице у случају недовољне чврстине стабљике. У претходним истраживањима је утврђено постојање широке генетичке варијабилности за пречник стабљике, дебљину зида и јачину сржи стабљике, као компоненти које одређују јачину стабљике (Berry и сар., 2007; Berry и Berry, 2015), али је овај извор варијабилности недовољно искоришћен од стране оплемењивача због тешкоћа у његовој оцени. Prodanović и сар. (2002) наводе да пречник прве интернодије значајно утиче на полегање, и указују да при селекцији линија пшенице отпорних на полегање, треба одабрати ниже биљке, мање надземне масе, са дебљим интернодијама и боље развијеним кореновим системом. Khobra и сар. (2019) истичу неопходност комбиновања механичке јачине стабљике и осталих пожељних особина као што су шири пречник интернодија, већа густина стабљике, са већим садржајем лигнина, у циљу повећања отпорности према полегању. Према Hristov и сар. (2010), недостатак воде у критичним фазама издуживања стабла, формирања и наливања зрна доводи до промене односа дужине појединих интернодија, значајно утичући на дужину прве, друге, треће и вршне

интернодије. Аутори истичу да је однос између дужина интернодија од великог значаја за унапређење толерантности на полагање код пшенице.

Важно је знати да смањење висине и тежине стабла у селекцији нових сорти не може ићи испод одређених граница, јер за постизање високих приноса зрна потребан је оптимални биолошки принос. Код већине програма оплемењивања пшенице, главна пажња је усмерена на принос зрна и компоненте приноса (број класова по јединици површине, дужина класа, број класића, број зрна у класу, маса зрна по класу и маса 1000 зрна). Aгаus и сар. (2008) истичу да је такав приступ у раду омогућио унапређење производње у складу са растућом популацијом становништва на планети, док се допринос оплемењивања у Србији, у другој половини 20. века, мери повећањем генетичког потенцијала за принос зрна од 32 до 43 kg ha⁻¹ година⁻¹ (Mladenov и сар., 2007). Као најважније компоненте родности класа сматрају се: дужина класа, број класића по класу, број зрна по класу, број стерилних класића по класу и број зрна по класу, при чему последње три уједно представљају и важне показатеље фертилности класа код стрних жита (Milovanović и сар., 2019a). Према Milovanović и сар., (2019b), број зрна по класићу се сматра једним од најважнијих показатеља фертилности класа (цветова) код тритикалеа и других стрних жита. Аутори истичу да се класови са већим бројем зрна по класићу и већом масом лако могу запазити у процесу одабирања из генерација раздвајања, па зато ови показатељи продуктивности класа имају важну улогу у будућем повећању приноса (Milovanović и сар., 2019b). Проучавајући ефекат величине класа на компоненте приноса и принос, Кобилски и сар. (1996) су установили су да најновије НС сорте и најперспективније НС линије имају значајно више класића по класу и код малих класова, као и већу масу зрна по класу и код нормалних и код малих класова, у односу на иностране генотипове и старије НС сорте. Утврђена високо значајна позитивна корелације између дужине малих класова и приноса зрна указала је да је продужењем класа, могуће остварити повећан принос зрна. Pегišić и сар. (2011) наводе да је рад на побољшању дужине класа и броја класића по класу у великој мери је допринео повећању просечних приноса пшенице. Аутори истичу да су данашње сорте пшенице способне да створе већи број зрна по класу и јединици површине у односу на некада гајене сорте.

3.3. Оплемењивање пшенице на квалитет

Поред оплемењивања на висок принос, посебан задатак у оплемењивању стрних жита је креирање нових квалитетних сорти. Остварење овог циља је доста сложено с обзиром да су принос и квалитет у негативној корелацији (Rakszegi и сар., 2016).

Један од најважних показатеља квалитета пшенице је садржај протеина у зрну. На основу садржаја протеина, пшеница се разврстава у квалитетне класе. Молекули протеина се састоје из аминокиселина и имају сложену хемијску структуру. Подела протеина извршена је према њиховој растворљивост на албумине (растворљиви у води), глобулине (растворљиви у растворима соли), глијадине (растворљиви у 70% етанолу) и глутенине (растворљиви у растворима киселина). Глијадини и глутенини представљају протеине глутена и имају веома важну улогу у технолошком квалитету пшенице. При промени односа међу њима мењају се особине глутена. Са повећањем садржаја глијадина повећава се растегљивост теста, а при повећању садржаја глутенина повећава се снага теста и отпор на растезање (Тorbica и сар., 2007; Wieser, 2007). Тorbica и сар. (2011) истичу да високе температуре и топлотни стрес у фази наливања и сазревања зрна нарушавају биосинтезу протеина пшенице, повећавајући количину фракције глијадина у комплексу глутена. Састав резервних протеина представља карактеристику генотипа и независан је од услова спољне средине. Последњих година саопштен је велики број радова у којима се истиче позитиван ефекат неких глутенинских и

глијадинских субјединица на технолошки квалитет пшенице (Vancini и сар., 2019). Према Кауа и Аксига (2014), генотипови пшенице који у *Glu-1* локусима поседују субјединице 1, 2* (*Glu-A1*), 7+8, 17+18 (*Glu-B1*), као и 5+10 (*Glu-D1*) имају највеће просечне вредности садржаја влажног глутена и седиментације протеина. Анализирајући ефекат алелне варијације глутенина велике молекулске масе са хромозома 1В генома пшенице, Dimitrijević и Petrović (2002) су установили да генотипови пшенице са композицијом подјединица глутенина велике молекулске масе (7+9) имају најбоље резултате реолошких особина теста. Алели *Gli*-локуса су такође директно повезани са реолошким особинама теста и хлеба (Sozinov и Popereleya, 1980). Knežević и сар. (2006) указују на позитивну корелацију седиментације са присуством *Gli-B1b* алела код Југословенских сорти, као и са високим вредностима запремине хлеба и отпора теста, али и на позитивну условљеност отпора теста алелом *Gli-A2e* и еластичности теста алелом *Gli-D2b*. Они истичу да поред утицаја алела у *Gli-1* и *Gli-2* локусима на ове особине теста утичу и HMW и LMW глутенини као и однос глијадин/глутенин. Исти аутори указују на позитивну везу *Gli-B1b* са отпорношћу према лисној рђи, као и у присуству *Gli-B2h* и *Gli-D2g*. Поред тога *Gli-B1b* је имао позитиван ефекат и на отпорност према ниским температурама, сам и у комбинацији са *Gli-D1b*. Flaete и Uhlen (2003) саопшавају да пшенице које садрже исте LMW-GS, али различите блокове глијадина могу показивати супротне карактеристике глутена. Они такође сугеришу да постоје интеракције између глијадин/LMW-GS алелних парова и HMW-GS алела у позадини. Према Metakovsky и сар. (1997), алели *Gli-B1b*, *Gli-B2c* и *Gli-A2b* су значајно били повезани са снагом теста. Осим тога, Milovanović и сар. (1998) истичу да сорте озиме пшенице без *1BL/1RS* транслокације испољавају предност у седиментационој вредности и садржају влажног глутена, док сорте са *1BL/1RS* транслокацијом показују више вредности запремине хлеба, средине хлеба, садржаја протеина и садржаја малтозе у брашну. Аутори истичу да су садржај глутена и његова измењена природа главни лимитирајући фактори у детерминацији технолошког квалитета код сорти са поменутом транслокацијом, предлажући да се у будућим истраживањима посебна пажња покљони глутену.

Пекарски квалитет брашна зависи, не само од количине, већ и од квалитета глутена (Zečević и сар., 2013; Luković и сар., 2020). Глутен се образује у почетним фазама зрелости зрна (млечној) али се његов квалитет мења сазревањем, све до воштане зрелости зрна када добија нормална својства (Lookhart и сар., 2001). Температура и падавине у периоду наливања и сазревања зрна имају велики утицај на квалитет и садржај протеина, као и на реолошка својства теста. Тако у повољном режиму минералне исхране, влаге земљишта и температуре ваздуха, генотипови пшенице постижу већу ефикасност у наливању зрна, накупљању азотних материја у зрну, а самим тим имају и повећан садржај протеина у зрну (Zečević и сар., 2010a; Pero, 2016; Holik и сар., 2018). Са друге стране, високе температуре у фази наливања зрна, као и продужена жетва изазвана обилним падавинама доводи до промена у квалитету пшенице и садржају протеина (Đurđić и сар., 2010; Torbica и сар., 2011, Nurkman и Wood, 2011). Способност пшенице да се од ње прави хлеб је резултат глутенске фракције протеина, који задржава CO₂ створен за време ферментације и тако се образује квалитетно тесто. Ову особину имају и раж и тритикале али у много мањој мери, тако да је њихов хлеб неупоредиво слабији од пшеничног (Denčić и Kovačević-Đolai, 1993; Dewettinck и сар., 2008). Глутен ражи и јечма је слабе еластичности, крт и има тамну боју (Zečević и сар., 2008a). Садржај влажног глутена пшенице варира у зависности од локалитета и године. У истраживањима Zečević и сар. (2009) садржај влажног глутена био је у интервалу од 26,64% до 38,53%. Испитујући варијабилност параметара технолошког квалитета код десет крагујевачких сорти пшенице, Зечевић и сар. (2007) истичу добар и стабилан реолошки квалитет брашна и теста, на нивоу А₂, Б₁ и Б₂ квалитетне групе.

Данашња предвиђања о будућем оплемењивању пшенице и осталих стрних жита углавном се заснивају на постојећим и будућим климатским променама, при чему суша представља један

од кључних стресних фактора производње. Међутим, анализа трендова и интензитета падавина, како на годишњем, тако и на сезонском, односно на месечном нивоу на територији Србије (Stanojević 2012; Тошић и Unkašević 2013), указују на пораст годишњих сума падавина у северним и централним деловима Србије од средине, односно краја 1990-их, као и у првим деценијама 21. века, у односу на вишегодишњи просек. Екстремне количине падавина, у појединим годинама, представљале су пресудан фактор у формирању приноса зрна, као и технолошког квалитета, у периоду интензивног развоја пшенице (период април-јун). Хи и сар. (2018) су утврдили да управо у овом периоду развоја пшенице, вредности SPEI индикатора суше (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) и стање влаге у земљишту испољавају јачу везу са приносом, него остале фазе раста и развоја. Прекомерне количине падавина и воде у земљишту доводе до губитака у приносу пшенице (Zampieri и сар., 2017), услед јачег напада штеточина и болести, испирања хранива из земљишта, отежаног дисања корена и потешкоћа при извођењу радних операција (нпр. полагање у жетви). Као пример, Zampieri и сар. (2017) наводе 2016. годину и губитке у приносу забележене у Француској, који су проистекли из тако екстремне године. У истраживањима Ђорђевић (2008), анализом интензитета годишњих и сезонских падавина у периоду од 1961. до 2006. године, установљена је повећана учесталост екстремно високих количина падавина на територији Србије. Као пример, Ђурић и сар. (2010), и Девић и сар. (2013) наводе 2001., 2008. и 2010. годину, као годину са изузетно великом количином падавина у периоду мај-јул, које су условиле продужену жетву и повећале ризик од преджетвеног проклијавања услед повећане активности α -амилазе. Осим тога, екстремна количина падавина и ниже температуре ваздуха, које су забележене током маја месеца 2014. године, погодиле су развоју болести код пшенице и интензивном нападу жуте рђе (Vuković и сар., 2017). Према Ђекић и сар. (2019а), неповољни временски услови, пре свега распоред и количина падавина у 2009/2010. години, негативно су се одразили на принос зрна, при чему су све сорте пшенице постигле статистички значајно већи принос зрна као и масу 1000 зрна у 2010/2011. у поређењу са 2009/2010. вегетационом сезоном.

За стварање сорти са стабилним високим приносом и добрим квалитетом зрна, неопходно је испитати селекциони материјал у различитим климатским и земљишним условима, као и у неповољним еколошким срединама. Такође је неопходно испитивање у стресним условима (отпорност на проузроковаче болести, штеточине, проклијавање зрна у класу, отпорност на полагање, раностасност).

3.4. Оплемењивање пшенице у Центру за стрна жита у Крагујевцу

У Центру за стрна жита у Крагујевцу до 2013. године признато је 45 сорти пшенице, од тога 41 сорта озиме хлебне пшенице, једна сорта озиме дурум пшенице, две сорте јаре дурум пшенице и 1 сорта јаре хлебне пшенице. Многе од њих нашле су место у производњи код нас и у околним земљама, значајно доприносећи повећању биодиверзитета пшенице као и њене производње и укупном одрживом развоју. У програмима оплемењивања пшенице ове научне установе, континуирано се тежило стварању сорти високог приноса, ниже до средње високе стаблјике, средње раног сазревања и високе отпорности према најважнијим биотичким и абиотским факторима спољне средине (Milovanović и сар., 2008; 2012; Perišić и сар., 2009). Посебна пажња у дугогодишњем раду је посвећивана очувању и унапређењу биодиверзитета, проучавању и обогаћивању бројних колекција стрних жита у циљу унапређења генетичких ресурса наше земље и међународне сарадње (Milovanović и сар., 2011). Поред високог генетичког потенцијала родности и других пожељних особина, КГ сорте одликује и одличан технолошки квалитет за производњу хлеба и пецива (Zečević и сар., 2007; 2009; 2013;

Milovanović и сар. 2008; Luković и сар., 2019). Оне представљају извор важних гена (Novoselskaја-Dragović и сар. 2005; Кнежевић и сар., 2006), који се у процесу оплемењивања могу искористити за побољшање особина квалитета.

3.5. Херитабилност особина пшенице

Свака особина се налази под контролом гена који детерминишу њен развој. Код квантитативних особина, генетска контрола је веома сложена, условљена великим бројем миног гена (полигена). Међутим, на експресију ових особина велики утицај имају фактори спољне средине, као и њихова интеракција генотип \times спољна средина. Да би се постигао успех у оплемењивању, веома је важно да се утврди и оцени у којој мери фактори као што су генотип, спољна средина и њихова интеракција доприносе варирању морфолошких и продуктивних особина и особина квалитета пшенице. Удео генетичких фактора у детерминисању неке особине је различит, а за ефикасан процес оплемењивања је веома важно познавање удела наследне компоненте који се преноси на потомство. Стога је потребно одредити херитабилност, јер вредност херитабилности неке особине указује да ли је она више условљена генетичким факторима или факторима спољне средине. У многобројним истраживањима морфолошко продуктивних особина, као и особина квалитета пшенице, рашчлањавањем компоненти варијансе, утврђен је удео генотипа, фактора спољне средине и њихове интеракције у укупној фенотипској варијабилности. Осим тога, велики број аутора испитивао је херитабилност у ширем смислу како би се сагледао утицај генетичких фактора у детерминисању неког својства. Мladenov (1996) је проучавао компоненте фенотипске варијабилности и херитабилност у ширем смислу 20 генотипова пшенице током две године у три локалитета (Инђија, Крагујевац и Зајечар). У овом истраживању, уочено је да највећи део укупне варијације, за висину биљке, дужину класа, број класића по класу, масу 1000 зрна, и хектолитарску масу, припада генетичкој варијанси, па су и вредности херитабилности за ове особине биле високе и износиле су за висину биљке 98,1%, за дужину класа 96,9%, број класића по класу 95,9%, масу 1000 зрна 89,4%, хектолитарску масу 87,8% и број класића по класу (78,9%).

Анализирајући висину биљака 50 генетички дивергентних сорти пшенице, пореклом из различитих селекционих центара света, Зећевић и сар. (2004а) су утврдили да је укупна фенотипска варијабилност највише зависила од генотипа (84,3%), а знатно мање од године (7,5%) и интеракције сорта/година (6,7%). Сходно томе, аутори су утврдили високу херитабилност у ширем смислу за висину биљке (95,9%) и закључили да је ова квантитативна особина у највећој мери условљена деловањем генетичких фактора. Petrović и сар. (2007) су анализирањем десет генотипова пшенице, гајених на земљишту типа ритска црница, утврдили високу херитабилност за висину биљке (77,15%), умерено високу за дужину класа (57,89%), а нешто нижу за број зрна по класу (41,84%). Аутори су саопштили да су еколошки фактори представљали значајан извор варијабилности за број зрна по класу, док је генетичка компонента више утицала на варирање висине стабљике и дужине класа.

Pinera-Chavez и сар. (2016) су дошли до високих вредности херитабилности за принос зрна (0,82), масу 1000 зрна (0,98) и висину биљке (0,96) код јаре пшенице.

Varsha и сар. (2019) су током две године испитивали агро-морфолошке особине 98 генотипова пшенице. Резултати добијени у овим истраживањима указали су на високу вредност херитабилности за висину биљке (87,20%), дужину класа (83,10%), број зрна по класу (95,9%), број класића по класу (88,6%), масу 1000 зрна (88%) и принос зрна (78,5%).

Проучавајући компоненте варијансе, херитабилност у ширем смислу и очекивану генетичку добит масе 1000 зрна и броја зрна по класу, Branković и сар. (2016) су испитали 15

генотипова хлебне пшенице и 15 генотипова дурум пшенице током две године на три локалитета. Аутори су утврдили веома висок коефицијент херитабилности за масу 1000 зрна (96,4%) и број зрна по класу хлебне пшенице (96,1%), висок за масу 1000 зрна дурум пшенице (87,3%), а низак за број зрна по класу дурум пшенице (39,5%). Аутори наводе да је, на основу високе вредности херитабилности и очекиване генетичке добити од 19,3% за масу 1000 зрна хлебне пшенице, могуће предвидети успех селекције, док се за број зрна по класу дурум пшенице, због добијених ниских вредности херитабилности и очекиване генетске добити од 2,8%, не може предвидети успех при оплемењивању наведене компоненте приноса.

Проучавањем 24 генотипа дурум пшенице различитог географског порекла, током три вегетационе сезоне, Тапева и сар. (2019) су установили да херитабилност за принос зрна износи 36%, масу 1000 зрна 72%, хектолитарску масу 47% и сарджај влажног глутена 52%. Аутори указују да ниже вредности херитабилности за принос зрна и садржај влажног глутена указују на неадитивно деловање гена, истичући да код ових особина није могућа селекција генотипа по фенотипу у раној генерацији.

Кауа и Аксуга (2014) су спровели истраживање на три локалитета у Турској, током две године, како би испитали утицај генотипа, спољне средине и њихове интеракције на варијабилност приноса и особина квалитета 20 сорти пшенице. Компоненте варијансе добијене у овим истраживањима, показале су да је већи део укупне варијансе за принос зрна (70,2%), масу 1000 зрна (78,5%), хектолитарску масу (63%), седиментацију протеина (47,3%) и садржај влажног глутена (46,4%) припадао еколошкој варијанси, а знатно мањи генотипу, па су и вредности херитабилности у ширем смислу за ове особине, биле ниже.

Варирање вредности херитабилности за принос зрна произилази из сложене генетске контроле као и међузависности са другим компонентама приноса, при чему на испољавање свих компоненти приноса, спољна средина има различит утицај.

Испитујући утицај генотипа, спољне средине и њихове интеракције ($G \times E$) на технолошки квалитет пшенице Зећевић и сар. (2007) су израчунали компоненте фенотипске варијабилности за показатеље квалитета. Резултати добијени у овим истраживањима указују да је генетичка компонента варијансе за седиментацију протеина износила 47,35%, а за садржај влажног глутена 53,39%. Еколошка компонента варијансе износила је 5,21% за седиментацију протеина и 20,54% за садржај влажног глутена. Резултати ових истраживања се разликују од резултата Лукковић и сар. (2017; 2019), који су установили да на испољавање садржаја влажног глутена највећи утицај имају фактори спољне средине који обухватају 56,30% односно 69,16% у укупној фенотипској варијабилности. Младенов и сар. (2001), са друге стране, истичу да највећи удео варијансе за садржај влажног глутена припада интеракцији сорта \times спољна средина. Релативно високе вредности интеракције сорта \times спољна средина за особине квалитета, према истим ауторима, захтевају испитивање више година и на већем броју локалитета како би се прецизно проценио генетички потенцијал сорти.

У двогодишњем огледу, спроведеном на три локалитета у Србији, Вранковић и сар. (2018) су израчунали херитабилност у ширем смислу за седиментацију протеина и садржај влажног глутена код 30 генетички дивергентних генотипова хлебне и дурум пшенице. Аутори истичу да код хлебне пшенице она износи 86,2% за седиментацију протеина и 93,6% за садржај влажног глутена, а код дурум пшенице 74% за седиментацију протеина и 79,7% за садржај влажног глутена. Лајдинг и сар. (2017) су, анализирајући генетски напредак квалитета пшенице у последње 32 године у Немачкој, утврдили да се особине које одређују квалитет пшенице као што су седиментација протеина, моћ упијања воде и запремина хлеба, налазе под најјачим утицајем генетичких фактора (више од 60% припада генотипу), истичући да година има јачи утицај на варирање ових особина у поређењу са локалитетом.

Проучавајући 140 генотипова пшенице пореклом из 28 земаља током четири године, Denčić и сар. (2011) су дошли до ниских вредности херитабилности за садржај протеина (0,41) и садржај влажног глутена (0,56). Високе вредности херитабилности добијене за запремину хлеба, моћ упијања воде, квалитетни број и број падања (*Harcberg*) указују да се ове особине квалитета могу побољшати оплемењивењем.

3.6. Међузависност особина пшенице

Принос зрна пшенице је сложена особина која зависи од великог броја квантитативних особина које су међусобно условљене и налазе се у позитивној или негативној корелацији са укупним приносом зрна. Осим тога, познато је да је принос зрна у негативној корелацији са особинама квалитета пшенице, услед чега развој једне особине доводи до слабије експресије друге особине (Rakszegi и сар., 2016). Због тога, познавање корелационих веза између особина пружа драгоцене информације за успешан рад на оплемењивању и креирању нових генотипова пшенице са побољшаним особинама.

Prodanović и сар. (1999) су испитивали хибридне популације пшенице у F₃ и F₄ генерацији, добијене применом булк метода селекције. Пратили су вредности шест особина: висине стабла, дужине класа, броја класића у класу, броја зрна у класу, масе зрна класа и приноса зрна. У генерацијама раздвајања, проучаване компоненте родности су биле у позитивној корелацији са приносом зрна, при чему је највећи утицај на принос зрна испољила маса зрна класа ($r = 0,90$ у F₃ и $r = 0,73$ у F₄), а на ово својство најјаче је утицао број зрна у класу ($r = 0,92$ у F₃ и $r = 0,87$ у F₄).

Постојање генотипских и фенотипских корелација између компоненти приноса проучавали су Zečević и сар. (2004b). Добијени резултати су указали да на генотипском нивоу постоји јака позитивна корелација између масе зрна по класу и масе 1000 зрна, као и између дужине класа и броја класића по класу, док је најјача фенотипска корелација утврђена између масе зрна по класу и жетвеног индекса, као и масе зрна по класу и масе 1000 зрна. Најјачи директни утицај на масу зрна по биљци имали су жетвени индекс и број класића по класу. Hristov и сар. (2008) су утврдили високо значајан директан ефекат броја зрна по класу и масе 1000 зрна на принос зрна по биљци. Аутори наводе да би било идеално када би се истовремено могла унапредити ова два својства, без компензационог ефекта, али с обзиром да је то веома тешко постићи, настоји се повећати броја зрна по класу, уз очување масе 1000 зрна на оптималном нивоу, за одрђено агроеколошко подручје.

Terzić и сар. (2018) указују на значајне позитивне корелације између приноса зрна и масе зрна по класу, броја зрна по класу и броја биљака по m², као и између масе 1000 зрна и броја зрна по класу и масе зрна по класу.

Rajičić и сар. (2019) наводе да су корелације између приноса зрна и масе 1000 зрна зависиле од вегетационе сезоне, истичући да климатски услови у критичним фазама раста и развоја пшенице, у великој мери, утичу на формирање ових особина.

Проучавајући међузависност агрономско-морфолошких особина и особина квалитета дурум пшенице, Sougouf и сар. (2018) налазе негативне корелације између приноса зрна и садржаја протеина, садржаја глутена и седиментације протеина. Седиментација протеина налазила се у високо значајној позитивној корелацији са висином биљке, дужином класа, бројем класића по класу, а у негативној корелацији са бројем зрна по класу, масом зрна по класу и приносом зрна. Аутори истичу високо значајне позитивне корелације између садржаја протеина, садржаја глутена и седиментације протеина.

Rakszegi и сар. (2016) су проучавали принос и квалитет 37 сорти пшенице различитог географског порекла. Сорте су узгајане у конвенционалној и органској производњи током три године у две земље, Мађарској и Аустрији. У оба система гајења, аутори су установили да се принос зрна налази у јакој негативној корелацији са садржајем протеина, садржајем глутена, седиментацијом протеина и моћи упијања воде.

Седиментација протеина и садржај влажног глутена су важни показатељи квалитета пшенице и налазе се у позитивној корелацији са реолошким показатељима квалитета пшенице. Према резултатима Reighambardoust и сар. (2011), седиментација протеина се налази у високој корелацији са запремином хлеба ($r = 0,622$) и висином хлеба ($r = 0,703$). Висок степен зависности између седиментације протеина и запремине хлеба утврдили су Laidig и сар. (2017) проучавајући генетички напредак квалитета пшенице у последње 32 године у Немачкој.

Bilgin и сар. (2010) су утврдили позитивну корелацију између садржаја протеина и садржаја влажног глутена ($r = 0,708$) проучавајући 25 генотипова дурум пшенице у кишним годинама на три локалитета у Турској.

Анализирајући квалитет 50 сорти пшенице признатих у периоду од 1933. до 2003. године, Pasha и сар. (2007) су утврдили да се седиментација протеина налази у значајној корелацији са садржајем влажног и сувог глутена и моћи упијања воде.

Проучавајући варијабилност и побољшање квалитета и реолошких особине брашна и теста 330 сорти пшенице различитог географског порекла, Yang и сар. (2014) су утврдили значајну позитивну зависност између седиментације протеина и три фаринографска параметра: време развоја теста, стабилност теста и фаринографски број. Негативна зависност између садржаја влажног глутена и стабилности теста и фаринографског квалитетног броја, иако значајна, била је доста слабија.

3.7. Интеракција генотипа пшенице и спољне средине

Свака сорта поседује генетички потенцијал за принос и квалитет зрна, који у великој мери одређују њену заступљеност у производњи. Међутим, вредност генотипа не зависи само од продуктивности или поседовања неких других пожељних особина (квалитет, толерантност према проузроковачима болести, штеточинама, отпорност на ниске температуре, сушу, полагање и др.), већ и од способности тог генотипа да одржи пожељне особине у различитим условима спољашње средине (Dodig и сар., 2008; Hristov и сар., 2007; Zečević и сар., 2013). Dimitrijević и сар. (2006) наводе да је реакција генотипа на различите агроеколошке услове користан показатељ у селекцији, као и у широкој пољопривредној производњи, јер указује на ниво стабилности, и што је мања вредност интеракције генотип \times спољна средина, генотип поседује већу стабилност.

За процену стабилности генотипова у различитим условима спољне средине користе се различити статистички модели. Неки од тих модела су Eberhart-Russell модел (1966) и Finlay-Wilkinson модел (1963) који се заснивају на проучавању линеарне регресије. Ови модели комбинују анализу варијансе (ANOVA) у циљу процене укупне варијације огледа и регресиону анализу, којом се интеракција генотип \times спољна средина, додатно анализира (разлаже). Бабић и сар. (2011) указују да линеарни модели дају добре резултате када су резултати прилагођени овом моделу, односно када је у интеракцији присутан један превалентни фактор. Аутори истичу да у свим другим случајевима мултиваријациони модели, какав је АММИ модел, дају добре резултате. АММИ модел (Additive Main effect and Multiplicative Interactions- Адитивни главни ефекти и вишеструка интеракција) је један од данас најчешће коришћених мултиваријационих модела за процену стабилности генотипова (Gauch и Zobel 1996). Овај модел комбинује две

анализе: анализу варијансе (ANOVA) и анализу главних компоненти (PCA – Principal Component Analysis). Анализом варијансе се укупна варијација огледа раздваја на главне адитивне ефекте (генотипови и средине), а неадитивни део (интеракција генотип × спољна средина) се даље разлаже PCA анализом.

Dimitrijević и сар., (2006) су применили Eberhart-Russell и АММИ модел за процену G×E интеракције, а тиме и стабилности генотипова за висину биљке и индекс класа. У раду су испитали шест сорти пшенице током три вегетационе сезоне на халоморфном земљишту типа солоњец на локалитету Кумане (Банат). Аутори истичу да су, за висину биљке, ови модели дали чак супротне информације, при чему модел Eberhart-Russell издваја сорте Партизанка и Тиха као најстабилније, а АММИ модел обележава ове сорте као најнестабилније. АММИ модел се показао информативнијим од модела Eberhart-Russell јер даје детаљнију анализу интеракције генотип × спољна средина, а нарочито објашњава природу те интеракције.

Модел АММИ је коришћен у многобројним истраживањима у циљу процене стабилности генотипова у различитим агроеколошким срединама.

Вањас и сар. (2014) су проучавали генотипску варијабилност и интеракцију генотип × спољна средина за број зрна по класу и принос зрна 11 сорти пшенице и једне сорте тритикалеа гајених на земљишту типа солоњец. У експресији обе особине, на нивоу трогодишњег посматрања, аутори су установили статистички значајан утицај и адитивних и неадитивних извора варијације. Рашчлањавањем интеракције издвојено је шест главних компоненти, при чему је прва главна компонента објаснила највећи део интеракције за обе посматране особине.

Hristov и Mladenov (2005) су проучавали седиментацију протеина и садржај влажног глутена 20 сорти пшенице током две године на пет локалитета, применом АММИ анализе. Установили су да је у укупној варијацији огледа, спољна средина учествовала са 76% за седиментацију протеина и 71% за влажан глутен, док је удео генотипа и интеракције генотип × спољна средина био доста нижи код обе изучаване особине. Као стабилне генотипове, са вредностима изнад просека, аутори су издвојили сорту Кремна за седиментацију протеина и Европу 90 за влажни глутен, док је највећа стабилност свих генотипова уочена на локалитету Нови Сад.

Castillo и сар. (2012) су анализирали адаптабилност и стабилност приноса и квалитета (седиментације протеина и садржаја влажног глутена) код 13 сорти јаре пшенице, током две године, на шест локалитета. Аутори су утврдили високу варијабилност приноса и квалитета. Модел АММИ, коришћен за анализу интеракције, указао је да прве две компоненте објашњавају 70,37% варијабилности интеракције за принос зрна, 71,89% за седиментацију протеина и 54,29% за садржај влажног глутена.

Током двогодишњег истраживања, Đurić и сар. (2016a) су испитивали утицај генотипа, категорије семена и године на компоненте приноса (број класића по класу, број зрна по класу, маса зрна по класу и маса 1000 зрна) код три генотипа пшенице. Аутори су АММИ анализом установили значајан утицај интеракције фактора и главних компонената (PCA 1 и PCA 2) код свих испитиваних својстава, осим код масе 1000 зрна. Као најстабилнији генотип издвојио се ПКБ Талас.

Испитујући масу 1000 зрна, хектолитарску масу и садржај протеина десет сорти пшенице током две године, Matković Stojšin и сар. (2018) су АММИ анализом установили значајан утицај генотипа и интеракције генотип × спољна средина за све анализиране особине, при чему је у укупној варијацији огледа, највећи утицај припадао генотипу. Највећу стабилност свих проучаваних особина, испољиле су сорте КГ-56, Рана ниска, Арсенал, Стерна и Осјечанка, те се ове сорте могу сматрати стабилним.

Проучавајући принос и квалитет зрна 30 генотипова пшенице током три године на више локалитета, Khazratkulova и сар. (2015) су установили високо значајан утицај спољне средине и

интеракције генотип \times спољна средина. Аутори су издвојили генотипове који, поред стабилних и високих приноса, поседују стабилан и добар квалитет зрна, који могу послужити као пожељни родитељи у програмима оплемењивања пшенице.

Mohammadi и сар. (2017) су спровели вишегодишње истраживање стабилности приноса 25 генотипова дурум пшенице на 12 локалитета. Анализом варијансе АММИ модела, аутори су утврдили статистички значајну разлику између проучаваних генотипова, локалитета и њихове интеракције. Спољна средина је имала највећи удео у укупној варијацији огледа и објаснила је 84,3% варијабилности приноса. Рашчлањавањем интеракције издвојене су четири главне компоненте, при чему је прва главна компонента обухватала највећи удео суме квадрата интеракције (77,5%). Аутори су утврдили високу интеракцију за принос зрна, што указује на специфичну адаптираност генотипова.

Проучавајући утицај генотипа, спољашње средине и њихове међусобне интеракције на принос семена применом АММИ модела, Mladenov и сар. (2016) су испитивали 10 сорти хлебне пшенице током три вегетационе сезоне на два локалитета. На основу приказа интеракције генотипова и агроеколошких средина за принос семена, у облику АММИ1 биплота, аутори су забележили да су се генотипови више разликовали у мултиваријационом делу укупне варијације огледа, него у адитивном ефекту. На нивоу целог огледа, генотипови су остварили највећи принос зрна на локацији Нови Сад. Сорта Симонида била је најприноснија (8,12 t ha⁻¹), док је сорта Ренесанса имала малу интеракцијску вредност генотип/спољна средина, односно бољу стабилност од осталих када се посматра принос зрна.

Mut и сар. (2010) су испитивали стабилност масе 1000 зрна, хектолитарске масе, седиментације протеина и садржаја протена 25 генотипова пшенице, током две године на четири локалитета. Сви извори варијације (генотип, спољна средина и њихова интеракција) су показали статистички значајан утицај, при чему је, спољна средина, код свих анализираних особина, имала највећи удео у укупној варијацији огледа. У оквиру мултиваријационог дела, издвојено је пет главних компоненти за седиментацију протеина и садржај влажног глутена и четири главне компоненте за масу 1000 зрна и хектолитарску масу. Прве две компоненте обухватиле су највећи удео сума квадрата интеракције и објасниле више од половине укупне интеракције. Резултати добијени у овом истраживању омогућили су да се издвоје стабилни генотипови, који могу послужити као родитељи у будућим програмима оплемењивања пшенице на висок квалитет зрна.

3.8. Кластер анализа генотипова пшенице

Одређивање сличности генотипова пшенице од значаја је за оплемењиваче. Хибридизацијом дивергентних родитеља омогућују се трансгресивне рекомбинације. Бројни истраживачи вршили су груписање генотипова пшенице. Најчешће су користили разне типове мултиваријационе кластер анализе.

Испитујући стабилност приноса зрна 18 генотипова пшенице, на четири локалитета, Mohammadi и сар. (2012) су проучаване генотипове груписали у три главна кластера. У оквиру првог кластера налазили су се високоприносни генотипови ниске стабилности. Други кластер састојао се од средње или нископриносних генотипова, који су испољили ниску или умерену стабилност. Генотипови ниског приноса зрна и високе стабилности чинили су трећи кластер.

На основу већег броја квантитативних особина, Araín и сар. (2018) су проучили генетску дивергентност двадесет генотипова пшенице. Испитивани генотипови су сврстани у два кластера, при чему се један генотип налази изван главног кластера. Аутори наводе да два

генотипа (V5 и V19) који се налазе у посебној групи, представљају најприносније генотипове који се могу препоручити за једног од родитеља у циљу унапређења процеса оплемењивања

Проучавајући 17 сорти пшенице из пет различитих Института, Jovanović и сар. (1994) су, кластер анализом, добили три групе сродних сорти пшенице по квалитету. Унутар сваке групе биле су сорте сличног биолошког и технолошког квалитета. Уочили су да сорте сваке групе имају неке заједничке родитеље у педигреу, односно да постоји подударност квалитета зрна са пореклом сората. Такође, у истим групама најчешће су биле сорте из истих института, што је указало да селекциони институти често користе једне исте комбинаторе, као доноре гена за квалитет зрна. Разлика у квалитету зрна између сорти са сличним педигреом јавиле су се као резултат различитих праваца при њиховој селекцији.

Choi и сар. (2016) су проучавали хемијски састав зрна 31 сорте пшенице. Испитиване сорте су хијерархијском кластер анализом сврстане у седам група. Аутори наводе да се у истом кластеру налазе сорте са највећим садржајем протеина и дијететских влакана, и истичу да би идентификоване сорте могле послужити као родитељи при стварању нових сорти.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

4.1. Биљни материјал

У овим истраживањима је анализирано 14 генотипова озиме пшенице (*Triticum aestivum* L.). Од овог броја, 13 генотипова представљају перспективне селекционе линије створене у Центру за стрна жита у Крагујевцу (КГ-47/21, КГ-52/3, КГ-1/6, КГ-60-3/3, КГ-52/3, КГ-40-39/3, КГ-191/5-13, КГ-162/7, КГ-28/6, КГ-307/4, КГ-199/4, КГ-244/4, КГ-27/6). За поређење са КГ-линијама коришћена је стандардна сорта Победа. Изучаване линије пшенице и њихов родослов (педигре), приказане су у табели 1.

Табела 1. Испитиване линије пшенице и њихов родослов

Линија	Родослов
1. КГ-27/6	Л-100/97/Победа
2. КГ-244/4	Л-1165/ССК-20/96//Визија
3. КГ-199/4	Л-35/93/Победа
4. КГ-307/4	Победа /Дуга
5. КГ-28/6	Л-100/97 /Победа
6. КГ-162/7	Л-246/6 /Студеница
7. КГ-191/5-13	Рi 159102/Европа//Студеница/3/КГ-2086
8. КГ-40-39/3	Визија/КГ 100
9. КГ-52/23	Бујна/КГ-56-С
10. КГ-60-3/3	КГ 100 /ССК 50 _{01/02}
11. КГ-1/6	КГ 100/Топлица
12. КГ-52/3	Визија//Бујна/КГ-56-С
13. КГ-47/21	Визија//Лазарица/Таковчанка)
14. Победа	Сремица/Балкан

Сорта Сремица потиче из комбинације Argelato/Болоњска-5//Bezostaja-1; сорта Бакан потиче из сложеног укрштања Бачка/Bezostaja-1//Мироновска-808/3/НС-435/4/Скороспелка 35; сорта Визија из комбинације Козара/Скопљанка//Зеленгора; сорта Студеница из Кавказ/Л-5393//Тена; сорта Европа из комбинације Талент/НС Рана 2; сорта КГ 100 од Морава/Скопљанка; сорта Бујна од Партизанка/ЗГ-3497; сорта КГ 56-С од Bezostaja-1/Halle Stamm//Bezostaja-1; сорте Топлица и Лазарица из Југославија/КГ-56 и сорта Таковчанка из Кавказ/Л-5393//Партизанка.

Посматрајући шире порекло испитиваних линија пшенице, може се уочити да су у стварању ових перспективних генотипова учествовале бројне географски дивергентне сорте и линије пшенице као донори гена важних агрономских особина, одличног технолошког квалитета зрна и других својстава. Неки од тих родитеља су сорте: Bezostaja-1 (позната по одличном квалитету зрна, у *Glu-1* локусу поседује субјединице 2*, 7+9, 5+10); Кавказ (носилац је *1BL/1RS* транслокације, поседује гене за отпорност на лисну рђу *Lr3*, *Lr26*, стабљичну рђу *Sr31*, *Sr5*); Halle Stamm је донор гена за отпорност према пепелници; Мироновска-808 је донор гена за отпорност према ниским температурама; Argelato и Скороспелка-35 су носиоци *Rht* гена полу-патуљастог раста; као и домаће сорте пожељних агрономских својстава: Партизанка, Југославија, Скопљанка, Балкан, КГ-56, Европа, Студеница, Топлица, Визија, НС Рана 2, Лазарица, КГ 100 и др. Стране родитељске сорте које су раније више биле коришћене у

оплећењавању пшенице пореклом су из Русије, Немачке, Италије, Хрватске и Македоније, док су у новије време углавном коришћене домаће сорте.

4.2. Пољски огледи и метод рада

Експериментални део огледа изведен је у двогодишњем периоду (2013/2014 и 2014/2015) на три локације:

1. Институт за крмно биље у Крушевцу (21°21' E, 43°34' N, 166 m)
2. Агроинститут у Сомбору (19°09' E, 45°46' N, 87 m)
3. Центар за стрна жита у Крагујевцу (20° 56' E, 44 ° 02' N, 185 m).

Оглед је постављен у пољским условима по потпуно случајном блок систему, у три понављања са величином основне парцелице од 5 m² (5 × 1 m). У оквиру парцелице, засејано је 10 редова, са размаком између редова од 10 cm. Сетва је обављена машински, употребом 600-650 клијавих зрна по m² у зависности од карактеристика генотипа.

Током истраживања, на свакој локацији, одабрано је по 15 репрезентативних биљака (у три понављања) од сваког испитиваног генотипа, у фази пуне зрелости, како би се добили подаци о следећим морфолошким и агрономским особинама:

- висина биљака (cm), тј. висина примарне стабљике од чвора бокорења до основе класа,
- дужина прве интернодије (cm),
- дужина друге интернодије (cm),
- дужина вршне интернодије (cm),
- пречник прве интернодије (mm),
- пречник друге интернодије (mm),
- пречник вршне интернодије (mm),
- дужина класа (cm),
- број класића примарног класа,
- број фертилних класића примарног класа,
- маса зрна примарног класа (g)
- маса зрна по биљци (g)

Испитана је генетичка различитост и варијабилност перспективних генотипова озиме пшенице на основу дескриптора морфолошких особина дефинисаних од стране Међународног удружења за заштиту нових сорти биљака (UPOV), који се користе за испитивање различитости, уједначености и стабилности (*DUS-Distinctness, Uniformity and Stability*). Оцењене особине приказане су у табели 2. Како еколошки услови, у одређеној мери, могу утицати на експресију појединих квантитативних и квалитативних особина, у овом истраживању је спроведена карактеризација оних морфолошких особина на које услови спољне средине најмање утичу. Експресија анализираних својстава испитана је визуелним опажањем и оцењена одговарајућим бројем према UPOV дескриптору за пшеницу (1997, допуњен 2012). Особине, форма класа у профилу, доња плева (облик рамена) и доња плева (ширина рамена), су оцењене визуелним опажањем на појединачним биљкама (VS), док су боја класа, осје или зупци (присутност), боја зрна и сезонски тип, оцењени појединачним посматрањем групе биљака (VG) како би се испитала различитост проучаваних генотипова пшенице.

Табела 2. Морфолошке особине оцењене по UPOV дескриптору

UPOV број	Особина	Експресија	Оцена	Метода
11	Клас: облик из профила	пирамидалан	1	VS
		паралелан	2	
		полу-скверхедни	3	
		скверхедни	4	
		вретенаст	5	
14	Осје или зупци: присутност	оба одсутна	1	VG
		зупци присутни	2	
		осје присутно	3	
16	Клас: боја	бела	1	VG
		обојен	2	
18	Доња плева: ширина рамена (класић у средњој трећини класа)	одсутна или врло уска	1	VS
		уска	3	
		средња	5	
		широка	7	
		веома широка	9	
19	Доња плева: облик рамена (класић у средњој трећини класа)	нагнут	1	VS
		благо нагнут	3	
		раван	5	
		уздигнут снажно	7	
		подигнут са присутном 2. тачком	9	
24	Зрно: боја	бело	1	VG
		црвено	2	
25	Сезонски тип:	озими тип	1	VG
		факултативни	2	
		јари тип	3	

* VG - Визуелна опажања појединачним посматрањем групе биљака за утврђивање различитости

* VS - Визуелна опажања посматрањем појединих биљака или делова биљака за утврђивање различитости

Након жетве, измерен је принос зрна за сваку парцелу у три понављања, а потом прерачунат у $t\ ha^{-1}$.

Анализа физичких и хемијско-технолошких особина урађена је после жетве у лабораторији применом стандардних метода. Хектолитарска маса је одређена према методи ЈУС Е.Б1.200, а маса 1000 зрна по методи ЈУС Е.Б1.200.

Узорци зрна пшенице су самлевени коришћењем лабораторијског млина Quadrumat Junior (Брабендер, Немачка) при чему је добијено 60% брашно, које је коришћено за испитивање особина квалитета. Седиментациона вредност пшенице је одређена по стандардној методи (Zeleny, ICC No. 116/1, 1972). Садржај влажног и сувог глутена је одређен у складу са

међународном стандардном методом ICC No. 106/2. Фаринографска крива је одеђена на тесту замешеном од 10 g брашна и количине воде при којој тесто у максимуму криве има конзистенцију 500 FJ. Оцењени су следећи параметри:

- моћ упијања воде, исказана на 13% влаге брашна;
- развој теста (време у минутима које протекне од мешења до максимума криве);
- стабилност теста (време у минутима од максимума криве до њеног опадања за 10 FJ);
- степен омекшавања теста у FJ (одстојање крајње тачке средње линије дијаграма од конзистенције 500 FJ након 15 минута мешења);
- квалитетни број брашна (*Hankoczu*) добијен планиметрисањем одређеног дела површине криве;
- квалитетна група пшеничног брашна, у складу са правилником, а зависно од квалитетног броја: A₁, A₂, Б₁, Б₂, Ц₁ и Ц₂.

Генетичка различитост и полиморфизам на биохемијском нивоу анализирана је помоћу резервних протеина глутенина (HMW GS – High Molecular Weight Glutenin Subunits). Сваки узорак пшеничног брашна је анализиран методом натријум додецил-сулфат полиакриламид гел електрофорезе (SDS-PAGE), пратећи основни модел који је известио Laemmli (1970) и модификовао Singh и Shepherd (1985).

4.3. Статистичка обрада података

За све проучаване морфолошке и продуктивне особине и компоненте квалитета пшенице израчунати су следећи параметри дескриптивне статистике:

- средња вредност: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$,

- стандардна девијација $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$, као мера апсолутног варирања и

- коефицијент варијације $CV = \frac{s}{\bar{x}}$, као мера релативне варијације.

За испитивање утицаја генотипа и локације на морфолошке и продуктивне особине пшенице, коришћен је модел двофакторске ANOVA анализе по потпуно случајном блок систему и фиксним нивоима фактора, који се може специфицирати на следећи начин:

$$X_{ijk} = \mu + \eta_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$i=1, \dots, 14; j=1, 2, 3; k=1, 2, 3$

У претходно специфицираном моделу (1), X_{ijk} представља вредност морфолошко-продуктивне особине код i -тог генотипа, j -тог локалитета и k -тог блока, μ је општа средња вредност, η_k је ефекат k -тог блока, α_i је главни ефекат i -тог генотипа, β_j је главни ефекат j -тог локалитета, $(\alpha\beta)_{ij}$ је ефекат интеракције i -тог генотипа и j -тог локалитета, док члан ε_{ijk} представља случајну грешку која по претпоставци има нормалну расподелу са нултим просеком и варијансом σ_ε^2 ($\varepsilon_{ijk}: N(0, \sigma_\varepsilon^2)$). Резултати ове анализе приказују се табелом двофакторијалне варијансе (таб. 3).

У последњој колони табеле налазе се очекиване вредности варијанси које се појављују у моделу.

Табела 3. Табела двофакторске анализе варијансе по потпуно случајном блок систему

Извор варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Оцене варијанси	F-количник	Очекиване вредности варијанси
Блок	SS_{BL}	$n-1$	$MS_{BL} = \frac{SS_{BL}}{n-1}$	$F_{BL} = \frac{MS_{BL}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + r * s * \sigma_\eta^2$
Генотип (А)	SS_A	$r-1$	$MS_A = \frac{SS_A}{r-1}$	$F_A = \frac{MS_A}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + n * s * \sigma_\alpha^2$
Локација (Б)	SS_B	$s-1$	$MS_B = \frac{SS_B}{s-1}$	$F_B = \frac{MS_B}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + n * r * \sigma_\beta^2$
А × Б	SS_{AB}	$(r-1)(s-1)$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(r-1)(s-1)}$	$F_{AB} = \frac{MS_{AB}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + n * \sigma_{\alpha\beta}^2$
Грешка	SS_G	$(rs-1)(n-1)$	$MS_G = \frac{SS_G}{(rs-1)(n-1)}$		σ_ε^2
Укупно	SS_U	$rsn-1$			

За испитивање утицаја генотипа, локалитета и године на принос и технолошке особине квалитета пшенице, коришћен је модел трофакторске ANOVA анализе по потпуно случајном блок систему и фиксним нивоима фактора, који се може приказати на следећи начин:

$$X_{ijkl} = \mu + \eta_l + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (2)$$

$i=1, \dots, 14; j=1, 2; k=1, 2, 3; l=1, 2, 3$

У претходно приказаном моделу (2), X_{ijkl} представља вредност приноса и технолошких особина квалитета пшенице код i -тог генотипа, j -те године, k -тог локалитета и l -тог блока; μ је општа средња вредност, η_l је ефекат l -тог блока, α_i је главни ефекат i -тог генотипа, β_j је главни ефекат j -те године, γ_k је главни ефекат k -тог локалитета. $(\alpha\beta)_{ij}$ је ефекат интеракције i -тог генотипа и j -те године, $(\alpha\gamma)_{ik}$ је ефекат интеракције i -тог генотипа и k -тог локалитета, $(\beta\gamma)_{jk}$ је ефекат интеракције j -те године и k -тог локалитета, $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ представља ефекат интеракције i -тог генотипа, j -те године и k -тог локалитета, при чему члан ε_{ijkl} представља случајну грешку која по претпоставци има нормалну расподелу са нултим просеком и варијансом σ_ε^2 ($\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$).

Резултати ове анализе приказују се табелом трофакторијалне варијансе (таб. 4). У табели трофакторијалне варијансе, као и у табели двофакторијалне варијансе, у последњој колони налазе се очекиване вредности варијанси које се појављују у моделу. Како је код оба модела варијансе, у питању модел са фиксним нивоима фактора, може се приметити да се очекиване вредности ових варијанси разликују од очекиване вредности варијансе грешке, за део који потиче од припадајућег члана модела. То значи да у случају одсуства утицаја посматраних фактора, све варијансе садрже само случајну компоненту и стога се F количници добијају као количник одговарајуће варијансе и варијансе грешке. Ови F количници имају Фишерову расподелу са ν_1 (степен слободе одговарајуће варијансе) и $\nu_2 = (rst - 1)(n - 1)$.

Табела 4. Табела трофакторске анализе варијансе по потпуно случајном блок систему

Извор варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Оцене варијанси	F-количник	Очекиване вредности варијанси
Блок	SS_{BL}	$n-1$	$MS_{BL} = \frac{SS_{BL}}{n-1}$	$F_{BL} = \frac{MS_{BL}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + rst\sigma_\eta^2$
Генотип (А)	SS_A	$r-1$	$MS_A = \frac{SS_A}{r-1}$	$F_A = \frac{MS_A}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + nst\sigma_\alpha^2$
Локација (Б)	SS_B	$s-1$	$MS_B = \frac{SS_B}{s-1}$	$F_B = \frac{MS_B}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + nrt\sigma_\beta^2$
Година (Ц)	SS_C	$t-1$	$MS_C = \frac{SS_C}{t-1}$	$F_C = \frac{MS_C}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + nrs\sigma_\gamma^2$
А × Б	SS_{AB}	$(r-1)(s-1)$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(r-1)(s-1)}$	$F_{AB} = \frac{MS_{AB}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + nt\sigma_{\alpha\beta}^2$
А × Ц	SS_{AC}	$(r-1)(t-1)$	$MS_{AC} = \frac{SS_{AC}}{(r-1)(t-1)}$	$F_{AC} = \frac{MS_{AC}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + ns\sigma_{\alpha\gamma}^2$
Б × Ц	SS_{BC}	$(s-1)(t-1)$	$MS_{BC} = \frac{SS_{BC}}{(s-1)(t-1)}$	$F_{BC} = \frac{MS_{BC}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + nr\sigma_{\beta\gamma}^2$
А × Б × Ц	SS_{ABC}	$(r-1)(s-1)(t-1)$	$MS_{ABC} = \frac{SS_{ABC}}{(r-1)(s-1)(t-1)}$	$F_{ABC} = \frac{MS_{ABC}}{MS_G}$	$\sigma_\varepsilon^2 + n\sigma_{\alpha\beta\gamma}^2$
Грешка	SS_G	$(rst-1)(n-1)$	$MS_G = \frac{SS_G}{rst(n-1)}$		σ_ε^2
Укупно	SS_U	$rsn-1$			

Тестирање значајности разлика између генотипова пшенице и локација вршено је *Duncan*-овим тестом. За означавање значајних разлика између генотипова коришћена су мала латинична слова, а за означавање значајних разлика између локација коришћена су велика латинична слова.

Компоненте фенотипске варијансе израчунате су на основу података анализе варијансе (Falconer, 1981; Јовановић и сар., 1992).

Херитабилност у ширем смислу (h^2) представља однос генетичке и фенотипске варијансе и израчуната је по формули:

$$h^2 = \frac{S_G}{S_F} \times 100 (\%)$$

где је S_G - генетичка варијанса, а S_F - фенотипска варијанса.

Степен повезаности морфолошких и продуктивних особина, као и особина квалитета пшенице и приноса, квантификован је *Pearson*-овим коефицијентом линеарне корелације:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{S_X S_Y}$$

За моделовање облика повезаности појединих продуктивних особина, као и особина технолошког квалитета пшенице коришћен је модел линеарне регресије:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

где је:

Y_i - зависна променљива,
 x_i независна променљива.

Регресиони параметри су α и β при чему α показује просечну вредност зависне променљиве када је независна променљива једнака 0, а β показује просечну промену зависне променљиве за јединичну промену независне променљиве. Случајна грешка је дефинисана чланом ε_i који по претпоставци има нормалну расподелу са нултим просеком и варијансом σ_ε^2 ($\varepsilon_i: N(0, \sigma_\varepsilon^2)$).

Оцена овог модела је:

$$\hat{y}_i = a + bx_i,$$

где су a и b оцене параметара α и β .

За процену интеракције генотип \times спољна средина коришћен је АММИ модел (Gauchand Zobel, 1996), који се састоји из две анализе: анализе варијансе (ANOVA) и анализе главних компоненти (*Principal components analysis* PCA). На основу табеле АММИ анализе варијансе, најпре је сагледан утицај адитивног извора варијације (генотипова, локалитета и година), а затим и утицај неадитивног извора варијације (интеракције генотип \times спољна средина). Након тога, неадитивна компонента (интеракција генотип \times спољна средина) је додатно разложена мултиваријационом PCA анализом. Графички приказ података, у виду биплота, представља последњи корак у АММИ анализи при чему је основни услов за креирање биплотова значајност фактора интеракције (неадитивних извора варијације), која указује на постојање разлика у стабилности између испитиваних генотипова у различитим спољним срединама. Код ове анализе, разликују се два начина графичког приказа података, АММИ 1 биplot и АММИ 2 биplot. Биplot АММИ 1, на апсциси приказује главне адитивне ефекте (генотип, локација, година), а на ординати приказује утицај интеракције генотип/спољна средина. Биplot АММИ 2 приказује однос прве и друге главне компоненте (PCA 1 и PCA2) при чему се вредности IPC1 наносе на апсцису, а IPCA2 на ординату.

Анализа АММИ је спроведена употребом *R software*, верзија 3.1.2 (R Development Core Team, 2014).

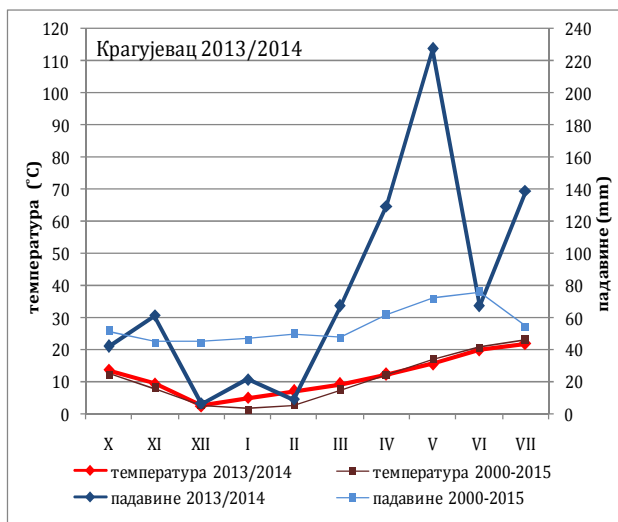
За груписање генотипова по њиховој сличности у испитиваним особинама, као и за груписање тих особина по њиховој корелисаности коришћен је кластер дијаграм. Сви подаци су стандардизовани (сведени на нулти просек и јединичну девијацију). Као мера сличности појединих генотипова коришћена је *еуклидска* дистанца израчуната на стандардизованим подацима, а као мера сличности појединих особина коришћен је *Pearson*-ов коефицијент корелације који је одузет од 1. За груписање је коришћен просечни метод. За израду кластер дијаграма коришћен је програм MATLAB R2018a.

4.4. Климатски услови у периоду извођења огледа

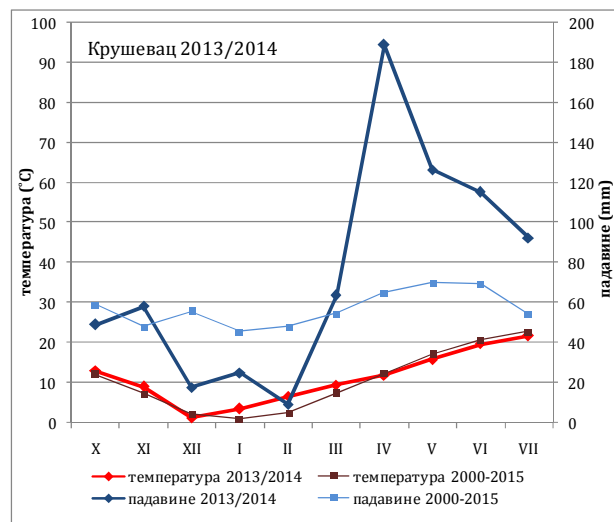
Просечне вредности температуре ваздуха и суме падавина по поједним месецима, у периоду извођења огледа, приказане су на графиконима (1-6).

Прву годину извођења огледа (2013/2014), одликује нешто виша температуре ваздуха током октобра и новембра, као и током јануара, фебруара и марта на сва три локалитета, у односу на вишегодишњи просек. За месец децембар у Сомбору, фебруар у Крушевцу, као и

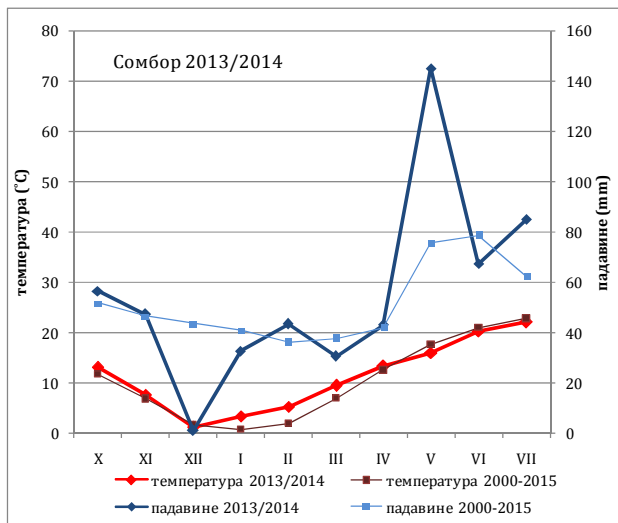
децембар и фебруар у Крагујевцу, карактеристичан је сушни период са изузетно ниском количином падавина, што је утицало на спорији развој биљака (Графикони 1, 2 и 3).



Графикон 1. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2013/2014. години у Крагујевцу



Графикон 2. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2013/2014. години у Крушевцу

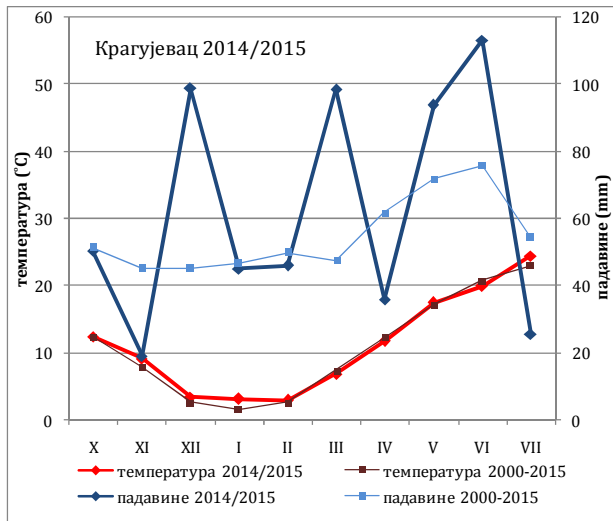


Графикон 3. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2013/2014. години у Сомбору

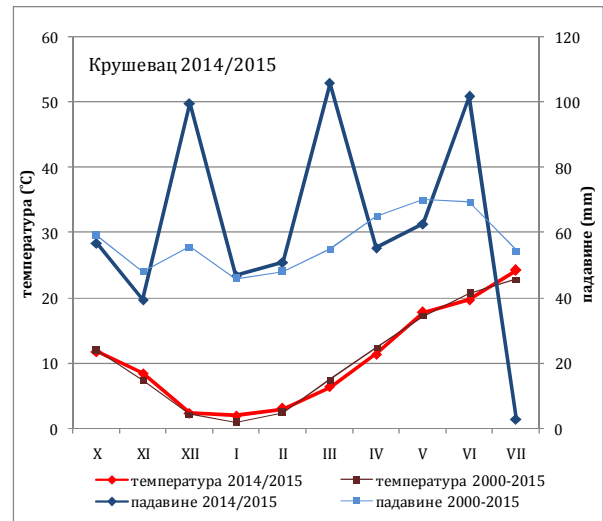
Прву годину огледа карактеришу изузетно велике количине падавина по појединим месецима. Тако је, током априла месеца, у Крагујевцу било 129,1 mm падавина а у Крушевцу 188,8 mm, што представља троструко већу количину падавина у односу на вишегодишњи просек (Прилог 2). У Сомбору је, за исти период, забележено око 48,9 mm падавина. Период класања и почетак наливања зрна (током маја месеца) карактеришу ниже температуре ваздуха на сва три локалитета, као и веома високе количине падавина. Забележене количине падавина у Сомбору и Крушевцу су двоструко веће у поређењу са вишегодишњим просеком (145 mm и 126,6 mm), а у Крагујевцу чак и троструко веће (227 mm). Током априла и маја, на подручју Крагујевца, било је 356 mm падавина, што износи око 50% од укупних падавина у току вегетационог периода

пшенице. Овако велике количине падавина довеле су до забаривања огледа у Крушевцу и Крагујевцу, што се касније одразило на принос и квалитет зрна пшенице. Годину 2014. карактеришу изузено велике количине падавина у Републици Србији, које су посебно биле изражене у периоду од 14. априла до 05. маја. У овом периоду пало између 120 l m^{-2} и 250 l m^{-2} кише, што је проузроковало катастрофалне поплаве у појединим деловима Србије (Prohaska и сар., 2014).

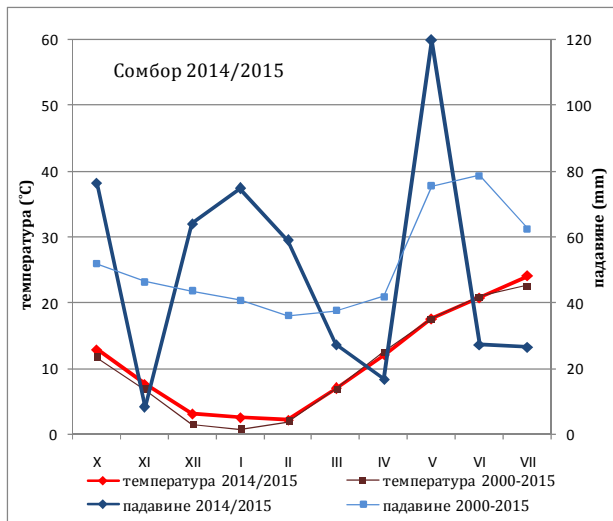
Током друге године извођења огледа (2014/2015), температуре ваздуха на свим локалитетима током вегетационог периода пшенице нису значајно одступале од вишегодишњег просека (граф. 4, 5 и 6).



Графикон 4. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2014/2015. години у Крагујевцу



Графикон 5. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2014/2015. години у Крушевцу



Графикон 6. Средње месечне температуре ваздуха и сума падавина у производној 2014/2015 години у Сомбору

Зимски период карактерише блага зима. Сушни период са изузетно малом количином падавина одликује месец новембар у Крагујевцу, као и новембар и април у Сомбору. Период влатања, класања и наливања зрна током априла, маја и јуна месеца, одвијао се на сва три локалитета при сличним температурним условима, при чему је количина падавина била различита.

На локалитету Крагујевац, током априла забележена је ниска количина падавина (35,8 mm), док је током маја и јуна месеца укупна количина падавина била знатно виша и износила је 93,6 mm и 113 mm. Локалитет Крушевац се одликовао најправилнијим распоредом падавина (55,2 mm; 62,6 mm; 101,7 mm). У Сомбору, април и јун су били месеци са изузетно ниском количином падавина (16,9 mm; 27,3 mm), док је мај карактерисала већа количина воденог талога (119,7 mm).

4.5. Особине земљишта

Извршена је агрохемијска анализа земљишта на све три локације, на којима су постављани пољски огледи (таб. 5).

Пољски оглед у Крагујевцу изведен је на земљишту типа смоница у огајњачавању. Физичка својства овог типа земљишта су врло неповољна, што ствара посебне тешкоће при основној обради и припреми земљишта за сетву. Велики садржај глине и колоида заједно са њиховим хидрофилним карактеристикама узрок су лоших физичких особина овог типа земљишта. У сувом стању, ова земљишта су тврда, збијена, са пуно пукотина. Међутим, у влажном стању, јако бубре, претварају се у блато и представљају јако лепљиву масу. Хемијска анализа земљишта показала је да је земљиште на коме је изведен оглед у Крагујевцу киселе реакције, нижег садржаја хумуса, средње обезбеђено укупним азотом и лако приступачним фосфором. Садржај лакоприступачног калијума је висок.

Земљиште на локалитету Крушевац припада типу деградираних алувијума, слабо киселе реакције. Средње је обезбеђено хумусом, укупним азотом и лако приступачним фосфором, док је количина лако приступачног калијума у ораничном слоју висока.

Основни тип земљишта на коме је изведен оглед у Сомбору је ливадска црница. Алкалне је реакције, добро обезбеђено хумусом, средње је обезбеђено укупним азотом, а оптимално је обезбеђено лако приступачним фосфором. Садржај лако приступачног калијума је висок.

Табела 5. Агрохемијска анализа земљишта

Локалитет	pH у KCL	Хумус (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg)	K ₂ O (mg)
Крагујевац	4,91	2,51	0,16	17,60	29,20
Крушевац	5,45	2,97	0,15	11,30	31,08
Сомбор	7,59	3,54	0,17	19,60	28,90

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

5.1. Карактеризација и евалуација КГ-линија пшенице

У овом поглављу изнети су резултати о карактеристикама КГ-линија пшенице. Такође су оцењене морфолошке и продуктивне особине овог материјала. У завршним подпоглављима наведене су вредности показатеља технолошког квалитета. У овом поглављу, највећи део дискусије усмерен је на процену остварених резултата у селекцији пшенице и поређење резултата са истраживањима других аутора.

5.1.1. Особине по UPOV дескриптору КГ-линија пшенице

Карактеризација КГ-линија пшенице извршена је по дескриптору Међународног удружења за заштиту нових сорти биљака (UPOV). Овај дескриптор садржи бројчане вредности за облике 27 особина пшенице. Када се створи нови генотип, он се карактерише тако што се за сваку од наведених особина утврђује какав облик има, те у складу са тим, одређују се његове бројчане вредности по особинама. Практично је немогуће да ма која два генотипа имају исте бројчане вредности за 27 особина. Зато дескриптор служи за доказивање различитости новоствореног генотипа у односу на друге генотипове. Различитост у односу на друге генотипове је један од услова за признавање сорте и чини део DUS теста. Друга два услова овог теста су униформност и стабилност.

Табела 6. Оцена особина КГ-линија пшенице по UPOV дескриптору

Генотип	Клас: облик из профила	Осје или зупци: присутност	Клас: боја	Доња плевица: ширина рамена	Доња плевица: облик рамена	Боја зрна	Сезонски тип
КГ-27/6	1	2	1	5	5	2	1
КГ-244/4	1	2	2	7	5	2	1
КГ-199/4	1	2	1	7	5	2	1
КГ-307/4	1	2	1	7	5	2	1
КГ-28/6	1	2	1	5	5	2	1
КГ-162/7	2	2	1	7-9	5	2	1
КГ-191/5-13	5	2	1	9	5	2	1
КГ-40-39/3	1	2	1	7	5	2	1
КГ-52/23	1	2	1	5	7-5	2	1
КГ-60-3/3	1	3	1	3	5	2	1
КГ-1/6	1	2	1	9	5	2	1
КГ-52/3	1	2	1	7	5	2	1
КГ-47/21	1	2	1	7	5	2	1
Победа	1-2	2	1	5-7	5	2	1

Легенда: Форма класа: 1- пирамидалан; 2-паралелан; 5-вретенаст; Осје или зупци присутност: 2-зупци присутни, 3-осје присутно; Боја класа: 1-бела; 2-обојен; Доња плева-ширина рамена: 3-уска, 5-средње, 7-широка, 9-веома широка; Доња плева-облик рамена: 5- раван, 7-уздигнут; Боја зрна: 2-црвена; Сезонски тип (озимост): 1-озими тип

У овом истраживању, спроводена је карактеризација КГ-линија пшенице помоћу дескриптора за 7 квалитативних особина. Коришћене су следеће особине из дескриптора: форма

класа у профилу, осје или зупци – присутност, боја класа, доња плевица-ширина рамена, доња плевица-облик рамена, боја зрна и сезонски тип. Бројчане вредности особина код КГ-линија приказане су у табели 6. Генотипови код којих је утврђено варирање у распону неких особина, могу се сматрати као мање или више хетерогени или нестабилни према тим особинама, што указује на потребу будућег унапређења њихове сортне чистоће.

На основу резултата, уочава се да поједини генотипови имају исте бројчане вредности за свих седам испитиваних квалитативних особина (КГ-199/4, КГ-307/4, КГ-52/3 и КГ-47/21). Да је дескрипција вршена по 27 особина, овакве појаве би биле искључене. Међусобна сличност појединих КГ-линија може се објаснити тиме да су оне створене у оквиру истог програма оплемењивања, дакле, са истим селекционим циљем, али и то, као што ће бити касније приказано, да се све испитиване линије ипак разликују према анализираним квантитативним особинама. Свакако, битан резултат је да се све испитиване КГ-линије разликују од стандардне сорте Победа.

Већину КГ-генотипова одликује пирамидалан клас беле боје са присутним зупцима. Изузетак чини генотип КГ-162/7 који има паралелан клас, као и генотип КГ-191/5-13 са вретенастим обликом класа. Такође, за разлику од свих осталих генотипова, генотип КГ-60-3/3 карактерише клас са присутним осјем. Својство доња плевица – ширина рамена се кретала у распону од уског (3), до веома широког (9), док су сви генотипови имали раван облик рамена доње плевице. Анализирани генотипови пшенице припадају озимом типу.

5.1.2. Морфолошке особине КГ-линија пшенице

5.1.2.1. Висина биљке

Висина биљке је важна квантитативна особина пшенице, која не само да одређује архитектуру биљке већ утиче и на принос. Ова комплексна особина је високо наследна и одређена (условљена) мајор генима. Главни гени одговорни за смањење висине биљака код пшенице познати су као гени патуљастости (dwarf) или гени редуктори висине (Rht гени). Употреба Rht гена за смањење висине биљака била је једна од главних стратегија у оплемењивању модерних сорти пшенице, у циљу повећања потенцијала за принос (Gale и Youssefian 1985). Скраћивање висине стабла пшенице је постигнуто тако што је скраћена дужина интернодија, без промене њиховог броја и броја листова, при чему посебан значај у фотосинтетској активности имају лист заставичар, вршна интернодија и клас (Воројевић, 1971).

Висина биљке је особина чија експресија зависи од фактора спољне средине, што потврђују и вредности коефицијента варијације добијени у овим истраживањима (таб. 7). Најмањи коефицијент варијације на сва три локалитета имао је генотип КГ-52/23: у Сомбору 3,38%, у Крушевцу 3,22% и у Крагујевцу 4,24%. Највећи коефицијент варијације у Сомбору имао је генотип КГ-40-39/3 (6,67%), у Крушевцу генотип КГ- 162/7 (8,07%), а у Крагујевцу генотип КГ-191/5-13 (8,15%).

Вредности коефицијента варијације (CV) за испитивану особину, узевши у обзир све локације, за генотипове просечно износе од 3,90% за КГ-52/23 до 8,12% за КГ-199/4. Вредности коефицијента варијације (CV) за испитивану особину, узевши у обзир све генотипове, врло су сличне на све три локације: 10,38% у Сомбору, 9,74% у Крушевцу и 10,05% у Крагујевцу.

Табела 7. Дескриптивне мере варијабилности за висину биљке (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	3,21	4,09	3,41	4,16	5,73	7,00	4,58	5,67
КГ-244/4	4,54	4,83	5,49	5,50	6,32	6,36	6,02	6,16
КГ-199/4	3,37	4,19	6,86	7,54	5,69	6,67	6,94	8,12
КГ-307/4	3,41	3,83	4,30	4,47	4,35	4,70	4,98	5,37
КГ-28/6	3,55	4,49	4,82	5,90	5,18	6,33	4,70	5,82
КГ-162/7	3,91	3,82	8,37	8,07	7,67	7,61	6,99	6,83
КГ-191/5-13	5,18	5,35	5,82	5,77	7,99	8,15	6,61	6,71
КГ-40-39/3	5,36	6,67	4,76	5,65	4,11	4,87	5,07	6,10
КГ-52/23	3,58	3,87	3,05	3,22	4,01	4,24	3,67	3,90
КГ-60-3/3	4,50	5,25	3,83	4,30	6,45	7,49	5,24	6,03
КГ-1/6	3,41	4,51	4,39	5,44	4,03	5,11	4,47	5,69
КГ-52/3	5,07	6,35	6,78	7,65	5,04	6,01	6,71	7,98
КГ-47/21	4,88	5,88	4,94	5,43	5,61	6,29	6,15	7,01
Победа	5,14	5,51	5,95	6,42	6,48	6,88	5,87	6,29
Просек	8,98	10,38	8,88	9,74	8,98	10,05	9,15	10,28

Просечна висина биљке варира је у зависности од генотипа и локалитета (таб. 8). Најмању просечну висину биљке, на сва три локалитета, имао је генотип КГ-1/6 (78,46 cm). Овај генотип био је нижи за око 5 cm у Сомбору (75,68 cm) него у Крушевцу (80,77 cm). Између просечних висина овог генотипа постоји статистички значајна разлика на сва три локалитета.

Табела 8. Средње вредности за висину биљке (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	78,33 ^{bA}	82,07 ^{abB}	81,86 ^{bB}	80,75
КГ-244/4	94,18 ^{fA}	99,71 ^{gB}	99,34 ^{fgB}	97,74
КГ-199/4	80,44 ^{bA}	90,90 ^{cdC}	85,31 ^{cB}	85,55
КГ-307/4	89,03 ^{eA}	96,21 ^{fC}	92,68 ^{eB}	92,64
КГ-28/6	79,04 ^{bA}	81,60 ^{aB}	81,76 ^{bB}	80,80
КГ-162/7	102,29 ^{hAB}	103,73 ^{hB}	100,77 ^{gA}	102,27
КГ-191/5-13	96,82 ^{gA}	100,82 ^{gB}	98,12 ^{fA}	98,59
КГ-40-39/3	80,48 ^{bB}	84,30 ^{bA}	84,24 ^{cA}	83,01
КГ-52/23	92,62 ^{fA}	94,71 ^{efB}	94,55 ^{eB}	93,96
КГ-60-3/3	85,68 ^{dA}	89,10 ^{cB}	86,05 ^{cA}	86,94
КГ-1/6	75,68 ^{aA}	80,77 ^{aC}	78,91 ^{aB}	78,46
КГ-52/3	79,82 ^{bA}	88,68 ^{cC}	83,90 ^{cB}	84,13
КГ-47/21	82,97 ^{cA}	90,91 ^{cdB}	89,12 ^{dB}	87,67
Победа	93,26 ^{fA}	92,66 ^{deA}	94,12 ^{eA}	93,35
Просек	86,47	91,15	89,34	88,99

Легенда: мало латинично слово означава разлику између генотипова, а велико латинично слово означава разлику између локалитета

Највећу просечну висину биљке на сва три локалитета имао је генотип КГ-162/7 (102,27 cm), при чему је његова вредност у Крагујевцу (100,77 cm) била статистички значајно нижа од вредности у Крушевцу (103,73 cm), док се средња висина у Сомбору (102,29 cm) није значајно разликовала од преостала два локалитета. Девет линија у Сомбору, шест у Крагујевцу и седам у Крушевцу су имале нижу просечну висину стабљике од стандардне сорте Победа, што показује колико је овај материјал оплемењивачки напредан и перспективан према овој особини. Разлике у висини биљака указују на генетичку дивергентност по саставу Rht гена између испитиваних генотипова пшенице.

Анализом варијансе утврђен је значајан ефекат генотипа ($F=310,019$; $p<0,01$), локалитета ($F=146,145$; $p<0,01$) као и интеракције ових фактора ($F=5,515$; $p<0,01$) за висину биљке (таб. 9). Статистичка значајност интеракције упућује на потребу упоређивања појединих генотипова на сваком локалитету посебно, као и на упоређивање разлика између локалитета за сваки генотип посебно.

Табела 9. Двофакторијална анализа варијансе за висину биљке код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блокови	12,445	2	6,223	3,853*
Генотип А	6508,555	13	500,658	310,019**
Локалитет Б	472,028	2	236,014	146,145**
А×Б	231,555	26	8,906	5,515**
Грешка	132,424	82	1,615	-
Укупно	7357,008	125	-	-

Легенда: *значајност на нивоу 0,05;
**значајност на нивоу 0,01;

Из ових резултата може се констатовати да су висине биљака КГ-линија пшенице најчешће у интервалу од око 80 до 95 cm. Ове висине биљака одговарају или су незнатно више у односу на савремене тенденције у оплемењивању пшенице. Сличне и нешто ниже висине у односу на КГ-линије одликују сорте пшенице из других домаћих и светских селекционих институција. Баџац и сар. (2009) налазе, испитивањем на три локације, да НС-сорта Симонида, има просечну висину биљке 62 cm. Петровић и сар. (2016) наводе да висина биљке варира у зависности од агроеколошких услова, при чему су истакли да је, на земљишту типа чернозем, висина биљке износила 92,9 cm код сорте Ренесанса, 83,8 cm код сорте НС-Рана 5 и 96 cm код сорте Песма. Испитивањем десет сорти пшенице пореклом из различитих селекционих институција наше земље и света, Зечевић и сар. (2008b) саопштавају да висина биљке варира од 64 cm код сорте Загрпчанка, до 89 cm код сорте Љубичевка.

5.1.2.2. Дужина прве, друге и вршне интернодије

Висина стабљике и висина целе биљке пшенице зависе од дужине и броја интернодија. Дужина прве интернодије је најмања, а свака следеће интернодија је дужа од претходне.

Коефицијенти варијације за дужину прве интернодије показују да ова особина има израженије варирање од висине биљке. У просеку, CV се кретао у распону од 14,68 % (КГ-52/3) до 26,05% (КГ-28/6) у Сомбору, од 11,35% (КГ- 52/3) до 26,67 (КГ-244/4) у Крушевцу, а од 11,62% (КГ-52/3) до 22,77% (КГ-307/4) у Крагујевцу (таб. 10).

Табела 10. Дескриптивне мере варијабилности за дужину прве интернодије (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	0,70	18,77	0,69	17,38	0,74	17,45	0,74	18,59
КГ-244/4	0,66	17,19	1,12	26,67	0,87	20,67	0,91	22,30
КГ-199/4	0,84	22,95	0,90	20,74	0,55	13,61	0,82	20,45
КГ-307/4	0,90	23,87	1,00	23,36	0,87	22,77	0,95	23,99
КГ-28/6	0,99	26,05	0,81	19,10	0,98	22,74	0,95	23,06
КГ-162/7	0,96	22,54	0,60	12,47	0,95	20,79	0,87	19,12
КГ-191/5-13	1,06	23,77	1,18	22,35	1,11	20,56	1,19	23,56
КГ-40-39/3	0,87	22,42	0,85	18,85	0,88	20,80	0,89	21,14
КГ-52/23	0,65	16,29	1,07	22,96	0,99	20,93	0,97	21,75
КГ-60-3/3	1,08	25,78	0,91	18,88	0,84	19,91	0,98	22,22
КГ-1/6	0,86	24,93	0,90	24,86	0,78	22,74	0,85	24,29
КГ-52/3	0,59	14,68	0,52	11,35	0,51	11,62	0,58	13,39
КГ-47/21	0,81	20,51	0,73	16,08	0,82	18,51	0,82	19,03
Победа	0,79	22,64	0,70	16,71	0,56	14,11	0,74	19,07
Просек	0,89	22,88	0,95	21,44	0,94	21,96	0,95	22,62

Најмању просечну дужину прве интернодије, на сва три локалитета, имао је генотип КГ-1/6 (3,5 cm), при чему разлике по дужини прве интернодије за овај генотип нису имале статистичку значајност између локалитета (таб. 11).

Табела 11. Средње вредности за дужину прве интернодије (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	Просек
КГ-27/6	3,73 ^{a-dA}	3,97 ^{bAB}	4,24 ^{cdeB}	3,98
КГ-244/4	3,84 ^{cdA}	4,20 ^{bcB}	4,21 ^{cdeB}	4,08
КГ-199/4	3,66 ^{abcA}	4,34 ^{cdeB}	4,04 ^{bcdB}	4,01
КГ-307/4	3,77 ^{a-dA}	4,28 ^{cdB}	3,82 ^{bA}	3,96
КГ-28/6	3,80 ^{bcdA}	4,24 ^{cdB}	4,31 ^{defB}	4,12
КГ-162/7	4,26 ^{fgA}	4,81 ^{gB}	4,57 ^{fgAB}	4,55
КГ-191/5-13	4,46 ^{fA}	5,28 ^{hB}	5,40 ^{hB}	5,05
КГ-40-39/3	3,88 ^{cdeA}	4,51 ^{defB}	4,23 ^{cdeB}	4,21
КГ-52/23	3,99 ^{defA}	4,66 ^{fgB}	4,73 ^{gB}	4,46
КГ-60-3/3	4,19 ^{efgA}	4,82 ^{gB}	4,22 ^{cdeA}	4,41
КГ-1/6	3,45 ^{aA}	3,62 ^{aA}	3,43 ^{aA}	3,50
КГ-52/3	4,02 ^{defA}	4,58 ^{efgB}	4,39 ^{efB}	4,33
КГ-47/21	3,95 ^{c-fA}	4,54 ^{efB}	4,43 ^{efB}	4,31
Победа	3,49 ^{abA}	4,19 ^{bcC}	3,97 ^{bcB}	3,88
Просек	3,89	4,43	4,28	4,2

Генотип КГ-191/5-13 је имао највећу просечну дужину прве интернодије на сва три локалитета, при чему је у Сомбору забележена значајно нижа вредност (4,46 cm) у односу Крушевац (5,28 cm) и Крагујевац (5,40 cm), између којих није било статистички значајне разлике. Сви генотипови, изузев генотипа КГ-1/6, су остварили значајно мању просечну дужину прве интернодије на локалиту Сомбор, у поређењу са друга два локалитета (таб. 11).

Двофакторска анализа варијансе указала је на статистички значајан утицај генотипа ($F=47,454$; $p<0,01$), локалитета ($F=128,525$; $p<0,01$), као и интеракције генотип \times локалитет ($F=3,118$; $p<0,01$) на дужину прве интернодије (таб. 12).

Табела 12. Анализа варијансе за дужину прве интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,060	2	0,030	1,195 ^{nz}
Генотип А	15,607	13	1,201	47,454 ^{**}
Локалитет Б	6,503	2	3,251	128,525 ^{**}
А \times Б	2,051	26	0,079	3,118 ^{**}
Грешка	2,074	82	0,025	-
Укупно	26,296	125	-	-

Вредности коефицијента варијације (CV) за дужину друге интернодије указују на велику варијабилност испитиване особине (таб. 13). Израчунате вредности коефицијента варијације варирале су у распону од 6,05% код генотипа КГ-52/23 у Крушевцу до 24,49% код генотипа КГ-244/4 у Крагујевцу.

Табела 13. Дескриптивне мере варијабилности за дужину друге интернодије (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	1,15	17,01	2,12	24,42	1,28	15,37	1,77	22,35
КГ-244/4	1,97	19,18	2,64	21,95	2,75	24,49	2,56	22,90
КГ-199/4	1,18	16,48	2,15	21,98	1,75	20,88	2,03	24,05
КГ-307/4	1,58	17,56	1,38	12,79	1,94	21,30	1,83	18,98
КГ-28/6	0,96	13,91	1,50	17,16	1,63	20,84	1,57	20,08
КГ-162/7	1,66	15,95	1,78	14,22	2,42	24,22	2,25	20,51
КГ-191/5-13	1,91	17,69	1,53	12,15	1,76	15,81	1,90	16,51
КГ-40-39/3	1,21	16,83	1,11	12,66	1,62	21,83	1,49	19,13
КГ-52/23	1,12	11,65	0,60	6,05	1,57	16,39	1,17	12,06
КГ-60-3/3	1,84	23,23	1,33	13,21	1,63	18,71	1,83	20,56
КГ-1/6	0,88	13,97	1,05	12,79	1,49	23,39	1,46	20,98
КГ-52/3	1,32	15,77	2,27	20,67	2,13	22,42	2,22	23,08
КГ-47/21	1,65	17,52	1,02	9,43	1,61	16,45	1,56	15,58
Победа	1,56	16,85	1,64	13,79	1,90	18,03	2,01	19,03
Просек	2,05	24,03	2,19	21,04	2,28	24,95	2,31	24,68

Узевши у обзир сва три локалитета, генотип КГ-52/23 је имао најмањи коефицијент варијације (12,06%), а генотип КГ-199/4 највећу вредност овог параметра (24,05%).

Дужина друге интернодије варирала је у зависности од генотипа и локалитета. Најмању просечну дужину друге интернодије на сва три локалитета имао је генотип КГ-1/6, при чему је у Крушевцу остварена значајно виша просечна вредност (8,21 cm) у односу на Сомбор (6,30 cm) и Крагујевац (6,37 cm). Највећа просечна вредност овог својства утврђена је код генотипа КГ-191/5-13 (12,59 cm) у агроколошким условима Крушевца (таб. 14).

Табела 14. Средње вредности за дужину друге интернодије (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	6,76 ^{abA}	8,68 ^{aB}	8,33 ^{cdB}	7,92
КГ-244/4	10,27 ^{ghA}	12,03 ^{eb}	11,23 ^{iAB}	11,18
КГ-199/4	7,16 ^{bcA}	9,78 ^{bb}	8,38 ^{cdA}	8,44
КГ-307/4	9,00 ^{efA}	10,79 ^{cdA}	9,11 ^{efB}	9,64
КГ-28/6	6,90 ^{abA}	8,74 ^{aC}	7,82 ^{bcB}	7,82
КГ-162/7	10,41 ^{ghA}	12,52 ^{eb}	9,99 ^{ghA}	10,97
КГ-191/5-13	10,80 ^{hA}	12,59 ^{eb}	11,13 ^{iA}	11,51
КГ-40-39/3	7,19 ^{bcA}	8,77 ^{aB}	7,42 ^{ba}	7,79
КГ-52/23	9,61 ^{fgA}	9,91 ^{ba}	9,59 ^{fgA}	9,70
КГ-60-3/3	7,92 ^{cdA}	10,07 ^{bcB}	8,71 ^{deA}	8,90
КГ-1/6	6,30 ^{aA}	8,21 ^{aB}	6,37 ^{aA}	6,96
КГ-52/3	8,37 ^{deA}	10,98 ^{dc}	9,50 ^{fgB}	9,62
КГ-47/21	9,42 ^{fA}	10,82 ^{cdB}	9,79 ^{fgA}	10,01
Победа	9,26 ^{fA}	11,89 ^{ec}	10,54 ^{hiB}	10,56
Просек	8,53	10,41	9,14	9,36

Анализа варијансе за дужину друге интернодије указала је да постоји статистички значајна разлика између испитиваних генотипова ($F=96,384$; $p<0,01$), локалитета ($F=205,523$; $p<0,01$) као и интеракције генотипа и локалитета ($F=2,748$; $p<0,01$) (таб. 15).

Табела 15. Анализа варијансе за дужину друге интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,459	2	0,229	1,211 ^{nz}
Генотип А	237,210	13	18,247	96,384 ^{**}
Локалитет Б	77,817	2	38,908	205,523 ^{**}
А×Б	13,525	26	0,520	2,748 ^{**}
Грешка	15,524	82	0,189	-
Укупно	344,534	125	-	-

Кефицијент варијације за дужину вршне интернодије кретао се у интервалу од 6,70% (КГ-307/4) до 11,67% (КГ-40-39/3) у Сомбору, од 8,19 (КГ-1/6) до 14,75% (КГ-191/5-13) у Крушевцу и од 7,04% (КГ-40-39/3) до 14,83% (КГ-162/7) у Крагујевцу (таб. 16).

Табела 16. Дескриптивне мере варијабилности за дужину вршне интернодије (см) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	1,93	7,70	2,25	8,74	3,25	12,78	2,54	9,99
КГ-244/4	2,77	7,57	3,60	9,63	4,07	10,44	3,64	9,67
КГ-199/4	2,54	8,99	3,14	10,57	3,41	12,63	3,23	11,40
КГ-307/4	1,92	6,70	3,55	11,72	3,01	10,10	2,97	10,04
КГ-28/6	2,50	10,11	2,58	10,06	2,18	8,49	2,45	9,66
КГ-162/7	3,34	11,23	2,68	8,96	4,80	14,83	3,88	12,65
КГ-191/5-13	2,20	7,63	4,36	14,75	3,72	13,65	3,65	12,79
КГ-40-39/3	3,20	11,67	2,73	9,66	2,05	7,04	2,77	9,80
КГ-52/23	2,60	8,66	3,79	12,59	2,58	8,71	3,03	10,13
КГ-60-3/3	2,70	9,51	2,84	9,90	3,59	12,90	3,07	10,85
КГ-1/6	2,13	8,31	2,24	8,19	2,17	7,90	2,32	8,65
КГ-52/3	2,48	9,80	3,89	14,57	3,11	11,47	3,28	12,44
КГ-47/21	2,45	9,53	2,96	10,98	3,46	11,95	3,25	11,94
Победа	2,14	8,14	3,20	11,32	3,65	12,07	3,44	12,17
Просек	3,87	13,87	4,22	14,60	4,64	15,97	4,29	14,99

Средње вредности за дужину вршне интернодије приказане су у табели 17.

Табела 17. Средње вредности за дужину вршне интернодије (см) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	25,06 ^{abA}	25,75 ^{abA}	25,44 ^{aA}	25,42
КГ-244/4	36,57 ^{gA}	37,39 ^{gA}	38,99 ^{hB}	37,65
КГ-199/4	28,26 ^{dAB}	29,72 ^{efB}	27,00 ^{bcA}	28,33
КГ-307/4	28,66 ^{defA}	30,30 ^{fB}	29,81 ^{fAB}	29,59
КГ-28/6	24,74 ^{aA}	25,64 ^{aA}	25,69 ^{abA}	25,36
КГ-162/7	29,74 ^{efA}	29,90 ^{efA}	32,36 ^{gB}	30,67
КГ-191/5-13	28,83 ^{defAB}	29,55 ^{efB}	27,25 ^{bcA}	28,54
КГ-40-39/3	27,43 ^{cdA}	28,26 ^{cdeAB}	29,10 ^{efB}	28,26
КГ-52/23	30,02 ^{fA}	30,11 ^{fA}	29,63 ^{fA}	29,92
КГ-60-3/3	28,38 ^{deA}	28,70 ^{defA}	27,82 ^{cdeA}	28,30
КГ-1/6	25,64 ^{abA}	27,35 ^{bcdA}	27,48 ^{cdA}	26,82
КГ-52/3	25,3 ^{abA}	26,70 ^{abcA}	27,12 ^{bcA}	26,37
КГ-47/21	25,72 ^{abA}	26,95 ^{abcA}	28,96 ^{defB}	27,21
Победа	26,30 ^{bcA}	28,26 ^{cdeB}	30,23 ^{fC}	28,26
Просек	27,90	28,90	29,06	28,62

У агроеколошким условима Сомбора и Крушевца, генотип КГ-28/6 имао је најмању дужину вршне интернодије (24,74 cm; 25,64 cm), а у агроеколошким условима Крагујевца, генотип КГ-27/6 (25,44 cm) (таб. 17). Највећу просечну вредност дужине вршне интернодије, на свим проучаваним локалитетима, остварио је генотип КГ-244/4 (37,65 cm).

Анализом варијансе за дужину вршне интернодије утврђена је значајна разлика између генотипова ($F=116,341$; $p<0,01$) и локалитета ($F=23,131$; $p<0,01$). Интеракција ових фактора (генотип \times локалитет) била је, такође, статистички значајна ($F=3,868$; $p<0,01$), табела 18.

Табела 18. Анализа варијансе за дужину вршне интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	3,346	2	1,673	2,343 ^{nz}
Генотип А	1080,075	13	83,083	116,341 ^{**}
Локалитет Б	33,037	2	16,519	23,131 ^{**}
А \times Б	71,824	26	2,762	3,868 ^{**}
Грешка	58,559	82	0,714	-
Укупно	1246,842	125	-	-

Када се сагледају резултати о дужинама интернодија КГ-линија пшенице (прве, друге и вршне), може се констатовати да је најзаступљенија висина прве интернодије од око 4 до 4,5 cm, друге интернодије од око 9 до 10 cm, а вршне од 28-29 cm. То указује на складну архитектуру селекционисаних КГ-линија биљака, при којој су најкраће, те и најстабилније, етаже у основи стабла, а потом су све дуже, идући ка врху. У поређењу са другим сортама, КГ линије имају сличне вредности дужина интернодија.

Постоје подељена мишљења о оптималној дужини интернодија код пшенице и других жита. Једни аутори истичу да су пожељне што краће интернодије, јер то позитивно утиче на отпорност према полагању (Мадић и сар., 2016). Међутим, има аутора који истичу предност дугих интернодија. На пример, Рољевић-Николић и сар. (2017) указује да у условима органске производње и веће закоровљености, сорте пшенице са високим стаблом и дужим интернодијама имају бољу конкурентност за 7-9% од ниских сорти са кратким интернодијама. Mason и сар. (2007) истичу да би интеракцијом веће висине биљака и продуктивније фотосинтезе била остварена способност пшенице да угуши корове. У контексту ових опречних ставова, добро је што постоје КГ-линије које се одликују и краћим, и нешто дужим интернодијама од стандардне сорте Победа.

5.1.2.3. Пречник прве, друге и вршне интернодије

У програмима оплемењивања пшенице веома је важно креирати сорте које, поред ниже висине, поседују и чврсто, добро развијено стабло са ширим печником интернодија у циљу повећања отпорности на полагање.

Анализирајући пречник прве, друге и вршне интернодије, установљене су статистички значајно различите просечне вредности како између проучаваних генотипова тако и између посматраних локалитета. Коefицијент варијације за пречник прве интернодије кретао се у интервалу од 8,17% (КГ-52/23) до 12,90% (КГ-28/6) у Сомбору, од 11,11% (КГ-27/6) до 15,26% (КГ-244/4) у Крушевцу и од 9,66% (КГ-191/5-13) до 14,62% (КГ-27/6) у Крагујевцу, што указује

на нижу варијабилност пречника прве интернодије у односу на дужину прве интернодије (таб. 19 и таб. 10).

Табела 19. Дескриптивне мере варијабилности за пречник прве (mm) интернодије по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	0,39	10,54	0,44	11,11	0,56	14,62	0,48	12,53
КГ-244/4	0,43	11,98	0,58	15,26	0,46	11,59	0,51	13,46
КГ-199/4	0,41	11,17	0,56	13,90	0,41	10,88	0,49	12,83
КГ-307/4	0,33	9,40	0,46	12,27	0,64	15,50	0,55	14,47
КГ-28/6	0,48	12,90	0,45	11,84	0,40	10,47	0,44	11,64
КГ-162/7	0,42	10,77	0,43	11,20	0,58	14,57	0,48	12,31
КГ-191/5-13	0,28	8,56	0,41	11,05	0,34	9,66	0,39	11,14
КГ-40-39/3	0,33	8,94	0,49	12,16	0,53	13,66	0,47	12,14
КГ-52/23	0,29	8,17	0,42	11,67	0,48	12,66	0,42	11,51
КГ-60-3/3	0,37	10,39	0,57	14,96	0,52	13,23	0,51	13,53
КГ-1/6	0,42	11,14	0,47	11,52	0,46	11,89	0,47	12,02
КГ-52/3	0,37	10,25	0,44	11,49	0,51	13,28	0,45	11,97
КГ-47/21	0,43	11,98	0,47	11,93	0,46	12,57	0,48	12,87
Победа	0,40	9,98	0,45	11,75	0,54	13,37	0,47	11,87
Просек	0,42	11,51	0,49	12,69	0,51	13,21	0,49	12,93

У агроеколошким условима Сомбора, сорта Победа је имала значајно шири пречник прве интернодије (4,01 mm) у поређењу са свим осталим генотиповима.

Табела 20. Средње вредности за пречник прве интернодије (mm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	Просек
КГ-27/6	3,70 ^{defA}	3,96 ^{bcdA}	3,83 ^{bcA}	3,83
КГ-244/4	3,59 ^{b-eA}	3,80 ^{abcA}	3,97 ^{cdA}	3,79
КГ-199/4	3,66 ^{cdefA}	4,03 ^{cdB}	3,77 ^{abcA}	3,82
КГ-307/4	3,51 ^{bA}	3,75 ^{abB}	4,13 ^{dC}	3,80
КГ-28/6	3,73 ^{efA}	3,80 ^{abcA}	3,82 ^{bcA}	3,78
КГ-162/7	3,90 ^{gA}	3,83 ^{a-dA}	3,98 ^{cdA}	3,90
КГ-191/5-13	3,27 ^{aA}	3,71 ^{abB}	3,53 ^{aB}	3,50
КГ-40-39/3	3,69 ^{c-fA}	4,03 ^{cdC}	3,88 ^{bcdB}	3,87
КГ-52/23	3,55 ^{bcA}	3,60 ^{aA}	3,79 ^{bcB}	3,65
КГ-60-3/3	3,56 ^{bcdA}	3,81 ^{abcAB}	3,93 ^{bcdB}	3,77
КГ-1/6	3,77 ^{fA}	4,08 ^{dB}	3,87 ^{bcdA}	3,91
КГ-52/3	3,61 ^{b-eA}	3,83 ^{a-dA}	3,83 ^{bcA}	3,76
КГ-47/21	3,60 ^{b-eA}	3,94 ^{bcdB}	3,66 ^{abA}	3,73
Победа	4,01 ^{gAB}	3,83 ^{a-dB}	4,04 ^{cdA}	3,96
Просек	3,65	3,86	3,86	3,79

У Крушевцу је највећа средња вредност пречника прве интернодије забележена код генотипа КГ-1/6 (4,08 mm), а у Крагујевцу код генотипа КГ-307/4 (4,13 mm). Генотип КГ-191/5-13, у Сомбору и Крагујевцу, је остварио најмању просечну вредност анализираних својства (3,27 mm; 3,53 mm), а у Крушевцу генотип КГ-52/23 (3,60 mm), (таб. 20).

Анализа варијансе је указала на статистички врло значајне разлике између испитиваних генотипова ($F=8,263$; $p<0,01$) и локалитета ($F=41,189$; $p<0,01$). Поред индивидуалног утицаја, њихове интеракције биле су такође врло значајне ($F=3,362$; $p<0,01$) (таб. 21).

Табела 21. Анализа варијансе за пречник прве интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,029	2	0,014	1,001 ^{nz}
Генотип А	1,547	13	0,119	8,263 ^{**}
Локалитет Б	1,186	2	0,593	41,189 ^{**}
А×Б	1,259	26	0,048	3,362 ^{**}
Грешка	1,181	82	0,014	-
Укупно	5,202	125	-	-

Ниже вредности коефицијента варијације за пречник друге интернодије, које су се у просеку кретале од 9,38% (КГ- 28/6) до 13,11% (КГ-60-3/3), указале су на ниску варијабилност анализираних особине (таб. 22). Посматрано по локалитетима, најмања вредност коефицијента варијације у Сомбору забележена је код сорте Победе (7,14%), у Крушевцу код генотипа КГ-162/7 (9,03%), а у Крагујевцу код генотипа КГ-47/21 (8,74%).

Табела 22. Дескриптивне мере варијабилности за пречник друге интернодије (mm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	0,43	10,19	0,46	9,83	0,68	15,28	0,56	12,58
КГ-244/4	0,38	8,76	0,58	12,39	0,52	11,09	0,52	11,38
КГ-199/4	0,47	11,58	0,43	9,35	0,42	9,66	0,49	11,29
КГ-307/4	0,40	9,93	0,51	11,43	0,63	14,06	0,56	12,96
КГ-28/6	0,41	9,56	0,43	9,68	0,40	9,11	0,41	9,38
КГ-162/7	0,35	8,14	0,41	9,03	0,57	12,61	0,46	10,34
КГ-191/5-13	0,28	7,61	0,44	10,78	0,39	9,68	0,41	10,43
КГ-40-39/3	0,34	7,74	0,50	10,68	0,47	10,49	0,46	10,20
КГ-52/23	0,32	7,86	0,44	10,30	0,46	10,65	0,42	9,95
КГ-60-3/3	0,30	7,48	0,65	15,40	0,52	11,35	0,56	13,11
КГ-1/6	0,35	7,97	0,54	11,04	0,54	12,08	0,53	11,57
КГ-52/3	0,36	8,26	0,43	9,49	0,45	10,16	0,42	9,46
КГ-47/21	0,36	8,59	0,51	11,14	0,38	8,74	0,45	10,30
Победа	0,32	7,14	0,49	10,84	0,52	11,02	0,46	10,07
Просек	0,42	10	0,53	11,75	0,52	11,69	0,51	11,62

У агроколошким условима Сомбора и Крагујевца највећи пречник друге интернодије је имала сорта Победа (4,48 mm; 4,72 mm), при чему се сорта Победа није значајно разликовала од три генотипа у Сомбору (КГ-52/3, КГ-1/6 и КГ-40-39/3) и три генотипа у Крагујевцу (КГ-60-3/3, КГ-162/7 и КГ-244/4). У Крушевцу је највећи пречник друге интернодије забележен код генотипа КГ-1/6 (4,89 mm). Овај генотип је имао статистички значајно већи пречник друге интернодије у поређењу са свим осталим генотиповима пшенице на том локалитету (таб. 23).

Табела 23. Средње вредности за пречник друге интернодије (mm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	Просек
КГ-27/6	4,22 ^{dA}	4,68 ^{eC}	4,46 ^{bcB}	4,45
КГ-244/4	4,34 ^{eA}	4,68 ^{eB}	4,69 ^{deB}	4,57
КГ-199/4	4,06 ^{bA}	4,60 ^{deC}	4,35 ^{bcB}	4,34
КГ-307/4	4,03 ^{bA}	4,46 ^{cdB}	4,48 ^{bcdB}	4,32
КГ-28/6	4,29 ^{deA}	4,44 ^{cA}	4,39 ^{bcA}	4,37
КГ-162/7	4,3 ^{deA}	4,54 ^{cdeB}	4,52 ^{b-eAB}	4,45
КГ-191/5-13	3,68 ^{aA}	4,08 ^{aB}	4,03 ^{aB}	3,93
КГ-40-39/3	4,39 ^{efA}	4,68 ^{eB}	4,48 ^{bcdA}	4,51
КГ-52/23	4,07 ^{bcA}	4,27 ^{bB}	4,32 ^{bB}	4,22
КГ-60-3/3	4,01 ^{bA}	4,22 ^{bA}	4,58 ^{cdeB}	4,27
КГ-1/6	4,39 ^{efA}	4,89 ^{fB}	4,47 ^{bcdA}	4,58
КГ-52/3	4,36 ^{efA}	4,53 ^{cdeB}	4,43 ^{bcAB}	4,44
КГ-47/21	4,19 ^{cdA}	4,58 ^{cdeC}	4,35 ^{bcB}	4,37
Победа	4,48 ^{fA}	4,52 ^{cdA}	4,72 ^{eB}	4,57
Просек	4,20	4,51	4,45	4,39

Анализа варијансе за пречник друге интернодије указала је на значајан ефекат генотипа ($F=31,504$; $p<0,01$), локалитета ($F=129,879$; $p<0,01$) као и интеракције генотип \times локалитет ($F=4,823$; $p<0,01$) (таб. 24).

Табела 24. Анализа варијансе за пречник друге интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,012	2	0,006	0,728 ^{nz}
Генотип А	3,509	13	0,270	31,504 ^{**}
Локалитет Б	2,226	2	1,113	129,879 ^{**}
А \times Б	1,074	26	0,041	4,823 ^{**}
Грешка	0,703	82	0,009	-
Укупно	7,525	125	-	-

Вредности коефицијента варијације за пречник вршне интернодије, добијене у овим истраживањима, указале су на ниску варијабилност посматраног својства (таб. 25). На нивоу целог огледа, просечне вредности коефицијента варијације кретале су се у распону од 9,58% (КГ-191/5-13) до 12,83% (КГ-60-3/3). У Сомбору и Крагујевцу је најмању варијабилност

пречника вршне интернодије имао је генотип КГ-199/4 (6,75%; 8,31%), а у Крушевцу, генотип КГ-191/5-13 (8,18%).

Табела 25. Дескриптивне мере варијабилности за пречник вршне интернодије (mm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	0,32	8,70	0,42	11,05	0,48	12,83	0,41	10,96
КГ-244/4	0,38	9,90	0,38	9,45	0,41	10,43	0,40	10,18
КГ-199/4	0,27	6,75	0,50	12,11	0,32	8,31	0,39	9,77
КГ307/4	0,35	9,02	0,48	12,03	0,44	11,37	0,43	11,00
КГ-28/6	0,33	8,89	0,42	11,48	0,40	11,05	0,39	10,66
КГ-162/7	0,36	9,84	0,42	11,14	0,43	11,20	0,41	10,90
КГ-191/5-13	0,33	10,71	0,26	8,18	0,32	10,26	0,30	9,58
КГ-40-39/3	0,43	10,54	0,52	12,75	0,40	10,13	0,45	11,14
КГ-52/23	0,42	12,28	0,34	9,77	0,36	10,29	0,38	10,95
КГ-60-3/3	0,36	9,92	0,51	12,75	0,53	13,77	0,49	12,83
КГ-1/6	0,38	9,69	0,43	10,17	0,45	11,19	0,44	10,84
КГ-52/3	0,37	9,71	0,45	11,94	0,47	13,13	0,44	11,83
КГ-47/21	0,42	11,20	0,50	12,72	0,37	9,79	0,44	11,52
Победа	0,34	8,83	0,40	10,34	0,38	9,43	0,38	9,69
Просек	0,43	11,50	0,51	13,25	0,47	12,50	0,48	12,70

На локалитету Сомбор, највећи просечни пречник вршне интернодије су имали генотипови КГ-40-39/3, КГ-199/4 и КГ-1/6 (4,08 mm, 4,00 mm, 3,92 mm).

Табела 26. Средње вредности за пречник вршне интернодије (mm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	Просек
КГ-27/6	3,68 ^{cdeA}	3,80 ^{cdA}	3,74 ^{cdeA}	3,74
КГ-244/4	3,84 ^{e-hA}	4,02 ^{efgB}	3,93 ^{efgAB}	3,93
КГ-199/4	4,00 ^{hiAB}	4,13 ^{ghB}	3,85 ^{efgA}	3,99
КГ-307/4	3,88 ^{efghA}	3,99 ^{efgA}	3,87 ^{efgA}	3,91
КГ-28/6	3,71 ^{c-fA}	3,66 ^{ca}	3,62 ^{bcdA}	3,66
КГ-162/7	3,66 ^{cdA}	3,77 ^{cdB}	3,84 ^{efgB}	3,76
КГ-191/5-13	3,08 ^{aA}	3,18 ^{aA}	3,12 ^{aA}	3,13
КГ-40-39/3	4,08 ^{iA}	4,08 ^{efghA}	3,95 ^{fgA}	4,04
КГ-52/23	3,42 ^{ba}	3,48 ^{ba}	3,50 ^{ba}	3,47
КГ-60-3/3	3,63 ^{ca}	4,00 ^{efgC}	3,85 ^{efgB}	3,82
КГ-1/6	3,92 ^{ghiA}	4,23 ^{hb}	4,02 ^{gAB}	4,06
КГ-52/3	3,81 ^{d-gB}	3,77 ^{cdB}	3,58 ^{bcA}	3,72
КГ-47/21	3,75 ^{c-gA}	3,93 ^{defA}	3,78 ^{defA}	3,82
Победа	3,85 ^{e-hA}	3,87 ^{deA}	4,03 ^{gA}	3,92
Просек	3,74	3,85	3,76	3,78

У Крушевцу се за посматрано својсто издвојио генотип КГ-1/6 (4,23 mm), који је испољио статистички знаћајно већи пречник вршне интернодије у поређењу са свим испитиваних генотиповима, изузев КГ-199/4 и КГ-40-39/3. На локалитету Крагујевац, највећи пречник вршне интернодије зебележен је код сорте Победа (4,03 mm), чија се средња вредност није значајно разликоваа од средње вредности седам генотипа (КГ-1/6, КГ-60-3/3, КГ-40-39/3, КГ-162/7, КГ-307/4, КГ-199/4, КГ-244/4) (таб. 26).

Анализа варијансе за пречник вршне интернодије указала је на статистички значајне разлике како између испитиваних генотипова ($F=65,095$; $p<0,01$), тако и између локалитета ($F=18,140$; $p<0,01$). Поред индивидуалог утицаја, њихове интеракције су биле такође статистички значајне ($F=2,837$; $p<0,01$), табела 27.

Табела 27. Анализа варијансе за пречник вршне интернодије код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,083	2	0,042	4,927*
Генотип А	7,143	13	0,549	65,095**
Локалитет Б	0,306	2	0,153	18,140**
А×Б	0,623	26	0,024	2,837**
Грешка	0,692	82	0,008	-
Укупно	8,848	125	-	-

Када се сагледају резултати о пречнику интернодија КГ-линија пшенице (прве, друге и вршне) уочава се да је назаступљенији пречник прве интернодије од 3,7 mm до 3,9 mm, друге интернодије од 4,3 mm до 4,5 mm, а вршне од 3,7 mm до 3,9 mm. Резултати добијени у овим истраживањима су показали да изучавани генотипови поседују чврсту стабљику, отпорну на полагање јер у условима интензивних падавина, које су биле изражене у 2014. години, није дошло до полагања биљака. Поред тога, пречник вршне интернодије испитиваних генотипова указује на висок потенцијал за транспорт материје од корена биљке до зрна, као крајњег одредишта складиштења органских материја.

Проучавање морфолошких и анатомских особина стабљике значајно је за потпуније упознавање процеса отпорности према полагању пшенице, који зависи од читавог низа фактора, како спољашњих, тако и унутрашњих, везаних за грађу и физиолошке процесе самих биљака. Познато је да полагање усева отежава жетву, смањује принос и погоршава технолошки квалитет. Сорте отпорне на полагање поседују краће и дебље стабло са боље развијеним механичким ткивом (Khobra и сар., 2019). Многи аутори истичу да је отпорност на полагање пшенице у позитивној корелацији са пречником стабла и дебелином зида базалне интернодије (Berry и сар., 2007; Berry и Berry, 2015; Khobra и сар., 2019). Већи пречник интернодија има значај не само у погледу боље стабилности биљке и отпорности према полагању, што је био углавном случај код прве и друге интернодије, већ и у погледу већег капацитета спроводних судова за проток материје и успешније наливање зрна. Пречник стабљике и дебелина зида стабљике, као најважније компоненте, стоје у позитивној корелацији са механичком чврстоћом стабљике (Pineга-Chavez и сар., 2016), док најјачу везу са приносом зрна испољава пречник стабљике.

Скраћењем стабла код пшенице, повећава се транслокације асимилатива из листа и стабла у зрно. Осим тога, ниска стабљика омогућава гајење биљака у гушћем склопу (већи број класова по m^2) и примену веће дозе минералних ђубрива (Denčić, 2006). Селекција сорти пшенице ниског раста и веће способности искоришћавања хранљивих материја из ђубрива представљају

главно обележје генетичког унапређења пшенице (Bhutta, 2006) и основу повећаног генетског потенцијала за принос. У научно-истраживачким програмима Центра за стрна жита у Крагујевцу, континуирано се тежило стварању сорти пшенице са нижом и чврстом стабљиком, које поседују високу адаптабилност у различитим климатским и едафским условима производње на нашим просторима (Milovanović и сар., 2008).

5.1.2.4. Дужина класа, број класића примарног класа и број фертилних класића по класу

Један од најперспективнијих праваца у оплемењивању пшенице је креирање генотипова дугог и плодног класа (Perišić и сар., 2011), јер дужи клас поседује већи број класића по класу који директно повећавају принос зрна (Ijaz и Kashif, 2013).

На основу израчунатих просечних вредности коефицијента варијације за дужину класа, на нивоу целог огледа, запажа се ниска варијабилност у интервалу од 6,06% (КГ-47/21) до 9,44% (Победа). Најмању варијабилност на сва три локалитета испољио је генотип КГ-47/21 (у Сомбору 5,37%, у Крушевцу 4,64%, а у Крагујевцу 6,96%). У Сомбору је највећа варијабилност дужине класа забележена код генотипа КГ-52/23 (10,40%), у Крушевцу код генотипа КГ-162/7 (9,55%), а у Крагујевцу код КГ-27/6 (10,63%) (таб. 28).

Табела 28. Дескриптивне мере варијабилности за дужину примарног класа по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)
КГ-27/6	0,67	6,46	0,77	7,56	1,14	10,63	0,90	8,64
КГ-244/4	0,70	8,03	0,73	8,16	1,03	11,22	0,84	9,39
КГ-199/4	0,60	6,65	0,75	7,92	0,74	7,97	0,72	7,78
КГ-307/4	0,59	6,22	0,83	8,35	1,13	11,32	0,90	9,18
КГ-28/6	0,69	6,55	0,89	8,79	0,81	7,76	0,81	7,81
КГ-162/7	0,71	7,27	0,90	9,55	1,00	9,92	0,91	9,33
КГ-191/5-13	0,75	6,56	0,59	5,04	1,30	11,04	0,94	8,07
КГ-40-39/3	0,75	6,98	0,90	8,44	1,12	10,32	0,93	8,65
КГ-52/23	1,09	10,40	0,63	6,33	0,82	8,24	0,89	8,79
КГ-60-3/3	0,39	5,19	0,64	8,26	0,72	9,06	0,62	8,01
КГ-1/6	0,82	7,92	0,94	8,97	0,92	8,44	0,92	8,70
КГ-52/3	0,63	6,09	0,62	5,97	0,95	8,83	0,77	7,34
КГ-47/21	0,56	5,37	0,51	4,64	0,75	6,96	0,65	6,06
Победа	0,66	6,96	0,85	9,23	1,03	10,38	0,90	9,44
Просек	1,19	12,02	1,20	12,07	1,33	13,06	1,24	12,39

Дужина класа је варијабилна квантитативна особина која зависи од генотипа, али и од фактора спољне средине. Највећу просечну дужину примарног класа, на сва три локалитета, остварио је генотип КГ-191/5-13 (11,67 cm), чија је дужина била статистички значајно већа у односу на све испитиване генотипове. Најмања просечна дужина примарног класа, на сва три локалитета забележена је код генотипа КГ-60-3/3 (7,74 cm). У поређењу са стандардном сортом

Победа, осам генотипова пшенице у Сомбору, девет у Крушевцу и шест у Крагујевцу су имали статистички значајно већу дужину класа (таб. 29).

Табела 29. Средње вредности за дужину примарног класа (cm) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	10,37 ^{dA}	10,18 ^{defA}	10,72 ^{dB}	10,42
КГ-244/4	8,72 ^{bA}	8,95 ^{bAB}	9,18 ^{bB}	8,95
КГ-199/4	9,02 ^{bA}	9,47 ^{cB}	9,28 ^{bAB}	9,25
КГ-307/4	9,48 ^{cA}	9,94 ^{dB}	9,98 ^{cB}	9,80
КГ-28/6	10,54 ^{deA}	10,12 ^{defA}	10,44 ^{cdA}	10,37
КГ-162/7	9,76 ^{cAB}	9,42 ^{cA}	10,08 ^{cB}	9,75
КГ-191/5-13	11,44 ^{fA}	11,71 ^{iA}	11,78 ^{eA}	11,65
КГ-40-39/3	10,74 ^{eA}	10,65 ^{ghA}	10,85 ^{dA}	10,75
КГ-52/23	10,48 ^{deA}	9,96 ^{deA}	9,95 ^{cA}	10,13
КГ-60-3/3	7,52 ^{aA}	7,75 ^{aA}	7,95 ^{aA}	7,74
КГ-1/6	10,35 ^{dA}	10,48 ^{fgAB}	10,90 ^{dB}	10,57
КГ-52/3	10,35 ^{dA}	10,38 ^{efgA}	10,76 ^{dA}	10,49
КГ-47/21	10,42 ^{deA}	10,98 ^{hB}	10,77 ^{dAB}	10,72
Победа	9,48 ^{cAB}	9,21 ^{bcA}	9,92 ^{cB}	9,53
Просек	9,90	9,94	10,18	10,01

Анализа варијансе за дужину примарног класа показала је да постоји статистички значајна разлика између испитиваних генотипова ($F=132,837$; $p<0,01$) и локалитета ($F=15,469$; $p<0,01$). Интеракција ових фактора је, такође, била статистички значајна ($F=2,326$; $p<0,01$) (таб. 30).

Табела 30. Анализа варијансе за дужину примарног класа код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-Количник
Блокови	0,302	2	0,151	2,454 ^{nz}
Генотип А	106,141	13	8,165	132,837 ^{**}
Локалитет Б	1,902	2	0,951	15,469 ^{**}
А×Б	3,717	26	0,143	2,326 ^{**}
Грешка	5,040	82	0,061	-
Укупно	117,101	125	-	-

Проучавани генотипови пшенице су, такође, испољили ниску варијабилност за број класића по класу, која се кретала у интервалу од 4,63% (КГ-162/7) до 8,73% (КГ-40-39/3) у Сомбору, од 4,56% (КГ-47/21) до 7,56% (КГ-27/6) у Крушевцу и од 6,21% (КГ-28/6) до 10,12% (КГ-244/4) у Крагујевцу (таб. 31).

У просеку, највећи број класића примарног класа у Крушевцу и Крагујевцу утврђен је код генотипа КГ-27/6 (22,62; 23,09). У Сомбору је највећа просечна вредност анализираних својства утврђена код генотипова КГ-28/6 и КГ-27/6 (22,22; 22,07) који су имали значајно већи број класића по класу у поређењу са свим осталим генотиповима на том локалитету. Најмањи

просечан број класића примарног класа у Сомбору и Крушевцу забележен је код генотипа КГ-60-3/3 (18,49; 19,89), а у Крагујевцу код генотипа КГ-199/4 (20,33), (таб. 32).

Табела 31. Дескриптивне мере варијабилности за број класића примарног класа по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)
КГ-27/6	1,03	4,67	1,71	7,56	2,31	10	1,80	7,97
КГ-244/4	1,29	6,59	1,23	6,07	2,11	10,12	1,67	8,26
КГ-199/4	1,09	5,63	1,33	6,27	1,38	6,79	1,48	7,29
КГ-307/4	1,10	5,61	1,37	6,40	1,71	8,35	1,59	7,76
КГ-28/6	1,41	6,35	1,24	5,58	1,38	6,21	1,34	6,03
КГ-162/7	0,99	4,63	1,07	4,80	2,09	9,68	1,51	6,94
КГ-191/5-13	1,19	5,87	1,23	5,76	1,93	9,36	1,55	7,47
КГ-40-39/3	1,85	8,73	1,36	6,19	1,88	8,55	1,74	8,01
КГ-52/23	0,96	4,78	1,16	5,58	1,91	9,32	1,43	6,99
КГ-60-3/3	1,16	6,27	1,11	5,58	1,63	7,98	1,55	7,91
КГ-1/6	1,45	6,89	1,63	7,34	2,05	9,37	1,78	8,20
КГ-52/3	1,10	5,36	1,28	5,92	1,84	8,63	1,51	7,14
КГ-47/21	1,10	5,26	1,03	4,56	1,69	7,85	1,46	6,73
Победа	0,97	4,64	1,43	6,69	1,69	7,68	1,46	6,82
Просек	1,58	7,69	1,53	7,10	2	9,37	1,77	8,37

Табела 32. Средње вредности за број класића примарног класа по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	22,07 ^{hiA}	22,62 ^{dA}	23,09 ^{dA}	22,59
КГ-244/4	19,58 ^{bcA}	20,27 ^{aA}	20,84 ^{abA}	20,23
КГ-199/4	19,36 ^{bA}	21,22 ^{bcB}	20,33 ^{aAB}	20,30
КГ-307/4	19,60 ^{bcA}	21,40 ^{bcC}	20,47 ^{aB}	20,49
КГ-28/6	22,22 ^{iA}	22,22 ^{cdA}	22,24 ^{cdA}	22,23
КГ-162/7	21,40 ^{ghA}	22,27 ^{cdA}	21,58 ^{bcA}	21,75
КГ-191/5-13	20,27 ^{cdeA}	21,36 ^{bcA}	20,62 ^{abA}	20,75
КГ-40-39/3	21,20 ^{fgA}	21,96 ^{cdA}	21,98 ^{ca}	21,71
КГ-52/23	20,07 ^{bcdA}	20,80 ^{abA}	20,49 ^{aA}	20,45
КГ-60-3/3	18,49 ^{aA}	19,89 ^{aB}	20,42 ^{aB}	19,60
КГ-1/6	21,04 ^{fgA}	22,20 ^{cdB}	21,89 ^{caB}	21,71
КГ-52/3	20,53 ^{defA}	21,62 ^{bcdB}	21,31 ^{abcB}	21,16
КГ-47/21	20,93 ^{efgA}	22,58 ^{dB}	21,53 ^{bcA}	21,68
Победа	20,91 ^{efgA}	21,36 ^{bcAB}	22,00 ^{caB}	21,42
Просек	20,55	21,55	21,34	21,15

Анализом варијансе утврђен је значајан ефекат генотипа ($F=28,916$; $p<0,01$), локалитета ($F=51,258$; $p<0,01$), као и интеракције ових фактора ($F=1,914$; $p<0,05$) (таб. 33). Ово указује да је број класића примарног класа својство чија вредност зависи од генотипа, услова спољне средине као и њихове интеракције.

Табела 33. Анализа варијансе за број класића примарног класа код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F -Количник
Блокови	1,847	2	0,924	4,001*
Генотип А	86,787	13	6,676	28,916**
Локалитет Б	23,668	2	11,834	51,258**
А×Б	11,488	26	0,442	1,914*
Грешка	18,931	82	0,231	-
Укупно	142,722	125	-	-

Вредности коефицијента варијације за број фертилних класића кретале су се у опсегу од 6,16% (КГ-307/4) до 9,28% (КГ-40-39/3) у Сомбору, од 6,95% (КГ-52/23) до 11,75% (КГ-27/6) у Крушевцу, и од 7,69% (КГ-28/6) од 14,79% (КГ-27,6%) у Крагујевцу (таб. 34). Највеће варијабилност изучаване особине забележена је у Крагујевцу, а нешто нижа у Крушевцу и Сомбору.

Табела 34. Дескриптивне мере варијабилности за број фертилних класића по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац		s	CV(%)
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)		
КГ-27/6	1,30	6,38	2,28	11,75	3,13	14,97	2,42	11,97
КГ-244/4	1,37	7,45	1,53	8,12	2,57	13,12	1,95	10,26
КГ-199/4	1,22	7,10	1,78	9,78	1,54	8,43	1,59	8,90
КГ-307/4	1,11	6,16	1,63	8,45	1,93	10,59	1,67	9,06
КГ-28/6	1,67	8,18	2,15	11,13	1,56	7,69	1,86	9,30
КГ-162/7	1,36	6,89	1,64	8,19	2,31	11,44	1,81	9,04
КГ-191/5-13	1,35	7,22	1,40	7,01	2,14	11	1,73	8,96
КГ-40-39/3	1,79	9,28	1,68	8,53	1,98	9,90	1,84	9,33
КГ-52/23	1,21	6,60	1,29	6,95	1,89	10,2	1,49	8,03
КГ-60-3/3	1,30	7,83	1,41	7,88	1,95	10,31	1,84	10,31
КГ-1/6	1,49	7,61	1,74	8,40	2,29	11,07	1,94	9,54
КГ-52/3	1,27	6,7	1,59	8,38	2,36	12,3	1,79	9,42
КГ-47/21	1,69	8,94	1,47	7,62	2,01	10,32	1,74	9,04
Победа	1,32	6,80	1,70	8,73	2,33	11,36	1,89	9,52
Просек	1,74	9,24	1,81	9,42	2,32	11,84	2	10,38

У агроеколошким условима Сомбора, највећи просечан број фертилних класића примарног класа је имао генотип КГ-28/6 (20,45), чија је средња вредност била значајно већа од већине анализираних генотипова на том локалитету. На локалитету Крушевац, највећу вредност проучаване компоненте приноса је имао генотип КГ-1/6 (20,71). У поређењу са овим генотипом,

сви проучавани генотипови, изузет КГ-162/7 и КГ-191/5-13, имали су значајно мањи број фертилних класића у примарном класу. У агроколошким условима Крагујевца, највећи просечан број фертилних класића примарног класа остварио је генотип КГ-27/6. Овај генотип је имао је 20,89 фертилних класића у примарном класу што представља значајно већу вредност у односу на осам генотипова у Крагујевцу. Најмањи просечан број фертилних класића примарног класа је забележен код генотипа КГ-60-3/3 у Сомбору и Крушевцу (16,62; 17,87), а у Крагујевцу код генотип КГ-199/4 (18,22), табела 35.

Табела 35. Средње вредности за број фертилних класића по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	20,33 ^{gA}	19,40 ^{cdeA}	20,89 ^{gA}	20,21
КГ-244/4	18,44 ^{cdA}	18,91 ^{bcdA}	19,60 ^{b-fA}	18,99
КГ-199/4	17,22 ^{abA}	18,22 ^{abB}	18,22 ^{aB}	17,89
КГ-307/4	17,96 ^{bcA}	19,24 ^{cdeB}	18,24 ^{aA}	18,48
КГ-28/6	20,45 ^{gA}	19,36 ^{cdeA}	20,27 ^{d-gA}	20,02
КГ-162/7	19,78 ^{fgA}	20,00 ^{efA}	20,16 ^{c-gA}	19,98
КГ-191/5-13	18,67 ^{cdeA}	19,91 ^{defB}	19,42 ^{a-eAB}	19,33
КГ-40-39/3	19,27 ^{defA}	19,73 ^{deA}	20,02 ^{c-gA}	19,67
КГ-52/23	18,40 ^{cdA}	18,55 ^{abcA}	18,53 ^{abA}	18,50
КГ-60-3/3	16,62 ^{aA}	17,87 ^{aB}	18,96 ^{abcC}	17,81
КГ-1/6	19,53 ^{efgA}	20,71 ^{fB}	20,71 ^{fgB}	20,32
КГ-52/3	18,89 ^{c-fA}	18,93 ^{bcdA}	19,22 ^{a-dA}	19,01
КГ-47/21	18,91 ^{c-fA}	19,27 ^{cdeA}	19,44 ^{a-eA}	19,21
Победа	19,47 ^{efgA}	19,49 ^{cdeA}	20,53 ^{efgB}	19,83
Просек	18,85	19,26	19,59	19,23

Високо значајне вредности, између анализираних генотипова ($F=18,477$; $p<0,01$), локалитета ($F=17,056$; $p<0,01$) као и њихове интеракције ($F=2,093$; $p<0,01$), утврђене су анализом варијансе и за број фертилних класића примарног класа, табела 36.

Табела 36. Анализа варијансе за број фертилних класића код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блокови	0,296	2	0,148	0,443 ^{nz}
Генотип А	80,122	13	6,163	18,477 ^{**}
Локалитет Б	11,379	2	5,689	17,056 ^{**}
А×Б	18,151	26	0,698	2,093 ^{**}
Грешка	27,353	82	0,334	-
Укупно	137,301	125	-	-

Дужина класа је важна квантитативна особина која индиректно утиче на принос зрна, преко броја класића по класу, броја зрна по класићу и масе зрна по класу.

Резултати добијени у овим истраживањима су показали да је генотип КГ-191/5-13 (11,65 cm) остварио статистичко значајно вишу просечну дужину примарног класа на сва три

локалитета у поређењу са свим осталим генотиповима. Генотип КГ-27/6 имао је највећи просечан број класића по класу (22,59) и број фертилних класића (20,21). Вредности коефицијента варијације указале су на ниску варијабилност ($C_v < 10\%$) анализираних особина класа.

Ниже вредности коефицијента варијације за дужину класа (1,2%) и број класића по класу (7,6%) утврдили су Hristov и сар. (2011) анализирајући 40 дивергентних генотипова у током три вегетационе сезоне. Аутори наводе да је дужина класа код испитиваних генотипова пшенице варијала од 7,1 cm до 11,4 cm, док се број класића по класу кретао од 15,8 до 21,3.

Проучавајући генетичку и фенотипску варијабилност дужине класа и броја класића по класу код 50 генетички дивергентних сорти пшенице, Zečević и сар. (2004c) су установили ниску просечну варијабилност дужине класа (8,0%) и броја класића по класу (7,5%). Ови аутори су приказали распон дужине класа сорти из различитог периода гајења у Србији. Најдужи клас имале су старе сорте Mironovskaа 808 (14,5 cm) и Bankut 1205 (14,4 cm), руског и мађарског порекла, а најкраћи клас имале су такође старе сорте Etoile de Choisy (8,1) и San Pastore (8,2 cm) француског и италијанског порекла истим редом. У погледу броја класића по класу, истиче се домаћа стара сорта Сава са 28,2 класића по класу, док најмању вредност ове особине, исти аутори налазе код сорте Frontana (19,2).

Јаџићковић и сар. (2012) су у својим истраживањима установили да савремена сорта пшенице НС-40С може образовати клас дужине од 5,1 cm до 7,2 cm, у зависности од нивоа исхране биљака.

Petrović и сар. (2017) су анализирајући генетичку варијабилност дужине класа и броја зрна по класу седам сорти пшенице гајених на солоњцу и чернозему нашли широку варијабилност наведених компоненти приноса. Аутори су истакли значајно више средње вредности испитиваних особина на плодном земљишту типа чернозем, у поређењу са оним добијеним на земљишту типа солоњец. Средње вредности дужине класа на чернозему износиле су од 7,9 cm код сорте Ренесанса до 10,4 cm код сорте Европа 90, док су на солоњцу износиле од 6,3 cm код сорте Симонида до 8,2 cm код сорте Песма. Аутори наводе да се повећањем дужине класа повећава и маса зрна по класу, која ће касније утицати и на повећање самог приноса зрна.

Дужина класа и број класића имају велики утицај на број и масу зрна који се формирају у класу (Khaliq и сар., 2004, Mohammadi и сар., 2012; Đurić и сар., 2016a). Сорте са джим класом и већим бројем класића образују већи број зрна и зрна веће апсолутне масе (Varsha и сар., 2019). Дужина класа и број класића по класу су компоненте приноса. Боројевић (1972) сматра да за експресију високих приноса пшенице, клас треба да буде дуг и да има преко 18 класића.

5.1.3. Продуктивне особине КГ-линија пшенице

5.1.3.1. Маса зрна примарног класа

Коефицијент варијације за масу зрна по класу указао је на високу варијабилност испитиване особине. У просеку, најмањи коефицијент варијације у Сомбору имао је генотип КГ-60-3/3 (16,01%), у Крушевцу КГ-162/7 (17,90%), а у Крагујевцу генотип КГ-47/21 (15,43%) табела 37. Анализа просечних вредности коефицијента варијације, узевши у обзир све локалитете, указала је да је генотип КГ-191/5-13 испољио најмању варијабилност проучаване особина (19,75%). Највећа варијабилност утврђена је код генотипа КГ-162/7 (31,67%). Сви генотипови су испољили већу варијабилност за масу зрна по класу у агроколошким условима Крагујевца (26,86%), а нешто нижу у Крушевцу (24,26%) и Сомбору (23,38%).

Табела 37. Дескриптивне мере варијабилности за масу зрна примарног класа по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)	s	CV(%)
КГ-27/6	0,24	17,39	0,29	23,20	0,42	30,22	0,33	24,63
КГ-244/4	0,34	21,94	0,24	17,27	0,36	20,81	0,34	21,79
КГ-199/4	0,36	23,68	0,25	18,94	0,43	26,54	0,37	24,83
КГ307/4	0,32	19,75	0,32	22,54	0,44	23,4	0,41	25,00
КГ-28/6	0,26	20,80	0,29	24,79	0,36	25,00	0,32	24,81
КГ-162/7	0,34	23,61	0,22	17,19	0,59	30,73	0,49	31,61
КГ-191/5-13	0,25	13,97	0,31	21,23	0,31	19,25	0,32	19,75
КГ-40-39/3	0,34	25,00	0,28	21,05	0,43	22,75	0,44	28,76
КГ-52/23	0,41	22,16	0,34	20,24	0,42	20,59	0,42	22,58
КГ-60-3/3	0,27	16,07	0,29	20,71	0,52	31,14	0,39	24,68
КГ-1/6	0,33	19,3	0,28	19,18	0,45	23,32	0,41	24,12
КГ-52/3	0,26	20,31	0,43	35,54	0,31	20,00	0,37	27,41
КГ-47/21	0,28	20,74	0,23	20,35	0,27	15,43	0,37	26,24
Победа	0,29	16,38	0,41	27,70	0,47	21,86	0,48	26,67
Просек	0,36	23,38	0,33	24,26	0,47	26,86	0,42	27,10

Највећу просечну масу зрна примарног класа на сва три локалитета имао је генотип КГ-52/23 (1,86 g), а најмању генотип КГ-28/6 (1,29 g), табела 38.

Табела 38. Средње вредности за масу зрна примарног класа (g) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	Просек
КГ-27/6	1,38	1,25	1,39	1,34ab
КГ-244/4	1,55	1,39	1,73	1,56bcde
КГ-199/4	1,52	1,32	1,62	1,49abcd
КГ-307/4	1,62	1,42	1,88	1,64cdef
КГ-28/6	1,25	1,17	1,44	1,29a
КГ-162/7	1,44	1,28	1,92	1,55abcde
КГ-191/5-13	1,79	1,46	1,61	1,62cdef
КГ-40-39/3	1,36	1,33	1,89	1,53abcd
КГ-52/23	1,85	1,68	2,04	1,86f
КГ-60-3/3	1,68	1,40	1,67	1,58bcde
КГ-1/6	1,71	1,46	1,93	1,70def
КГ-52/3	1,28	1,21	1,55	1,35ab
КГ-47/21	1,35	1,13	1,75	1,41abc
Победа	1,77	1,48	2,15	1,80ef
Просек	1,54B	1,36A	1,76B	1,55

У агроеколошким условима Крагујевца и Сомбора, у просеку, сви генотипови су остварили највећу масу зрна примарног класа (1,54 g; 1,75 g). Значајно нижа просечна вредност ове компоненте приноса, забележена је у Крушевцу (1,36 g), (таб. 38).

Анализом варијансе утврђен је значајан ефекат генотипа ($F=8,723$; $p<0,01$) и локалитета ($F=56,820$; $p<0,01$), док утицај интеракције није био статистички значајан за посматрану особину (таб. 39). Пошто интеракција није значајна, урађено је поређење вредности на нивоу укупних просека генотипова и укупних просека локалитета. Ови просеци су добијени мерењем већег броја узорака (укупан просек за сваки локалитет добијен је мерењем $45 \times 14 = 630$ узорака, а укупан просек за сваки генотип, мерењем $45 \times 3 = 135$ узорака биљака). Као такви, ови просеци имају мању стандардну грешку, стабилнији су и поузданији за процену, али се могу упоређивати само када интеракција није значајна. Уочава се да је најмања просечна вредност масе зрна примарног класа остварена у Крушевцу (1,36 g) у поређењу са преостала два локалитета (1,54 g; 1,76 g). То значи да су сви проучавани генотипови у Крушевцу остварили ниже вредности посматране особине у односу на генотипове у Крагујевцу и Сомбору.

Табела 39. Анализа варијансе за масу зрна примарног класа код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блокови	0,036	2	0,018	0,616 ^{nz}
Генотип А	3,335	13	0,257	8,723 ^{**}
Локалитет Б	3,342	2	1,671	56,820 ^{**}
А×Б	0,992	26	0,038	1,298 ^{nz}
Грешка	2,411	82	0,029	-
Укупно	10,117	125	-	-

5.1.3.2. Маса зрна по биљци

Коефицијент варијације за масу зрна по биљци кретао се од 20,51% (КГ-47/21) до 30,21% (КГ-162/7) у Сомбору, од 24,68% (КГ-307/4) до 37,56% (КГ-52/3) у Крушевцу, и од 22,16% (КГ-52/23) до 32,73% (КГ-244/4) у Крагујевцу (Табела 40). У просеку, за сва три локалитета, коефицијент варијације за испитивану особину износио је од 26,45% (КГ-27/6) до 36,72% (КГ-162/7). Високе вредности коефицијента варијације за масу зрна по класу указују на велику варијабилност проучаваног својства.

Средње вредности за масу зрна по биљци приказане су у табели 41. Највећу просечну масу зрна по биљци, на локалитетима Сомбор и Крагујевац, остварио је генотип КГ-60-3/3 (5,86 g, 6,36 g), при чему разлике између локалитета нису биле статистички значајне. Овај генотип је имао значајно већу масу зрна по биљци у односу на седам генотипова у Сомбору и седам генотипова у Крагујевцу. На локалитету Крушевац, највећа просечна вредност ове компоненте приноса је забележена код генотипа КГ-52/23 (5,07 g), чија је средња вредност била значајно већа од средње вредности шест генотипова на том локалитету. Најнижу просечну вредност масе зрна по биљци у Сомбору, имао је генотип КГ-40-39/3 (3,66 g), у Крагујевцу генотип КГ-27/6 (3,80 g), а у Крушевцу генотип КГ-28/6 (3,05 g).

Табела 40. Дескриптивне мере варијабилности за масу зрна по биљци по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	s (g)	CV(%)	s (g)	CV(%)	s (g)	CV(%)	s (g)	CV(%)
КГ-27/6	0,89	23,18	0,95	29,14	0,96	25,26	0,96	26,45
КГ-244/4	1,40	29,91	1,42	28,57	1,62	32,73	1,47	30,18
КГ-199/4	1,20	29,48	1,38	31,65	1,24	27,37	1,28	29,63
КГ-307/4	1,16	23,72	0,96	24,68	1,23	23,61	1,24	26,61
КГ-28/6	1,23	30,00	0,91	29,84	1,19	28,07	1,23	32,45
КГ-162/7	1,29	30,21	1,29	35,54	1,57	26,25	1,70	36,72
КГ-191/5-13	1,07	22,43	1,31	34,29	1,40	29,41	1,33	29,89
КГ-40-39/3	0,84	22,95	1,35	35,34	1,42	25,77	1,48	34,18
КГ-52/23	1,56	28,42	1,79	35,31	1,29	22,16	1,57	28,75
КГ-60-3/3	1,67	28,50	1,40	31,32	1,94	30,50	1,85	33,27
КГ-1/6	0,99	20,93	0,93	27,11	1,85	31,52	1,65	35,26
КГ-52/3	0,94	24,10	1,45	37,56	1,19	23,85	1,30	30,59
КГ-47/21	0,81	20,51	0,90	27,11	1,29	23,16	1,39	32,48
Победа	1,23	21,96	1,07	26,68	1,51	25,72	1,51	29,26
Просек	1,36	29,82	1,36	34,61	1,58	30,10	1,53	33,41

Табела 41. Средње вредности за масу зрна по биљци (g) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет			Просек
	Сомбор	Крушевац	Крагујевац	
КГ-27/6	3,84 ^{aA}	3,26 ^{aA}	3,80 ^{aA}	3,63
КГ-244/4	4,68 ^{abcA}	4,97 ^{bcA}	4,95 ^{b-eA}	4,87
КГ-199/4	4,07 ^{aA}	4,36 ^{abcA}	4,53 ^{abcA}	4,32
КГ-307/4	4,89 ^{abcAB}	3,89 ^{abcA}	5,21 ^{b-eB}	4,66
КГ-28/6	4,10 ^{aA}	3,05 ^{aA}	4,24 ^{abA}	3,79
КГ-162/7	4,27 ^{abA}	3,63 ^{abA}	5,98 ^{efB}	4,63
КГ-191/5-13	4,77 ^{abcA}	3,82 ^{abcA}	4,76 ^{a-dA}	4,45
КГ-40-39/3	3,66 ^{aA}	3,82 ^{abcA}	5,51 ^{c-fB}	4,33
КГ-52/23	5,49 ^{bcA}	5,07 ^{cA}	5,82 ^{defA}	5,46
КГ-60-3/3	5,86 ^{cB}	4,47 ^{abcA}	6,36 ^{fB}	5,56
КГ-1/6	4,73 ^{abcB}	3,43 ^{aA}	5,87 ^{defB}	4,68
КГ-52/3	3,90 ^{aA}	3,86 ^{abcA}	4,99 ^{b-eA}	4,25
КГ-47/21	3,95 ^{aA}	3,32 ^{aA}	5,57 ^{c-fB}	4,28
Победа	5,60 ^{cB}	4,01 ^{abcA}	5,87 ^{defA}	5,16
Просек	4,56	3,93	5,25	4,58

Анализом варијансе за масу зрна по биљци утврђена је значајна разлика између генотипова ($F=7,351$, $p<0,01$), локалитета ($F=48,249$, $p<0,01$), као и интеракције генотип× локалитет ($F=1,921$, $p<0,05$), (таб. 42).

Табела 42. Анализа варијансе за масу зрна по биљци код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блокови	5,642	2	2,821	7,429**
Генотип А	36,291	13	2,792	7,351**
Локалитет Б	36,644	2	18,322	48,249**
А×Б	18,969	26	0,730	1,921*
Грешка	31,139	82	0,380	-
Укупно	128,685	125	-	-

5.1.3.3. Принос зрна пшенице

У првој години истраживања, најмању варијабилност приноса зрна у Сомбору и Крагујевцу имао је генотип КГ-27/6 (1,30%; 2,88%), а у Крушевцу генотип КГ-52/23 (2,46%). Највећи коефицијент варијације у Сомбору утврђен је код генотипа КГ-1/6 (7,80%), у Крушевцу код генотипа КГ-52/3 (7,51%), а у Крагујевцу код генотипа КГ-52/23 (8,90%). У другој години испитивања, коефицијент варијације се кретао од 1,42% (КГ-47/21) до 4,49% (КГ-162/7) у Сомбору, од 1,47% (КГ-199/4) до 9,27% (КГ-1/6) у Крушевцу и од 1,76 % (КГ-244/4) до 8,49 % (КГ-27/6), табела 43.

Просечан принос зрна изучаваних генотипова пшенице је варирао у зависности од генотипа, локалитета и године (таб. 44). У Сомбору је 2014. године највећи просечан принос зрна утврђен код генотипа КГ- 60-3/3 (7,12 t ha⁻¹), који је остварио значајно виши принос од свих осталих генотипова на том локалитету. У 2015. години, као најприноснији генотипови, истакли су се КГ- 307/4 (10,07 t ha⁻¹) и КГ-244/4 (9,77 t ha⁻¹). У Крушевцу је највећи принос зрна, у првој години испитивања, имао генотип КГ-199/4 (5,40 t ha⁻¹), а у другој години, сорта Победа (6,07 t ha⁻¹) и генотип КГ-28/6 (5,87 t ha⁻¹) између којих није утврђена значајна разлика у просечним вредностима. Генотип КГ-52/3 остварио је највећи просечан принос зрна у Крагујевцу у 2014. години испитивања (4,61 t ha⁻¹), док су у 2015. години, генотипови КГ-60-3/3 (6,17 t ha⁻¹), КГ-52/3 (5,77 t ha⁻¹) и КГ-191/5-13 (5,76 t ha⁻¹) били најприноснији. Прву годину истраживања, период класања и почетак наливања зрна, карактеришу ниже температуре ваздуха, као и екстремно високе количине падавина, у Сомбору и Крушевцу двоструко веће, а у Крагујевцу чак троструко веће од вишегодишњег просека. Овако велике количине падавина довеле су до забаривања огледа у Крушевцу и Крагујевцу, што се одразило на принос, а касније и на квалитет зрна пшенице. На локалитету Сомбор, сви изучавани генотипови пшенице су остварили значајно виши принос зрна у 2015. у поређењу са 2014. годином. Посматрано за све локалитете, у обе године, у поређењу са стандардом по приносу зрна највише су се истакле крагујевачке линије КГ-52/23, КГ-307/4, КГ-60-3/3 и КГ-28/6.

Табела 43. Дескриптивне мере варијабилности за принос зрна ($t\ ha^{-1}$) по генотиповима и локалитетима

Генотип	Локалитет						Просек	
	Сомбор		Крушевац		Крагујевац			
	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)	<i>s</i>	<i>CV</i> (%)
2013/2014.								
КГ-27/6	0,06	1,30	0,20	4,55	0,13	2,88	0,16	3,54
КГ-244/4	0,21	4,23	0,12	3,83	0,20	5,51	0,84	21,48
КГ-199/4	0,21	4,06	0,20	3,70	0,16	4,18	0,75	15,63
КГ307/4	0,21	3,87	0,23	4,32	0,28	7,22	0,78	15,98
КГ-28/6	0,17	3,62	0,23	5,65	0,27	6,09	0,34	7,73
КГ-162/7	0,30	7,32	0,32	7,06	0,15	3,44	0,30	6,93
КГ-191/5-13	0,20	3,51	0,20	4,55	0,20	4,37	0,63	12,88
КГ-40-39/3	0,31	7,43	0,20	5,00	0,25	5,76	0,27	6,47
КГ-52/23	0,31	5,14	0,12	2,46	0,39	8,90	0,78	15,32
КГ-60-3/3	0,35	4,92	0,23	4,32	0,29	6,92	1,30	23,42
КГ-1/6	0,40	7,80	0,12	2,68	0,16	3,64	0,42	9,01
КГ-52/3	0,15	3,46	0,31	7,51	0,28	6,07	0,30	6,88
КГ-47/21	0,20	4,35	0,12	3,27	0,35	8,75	0,46	11,25
Победа	0,31	5,28	0,20	4,17	0,35	8,24	0,76	15,29
Просек	0,84	16,34	0,66	14,77	0,36	8,49	0,75	16,23
2014/2015.								
КГ-27/6	0,32	3,34	0,20	3,33	0,36	8,49	1,88	26,55
КГ-244/4	0,15	1,54	0,10	2,63	0,10	1,76	2,64	41,12
КГ-199/4	0,15	1,76	0,06	1,47	0,20	3,51	2,09	36,22
КГ307/4	0,21	2,09	0,12	2,81	0,10	2,12	2,77	43,35
КГ-28/6	0,20	2,13	0,15	2,56	0,23	4,76	1,99	29,31
КГ-162/7	0,38	4,49	0,31	7,62	0,25	4,89	2,12	37,39
КГ-191/5-13	0,31	3,59	0,20	4,76	0,18	4,03	1,96	31,61
КГ-40-39/3	0,26	3,21	0,20	4,35	0,17	2,95	1,72	29,50
КГ-52/23	0,35	4,10	0,20	3,85	0,28	5,86	1,61	25,12
КГ-60-3/3	0,33	3,91	0,23	5,08	0,24	4,36	1,71	26,80
КГ-1/6	0,20	2,30	0,42	9,27	0,27	4,38	1,90	30,40
КГ-52/3	0,31	4,10	0,20	4,76	0,16	2,89	1,48	25,61
КГ-47/21	0,12	1,42	0,12	2,68	0,28	5,03	1,78	28,57
Победа	0,32	3,54	0,23	3,79	0,37	6,41	1,92	29,00
Просек	0,70	7,95	0,77	16,38	0,35	7,37	1,93	30,78

Табела 44. Средње вредности за принос зрна ($t ha^{-1}$) код изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	4,63 ^{cdA}	4,40 ^{d^{ef}A}	4,52 ^{eA}	4,52	9,57 ^{fB}	6,00 ^{eA}	5,68 ^{dA}	7,08
КГ-244/4	4,97 ^{defC}	3,13 ^{aA}	3,63 ^{abB}	3,91	9,77 ^{fgC}	3,80 ^{aA}	5,70 ^{dB}	6,42
КГ-199/4	5,17 ^{fgB}	5,40 ^{iB}	3,83 ^{abA}	4,80	8,53 ^{bcdC}	4,07 ^{abA}	4,72 ^{abB}	5,77
КГ-307/4	5,43 ^{ghB}	5,33 ^{iB}	3,88 ^{abcA}	4,88	10,07 ^{gC}	4,27 ^{bcA}	4,83 ^{abB}	6,39
КГ-28/6	4,70 ^{cdeB}	4,07 ^{cdA}	4,43 ^{deAB}	4,40	9,40 ^{efC}	5,87 ^{eB}	5,11 ^{bcA}	6,79
КГ-162/7	4,10 ^{aA}	4,53 ^{fghA}	4,36 ^{cdeA}	4,33	8,47 ^{bcB}	4,07 ^{abA}	4,47 ^{aA}	5,67
КГ-191/5-13	5,70 ^{hiB}	4,40 ^{defA}	4,58 ^{eA}	4,89	8,63 ^{cdC}	4,20 ^{bcA}	5,76 ^{deB}	6,20
КГ-40-39/3	4,17 ^{abA}	4,00 ^{bcA}	4,34 ^{cdeA}	4,17	8,10 ^{bbB}	4,60 ^{cA}	4,78 ^{abA}	5,83
КГ-52/23	6,03 ^{iB}	4,87 ^{hA}	4,38 ^{deA}	5,09	8,53 ^{bcdB}	5,20 ^{dA}	5,50 ^{cdA}	6,41
КГ-60-3/3	7,12 ^{iC}	5,33 ^{iB}	4,19 ^{bcd^eA}	5,55	8,43 ^{bcC}	4,53 ^{cA}	6,17 ^{eB}	6,38
КГ-1/6	5,13 ^{efgB}	4,47 ^{efgA}	4,39 ^{deA}	4,66	8,70 ^{cdC}	4,53 ^{cA}	5,53 ^{cdB}	6,25
КГ-52/3	4,33 ^{abcA}	4,13 ^{cdeA}	4,61 ^{eA}	4,36	7,57 ^{aC}	4,20 ^{bcA}	5,57 ^{dB}	5,78
КГ-47/21	4,60 ^{bcdB}	3,67 ^{baA}	4,00 ^{abcdA}	4,09	8,47 ^{bcC}	4,47 ^{bcA}	5,77 ^{deB}	6,23
Победа	5,87 ^{hiB}	4,80 ^{ghA}	4,25 ^{bcd^eA}	4,97	9,03 ^{deC}	6,07 ^{eB}	4,75 ^{abA}	6,62
Просек	5,14	4,47	4,24	4,62	8,81	4,71	5,31	6,27

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

Анализом варијансе трофакторијалног огледа утврђен је значајан ефекат генотипа ($F=33,733$; $p<0,01$), године ($F=2999,422$; $p<0,01$) и локалитета ($F=2561,504$; $p<0,01$) на варирање приноса пшенице. Поред индивидуалног утицаја, интеракције ових фактора, генотип×година ($F=23,474$; $p<0,01$), генотип×локалитет ($F=19,502$; $p<0,01$), година×локалитет ($F=1163,865$; $p<0,01$), генотип×година×локалитет ($F=17,894$; $p<0,01$), су такође биле статистички значајне (таб. 45). Статистичка значајност интеракције указује на потребу упоређивања појединих генотипова на сваком локалитету посебно, као и на упоређивање разлика између локалитета за сваки генотип посебно.

Табела 45. Трофакторијална ANOVA за принос зрна ($t ha^{-1}$) код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-количник
Блок	0,306	2	0,153	2,652 ^{nz}
Генотип А	25,296	13	1,946	33,733 ^{**}
Година Б	173,022	1	173,022	2999,422 ^{**}
Локалитет Ц	295,522	2	147,761	2561,504 ^{**}
А×Б	17,603	13	1,354	23,474 ^{**}
А×Ц	29,250	26	1,125	19,502 ^{**}
Б×Ц	134,276	2	67,138	1163,865 ^{**}
А×Б×Ц	26,837	26	1,032	17,894 ^{**}
Грешка	9,576	166	0,058	-
Укупно	711,688	251	-	-

5.1.3.4. Маса 1000 зрна

Маса 1000 зрна карактерише испуњеност зрна. Овај показатељ зависи од особености сорте али и услова спољне средине. У првој години испитивања, највећу просечну вредност масе 1000 зрна у Сомбору остварио је генотип КГ-191/5-13 (45,1 g), чија је средња вредност била статистички значајно већа од средње вредности свих осталих генотипова, изузев сорте Победа. Исте проучаване године, највећа маса 1000 зрна, на локлитету Крушевац, забележена је код генотипа КГ-52/23 (42,1 g), а у Крагујевцу код генотипа КГ-244/4 (45,0 g). У другој години анализирања, за посматрану особину, издвојио се генотип КГ-52/23 (46,3 g) у Сомбору, генотип КГ-40-39/3 (47,8 g) у Крушевцу, и генотип КГ-191/5-13 (45,4 g) у Крагујевцу. Наведени генотипови су имали значајно већу масу 1000 зрна од свих осталих генотипова на изучаваним локалитетима (таб. 46). Већина крагујевачких линија, као и стандардна сорта Победа имали су просечну масу зрна углавном изнад 40 g, тако да спадају у ред крупнозрних генотипова.

Табела 46. Средње вредности за масу 1000 зрна (g) изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	38,8 ^{abA}	38,3 ^{a-eA}	39,7 ^{aA}	38,9	34,8 ^{aA}	41,5 ^{bcdC}	38,4 ^{abB}	38,3
КГ-244/4	42,5 ^{efgAB}	40,7 ^{efA}	45,0 ^{fB}	42,7	43,3 ^{efA}	43,8 ^{dA}	42,4 ^{b-eA}	43,2
КГ-199/4	40,7 ^{cdeA}	40,5 ^{defA}	44,0 ^{efB}	41,8	42,2 ^{dA}	40,2 ^{abA}	41 ^{bcdA}	41,1
КГ-307/4	43,2 ^{fghA}	40,3 ^{defB}	44,3 ^{efA}	42,6	43,0 ^{eB}	41,2 ^{abcA}	45,9 ^{ghC}	43,3
КГ-28/6	39,6 ^{bcB}	37,1 ^{abcA}	40,2 ^{abB}	38,9	38,3 ^{bA}	40,3 ^{abB}	42,7 ^{cdeC}	40,4
КГ-162/7	37,6 ^{aA}	38,4 ^{a-eA}	43,8 ^{defB}	39,9	38,5 ^{bA}	41,2 ^{abcB}	43,2 ^{defC}	40,9
КГ-191/5-13	45,1 ^{iC}	37,8 ^{a-dA}	40,9 ^{abcB}	41,2	43,8 ^{fA}	42,9 ^{cdA}	45,4 ^{fghA}	44,0
КГ-40-39/3	41,2 ^{cdeB}	36,2 ^{abA}	43,2 ^{c-fC}	40,2	43,3 ^{efA}	47,8 ^{eB}	41,9 ^{b-eA}	44,3
КГ-52/23	43,7 ^{ghiB}	42,1 ^{fA}	44,4 ^{efB}	43,5	46,3 ^{iB}	42,4 ^{bcdA}	46,8 ^{hB}	45,2
КГ-60-3/3	40,7 ^{cdB}	35,9 ^{aA}	41,0 ^{abcB}	39,2	38,5 ^{bA}	38,9 ^{aA}	40,9 ^{bcA}	39,4
КГ-1/6	42,0 ^{defB}	38,8 ^{b-eA}	42,2 ^{a-eB}	41,0	41,7 ^{cdAB}	42,8 ^{cdB}	40,1 ^{abA}	41,6
КГ-52/3	40,7 ^{cdeB}	36,7 ^{abcA}	40,7 ^{abcB}	39,4	41,3 ^{cA}	43,7 ^{dB}	44,0 ^{efgB}	43
КГ-47/21	41,0 ^{cdeB}	36,4 ^{abcA}	41,4 ^{abcdB}	39,6	38,8 ^{bA}	41,5 ^{bcdB}	43,9 ^{efgC}	41,4
Победа	44,5 ^{hiB}	39,1 ^{cdeA}	42,7 ^{b-fB}	42,1	44,7 ^{hA}	43,5 ^{cdA}	44 ^{efgA}	44
Просек	41,5	38,5	42,4	40,8	41,3	42,27	42,91	42,2

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

Анализом варијансе утврђене су статистички високо значајне разлике у маси 1000 зрна између испитиваних генотипова ($F=36,172$; $p<0,01$), година ($F=86,984$, $p<0,01$) и локалитета ($F=80,643$; $p<0,01$). Поред индивидуалног утицаја, интеракције ових фактора, генотип×година ($F=6,829$; $p<0,01$), генотип×локалитет ($F=6,654$; $p<0,01$), година×локалитет ($F=70,631$; $p<0,01$), генотип×година×локалитет ($F=6,420$; $p<0,01$), су такође биле статистички значајне (таб. 47).

Табела 47. Трофакторијална ANOVA за масу 1000 зрна код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-количник
Блок	0,236	2	0,118	0,087 ^{nz}
Генотип А	638,273	13	49,098	36,172 ^{**}
Година Б	118,067	1	118,067	86,984 ^{**}
Локалитет Ц	218,919	2	109,460	80,643 ^{**}
А×Б	120,492	13	9,269	6,829 ^{**}
А×Ц	234,825	26	9,032	6,654 ^{**}
Б×Ц	191,740	2	95,870	70,631 ^{**}
А×Б×Ц	226,560	26	8,714	6,420 ^{**}
Грешка	225,319	166	1,357	-
Укупно	1974,430	251	-	-

5.1.3.5. Хектолитарска маса

Хектолитарска маса, као и маса 1000 зрна, су генетички условљене особине које у великој мери варирају под утицајем фактора спољне средине. Просечне вредности хектолитарске масе зрна у двогодишњем периоду приказане су у табели 48. На локалитету Сомбор, 2014. године, највећу просечну вредност хектолитарске масе зрна остварио је генотип КГ-47/21 (77,2 kg hl⁻¹), а у 2015. години сорта Победа (82,1 kg hl⁻¹).

Табела 48. Средње вредности за хектолитарску масу зрна (kg hl⁻¹) изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	73,8 ^{сА}	72,1 ^{аВ}	72,1 ^{аА}	72,7	73,7 ^{аА}	78,5 ^{аВ}	77,8 ^{аВ}	76,7
КГ-244/4	76,4 ^{еА}	75,9 ^{сдА}	76,0 ^{сдеА}	76,1	81,0 ^{еВ}	79,5 ^{аВ}	77,9 ^{аВ}	79,5
КГ-199/4	76,7 ^{еА}	76,9 ^{сдА}	76,0 ^{сдеА}	76,6	79,3 ^{еА}	77,4 ^{аВ}	77,4 ^{аВ}	78,0
КГ-307/4	74,2 ^{сдА}	74,6 ^{бсА}	74,8 ^{сА}	74,5	81,2 ^{ефС}	79,0 ^{аВ}	77,7 ^{аВ}	79,3
КГ-28/6	71,6 ^{бА}	71,2 ^{аА}	73,6 ^{бВ}	72,1	74,5 ^{бА}	77,4 ^{аВ}	79,2 ^{бсВ}	77,1
КГ-162/7	69,0 ^{аА}	74,6 ^{бсВ}	75,0 ^{сдВ}	72,8	80,8 ^{еВ}	77,5 ^{аВ}	79,6 ^{бсдеАВ}	79,3
КГ-191/5-13	78,8 ^{гВ}	76,3 ^{сдА}	76,3 ^{еА}	77,2	81,7 ^{фгАВ}	83,6 ^{фВ}	80,5 ^{дефА}	81,9
КГ-40-39/3	74,4 ^{сдА}	74,4 ^{бсА}	75,7 ^{сдеА}	74,9	80,7 ^{еА}	81,8 ^{дефВ}	80,4 ^{дефА}	80,9
КГ-52/23	74,6 ^{дА}	74,4 ^{бсА}	76,0 ^{сдеА}	75,0	81,8 ^{фгС}	80,6 ^{сдеВ}	79,7 ^{бсдеА}	80,7
КГ-60-3/3	76,0 ^{еА}	75,9 ^{сдА}	75,4 ^{сдеА}	76,0	77,7 ^{сВ}	77,2 ^{аВ}	76,4 ^{аА}	77,1
КГ-1/6	76,5 ^{еА}	77,7 ^{дА}	76,1 ^{деА}	76,8	79,1 ^{дА}	82,3 ^{ефВ}	82,2 ^{фВ}	81,2
КГ-52/3	76,4 ^{ефВ}	74,4 ^{бсА}	76,6 ^{еВ}	75,8	80,6 ^{еА}	81,2 ^{сдефА}	81,6 ^{ефА}	81,1
КГ-47/21	77,2 ^{фА}	75,8 ^{сдА}	75,6 ^{сдеА}	76,2	77,8 ^{сА}	80,2 ^{бсдеВ}	79,7 ^{бсдеАВ}	79,3
Победа	76,6 ^{ефА}	75,7 ^{сдА}	75,5 ^{сдеА}	76,0	82,1 ^{гВ}	81,0 ^{сдефАВ}	79,9 ^{сдеА}	81,0
Просек	75,2	75,0	75,4	75,2	79,4	79,8	79,28	79,5

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

У Крушевцу се за посматрану особину, у првој години испитивања, издвојио генотип КГ-1/6 (77,7 kg hl⁻¹), а у другој генотип КГ-191/5-13 (83,6kg hl⁻¹), чија је просечна вредност била значајно виша од просечне вредности свих осталих генотипова. Генотип КГ-52/3 (76,6 kg hl⁻¹) остварио је највећу просечну вредност хектолитарске масе зрна у Крагујевцу у првој години испитивања, а у другој години генотип КГ-1/6 (82,2 kg hl⁻¹). Друга година испитивања, због повољнијих климатских услова, била је меродавнија за поређење хектолитарске масе, тако да су пет КГ-линија испољиле више вредности за ову особину у поређењу са стандардом.

Анализа варијансе је показала да су генотип (F=35,024; p<0,01) и година (F=1058,618; p<0,01) имали статистички значајан утицај у варирању хектолитарске масе пшенице, што је у сагласности са раније добијени резултатима (Кауа и Аксуре, 2014; Ayalew и сар., 2014; Зећевић и сар., 2012). Утицај локалитета није био статистички значајан. Сви облици интеракције испољили су статистички значајан утицај на хектолитарску масу зрна (таб. 49).

Табела 49. Трофакторијална ANOVA за хектолитарску масу зрна код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-Количник
Блок	1,323	2	0,662	0,595 ^{nz}
Генотип А	506,424	13	38,956	35,024 ^{**}
Година Б	1177,460	1	1177,460	1058,618 ^{**}
Локалитет Ц	0,406	2	0,203	0,183 ^{nz}
А × Б	141,555	13	10,889	9,790 ^{**}
А × Ц	126,566	26	4,868	4,377 ^{**}
Б × Ц	8,260	2	4,130	3,713 [*]
А × Б × Ц	188,768	26	7,260	6,528 ^{**}
Грешка	184,635	166	1,112	
Укупно	2335,397	251		

Када се сагледају резултати о продуктивним особинама, може се констатовати да се маса зрна примарног класа КГ- генотипова пшенице најчешће кретала у интервалу од 1,4 g до 1,7 g, а маса зрна по биљци од око 4,3 g до 5,0 g. Вредности коефицијента варијације су биле високе и код масе зрна примарног класа и код масе зрна по биљци (CV > 20%), што указује да су на експресију ових својстава јак утицај имали фактори спољне средине. Принос зрна, маса 1000 зрна и хектолитарска маса су варирали у зависности од генотипа, локалитета, испитиване године и њихове интеракције. Принос зрна проучаваних генотипова пшенице у 2013/2014. години, је варирао у интервалу од 3,91 t ha⁻¹ до 5,55 t ha⁻¹, а 2014/2015. године од 5,67 t ha⁻¹ до 7,08 t ha⁻¹. Када се посматрају обе године и сви испитивани локалитети просечан принос зрна КГ-генотипова варира у интервалу од 5,0 t ha⁻¹ до 6,0 t ha⁻¹ (Прилог 1). Маса 1000 зрна, код већине анализираних генотипова, износила је од 39 g до 43 g у 2013/2014. години, а од 40 g до 44 g у 2014/2015. години. У просеку за обе године и сва три локалитета, маса 1000 зрна КГ-линија износила је од око 39 g до 44 g (Прилог 1). Хектолитарска маса је такође варирала, и најчешће се кретала од 73 kg hl⁻¹ до 76 kg hl⁻¹ у првој експерименталној години, а од 77 kg hl⁻¹ до 81 kg hl⁻¹ у другој години. Већина проучаваних КГ-линија је, у просеку за обе године и сва три локалитета, имала хектолитарску масу од око 77 kg hl⁻¹ до 79 kg hl⁻¹ (Прилог 1). Из ових резултата, може се уочити јак утицај генотипа, локалитета, као и године на принос зрна, хектолитарску масу и масу 1000 зрна, што указује на реакцију генотипова на различите услове

спољне средине током раста и развића. Прву експерименталну годину карактерише блага зима са малом количином воденог талога. Међутим, фазе класања, оплодње и наливања зрна одвијале су се при нижој температури ваздуха и екстремно великој количини падавина. Овако неповољни временски услови негативно су утицали на процесе наливања и сазревања зрна пшенице условљавајући формирање ситнијих, слабо наливених зрна. Услед тога, испитивани КГ-генотипови пшенице су остварили ниже вредности приноса зрна, масе 1000 зрна и хектолитарске масе у 2013/2014. години у поређењу са 2014/2015. годином.

Добијени резултати за варијабилност масе зрна по класу су у сагласности са резултатима Зечевић и сар. (2010b), који наводе да се вредности коефицијента варијације за ову особину креће у интервалу од 19,5% до 21,5%. Ови аутори су приказали вредности масе зрна по класу код десет сорти пшенице пореклом из различитих селекционих института. Највећу масу зрна по класу имале су сорте Гружа (2,9 g) и Szegedi 765 (2,8 g), а најмању масу сорта Norin 10 (2,0 g). Ванјас и сар. (2015) налазе да просечне вредности масе зрна примарног класа варирају у широком распону од 0,66 g на земљишту типа долењац, до 2,77 g на плодном земљишту типа чернозем (сорта NSR-5). Сви генотипови пшенице су остварили веће вредности масе зрна по класу на земљишту типа чернозем током 2014/2015. године у којој су, према ауторима, владали скоро идеални метеоролошки услови за наливање зрна и формирање приноса класа, у поређењу са 2013/2014. годином. Високе вредности коефицијента варијације за масу зрна по класу (30%) и принос зрна (26%) установили су Јосковић и сар. (2014), прочитавајући 20 дивергентних генотипова пшенице пореклом из различитих делова света. Маса зрна по класу код испитиваних генотипова варирала је од 1,4 g (NS3-5299/2) до 2,5 g (Alex), маса 1000 зрна од 33,1 g (GK-Zugoly) до 47,1 g (Balaton), док се принос зрна кретао у интервалу од 3,3 t ha⁻¹ (Banatka) до 9,4 t ha⁻¹ (NS-40S). Исти аутори истичу да маса зрна по класу има велики утицај на масу 1000 зрна. У трогодишњим истраживањима, Hristov и сар. (2011) налазе високу варијабилност масе зрна примарног класа и приноса зрна по биљци (CV > 20%). Маса зрна примарног класа, у просеку, износила је од 1,1 g до 2,2 g, принос зрна по биљци од 2,8 g до 5,6 g, а маса 1000 зрна била је у интервалу од 25,7 g до 50,9 g. Аутори наглашавају високо значајан директан ефекат масе зрна примарног класа и масе 1000 зрна на принос зрна по биљци.

Terzić и сар. (2018) наводе веће просечне вредности масе зрна по класу (2,03 g), масе 1000 зрна (44,21 g) и приноса зрна (5,55 t ha⁻¹) у сушнијој и топлијој 2010/2011. години. У 2011/2012. вегетационој сезони, коју одликује већа количина воденог талога и нижа температура ваздуха, према истим ауторима, пресечна вредност масе зрна по класу износила је 1,42 g, масе 1000 зрна 42,05 g, док је просечан принос зрна био 4,6 t ha⁻¹.

Проучавањем 15 генотипова хлебне пшенице пореклом из различитих делова света, Branković и сар. (2016) наводе широк распон варирања масе 1000 зрна. Највећу просечну вредност ове компоненте приноса имала је француска сорта Renan (45,4 g), док најмању масу 1000 зрна, исти аутори налазе код америчке сорте Caldwell (32,3 g).

Кауа и Аксура (2014) су, у агроколошким условима Турске, утврдили да просечне вредности хектолитарске масе варирају од 76 kg hl⁻¹ до 82 kg hl⁻¹. Аутори истичу да на експресију овог својства највећи утицај имају фактори спољне средине. У истраживањима Рајић и сар. (2019) је установљено да услови спољне средине, нарочито обилне падавине, у знатној мери редукују хектолитарску масу и принос зрна пшенице. Аутори налазе значајно ниже вредности хектолитарске масе (71,2 kg hl⁻¹) и приноса зрна (3,89 t ha⁻¹) у 2009/2010. вегетационој сезони, коју одликују изузетно високе количине падавина у периоду април-јун. Као резултат повољних временских услова, у 2010/2011, исти аутори истичу већу хектолитарску масу (77,36 kg hl⁻¹) и принос зрна (4,6 t ha⁻¹).

Jelić и сар. (2015) су у својим истраживањима установили да сорте пшенице Победа, Планета и Нора имају хектолитарску масу зрна од 68,66 kg hl⁻¹ до 70,91 kg hl⁻¹, у зависности од нивоа исхране биљака.

Denčić и сар. (2008) саопштавају да је, у протеклих 50 година, оплемењивањем постигнут велики напредак код хектолитарске масе зрна за разлику од масе 1000 зрна, код које није установљено побољшање особине. Они истичу да је маса 1000 зрна занемарена као критеријум оплемењивања, јер је посматрана као компонента приноса, а не као особина квалитета пшенице. Hristov и сар. (2007) указују да стабилност хектолитарске масе и масе 1000 зрна у великој мери зависе од фактора спољне средине. Аутори истичу да правилан избор сорте за одређено подручје знатно може ублажити негативан утицај фактора спољне средине, што је веома важно за успешну и економичну производњу пшеничног зрна. На експресију хектолитарске масе и масе 1000 зрна значајну улогу, поред генетичких фактора, имају и фактори спољашње средине који утичу на остваривање капацитета фотосинтетске ефикасности и наливања зрна у његовим развојним фазама (Luković и сар., 2016).

Испитујући допринос оплемењивања у повећању приноса пшенице у протеклих 50 година, Mladenov и сар. (2007) наводе значајно повећање приноса зрна, које је, у процесу оплемењивања, било праћено смањењем висине стабљике и повећањем броја зрна у класу. Међутим, Kobiljski и Denčić, (1996) истичу да повећање броја зрна по класу, масе зрна по класу или дужине класа код пшенице не резултира увек у повећању приноса, док су повећан број класова/ m² и повећан индекс класа индикатори већег приноса зрна. Deletić и сар. (2012) наводе да акумулација азота, број зрна у класу, маса 1000 зрна и биолошки принос имају значајан утицај на укупан принос зрна, при чему најјачи ефекат на принос зрна има број зрна у класу. Према Đekić и сар. (2019b), остварење високог приноса могуће је само избором квалитетног сортимента, али уз одговарајуће агроколошке услове и технологију производње.

5.1.4. Технолошки квалитет зрна КГ-линија пшенице

5.1.4.1. Седиментација протеина

Седиментација протеина и садржај влажног глутена пружају драгоцене информације о квалитету пекарских производа, јер се налазе у позитивној корелацији са садржајем протеина и запремином хлеба (Reighambardoust и сар., 2011; Laidig и сар., 2017; Branković и сар., 2018). На ове особине квалитета пшенице велики утицај имају температура и падавине у фази оплодње и наливања зрна (Torbica и сар., 2011; Đurić и сар. 2010; Hurkman и Wood, 2011; Luković и сар., 2019; 2020) као и примењена агротехника, нарочито комплексна минерална исхрана (Peró, 2016; Holik и сар., 2018).

У овим истраживањима, седиментациона вредност анализираних генотипова пшенице је варијала у зависности од генотипа, локалитета и године (таб. 50). У 2014. години, генотип КГ-52/3 је на сва три локалитета имао високе вредности седиментације протеина у поређењу са осталим КГ-линијама. Значајно ниже вредности изучаваног својства, у истој години, забележене су код генотипова КГ-191/5-13 (24,7 ml) у Сомбору, КГ-60-3/3 (28,7 ml) у Крушевцу, и сорте Победе (20,3 ml) у Крагујевцу. У 2015. години су, такође, између проучаваних генотипова и локалитета забележене значајне разлике у седиментацији протеина. Тако је у агроколошким условима Сомбора, седиментација протеина варијала у распону од 23,7 ml (КГ-244/4) до 53,3 ml (Победа), у Крушевцу од 22,0 ml (КГ-60-3/3) до 40,3 ml (КГ-52/23), а у Крагујевцу се кретала у интервалу од 27,7 ml (КГ-199/4) до 35,3 ml (КГ-307/4).

Табела 50. Средње вредности седиментације протеина (ml) код изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	31,0 ^{cdB}	33,0 ^{abcB}	24,7 ^{bcdA}	29,6	32,0 ^{cb}	27,0 ^{bA}	33,0 ^{cdeB}	30,7
КГ-244/4	35,0 ^{eB}	34,0 ^{abcB}	23,3 ^{bcA}	30,8	23,7 ^{aA}	28,3 ^{bcB}	32,0 ^{bcdC}	28,0
КГ-199/4	35,3 ^{eB}	37,3 ^{bcB}	24,0 ^{bcA}	32,2	33,3 ^{dB}	32,7 ^{c-fB}	27,7 ^{aA}	31,2
КГ-307/4	32,0 ^{dC}	30,7 ^{abB}	23,3 ^{bcA}	29,8	33,7 ^{dB}	30,0 ^{bcdA}	35,3 ^{eA}	33,0
КГ-28/6	30,0 ^{eB}	34,3 ^{abcC}	26,0 ^{cdeA}	30,1	30,3 ^{bA}	35,7 ^{e-hB}	35,0 ^{eB}	33,7
КГ-162/7	27,7 ^{bA}	36,0 ^{abcB}	27,0 ^{defA}	30,2	30,0 ^{bA}	31,3 ^{b-eAB}	32,0 ^{bcdB}	31,1
КГ-191/5-13	24,7 ^{aA}	29,7 ^{aB}	26,0 ^{cdeA}	26,8	31,0 ^{bcB}	28,3 ^{bcA}	29,7 ^{abAB}	29,7
КГ-40-39/3	39,0 ^{fB}	47,7 ^{dC}	27,0 ^{defA}	37,9	36,7 ^{fA}	37,7 ^{hiA}	33,0 ^{cdeA}	35,8
КГ-52/23	38,3 ^{fC}	33,3 ^{abcB}	22,3 ^{abA}	31,3	35,7 ^{efA}	40,3 ^{iB}	33,3 ^{cdeA}	36,4
КГ-60-3/3	31,3 ^{dB}	28,7 ^{aB}	25,3 ^{cdeA}	28,4	39,3 ^{gC}	22,0 ^{aA}	32,7 ^{cdeB}	31,3
КГ-1/6	30,0 ^{cA}	38,3 ^{cB}	29,3 ^{fgA}	32,6	45,0 ^{hC}	37,3 ^{ghiB}	29,7 ^{abA}	37,3
КГ-52/3	45,0 ^{hB}	54,3 ^{dC}	31,3 ^{gA}	43,6	36,3 ^{fA}	37,0 ^{fghiA}	34,0 ^{deA}	35,8
КГ-47/21	42,3 ^{gB}	51,7 ^{dB}	28,0 ^{efA}	40,7	34,7 ^{deB}	33,0 ^{d-gB}	29,3 ^{abA}	32,3
Победа	47,7 ^{iB}	48,0 ^{dB}	20,3 ^{aA}	38,7	52,3 ^{iB}	34,0 ^{d-hA}	30,7 ^{bcA}	39,0
Просек	34,9	38,4	25,6	32,9	35,3	32,5	31,9	33,2

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

Анализа варијансе за седиментацију протеина указала је на статистички значајне разлике између генотипова ($F=54,629$; $p<0,01$) и локалитета ($F=266,083$; $p<0,01$), док утицај године није био статистички значајан. Сви облици интеракције испољили су статистички значајан утицај на седиментацију протеина (таб. 51). Значајан утицај еколошких фактора и њихове интеракције на особине које су повезане са садржајем протеина установили су и Williams и сар. (2008), који истичу да особине које су повезане са квалитетом протеина, реолошким особинама и карактеристикама скроба, више зависе од генотипа него од еколошких фактора.

Табела 51. Трофакторијална ANOVA за седиментацију протеина код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	4,032	2	2,016	0,449 ^{nz}
Генотип А	3191,401	13	245,492	54,629 ^{**}
Година Б	5,433	1	5,433	1,209 ^{nz}
Локалитет Ц	2391,437	2	1195,718	266,083 ^{**}
А × Б	1085,854	13	83,527	18,587 ^{**}
А × Ц	2550,897	26	98,111	21,833 ^{**}
Б × Ц	1591,056	2	795,528	177,028 ^{**}
А × Б × Ц	1148,833	26	44,186	9,833 ^{**}
Грешка	745,968	166	4,494	-
Укупно	12714,901	251	-	-

Седиментациона вредност представља важан показатељ квалитета, који у раним генерацијама селекције може указати на квалитет зрна и брашна, јер се налази у позитивној корелацији са осталим параметрима квалитета (Yang и сар., 2014; Sourour и сар., 2018). Ова особина зависи од карактеристика генотипа, али може да варира у зависности од агроколошких услова и примењене исхране биљака.

Резултати добијени у овим истраживањима указују да је седиментација протеина КГ-линија пшенице варира у интервалу од 27 ml до 44 ml у 2013/2014. години, а од 28 ml до 37 ml у 2014/2015 години, узимајући у обзир сва три локалитета. Када се посматрају обе године и сви испитивани локалитети, просечна седиментациона вредност КГ-линије варира је у интервалу од 28 ml до 40 ml. Већина проучаваних генотипова имала је седиментациону вредност на нивоу прве и друге квалитетне класе, што указује да ови генотипови поседују генетички потенцијал за добар квалитет зрна. Посебно су се истакле линије КГ-52/3, КГ-40-39/3, КГ-47/21, КГ-1/6, које су у обе године оствариле високе вредности седиментације протеина (Прилог 1).

Сличне вредности седиментације протеина наводе Зећевић и сар. (2013), према којима она варира од 28 ml до 38 ml. Пручавајући квалитет 15 сорти пшенице на 10 локалитета, Фиштеš и сар. (2005) налазе највеће вредности седиментације протеина код сорте Софија (43,1 ml) и сорте Топлица (43,0 ml), а најниже код сорте Соната (24,8 ml). Седиментација протеина, према истим ауторима, показује значајну линеарну повезаност са садржајем влажног и сувог глутена, приносом и запремином хлеба. Према резултатима Нristov и сар. (2005), седиментациона вредност је под већим утицајем локалитета него године и значајно реагује на промене услова спољне средине у поређењу са другим параметрима квалитета. Ови аутори су спровели истраживање на пет различитих локалитета и установили да је највећу просечну седиментацију протеина имала сорта Прима на локалитету Житорађа (41,3 ml), док је најмања вредност забележена код сорте КГ-100 (20,2 ml) у Сремској Митровици. Кауа и Аксуга (2014) истичу да особине квалитета највише зависе од услова спољне средине, указујући да оплемењивање на квалитет мора бити усмерено на циљане услове спољне средине.

У Центру за стрна жита, од раних фаза оплемењивања континуирано се прати и анализира квалитет селекционог материјала и бирају линије које, уз остале пожељне особине, поседују добар квалитет зрна. Многе сорте створене у овом селекционом центру поседују квалитет на нивоу сорти побољшивача (КГ-56, Топлица, КГ-56С, Александра, Планета), и користе као родитељи током стварања нових сорти високог квалитета и приноса зрна. Неке од њих (КГ-56С, Топлица) су и родитељи линија које су предмет изучавања у овом раду.

5.1.4.2. Садржај влажног и сувог глутена

Глутен се састоји од глијадина и глутенина, чији састав не зависи од утицаја услова спољне средине, па се користи као поуздани маркер у идентификацији сорти (Vара и Radović, 1993). Садржај глутенина је повезан са садржајем протеина, при чему неке компоненте на *Glu-A1* (1), *Glu-B1* (17+18, 7+8) и *Glu-D1* локусу (5+10) имају значајно позитивну везу са садржајем влажног глутена и седиментацијом протеина (Кауа и Аксуга, 2014). Осим тога, Миловановић и сар. (1998) наводе веће вредности седиментације протеина и влажног глутена код сорти пшенице без 1BL/1RS транслокације. За разлику од састава глутена који је дефинисан генотипом, количина и садржај глутена у високом степену варира у различитим агроколошким условима.

Просечне вредности влажног глутена КГ-линија пшенице по изучаваним локалитетима и годинама су приказане у табели 52. У овим истраживањима, на локалитету Сомбор, 2014. године, највећа вредност влажног глутена је утврђена код Победе (39,2%) и генотова КГ-52/3

(38,8%) и КГ-47/21 (38,1%), између којих нису утврђене статистички значајне разлике. Исте проучаване године, у Крушевцу и Крагујевцу, највећа вредност посматране особине квалитета забележена је код генотипа КГ-52/3 (33,5%; 36,4%).

Табела 52. Средње вредности садржаја влажног глутена (%) код изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	35,2 ^{fB}	29,3 ^{cdeA}	29,0 ^{abcA}	31,2	35,2 ^{hB}	23,9 ^{defA}	35,6 ^{gB}	31,6
КГ-244/4	34,0 ^{efB}	31,6 ^{eAB}	28,6 ^{abcA}	31,4	29,4 ^{deA}	27,8 ^{gA}	33,5 ^{efB}	30,3
КГ-199/4	34,7 ^{fB}	26,8 ^{bcdA}	28,0 ^{abB}	29,8	28,1 ^{cB}	25,6 ^{efgA}	30,4 ^{cC}	28,0
КГ-307/4	28,2 ^{cB}	24,3 ^{abA}	26,3 ^{aB}	26,2	28,6 ^{cdB}	21,8 ^{cdA}	38,1 ^{hB}	29,5
КГ-28/6	32,6 ^{deAB}	29,8 ^{deA}	33,1 ^{cdeB}	31,9	33,7 ^{gB}	23,5 ^{deA}	37,8 ^{hC}	31,7
КГ-162/7	27,1 ^{bcA}	25,6 ^{abcA}	33,0 ^{cdeB}	28,6	25,5 ^{bB}	18,4 ^{abA}	32,3 ^{deC}	25,4
КГ-191/5-13	27,2 ^{bcA}	27,0 ^{bcdA}	29,2 ^{abcA}	27,8	27,9 ^{cA}	27,6 ^{gA}	30,3 ^{bcB}	28,6
КГ-40-39/3	31,6 ^{dA}	29,9 ^{deA}	32,0 ^{bcdA}	31,2	25,4 ^{bB}	19,6 ^{bcA}	33,8 ^{fB}	26,3
КГ-52/23	27,4 ^{cB}	23,9 ^{abA}	28,6 ^{abcC}	26,6	24,4 ^{aB}	19,0 ^{bcA}	39,5 ^{iC}	27,6
КГ-60-3/3	25,9 ^{abA}	24,0 ^{abA}	30,1 ^{a-dB}	26,7	29,9 ^{eB}	15,7 ^{aA}	32,9 ^{efC}	26,2
КГ-1/6	24,6 ^{aA}	21,8 ^{aA}	30,8 ^{a-dB}	25,7	28,6 ^{cdB}	23,1 ^{deA}	29,1 ^{bB}	26,9
КГ-52/3	38,8 ^{hB}	33,5 ^{eA}	36,4 ^{eAB}	36,2	31,8 ^{fB}	27,8 ^{gA}	35,8 ^{gC}	31,8
КГ-47/21	38,1 ^{hB}	32,7 ^{eA}	34,4 ^{deAB}	35,1	30,4 ^{eB}	26,5 ^{fgA}	27,8 ^{aA}	28,2
Победа	39,2 ^{hB}	30,0 ^{deA}	27,5 ^{abA}	32,3	35,0 ^{hC}	23,4 ^{deA}	31,4 ^{cdB}	30,0
Просек	32,2	27,9	30,5	30,0	29,6	23,1	33,5	28,7

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

У 2015. години, највеће вредности влажног глутена утврђене су код генотипа КГ-27/6 (35,2%) у Сомбору, КГ-244/4 (27,8%) у Крушевцу, и код генотипа КГ-52/23 (39,5%) у Крагујевцу. Најниже просечне вредности овог показатеља квалитета пшенице забележене су у агроколошким условима Крушевца код генотип КГ-1/6 (21,8%) 2013/2014. године и код генотипа КГ-60/3-3 (15,7%) 2014/2015. године, (таб. 52).

Табела 53. Трофакторијална ANOVA за садржај влажног глутена код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-Количник
Блок	11,692	2	5,846	2,410 ^{nz}
Генотип А	1339,371	13	103,029	42,476 ^{**}
Година Б	113,115	1	113,115	46,634 ^{**}
Локалитет Ц	1975,464	2	987,732	407,217 ^{**}
А × Б	448,402	13	34,492	14,220 ^{**}
А × Ц	1028,291	26	39,550	16,305 ^{**}
Б × Ц	649,634	2	324,817	133,914 ^{**}
А × Б × Ц	538,623	26	20,716	8,541 ^{**}
Грешка	402,644	166	2,426	-
Укупно	6507,236	251	-	-

Анализом варијансе су утврђене статистички значајне разлике између генотипа ($F=42,476$; $p<0,01$), изучаваних година ($F=46,634$; $p<0,01$) и локалитета ($F=407,217$; $p<0,01$). Поред индивидуалног утицаја фактора, њихове интеракције ($A \times B$, $A \times C$, $B \times C$, $A \times B \times C$) су, такође, биле статистички значајне (таб. 53). Ово указује да на испољавање ове особине квалитета пшенице, поред утицаја генетичких фактора, велики утицај имају и фактори спољне средине као и њихова интеракција, што је у сагласности са претходним истраживањима (Atanasova и сар., 2010; Aktaş и Valoch, 2017).

Средње вредности за садржај сувог глутена приказане су у табели 54.

Табела 54. Средње вредност садржаја сувог глутена (%) код изучаваних генотипова пшенице

Генотип	2013/2014.				2014/2015.			
	СО	КШ	КГ	\bar{x}	СО	КШ	КГ	\bar{x}
КГ-27/6	9,8 ^{cdB}	10,3 ^{bcdB}	8,3 ^{abcA}	9,5	11,3 ^{gdB}	8,4 ^{d-gA}	10,7 ^{cbB}	10,2
КГ-244/4	10,5 ^{efB}	10,7 ^{cdB}	8,2 ^{a-fA}	10,0	9,6 ^{bA}	9,2 ^{ghiA}	9,7 ^{abA}	9,5
КГ-199/4	10,8 ^{efB}	9,4 ^{abcA}	8,6 ^{a-eA}	9,6	9,5 ^{bB}	8,7 ^{fghA}	9,5 ^{abB}	9,3
КГ-307/4	10,8 ^{efB}	8,9 ^{abA}	7,9 ^{1aA}	9,2	10,0 ^{cbB}	7,7 ^{bcdA}	11,0 ^{cc}	9,5
КГ-28/6	10,4 ^{eB}	11,0 ^{dB}	9,2 ^{cdefA}	10,2	10,8 ^{fB}	9,3 ^{hiA}	10,9 ^{cbB}	10,4
КГ-162/7	8,5 ^{aA}	9,5 ^{abcA}	9,4 ^{defgA}	9,1	9,5 ^{bB}	7,3 ^{abcA}	11,4 ^{cc}	9,4
КГ-191/5-13	9,9 ^{dA}	10,3 ^{bcdA}	8,5 ^{a-fA}	9,7	10,1 ^{cdA}	10,1 ^{jA}	10,9 ^{ca}	10,4
КГ-40-39/3	10,9 ^{fgB}	11,1 ^{dA}	9,4 ^{b-fA}	10,3	9,5 ^{bB}	7,8 ^{cdeA}	11,0 ^{cc}	9,4
КГ-52/23	9,4 ^{bcB}	9,0 ^{abAB}	8,6 ^{a-eA}	9,0	8,9 ^{abB}	7,0 ^{abA}	11,0 ^{cc}	9,0
КГ-60-3/3	8,5 ^{aA}	8,7 ^{aA}	8,4 ^{abcdA}	8,5	10,6 ^{efC}	6,5 ^{aA}	9,5 ^{abB}	8,9
КГ-1/6	9,3 ^{bA}	8,6 ^{aA}	9,5 ^{efgA}	9,1	10,5 ^{efC}	8,5 ^{efgA}	9,5 ^{abB}	9,5
КГ-52/3	12,2 ^{hB}	11,7 ^{dB}	10,2 ^{gA}	11,4	10,4 ^{deB}	9,5 ^{ijA}	10,5 ^{bcB}	10,1
КГ-47/21	11,3 ^{gB}	11,4 ^{dB}	9,7 ^{fgA}	10,8	10,7 ^{fB}	8,9 ^{f-iA}	8,8 ^{aB}	9,5
Победа	12,5 ^{hC}	10,4 ^{bcdB}	8,0 ^{abA}	10,3	11,8 ^{hC}	8,1 ^{defA}	9,4 ^{aB}	9,8
Просек	10,3	10,1	8,9	9,8	10,2	8,4	10,3	9,6

Легенда: СО – Сомбор, КШ – Крушевац, КГ – Крагујевац

У обе године испитивања, на локалитету Сомбор, највећи просечан садржај сувог глутена остварила је сорта Победа (12,5%; 11,8%). У Крушевцу се у 2014. години, за посматрану особину, издвојио генотип КГ-52/3 (11,7%), а у 2015. генотип КГ-191/5-13 (10,1%). У Крагујевцу је, у првој години испитивања, највећи садржај сувог глутена имао генотип КГ- 52/3 (10,2%), а у другој години, генотип КГ-162/7 (11,4%).

Анализом варијансе је утврђен значајан ефекат генотипа ($F=21,443$; $p<0,01$), године ($F=4,446$; $p<0,05$) и локалитета ($F=96,526$; $p<0,01$) за садржај сувог глутена (таб. 55). Сви облици интеракција су, такође, имали високо значајан утицај на испољавање анализираних особина (таб. 55).

Табела 55. Трофакторијална ANOVA за садржај сувог глутена код изучаваних генотипова пшенице

Извори варијације	Суме квадрата	Степени слободе	Средине квадрата	F-Количник
Блок	0,288	2	0,144	0,562 ^{nz}
Генотип А	71,346	13	5,488	21,443 ^{**}
Година Б	1,138	1	1,138	4,446 [*]
Локалитет Ц	49,410	2	24,705	96,526 ^{**}
А × Б	27,054	13	2,081	8,131 ^{**}
А × Ц	72,425	26	2,786	10,884 ^{**}
Б × Ц	100,887	2	50,443	197,091 ^{**}
А × Б × Ц	39,538	26	1,521	5,942 ^{**}
Грешка	42,486	166	0,256	-
Укупно	404,571	251	-	-

Када се сагледају резултати добијени у овим истраживањима, може се уочити да је садржај влажног глутена код већине анализираних генотипова износио од 27% до 36% у 2013/2014. години, а од 28% до 31% у 2014/2015. години. У просеку за обе године и сва три локалитета, вредности влажног глутена КГ-линија износиле су од 26% до 34% (Прилог 1). Линије КГ-52/3, КГ-47/21, КГ-28/6, КГ-244/4 и КГ-27/6 су имале вредност влажног глутена већу од 30%. Осим тога, код линије КГ-52/3 и КГ-47/21 су забележене и највеће вредности седиментације протеина, што значи да ове линије у различитим агроколошким условима задржавају добар квалитет зрна. Сличне и нешто ниже вредности глутена у односу на КГ-линије одликују сорте пшенице из других домаћих и светских селекционих институција. Mladenov и сар. (2001) су проучавали квалитет сорти пшенице пореклом из различитих селекционих институција наше земље и утврдили да садржај влажног глутена код пшенице варира од 26% до 32%. Ови аутори истичу да садржај и квалитет глутена значајно утиче на запремину и квалитет средине хлеба. Према Зећевић и сар. (2013) вредности влажног глутена крагујевачких сорти пшенице варирају у интервалу од 28%, код сорте Круна, до 38% код сорте Топлица, и зависе од особености сорте и услова гајења. Ђурић и Trkulja (2005) налазе да влажан глутен ПКБ сорти варира од 30%, код сорте Визелька, до 36-38% код сорти Талас и Царица и зависи од услова спољне средине. Denčić и сар. (2011) анализирају квалитет 140 генотипове пшенице пореклом из 28 земаља света и налазе широк опсег варирања влажног глутена, у интервалу од 21% до 41%. Садржај влажног глутена, према истим ауторима, позитивно утиче на реолошке особине брашна. Испитујући дивергентне генотипове пшенице, пореклом из различитих делова света, Branković и сар. (2018) налазе вредности влажног глутена од 23%, код линије ZP-87/Ip и америчке сорте Caldwell, до 30% код хрватске сорте Житарка. Vázquez и сар. (2012) саопшавају да влажан глутен латиноамеричких сорти пшенице износи од 27% до 39% и указују на значајан утицај *Glu-1* и *Glu-3* алела на реолошке особине теста. Перó (2016) истиче значајно повећава садржаја влажног глутена применом веће дозе азотног ђубрива, при чему је са 120 kg N ha⁻¹ садржај глутена варирао у интервалу од 33% до 43%. У истраживањима Луковић и сар. (2019), вредности влажног глутена варирају од 32% до 40% и зависе од температуре и падавина у фази наливања и сазревања пшенице.

Резултати добијени у овим истраживањима указују да значајну улогу у формирању седиментације протеина и влажног глутена имају плодност земљишта, као и температуре и падавине у фази интензивног наливања зрна и накупљања органске материје. Анализирани генотипови су различито реаговали на високе количине падавина у време наливања и сазревања зрна, које су биле заступљене током маја и јуна 2014. године. У тако неповољним условима

посебно су се истакли генотипови КГ-52/3 и КГ-47/21 који су, на сва три проучавана локалитета, постигли високе вредности за седиментацију протеина и садржај глутена.

5.1.4.3. Реолошке особине брашна и теста

Одређивање квалитета брашна и особина теста у процесу обраде представља најважнија испитивања у млинској и пекарској индустрији. Данас се користи велики број апарата којима се одређују физичке особине теста, међу којима су најпознатији фаринограф, миксограф, екстензограф, алвеограф, миксолаб и др. У овим истраживањима коришћен је Брабендер-ов фаринограф како би се добили следећи показатељи квалитета брашна и теста: моћ упијања воде, развој теста, стабилност теста, степен омекшања, квалитетни број и квалитетна група. Моћ упијања воде је директно повезана са приносом готовог пекарског производа и један је од најважнијих параметара у процени снаге брашна и израчунавања цене производа (Дарчевић и сар., 2011). Представља количину воде коју је потребно додати брашну да би се добило тесто одговарајуће конзистенције. Овај показатељ зависи, пре свега, од садржаја оштећених скробних зрна, количине протеина и нескробних полисахарида арабиноксилана (Rakszegi и сар., 2014). Моћ упијања воде је повезана са садржајем протеина у зрну пшенице. Ранија истраживања су показала позитивну корелацију између садржаја протеина и моћи упијања воде (Abbasi и сар., 2011; Saleh и Brennan, 2012; Koppel и Ingver, 2010). Време стабилности теста указује на јачину брашна и његову способност да дуже време задржи стабилност при мешању. Квалитетније брашно има јаче тесто и показује већу стабилност током мешање (Kalnina и сар., 2015).

У првој години истраживања на локалитету Сомбор, моћ упијања воде се кретала у интервалу од 58,5% (КГ-191/5-13) до 64,6% (КГ-199/4). Највећу стабилност теста остварили су генотипови КГ-307/4 (4,45 min), КГ-28/6 (4,15 min), КГ-52/3 (3,45 min) и Победа (4,30 min), док је најмању стабилност теста имао генотип КГ-52/23 (0,45 min). Брашно доброг квалитета треба да поседује степен омекшања испод 75 фаринографских јединица, и у том погледу издвојило се седам генотипова (КГ-307/4, КГ-191/5-13, КГ-40-39/3, КГ-1/6, КГ-52/3, КГ-47/21 и Победа). Једна сорта пшенице припадала је А₁ квалитетној групи (Победа), док је десет генотипова пшенице припадало Б₁, а три Б₂ квалитетној групи. Ово указује да су испитавани генотипови пшенице остварили добар технолошки квалитет, у првој експерименталној години, у Сомбору. У другој години анализирања, на истом локалитету, моћ упијања воде кретала се од 59,7% (КГ-191/5-13) до 64,8% (КГ-40-39/3). Највећу стабилност теста имали су генотипови КГ-27/6 (3,45 min), КГ-191/5-13 (3,45 min) и КГ-60/3-3 (3,45 min). У 2015. години је остварен квалитет брашна на нивоу Б₁ и Б₂ квалитетне групе (таб. 56).

Реолошке особине брашна и теста на локалитету Крушевац приказане су у табели 57. У 2014. години издвојили су се генотипови КГ-28/6, КГ-162/7, КГ-40-39/3 и КГ-52/3, који су у погледу свих анализираних реолошких показатеља испољили одличне вредности и као такви сврстани у А₂ квалитетну групу. Код шест генотипова квалитет је био на нивоу Б₁ квалитетне групе, а два генотипа су сврстана у Б₂ квалитетну групу. У 2015. години, моћ упијања воде је варирала од 58,2% (КГ-60-3/3) до 64,6% (КГ-40-39/3). Сви генотипови су имали ниску стабилност теста као и високе вредности степена омекшања, изузев КГ-28/6 (55 FJ), КГ-40-39/3 (60 FJ) и КГ-1/6 (80 FJ). Два генотипа су припадала Б₁ квалитетној групи (КГ-28/6, КГ-40-39/3), седам генотипова је сврстано у Б₂ групу и пет генотипова у Ц₁ групу.

На локалитету Крагујевац, генотипови пшенице су испољили различите вредности реолошких показатеља у годинама испитивања. У првој експерименталној години, коју карактеришу екстремно велике количине падавина по појединим месецима, сви генотипови пшенице су имали лоше вредности реолошких показатеља и као такви сврстани су у Ц₁-Ц₂

квалитетну групу, изузев генотипа КГ-52/3 који је имао квалитет на нивоу Б2 квалитетне групе. Сорта Победа је имала највећу моћ упијања воде у обе године испитивања (67,7%, 66,2%), док је најмању вредност, у првој години испитивања, остварио генотип КГ-191/5-13 (55,1%), а у другој години генотип КГ-162/7 (58,2%). Стабилност теста је у првој експерименталној години варијала од веома ниске вредности 0,15 мин код генотипа КГ-1/6 до 3,25 мин код Победе. Степен омекшања је био изузетно висок и кретао се од 120 FJ (КГ-52/3) до чак 315 FJ (КГ-244/4). У другој година изучавања највећу стабилност теста испољио је генотип КГ-27/6 (3,30 мин), а најмању КГ-47/21 (0,40 мин). Степен омекшања се кретао од 60 FJ (КГ-162/7; КГ-40-39/3) до 115 FJ (КГ-199/4).

Табела 56. Реолошке особине пшеничног брашна и теста изучаваних генотипова пшенице на локалитету Сомбор

Генотип	МУВ (%)	Развој (мин)	Стабилност (мин)	Степен омекшања (FJ)	Кв. број	Кв. група
Сомбор 2014						
КГ-27/6	61,5	2'15"	2'30"	90	57,7	Б ₁
КГ-244/4	61,3	2'30"	1'30"	80	54,6	Б ₂
КГ-199/4	64,6	1'20"	1'10"	90	59,0	Б ₁
КГ-307/4	62,9	0'45"	4'45"	70	67,8	Б ₁
КГ-28/6	62,2	1'45"	4'15"	100	60,8	Б ₁
КГ-162/7	60,2	1'00"	1'00"	130	50,4	Б ₂
КГ-191/5-13	58,5	0'45"	1'00"	70	59,6	Б ₁
КГ-40-39/3	63,5	1'00"	1'00"	50	66,7	Б ₁
КГ-52/23	61,7	1'30"	0'45"	80	59,6	Б ₁
КГ-60-3/3	59,6	1'00"	1'00"	90	47,9	Б ₂
КГ-1/6	60,9	1'10"	0'50"	55	56,6	Б ₁
КГ-52/3	63,3	1'45"	3'45"	60	65,4	Б ₁
КГ-47/21	61,7	1'30"	2'30"	75	58,1	Б ₁
Победа	62,4	2'30"	4'30"	50	74,0	А ₂
Сомбор 2015						
КГ-27/6	63,0	1'15"	3'45"	80	59,6	Б ₁
КГ-244/4	60,0	1'10"	1'20"	110	45,3	Б ₂
КГ-199/4	62,5	1'20"	2'10"	100	48,3	Б ₂
КГ-307/4	64,3	1'00"	2'30"	100	54,3	Б ₂
КГ-28/6	62,2	1'00"	2'30"	85	58,5	Б ₁
КГ-162/7	62,4	1'30"	3'00"	95	54,1	Б ₂
КГ-191/5-13	59,7	1'00"	3'45"	90	52,6	Б ₂
КГ-40-39/3	64,8	1'20"	0'55"	80	56,2	Б ₁
КГ-52/23	63,6	1'25"	0'35"	70	48,4	Б ₂
КГ-60-3/3	61,2	1'15"	3'45"	90	56,6	Б ₁
КГ-1/6	62,8	1'00"	1'00"	80	56,0	Б ₁
КГ-52/3	62,4	2'00"	2'00"	120	46,5	Б ₂
КГ-47/21	60,4	1'30"	2'00"	110	53,5	Б ₂
Победа	62,5	1'30"	3'30"	100	55,6	Б ₁

Легенда: МУВ-Моћ упијања воде; FJ-фаринографске јединице; Кв. број-Квалитетни број; Кв. група- Квалитетна група

Табела 57. Реолошке особине пшеничног брашна и теста изучаваних генотипова пшенице на локалитету Крушевац

Генотип	МУВ (%)	Развој (мин)	Стабилност (мин)	Степен омекшања (FJ)	Кв. број	Кв. група
Крушевац 2014						
КГ-27/6	58,9	1'15"	2'45"	70	67,2	Б ₁
КГ-244/4	65,3	1'20"	2'10"	60	61,0	Б ₁
КГ-199/4	58,1	1'00"	1'00"	60	62,0	Б ₁
КГ-307/4	60,2	1'00"	0'45"	100	49,4	Б ₂
КГ-28/6	60,9	4'00"	3'00"	60	72,2	А ₂
КГ-162/7	59,9	1'45"	3'45"	35	78,8	А ₂
КГ-191/5-13	54,9	1'45"	1'45"	40	77,7	А ₂
КГ-40-39/3	62,2	5'00"	4'45"	20	84,7	А ₂
КГ-52/23	62,8	0'50"	0'45"	100	45,8	Б ₂
КГ-60-3/3	57,9	1'00"	1'45"	80	59,3	Б ₁
КГ-1/6	61,4	1'00"	0'45"	60	59,3	Б ₁
КГ-52/3	61,9	2'00"	5'30"	30	80,0	А ₂
КГ-47/21	61,3	2'30"	4'30"	50	74,0	А ₂
Победа	60,5	1'00"	1'30"	80	60,8	Б ₁
Крушевац 2015						
КГ-27/6	62,0	1'15"	0'30"	125	45,3	Б ₂
КГ-244/4	60,0	0'50"	1'45"	135	38,3	Ц ₁
КГ-199/4	62,8	1'00"	0'45"	95	49,2	Б ₂
КГ-307/4	62,0	1'00"	1'00"	140	42,6	Ц ₁
КГ-28/6	61,1	1'30"	1'30"	55	68,3	Б ₁
КГ-162/7	59,9	1'10"	0'35"	145	35,3	Ц ₁
КГ-191/5-13	60,2	1'15"	0'45"	100	52,2	Б ₂
КГ-40-39/3	64,6	1'15"	0'45"	60	59,4	Б ₁
КГ-52/23	62,6	1'00"	1'00"	110	46,7	Ц ₁
КГ-60-3/3	58,2	0'35"	0'40"	115	41,4	Ц ₁
КГ-1/6	62,6	1'30"	0'45"	80	54,1	Б ₂
КГ-52/3	61,6	1'00"	0'45"	100	48,1	Б ₂
КГ-47/21	61,6	1'30"	1'00"	110	47,2	Б ₂
Победа	59,7	0'45"	1'00"	110	44,8	Б ₂

Легенда: МУВ-Моћ упијања воде; FJ-фаринографске јединице; Кв. број-Квалитетни број; Кв. група- Квалитетна група

Стабилност и степен омекшавања су параметри квалитета глутена, који описују високо еластичне особине формираног комплекса глутена. У пракси, већа стабилност и нижи степен омекшања указују на то да ће тесто бити способније да издржи дуге третмане током механичке обраде. Повећани степен омекшавања је посебно важан показатељ протеолитичке разградње глутена (Дарсевич и сар., 2011). Најбољи квалитет, изражен преко квалитетног броја, остварило је осам генотипова, чији је квалитет био на нивоу стандардне сорте Победа (Б₁). Остали генотипови припали су Б₂ квалитетној групи (таб. 58).

Табела 58. Реолошке особине пшеничног брашна и теста изучаваних генотипова пшенице на локалитету Крагујевац

Генотип	МУВ (%)	Развој (мин)	Стабилност (мин)	Степен омекшања (Fj)	Кв. број	Кв. група
Крагујевац 2014						
КГ-27/6	60,0	0'45"	1'00"	210	28,5	Ц ₂
КГ-244/4	60,7	1'00"	1'00"	315	0,0	Ц ₂
КГ-199/4	64,7	1'00"	0'50"	225	23,5	Ц ₂
КГ-307/4	59,8	1'00"	1'00"	270	8,1	Ц ₂
КГ-28/6	59,4	1'00"	0'30"	270	11,7	Ц ₂
КГ-162/7	60,8	1'30"	1'00"	300	2,7	Ц ₂
КГ-191/5-13	55,1	1'30"	2'30"	250	18,2	Ц ₂
КГ-40-39/3	64,8	1'15"	0'45"	275	14,3	Ц ₂
КГ-52/23	66,0	2'00"	3'15"	230	35,9	Ц ₁
КГ-60-3/3	58,7	1'00"	1'00"	200	29,1	Ц ₂
КГ-1/6	60,8	1'15"	0'15"	170	40,7	Ц ₁
КГ-52/3	60,6	1'15"	1'15"	120	47,9	Б ₂
КГ-47/21	63,0	1'00"	1'30"	260	18,2	Ц ₂
Победа	67,7	0'50"	3'25"	290	16,9	Ц ₂
Крагујевац 2015						
КГ-27/6	62,0	2'00"	3'30"	90	63,5	Б ₁
КГ-244/4	62,2	0'45"	1'30"	90	57,5	Б ₁
КГ-199/4	61,6	1'00"	2'00"	115	54,4	Б ₂
КГ-307/4	63,6	2'30"	2'30"	80	59,8	Б ₁
КГ-28/6	60,0	2'30"	1'45"	70	63,1	Б ₁
КГ-162/7	58,2	1'15"	0'45"	60	63,1	Б ₁
КГ-191/5-13	64,0	2'00"	1'30"	100	48,8	Б ₂
КГ-40-39/3	63,6	1'15"	1'15"	60	59,0	Б ₁
КГ-52/23	63,0	1'00"	1'00"	90	51,1	Б ₂
КГ-60-3/3	60,4	1'15"	1'00"	70	58,1	Б ₁
КГ-1/6	60,5	1'00"	1'00"	125	47,6	Б ₂
КГ-52/3	63,6	1'15"	2'15"	75	60,2	Б ₁
КГ-47/21	61,1	0'50"	0'40"	110	48,6	Б ₂
Победа	66,2	3'00"	1'00"	75	57,7	Б ₁

ЛЕГЕНДА: МУВ-Моћ упијања воде; FJ-фаринографске јединице; Кв. број-Квалитетни број; Кв. група- Квалитетна група

У овим истраживањима, генотипови пшенице су гајени у различитим еколошким срединама као и у различитим производним годинама, и као такви остварили су различите вредности реолошких показатеља квалитета пшенице. Услови спољне средине су имали велики утицај на квалитет анализираних генотипова пшенице. Прву анализирану годину карактерише нижа температура ваздуха и екстремно велике количине падавина, на сва три локалитета, у поређењу са вишегодишњим просеком. Током априла и маја месеца, у Сомбору је забележено 187,8 mm, у Крушевцу 315,4 mm а у Крагујевцу чак 356 mm воденог талога. Овако велике количине падавина погодовале су појави проузроковача болести пшенице, као што су рђа (*Puccinia sp.*), пепелница (*Erysiphe graminis*), сива пегавост листа (*Septoria tritici*) и фузаријум

(*Fusarium spp*), што је негативно утицало на квалитет зрна пшенице. У другој експерименталној години, у Крушевцу је током месеца јуна забележено 101,7 mm падавина које су проузроковале продужену жетву (оглед је пожњевен 10 дана касније него прве експерименталне године), што се негативно одразило на квалитет зрна проучаваних генотипова пшенице.

Многобројна истраживања су показала да су климатски услови један од важнијих чинилаца који утичу на квалитет зрна и брашна пшенице. Торбица и сар. (2011) наводе да је пшеницу рода 2008. године карактерисао погоршан квалитет протеина и измењен квалитет скробне компоненте услед изложености температурном стресу, док је пшеницу рода 2010. године, услед изузетно повећане количине падавина, карактерисао измењен технолошки квалитет угљенохидратне компоненте зрна услед повећаног садржаја проклијалих зрна. Кишовито и влажно време, пре жетве, може изазвати клијање семена у класу, које проузрокује активирање ензима α -амилазе, који доводи до разлагања скроба и погоршања квалитета зрна. Активност овог ензима се утврђује одређивањем броја падања по *Hagberg*-у, који је обрнуто сразмеран α -амилазној активности. То значи да уколико пшеница дуже клија у пољу, већа је активност ензима α -амилазе, а мања вредност број падања по *Hagberg*-у. Анализирајући 30 сорти пшенице у периоду од 2001-2010. године, Denčić и сар. (2013) су утврдили да у сушном преджетвеном периоду број падања по *Hagberg*-у није био у корелацији са реолошким особинама, док се у кишном преджетвеном периоду налазио у високо значајној позитивној корелацији са развојем теста и запремином хлеба.

Може се претпоставити да су обилне падавине, које су условиле продужену жетву у првој експерименталној години у Крагујевцу, погодовале активности амилолитичких ензима у зрну, што се одразило на лош технолошки квалитет анализираних генотипова.

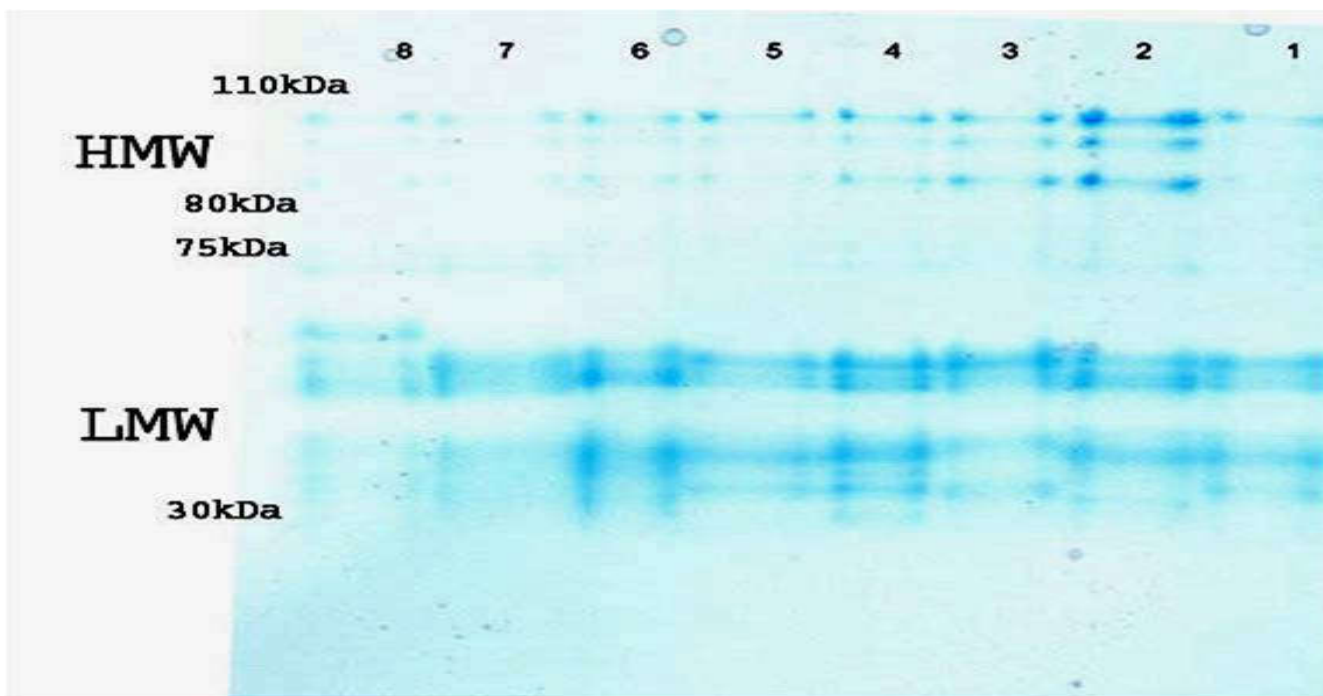
Ђурић и сар. (2010) наводе да погоршане особине физичког квалитета зрна (боја омотача зрна, хектолитарска маса), које су проузроковане одлагањем жетве услед велике количине падавина, нису утицале на реолошка својства теста и квалитет готовог производа, осим што је хлеб добијен од таквог брашна имао тамнију боју.

Сорта гајена у различитим еколошким условима или у различитим годинама не мора да припада истој квалитетној групи. Познато је да један исти генотип, гајен у различитим условима спољне средине, може припадати различитим квалитетним класама и квалитетним групама (Zečević и сар., 2007; Luković и сар., 2019). Ово указује да на испољавање вредности особина технолошког квалитета, поред генетичких фактора, велики утицај имају фактори спољашње средине, као и њихове интеракције (Zhang и сар., 2004; Finlay и сар., 2007; Vázquez и сар., 2012).

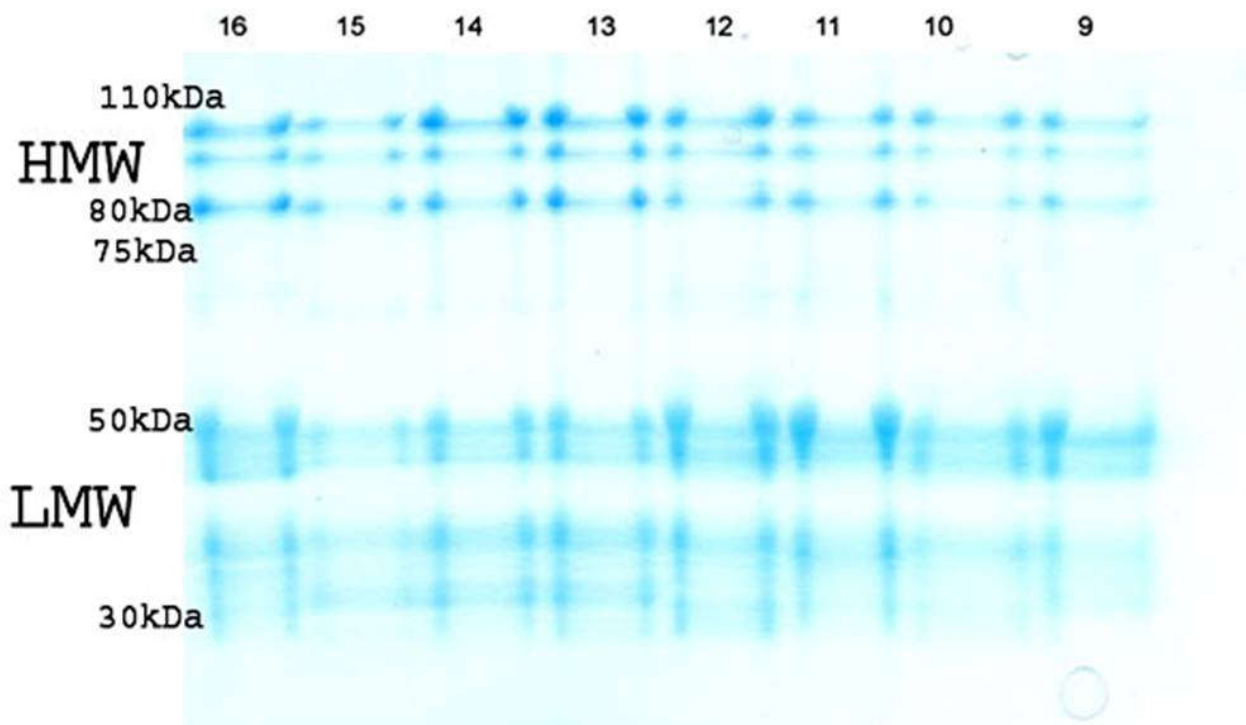
Стабилност особина квалитета пшенице, у различитим срединама и годинама, је важна за млинску и пекарску индустрију, чија технологија прераде захтева сировине познатог и пожељног квалитета у циљу добијања константно високог квалитета крајњег производа (Grausgruber и сар., 2000).

5.1.4.4. Састав глутенина

SDS-електрофореграми фракције глутенина приказани су на слици 1 и 2. Идентификација полипептидог састава глутенинске фракције утврђена је на основу резултата Janković и сар. (2015). Генерално посматрано, примењена метода рефлектује слабу растворљивост полипептидне фракције глутенина, што се одражава на дифузним тракама. Из тог разлога, није било могуће утврдити квантитативне разлике у погледу садржаја пептидних фракција између сорти дензитометријском анализом.



Слика 1. SDS-електрофоретска анализа глутенинске фракције протеина брашна анализираних генотипова пшеница (1 – 8)



Слика 2. SDS-електрофоретска анализа глутенинске фракције протеина брашна анализираних генотипова пшеница (9-16)

На добијеним SDS -електрофореграмима детектована су два типа подјединица, пептиди великих молекулских маса (HMW, 110-80 kDa) и фракције полипептида мале молекулске масе (LMW, 75-30 kDa). У зони HMW детектоване су три доминантне полипептидне фракције чија растворљивост варира у зависности од узорака. Интензивне траке ових полипептида могу се уочити код узорака 2 и 9-16 док је изузетно ниска растворљивост уочена код осталих узорака. Нискомолекулске фракције пептида чине фракције молекулске масе 75- 30 kDa. Међутим, овом фракцијом доминирају пептиди молекулске масе 30-50 kDa.

5.2. Херитабилност особина КГ-линија пшенице

Херитабилност у ширем смислу израчуната је на основу резултата анализе варијансе након растављања компоненти варијансе испитиваних особина. Она представља релативан показатељ и израчунава се из односа генотипске и фенотипске варијансе. Израчунате вредности компонената варијансе су указале који су фактори и којим интензитетом утицали на испољавање анализираних особина.

Табела 59. Компоненте варијансе и херитабилност у ширем смислу за морфолошко-продуктивне особине

Компоненте варијансе	Висина биљке	Дужина класа	Број класића /класу	Број фертилних класића/класу	Маса зрна примарног класа	Маса зрна/биљци
σ_G^2	54,639	0,891	0,693	0,554	0,026	0,229
σ_L^2	5,407	0,019	0,271	0,130	0,039	0,419
σ_{GL}^2	2,430	0,240	0,070	0,121	0,003	0,117
σ_E^2	1,615	0,610	0,231	0,334	0,029	0,380
σ_F^2	55,629	0,907	0,742	0,631	0,030	0,310
h^2 (%)	98,22	98,240	93,380	87,78	86,67	73,28

У овим истраживањима, утврђена је висока вредност херитабилности у ширем смислу за висину биљке (98,20%), дужину класа (98,24%), број класића по класу (93,38%), као и за број фертилних класића (87,78%), при чему је највећи утицај на експресију ових особина имао генотип. Херитабилност за масу зрна по класу износила је 86,67%, а за масу зрна по биљци 73,28%. Маса зрна по класу и маса зрна по биљци су високо наследне особине, али на испољавање ових компоненти приноса велики утицај имају агроколошки фактори (таб. 59).

Вредности херитабилности за хектолитарску масу и масу 1000 зрна указале су на значајан утицај интеракција генотип×локалитет×година, као и генотипа на формирање ових особина. Принос зрна имао је најмању херитабилност (25,92%) и при томе је на њену експресију највећи утицај имала интеракција локалитет×година. Вредност херитабилности за седиментацију протеина била је нижа од вредности херитабилности за садржај влажног глутена, при чему је експресија обе анализираних особине највише зависила од интеракције локалитет × година (таб. 60).

Табела 60. Компоненте варијансе и херитабилност за принос и показатеље квалитета

Компоненте варијансе	Хектолитарска маса	Маса 1000 зрна	Принос зрна	Седиментација протеина	Садржај влажног глутена
σ_G^2	1,692	2,195	0,028	6,002	2,761
σ_Y^2	0,247	0	0	0	1,869
σ_L^2	0,443	0	0	0	0
σ_{GL}^2	0	0,053	0,015	8,988	3,139
σ_{GY}^2	0,403	0,062	0,036	4,371	1,531
σ_{LY}^2	0	2,075	1,574	17,89	7,24
σ_{GLY}^2	2,049	2,452	0,325	13,241	6,083
σ_E^2	1,112	1,343	0,058	4,464	2,466
σ_F^2	2,297	2,71	0,108	12,944	4,677
h^2 (%)	73,66	80,99	25,92	46,38	59,03

У литератури се могу наћи различите вредности херитабилности у ширем смислу за проучаване особине. Тако су Mladenov (1996), Mecha и сар. (2016), Khan и Hassan (2017) утврдили високе вредности херитабилности у ширем смислу за висину биљке, дужину класа и број класића по класу. Високе вредности херитабилности за висину биљке у сагласности су и са резултатима до којих су дошли Zečević и сар. (2004a) према којима је она износила 95,9%. Petrović и сар. (2007) су проучавајући варијабилност и херитабилност сорти пшенице на земљишту које припада ритској црници, дошли до високих и умерено високих вредности херитабилности за висину биљке (75,15%) и дужину класа (57,89%). Високе вредности херитабилности указале су на значајан удео генетичке компоненте у наслеђивању посматраних особина пшенице. Према резултатима које наводе Zečević и сар. (2010b) висина биљке и дужина класа се налазе под најјачим утицајем генетичких фактора, при чему фактори спољне средине имају већи утицај на експресију дужине класа него на висину биљке. Процена херитабилности је важан параметар у детерминисању генетске добити од селекције (Erkul и сар., 2010). Perišić (2006) је утврдио ниску херитабилност у ужем смислу за масу зрна примарног класа (26,8%) и масу зрна по биљци (12,7%), док је њена вредност у ширем смислу била висока (97,1%; 94,2%). Аутор наводи да су родитељи коришћени за укрштање недовољно дивергентни за проучавање наслеђивања ових својстава, па се у потомству може очекивати појава малог броја биљака које ће личити на родитеље.

Високе вредности херитабилности у ширем смислу, добијене у овим истраживањима за масу 1000 зрна, сагласне су са резултатима до којих су дошли Branković и сар. (2016). Аутори истичу да, с обзиром на високу вредност очекиване генетичке добити изарежене у процентима од просека за масу 1000 зрна хлебне пшенице и веома високу вредност херитабилности, могуће је предвидети успех селекције при оплемењивању наведене компоненти приноса.

Ниже вредности херитабилности у ширем смислу за принос зрна, сагласне су резултатима до којих су дошли Акџиџа (2009), Тапева и сар. (2019) према којима она износи 31,1% односно 36,0%. Ali и Shakor (2012) су у сушним условима гајења добили нижу вредност херитабилности за принос зрна дурум пшенице (41,27%), а високу вредност херитабилности за принос зрна хлебне пшенице (92,60%). Принос зрна је сложена особина, која зависи од експресије већег броја квантитативних особина. Mladenov (1996) наводи да анализа самог приноса не открива природу наслеђивања ове особине и истиче да је неопходно анализирати наслеђивање других особина од важности за принос.

Taneva и сар. (2019) су утврдили умерено високу вредност херитабилности за хектолитарску масу (72%) и ниже вредности херитабилности за садржај влажног глутена (52%), масу 1000 зрна (47%) и принос зрна (36%). Аутори истичу да је нижи коефицијент херитабилности повезан са нижом генетичком добити за принос зрна и садржај влажног глутена, што указује на неадитивно деловање гена и открива спорији напредак оплемењивања у побољшању ових особина. Стога за ове особине није могућа ефикасна селекција генотипова по фенотипу у раним генерацијама.

Вредности херитабилности за седиментацију протеина и садржај влажног глутена, сагласни су вредностима херитабилности до којих су дошли Mladenov и сар. (2001), који наводе да је у укупној варијанси највећи удео варијансе припадао интеракцији сорта×спољна средина. Аутори истичу да релативно високе вредности интеракције сорта×спољна средина за особине квалитета захтевају испитивање више година и на већем броју локалитета да би се прецизно проценио генетички потенцијал сорти. Кауа и Аккура (2014) су установили ниску херитабилност у ширем смислу за принос зрна (0,33), садржај влажног глутена (0,41), седиментацију протеина (0,52), масу 1000 зрна (0,32) и хектолитарску масу зрна (0,42). Аутори наводе да су принос и особине квалитета у највећој мери зависиле од еколошких фактора док је утицај генотипа био нижи, сугеришући да циљеви оплемењивање на квалитет треба да буду прилагођени датим условима спољне средине. Са друге стране, Зећевић и сар. (2001) су установили високу вредност херитабилности у ширем смислу за седиментацију протеина (90%). Анализом компоненти фенотипске варијансе, аутори су утврдили да су генетички фактори имали највећи удео у испљавану ове особине квалитета док је удео еколошких фактора био нижи. Високе вредности херитабилности у ширем смислу за седиментацију протеина и садржај влажног глутена утврдили су и Branković и сар. (2018), према којима, код хлебне пшенице она износи 86,2% и 93,6%, а код дурум пшенице 74,0% и 79,7%. Ljubičić и сар. (2014) истичу да је неопходно познавати природу наслеђивања важних особина у циљу унапређења процеса селекције и добијања перспективних генотипова пшенице.

5.3. Међузависност особина КГ-линија пшенице

У оплемењивању биљака, рад се заснива на праћењу већег броја квантитативних и квалитативних особина. Стога је веома важно да се утврди степен њихове међусобне повезаности, јер повећање вредности једне особине може утицати на повећање или смањење вредности друге особине. Степен овог утицаја се може квантификовати помоћу коефицијента прости линеарне корелације. Овај коефицијент може узети вредности из интервал од -1 до +1, и што је по апсолутној вредности ближи јединици то је степен линеарне повезаности већи. За разлику од корелационе анализе, регресиона анализа се користи за моделовање облика зависности између више независних и једне зависне особине. У регресионој анализи се мора одредити која је зависна (y), а које су независне променљиве (x).

На степен повезаности појединих особина могу утицати генетски и еколошки фактори. Постојање генетских корелација између особина резултат је дејства везаних гена и плејотропних гена (Falconer и Maskey, 1996).

5.3.1. Корелациона анализа

Степен повезаности између морфолошко-продуктивних особина као и између показатеља квалитета пшеничног брашна и приноса утврђен је помоћу *Pearson*-овог коефицијента корелације.

У табели 61 приказани су коефицијенти корелације између морфолошких и продуктивних особина пшенице. Висина биљке је у јакој позитивној корелацији са дужином прве, друге и вршне интернодије. Јака негативна зависност нађена је између дужине прве интернодије и пречника прве (-0,75**), друге (-0,77**) и вршне интернодије (-0,81**). Дужина класа се налази у позитивној корелацији са бројем класића по класу (0,59**) и бројем фертилних класића (0,56**), а у негативној са масом зрна по биљци (-0,57*). Негативна корелација утврђена је између броја фертилних класића и компоненти приноса: масе зрна по класу, масе зрна по биљци, хектолитарске масе, масе 1000 зрна, као и самог приноса. У прилог ових резултата иде чињеница да су се фазе класање, оплодна и наливање зрна одвијале при нижој температури ваздуха и екстремно великој количини падавина током 2013/2014. године. Овако неповољни временски услови негативно су утицали на процесе наливања зрна пшенице условљавајући формирање ситнијих, слабо наливених зрна. Резултати добијени у овим истраживањима разликују се од резултата Наџ и сар. (2010) и Ђурић и сар. (2016b), који истичу да број класића по класу директно утиче на број и масу зрна по класу са којима су у високо значајној позитивној корелацији. Међутим, Нristov и сар. (2007; 2011) истичу негативан директан утицај броја класића по класу на принос по биљци што указује на потребу унапређења њихове фертилности. Проблем озрњености класа наручито при његовој основи негативно утиче на број зрна по класу. Аутори наводе да иако директан ефекан није значајан, мора му се посветити пажња, пошто указује да појава стерилних класића знатно умањује укупан принос.

Јака зависност утврђена је између масе зрна по класу, масе зрна по биљци (0,81**) и масе 1000 зрна (0,77**), што је у сагласности са резултатима до којих су дошли Јocković и сар. (2014) и Terzić и сар. (2018). Рајић и сар. (2019) истичу јак утицај вегетационе сезоне на корелацију приноса зрна и масе 1000 зрна, која се кретала од -0,366 у 2009/2010. години до 0,179 у 2010/2011. години. Malik и сар. (1987) наводе да агроколошки услови могу изазвати варијабилност не само приноса и компоненти приноса, већ и разлике у његовој узајамној корелацији.

Према Вапјси и сар. (2010), неповољни услови водног режима у 2008/09. години довели су до неочекиваних вредности корелационих коефицијената, при чему су утврђене негативне средње јаке корелације између висине биљке и масе класа, као и висине биљке и масе зрна по класу. Аутори истичу да су, са становишта оплемењивања пшенице, значајне оне корелације које показују поновљивост без обзира на различите услове вегетационих сезона.

Између приноса зрна, масе зрна по биљци (0,59*) и масе зрна по класу (0,53) утврђена је позитивна корелација. До сличних резултата дошли су Prodanović и сар. (1999) који су саопштили да највећи утицај на принос зрна има маса зрна по класу.

Генотипске и фенотипске корелације између приноса и компоненти приноса испитивали су Kasihf и Khaliq (2004). На генотипском нивоу, аутори налазе високо значану позитивну зависност приноса зрна и његових компоненти (висина биљке, дужина класа, број класића по класу, број зрна по класу и маса 1000 зрна). Зећевић и сар. (2004c) су установили значајне позитивне генетичке и фенотипске корелације између масе зрна по класу, жетвеног индекса и масе 1000 зрна, као и између дужине класа, броја класића по класу и броја зрна по класу. Такође су утврдили значајан позитиван директан утицај броја класића по класу и жетвеног индекса на масу зрна по класу.

Табела 61. Коефицијенти корелације између морфолошких и продуктивних особина пшенице

	Д I И	Д II И	ДВИ	П I И	П II И	ПВИ	ДК	БК/К	БФК	МЗПК	МЗ/Б	ХЛ	МХЗ	П
ВБ	0,56*	0,92**	0,69**	-0,27	-0,31	-0,39	-0,13	-0,40	-0,19	0,45	0,45	0,11	0,50	0,04
Д I И	1	0,61*	0,12	-0,75**	-0,78**	-0,81**	0,21	-0,25	-0,24	-0,03	0,10	0,05	-0,09	0,11
Д II И		1	0,59*	-0,37	-0,32	-0,46	-0,04	-0,36	-0,19	0,28	0,35	0,24	0,38	-0,05
ДВИ			1	-0,05	0,13	0,10	-0,40	-0,53	-0,28	0,35	0,46	0,22	0,61*	-0,23
П I И				1	0,88**	0,84**	-0,34	0,36	0,36	0,00	-0,03	-0,27	-0,12	-0,18
П II И					1	0,83**	-0,23	0,38	0,42	-0,10	-0,09	-0,17	-0,08	-0,48
ПВИ						1	-0,43	0,06	0,02	-0,04	0,02	0,01	-0,01	-0,24
ДК							1	0,59*	0,56*	-0,16	-0,57*	-0,01	-0,11	-0,38
БК/К								1	0,89**	-0,44	-0,71**	-0,56*	-0,52	-0,51
БФК									1	-0,18	-0,49	-0,40	-0,34	-0,47
МЗПК										1	0,81**	0,42	0,77**	0,53
МЗ/Б											1	0,42	0,54*	0,59*
ХЛ												1	0,41	0,20
МХЗ													1	0,19

Легенда: ВБ- висина биљке, ДI - Дужина прве интернодије, Д II И - дужина друге интернодије, ДВИ - дужина вршне интернодије, П I И - пречник прве интернодије, П II И - пречник друге интернодије, ПВИ - пречник вршне интернодије, ДК - дужина класа, БК/К - број класића по класу, БФК - број фертилних класића по класу, МЗПК- маса зрна по класу, МЗ/Б- маса зрна по биљци, ХЛ-хектолитарска маса, МХЗ-маса 1000 зрна, П-принос зрна

** Корелација је значајна на нивоу 0,01

* Корелација је значајна на нивоу 0,05

Корелације између параметара квалитета пшенице и приноса зрна у обе проучаване године на сва три локалитета приказане су у табели 62. С обзиром да је вегетациона сезона 2013/2014. године била неповољна за раст и развој биљака, вредности коефицијената корелације могу се објаснити одговором биљака на стресне услове спољне средине. Очекивано, високо значајна позитивна корелација, на сва три локалитета, утврђена је између седиментације протеина и садржаја влажног глутена, као и између седиментације протеина и садржаја сувог глутена у 2013/2014. години. Познато је да су седиментација протеина и садржај глутена веома важне особине квалитета због њихове позитивне корелације са другим параметрима технолошког квалитета пшенице (Vázquez и сар., 2012; Laidig и сар., 2017). Високо значајна позитивна корелација утврђена је између хектолитарске масе и масе 1000 зрна у Сомбору, у обе проучаване године. У Крушевцу, у првој години испитивања, утврђена је негативна корелација између хектолитарске масе и садржаја сувог глутена, док је у другој години корелација између ових особина била позитивна. У 2014. години, маса 1000 зрна била је у негативној, статистички значајној, корелацији са седиментацијом протеина, садржајем влажног и сувог глутена, као и са квалитетним бројем, док је у 2015. години утврђена позитивна корелација између масе 1000 зрна и седиментације протеина, као и масе 1000 зрна и моћи упијања воде. Између приноса и већине показатеља квалитета пшенице установљена је негативна корелација, што је сагласно резултатима претходних истраживања (Таууар, 2010; Аудин и сар., 2010; Kondić-Špika и сар., 2019).

У Крагујевцу се корелација између масе 1000 зрна и приноса кретала од -0,471** (2013/14) до -0,082 (2014/15), што је сагласно резултатима Нама и сар. (2016). До сличних резултата дошли су и Терзић и сар. (2018), који наводе да је корелација између масе 1000 зрна и приноса зависила од вегетационе сезоне и кретала се од -0,480* до 0,093. Између приноса зрна и седиментације протеина утврђена је позитивна корелација у 2013/14. години (0,312*). У обе године истраживања, квалитетни број је у значајној позитивној корелацији са седиментацијом протеина и садржајем влажног и сувог глутена. Rharrabti и сар. (2003) истичу да у зависности од температуре и количине падавина на почетку фазе наливања зрна, коефицијенти корелација између особина квалитета могу бити позитивни, негативни или близу нуле.

У овим истраживањима, утврђене су различите вредности коефицијената корелације између показатеља квалитета и приноса који су зависили како од вегетационе сезоне тако и од локалитета.

Табела 62. Коефицијенти корелације између параметара квалитета и приноса зрна у Сомбору, Крушевицу и Крагујевцу

Сомбор								
	ХЛ	МХЗ	СЕД	ВГ	СГ	МУВ	КБ	П
ХЛ	1	0,634**	0,287	0,174	0,379*	-0,077	0,232	0,385*
МХЗ	0,843**	1	0,226	0,000	0,302	-0,146	0,491**	0,494**
СЕД	0,186	0,236	1	0,721**	0,794**	0,577**	0,578**	-0,067
ВГ	-0,550**	-0,455**	0,243	1	0,873**	0,555**	0,529**	-0,321*
СГ	-0,460**	-0,429**	0,495**	0,901**	1	0,560**	0,753**	-0,249
МУВ	-0,048	0,099	0,291	-0,095	-0,138	1	0,396**	-0,351*
КБ	-0,606**	-0,502**	0,033	0,080	0,229	0,112	1	-0,148
П	-0,229	-0,083	-0,246	0,315*	0,180	-0,016	0,223	1
Крушевац								
	ХЛ	МХЗ	СЕД	ВГ	СГ	МУВ	КБ	П
ХЛ	1	0,188	0,038	-0,297	-0,336*	-0,008	-0,107	0,154
МХЗ	0,649**	1	-0,341*	-0,410**	-0,477**	0,215	-0,590**	0,157
СЕД	0,295	0,356*	1	0,653**	0,654**	0,392*	0,499**	-0,359*
ВГ	0,297	0,124	0,085	1	0,940**	0,160	0,435**	-0,584**
СГ	0,309*	0,109	0,118	0,877**	1	0,113	0,534**	-0,591**
МУВ	0,228	0,373*	0,605**	0,094	0,136	1	-0,080	-0,167
КБ	0,174	0,123	0,546**	0,051	0,228	0,587**	1	-0,422**
П	-0,054	-0,069	0,158	-0,121	-0,068	0,132	0,440**	1
Крагујевац								
	ХЛ	МХЗ	СЕД	ВГ	СГ	МУВ	КБ	П
ХЛ	1	0,303	0,156	0,164	0,292	-0,080	0,271	-0,213
МХЗ	0,286	1	-0,333*	-0,332*	-0,220	0,382*	-0,155	-0,471**
СЕД	-0,026	0,220	1	0,758**	0,781**	-0,171	0,417**	0,312*
ВГ	-0,162	0,284	0,794**	1	0,895**	-0,061	0,311*	0,249
СГ	0,001	0,233	0,510**	0,566**	1	-0,039	0,404**	0,208
МУВ	0,172	0,222	0,052	0,196	0,165	1	0,106	-0,058
КБ	-0,327*	-0,228	0,579**	0,533**	0,385*	-0,041	1	0,267
П	-0,067	-0,082	-0,017	-0,085	-0,245	-0,363*	-0,317*	1

Легенда: ХЛ - хектолитарска маса, МХЗ - маса 1000 зрна, СЕД - седиментација протеина, ВГ - садржај влажног глутена, СГ - садржај сувог глутена, МУВ - моћ упијања воде, КБ - квалитетни број, П - принос зрна

Вредности изнад дијагонале односе се на 2013/14. годину, а испод дијагонале на 2014/15. годину

** Корелација је значајна на нивоу 0,01

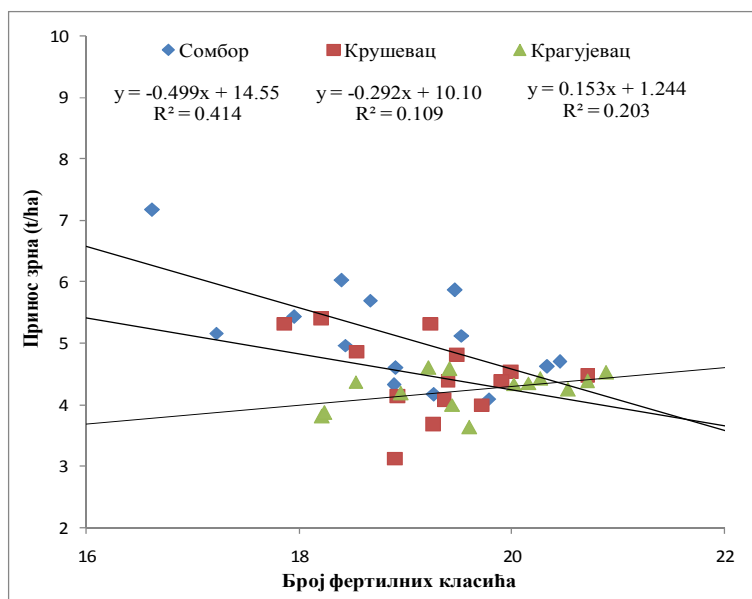
* Корелација је значајна на нивоу 0,05

Познато је да је седиментација протеина снажан индикатор квалитета протеина који је у великој мери генетски одређен (Рауне и сар., 1987). У истраживањима многих аутора утврђена је негативна корелацију између особина квалитета и приноса зрна (Rakszegi и сар., 2016; Sourouj и сар., 2018). Истовремено повећање квалитета и приноса зрна представља важан циљ сваког оплемењивача. Остварење овог циља могуће је правилним избором родитеља, донора важних гена за принос и квалитет зрна.

5.3.2. Регресиона анализа

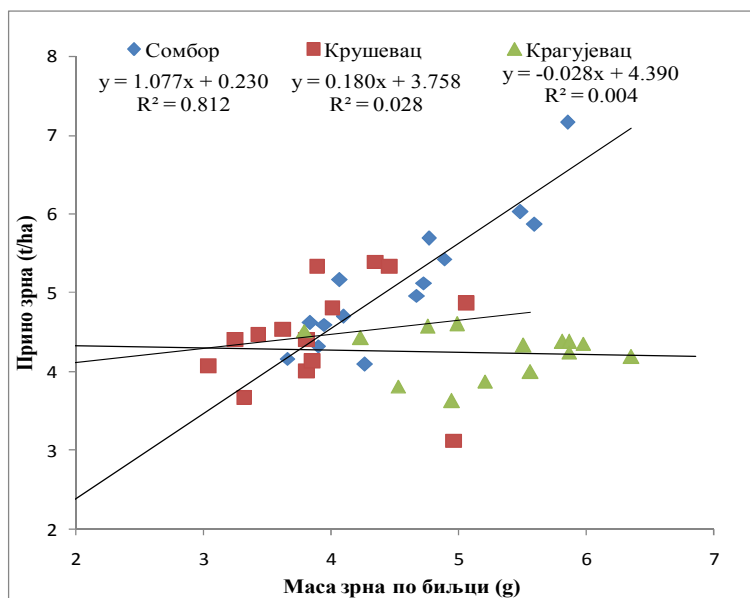
Регресиона анализа урађена је само између одабраних особина, за које је процењено да су од највећег значаја у оплемењивању пшенице на принос и квалитет. Анализирана је зависност следећих особина: приноса зрна и броја фертилних класића, принос зрна и масе зрна по биљци, масе зрна по биљци и масе зрна примарног класа, седиментације протеина и садржаја влажног глутена.

Оцењени линеарни регресиони модели указују на различит облик зависност приноса зрна и броја фертилних класића: $\hat{y}_i = 14,55 - 0,499x_i$ у Сомбору, $\hat{y}_i = 10,10 - 0,292x_i$ у Крушевцу и $\hat{y}_i = 1,244 + 0,153x_i$ у Крагујевцу. Линеарна зависност приноса зрна посматрана у односу на број фертилних класића је статистички значајна само на локалитету Сомбор ($p=0,013$). На преостала два локалитета линеарна зависност није статистички значајна (граф. 7).

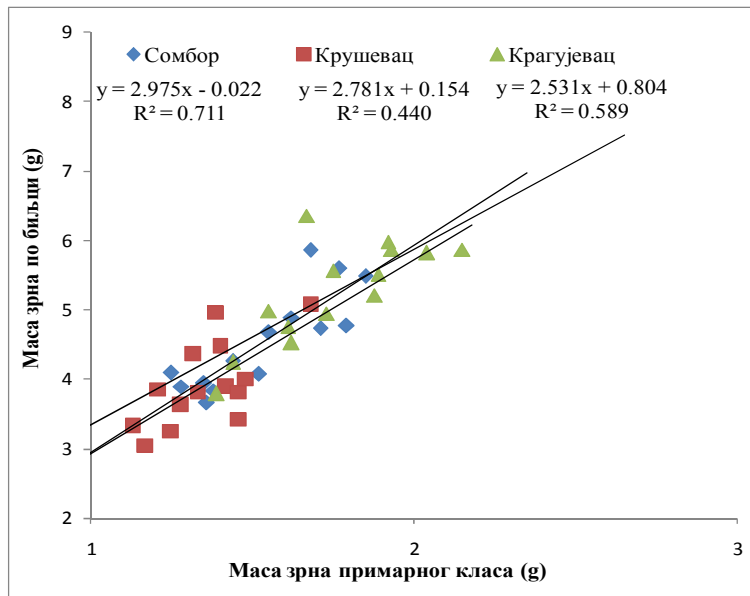


Графикон 7. Графички приказ зависности приноса зрна и броја фертилних класића за три локалитета, са оцењеним линеарним регресионим моделима и одговарајућим коефицијентима детерминације

На графикону 8. приказана је линеарна зависност између приноса зрна и масе зрна по биљци. На локалитету Сомбор утврђено је статистички значајна линеарна зависност приноса зрна од масе зрна по биљци. Вредност коефицијента детерминације од 0,812, на посматраном локалитету, показује да је 81,2% варијације у приносу зрна индуковано варирањем масе зрна по биљци. На преостала два локалитета оцењени регресиони модели нису имали статистичку значајност.



Графикон 8. Графички приказ зависности принос зрна и масе зрна по биљци за три локалитета, са оцењеним линеарним регресионим моделима и одговарајућим коефицијентима детерминације

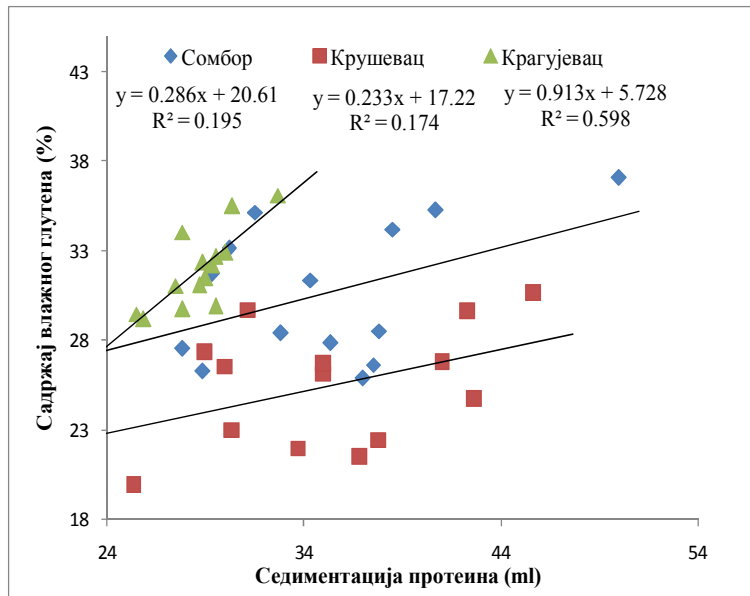


Графикон 9. Графички приказ зависности масе зрна по биљци и масе зрна примарног класа за три локалитета, са оцењеним линеарним регресионим моделима и одговарајућим коефицијентима детерминације

Оцењени линеарни регресиони модели за масу зрна по биљци и масу зрна примарног класа били су статистички значајни на сва три локалитета ($p=0,000$ у Сомбору; $p=0,010$ у

Крушевцу; $p=0,001$ у Крагујевцу), графикон 9. Вредност нагиба у оцењеном регресионом моделу за локалитет Сомбор показује да се просечна маса зрна по биљци увећа за 2,975 g ако се маса зрна примарног класа увећа за 1 g. Сличне вредности нагиба су забележене у Крушевцу и Крагујевцу (2,781 и 2,531). Од ова три локалитета, највећи степен зависности између ових компоненти приноса забележен је на локалитету Сомбор (71,1%), а најслабији у Крушевцу (44,0%).

Линеарна зависност садржаја влажног глутена и седиментације протеина приказана је на графикону 10. Анализа показује да је једино модел у Крагујевцу имао статистичку значајност ($p=0,001$). Оцењени регресиони коефицијент нагиба од 0,913 указује да ако се седиментација протеина увећа за 1 ml, просечан садржај влажног глутена у Крагујевцу ће се повећати за 0,913%. Вредност коефицијента детерминације од 0,598 указује да је 59,8% варијације у садржају влажног глутена индуковано варирањем седиментације протеина.



Графикон 10. Графички приказ зависности садржаја влажног глутена и седиментације протеина за три локалитета, са оцењеним линеарним регресионим моделима и одговарајућим коефицијентима детерминације

5.4. Интеракција КГ-линија пшенице и спољне средине (G×E)

У овим истраживањима, процена стабилности генотипова у различитим условима спољне средине испитана је АММИ моделом. Графички приказ података представљен је АММИ 1 и АММИ 2 биplotом, уз помоћ којих је прецизније сагледана интеракција генотип × спољна средина ($G \times E$), односно понашање генотипова у различитим агроеколошким условима. На основу овог модела утђено је стабилност генотипова, у испитиваним

еколошким срединама, за масу зрна по класу, масу зрна по биљци, принос зрна, хектолитарску масу, масу 1000 зрна, седиментацију протеина и садржај влажног глутена.

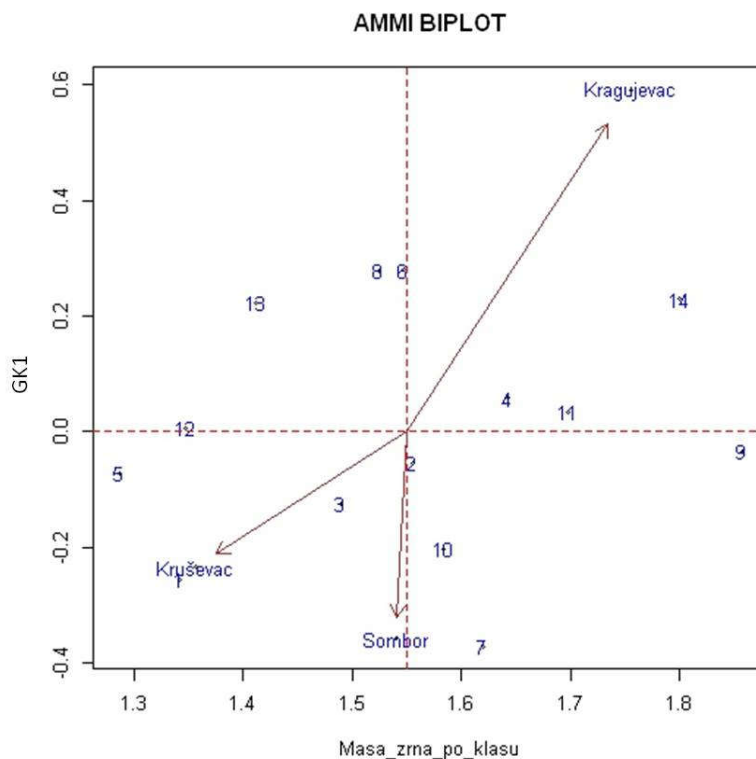
5.4.1. Маса зрна по класу

Анализа варијансе АММИ модела је показала да су у експресији масе зрна по класу сви извори варијације, како адитивни (генотип, локалитет), тако и неадитивни ($G \times E$), испољили високу значајност. У оквиру главних ефеката анализе варијансе, подједнак удео суме квадрата припада фактору генотип (33,00%) и фактору спољна средина (33,00%), док је удео интеракције знатно мањи (9,78%). Значајна интеракција $G \times E$ указује на постојање разлика у стабилности између испитиваних генотипова у различитим срединама што упућује на АММИ анализу њених главних компоненти. У оквиру мултиваријационог дела, прва главна компонента, GK1 испољила је статистички значајан утицај и објаснила 85,6% варијације, док друга главна компонента GK2, која је објаснила 14,4% варирања, није показала статистичку значајност (таб. 63).

Табела 63. Анализа варијансе АММИ модела за масу зрна по класу

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	3,34	33,00	0,26	11,1322**
Понављање	6	0,65	6,43	0,11	4,7035**
Спољна средина (E)	2	3,34	33,00	1,67	15,4168**
$G \times E$	26	0,99	9,78	0,04	1,6564*
GK1 (85,6%)	14	0,85	85,86	0,06	2,63**
GK2 (14,4%)	12	0,14	14,14	0,01	0,52 ^{nz}
GK3 (0,0%)	10	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	78	1,80	17,79	0,02	-
Укупно	125	10,12	-	-	-

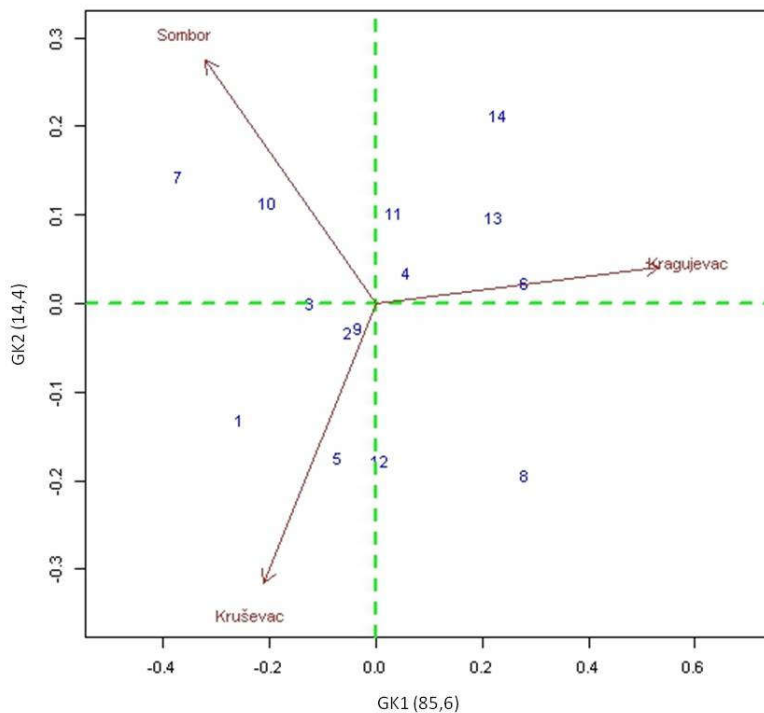
На АММИ 1 биplotу приказан је однос прве главне компоненте (GK1) и просечне вредности масе зрна по класу. На свим проучаваним локалитетима, највећу стабилност у односу на прву главну компоненту испољили су генотипови КГ-52/3, КГ-52/23, КГ-1/6 (12, 9, 11), а после њих и генотипови КГ-244/4 и КГ-307/4 (2 и 4). При томе, генотип КГ-52/3 (12) је остварио ниже вредности масе зрна по класу од просечних, генотип КГ-244/4 (2) око просечних вредности, док су генотипови КГ-1/6, КГ-52/23 и КГ-307/4 (11, 9 и 4) имали изнад просечне вредности посматране особине. Највеће интеракцијске вредности имали су генотипови КГ-40-39/3, КГ-191/5-13 и КГ-162/7 (8, 7 и 6), који су се показали као врло нестабилни на сва три локалитета. На локалитету Крушевац остварена је највећа стабилност, али са најнижим просечним вредности за посматрану особину. Највећа интеракција, а самим тим и најмања стабилност, уочена је у Крагујевцу, где је остварена највећа просечна вредност масе зрна по класу (граф. 11).



Графикон 11. AMMI 1 биplot анализа стабилности масе зрна по класу код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

На графикону 12 приказан је AMMI 2 биplot који још прецизније објашњава интеракцију $G \times E$, односно понашање генотипова и средина у датом огледу. На ординанти је приказана вредност прве главне компоненте која објашњава 85,6% интеракције, а на апсциси вредност друге главне компоненте која објашњава 14,4% интеракције. Генотипови који су најближи координантном почетку (односно нули) сматрају се најстабилнијим, а као такви издвојили су се генотипови КГ-52/23, КГ-244/4, КГ-199/4 и КГ-307/4 (9, 2, 3 и 4). Спољне средине, односно локалитети испољили су сличан ефекат у погледу стабилности. Удаљеност посматраних локалитета од нуле (тј. удаљеност од почетка координантног система до тачке локалитета) указује да генотиповима нису одговарали услови ни у једном од три анализирана локалитета, у којима би испољили стабилност проучаване особине.



Графикон 12. АММИ 2 биplot анализа стабилности масе зрна по класу код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

5.4.2. Маса зрна по биљци

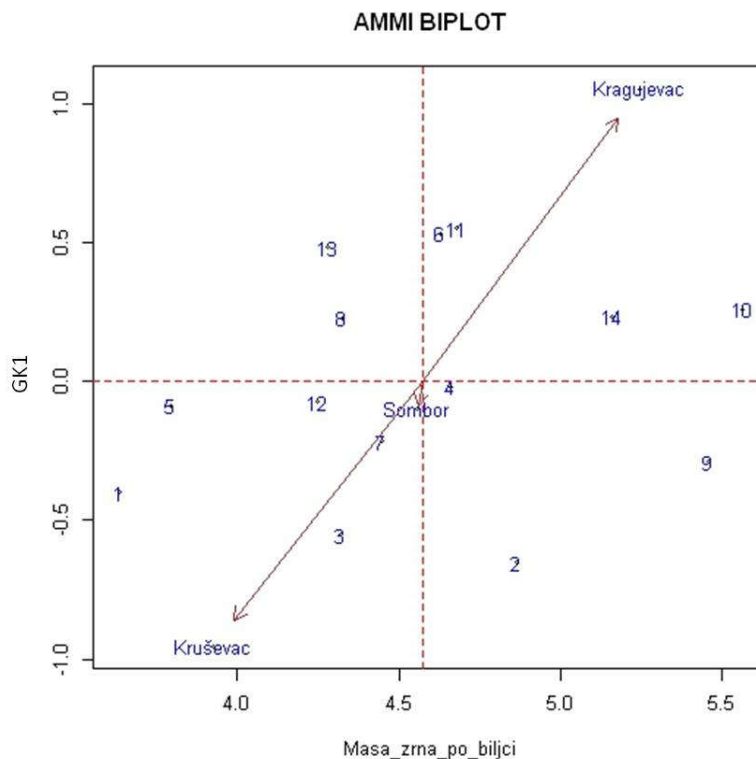
Анализа варијансе АММИ модела за масу зрна по биљци показала је да постоји статистички значајна разлика између проучаваних генотипова, локалитета и њихове интеракције (таб. 64).

Табела 64. Анализа варијансе АММИ модела за масу зрна по биљци

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	36,29	28,20	2,79	7,9921**
Понављање	6	9,54	7,41	1,59	4,5502**
Спољна средина (E)	2	36,64	28,47	18,32	11,5281**
G × E	26	18,97	14,74	0,73	2,0887**
GK1 (65,1%)	14	12,36	65,16	0,88	2,53**
GK2 (34,9%)	12	6,61	34,84	0,55	1,58 ^{nz}
GK3 (0,0%)	10	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	78	27,25	21,18	0,35	-
Укупно	125	128,69	-	-	-

Генотип и спољна средина су учествовали са по око 28% у укупној варијацији огледа, док је удео интеракције $G \times E$ износио 14,74%. Прва главна компонента испољила је високу статистичку значајност, и обухватила је највећи удео суме квадрата интеракције (65,16%). Друга главна компонента није испољила статистичку значајност (таб. 64).

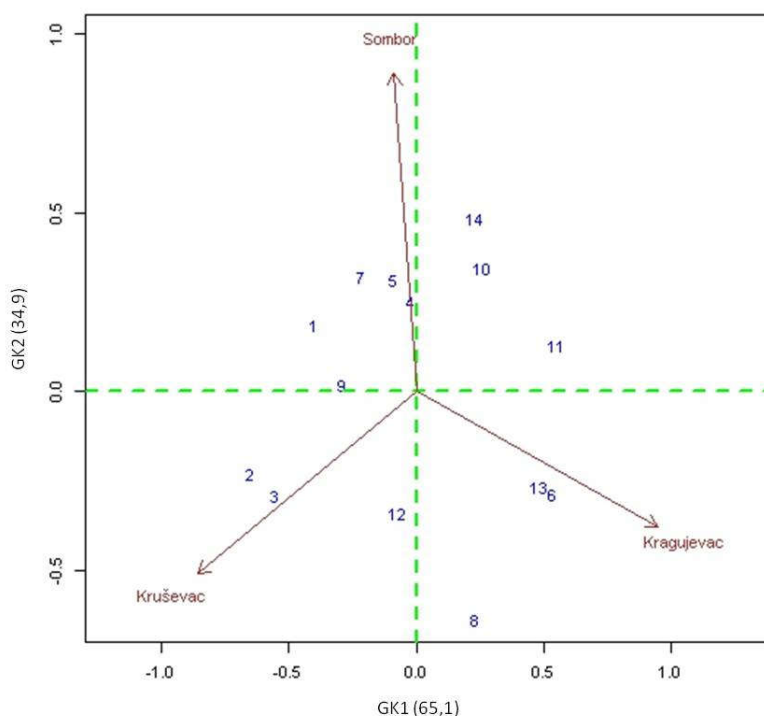
Како би се боље сагледала интеракција генотип \times спољна средина, односно понашање генотипова у различитим агроеколошким условима, у току даље анализе приказани су АММИ 1 и АММИ 2 биплотови. Највећу стабилност у свим посматраним срединама имали су генотипови КГ-307/4, КГ-28/6 и КГ-52/3 и (4, 5, 12), а после њих КГ-191/5-13, КГ-40-39/3, Победа, КГ-60-3/3 и КГ-52/23 (7, 8, 14, 10 и 9). Међутим, генотипови КГ-307/4, Победа, КГ-52/23 и КГ-60-3/3 (4, 14, 9 и 10) су остварили више просечне вредности од општег просека, док су преостали генотипови, иако су показали високу стабилност, постигли вредности масе зрна по биљци ниже од просека. У Сомбору су агроеколошки услови допринели најстабилнијем понашању генотипова, при чему је остварена просечна вредност на нивоу општег просека. Највећи ефекат интеракције испољен је у Крагујевцу, где је остварен и највећи просек масе зрна по биљци. Крушевац се такође показао као врло нестабилан локалитет, са вредностима нижим од просека за посматрану особину (граф. 13).



Графикон 13. АММИ 1 биplot анализа стабилности масе зрна по биљци код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

У циљу детаљније анализе и тумачења интеракције генотип \times спољна средина на испољавање масе зрна по биљци приказан је АММИ 2 биplot. Удаљеност генотипова од нуле указује да је већина генотипова остварила малу стабилност посматране особине. Генотипови КГ-307/4, КГ-52/23, КГ-27/6, КГ-28/6 и КГ-191/5-13 (4, 9, 1, 5 и 7) издвојили су се као најстабилнији. Сва три анализирани локалитета су имала високу интеракцијску вредност и нису била повољна за испољавање стабилне реакције генотипова. Генотиповима КГ-27/6, КГ-191/5-13, КГ-28/6, КГ-307/4, Победа и КГ-60-3/3 (1, 7, 5, 4, 14 и 10) највише су погодовали агроеколошки услови у Сомбору, док су генотиповима КГ-244/4 и КГ-199/4 (2 и 3) највише одговарали агроеколошки услови у Крушевцу. Генотипови КГ-47/21 и КГ-162/7 (13 и 6) су најбоље адаптирани локалитету Крагујевца (граф. 14).



Графикон 14. АММИ 2 биplot анализа стабилности масе зрна по биљци код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

5.4.3. Принос зрна

У табели 65 приказана је анализа варијансе АММИ модела за принос зрна. Сви извори варијације (генотип, спољна средина, $G \times E$) показали су статистички значајан утицај на експресију ове комплексне особине. При томе, спољна средина је имала највећи удео у укупној варијацији огледа и објаснила је 84,70% варијабилности приноса. Удео

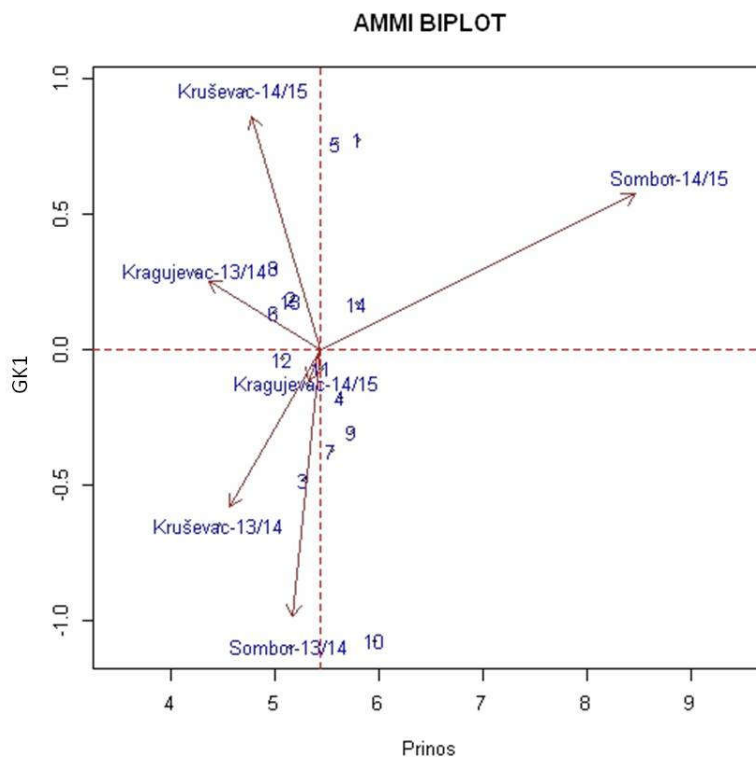
генотипа био је знатно нижи и износио је 3,56%, док је удео интеракције износио 10,35%. Висок удео спољне средине у укупној варијацији огледа указује на постојање значајних разлика између локалитета и година, што је проузроковало већину варијација у формирању приноса пшенице.

Рашчлањавањем интеракције издвојено је пет главних компоненти, при чему су све компоненте испољиле статистичку значајност ($p < 0,01$). Прва главна компонента објаснила је 37,5% интеракције, друга (GK2) 23,3%, трећа (GK3) 23,0%, четврта (GK4) 14,4% и последња пета компонента (GK5) објаснила је 1,8% интеракције.

Табела 65. Анализа варијансе АММИ модела за принос зрна

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	25,30	3,56	1,95	36,0233**
Понављање	12	1,46	0,21	0,12	2,2448**
Спољна средина (E)	5	602,82	84,70	120,56	994,2864**
G × E	65	73,69	10,35	1,13	20,9878**
GK1 (37,5%)	17	27,60	37,45	1,62	30,05**
GK2 (23,3%)	15	17,17	23,30	1,14	21,19**
GK3 (23,0%)	13	16,98	23,04	1,31	24,18**
GK4 (14,4%)	11	10,62	14,41	0,97	17,87**
GK5 (1,8%)	9	1,33	1,81	0,15	2,73**
GK6 (0,0%)	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	156	8,43	1,18	0,054	-
Укупно	251	711,7	-	-	-

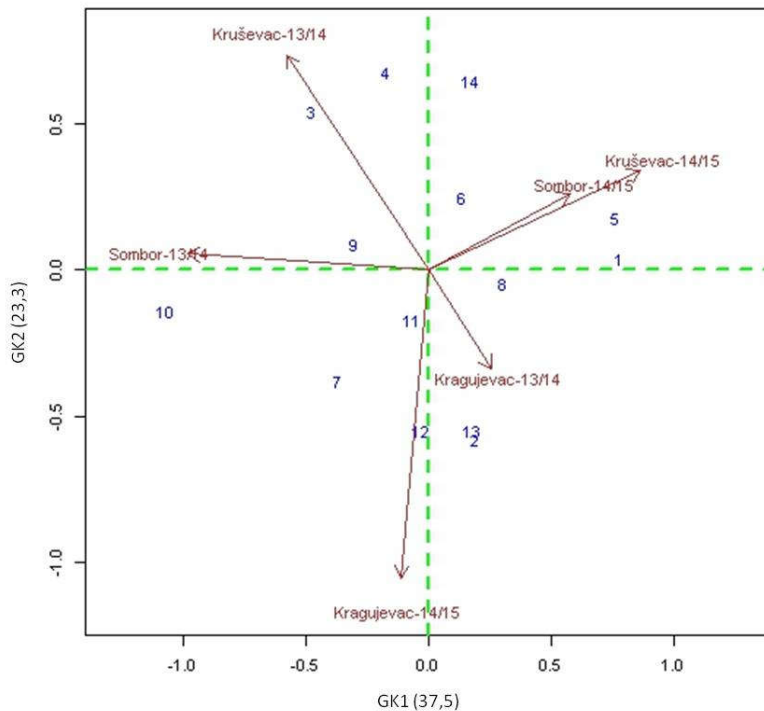
Анализа АММИ 1 биплота указује да су се, за принос зрна, као најстабилнији истакли генотипови КГ-1/6 и КГ-52/3 (11 и 12), при чему је генотип КГ-1/6 (11) остварио просечан принос на нивоу просека огледа, док је генотип КГ-52/3 (12) имао вредности ниже од просека. Најмању стабилност, са високим ефектом интеракције, испољио је генотип КГ-60-3/3 (10) који се показао као супериоран у поређењу са свим осталим генотиповима, остваривши и највећи принос зрна на нивоу целог огледа. У свим посматраним срединама, изузев Сомбора 2014/15 године, проучавани генотипови су остварили нижи посечан принос зрна од просека огледа. Иако су остварени приноси били нижи, локалитет Крагујевац се истакао као спољна средина са стабилним понашањем сорти у обе проучаване године. Сомбор 2014/15 године издвојио се као најпродуктивнија средина где су остварени највећи просечни приноси зрна, али са високом интеракцијском вредношћу (граф. 15).



Графикон 15. АММИ 1 биplot анализа стабилности приноса код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

Прецизније објашњење интеракције за принос, односно понашања генотипова у различитим условима спољне средине приказано је АММИ 2 биplotом, где прва и друга компонента објашњавају више од половине утицаја интеракције генотип × спољна средина на принос зрна. Према овом моделу, као најстабилнији издвојили су се генотипови КГ-1/6, КГ-162/7, КГ-40-39/3 и КГ-52/23 (11, 6, 8 и 9). Ово указује на њихову високу адаптираност на различите, често и неповољне услове спољне средине, а као такви могу се сматрати пожељним генотиповима у програмима оплемењивања. Најнестабилнији су били генотипови КГ-60-3/3 и КГ-307/4 (10 и 4). Посматрајући проучаване локалитете и године, уочава се да је најмањи ефекат интеракције испољен у Крагујевцу 2013/14. године. Дужина вектора за Сомбор 2013/14, Крушевац 2013/14, као и Крагујевац 2014/15. године, указује да у овим агроколошким срединама и вегетационим сезонама нису владали повољни услови за остваривање стабилне реакције генотипова. Генотипови КГ- 28/6 и КГ-27/6 (5,1) испољили су специфичну адаптираност на агроколошке услове у Крушевцу 2014/15, а генотип КГ-162/7 (6) на агроколошке услове у Сомбору. Генотиповима КГ-199/4 и КГ-307/4 (3 и 4) највише су погодвали агроколошки услови у Крушевцу 2013/14. године, а генотиповима КГ-1/6 и КГ-52/3 (11 и 12) услови у Крагујевцу 2014/15. године (граф. 16).



Графикон 16. АММИ 2 биplot анализа стабилности приноса код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

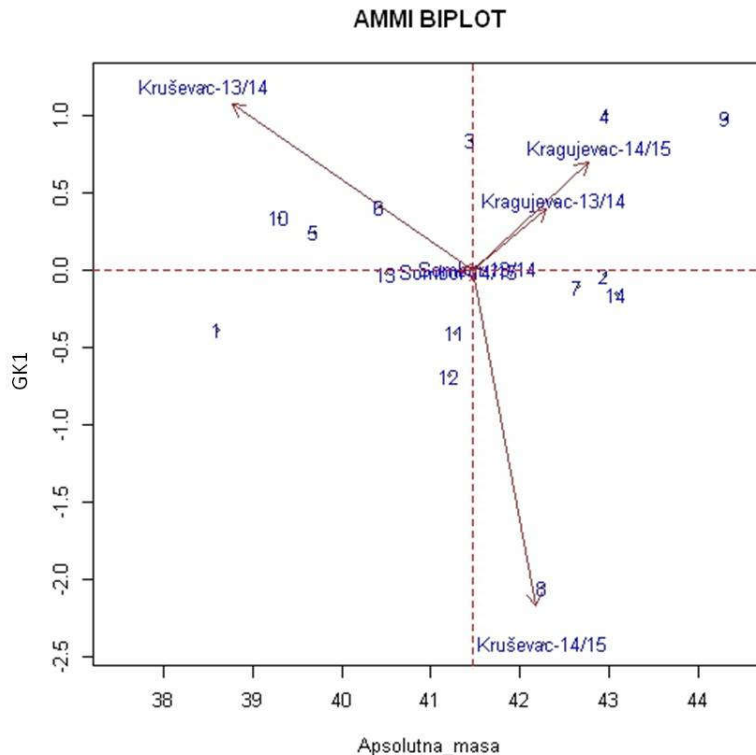
5.4.4. Маса 1000 зрна

АММИ анализа варијансе показала је да су извори варијације, генотип, спољна средина и интеракција $G \times E$ имали статистички значајан утицај ($p < 0,01$) на испољавање масе 1000 зрна. У суми квадрата укупне варијансе, 32,33% се приписује утицају генотипа, 26,78% утицају спољне средине а 29,47% интеракцији. У оквиру мултиваријационог дела, издвојено је пет главних компоненти, од којих су прве четири испољиле високу статистичку значајност ($p < 0,01$). Прва главна компонента објаснила је 33,15% интеракције, друга 32,44%, трећа 19,63%, четврта 11,30%, а последња пета компонента објаснила је само 3,47% интеракције (таб. 66).

Табела 66. Анализа варијансе АММИ модела за масу 1000 зрна

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	638,27	32,33	49,10	36,31**
Понављање	12	14,61	0,74	1,22	0,90 ^{nz}
Спољна средина (E)	5	528,73	26,78	105,75	86,86**
G × E	65	581,88	29,47	8,95	6,62**
GK1 (33,2%)	17	192,90	33,15	11,35	8,39**
GK2 (32,4%)	15	188,78	32,44	12,59	9,31**
GK3 (19,6%)	13	114,20	19,63	8,78	6,50**
GK4 (11,3%)	11	65,78	11,30	5,98	4,42**
GK5 (3,5%)	9	20,22	3,47	2,25	1,66 ^{nz}
GK6 (0,0%)	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	156	210,95	10,68	1,35	-
Укупно	251	1974,44	-	-	-

Анализом АММИ 1 биплота утврђено је да су се у односу на прву компоненту, као најстабилнији генотипови издвојили КГ-47/21, КГ-244/4, КГ-191/5-13 и Победа (13, 2, 7 и 14), при чему су сви генотипови, осим КГ-47/21 (13), остварили изнад просечне вредности масе 1000 зрна (граф. 17).

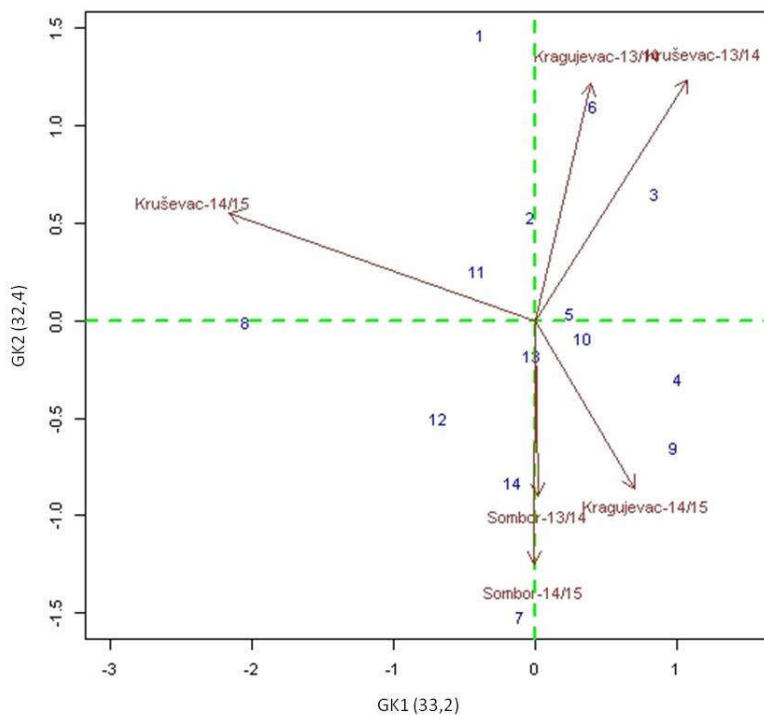


Графикон 17. АММИ 1 биплот анализа стабилности масе 1000 зрна код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

Генотип КГ-40-39/3 (8) оцењен је као најнестабилнији генотип. У обе проучаване године, агроколошки услови у Сомбору допринели су најстабилнијем понашању генотипова, при чему су генотипови остварили средњу вредност масе 1000 зрна на нивоу општег просека огледа. У Крагујевцу су генотипови испољили мању стабилност у поређењу са Сомбором. Међутим, у обе проучаване године, Крагујевац је имао највећу просечну вредност анализираних особине. Локалитет Крушевац показао се као најмање стабилна спољна средина за посматрано својство. Генотип КГ-52/23 (9), који је остварио значајно вишу просечну вредност масе 1000 зрна од свих осталих генотипова, показао је специфичну адаптираност на услове спољне средине у Крагујевцу (граф. 17)..

На АММИ 2 биplotу приказан је однос прве и друге компоненте које заједно објашњавају 66,6% интеракције у суми квадрата огледа (граф. 18). На тај начин је још прецизније сагледан утицај интеракције $G \times E$ на испољавање масе 1000 зрна. Генотипови КГ-28/6, КГ-47/21, КГ-60-3/3 и КГ-1/6 (5,13,10 и 11) показали су највећу стабилност на сва три локалитета, у обе проучаване године.



Графикон 18. АММИ 2 биplot анализа стабилности масе 1000 зрна код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

Највећи ефекат интеракције, а тиме и најмању стабилност, уочена је код генотипова КГ-40-39/3, КГ-191/5-13 и КГ-27/6 (8, 7 и 1). Удаљеност вектора локалитета од нуле указује да ни у једној од проучаваних средина нису владали повољни услови у којима би генотипови постигли стабилну реакцију. Ипак, у Сомбору 2013/14. године и у Крагујевцу

2014/15. године, генотипови су испољили најмањи ефекат интеракције са факторима спољне средине, док је у Крушевцу у обе испитиване године било потпуно обрнуто, услед чега је ова средина окарактерисана као најнестабилнија (граф. 18).

5.4.5. Хектолитарска маса

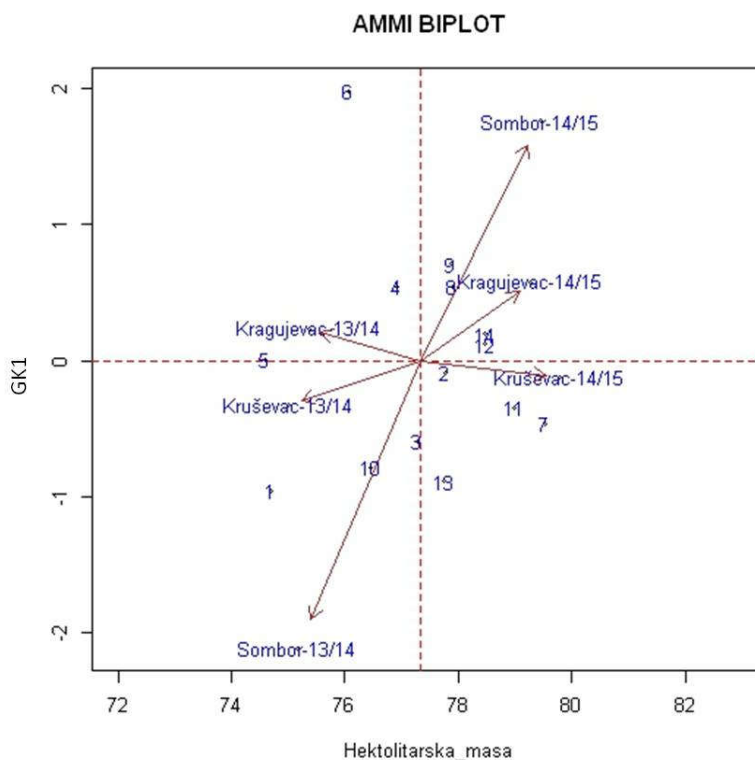
Анализа варијансе АММИ модела показала је да су у експресији хектолитарске масе, сви извори варирања (G, E, G × E) испољили статистичку значајност, при чему се највећи утицај у укупној варијацији огледа приписује спољној средини (50,79%). Значајност интеракције G × E, упућује на њено даље рашчлањивање АММИ моделом на главне компоненте. Издвојено је пет главних компоненти, од којих су прве три статистички значајне. Прва компонента (GK1) објаснила је скоро половину интеракција (42,98%), друга (GK2) објаснила је 35,37% а трећа (GK3) 16,32% интеракције. Последње две компоненте (GK4 и GK5) нису биле статистички значајне (таб. 67).

Табела 67. Анализа варијансе АММИ модела за хектолитарску масу зрна

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	506,42	21,69	38,96	37,39**
Понављање	12	23,43	1,00	1,95	1,87*
Спољна средина (E)	5	1186,13	50,79	237,23	121,52**
G × E	65	456,89	19,56	7,03	6,75**
GK1 (43,0%)	17	196,36	42,98	11,55	11,09**
GK2 (35,4%)	15	161,58	35,37	10,77	10,34**
GK3 (16,3%)	13	74,57	16,32	5,74	5,51**
GK4 (4,4%)	11	20,05	4,39	1,82	1,75 ^{nz}
GK5 (0,9%)	9	4,33	0,94	0,48	0,46 ^{nz}
GK6 (0,0%)	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	156	162,53	6,96	1,04	-
Укупно	251	2335,4	-	-	-

На графикону 19 приказан је однос прве главне компоненте и просечне вредности хектолитарске масе зрна за 14 генотипова пшенице, на три локалитета, током две вегетационе сезоне. На свим проучаваним локалитетима, у различитим условима гајења, највећу стабилност постигли су генотипови КГ-28/6, КГ-244/4, КГ-52/3 и Победа (5, 2, 12 и 14). При томе су сви генотипови, изузев КГ-28/6 (5), остварили веће средње вредности хектолитарске масе од општег просека огледа. Анализирани генотипови су, у обе проучаване године, испољили највећу стабилност на локалитетима Крушевац и Крагујевац, а најмању стабилност на локалитету Сомбор. Међутим, иако је у Крушевцу и Крагујевцу 2013/14. године испољен мали ефекат интеракције, ипак су генотипови постигли исподпросечне вредности хектолитарске масе зрна. Година 2014/15. је била повољније, па су на сва три локалитета генотипови остварили изнадпросечне вредности

посматране особине, стим што је се Крушевац те године издвојио као најстабилнија средина, са највећом просечном вредношћу хектолитарске масе зрна (граф. 19).

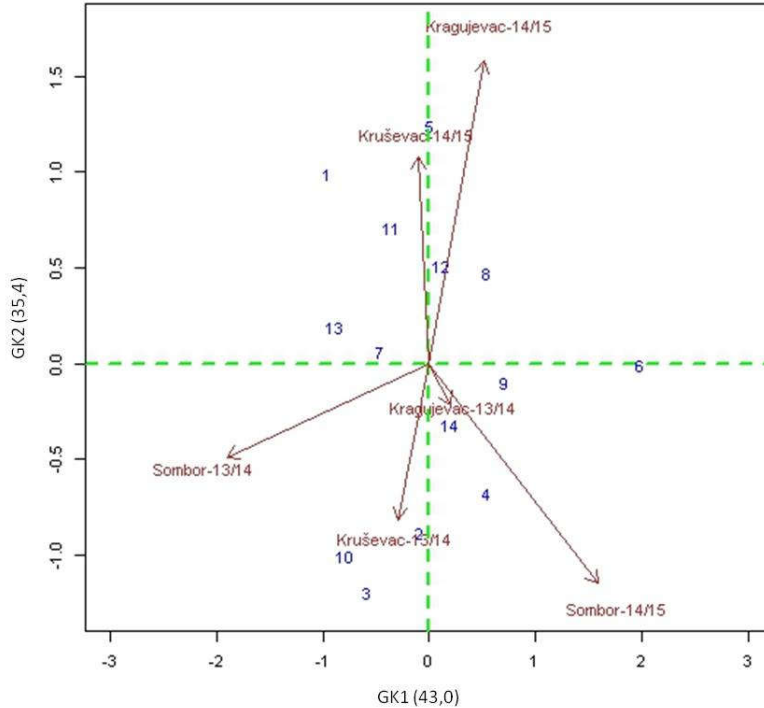


Графикон 19. АММИ 1 биплот анализа стабилности хектолитарске масе код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

Анализа АММИ 2 биплота, који у тумачење интреакције укључује и другу главну компоненту (GK2), показује да су највећу стабилност постигли генотипови КГ-191/5-13 Победа и 52/23 (7, 14 и 9), а затим следе умерено стабилни генотипови КГ-40-39/3, КГ-1/6, КГ-52/3 и КГ-307/4 (8, 12 и 4), док су најмању стабилност у свим посматраним срединама имали генотипови КГ-162/7, КГ-27/6 и КГ-199/4 (6, 1 и 3). Поред неповољних временских услова и обилних падавина које су владале током 2013/14 године, Крагујевац је за ту вегетациону сезону окарактерисан као спољна средина са најстабилнијим понашањем генотипова. То се посебно односи на стандардну сорту Победа (14) и генотип КГ-52/23 (9) који су груписани око ове средине, што указује да ови генотипови постижу стабилне вредности испитиване особине и при неповољним климатским условима (екстремно велике количине падавина током месеца маја и јуна). Крушевац је у обе године окарактерисан као средње стабилна спољна средина, при чему је 2013/14. година највише погодвала генотиповима КГ-60-3/3, КГ-199/4 и КГ-244/4 (10, 3 и 2), а 2014/15. генотиповима КГ-1/6 и КГ-27/6 (11 и 1). На основу удаљености од нуле, највећа интеракцијска вредност испољена је у Сомбору и Крагујевцу 2014/15. године, па су ове средине издвојене као најнестабилније. Ипак, генотипови КГ-52/3 и КГ-40-39/3 (12 и 8) су

испољили високу адаптираност управо на агроеколошке услове у Крагујевцу 2014/15. године, са којим су постигли позитивну интеракцију (граф. 20).



Графикон 20. АММИ 2 биplot анализа стабилности хектолитарске масе зрна код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

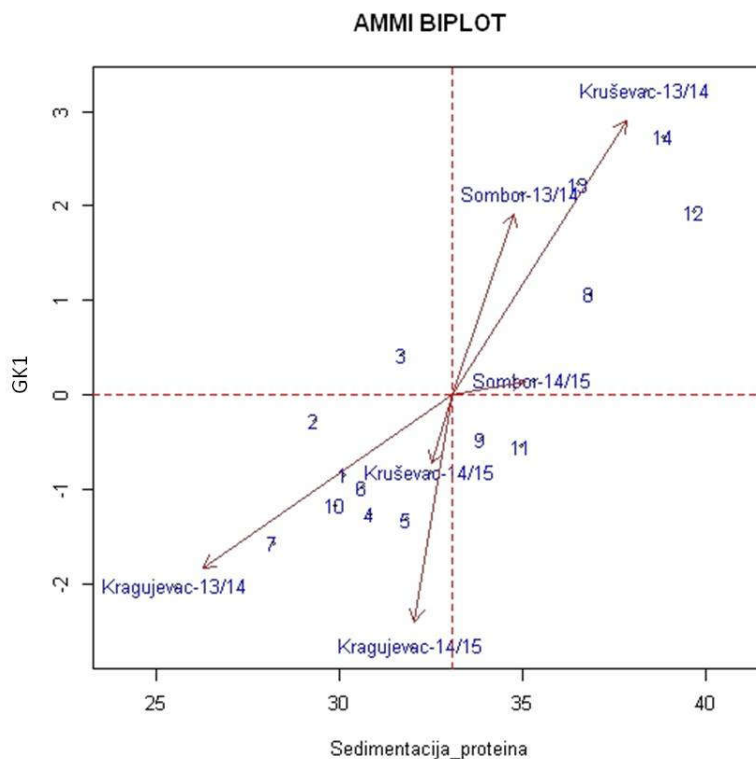
5.4.6. Седиментација протеина

Применом анализе варијансе АММИ модела утврђен је статистички значајан ефекат генотипа, спољне средине и њихове интеракције $G \times E$ за седиментацију протеина. У укупној варијацији огледа, највеће учешће имала је варијација интеракције $G \times E$ (37,64%), затим спољна средина (31,36%) и на крају генотип (25,10%). Високо учешће интеракције указује да су генотипови различито реаговали у посматраним агроеколошким условима. Услед тога, анализом главних компоненти спроведено је разлагање ове интеракције. Издвојено је пет главних компоненти, од којих четити имају статистичку значајност. Највеће учешће у интеракцији објасниле су прва (45,49%) и друга оса (29,71%). Последње две осе објасније су мање учешће у интеракцији генотип x спољна средина, али њихова значајност указује да је на реализацију седиментације протеина учествовао већи број различитих фактора (таб. 68).

Табела 68. Анализа варијансе АММИ модела за седиментацију протеина

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	3191,40	25,10	245,49	44,50 ^{**}
Понављање	12	59,90	0,47	4,99	1,13 ^{nz}
Спољна средина (E)	5	3987,90	31,36	797,58	159,77 ^{**}
G × E	65	4785,60	37,64	73,62	16,64 ^{**}
GK1 (45,5%)	17	2176,76	45,49	128,05	28,95 ^{**}
GK2 (29,7%)	15	1421,85	29,71	94,79	21,43 ^{**}
GK3 (11,9%)	13	569,59	11,90	43,81	9,90 ^{**}
GK4 (11,5%)	11	550,22	11,50	50,02	11,31 ^{**}
GK5 (1,4%)	9	67,15	1,40	7,46	1,69 ^{nz}
GK6 (0,0%)	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	156	690,10	5,43	4,42	-
Укупно	251	12714,90	-	-	-

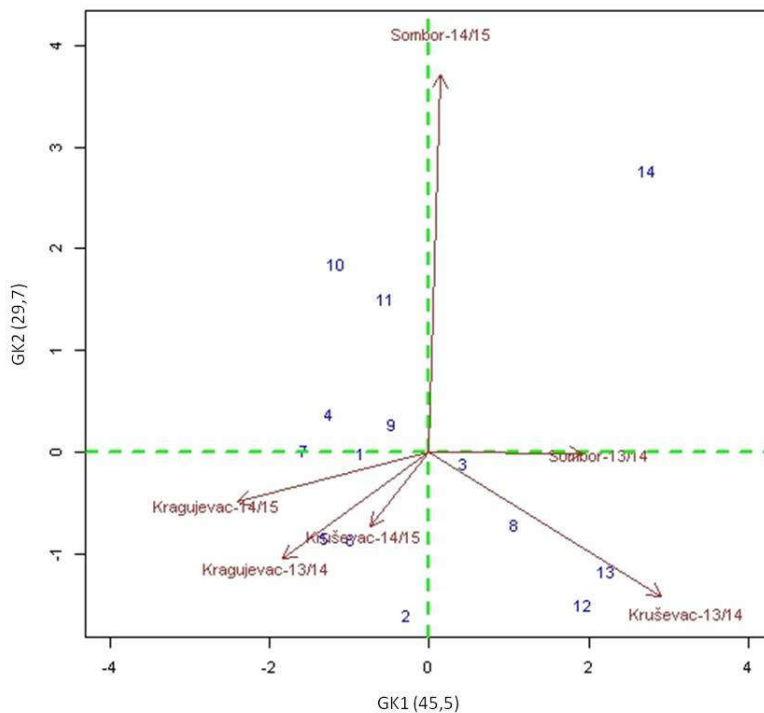
На АММИ 1 биplotу приказан је однос прве главне компоненте (GK1) и просечне вредности седиментације протеина на три локалитета током две анализирани године. У свим посматраним срединама, највећу стабилност у односу на прву главну компоненту испољили су генотипови КГ-244/4, КГ-199/4, КГ-52/23 и КГ-1/6 (2, 3, 9 и 11), од којих су КГ-244/4 и КГ-199/4 (2 и 3) остварили ниже, а КГ-52/23 и КГ-1/6 (9 и 11) више просечне вредности седиментације протеина од општег просека огледа. У групи средње стабилних генотипова нашли су се КГ-27/6, КГ-162/7, КГ-40-39/3 и КГ-60-3/3 (1, 6, 8 и 10), при чему је само генотип КГ-40-39/3 (8) имао натпросечне вредности посматране особине. Као најмање стабилан генотип показала се сорта Победа (генотип 14), која служи као стандард у огледима за признавање нових сорти. Генотип КГ-52/3 (12), који је имао високе интеракцијске вредности, остварио је и највећу просечну вредност анализираниг својства. Локалитет Сомбор 2014/15. године испољио је највећу стабилност, са изнадпросечним вредностима седиментације протеина. Генотипови су постигли високу стабилност и у Крушевцу 2014/15. године, при чему су остварили нешто ниже вредности од општег просека огледа. Током 2013/14. године владали су врло неповољни временски услови, па су генотипови испољили највећи ефекат интеракције са факторима спољне средине, при чему се Крушевац показао као најнестабилнији локалитет. Међутим, на поменутом локалитету, генотипови су остварили и највећи просек седиментације протеина (граф. 21).



Графикон 21. AMMI 1 биplot анализа стабилности седиментације протеина код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

У циљу детаљнијег тумачења интеракције генотип \times спољна средина на испољавање седиментације протеина, приказан је AMMI 2 биplot. Према вредностима прве и друге главне компоненте, генотипови КГ-27/6, КГ-199/4 и КГ-52/23 (1, 3 и 9) постигли су највећу стабилност и остварили најмању интеракцију са факторима спољне средине. Сви анализирани генотипови пшенице испољили су већу стабилност од стандардне сорте Победа (генотип 14), која је испољила најмању стабилност. Генотипови КГ-40-39/3, КГ-52/3 и КГ-47/21 (8, 12 и 13) имају сличну интеракцију посматрано за обе компоненте, односно имају позитивну вредност интратракције за GK1 и негативну вредност за GK2, што указује да се по овој особини понашају на сличан начин. Ови генотипови су највише адаптирани на агроеколошке услове у Крушевцу 2013/14. године. На сличан начин се понашају и генотипови КГ-60-3/3 и КГ-1/6 (10 и 11) који имају негативну интратракцијску вредност прве главне компоненте, а позитивну вредност друге главне компоненте и адаптирани су на агроеколошке услове Сомбора 2014/15. године. Локалитет Крушевац је 2014/15. године издојен као средина са најстабилним понашањем сорти, а Сомор је исте године окарактерисан као најнестабилнија средина (граф. 22).



Графикон 22. АММІ 2 биplot анализа стабилности седиментације протеина код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

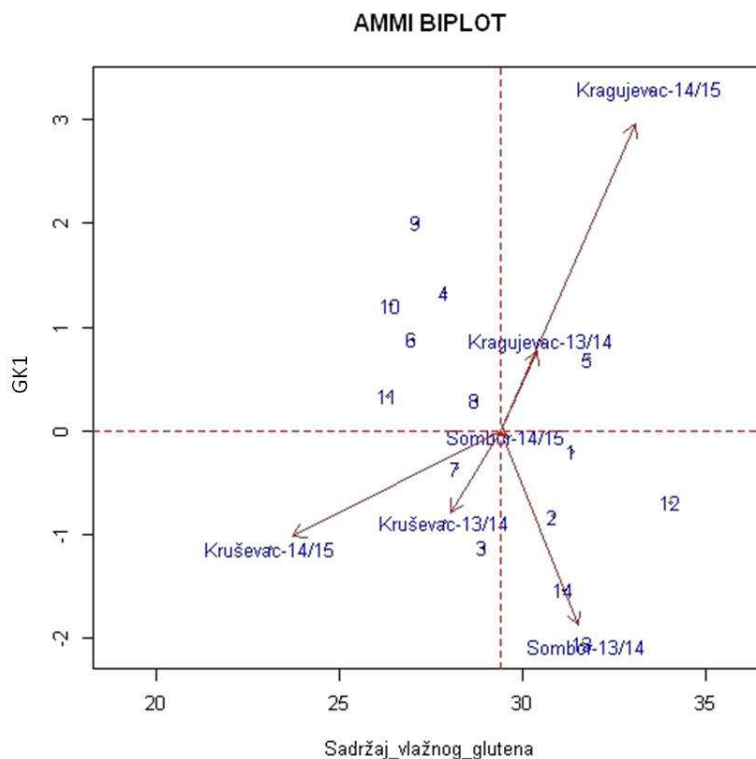
5.4.7. Садржај влажног глутена

АММІ анализа варијансе за садржај влажног глутена, показала је статистички значајан утицај свих извора варијације, како адитивних (генотип, спољна средина) тако и неадитивних (интеракција $G \times E$), при чему спољној средини припада највећи део суме квадрата огледа (42,08%), а мањи део припада генотипу (20,59%). Ово указује да су спољне средине, како локалитети тако и испитиване године, биле различите што је условило већину варијација у формирању влажног глутена пшенице. Интеракција је учествовала са 30,97% у суми квадрата огледа и испољила је високу статистичку значајност због чега је спроведено њено разлагање на главне компоненте. Анализом мултиваријационог дела варијансе, издвојено је пет главних компоненти, од којих је прва (GK1) објаснила половину укупне интеракције (47,38%). Иако је остатак варијације по појединим компонентама био мањи, њихова статистичка значајност указује да је на садржај влажног глутена у посматраним годинама и локалитетима учествовало више фактора (таб. 69).

Табела 69. Анализа варијансе АММИ модела за садржај влажног глутена

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата %	Средина квадрата	F вредност
Генотип (G)	13	1339,95	20,59	103,03	42,10**
Понављање	12	32,54	0,50	2,71	1,11 ^{nz}
Спољна средина (E)	5	2738,25	42,08	547,65	201,95**
G × E	65	2015,28	30,97	31,00	12,67**
GK1 (47,4%)	17	954,76	47,38	56,16	22,95**
GK2 (21,0%)	15	424,01	21,04	28,27	11,55**
GK3 (16,5%)	13	331,98	16,47	25,54	10,43**
GK4 (12,8%)	11	258,17	12,81	23,47	9,59**
GK5 (2,3%)	9	46,36	2,30	5,15	2,10*
GK6 (0,0%)	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Грешка	156	381,78	5,87	2,45	-
Укупно	251	6507,80	-	-	-

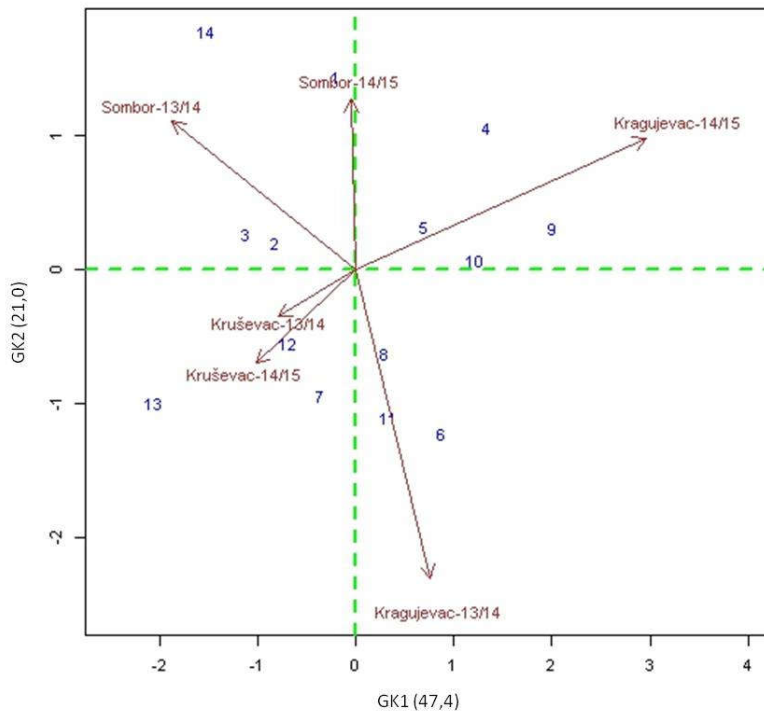
Анализа АММИ 1 биплота приказује да су се у односу на прву компоненту, као најстабилнији генотипови издвојили КГ-27/6, КГ-191/5-13, КГ-40-39/3 и КГ-1/6 (1, 7, 8 и 11), при чему је само генотип КГ-27/6 (1) остварио више вредности садржаја влажног глутена од општег просека огледа. Као средње стабилни, издвојили су се генотипови КГ-244/4, КГ-28/6, КГ-162/7 и КГ-52/3 (2, 5, 6 и 12) од којих су сви, изузев генотипа КГ-162/7 (6), имали натпросечне вредности посматране особине. Генотипови КГ-47/21 и КГ-52/23 (13 и 9) оцењени су као најнестабилнији. Агроеколошки услови у Сомбору су током 2014/15. године допринели најстабилнијем понашању генотипова, са просечном вредношћу седиментације протеина на нивоу просека огледа. Потом су се као средње стабилни локалитети издвојили Крагујевац и Крушевац у 2013/14. године, при чему су у Крагујевцу остварене више, а у Крушевцу ниже вредности анализираних особина. Изучавани генотипови су најмању стабилност испољили у Крагујевцу 2014/15. године. Међутим, овај локалитет се те године показао као супериоран, јер су скоро сви генотипови остварили већу средњу вредност садржаја влажног глутена у поређењу са преостала два локалитета (граф. 23).



Графикон 23. АММИ 1 биplot анализа стабилности садржаја влажног глутена код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

На АММИ 2 биplotу приказан је однос прве и друге компоненте које заједно објашњавају 68,4% интеракције у суми квадрата огледа. На тај начин је још прецизније сагледан утицај интеракције $G \times E$ на испољавање садржаја влажног глутена. Генотипови КГ-40-39/3, КГ-244/4, КГ-28/6 и КГ-52/3 (8, 2, 5 и 12) постигли су највећу стабилност на сва три локалитета у обе проучаване године. У групи средње стабилних генотипова нашли су се КГ-199/4, КГ-191/5-13, КГ-60-3/3 и КГ-1/6 (3, 7, 10 и 11), док су генотипови КГ-47/21, Победа, КГ-52/23 и КГ-307/4 (13, 14, 9 и 4) окарактерисани као најмање стабилни генотипови. Већина посматраних генотипова пшенице испољила је већу стабилност у садржају влажног глутена од стандардне сорте Победа (14). На основу удаљености од нуле, локалитет Крушевац се, у обе испитиване године, истакао као средина са стабилним понашањем сорти. То се посебно односи на генотипове КГ-52/3 и КГ-191/5-13 (12 и 7) који су на графикону сконцентрисани око овог локалитета. На локалитетима Сомбор и Крагујевац, у обе анализиране године, генотипови су показали високе ефекте интеракције са факторима спољне средине, па су ове средине издвојене као најнестабилније (граф. 24).



Графикон 24. АММИ 2 биplot анализа стабилности садржаја влажног глутена код 14 генотипова пшенице у 3 локалитета и две године

Легенда: 1- КГ-27/6; 2- КГ-244/4; 3- КГ-199/4; 4- КГ-307/4; 5- КГ-28/6; 6- КГ-162/7; 7- КГ-191/5-13; 8- КГ-40-39/3; 9- КГ-52/23; 10- КГ-60-3/3; 11- КГ-1/6; 12- КГ-52/3; 13- КГ-47/21; 14- Победа

Анализом варијансе АММИ моделом, установљен је статистички значајан удео генотипа, спољне средине, као и интеракције генотип/спољна средина у укупној суми квадрата огледа, за све посматране особине. У оквиру главних ефеката, за масу зрна по класу и масу зрна по биљци, утврђен је подједнак удео суме квадрата генотипа и спољне средине, док је удео интеракције био знатно мањи. Ови резултати се разликују од истаживања која су спровели Ванјас и сар. (2015) на заслањеном земљишту, где су установили да експресија масе зрна по класу највише зависи од спољне средине, док утицај генотипа није био значајан.

Анализом варијансе АММИ моделом, Ђурић и сар. (2016а) су код масе зрна по класу утврдили статистички значајан утицај интеракције. При томе, аутори наводе да је генотип са највећом вредношћу масе зрна по класу испољио високу нестабилност. Dimitrijević и сар. (2011) су испитивали варијабилност и стабилност генотипова пшенице гајених у различитим агроеколошким срединама (Крагујевац и Нови Сад), при чему су установили да је на варијабилност масе зрна по биљци најзначајнији утицај имао локалитет. Аутори наводе да су у Крагујевцу испољене највеће просечне вредности посматране особине, као резултат бољег односа генеративних и вегетативних делова биљке, јер су на овом локалитету биљке имале мању висину.

У овим истраживањима утврђено је да у укупној варијацији огледа за принос зрна, хектолитарску масу и садржај влажног глутена, највећи удео припада спољној средини

што указује да су вегетационе сезоне и локалитети били различити и у највећој мери су утицали на експресију ових особина. До сличних резултата дошли су и Mladenov и сар. (2016) и Mohammadi и сар. (2017) су АММИ анализом установили да спољна средина обухвата најзначајнији удео у укупној суми квадрата огледа и тиме највише доприноси варијабилности приноса зрна.

Испитујући стабилност генотипова пшенице по показатељима квалитета (седиментација протеина и садржај влажног глутена), Hristov и Mladenov (2005) су саопштили да се у укупној варијацији огледа највећи утицај приписује спољној средини, док је утицај генотипа и њихове интеракције знатно нижи код обе посматране особине. До сличних резултата дошли су Mut и сар. (2010) и Seleem et al. (2015), наводећи да услови спољне средине у највећој мери утичу на експресију (особина квалитета пшенице (седиментације протеина, масе 1000 зрна, хектолитарске маса и садржаја влажног глутена).

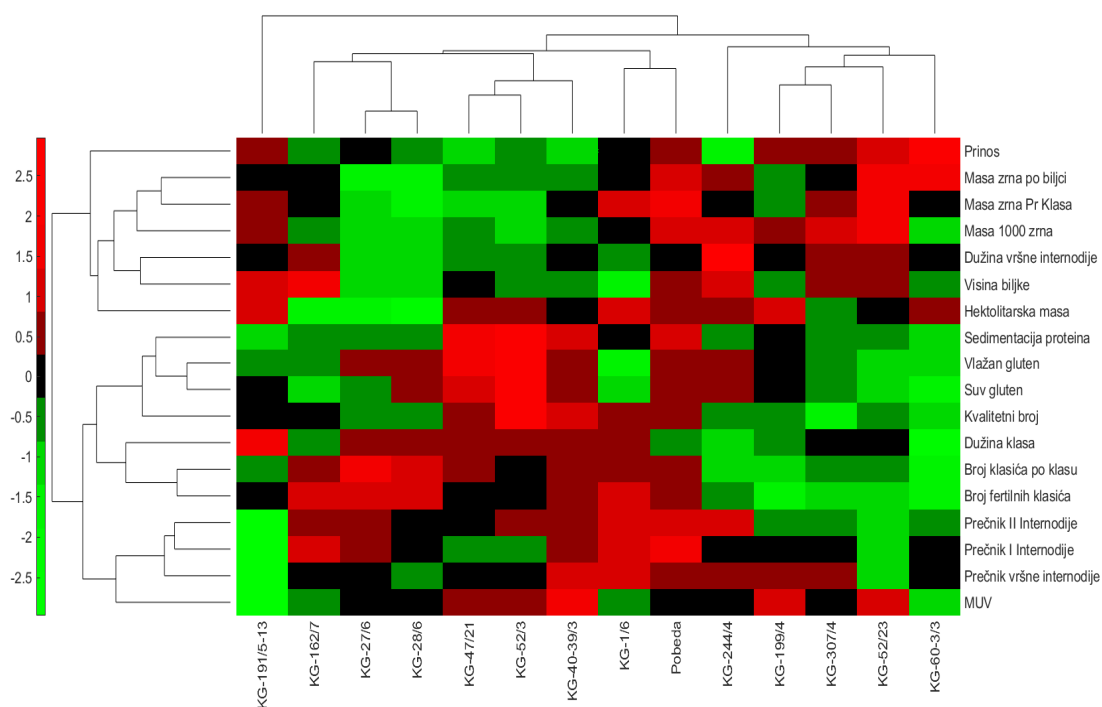
Климатске прилике које прате промене у интензитету и распореду падавина по појединим месецима, а које су последњих година у нашој земљи све заступљеније, представљају пресудан фактор у формирању стабилних приноса и квалитета зрна. Из тих разлога, пожељно је да оплемењивачи пшенице континуирано стварају нове сорте са побољшаним особинама, већом адаптабилношћу и стабилношћу приноса и квалитета у различитим еколошким условима. На основу резултата добијених у овом истраживању, може се увидети да су у Центру за стрна жита селекционисани стабилни генотипови са побољшаним продуктивним особинама и квалитетом, адаптирани на неповољне услове спољне средине. Тако је генотип КГ-52/23 (9) испољио стабилност у приносу зрна, хектолитаској маси, маси зрна по биљци, маси зрна по класу и седиментацији протеина. Осим тога, овај генотип је остварио и високе просечне вредности свих поменутих особина, па се може сматрати пожељним генотипом широко адаптираним на различите агроеколошке услове. Генотип КГ-199/4 (3) постигао је високу стабилност у маси зрна примарног класа и седиментацији протеина. Генотип КГ-52/3 (12) показао се као супериоран у погледу особина квалитета, остваривши високе просечне вредности седиментације протеина и садржаја влажног глутена, при чему је за садржај влажног глутена испољио високу стабилност и широку адаптираност на различите услове спољне средине. Генотип КГ-52/3 је настао сложеним укрштањем већег броја сорти: Визија//Бујна/КГ- 56-С, које према Novoselskaja-Dragovich и сар. (2005) поседују различите алеле *Gli*-локуса одговорне за висок квалитет зрна пшенице.

5.5. Кластер анализа КГ-линија пшенице

У овим истраживањима кластер дијаграм је коришћен за груписање генотипова по њиховој сличности у испитиваним особинама, као и за груписање тих особина по њиховој зависности. Сви подаци су стандардизовани (сведени на нулти просек и јединичну девијацију). Као мера сличности појединих генотипова коришћена је *еуклидска* дистанца израчуната на стандардизованим подацима, а као мера сличности појединих особина коришћен је *Pearson*-ов коефицијент корелације који је одузет од 1. Осим дендрограма, који показује сличности генотипова као и зависност појединих особина, битан елемент кластер дијаграма је и боја. Она показује ниво појединих особина у генотиповима. Светло

црвене нијансе означавају виши ниво те особине у посматраном генотипу, а светло зелене нијансе означавају нижи ниво те особине. Црна боја означава просек.

Посматрајући распоред генотипова пшенице унутар кластер дијаграма, могу се уочити три кластера (Слика 3). Унутар сваке групе, налазе се генотипови сличних продуктивних и морфолошких особина као и особина квалитета. Први кластер састоји се од две субгрупе: прве у оквиру које се налазе генотипови КГ-162/7, КГ-27/6, КГ-28/6, КГ-47/21, КГ-52/3 и КГ-40-39/3, којима се по сличности придружује друга субгрупа састављена од генотипова КГ-1/6 и Победа. Кластер друге групе је мањи од кластера прве групе и састоји се од међусобно сличних генотипова пшенице: КГ-199/4 и КГ-307/4, КГ-52/23, КГ-60-3/3 и КГ-244/4. Ова два кластера су на вишем хијерархијском нивоу повезана са трећим, састављеним само од генотипа КГ-191/5-13, који се разликује од свих осталих генотипова.



Слика 3. Кластерграм анализираних генотипова пшенице

Све анализирание особине се такође могу сврстати у две групе. Први кластер чине све продуктивне и две морфолошке особине (принос зрна, маса зрна по класу, маса зрна по биљци, маса 1000 зрна, хектолитарска маса, дужина вршне интернодије и висина биљке). У оквиру другог кластера се налазе особина квалитета и остале морфолошке особине (садржај влажног и сувог глутена, седиментација протеина и квалитетни број, број фертилних класића, број класића по класу и дужина класа, пречник прве, друге и вршне интернодије и моћ упијања воде). Посматрајући анализирание генотипове пшенице, уочава се да се по технолошком квалитету зрна издвајају КГ-47/21, КГ-52/3, КГ-40-39/3 и КГ-1/6, док се у продуктивним особинама истичу генотипови КГ-191/5-13, КГ-244/4, КГ-307/4, КГ-52/23 и КГ-191/5-13, који су остварили више вредности посматраних особина од просечних у 2013/2014. години.

Анализом педигреа генотипова пшенице, сврстаних у исти кластер, уочава се слично порекло, односно запажа се да неки генотипови у свом педигреу имају једног заједничког или оба заједничка родитеља. Тако, сестринске линије КГ-28/6 и КГ-27/6, које се налазе у првом кластеру, имају заједничко порекло (Л-100/97/Победа) и готово идентичне морфолошко-продуктивне особине и особине квалитета. Сорту Визија се налази у педигреу КГ-52/3, КГ-47/21 и КГ-40-39/3, што ове линије чини међусобно сличним у већини анализираних особина.

Генотип КГ-191/5-13 добијен је сложеним укрштањем (Рi 159102/Европа//Студеница/3/КГ-2086) одакле проистиче и његова различитост од свих осталих генотипова. Може се уочити да се неке сродне сорте налазе у различитим групама. Тако се Победа налази у првом кластеру, док се генотипови КГ-199/4 и КГ-307/4, у чијој је гермплазми заступљена сорта Победа као један од родитеља, налазе у другом кластеру.

Разлика у морфолошким особинама и особинама квалитета између ових генетички сродних генотипова и Победе, указује на различите правце при њиховој селекцији.

6. ЗАКЉУЧАК

У овом истраживању, проучено је актуелно стање у погледу морфолошких, продуктивних и технолошких особина пшенице.

- Утврђено је да поједине КГ линије пшенице (КГ-199/4, КГ-307/4, КГ-52/3 и КГ-47/21) имају исте бројчане вредности за седам испитиваних особина из UPOV дескриптора. Међусобна сличност појединих КГ-линија, по овим особинама, може се објаснити тиме да су оне створене у оквиру истог програма оплемењивања, дакле, са истим селекционим циљем. Овај оплемењивачки програм је оригиналан и специфичан, што потврђује резултат да се све испитиване КГ-линије по коришћеним особинама за дескрипцију јасно разликују од стандардне сорте Победа.
- Испитиване КГ линије пшенице имају средње вредности морфолошких особина у следећим интервалима за: висину биљке од 78,46 cm (КГ-1/6) до 102,27 cm (КГ-162/7); дужину прве интернодије од 3,50 cm (КГ-1/6) до 5,05 cm (КГ-191/5-13); дужину друге интернодије од 6,96 cm (КГ- 1/6) до 11,51 cm (КГ-191/5-13); дужину вршне интернодије од 25,36 cm (КГ-28/6) до 37,65 cm (КГ-40-39/3); пречник прве интернодије од 3,50 mm (КГ-191/5-13) до 3,91 mm (КГ-1/6), пречник друге интернодије од 3,90 mm (КГ-191/5-13) до 4,58 mm (КГ-1/6), пречник вршне интернодије од 3,13 mm (КГ-191/5-13) до 4,06 mm (КГ-1/6); дужину примарног класа од 7,74 cm (КГ-60-3/3) до 11,65 cm (КГ-191/5-13); број класића примарног класа од 19,6 (КГ-60-3/3) до 22,6 (КГ-27/6) и број фертилних класића од 17,8 (КГ-60-3/3) до 20,3 (КГ-1/6).
- Просечне вредности продуктивних особина КГ линија варирају у следећим интервалима: маса зрна примарног класа од 1,29 g (КГ-28/6) до 1,86 g (КГ-52/23); маса зрна по биљци од 3,63 g (КГ-27/6) до 5,56 g (КГ-60-3/3); принос зрна од 5 t ha⁻¹ (КГ-162/7 и КГ-40-39/3) до 5,96 t ha⁻¹ (КГ-60-3/3); маса 1000 зрна од 38,60 g (КГ-27/6) до 44,32 g (КГ-52/23); хектолитарска маса од 74,60 kg hl⁻¹ (КГ-28/6) до 79,54 kg hl⁻¹ (КГ-191/5-13).
- Резултати испитивања технолошког квалитета КГ-линија пшенице указују да се оне одликују следећим интервалима варирања средњих вредности за особине: седиментација протеина од 28,22 ml (КГ-191/5-13) до 39,67 ml (КГ-52/3); садржај влажног глутена од 26,34% (КГ-1/6) до 44,32% (КГ-52/3); садржаја сувог глутена од 8,72% (КГ-60-3/3) до 11,77% (КГ-52/3). Већина проучаваних генотипова имала је седиментациону вредност на нивоу прве и друге квалитетне класе, што указује да ови генотипови поседују генетички потенцијал за добар квалитет зрна. Испитиване КГ-линије су испољиле различите вредности реолошких показатеља брашна и теста у зависности од агроколошких услова. На локалитету Крагујевац, остварени квалитет брашна КГ-линија је варирао од Б₁ до Ц₂, локалитету Крушевац од А₂ до Ц₁ квалитетне групе; а на локалитету Сомбор од А₂ до Б₂ квалитетне групе. Широки распон варирања реолошких особина последица је веома неповољних временских услова, пре свега обилних падавина 2014. године у периоду наливања и сазревања зрна, при чему су највеће количине воденог талоба забележене на локалитету Крагујевац. У таким условима, утицај генотипа на експресију особина технолошког квалитета зрна био је нижи од утицаја еколошких фактора.

- Анализом резервних протеина, глутенина, детектована су два типа подјединица, пептиди великих молекулских маса (HMW, 110-80 kDa) и фракције полипептида мале молекулске масе (LMW, 75-30 kDa). У зони HMW детектоване су три доминантне полипептидне фракције чија растворљивост варира у зависности од узорака.
- Ова истраживања ће унапредити процес оплемењивања пшенице у Центру за стрна жита у Крагујевцу, јер су стечена нова сазнања о вредностима коефицијената херитабилности особина пшенице и зависности морфолошких и продуктивних особина пшенице међусобно, као и њиховом утицају на квалитет пшенице. Вредности херитабилности анализираних особина указују да је најефикасније вршити оплемењивање на следећа својства: висину биљке (98,20%), дужину класа (98,24%), број класића по класу (93,38%), број фертилних класића (87,78%), масу зрна по класу (86,67%) и масу зрна по биљци 73,28%. Оплемењивање на принос зрна је мање ефикасно, на шта указује и ниска вредност херитабилности (25,82%) добијена у овим истраживањима. Из тог разлога, оплемењивање у циљу повећања приноса зрна требало би вршити преко компоненти приноса, као што су маса зрна по класу, маса зрна по биљци, дужину класа, број класића по класу и др. Херитабилност за садржај влажног глутена (59,05%) је већа од вредности за седиментацију протеина (46,38%), при чему експресија обе анализираних особине највише зависи од интеракције локалитет × година.
- За морфолошке особине, јака корелациона зависност утврђена је између: висине биљке и дужине друге интернодије (0,92**); висине биљке и дужине вршне интернодије (0,69**); дужине прве интернодије и пречника прве, друге и вршне интернодије (-0,75**, -0,77**, -0,81**); броја класића по класу и броја фертилних класића (0,89**). За продуктивне особине, врло значајна корелациона зависност утврђена је између масе зрна по класу и масе зрна по биљци (0,81**), као и између масе зрна по класу и масе 1000 зрна (0,77**).
- Високо значајна позитивна корелација установљена је између седиментације протеина и садржаја глутена на сва три проучавана локалитета. Корелације између показатеља квалитета и приноса зрна су биле различите у зависности од локалитета и године истраживања. На локалитету Сомбор утврђено је да постоји статистички значајна линеарна зависност приноса зрна од масе зрна по биљци, што је потврђено коефицијентом детерминације ($R^2=0,812$). Оцењени линеарни регресиони модели за масу зрна по биљци и масу зрна примарног класа били су статистички значајни на сва три локалитета, при чему је највећи степен зависности између ових особина утврђен у Сомбору (71,1%), затим у Крагујевцу (58,9%), а најмањи у Крушевцу (44%). Линеарна зависност садржаја влажног глутена од седиментације је статистички значајна само на локалитету Крагујевац ($R^2=0,598$).
- Применом АММИ модела, установљена је стабилност генотипа КГ-52/23 за принос зрна, хектолитарску масу, масу зрна по биљци, масу зрна по класу и седиментацију протеина. Осим тога, овај генотип је остварио и високе вредности свих поменутих особина, па се може сматрати широко адаптираним и пожељним за гајење у различитим агроколошким условима. Генотип КГ-199/4 постигао је високу стабилност у маси зрна примарног класа и седиментацији протеина. На основу резултата особина квалитета, генотип КГ-52/3 се показао као супериоран, остваривши високе вредности седиментације протеина и садржаја влажног глутена.

На основу АММИ 2 биплота, као најстабилнији генотипови, у свим посматраним срединама, истакли су се: за масу зрна по класу КГ-52/23, КГ-244/4, КГ-199/4 и КГ-307/4; за масу зрна по биљци КГ-52/23, КГ-307/4, КГ-27/6, КГ-28/6 и КГ-191/5-13; за принос зрна КГ-1/6, КГ-162/7, КГ-40-39/3 и КГ-52/23; масу 1000 зрна КГ-28/6, КГ-47/21, КГ-60-3/3, КГ-1/6; хектолитарску масу КГ-52/23, КГ-191/5-13 и Победа; за седиментацију протеина КГ-27/6, КГ-199/4 и КГ-52/23; и за садржај влажног глутена КГ-40-39/3, КГ-244/4, КГ-28/6 и КГ-52/3.

- Кластер анализом, проучаване особине су сврстане у две групе, а анализирани генотипови у три кластера. У циљу стварања нових сорти пшенице, са побољшаним особинама, адаптираних на различите агроеколошке услове, пожељно је комбиновати генотипове прве, друге и треће групе кластера. У потомству насталом из ових укрштања, могу се очекивати нове линије са побољшаним морфолошким и продуктивним карактеристикама, прилагођени различитим, као и стресним, еколошким условима средине.
- Из добијених резултата се могу издвојити КГ-линије које су у појединим особинама биле боље од стандардне сорте Победа. У погледу морфолошких особина истакле су се линије које су имале боље вредности од стандардне сорте Победа и то: за висину биљке линије КГ-47/21, КГ-52/3, КГ-1/6, КГ-60-3/3, КГ-40-39/3, КГ-28/6, КГ-307/4, КГ-199/4 и КГ-27/6; дужину класа линије КГ-47/21, КГ-52/3, КГ-52/23, КГ-40-39/3, КГ-191/5-13, КГ-162/7, КГ-28/6, КГ-307/4 и КГ-27/6; број класића по класу линије КГ-1/6, КГ-162/7, КГ-28/6 и КГ-27/6; за број фертилних класића по класу линије КГ-47/21, КГ-1/6, КГ-40-39/3, КГ-162/7, КГ-28/6 и КГ-27/6. Већина КГ-линија има висину биљака у интервалу од око 80 до 95 cm, што је у складу са циљевима савремених програма оплемењивања пшенице. Архитектура биљака селекционисаних КГ-линија је складна, са израженом стабилношћу спратова у основи стабла, као и значајним вредностима крајњих компоненти родности (дужина примарног класа, број класића примарног класа и број фертилних класића).
- За продуктивне особине, уочава се да су следеће КГ-линије имале израженије вредности од стандардне сорте Победа, и то за: масу примарног класа линија КГ-52/23; за масу зрна по биљци линије КГ-52/23 и КГ-60-3/3; за принос зрна линије КГ-60-3/3 и КГ-27/6; масу 1000 зрна линија КГ-52/23; и хектолитарску масу линије КГ-191/5-13 и КГ-1/6.
- Посматрајући технолошке особине, следеће КГ линије су имале више вредности од стандардне сорте Победа, и то за седиментациону вредност линија КГ-52/3, а за садржај влажног глутена КГ-52/3, КГ-47/21, КГ-28/6 и КГ-27/6.
- Када се сагледају резултати добијени у овом истраживању, може се увидети да су у Центру за стрна жита селекционисани стабилни генотипови са побољшаним морфолошким и продуктивним особинама, високог квалитета зрна, који су адаптирани на неповољне услове спољне средине. Линије КГ-60/3/3, КГ-52/23 и КГ-52/3 би могле бити кандидати за нове сорте, и потребно их је пријавити Комисији за признавање сорти пољопривредног биља, Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде РС, у циљу њиховог испитивања и признавања. У односу на сорту Победа, линија КГ-60-3/3 има нижу висину стабљике за око 7 cm, већу масу зрна по биљци и већи принос зрна. Међутим, ова линија се показала као нестабилна и уско адаптирана на агроекоешке услове

Сомбора. Варирање приноса ове линије може потицати од родитеља, сорте КГ-100, која је позната по високом али нестабилном приносу зрна у различитим условима спољне средине. Линије КГ-52/23 и КГ-52/3 потичу из истог укрштања (сестринске линије), али се разликују у продуктивним особинама и квалитету што указује на различите правце селекције. Обе линије су се, за поједине особине, истакле у односу на стандардну сорту Победа. Линија КГ-52/23 поседује дужи клас, већи број класића по класу, већу масу зрна по биљци од Победе, а принос зрна и висину стабљике на нивоу стандардне сорте. Осим тога, ова линија је показала високу стабилност приноса, на свим локалитетима, већу од сорте Победа, па се може сматрати пожељним генотипом, широко адаптираним на различите агроколошке услове. Ово указује да линија КГ-52/23 постиже добре и стабилне резултате и на мање плодном земљишту (Крушевац и Крагујевац), као и у неповољним временским условима који су били изражени у 2013/2014. години. У педигреу ове линије затупљене су сорте Бујна и Визија, које имају висок генетички потенцијала за принос зрна. У погледу квалитета зрна и брашна, посебно се истакла линија КГ-52/3, која је остварила бољи технолошки квалитет зрна и брашна у поређењу са сортом Победа. Висок квалитет линије КГ-52/3 потиче од сорте КГ-56С, која спада у групу сорти побољшивача и одликује се одличним технолошким квалитетом зрна и брашна.

- У циљу правилне рејонизације сорти пшенице, у агроколошким подручјима где се примењује интензивна технологија производње, предност треба дати генотиповима са нижом висином биљке као што је генотип КГ-60-3/3. Такви генотипови могу поднети веће дозе минералних ђубрива услед којих не долази до полагања биљака, а остварују се већи приноси. У централној и јужној Србији, где су земљишта хетерогена, изражене киселости и лошије плодности, и где се примењује слабија агротехника, пожељни су генотипови који имају широку адаптабилност и стабилност приноса и квалитета, као што је генотип КГ-52/23.
- Линије пшенице, које су испитиване у овом раду, представљају квалитетан селекциони материјал, који ће у будићим програмима оплемењивања послужити као извор пожељних гена при стварању сорти са побољшаним морфолошким, продуктивним и технолошким карактеристикама. У случају признавања КГ-линија, може се очекивати њихова већа заступљеност на производним површинама због позитивних особина, то јест стабилности приноса и квалитета зрна. Стабилност приноса и квалитета зрна су од пресудног значаја код пољопривредних произвођача при доношењу одлуке о избору сорте за сетву, нарочито у агроколошким подручјима са мање повољним климатско-едафским чиниоцима.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Abbasi H., Emam-Djomeh Z., Seyedin S.M. (2011): Application of artificial neural network and genetic algorithm for predicting three important parameters in bakery industries. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 4, 51-64.
2. Akcura M. (2009): Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in Turkish winter durum wheat landraces. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 547-556.
3. Ali I. H., Shakor E. F. (2012): Heritability, variability, genetic correlation and path analysis for quantitative traits in durum and bread wheat under dry farming conditions. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 40 (4), 27-39.
4. Arain S. M., Sial M. A., Jamali K. D., Laghari K. A. (2019): Grain yield performance, correlation, and cluster analysis in elite bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. *Acta Agrobotanica*, 71 (4), 1747. <https://doi.org/10.5586/aa.1747>
5. Araus J. L., Slafer G. A., Royo C., Serret M. D. (2008): Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Science*, 27, 377-412.
6. Aydin N., Sermet C., Mut Z., Bayramoglu H. O., Özcan H. (2010): Path analyses of yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under different environments. *African Journal of Biotechnology*, 9 (32), 5131-5134.
7. Babić M., Babić V., Delić N., Prodanović S., Anđelković V. (2011): Poređenje parametara stabilnosti po Finlay-Wilkinson, Eberhart-Russell i AMMI Modelu. *Selekcija i semenaštvo*, XVII (2), 35-40.
8. Banjac B., Dimitrijević M., Petrović S., Belić M. (2009): Varijacija visine biljke i mase klasa pšenice gajene na solonjecu. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu*, 33 (1), 93-101.
9. Banjac B., Petrović S., Dimitrijević M., Dozet D. (2010): Procena korelacione povezanosti komponenta prinosa pšenice u uslovima utresa. *Letopis Naučnih Radova*, 34 (I), 60-68.
10. Banjac B., Mladenov V., Dimitrijević M., Petrović S., Boćanski J. (2014): Genotype × environment interactions and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. *Genetika, Belgrade*, 46 (3), 799-806.
11. Banjac B., Dimitrijević M., Petrović S., Mladenov V. (2015): Stabilnost komponenti prinosa hlebne pšenice gajene na različitim tipovima zemljišta. *Selekcija i semenaštvo*, XXI (2), 81-92.
12. Belderok B., Mesdag H., Donner D. A. (2000): *Bread-making quality of Wheat*. Springer, New York.
13. Berry P. M., Sylvester-Bradley R., Berry S. (2007): Ideotype design for lodging-resistant wheat. *Euphytica*, 154, 165-179.
14. Berry P. M., Berry S. T. (2015): Understanding the genetic control of lodging-associated plant characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 205 (3), 671-689.
15. Bhutta W. M., Ibrahim M., Tahira (2006): Association analysis of some morphological traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) under field stress conditions. *Plant, Soil and Environment*, 52 (4): 171-177.
16. Bilgin O., Korkut K. Z., Baser I., Daglioglu O., Ozturk I., Kahraman T., Balkan A. (2010): Variation and heritability for some semolina characteristics and grain yield

- relations in durum wheat (*Triticum durum* Desf). World Journal of Agricultural Sciences, 6 (3), 301-308.
17. Borojević S. (1971): Selekcija pšenice na visok prinos zrna i dobar kvalitet. Savremena poljoprivreda, Novi Sad, 11-12.
 18. Borojević S. (1972): Genetski pristup izgradnji modela visokoprinostnih sorti pšenice. Genetika, Belgrade, 4 (1), 105-117.
 19. Borojević K., Borojević K. (2005): The transfer and history of “reduced height genes” (Rht) in wheat from Japan to Europe. Journal of Heredity, 96 (4), 455-459.
 20. Branković R. G., Dodig D. B., Knežević D.S., Kandić V. G., Pavlov J. M. (2016): Očekivana genetička dobit mase hiljadu zrna i broja zrna po klasu hlebne i durum pšenice. Journal of Agricultural Sciences, 61 (2), 113-125.
 21. Branković G., Dodig D., Pajić V., Kandić V., Knežević D., Đurić N., Živanović T. (2018): Genetic parameters of *Triticum aestivum* and *Triticum durum* for technological quality properties in Serbia. Zemdirbyste-Agriculture, 105 (1), 39-48.
 22. Bratković K., Milovanović M., Perišić V., Luković K. (2012): Status of genetic resources in Center for small grains in Kragujevac; Proceedings, XVI International Eco-conference 2012, Safe Food, 26-26. September 2012, Novi Sad, 105-113.
 23. Castillo D., Matus I., Alejandro del Pozo, Madariaga R., Mellado M. (2012): Adaptability and genotype × environment interaction of spring wheat cultivars in Chile using regression analysis, AMMI, and SREG. Chilean Journal Of Agricultural Research 72 (2), 164-174.
 24. Choi I., Kang C. S., Lee C. K., Kim S. L. (2016): Classification of 31 Korean Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars Based on the Chemical Compositions. Preventive Nutrition and Food Science, 21(4), 393-397.
 25. Dapčević Hadnađev T., Pojić M., Hadnađev M., Torbica A. (2011): The role of empirical rheology in flour quality control. In: Isin Akyar (Ed.), Wide Spectra of Quality Control, InTech, Rijeka, Croatia, 335-360.
 26. De Santis M. A., Giuliani M. M., Giuzio L., De Vita P., Lovegrove A., Shewry P. R., Flagella Z. (2017): Differences in gluten protein composition between old and modern durum wheat genotypes in relation to 20th century breeding in Italy European Journal of Agronomy 8, 19-29.
 27. Đekić V., Perišić V., Perišić V., Luković K., Popović V., Terzić D., Đurić N. (2019a): Uticaj klimatskih promena na prinos zrna pšenice. Zbornik radova, PKB Agroekonomik, 25 (1-2), 9-18.
 28. Đekić V., Milivojević J., Popović V., Terzić D., Branković S., Koprivica R., Bratković K. (2019b): Efekat mineralnih hraniva na prinos pšenice. Zbornik radova, PKB Agroekonomik, 25 (1-2), 29-36.
 29. Deletić N., Stojković S., Gudžić S., Djurić V., Aksić M. (2012): Genotypic specificity of some winter wheat traits and their effect on grain yield. Genetika, Belgrade, 44 (2), 249-258.
 30. Denčić S., Kovačević-Đolai M. (1993): Oplemenjivanje pšenice na prinos, tehnološki kvalitet i nutritivne vrednosti. Savremena Poljoprivreda, 1 (4), 13-20.
 31. Denčić S. (2006): Genetika i oplemenjivanje strnih žita. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 42 (2), 377-394.

32. Denčić S., Mladenov N., Pržulj N., Kobiljski B., Hristov N., Momčilović V., Rončević P. (2008): Rezultati višedecenijskog rada na oplemenjivanju strnih žita u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 45, 15-29.
33. Denčić S., Mladenov N., Kobiljski B. (2011): Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*, 5 (1), 71-82.
34. Dencic S., DePauw R., Kobiljski B., Momcilovic M. (2013): Hagberg falling number and rheological properties of wheat cultivars in wet and dry preharvest periods. *Plant Production Science*, 16 (4), 342-351.
35. Denčić S., DePauw R., Momčilović V., Kondić-Špika A. (2015): Efficiency of the different marker systems for estimation of distinctness between sister line wheat cultivars. *Genetika*, Belgrade, 47 (1), 219-232.
36. Dewettinck K., Van Bockstaele F., Kühne B., Van de Walle D., Courtens T. M., Gellynck X. (2008): Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48, 243-257.
37. Dimitrijević M., Petrović S. (2002): Uticaj alelne varijacije podjedinica glutenina velike molekulske mase sa hromozomima 1B pšenice na reološke osobine testa. Zbornik radova, Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 36, 263-270.
38. Dimitrijević M., Petrović S., Belić M. (2006): Modeli za procenu interakcije genotip/spoljna sredina na halomorfnom zemljištu. *Selekcija i semonarstvo*, XII (1-2), 7-14, Novi Sad.
39. Dimitrijević M., Knežević D., Petrović S., Zečević V., Bošković J., Belić M., Pejić B., Banjac B. (2011): Stability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, Belgrade, 43 (1), 29-39.
40. Dodig D., Zorić M., Knežević D., King S., Šurlan-Momirović G. (2008): Genotype × environment interaction for wheat yield in different drought stress conditions and agronomic traits suitable for selection. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59, 536-545.
41. Đorđević, V. S. (2008): Temperature and precipitation trends in belgrade and indicators of changing extremes for Serbia. *Geographica Pannonica*, 12 (2), 62-68.
42. Đurić N., Matković M., Cvijanović G., Dozet G. (2016a): Analysis of main additive effects and multiplicative interactions of components of yield of certain genotypes. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 53 (2), 61-68.
43. Đurić N., Cvijanović G., Dozet G., Matković M., Branković G., Đekić, V. (2016b): Correlation analysis of more significant production traits of certain winter wheat PKB varieties. *Agronomy Journal*, 78 (2-3), 85-96.
44. Đurić N., Trkulja V. (2005): Ispitivanje prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih PKB sorata ozime pšenice. Zbornik naučnih radova, 11 (1-2): 25-32.
45. Đurić V., Mladenov N., Hristov N., Kondić-Špika A., Racić M (2010): Uticaj padavina na kvalitet pšenice u žetvi 2009. godine. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47, 335-340.
46. Eberhart S. A., Russell W. A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 36-40.
47. Erkul A., Ünay A., Konak C. (2010): Inheritance of yield and yield components in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross. *Turkish Journal of Field Crops* 15 (2), 137-140.
48. Falconer D. S. (1981): Introduction to quantitative genetics. Longwan, London and New York.

49. Falconer D. S., Mackay T. F. C. (1996): Introduction Quantitative genetics, Longman Group: London.
50. FAOSTAT, Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Dostupno na: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
51. Finlay K. W., Wilkinson G. N. (1963): The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 14, 743-754.
52. Flaete N. E. S., Uhlen A. K., (2003): Association between allelic variation at the combined *Gli-1*, *Glu-3* loci and protein quality in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Cereal Science, 37 (2), 129-137.
53. Flintham J. E., Borner A., Worland A. J., Gale M. D. (1997): Optimizing wheat grain yield: Effects of Rht (gibberellin-insensitive) dwarfing genes. The Journal of Agricultural Science, 128 (1), 11-25.
54. Gale M. D., Youssefian S. (1985): Dwarfing genes in wheat. U: Russell, G. E. (ur.) Progress in plant breeding. Butterworths. London, 1-35.
55. Gao L., Jia J., Kong X. (2016): A SNP-Based molecular barcode for characterization of common wheat. PLoS ONE 11(3), e0150947.
56. Gauch H., Zobel W. (1996): AMMI Analysis of yield trials. In: Genotype-by environment interaction, Chapter 4, edited by Kang M., Gauch H. CRC Press.
57. Goel S., Yadav M., Singh K., Singh Jaat R., Singh N. K. (2018): Exploring diverse wheat germplasm for novel alleles in HMW-GS for bread quality improvement. Journal of Food Science and Technology, 55 (8), 3257-3262.
58. Grausgruber H., Oberforster M., Werteker M., Ruckenbauer P., Vollmann J. (2000): Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. Field Crops Research, 66, 257-267.
59. Hama S. J., Bestoon O., Kazal R. (2016): The simple correlation coefficient and path analysis of grain yield and its related components for some genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.) for two seasons in Iraqi Kurdistan. Journal of Medicinal Plants Studies 4 (1), 68-70.
60. Haq W. U., Munir M., Akram Z. (2010): Estimation of interrelationships among yield and yield related attributes in wheat lines. Pakistan Journal of Botany, 42 (1), 567-573.
61. Hedden P. (2003): The genes of the Green Revolution. Trends in Genetics 19 (1), 5-9.
62. Holík L., Hlisnikovský L., Kunzová E. (2018): The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on winter wheat grain yield and grain quality. Plant, Soil and Environment, 64 (10), 491-497.
63. Hristov N., Mladenov N. (2005): Pokazatelji tehnološkog kvaliteta pšenice u vremenu i prostoru. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 41, 221-234.
64. Hristov N., Mladenov N., Kondić-Špika Ankica (2007): Ekološka stabilnost fizičkih osobina zrna pšenice. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 43, 29-37.
65. Hristov N., Mladenov N., Kondić-Špika A., Štatkić S., Kovačević N. (2008): Direktni i indirektni efekti pojedinih svojstava na prinos zrna pšenice. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 45, 15-20.
66. Hristov N., Mladenov N., Kondić-Špika Ankica, Jocković B. (2010): Uticaj nedostatka vode na porast stabla kod pšenice. Selekcija i semenarstvo, XVI (2), 7-15, Novi Sad.

67. Hristov N., Mladenov N., Kondić-Špika A., Marjanović-Jeromela A., Jocković B., Jaćimović G. (2011): Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat. *Genetika*, Belgrade, 43 (1), 141-152.
68. Hurkman W. J., Wood D. F. (2011): High temperature during grain fill alters the morphology of protein and starch deposits in the starchy endosperm cells of developing wheat (*Triticum aestivum* L.) grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4938-4946.
69. ICC Standard Methods (International Association for Cereal Chemistry), No. 106/2 and 116/1. Approved 1972, revised 1992. Vienna Verlag Moritz Schäfer. Detmold, Germany.
70. Ijaz U. S., Kashif M. (2013): Genetic study of quantitative traits in spring wheat through generation means analysis. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13 (2), 191-197.
71. Jaćimović G., Malešević M., Aćin V., Hristov N., Marinković B., Crnobarac J., Latković D. (2012): Komponente prinosa i prinos ozime pšenice u zavisnosti od nivoa đubrenja azotom, fosforom i kalijumom. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu*, 36 (1), 72-80.
72. Jamali S. H., Cockram J., Hickey L. T. (2019): Insights into deployment of DNA markers in plant variety protection and registration. *Theoretical and Applied Genetics*, 132 (7), 1991-1929.
73. Janković M., Barać M., Pešić M., Dodig D., Kandić V., Žilić S. (2015): The polypeptide composition, structural properties and antioxidant capacity of gluten proteins of diverse bread and durum wheat varieties, and their relationship to the rheological performance of dough. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 2236-2245.
74. Jelic M., Milivojevic J., Nikolic O., Djekic V., Stamenkovic S. (2015): Effect of long-term fertilization and soil amendments on yield, grain quality and nutrition optimization in winter wheat on an acidic pseudogley. *Romanian Agricultural Research*, 32, 1-10.
75. Jobson E. M., Johnston R. E., Oiestad A. J., Martin J. M., Giroux M. J. (2019): The Impact of the wheat Rht-B1b semi-dwarfing allele on photosynthesis and seed development under field conditions. *Frontiers in plant science*, 10.
76. Jocković B., Mladenov N., Hristov N., Aćin V., Djalović I. (2014): Interrelationship of grain filling rate and other traits that affect the yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Romanian Agricultural Research*, 31, 81-87.
77. Jovanović B., Prodanović S., Maletić R. (1992): Estimates of environmental effects in comparative variety trails. *Review of Research Worck at the Faculty of Agriculture*, 37 (2), 167-172.
78. Jovanović B., Prodanović S., Maletić R., Gojković Z. (1994): Povezanost klastera dobijenih na osnovu kvaliteta zrna i pedigree sorata pšenice. *Savremena poljoprivreda*, 42 (1-2), 81-85.
79. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. (2015): Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agronomy Research*, 13 (4), 948-955.
80. Kasihf M., Khaliq I. (2004): Heritability, correlation and path coefficient analysis for some metric traits in wheat. *International Journal Agriculture Biology*, 6 (1), 138-142.

81. Kaya Y., Akcura M. (2014): Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, Campinas, 34 (2), 386-393.
82. Khaliq I., Parveen N., Chowdhry M. A. (2004): Correlation and path coefficient analyses in bread wheat. *International Journal of Agricultura and Biology*, 6 (4), 633-635.
83. Khan, S. A., Hassan G. (2017): Heritability and correlation studies of yield and yield related traits in bread wheat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 33 (1), 103-7.
84. Khazratkulova S., Sharma R. C., Amanov A., Ziyadullaev Z., Amanov O., Alikulov S., Ziyaev Z., Muzafarova D. (2015): Genotype \times environment interaction and stability of grain yield and selected quality traits in winter wheat in Central Asia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 920-929.
85. Khobra R., Sareen S., Meena B K., Kumar A., Tiwari V., Singh G. P. (2019): Exploring the traits for lodging tolerance in wheat genotypes: a review. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, <https://doi.org/10.1007/s12298-018-0629-x>.
86. Khush G. S. (2001): Green revolution: the way forward. *Nature Reviews Genetics*, 2, 15-822.
87. Knežević D., Yurievna-Dragovich A., Djukić N. (2006): Polymorphism of *Gli-B1* alleles in 25 Kragujevac's wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Kragujevac Journal of Science*, 28, 147-152.
88. Kobiljski B., Denčić S. (1996): Karakteristike klasa - Selekcioni kriterijum za prinos pšenice. *Selekcija i sementarstvo*, IV (3-4), 17-22.
89. Kondić-Špika A., Mladenov N., Grahovac N., Zorić M., Mikikić S., Trkulja D., Marjanović-Jeromela A., Miladinović D., Hristov N. (2019): Biometric analyses of yield, oil and protein contents of wheat (*Triticum aestivum* L.). Genotypes in diferent environments. *Agronomy*, 9, 270; 2-18, doi:10.3390/agronomy9060270.
90. Koppel R., Ingver A. (2010): Stability and predictability of baking quality of winter wheat. *Agronomy Research*, 8 (Special Issue 3), 637-644.
91. Laemmli U. K. (1970): Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685.
92. Laidig F., Piepho H. P., Rentel D., Drobek T., Meye U., Huesken A. (2017): Breeding progress, environmental variation and correlation of winter wheat yield and quality traits in German official variety trials and on-farm during 1983–2014. *Theoretical and Applied Genetics*, 130 (1), 223-245.
93. Leenhardt F., Fardet A., Lyan B., Gueux E., Rock E., Mazur A., Chanliaud E., Demigne C. , Remesy C. (2008): Wheat Germ Supplementation of a Low Vitamin E Diet in Rats Affords Effective Antioxidant Protection in Tissues. *Journal of the American Collage of Nutrition*, 27 (2), 222-228. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719694>
94. Lookhart G. L., Zečević V., Bean S. R., Knežević D. (2001): Breeding of small grains cereals for quality improvement. In *Monograph: Genetics and Breeding of Small Grains*, ed. S.A. Quarrie et. al., Agricultural Research Institute Serbia, Belgrade, 349-375.
95. Luković K., Milovanović M., Zečević V., Prodanović S., Bratković K. (2016): Effect of growing seasons on some quality properties of winter wheat genotypes. *Proceedings of the VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016"*, Jahorina, Faculty of Agriculture, East Sarajevo, 821-826. <http://www.agrosym.rs.ba/>.
96. Luković K., Zečević V., Prodanović S., Milivojević J., Đekić V. (2017): Effect of growing season and genotype on winter wheat quality. *Proceedings of VIII International Scientific*

- Agriculture Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, Faculty of Agriculture, East Sarajevo, 536-542.
97. Luković K., Zečević V., Perišić V., Perišić V., Rajičić V., Bratković K., Matković Stojšin M. (2019): Variability of quality and rheological properties in winter wheat under the influence of ecological factors. Proceedings of the X International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2019", Jahorina, Faculty of Agriculture, East Sarajevo, 379-384.
 98. Luković K., Zečević V., Milovanović M., Rajičić V., Perišić V., Jauković M. (2020): Uticaj količine i rasporeda padavina na osobine tehnološkog kvaliteta različitih genotipova pšenice. XXV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Agronomski fakultet u Čačku, 13 - 14. mart 2020. godine, Zbornik radova, 2, 355-361.
 99. Ljubičić N., Petrović S., Dimitrijević M., Hristov N. (2014): Način nasleđivanja i efekat gena za dužinu klasa različitih genotipova pšenice. Letopis naučnih radova, 38 (1): 38-45.
 100. Madić M., Knežević D., Paunović A., Đurović D. (2016): Plant height and internode length as components of lodging resistance in barley. Acta Agriculturae Serbica, 21/42, 99-106.
 101. Malik B. S., Rao M. V., Menon T. C. M. (1987): Stability of homogeneous and heterogeneous population of wheat for yield components. Genetica Agraria, 41 (1), 9-16.
 102. Mason H. E., Navabi A., Frick B. L., O'Donovan J. T., Spaner D. M. (2007): The weed-competitive ability of Canada western red spring wheat cultivars grown under organic management. Crop Science, 47 (3), 1167-1176.
 103. Matković Stojšin M., Zečević V., Knežević D., Bošković J., Mićanović D. (2018): Variability, AMMI and cluster analysis for quality components of different wheat genotypes. Agrofor International Journal, 3 (2), 65-72.
 104. McIntosh R. A., Dubcovsky J., Rogers W. J., Morris C., Xia X. C. (2017): Catalogue of gene symbols for wheat.
 105. Mecha B. B., Sentayehu A., Alemayehu A., Ermias A. Dargicho D. (2016): Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield related traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinar, 16 (7). Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896.
 106. Metakovsky E. V., Annicchiarico P., Boggini G., Pogna N. E. (1997): Relationship between gliadin alleles and dough strength in Italian bread wheat cultivars. Journal of Cereal Science, 25 (3), 229-236.
 107. Milovanović M., Perović D., Šarić M., Prodanović S., Pavlović K., Jestrović Z., Protić R. (1998): The influence of *IBL.1RS* translocation on technological quality of winter wheat. Cereal Research Communications, 26 (3), 321-328.
 108. Milovanović M., Staletić Mirjana, Perišić V., Bratković K. (2008): Vizija – nova sorta ozime pšenice. Zbornik radova visoke tehničke škole, 1-2, 66-72, Požarevac.
 109. Milovanović M., Staletić M., Đekić V., Nikolić O., Luković K. (2011): Seed production and contribution of KG varieties to biodiversity of small grains in the period 2006-2010. Publisher: Balkan Scientific Association of Agrarian Economists, Economics of agriculture, Book II (58), 103-111, Beograd.
 110. Milovanović M., Staletić M., Rajičić V., Nikolić O., Perišić V. (2012): Actualities of hard winter wheat breeding in Center for small grains in Kragujevac. XVI International Eco-Conference, Proceedings Safe Food, 115-123, Novi Sad.

111. Milovanović M., Staletić M., Đukalović V., Luković K., Stupar V. (2019a): Manifestacija heterozisa nekih osobina klasa kod hibrida heksaploidnih tritikalea-dužina klasa i broj klasića. Zbornik radova Visoke tehničke škole, Požarevac, 1, 11-22.
112. Milovanović M., Staletić M., Perišić V., Luković K., Stojićević D. (2019b): Manifestacija heterozisa nekih osobina klasa kod hibrida heksaploidnih tritikalea-osobine fertilitnosti klasa. Zbornik radova Visoke tehničke škole, Požarevac, 1, 23-36.
113. Mladenov N. (1996): Proučavanje genetičke i fenotipske varijabilnosti linija i sorata pšenice u različitim agroekološkim uslovima. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Zemunu, Univerzitet u Beogradu.
114. Mladenov N., Przulj N., Hristov N., Djuric V., Milovanovic M. (2001): Cultivar-by-environment interactions for wheat quality traits in semiarid conditions. *Cereal Chemistry*, 78 (3), 363-367.
115. Mladenov N., Denčić S., Hristov N. (2007): Oplemenjivanje na prinos i komponente prinosa zrna pšenice. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 43, 21-27.
116. Mladenov V., Banjac B., Dimitrijević M., Petrović S., Latković D., Jocković B., Bogdanović S. (2016): Variability of seed parameters in bread wheat cultivars. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 20 (1), 33-35.
117. Mladenović Drinić S., Savić Ivanov M. (2017): Genetički resursi gajenih biljaka za hranu i poljoprivredu upravljanje i korišćenje. Selekcija i semenarstvo, XXIII (2) 91-102.
118. Mohammadi M., Karimizadeh R., Sabaghnia N., Shefazadeh M. K. (2012): Genotype × environment interaction and yield stability analysis of new improved bread wheat genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 17 (1), 67-73.
119. Mohammadi R., Armion M., Zadhasan E., Ahmadi M. M., Amri A. (2017): The use of AMMI model for interpreting genotype × environment interaction in durum wheat. *Experimental Agriculture*, 54 (5), 670-683.
120. Mut Z., Aydin N., Bayramoglu H. O., Ozcan H. (2010): Stability of some quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) genotypes. *Journal of Environmental Biology*, 31, 489-495.
121. Novoselska-Dragovich A., Knežević D, Fisenko A. V., (2005): Dynamics of genetic variation at gliadin-coding loci in bread wheat cultivar developed in Small Grains Research Center (Kragujevac) during last 35 years. *Plant Breeding and Seed Production*, XI (1-4), 51-56, Novi Sad.
122. Pasha I., Faqir M. A., Masood S. B., Javed I. S. (2007): Gluten quality prediction and correlation studies in spring wheats. *Journal of Food Quality* 30, 438-449.
123. Payne P. I., Nightingale M. A., Krattiger A. F., Holt L. M. (1987): The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 40, 51-65.
124. Peighambardoust S. H., Ghamari M., Naghavi S. (2011): Application of Gel-protein analysis compared to conventional quality tests in characterisation of Iranian wheat cultivars. *Cereal Research Communications*, 39 (3), 394-404.
125. Pepó P. (2016): Correlation between fertilization and baking quality of winter wheat cultivars. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3 (2), 15-23.
126. Perišić V. (2007): Nasleđivanje rodnosti kod hibrida pšenice u F1 generaciji. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univezitet u Beogradu.

127. Perišić V., Milovanović M., Đulaković V., Janković S., Staletić M. (2009): Produktivnost kragujevačkih sorti ozime pšenice, ječma i jarog ovsu. *Poljoprivredne aktuelnosti*, 3-4, 5-14.
128. Perišić V., Milovanović M., Staletić M., Đekić V. (2011): Nasleđivanje dužine klasa i broja zrna u klasu kod hibrida pšenice. *Zbornik radova, PKB Agroekonomik*, 17 (1-2), 19-26.
129. Petrović S., Dimitrijević M., Belić M. (2007): Heritabilnost visine stabljike i parametara klasa pšenice na ritskoj crnici. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta*, 1, 146-152.
130. Petrović S., Dimitrijević M., Banjac B. (2016): Varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa pšenice na solonjecu i černozeu. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu*, 40 (1), 47-52.
131. Petrović S., Dimitrijević M., Banjac B., Mladenov V. (2017): Korelacije i analiza koeficijenata putanje komponenti prinosa hlebne pšenice (*Triticum aestivum*. L). *Letopis Naučnih Radova / Annals of Agronomy*, 41 (2), 12-20.
132. Pinera-Chavez F.J., Berry P.M., Foulkes M.J., Molero G., Reynolds M.P. (2016): Avoiding lodging in irrigated spring wheat. II. Genetic variation of stem and root structural properties. *Field Crops Research*, 196, 64-74.
133. Prodanović S., Šurlan-Momirović G., Perović D., Stančić I., Nikolić Z., Veselinović Z. (1999): Promena strukture populacija pšenice pod uticajem bulk selekcije I. Srednje vrednosti i odnosi svojstava. *Zbornik abstrakta „Drugi Kongres Genetičara Srbije“ Sokobanja*, 10-13.
134. Prodanović S., Protic R., Jankovic S., Protic N. (2002): Regression functions for quantitative traits in durum and bread wheat under dry farming conditions. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 40, 27-39.
135. Prodanović S., Šurlan-Momirović G., Randelović V., Sovrlić M., Đurić N., Stanisavljević D. (2006): Deskripcija savremenih evropskih sorti pšenice prema UPOV. *Zbornik abstrakata trećeg simpozijuma sekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije četvrtog naučno-stručnog sipozijuma iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara Srbije, Zlatibor*, 16-20. maja 2006.
136. Prodanović S., Šurlan Momirović G., Rakonjac V., Petrović D. (2015): Genetički resursi biljaka. *Monografija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet*, 144-148.
137. Prohaska S., Đukić D., Bartoš Divac V., Todorović N., Božović N. (2014): Karakteristike jakih kiša koje su prouzrokovale čestu pojavu poplava na teritoriji Srbije u periodu april-septembar 2014. godine. *Vodoprivreda*, 0350-0519, 46, 267-272, p.15-26.
138. Quintero A., Molero G., Reynolds M. P., Calderini D. F. (2018): Trade-off between grain weight and grain number in wheat depends on G×E interaction: A case study of an elite CIMMYT panel (CIMCOG). *European Journal of Agronomy*, 92, 17-29.
139. Rajčić V., Perišić V., Madić M., Popović V., Perišić V., Luković K., Terzić D. (2019): Grain yield and quality of winter wheat cultivars. *Proceedings of the X International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2019”, Jahorina, East Sarajevo, Faculty of Agriculture*, 152-157.
140. Rakszegi, M., Balázs, G., Békés, F., Harasztos, A., Kovács, A., Láng, L., Bedő, Z., Tömösközi, S. (2014): Modelling water absorption of wheat flour by taking into consideration of the soluble protein and arabinoxylan components. *Cereal Research Communications*, 42 (4), 629-639.

141. Rakszegi M., Mik P., Loschenberger F., Hiltbrunner J., Aebi R., Knapp S., Tremmel-Bede K., Megyeri M., Kovacs G., Molnar-Lang M., Vida G., Laszlo L., Bedo Z. (2016): Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*, 69, 297-305.
142. Republički Zavod za statistiku, Republika Srbija. Dostupno na: <https://www.stat.gov.rs/>
143. Rharrabtia Y., García del Moral L.F., Villegasb D., Royo C. (2003): Durum wheat quality in Mediterranean environments III. Stability and comparative methods in analysing $G \times E$ interaction. *Field Crop Research*, 80, 141-146.
144. Roljević Nikolić S., Kovačević D., Dolijanović Ž. (2017): Floristički sastav korova, morfološke i produktivne osobine genotipova različitih alternativnih vrsta pšenice u organskoj proizvodnji. *Journal of Agricultural Sciences*, 62 (3), 229-240.
145. Rukavina I., Marić S., Čupić T., Guberac V., Petrović S. (2013): Različitoost hrvatske germplazme pšenice na osnovi svojstava klasa. *PoljoPrivreda*, 9 (1), 3-10.
146. Saleh, A., Brennan, C. S. (2012): Bread wheat quality: some physical, chemical and Rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples. *Foods*, 1, 3-17.
147. Seleem N., Ahmad M., Wani S. A., Vashnavi R., Dar Z. A. (2015): Genotype-environmental and stability analysis in Wheat (*Triticum aestivum* L.) for protein and gluten contents. *Scientific Research and Essays*, 10 (7), 260-265.
148. Semagn K., Bjørnstad Å., Skinnes H., Marøy A. G., Tarkegne Y., William M. (2006): Distribution of DArT, AFLP, and SSR markers in a genetic linkage map of a doubled-haploid hexaploid wheat population. *Genome*, 49, 545-555.
149. Singh N. K., Shepherd K. W. (1985): The structure and genetic control of a new class of disulphide-linked proteins in wheat endosperm. *Theoretical and Applied Genetics*, 7, 79-92.
150. Sizova N. V. (2016): Kinetic Determination of Vitamin E in Wheat Germ Oil. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 42 (7), 752-755.
151. Sourour A., Othmani A., Bechrif S., Rezgui M., Ben Younes M. (2018): Correlation between agronomical and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germplasm in semi arid environment. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8 (6), 612-615.
152. Sozinov A. A., Poperelya F. A. (1980): Genetic classification of prolamines and its use for plant breeding. *Annales de Technologie Agricole*, 29 (2), 229-245.
153. Stanojević G. (2012): Analiza godišnjih padavinskih suma na prostoru Srbije. *Zbornik radova Geografskog intituta "Jovan Cvijić", SANU*, 62 (2), 1-13.
154. Stephen G. T. (2017): Novel *Rht-1* dwarfing genes: tools for wheat breeding and dissecting the function of DELLA proteins. *Journal of Experimental Botany*, 68 (3), 354-358.
155. Taneva K., Bozhanova V., Petrova I. (2019): Variability, heritability and genetic advance of some grain quality traits and grain yield in durum wheat genotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (2), 288-295.
156. Tayyar S. (2010): Variation in grain yield and quality of romanian bread wheat varieties compared to local varieties in northwestern turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 15 (2), 5189-5196.
157. Terzić D., Đekić V., Milivojević J., Branković S., Perišić V., Perišić V., Đokić D. (2018): Yield components and yield of winter wheat in different years of research. *Biologica Nyssana*, 9 (2), 119-131.

158. Torbica A., Antov M., Mastilović J., Knežević D. (2007): The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Research International*, 40 (8), 1038-1045.
159. Torbica A., Mastilović J., Živančev D. (2011): The influence of agro-ecological conditions on technological quality of mercantile wheat. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 15 (2), 79-83.
160. Tošić I., Unkašević M. (2013): *Klimatske promene u Srbiji*. Monography, Belgrade, p. 114.
161. Tsenov N., Gubator T., Tsenova E. (2015): Effect of height of stem on the productivity of winter common wheat. *Agricultural science and technology*, 7 (2), 179-185.
162. UPOV (1997): *International Union For The Protection Of New Varieties Of Plants*.
163. Vancini C., Torres G. A. M, Miranda M. Z., De Consoli L., Bonow S., Grando M. F. (2019): Impact of high-molecular-weight glutenin alleles on wheat technological quality. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.54, e00639, DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00639>.
164. Vapa Lj., Radović D. (1993): Mogućnost identifikovanja sorti pšenice metodom elektroforeze proteina. *Savremena poljoprivreda*, 1 (4), 30-39.
165. Varsha, P. Verma, P. Saini, V. Singh, S. Yashvee (2019): Genetic variability of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for agro-morphological traits and their correlation and path analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 2290-2294.
166. Varzakas T., Kozub N., Xynias I. N. (2014): Quality determination of wheat: genetic determination, biochemical markers, seed storage proteins - bread and durum wheat germplasm. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 94, 2819-2829.
167. Vázquez D., Berger A. G., Cuniberti M., Bainotti C., Miranda M. Z., Scheeren P. L., Jobet C., Zúñiga J., Cabrera G., Verges R., Peña R. J. (2012): Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. *Journal of Cereal Science*, 56, 196-203.
168. Vuković A., Bećirspahić D. , Vlajić S., Jovanović S. (2017): Intezivna pojava žute rđe pšenice (*Puccinia Striiformis Westend*) na području grada Bihaća. *Zbornik radova 1 / XXII savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem*, 379-384. Čačak, Srbija: Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
169. Wang L. X., Li H. B., Gu T. C., Liu L. H., Pang B. S., Qiu J., Zhao C. P. (2013): Assessment of wheat variety stability using SSR markers. *Euphytica*, 195, 435-452.
170. Wang L. X., Qiu J., Chang L. F., Liu L. H., Li H. B., Pang B. S., Zhao C. P. (2015): Assessment of wheat variety distinctness using SSR markers. *Journal of Inegrative Agriculture*, 14 (10), 1923-1935.
171. Wieser H. (2007): Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24 (2), 115-119.
172. Worland A. J., Korzun V., Röder M. S., Ganai M. W., Law C. N. (1998): Genetic analysis of the 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. *Theoretical and Applied Genetics*, 96, 1110-1120.
173. Xu X., Gao P., Zhu X., Guo W., Ding J., Li C. (2018): Estimating the responses of winter wheat yields to moisture variations in the past 35 years in Jiangsu Province of China. *PLoS One*, 13(1), e0191217.

174. Yang X., Li Wu, Zhihua Zhu, Guixing Ren, Sancai Liu (2014): Variation and trends in dough rheological properties and flour quality in 330 Chinese wheat varieties. *The Crop Journal*, 2, 195-200.
175. Yao J., Ma H., Zhang P., Ren L., Yang X., Yao G., Zhang P., Zhou M. (2011): Inheritance of stem strength and its correlations with culm morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 91 (6), 1065-1070.
176. Zampieri M., Ceglar A., Dentener F., Toreti A. (2017): Wheat yield loss attributable to heat waves, drought and water excess at the global, national and subnational scales. *Environmental Research Letters*, 12, DOI:10.1088/1748-9326/aa723b.
177. Zecevic V., Knezevic D., Micanovic D., Urosevic D., Dimitrijevic B., Urosevic V. (2001): Components of variance and heritability of quality parameters in wheat cultivars. *Genetika, Belgrade*, 13 (3), 77-84.
178. Zečević V., Knežević D., Mićanović D. (2004a): Phenotypic variability and heritability of plant height in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Genetika, Belgrade*, 36 (2), 143-150.
179. Zecevic V., Knezevic D., Micanovic D. (2004b): Genetic correlations and path-coefficient analysis of yield and quality components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika, Belgrade*, 36 (1), 13-21.
180. Zečević V., Knežević D., Kraljević-Balalić M., Mićanović D. (2004c): Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika, Belgrade*, 36 (2), 151-159.
181. Zecevic V., Knezevic D., Micanovic D. (2007): Variability of technological quality components in winter wheat. *Genetika, Belgrade*, 39 (3), 365-374.
182. Zečević V., Knežević D., Mićanović D., Bošković J., Cvijanović G. (2008a): Tehnološki kvalitet mešavina brašna raži i pšenice. *Tematski zbornik sa međunarodnog naučnog skupa „Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj (III)”, Beograd 4-5. Decembar, 2008., II knjiga*, p. 348-354.
183. Zečević V., Knežević D., Mićanović D., Madić M. (2008b): Genetic and phenotypic variability of spike length and plant height in wheat. *Kragujevac Journal of Science*, 30, 125-130.
184. Zečević V., Knežević D., Bošković J., Madić M. (2009): Effect of genotype and environment on wheat quality. *Genetika, Belgrade*, 41 (3), 247-253.
185. Zecevic V., Knezevic D., Boskovic J., Micanovic D., Dozet G. (2010a): Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*, 38 (2), 244-250.
186. Zecevic V., Boskovic J., Dimitrijevic M., Petrovic S. (2010b): Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (4), 422-428.
187. Zečević V., Bošković J., Knežević D., Mićanović D., Milenković S. (2013): Influence of cultivar and growing season on quality properties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 8 (21), 2545-2550.
188. Zhang Y., He Z., Ye G., Zhang A., Ginkel V. M. (2004): Effect of environment and genotype on bread-making quality of spring-sown spring wheat cultivars in China. *Euphytica*, 139(1), 75-83.

8. ПРИЛОГ

Прилог 1. Просечне вредности КГ-линија за принос зрна, масу 1000 зрна, хектолитарску масу, седиментацију протеина и садржај влажног и сувог глутена, за сва три локалитета у обе проучаване године

Генотип	Принос зрна (t ha ⁻¹)	Маса 1000 зрна (g)	Хектолитарска маса (ha kg ⁻¹)	Седиментација протеина (ml)	Садржај влажног глутена (%)	Садржај сувог глутена (%)
КГ-27/6	5,80	38,60	74,70	30,11	31,36	9,81
КГ-244/4	5,17	42,96	77,79	29,33	30,83	9,74
КГ-199/4	5,29	41,45	77,29	31,72	28,92	9,43
КГ-307/4	5,64	42,97	76,92	30,83	27,87	9,37
КГ-28/6	5,60	39,69	74,60	31,83	31,78	10,28
КГ-162/7	5,00	40,43	76,08	30,67	27,00	9,25
КГ-191/513	5,44	42,65	79,54	28,22	28,21	10,04
КГ-40-39/3	5,00	42,27	77,91	36,83	28,73	9,90
КГ-52/23	5,75	44,32	77,87	33,89	27,14	9,00
КГ-60-3/3	5,96	39,29	76,45	29,89	26,43	8,72
КГ-1/6	5,46	41,27	78,98	34,94	26,34	9,33
КГ-52/3	5,07	41,21	78,47	39,67	34,02	10,77
КГ-47/21	5,16	40,50	77,74	36,50	31,64	10,14
Победа	5,79	43,09	78,48	38,83	31,12	10,06



Слика 1. КГ-линије пшенице у фази пуне зрелости



Слика 2. КГ-линије пшенице у фази пуне зрелости



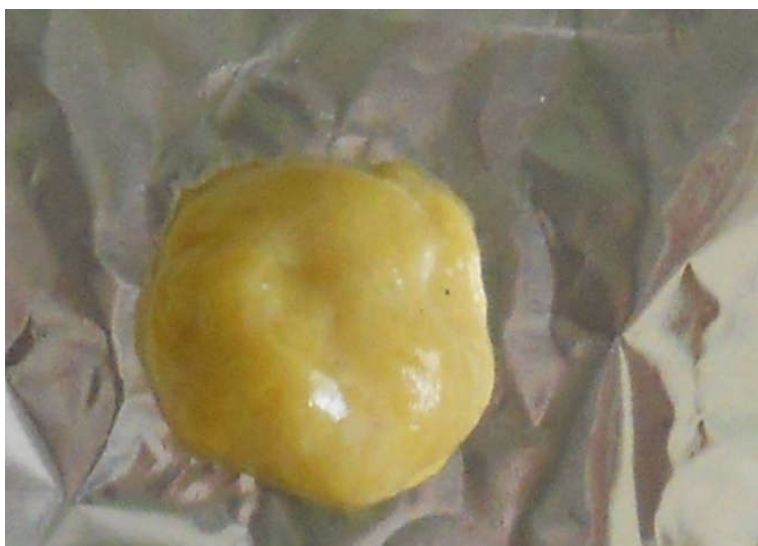
Слика 3. Пољски оглед КГ-линија пшенице на локалитету Крагујевац



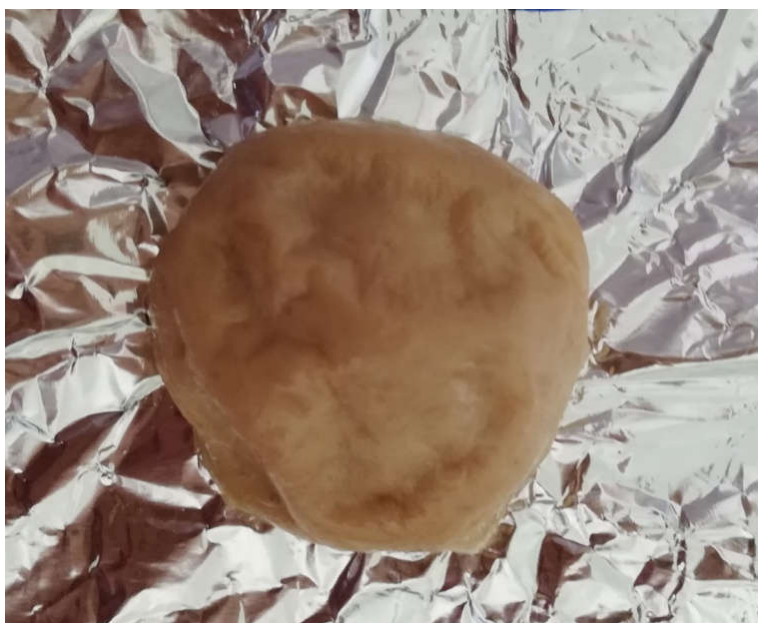
Слика 4. Пољски оглед КГ-линија пшенице на локалитету Крушевац



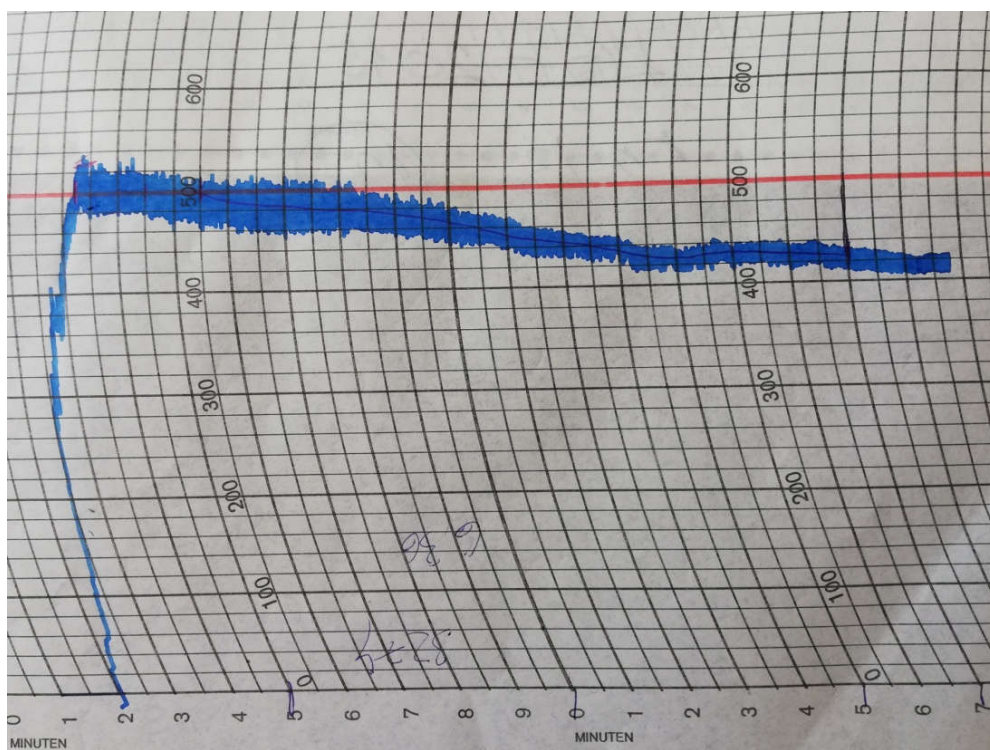
Слика 5. Пољски оглед КГ-линија пшенице на локалитету Сомбор



Слика 6. Влажан глутен перспективне линије КГ-52/3



Слика 7. Сув глутен перспективне линије КГ-52/3



Слика 8. Фаринограм перспективне линије КГ-52/3

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Кристина Луковић је рођена 12. октобра 1982. у Крагујевцу, где је завршила основну и средњу школу. Пољопривредни факултет, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, уписала је 2001. године, Одсек за ратарство и повртарство. Студије је завршила 2008. године са просечном оценом 8,60. Дипломски рад из области Оплемењивање биљака, под насловом “Варијабилност и наслеђивање висине пшенице (*Triticum aestivum* L)” одбранила је 02. јуна 2008. године са оценом 10.

На завршној години основних студија, учествовала је на 5. Међународној смотри научних радова студената Агрономије и освојила прво место.

Од 2008. године запослена је у Центру за стрна жита у Крагујевцу, у Одељењу за генетику и селекцију стрних жита. Њена научно-истраживачка делатност усмерена је на истраживања у области генетике и оплемењивања пшенице и других стрних жита, као и проучавање технологије брашна и хлеба.

Докторске академске студије на Пољопривредном факултету, Универзитета у Београду, уписала је школске 2013/2014. године, смер Ратарство и повртарство. Током докторских студија, положила је у року све испите предвиђене планом и програмом, и постигла просечну оцену 9,4.

У звање истраживач сарадник изабрана је 2014. године на Институту за крмно биље у Крушевцу.

Учествовала је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ИИИ 46006), као и на Међународном пројекту финансираном од стране Норвешке владе под називом “Research, education and knowledge transfer promoting entrepreneurship in sustainable use of pastureland/grazing” (332160UÅ) и пројекту “Agricultural Adaptation to Climate Change – Networking, Education, Research and Extension in the West Balkan” (332160 UØ), у оквиру програма HERD (Programme for Higher Education, Research and Development).

До сада је објавила 40 научних радова и саопштења, има два рада у часописима са SCI листе, два рада у водећим часописима националног значаја, четири рада у часописима националног значаја, пет радова у научним часописима, 19 саопштења са међународног скупа штампано у целини, шест саопштења са националног скупа штампано у целини, два саопштења са скупа међународног значаја штампано у изводу и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу.

Говори енглески језик. Удата је, мајка једне девојчице.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Кристина Луковић

Број индекса 4-RA130057

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Карактеризација КГ-линија пшенице по морфолошким особинама и технолошком

квалитету зрна

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 07.09.2020.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Кристина Луковић

Број индекса 4-RA130057

Студијски програм Пољопривредне науке

Наслов рада **Карактеризација КГ-линија пшенице по морфолошким
особинама и технолошком квалитету зрна**

Ментор Др Славен Продановић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањења у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 07.09.2020.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Карактеризација КГ-линија пшенице по морфолошким особинама и

технолошком квалитету зрна

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- ③ Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 07.09.2020.

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

③. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.