



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



АЛЕКСАНДРА Д. САВИЋ

**ГЕНОТИПСКА И ФЕНОТИПСКА
ПРОЦЕНА КОЛЕКЦИЈЕ ПАСУЉА**

(Phaseolus vulgaris L.)

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

НОВИ САД, 2019



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



**Департман за ратарство и
повртарство**

**ГЕНОТИПСКА И ФЕНОТИПСКА
ПРОЦЕНА КОЛЕКЦИЈЕ ПАСУЉА**

(Phaseolus vulgaris L.)

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментори:
Проф. др Миодраг Димитријевић
др Мирјана Васић

Кандидат:
дипл.биол.-мастер Александра Савић

Нови Сад, 2019 године

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Александра Савић, дипломирани биолог-мастер
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	др Миодраг Димитријевић, редовни професор др Мирјана Васић, научни саветник
Наслов рада: НР	Генотипска и фенотипска процена колекције пасуља (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
Језик публикације: ЈП	Српски
Језик извода: ЈИ	Српски/Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2019.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Физички опис рада: ФО	(број поглавља 10/ страница 193/ табела 26/ графикона 24/ фотографија 14 / референци 223/ прилога 8)

Научна област: НО	Биотехничке науке
Научна дисциплина: НД	Генетика и oplemeњивање
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Пасуљ, фенотипска варијабилност, генотипска варијабилност, фазеолин, базична колекција
УДК:	579.253.2:582.736.3(043.3)
Чува се: ЧУ	Библиотека, Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Важна напомена: ВН	-

Извод:

ИЗ

У овој докторској дисертацији извршена је фенотипска и молекуларна процена 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад. Испитани материјал је обухватао сорте oplemeњене у три српска института, стране сорте и линије, као и локалне популације пасуља сакупљене на територији Републике Србије и околних земаља. Процена фенотипске варијабилности је обухватала испитивање особина одабраних на основу дескриптора, као и агрономски најзначајнијих особина пасуља. На основу типа фазеолина одређена је припадност генотипова андском или средњеамеричком центру порекла. Молекуларна карактеризација и испитивање структуре колекције пасуља извршена је применом 27 полиморфних микросателитних маркера. Генотипови пасуља, одабрани према приоритету у очувању регистровани су у EURISCO каталог биљних генетичких ресурса.

Средњи ниво фенотипске варијабилности утврђен је за описне особине одабране према дескриптору. Издвојене су особине са бољом моћи раздвајања, које ће послужити за будућу ефикасну процену већих колекција пасуља. Применом анализе хомогености генотипови су груписани у шест група, у складу са познатим обрасцима фенотипске варијације карактеристичним за центре порекла пасуља. Различити нивои варијабилности генотипова у погледу испитаних агрономских особина утврђени су у овом раду. Установљене су позитивне корелационе међузависности већине испитаних својстава. Крупноћа зрна је била у негативној корелационој вези са осталим компонентама приноса, изузев приносом по биљци. Анализом главних компоненти идентификоване су агрономски значајне особине које су највише допринеле варијацији генотипова испитане колекције пасуља. Генотипови су подељени у две групе (средњеамеричку и андску), које су се разликовале по комбинацији испитаних агрономских особина. Издвојени су генотипови у оквиру посебне подгрупе, чији је основ у андском центру порекла (андска подгрупа). Идентификација андске подгрупе указала је на постојање генотипова који према фенотипу представљају мешавину два центра порекла. Анализа груписања је у великој мери у сагласности са анализом главних компоненти.

Најбројнији су генотипови пасуља са Т типом фазеолина (65,5%), након чега следе генотипови са S типом (29,4%) и С типом (4,5%). Забележени удео типова фазеолина наводи на закључак да су генотипови пасуља анализирани у овом раду вероватно пореклом из земаља централне и западне Европе. Просечан број алела по локусу је износио 18, док је очекивана хетерозиготност била 0,81. Испитивањем генетичке

<p>структуре колекције пасуља применом микросателитних маркера, утврђена је подела генотипова у две групе, која је одговарала подели према припадности центру порекла. Међутим, генетичка варијабилност колекције је већим делом била условљена разликама између појединачних генотипова, него разликама између центара порекла. Идентификација андске подгрупе на фенотипском и молекуларном нивоу, као и потенцијалних хибрида, указује на податак да значајан део генотипова испитаних у овом раду представља извор нове варијације. Ова варијација је могла настати као резултат спонтане или планиране хибридизације генотипова из два различита центра порекла. Из фенотипски и молекуларно оцењене испитане колекције пасуља, формирана је базична колекција која обухвата 100% фенотипске и 82% алелне варијабилности основне испитане колекције пасуља. Овако формирана базична колекција представља основ за даља испитивања и оплемењивање.</p>	
<p>Датум прихватања теме од стране Сената:</p> <p>ДП</p>	<p>03.03.2016.</p>
<p>Датум одбране:</p> <p>ДО</p>	
<p>Чланови комисије:</p> <p>(име и презиме / титула / звање / назив организације / статус)</p> <p>КО</p>	<p>Ментор: др Миодраг Димитријевић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Нови Сад</p> <hr/> <p>Ментор: др Мирјана Васић, научни саветник, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад</p> <hr/> <p>Председник: др Софија Петровић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Нови Сад</p> <hr/> <p>Члан: др Милан Здравковић, научни саветник, Институт за земљиште, Београд</p> <hr/> <p>Члан: др Милка Брдар-Јокановић, виши научни сарадник, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад</p> <hr/>

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE

Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Aleksandra Savić, M. Sc.
Mentor: MN	Miodrag Dimitrijević, PhD, Full Professor Mirjana Vasić, PhD, Principal Research Fellow
Title: TI	Genotypic and phenotypic characterization of dry bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) collection
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina
Publication year: PY	2019
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Sq. Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Physical description: PD	10 chapters / 193 pages/ 26 tables/ 24 graphs/14 photos/ 223 references / 8 attachments
Scientific field SF	Biotechnical Sciences
Scientific discipline SD	Genetics and plant breeding
Subject, Key words SKW	Dry bean, phenotypic variability, genotypic variability, phaseolin, core collection
UDC	579.253.2:582.736.3(043.3)
Holding data: HD	Library of the Faculty of Agriculture, Novi Sad
Note: N	-
Abstract: AB	<p>This doctoral thesis deals with phenotypic and molecular evaluation of 177 dry bean genotypes. Analyzed genotypes are part of common bean seed collection of Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad. Tested material consisted of domestic and foreign cultivars and lines and local populations collected from the territory of Republic of Serbia and neighboring countries. Traits chosen from international descriptor list and main dry bean seed yield components were used in assessment of phenotypic variability. Affiliation to the gene pools, Mesoamerican or Andean, was determined based on phaseolin type. Molecular characterization considered the analysis of allelic variation at 27 polymorphic SSR loci. Dry bean genotypes with priority in conservation, were registered in EURISCO catalogue of plant genetic resources.</p> <p>Medium level of phenotypic variability was determined in studied dry bean collection, based on traits chosen according to descriptor list. Descriptive traits with better discriminating power were identified, proving useful in future assessment of larger collections. Tested genotypes were arranged in six groups, according to homogeneity analysis, which supported familiar patterns of phenotypic variation found in individual bean gene pools. Variation was recorded in studied dry bean seed yield components. Positive correlations were observed between majority of yield components. Seed weight was in negative correlation with other tested agronomical traits, except seed yield per plant. Dry bean yield components, which contributed greatly to the overall diversity, were identified using principal component analysis. Genotypes were separated in two groups which differed according to combination of agronomical traits (Mesoamerican and Andean). Additional group of genotypes was identified with the basis in Andean gene pool, named Andean subgroup. Cluster analysis was in accordance with principal component analysis.</p> <p>Majority of genotypes had T phaseolin type (65.5%), following with S (29.4%) and C (4.5%) types, indicating that origin of analyzed dry bean genotypes was from central and western Europe. Average number of 18 alleles per loci was detected, with average gene diversity of 0.81. In the analysis of microsatellite data, two groups were identified which corresponded to Mesoamerican and Andean gene pools. However, genetic variability of the collection was attributed to differences among individual genotypes, rather than differences between the centers of origin. Identification of Andean subgroup and potential hybrids between two gene pools, on both phenotypic and molecular level, indicated that significant proportion of studied genotypes</p>

in this dissertation represent sources of new variation. This variation could have been derived from spontaneous crossing or breeding of genotypes from two centers of origin. Core collection representing 100% of phenotypic and 82% of allelic diversity was developed from assessed genotypes, which would serve as a base for further research and breeding.

Accepted on Senate on: AS	03/03/2016
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p>Mentor: Miodrag Dimitrijević, PhD, Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p>Mentor: Mirjana Vasić, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad</p> <hr/> <p>President: Sofija Petrović, PhD, Full Professor Faculty of Agriculture, Novi Sad</p> <hr/> <p>Member: Milan Zdravković, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Soil Science, Belgrade</p> <hr/> <p>Member: Milka Brdar-Jokanović, PhD, Senior Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad</p> <hr/>

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	5
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	6
3.1. Порекло и одомаћење пасуља	6
3.2. Генетички ресурси пасуља и базичне колекције	10
3.3. Процена и коришћење генетичких ресурса пасуља	13
3.3.1. Пасошки подаци у коришћењу генетичких колекција	15
3.3.2. Дескриптори и фенотипска варијација у процени генетичких колекција	16
3.3.3. Протеински маркер, фазеолин, у карактеризацији генетичких колекција пасуља	19
3.3.4. Молекуларни маркери у процени разноврсности генетичких колекција	20
3.4. Хранљиви састав зрна пасуља	24
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	26
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД	27
5.1. Избор материјала и пољски оглед	27
5.2. Опис колекције генотипова пасуља према међународним дескрипторима и особинама од агрономског значаја	32
5.3. Молекуларна карактеризација	38
5.4. Хемијска анализа зрна пасуља	43
5.5. Статистичка обрада података	44
6. РЕЗУЛТАТИ	51
6.1. Пасошки подаци	51
6.2. Фенотипска варијација генотипова пасуља	53
6.2.1. Варијабилност и дистрибуција описних особина пасуља и анализа хомогености (НОМАЛС)	53
6.2.2. Агрономске особине	66
6.2.2.1. Основни статистички показатељи и анализа варијансе	66
6.2.2.2. Корелације	73
6.2.2.3. Анализа главних компоненти	74
6.2.2.4. Анализа груписања	78
6.2.3. Тип фазеолина	82
6.3. Генетичка дивергентност генотипова пасуља на основу алелне варијабилности микросателитних (SSR) маркера	86
6.4. Анализа генетичке структуре популације пасуља	88
6.5. Параметри генетичког диверзитета у подгрупама и анализа молекуларне варијансе	96
6.6. Базична колекција пасуља	97
6.6.1. Хемијске особине зрна базичне колекције пасуља (БК57)	104
7. ДИСКУСИЈА	113
7.1. Пасошки подаци	113
7.2. Фенотипска варијација генотипова пасуља и тип фазеолина	114
7.3. Генетичка варијабилност генотипова пасуља	125
7.4. Базична колекција пасуља	129
7.4.1. Хемијске особине зрна базичне колекције пасуља БК57	131
8. ЗАКЉУЧАК	133
9. ЛИТЕРАТУРА	136
10. ПРИЛОЗИ	155

Прилог 1. Пасошки подаци за испитане генотипове колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	155
Прилог 2. Фенотипске особине генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	173
Прилог 3. Једнодимензиона SDS-PAGE електрофореза протеина (фазеолина) зрна испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	178
Прилог 4. Подела генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада у групе на основу вероватноће припадности применом STRUCTURE анализе микросателитних локуса	182
Прилог 5. Подела генотипова стандарда у групе на основу вероватноће припадности применом STRUCTURE анализе микросателитних локуса	184
Прилог 6. Генотипови базичне колекције пасуља БК122 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	185
Прилог 7. Садржај протеина, воде, азота, фосфора, сумпора, калијума, гвожђа и цинка код 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	186
Прилог 8. Фотодокументација зрна 177 генотипова пасуља који се чувају у генетичкој колекцији Института за ратарство и повртарство из Новог Сада	188
БИОГРАФИЈА	193

1. УВОД

Пасуљ (*Phaseolus vulgaris* L.) је међу првим легуминозама у свету по привредном значају. Богат хранљиви састав, различити начини употребе и припреме (као свежа, конзервисана или смрзнута храна; махуне или зрно) чине га значајном пољопривредном културом у исхрани људи (Duranti, 2006). Пасуљ се гаји на пет континената, од 52° северне до 32° јужне географске ширине и на надморским висинама до 3000 m (Lioi and Piergiovanni, 2013). Често представља једини извор енергије и протеина за сиромашно становништво, док је у исхрани градског становништва значајан извор дијететских влакана (Vasić *et al.*, 2009; Loko *et al.*, 2018).

Врста *Phaseolus vulgaris* L. припада породици легуминоза (Fabaceae), роду *Phaseolus* (Сл. 1). То је породица биљака које образују махуне у којима се налази зрно богато протеинима. Оне везују атмосферски азот у симбиози са земљишним бактеријама (Kelly, 2010). Род *Phaseolus* обухвата око 70 врста пореклом из Средње и Јужне Америке, од којих је пет одомаћено (Freitag and Debouck, 2002). Пасуљ је економски најзначајнија одомаћена врста унутар овог рода. Остале четири врсте су *P. coccineus*, познат по свом црвеном цвету, *P. dumosus*, *P. acutifolius* (тепари пасуљ) и *P. lunatus* (лима пасуљ). *Phaseolus vulgaris* је генетички најсличнији врстама *P. coccineus* и *P. dumosus*, са којима може да се укршта. *Phaseolus vulgaris* L. и већина других гајених и дивљих врста рода *Phaseolus* имају $2n=2x=22$ хромозома. Пасуљ има један од најмањих генома у породици легуминоза са 635 mpb.

Унутар врсте *Phaseolus vulgaris* L. постоји изражена фенотипска варијабилност у погледу типа зрна (боја, облик, шаре на семењачи, крупноћа), махуна, хабитуса. Такође, постоји широк опсег толерантности према болестима и штеточинама, различито време сазревања и осетљивост на фотопериодску реакцију. Присуство овакве генетичке варијабилности оплемењивачи користе у циљу стварања нових, унапређених сорти (Kelly, 2010). Осим тога, примећени су изразити обрасци фенотипске варијације генотипова пасуља, зависно од припадности центру порекла (андском или средњеамеричком). Припадност центру порекла, као и правац распрострањења и одомаћености генотипова пасуља, одређује се на основу типа резервног протеина - фазеолина (Gepts *et al.*, 1986).



Слика 1. Шематски приказ махуна врсте *Phaseolus vulgaris* (Autor: Benary, Ernst (1876), извор: <https://www.rhsprints.co.uk/image/311077/benary-ernst-1819-1893-tab-vii>)

Пасуљ се у свету гаји на приближно 30 милиона хектара. Азија (8,8 милиона тона) и Северна и Јужна Америка (6,9 милиона тона) представљају највеће произвођаче пасуља. Африка и Европа прате азијски и амерички континент у производњи пасуља са 3,6 и 0,5 милиона тона годишње, према редоследу. Водеће земље у производњи пасуља у свету су Индија (3,3 милиона тона), Бразил (3 милиона тона), Мјанмар (2,1 милиона тона), Кина (1,5 милиона тона) и Сједињене Америчке Државе (1,2 милиона тона). У Европи, пасуљ се највише гаји у региону Медитеранског басена. У Србији се пасуљ гаји на око 18 хиљада хектара (FAOSTAT, 2015). Производња пасуља на Балкану, укључујући нашу земљу, одвија се на мањим површинама без наводњавања, у чистом усеву, са мало механизованих операција (Тодоровић и сар., 2008). Постоје разлике у захтевима произвођача и потрошача у погледу крупноће, боје и облика зрна (Singh, 1989). Захваљујући географском положају, присуству великог броја етничких група са различитим навикама у исхрани, агроколошким условима, као и укрштању трговачких путева и миграцијама становништва, дошло је до размене генетичког материјала, а самим тим и значајне разноликости унутар врсте *Phaseolus vulgaris* L. на овим

просторима (Vasić *et al.*, 2001). Од посебног су значаја локалне популације пасуља и бораније које се могу наћи у баштама кућа и мањим газдинствима (Savić *et al.*, 2014).

Међународна организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (*Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO*) дефинише биљне генетичке ресурсе као било који генетички материјал биљног порекла од стварног или могућег значаја за храну и пољопривреду. Старе и модерне сорте, локалне популације, оплемењивачке линије и дивљи сродници значајан су извор генетичке варијабилности, а широка генетичка варијабилност је основ за успешне програме оплемењивања као и за постизање адаптација на променљиве услове спољашње средине (Боројевић, 1981; Vasić *et al.*, 2008; Petrović and Dimitrijević, 2012). У највећем броју случајева, у пољопривредној производњи су у употреби савремене сорте које већ поседују добар генетички основ. Међутим, често нови циљеви оплемењивања укључују карактеристике које нису заступљене код постојећих сорти, као што су толерантност према болестима или специфични параметри квалитета (Васић и сар., 2013; Mallor *et al.*, 2018). Када се траже нови извори гена, проучавају се старије сорте које више нису заступљене у производњи, локалне популације и дивљи сродници.

У циљу очувања биодиверзитета, обезбеђења извора гена за оплемењивање биљака и широку производњу, организује се сакупљање, каталогизовање, чување и испитивање локалних популација, сорти, дивљих сродника и аутохтоних популација, те се формирају генетичке колекције (Petrović and Dimitrijević, 2012). Биљни генетички ресурси се сакупљају највише кроз обиласке терена, научне експедиције, али и разменом материјала са другим истраживачким центрима и земљама (Продановић и Шурлан-Момировић, 2006). Постоје три основна начина чувања биљних генетичких ресурса: (1) *In situ* – очување одомаћених и гајених врста у природној средини где су настале и на коју су се прилагодиле развојем специфичних карактеристика; (2) *Ex situ* – очување биљних генетичких ресурса изван њиховог станишта, у институцијама као што су банке гена, истраживачки центри, ботаничке баште, семенске компаније и друго; (3) *On farm* - на пољопривредном газдинству – односи се на очување биљних генетичких ресурса које користе произвођачи. Године 2001. донет је Међународни уговор о биљним генетичким ресурсима за храну и пољопривреду (*The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*) који заједно са Конвенцијом о биолошкој разноврсности (*The Convention on Biological Diversity*), има за циљ да обезбеди сигурност хране кроз очување, размену и одрживу употребу биљних генетичких ресурса за храну и пољопривреду, као и правилну расподелу користи која проистиче из њихове употребе.

Укупно 195 земаља света су потписнице овог уговора укључујући Србију. Процењује се да у свету има преко 7,5 милиона узорака биљних генетичких ресурса, од чега је свега 30% заиста различито. Стога, јавља се потреба за рационализацијом колекција гермплазме у свету. Документација и процена многих колекција је још увек непотпуна, а у случајевима и да постоје, подаци су тешко доступни (FAO, 2010). Испитивање колекција биљних генетичких ресурса најчешће се одвија комбинованом проценом фенотипске, биохемијске и молекуларне варијабилности садржане у њима (Продановић и Шурлан-Момировић, 2006).

Колекције генотипова пасуља у Србији формиране су у оквиру института у којима се врши оплемењивачки рад (Rosić i sar, 1970; Vasić *et al.*, 2009). У овим колекцијама се чува семе савремених и старих сорти, локалних популација сакупљених са простора Републике Србије и земаља у окружењу, као и узорци страних сорти и оплемењивачких линија. Генетичка колекција пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад садржи око 700 генотипова врсте *Phaseolus vulgaris* L.. Део узорака је добијен разменом материјала са другим институцијама у Србији, укључујући Институт за повртарство из Смедеревске Паланке и Агроинститут из Сомбора. Ради ефикаснијег коришћења овог материјала, неопходно је извршити испитивање и карактеризацију генотипова пасуља у колекцијама, систематизацију колекција, као и приказ по светским стандардима. Такође, потребно је, пратећим законским актима, регулисати заштиту, чување, употребу и промет биолошке разноврсности која представља ресурс од националног значаја. Како би се повећала видљивост српских колекција пасуља и омогућила размена генотипова са другим истраживачким центрима у свету, потребно је да се основна документација о сваком узорку региструје у европском каталогу о *ex situ* генетичким колекцијама културног биља у виду пасошких података (EURISCO, *European Search Catalogue for Plant Genetic Resources*).

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ овог истраживања је:

- формирање пасошке документације за 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад и регистровање дела генотипова у европски каталог биљних генетичких ресурса, EURISCO;
- оцена фенотипске варијабилности на основу дескриптора и агрономски значајних особина;
- утврђивање варијације фазеолина ради одређивања центра порекла колекционисаних узорака;
- молекуларна карактеризација генотипова пасуља применом микросателитних маркера;
- процена диверзитета и структуре испитане колекције пасуља применом одговарајућих статистичких метода;
- издвајање базичне колекције из фенотипски и молекуларно оцењене колекције пасуља;
- испитивање основних параметара квалитета зрна одабраних генотипова пасуља који су ушли у састав базичне колекције.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1. ПОРЕКЛО И ОДОМАЋЕЊЕ ПАСУЉА

Пасуљ води порекло из Средње и Јужне Америке, одакле се проширио на остатак америчког, али и остале континенте (Gepts and Bliss, 1988; Singh *et al.*, 1991). Сматра се да су се догодила два независна догађаја одомаћења пасуља, један у Средњој Америци, други у Андима. Ово је потврдио велики број аутора анализом фенотипа, фазеолина (резервног протеина семена) и употребом молекуларних маркера (Papa and Gepts, 2003; Blair *et al.*, 2006; Blair *et al.*, 2012). Наведена два догађаја адаптације довела су до настанка два велика генофонда (центра порекла), средњеамеричког и андског, између којих постоји географска и делимична репродуктивна изолација. Ово значи да укрштањем пасуља из два различита центра порекла може доћи до фенотипских абнормалности, укључујући смањење приноса у каснијим генерацијама (Gepts and Bliss, 1985; Angioi *et al.*, 2009).

У процесу одомаћења врсте *P. vulgaris* дошло је до промена на морфолошком и физиолошком нивоу, као што су промене у типу раста (прелазак биљака са неограниченог у ограничени тип раста), мировању семена (присутно или одсутно), осетљивости биљака на дужину осветљења, затим промене у облику, боји и величини зрна и механизмима расејавања (расипање или махуне које се не отварају). Све ове структурне и функционалне промене које постоје код највећег броја гајених култура чине их различитим од дивљих типова и омогућавају боље прилагођавање на агроекосистеме у којима се налазе (Papa *et al.*, 2006).

Пре одомаћења пасуља, дивљи *Phaseolus vulgaris*, који је већ био распрострањен од северног Мексика до северозападне Аргентине, разишао се на два велика екогеографска генофонда (центра порекла), од којих сваки има посебну дистрибуцију: од Мексика до Колумбије (средњеамерички) и од јужног Перуа до северозападне Аргентине (андски) (Gepts *et al.*, 1986; Koenig and Gepts, 1989). За неке дивље популације пореклом из Колумбије се сматра да се налазе на граници ова два центра порекла и да припадају области њиховог пресека (Papa and Gepts, 2003). Док су само два центра порекла призната код одомаћених популација, код дивљих форми је ситуација сложенија, са додатком трећег центра порекла, који се налази између северног Перуа и Еквадора (Debouck *et al.*, 1993). Варијетети пасуља пореклом из ова два центра се

разликују на основу фенотипа, агрономских особина, протеина семена, првенствено фазеолина, изозима, као и резултата различитих молекуларних анализа (Koeing *et al.*, 1990; Angioi *et al.*, 2009). Ово показује да је дошло до најмање два догађаја одомаћења на две различите хемисфере (Bitocchi *et al.*, 2012).

Након адаптације, популације пасуља из различитих центара порекла су подељене у четири средњеамеричке (*Durango, Jalisco, Mesoamerica, Guatemala*) и три андске (*Nueva Granada, Peru, Chile*) екогеографске подпопулације (Singh *et al.*, 1991; Beebe *et al.*, 2000a). Подела у ове подпопулације је извршена на основу фенотипа и агро-еколошких адаптација. Сорте из Средње Америке које припадају подпопулацијама *Durango, Jalisco* и *Mesoamerica* углавном имају ситно (маса 1000 зрна < 250 g) или зрно средње величине (маса 1000 зрна 250 - 400 g), док подпопулације *Nueva Granada, Peru* и *Chile* имају крупно зрно (маса 1000 зрна > 400g) (Singh *et al.*, 1991; Diaz and Blair, 2006; McClean *et al.*, 2018).

Неколико земаља је предложено за секундарне центре порекла врсте *P. vulgaris* L., укључујући земље западне Европе, Бразил, централно-источну и јужну Африку и Кину (Santalla *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 2008; Asfaw *et al.*, 2009; Burle *et al.*, 2010; Blair *et al.*, 2010; Angioi *et al.*, 2010, 2011).

Различити услови гајења, начини производње и захтеви произвођача у погледу одређеног типа зрна имали су значајну улогу у еволуцији и очувању варијације генотипова пасуља широм света. Та варијација се огледа у постојању различитих типова раста (од неограничених повијушних до ниских ограничених жбунастих), дужине вегетације (50 до 280 дана), крупноће зрна (од масе 1000 зрна < 150 g, до масе 1000 зрна > 600 g), боје и облика зрна и специфичним адаптацијама на услове спољашње средине. Ова варијабилност није распоређена насумично, већ постоје извесни обрасци у погледу фенотипске варијације генотипова пасуља везани за њихову географску распрострањеност (Singh, 1989).

Најзначајније одлике сваке сорте пасуља представљају крупноћа зрна, тип раста и дужина вегетације, које у великој мери условљавају разлике у приносу, чак и у најпогоднијим условима гајења. Од наведених особина, тип раста највише доприноси прилагођености биљака пасуља на различите услове гајења. Биљке пасуља, према типу раста, могу да се поделе у две подгрупе: (1) жбунасте пасуље - биљке са ограниченим усправним (*I* тип), неограниченим усправним (*II* тип) и неограниченим полупузавим стаблом (*III* тип) и (2) повијушне пасуље - биљке са неограниченим повијушним стаблом (*IV* и *V* типови). Evans (1976) наводи да је у процесу одомаћења пасуља дошло до

смањења броја генотипова са повијушним, а повећања са жбунастим типовима раста. Такође, повећала се крупноћа зрна. Утврђено је да се генотипови пасуља *I* типа гаје углавном у топлијим пределима и на нижим надморским висинама; генотипови *II* и *III* типа су чешћи у полусушним и топлијим пределима; а генотипови са *IV* и *V* типовима раста на вишим надморским висинама, на хладнијим висоравнима.

Типови фенотипске варијације пасуља су у вези са центром порекла, средњеамеричким и андским. Генотипови пореклом из средњеамеричког центра су углавном ситнозрни (маса 1000 зрна < 250 g) до средњекрупног зрна (маса 1000 зрна од 250 - 400 g), различитих боја и облика зрна, са свим наведеним типовима раста. Генотипови пасуља пореклом из андског центра се одликују средње крупним до крупним зрном (маса 1000 зрна > 400 g), различитим бојама и облицима зрна, као и присуством свих наведених типова раста. Сорте и локалне популације из различитих центара порекла се разликују по продуктивности и специфичним адаптацијама на услове гајења. Ситнозрни средњеамерички генотипови *II* и *III* типа раста су извор толерантности на сушу и болести, имају виши и стабилнији принос од средњекрупних и крупних андских, те су економичнији за производњу (Gepts and Bliss 1988). Насупрот томе, андски генотипови пасуља имају висок жетвени индекс, раније сазревају, могу поседовати позитивну корелацију крупноће зрна и приноса, али су осетљивији на високе температуре (Singh, 1989).

Распрострањење пасуља у Европи

Пасуљ је донет у Европу убрзо након Колумбовог путовања у Америку 1492. године (Zeven, 1997). Сматра се да су генотипови пасуља из два различита центра порекла стигли у Европу у различито време. Узорци пасуља донети након Колумбовог открића Америке већином су били средњеамеричког порекла, услед развијене трговине између Мексика, Карипских острва и Шпаније (Rodino *et al.*, 2006). Пизаровим одласком у Јужну Америку (данашњи Перу), првом половином XVI века, јавља се могућност да је пасуљ донет из тих крајева у Европу. Унутар Европе је дошло до брзе експанзије пасуља са Пиринејског полуострва. Први опис пасуља у европском хербаријуму (*European herbal references*, енг.) дао је Leonhard Fuchs (1542) у Немачкој, који је забележио у *De historia stripium* да пасуљ има повијушни тип раста, бео или црвен цвет и црвено, бело, беж или семе боје јетре, са или без тачака. Даљи опис дали су Roesslin (1550), Oellinger (1553) и Dodonaeus (1554), како је навео Zeven (1997).

Пасуљ је током XV и XVI века донет из Шпаније у Португалију, као резултат пораста трговине између ових земаља (Rodino *et al.*, 2001). Piergiovanni and Lioi (2010) наводе да је пасуљ био део исхране становништва Италије већ средином XVI века. Историјски документи указују да је семе пасуља пренето из Италије и Шпаније у Мађарску (Вагона, 2007). Почетком XVI века род *Phaseolus* је био распрострањен у медитеранском делу Европе и стигао је у турско-ирански центар почетком XVII века. Године 1669. пасуљ се гајио у већим размерама у холандској провинцији Zeeland (Van der Groen, 1669), а након 20 година Valvasor (1689) је забележио употребу ове биљке као варива у Словенији, како наводе Zeven (1997) и Maras *et al.* (2013). Даља дистрибуција пасуља у Европи одвијала се разменом семена међу произвођачима, што је било олакшано територијалном близином и еколошком сличношћу средина (Lioi and Piergiovanni, 2013).

Пасуљ је на Балканско полуострво стигао са две стране: из Турске (у Македонију и већи део територије данашње Србије) и из Италије и Француске (у Словенију, затим данашњи северни део Србије АП Војводину, и друге суседне земље, које су у то доба биле у саставу Аустроугарске) (Vasić, 2004). Из Турске су се проширили крупнозрни бели пасуљи, док су у северозападном делу Балканског полуострва бројнији пасуљи са обојеном семењачом и бораније (Rosić, 1954). Новија истраживања која су подразумевала молекуларну анализу 119 генотипова пасуља пореклом из пет република бивше Југославије, показала су да је пасуљ у регији западног Балкана највећим делом донет из Медитеранског басена (Maras *et al.*, 2015).

Након што су донети и раширени у Европи, генотипови пасуља, пореклом из оба америчка центра, прилагођени су на другачије услове спољашње средине и различите системе гајења. Ниво разноврсности утврђен употребом молекуларних маркера у испитивању колекција генотипова пасуља одомаћених у Европи, сличан је оном који постоји на америчком континенту (Angioi *et al.*, 2010). У Европи је дошло до укрштања генотипова пасуља пореклом из два различита примарна центра порекла услед одсуства географских баријера. Стога се сматра да су на овај начин настале нове рекомбинације гена у поређењу са онима које су постојале у примарном центру порекла. Исти аутори наводе да је преко 44% европских генотипова пасуља настало управо хибридизацијом генотипова из ова два велика центра порекла.

Комбинација особина које су својствене за сваки центар порекла појединачно представља одлику новонасталих, потенцијалних хибридних генотипова. Тако је утврђено да крупноћа зрна и особине семењаче имају тенденцију да варирају у

зависности од нивоа интрогресије. Примећено је да генотипови пасуља, настали укрштањем родитељских компоненти пореклом из андског и средњеамеричког центра, имају интермедијерну крупноћу зрна. То је уочено приликом поређења са чистим андским и средњеамеричким зрном, при чему су зрна потомстава укрштања андски \times средњеамерички, ситнија у односу на чисте андске, а средњеамерички \times андски, крупнија у односу на чисте средњеамеричке (Logozzo *et al.*, 2007). Локалне популације и сорте, које припадају различитим центрима порекла, имају другачији потенцијал за принос и специфичне адаптације на одређене услове гајења и производње. Zhang *et al.* (2008) сматрају да је откриће постојања хибрида посебно интересантно јер су ови генотипови одраз региона у којем се гаје и најбоље су адаптирани на еколошке услове који владају у њему. Европски генотипови пасуља је, из наведених разлога, од великог значаја за оплемењиваче који често имају за циљ да постигну рекомбинацију особина својствених за андски и средњеамерички центар појединачно (Santalla *et al.*, 2002).

3.2. ГЕНЕТИЧКИ РЕСУРСИ ПАСУЉА И БАЗИЧНЕ КОЛЕКЦИЈЕ

Генетички ресурси представљају комплекс локалних популација, оплемењивачких линија, савремених и старих сорти и дивљих сродника. Они су извор генетичке варијабилности коју оплемењивачи биљака користе у својим програмима са циљем добијања нових рекомбинација гена и побољшања особина гајених биљних врста (Лазић и сар., 2017; Dimitrijević *et al.*, 2011). Савремене сорте се налазе у широкој производњи и сматра се да поседују супериорне комбинације гена, те да се одликују високом продуктивношћу као и да су прилагођене на услове спољашње средине региона у којима се гаје (Димитријевић и Петровић, 2005). Оплемењивачке линије представљају генетички материјал развијен током дугогодишњег процеса, и одликују се пожељним комбинацијама или јединственим карактеристикама (Asquaañ, 2012).

Локалне популације су динамичне популације пољопривредних биљака карактеристичне за одређену екогеографску средину у којој се гаје дужи низ година. Прилагођене су на услове региона гајења, могу бити високо толерантне на патогене који постоје у том региону, те углавном имају стабилне приносе. Локалне популације могу да буду почетни материјал у оплемењивању или селекцији чистих линија. Осим тога, генотипови из другог производног региона (стране сорте, линије и локалне популације),

који нису прилагођени условима средине региона гајења, могу бити унети у генетичку колекцију и коришћени у оплемењивању.

Све већи проблем представља генетичка ерозија, односно смањење генетичког диверзитета гајених култура и дивљих врста. Она укључује смањење броја врста које се гаје, смањење разноврсности унутар саме врсте, односно губитак алела који представљају значајан извор варијабилности (Hillel and Rosenzweig, 2005). Неки од разлога појаве генетичке ерозије су промена начина гајења пољопривредних врста услед пораста људске популације и потребе за повећаном прозиводњом хране, прекомерна испаша, нестајање природних станишта, појава нових болести и штеточина (Petrović and Dimitrijević, 2012). У данашње време, највећи део човечанства у исхрани користи само 15 биљних врста које се гаје на великим површинама уз примену савремене агротехнике (Gepts, 2006). Локалне популације и старе сорте су замењене савременим сортама насталим оплемењивањем које су генетички уједначене. На овај начин дошло је до смањења генетичке варијабилности већине пољопривредних култура. Генетичке колекције пружају могућност да се спречи униформност настала као резултат гајења савремених сорти на великим површинама и да се прошири генетички основ биљних култура (Ascuaah, 2012). Чување материјала садржаног у генетичким колекцијама омогућава очување потенцијалних извора гена од интереса за бољу адаптацију на промењене биотичке и абиотичке услове средине (Koinange *et al.*, 1996).

Постоје три основна метода који омогућавају очување генетичких ресурса и спречавање губитка генетичке варијације унутар биљних врста. Први је *ex situ* (ван места) очување, који се састоји у чувању узорака гермплазме у специјализованим установама (банкама гена) али и колекцијама научних института (Plucknett *et al.*, 1987). На овај начин се спречава промена генетичке структуре тих узорака, као и њихово изумирање. За биљну врсту као што је пасуљ, укључујући и његове дивље сроднике, *ex situ* очување може да се спроведе чувањем семена током дужег периода на температури од -18°C .

У последње време све више пажње се посвећује другом методу, *in situ* (у месту) очувању, што се односи пре свега на дивље сроднике у природним стаништима, али и на гајене културе. Заснива се на одржавању екосистема као целине (Gepts, 2006). Вавилов (1926), руски агроном и генетичар, заслужан за идентификацију центара порекла културног биља, нагласио је да је генетички диверзитет гајених култура неједнако распоређен у свету. Сконцентрисан је у центрима диверзитета, који су често

и центри одомаћења, те се сматра да су управо ови центри порекла примарни циљеви за *in situ* очување (Harlan, 1971).

Трећи метод је очување на газдинству (*on farm*), и заснива се на томе да пољопривредни произвођачи одржавају генетичке ресурсе гајењем старих сорти или локалних популација, које уједно представљају значајан део њихове локалне културе. Очувањем генетичких ресурса на газдинству омогућено је да се њихов даљи развој одвија у средини где се од давнина гаје, или где услови одговарају гајењу оваквих популација.

Генетичке колекције рода *Phaseolus*, укључујући врсту *Phaseolus vulgaris*, представљају основни вид *ex situ* очувања. Формиране су са циљем да се омогући чување и испитивање генотипова похрањених у колекцијама, уз формирање детаљне пратеће документације, али и како би се олакшала расподела и коришћење материјала. Све ово има за циљ да се помогне научној заједници и оплемењивачима у послу унапређења квалитета и приноса ове гајене културе. Генетичке колекције распрострањене широм света укључују генотипове одомаћених и дивљих врста рода *Phaseolus*. Узорци семена су углавном доступни на захтев, у сврхе истраживања или оплемењивања (Lioi and Piergiovanni, 2013).

Према подацима Општег приступа генетичким ресурсима „*Genesys*“ (*the Global Gateway to Genetic Resources*), који представља светску мрежу информација о биљним генетичким ресурсима, регистровано је преко 83000 узорака пасуља из 183 државе, који се чувају у 63 институције широм света. Највећи број узорака чине локалне популације (око 61000), савремене сорте (преко 8000), оплемењивачки материјал (преко 2000) и дивље форме (преко 1500) (Bellucci *et al.*, 2014).

Највећа и најразноврснија колекција пасуља на свету налази се у банци гена Међународног центра за тропску пољопривреду у Калију, Колумбија (*CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical*). Ова банка гена припада Саветодавној групи за међународна пољопривредна истраживања (*CGIAR – Consultative Group for International Agricultural Research*) и у њој се чува око 36000 узорака *Phaseolus spp.* из 109 земаља света. Највећи део ове колекције чине узорци пореклом из Мексика, Перуа, Колумбије и Гватемале, али се тамо налази и значајан део генотипова из Европе и Африке, и мањим делом из Азије. Друга по величини, је колекција која је део Министарства пољопривреде Сједињених Америчких Држава, Пољопривредне истраживачке службе у Вашингтону (*USDA – ARS, United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service*) са 15000 узорака пасуља.

Најбројније колекције рода *Phaseolus* у Европи се чувају у Leibniz – Институту за биљну генетику и истраживања пољопривредног биља (*IPK- Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung*; Гатерслебен, Немачка) са 9000 узорака и Н.И. Вавилов истраживачком институту за биљну производњу (*ВИР -Всероссиискии инстиут генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилов, Русија*) са око 6000 узорака. Мање колекције генотипова пасуља се налазе широм света у институтима и семенским компанијама.

Како би се омогућила ефикаснија употреба генетичких ресурса, формиране су базичне колекције за многе биљне врсте, укључујући пасуљ (Frankel and Brown, 1984; Logozzo *et al.*, 2007). Према дефиницији коју је дао Brown (1995), базична колекција је одабрана и ограничена група (10-30% укупне колекције) узорака узетих из постојеће генетичке колекције тако да представља генетички спектар који подразумева што већу разноврсност. Прављење базичних колекција је предложено са циљем решавања проблема великих колекција који укључују детаљну карактеризацију и процену великог броја узорака, као и одабир најпогоднијих кандидата за даљи рад у оплемењивању и истраживању. Базичне колекције би требало да олакшају све наведене процесе (Gepts, 2006).

Формирањем базичних колекција, оплемењивачима и истраживачима би се омогућио једноставнији рад са мањим бројем узорака, које би могли да користе у потрази за новим карактеристикама и комбинацијама својстава, као и да врше њихову даљу процену (Rao, 2004). Бројни су примери формирања базичних колекција пасуља које обухватају део узорака који се чувају у банкама гена или другим генетичким колекцијама. Тако су Rodino *et al.* (2003), Logozzo *et al.* (2007), Maras (2007) и Paredes *et al.* (2010) формирали базичне колекције пасуља на основу фенотипских, биохемијских и молекуларних процена великих генетичких колекција.

3.3. ПРОЦЕНА И КОРИШЋЕЊЕ ГЕНЕТИЧКИХ РЕСУРСА ПАСУЉА

Идентификација генетичке варијације присутне у колекцијама генотипова гајеног биља значајна је за њихову употребу и одржавање (Rao, 2004). Комбиновањем података добијених на основу фенотипске, биохемијске и генотипске процене колекција може се ефикасно извршити карактеризација оваквог материјала.

У испитивању генетичког диверзитета унутар колекција генотипова полази се од мерења варијације карактеристика, као што су боја цвета, тип раста, боја и облик зрна, и друге квалитативне и квантитативне особине. Фенотипска карактеризација често укључује биохемијске параметре, најчешће електрофоретски профил протеина и ензима зрна. У карактеризацију колекција генотипова одавно су укључене и технике засноване на испитивању варијабилности на нивоу ДНК употребом молекуларних маркера. Њима се идентификује полиморфизам представљен разликама у кратким секвенцама ДНК (Anumalla *et al.*, 2015). С обзиром на то да код пасуља постоје два центра порекла, испитивање колекција генотипова требало би да укључује узорке из оба центра, како би се добила што вернија слика о варијацији унутар колекција (Lioi and Piergiovanni, 2013).

Lioi *et al.* (2012) и Mercati *et al.* (2013) су употребом фенотипских, биохемијских и молекуларних маркера испитали ниво генетичке варијабилности међу локалним популацијама сакупљеним на Сицилији и Калабрији у Италији, чиме су добили детаљну слику о фенотипској и генотипској варијабилности испитаног материјала. Они су комбиновали микросателитне маркере, облик, боју и крупноћу зрна, као и тип резервног протеина фазеолина.

Испитивање колекција локалних популација пасуља, сакупљених са различитих италијанских пољопривредних газдинстава и локалних пијаца, спроведено је на Департману за примењену биологију у Перуђи. Током сакупљачких експедиција су бележени подаци о газдинству, употреби, локалном називу популација, пореклу семена и начину гајења, као и географске координате. Извршена је фенотипска, биохемијска и молекуларна анализа 146 локалних популација како би се утврдило њихово порекло, генетичка варијабилност и структура колекција, а у циљу олакшања њиховог чувања и употребе (Raggi *et al.*, 2013). Ови резултати могу бити од користи код *ex situ* очувања генотипова у банкама гена, али и приликом регистрације испитаних и окарактерисаних узорака у Европском каталогу пасуља, што би требало да омогући комерцијалну употребу семена. Слично истраживање су урадили Zeven *et al.* (1999) у Холандији, као и Rivera *et al.* (2013) у Каталонији.

Испитивањем генотипова пасуља са територије Републике Србије, до сада је урађена фенотипска и биохемијска процена варијабилности појединих сорти и ограниченог броја локалних популација. Првенствено су анализиране особине зрна, тип резервног протеина фазеолина и најзначајније агрономске особине (Vasić, 2004; Nikolić *et al.*, 2007; Maras *et al.*, 2015).

3.3.1. ПАСОШКИ ПОДАЦИ У КОРИШЋЕЊУ ГЕНЕТИЧКИХ КОЛЕКЦИЈА

Чување узорака биљног материјала *ex situ* у банкама гена или генетичким колекцијама истраживачких институција, представља најзначајнији и најраспрострањенији вид очувања биљних генетичких ресурса. У овим колекцијама се одржава диверзитет пољопривредних култура и њихових дивљих сродника, безбедан од потенцијалних опасности, као што су губитак станишта или климатске промене. Истовремено, генетичке колекције представљају извор из ког истраживачи и оплемењивачи потражују узорке са особинама од значаја за оплемењивање. Основна улога генетичких колекција и банака гена јесте да олакшају употребу генетичке варијабилности која постоји у колекционисаним и очуваним генотиповима. Основни подаци и документација о узорцима у колекцији треба да постоје како би генетичка варијабилност садржана у њима могла да се искористи. Тако корисници биљних генетичких ресурса могу да донесу одлуку у погледу избора узорака који ће бити укључени у истраживања и програме оплемењивања (Rubenstein *et al.*, 2006).

У последњих неколико деценија, установљена је детаљна документација о сваком узорку који се чува у генетичким колекцијама пољопривредних биљака (van Dooijewert and Menting, 2008). Пасошки дескриптори за већи број пољопривредних биљака (*Multi Crop Passport Descriptors, MCPD*), FAO/IPGRI 2001 развијени су са циљем да помогну стандардизацији података и њиховој размени. Прво издање наведеног документа је побољшано 2012. године (*MCPD V.2*). Ова листа дескриптора, коју су заједно развили *Bioversity International* и *FAO*, у широкој је употреби и сматра се међународним стандардом за олакшану размену пасошких података о биљним генетичким ресурсима, као и самих генетичких ресурса.

Пасошки подаци укључују основне информације које су забележене током сакупљања узорака или информацију коју је обезбедио пошиљалац узорка. Међу значајније пасошке податке убрајају се: место колекционисања, датум сакупљања, географске координате и статус узорка у колекцији (дивљи сродник, локална популација, сорта). Сакупљају се и подаци о искуствима, употреби и начину гајења датог узорка. Пасошки подаци су од фундаменталног значаја за ефикасну употребу и управљање генетичким колекцијама, олакшавају груписање узорака, идентификацију присутне варијабилности, као и недостајућих узорака у њима (Hazekamp, 2002). Имају значајну улогу у враћању врста у њихова природна станишта у случају природних непогода.

Банке гена и научне институције широм Европе прилажу пасошке податке о узорцима генетичких колекција пољопривредних биљака у Европски каталог података биљних генетичких ресурса, назван EURISCO (*European Search Catalogue for Plant Genetic Resources*). EURISCO се заснива на мрежи националних инвентара генетичких колекција земаља чланица, те представља значајну меру очувања светског агробiodиверзитета, тако што обезбеђује информације о генетичкој варијабилности пољопривредних биљака. Узорак није могуће наручити из EURISCO каталога, већ се они потражују од институција које су приложиле податке. EURISCO повећава видљивост националних колекција и олакшава размену узорака у њима.

Тренутно је у EURISCO бази регистровано око 46620 генотипова врсте *Phaseolus vulgaris* L. пореклом из 30 земаља. Податке о највећем броју генотипова пасуља су приложиле институције из Немачке (8412 генотипова), Русије (6394 генотипова), Мађарске (4270 генотипова) и Бугарске (3247 узорака). Бивше чланице СФР Југославије су такође дале свој допринос, од чега је 90 генотипова пасуља пореклом из генетичких колекција Босне и Херцеговине, 53 из Македоније и 12 из Хрватске. Пасошки подаци о генотиповима српских колекција пасуља још увек нису приложени у EURISCO базу (<https://eurisco.ipk-gatersleben.de>).

3.3.2. ДЕСКРИПТОРИ И ФЕНОТИПСКА ВАРИЈАЦИЈА У ПРОЦЕНИ ГЕНЕТИЧКИХ КОЛЕКЦИЈА

Испитивање варијабилности генотипова садржаних у колекцијама пољопривредних биљака, као и њихова употреба и одржавање, заснива се на комбинованој примени фенотипских и молекуларних маркера (Brown *et al.*, 1997). Описивање на фенотипском нивоу је један од основних начина утврђивања разлика између генотипова у колекцијама (Anumalla *et al.*, 2015). Подаци овог типа дају информације о ботаничким карактеристикама генотипова, које могу имати и агрономски значај. Листе дескриптора обезбеђују упутства за стандардизован опис генотипова у колекцијама. Укључују основне особине, карактеристичне за одређену биљну врсту, методе мерења или описивања тих особина, као и начин документовања добијених података. Циљ стандардизације је повећана размена информација, боља комуникација међу корисницима биљних генетичких ресурса и њихово коришћење. Појам дескриптора се односи на испитану особину или мерљиво својство код одређеног генотипа, који се чува у банци гена или генетичкој колекцији.

Особине које се испитују на основу дескриптора деле се на квалитативне и квантитативне, у зависности од тога да ли се описују или мере, односно на који начин се наслеђују. Код дисконтинуелне (квалитативне) варијације ради се о сврставању генотипова у фенотипске класе. Такве особине су под контролом једног или неколико гена (Махајан *et al.*, 2002). Квалитативне особине које се испитују код пасуља су особине листа, цвасти, цвета, незреле махуне, зреле махуне и особине зрна (Shalch and De la Rosa, 2001). Када особина варира континуално ради се о квантитативној варијацији. Такве особине су под контролом великог броја гена, приликом чега сваки доприноси укупној фенотипској варијацији. Код пасуља, најчешће испитивана квантитативна својства су дужина вегетације, принос и компоненте приноса (број махуна по биљци, број зрна по биљци, број зрна по махуни и маса 1000 зрна).

Најзначајније листе дескриптора за испитивање врсте *Phaseolus vulgaris* L. развили су: 1. Савет за заједничку економску помоћ (*Council for Mutual Economic Aid, COMECON*); 2. Међународни одбор за биљне генетичке ресурсе (*International Board for Plant Genetic Resources, IBPGR*, касније *IPGRI*, а сада *Bioversity International*); 3. Биолошка мисија Галиције (*Mision Biologica de Galicia, MBG-CSIC*); 4. Национални центар за биљне генетичке ресурсе (*Centro Nacional de Recursos Fitogeneticos, CRF-INIA*); 5. Међународна заједница за заштиту нових биљних сорти (*International Union for the Protection of New Varieties of Plantas, UPOV*); 6. Министарство пољопривреде Сједињених Америчких Држава.

Међу наведеним системима дескриптора за пасуљ, најчешће су у употреби дескриптори које су развили *Bioversity International* и *UPOV*. Прва група дескриптора се користи за карактеризацију дивљег материјала и локалних популација, а друга за сорте које су заступљене у широкој производњи (Foschiani *et al.*, 2009). *Bioversity International* дескриптори имају за циљ да олакшају опис, карактеризацију и употребу биљних генетичких ресурса за које се сматра да поседују значајан ниво генетичке варијабилности. За разлику од њих, *UPOV* дескриптори првенствено треба да послуже као помоћ у испитивању и регистрацији нових биљних сорти, као и заштиту права оплемењивача. Сорте се испитују у погледу различитости, униформности и стабилности употребом *DUS (Distinctness, Uniformity and Stability)* тестова (Shalch and De la Rosa, 2001).

Различите листе дескриптора подразумевају испитивање различитог броја особина. Међутим, услед великог броја генотипова који се налазе у генетичким колекцијама и потребе за њиховим испитивањем у пољским условима, предлаже се испитивање што мањег броја особина. Како би се решио проблем истовременог

испитивања великог броја генотипова уз коришћење великог броја дескриптора, развијен је Скраћени дескриптор за пасуљ (*Key access and utilization descriptors for bean genetic resources*, 2009. *Bioversity International*, Рим (Италија); *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*) од стране *Bioversity International*-а. Према узору на потпуну листу дескриптора за пасуљ „*Phaseolus vulgaris* дескриптора“, коју је издао *IBPGR* 1982. године, извршено је поређење и хармонизација листе са минималном групом дескриптора садржаном у „Дескрипторима за *Phaseolus*“ (USDA, ARS, GRIN), техничком упитником који је саставио *UPOV* (2005), „Приручником за процену гермплазме пасуља (PHASELIEU)“ (De la Cuadra *et al*, 2001) и „Стандардним системом за процену гермплазме пасуља“ (van Schoonhoven and Pastor-Corrales, 1987), из чега је проистекао Скраћени дескриптор. Списак се састоји од основних особина за карактеризацију и процену биљака пасуља. Употребом овако хармонизоване групе дескриптора, постиже се олакшана карактеризација генетичких колекција пасуља, као и њихово коришћење.

Многи аутори су вршили процену фенотипске варијације генетичких колекција пасуља. Тако су Zeven *et al.* (1999) испитали 40 генотипова пасуља базичне колекције ограниченог жбунастог типа раста из Холандије, заједно са 117 локалних популација. Испитивање је вршено на основу 14 квалитативних и квантитативних показатеља. Испитани материјал је, на основу анализираних особина, подељен према припадности андском или средњеамеричком центру порекла, а идентификовани су и хибриди између њих.

Meza *et al.* (2013) су спровели карактеризацију 300 генотипова пасуља сакупљених широм Хондураса. Испитане су 32 особине на основу дескриптора за пасуљ. Генотипови су груписани у класе, при чему је утврђена значајна разноврсност међу узорцима. Casquero *et al.* (2006) су извршили процену 91 локалне популације пореклом из Шпаније анализом 14 агрономских особина. На основу тога су одабране родитељске компоненте за укључење у програме оплемењивања. Vozoglu and Sozen (2006) су испитали 400 генотипова пасуља из Турске на основу хабитуса, боје и облика зрна, као и основних компоненти приноса. Као резултат, извршена је стратификација испитане колекције, те су издвојене локалне популације са пожељним карактеристикама за оплемењивање.

3.3.3. ПРОТЕИНСКИ МАРКЕР, ФАЗЕОЛИН, У КАРАКТЕРИЗАЦИЈИ ГЕНЕТИЧКИХ КОЛЕКЦИЈА ПАСУЉА

Протеини семена и изозими (форме ензима које се разликују у аминокиселинским секвенцама, али каталишу исту хемијску реакцију) представљају значајну компоненту многих пољопривредних биљака, укључујући пасуљ. Анализом варијације њихових типова може се добити информација о генетичком диверзитету унутар врсте. Електрофоретска анализа протеина семена се показала као значајан метод у праћењу еволуције гајених биљних врста (Gepts, 1988).

Фазеолин је главни резервни протеин зрна врсте *Phaseolus vulgaris* L., који припада 7S фракцији глобулина (Ma and Bliss, 1978). Фазеолин је први пут детектован код сорте Тендергрин, употребом електрофоретских и имунолошких техника (Sun *et al.*, 1978). Варијабилност фазеолина је коришћена као еволуциони показатељ одомаћења пасуља у центрима порекла и његовог даљег ширења. Сваки електрофоретски профил субјединица фазеолина је резултат серије сложених догађаја на молекуларном нивоу (Brown *et al.*, 1981).

Фазеолин је кодиран групом гена који су настали дупликацијама од предачког гена. Разлике у секвенцама које постоје између ових гена, као и посттранслационе модификације доводе до стварања разлика у молекулској маси и изоелектричној тачки између полипептида фазеолина којих има од 2 до 6. Ово условљава постојање различитих типова фазеолина код различитих генотипова пасуља (Gepts and Bliss, 1985). Фазеолин даје значајну ботаничку и историјску информацију услед свог полиморфизма, фенотипске стабилности у условима варијације чинилаца спољне средине и биохемијски сложеним карактеристикама.

Gepts and Bliss (1985) и Koenig *et al.* (1990) су праћењем праваца одомаћења и ширења генотипова пасуља, утврдили присуство два основна типа фазеолина код гајених пасуља: *S* и *T*, као и четири мање заступљена – *A*, *B*, *C* и *H*. У средњеамеричком генском фонду, доминантан је *S* тип (*Sanilac*), док узорци пасуља из андског генофонда имају *T* (*Tendergreen*), *C* (*Contender*) и *H* (*Huevo de huanchaco*) типове (Koenig and Gepts, 1989). Тип *I* (*Inca*) је нађен код генотипова пасуља у оквиру посебног, трећег генофонда, између Еквадора и северног Перуа (Debouck *et al.*, 1993). Утврђено је да се и узорци самониклог пасуља из различитих географских подручја разликују на основу типа фазеолина. У Средњој Америци, дивље форме имају *S* тип, који је описан и у сортама пореклом из исте географске области, као и *M* (*Middle America*) тип, који није примећен

код гајених пасуља. Самоникли пасуљи пореклом из Колумбије имају *C*, *H* и *B* (*Boyaca*) типове, док у јужним Андима (Перу и Аргентина) дивље форме имају само *T* тип, који постоји и код гајеног пасуља (Ma, 1977; Brown *et al.*, 1981). Поред тога, *C*, *H* и *A* (*Ayacucho*) типови фазеолина су нађени међу локалним популацијама у Андима (Gepts, 1988).

Ван центара порекла, удео генотипова пасуља пореклом из средњеамеричког и андског центра варира између различитих земаља и континената. Испитивањем типа фазеолина широм света, утврђена је доминантност андског типа (*T* и *C*) (Gepts and Bliss, 1988; Singh *et al.*, 1991; Santalla *et al.*, 2002; Rodino *et al.*, 2006; Choudhary *et al.*, 2018). Анализом европске колекције, која је обухватала генотипове пасуља пореклом из западне и централне Европе (Француска, Шведска, Аустрија), 72% генотипова је садржало *T* тип, 21% *S* тип и свега 7% *C* тип фазеолина (Maras *et al.*, 2013). Rodino *et al.* (2003) и Lioi *et al.* (2005) наводе да генотипови пасуља пореклом из држава које се налазе у региону Медитерана, укључујући Пиринејско полуострво и Италију имају знатно већи удео *C* типа фазеолина. Са друге стране, заступљеност генотипова пасуља са *S* типом се повећава у југо-источном делу Европе (Грчка, Кипар и Турска).

Посматрајући друге континенте и државе, генотипови средњеамеричког порекла преовладавају у кинеској и бразилској колекцији пасуља (Zhang *et al.*, 2008; Burlle *et al.*, 2010). У Африци, генотипови из оба центра порекла су подједнако заступљени, иако на нивоу појединачних држава постоје разлике. У Етиопији и Руанди су доминантни пасуљи средњеамеричког типа, а обрнута ситуација је у Кенији и источној Африци (Asfaw *et al.*, 2009; Blair *et al.*, 2010; Gepts and Bliss, 1988, по редоследу).

Испитивањем типа фазеолина код 15 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада, који су укључивали домаће и стране сорте и локалне популације, утврђено је преовладавање *T* типа (андски центар), у односу на *S* тип (средњеамерички центар) (Nikolić *et al.*, 2007). Savić *et al.* (2014) су добили сличне резултате испитивањем 21 узорка пасуља и 13 узорака бораније сакупљених на територији југозападне Фрушке горе.

3.3.4. МОЛЕКУЛАРНИ МАРКЕРИ У ПРОЦЕНИ РАЗНОВРСНОСТИ ГЕНЕТИЧКИХ КОЛЕКЦИЈА

Молекуларни маркери су делови ДНК молекула, који су у вези са одређеним локусом или својством од интереса. Могу бити део самог гена (кодирајућег) или

некодирајућег дела генома и њихово место на хромозому је познато. Молекуларним маркерима се утврђује генетичка варијација (полиморфизам), начини наслеђивања особина, мапирање генома, генетичка структура популације, али имају улогу и у оплемењивању (Hayward *et al.*, 2015). Одликују се полиморфизмом у локусима ДНК, који је много већи у односу на изозиме и резервне протеине семена. Молекуларни маркери се користе за детаљнију процену нивоа диверзитета у генетичким колекцијама пољопривредног биља (Lioi and Piergiovanni, 2013; Vidak *et al.*, 2017).

Молекуларни маркери се могу поделити у две групе: 1) кодоминантни маркери: *RFLPs* (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) и микросателити (*SSR*, *Simple Sequence Repeats*); 2) доминантни маркери: *AFLPs* (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) и *RAPD* (*Random Amplified Polymorphic DNA*) (Acquaah, 2012). Кодоминантни маркери омогућују детекцију обе алелне варијанте једног локуса, као и одређивање учесталости алела датог локуса на нивоу испитиваног узорка. Омогућују разликовање хетерозиготних од хомозиготних индивидуа. Доминантни маркери омогућују детекцију једног алела у већем броју локуса, при чему разликовање хетерозигота од хомозигота није могуће. Продукти се детектују у виду присуства или одсуства фрагмента. Друга подела молекуларних маркера заснива се на методу за утврђивање полиморфизма ДНК: 1) хибридизација између пробе и хомологих сегмената ДНК (*RFLP*), 2) ланчана реакција полимеразе – *Polymerase Chain Reaction – PCR* (*RAPD*, *AFLP*, *SSR*) и 3) секвенционирање (*SNP - Single Nucleotide Polymorphism*). Пожељна својства молекуларних маркера, осим тога што је маркер селекционо неутралан, укључују и висок степен полиморфизма, кодоминантно наслеђивање, дистрибуцију широм генома, мале трошкове примене, поновљивост резултата и добијање информација за кратко време (Mondini *et al.*, 2009).

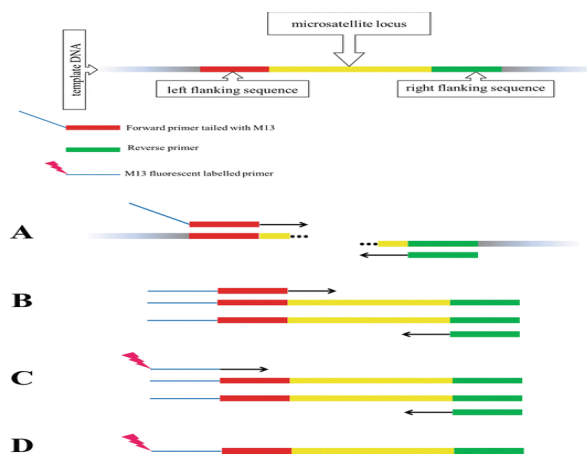
Молекуларни маркери су коришћени за карактеризацију генетичких колекција пасуља из различитих делова света (Lioi *et al.*, 2005, Ocampo *et al.*, 2005, Svetleva *et al.*, 2006, Šuštar-Vozlić *et al.*, 2006, Mavromatis *et al.*, 2010).

Микросателити (Simple Sequence Repeats, SSR)

Микросателити су кратке секвенце ДНК молекула које се састоје од тандемских поновљивих јединица нуклеотида, дужине 1-6 базних парова, и заступљени су у свим до сада испитиваним прокариотским и еукариотским геномима (Zane *et al.*, 2002). За микросателите је карактеристично да су широко заступљени у геному, да су присутни у

кодирајућим и некодирајућим регионима ДНК, али са већом учесталошћу у некодирајућим регионима. Могу да се поделе на ди-, три-, тетра- или огинуклеотиде, на основу броја нуклеотида по поновљивој секвенци. Динуклеотидни и тринуклеотидни поновци се најчешће јављају у кодирајућим регионима ДНК многих врста, док су у некодирајућим регионима заступљенији поновци са више нуклеотида (Kalia *et al.*, 2011).

Микросателитни маркери се одликују високим нивоом полиморфизма, услед разлика у броју тандемских поновака унутар микросателитног региона (различите алелне варијанте). Оне настају као резултат високе стопе мутација у овим деловима ДНК молекула, неједнаког кросинговера али и грешака у току репликације ДНК молекула, услед проклизавања полимеразе и изостанка механизма отклањања грешака (Asquaañ, 2012). Алелна варијабилност се може детектовати путем ланчане реакције полимеразе (*PCR*) којом се омогућава селективно умножавање одређеног фрагмента ДНК. Секвенце ДНК молекула које су комплементарне регионима који окружују микросателите користе се као прајмери. Разлог томе је што су управо ти региони микросателита очувани (конзервирани) у оквиру индивидуа исте врсте (Сл. 2). Прајмер је неопходан за умножавање одговарајућих делова ДНК из разлога што ДНК полимеразе, ензими катализатори ланчане реакције полимеразе, могу да додају нове нуклеотиде само на већ постојеће ланце ДНК.



Слика 2. Дизајнирање прајмера за *SSR* локусе (Извор: Onysk and Wozzkowska, 2017)

PCR се одвија током неколико циклуса, приликом чега се сваки циклус састоји из три фазе: 1) денатурација ДНК молекула, 2) везивање прајмера и 3) екстезија. У фази денатурације раскидају се водоничне везе дволанчане ДНК и као резултат добијају се једноланчани ДНК молекули. У другој фази прајмер претражује цео геном и везује се за циљну секвенцу својим 5' крајем на одговарајућем ДНК ланцу, коју проналази у низу

нуклеотида. Прајмери служе као граничници секвенце која се копира. У фази екстензије, ДНК полимеразе синтетише комплементаран ланац циљне секвенце користећи слободне нуклеотиде из смеше *PCR* реакције.

Микросателити имају вишеструку улогу у геному, укључујући утицај на организацију хроматина, регулацију активности гена, улогу у рекомбинацији и репликацији ДНК. Микросателити (*SSR*) су значајни у испитивању генетичких колекција пољопривредног биља захваљујући високом степену варијабилности, мултиалелној природи, кодоминантном наслеђивању, поновљивости резултата, покривености целог генома и познатом месту на хромозому (Parida *et al.*, 2009). Одређивањем нивоа генетичке варијације присутне у колекцијама гермплазме, утврђивањем генетичке сличности или различитости међу испитаним узорцима, олакшава се одабир родитељских компоненти за укрштање, класификација узорака у колекцијама, као и даље одржавање и прикупљање нових узорака (Kalia *et al.*, 2011). Друге примене микросателита налазе се у анализи родослова, маркер помогнутој селекцији, испитивању еволутивних процеса, мапирању локуса за квантитативна својства (*Quantitative Trait Loci, QTL*) и друго.

Преко 2000 микросателитних маркера је развијено за пасуљ (Gaitan-Solis *et al.*, 2002; Blair *et al.*, 2003; Muller *et al.*, 2014). Коришћени су за конструкцију генетичке мапе, процену нивоа варијабилности и груписање и стратификацију узорака садржаних у генетичким колекцијама пасуља (Blair *et al.*, 2003; Angioi *et al.*, 2009, 2010; Perez-Vega *et al.*, 2009).

Тако су Blair *et al.* (2009) испитали 604 генотипа пасуља садржана у генетичкој колекцији пасуља *CIAT*-а, употребом 36 микросателитних маркера. Поред утврђивања нивоа генетичке варијабилности, одредили су и припадност узорака средњеамеричком и андском центру порекла. Слично томе, Blair *et al.* (2010) су употребом 30 микросателитних маркера испитали генетички диверзитет колекције од 365 генотипова пореклом из регије Великих језера у Централној Африци, након чега су извршили груписања узорака. Negri and Tosti (2002), Lioi *et al.* (2005), Angioi *et al.* (2009) су спровели слична истраживања на колекцијама пасуља из Италије. Coelho *et al.* (2009) и Gomez *et al.* (2005) су ова истраживања урадили на узорцима из Португалије и Никарагве.

Maras *et al.* (2015) су испитали ниво генетичког диверзитета између 119 генотипова пасуља, пореклом из пет бивших југословенских република (западни Балкан) употребом 13 микросателитних маркера. Од 119 узорака, 30 припада колекцији

пасуља из Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. Издвојиле су се четири групе узорака (из Србије, Хрватске, Босне и Херцеговине и Словеније) које су испољиле сличан ниво генетичког диверзитета (очекивана хетерозиготност око 0,7) док су узорци пореклом из Македоније имали нижи ниво варијабилности (очекивана хетерозиготност око 0,6), али највећи број јединствених алела.

3.4. ХРАНЉИВИ САСТАВ ЗРНА ПАСУЉА

Пасуљ (*Phaseolus vulgaris* L.) је једна од најзначајнијих легуминоза за људску исхрану у свету (Guzman-Maldonado *et al.*, 2000). Зрно пасуља у просеку садржи 8-10% влаге, 15-30% протеина, 50-60% укупних угљених хидрата, 3-5% влакана и 3-4% пепела. Дobar је извор многих витамина и минерала, а садржи и мали ниво натријума (Sathe, 2002). С обзиром на то да представља извор протеина који су јефтинији у односу на протеине животињског порекла, пасуљ је значајан у исхрани становништва земаља у развоју, али и у исхрани вегетаријанаца.

Исхрана богата пасуљем је значајна са здравственог становишта, јер доводи до смањења нивоа холестерола, обољења срца, испољава корисне ефекте у борби против рака, дијабетеса и гојазности (Paredes *et al.*, 2009). Пасуљ је значајан извор биоактивних материја, укључујући лектине и фенолна једињења, те има висок антиоксидативни капацитет и антимутагену активност (Diaz-Batalla *et al.*, 2006).

Протеини биљног порекла чине 65% укупних светских залиха протеина за исхрану људи, од чега 45-50% потиче од легуминоза и житарица. Највећи део протеина у зрну пасуља су резервни протеини (глобулини, 45-70%), док остатак чине протеини који су неопходни за обављање функција метаболизма, укључујући трипсин инхибиторе и лектине, који припадају класи албумина (10-30%). Протеини зрна легуминоза имају низак садржај аминокиселина које у свом саставу имају сумпор и триптофан, али значајну количину других есенцијалних аминокиселина, као што је лизин. Стога представљају допуну житарицама у исхрани људи (Iqbal *et al.*, 2005). Иако се садржај укупних протеина у зрну пасуља креће у релативно уском опсегу, ипак је забележено постојање варијабилности између различитих генотипова и локалних популација (Sathe, 2002).

Зрно легуминоза, укључујући пасуљ, значајан је извор минералних елемената у људској исхрани, од чега се највећа пажња посвећује гвожђу, цинку, фосфору и

калијуму. Као најчешћи поремећај у исхрани људи широм света се наводи недостатак гвожђа (Yip, 1994). Често се дешава да је исхрана која је сиромашна гвожђем, сиромашна и цинком (Monsen, 1988). С обзиром на то да је гвожђе саставни део хемоглобина, неопходно је за везивање и транспорт кисеоника, али и за регулацију раста и диференцијацију ћелија. Самим тим, недостатак гвожђа у исхрани основни је узрочник анемије (Duranti and Gius, 1997). Цинк је неопходан за синтезу протеина, раст и диференцијацију ћелија, те недостатак овог елемента у исхрани може да доведе до компликација у трудноћи, да изазове смањену тежину детета приликом рођења, а може бити узрочник компликација и поремећаја током раста (Islam *et al.*, 2002). Ово указује на значај и позитивне ефекте исхране богате пасуљем и другим легуминозама на здравље човека.

Escrignano *et al.* (1997) су утврдили постојање разлика у погледу садржаја протеина и минералних елемената испитаних генотипова пасуља пореклом из колекције пасуља Галиције. Ова истраживања су омогућила одабир пожељних кандидата за програме оплемењивања у циљу побољшања квалитета зрна. Blair *et al.* (2008) су добили сличне резултате у испитивањима у које су поред гајених, укључили и дивље и коровске популације пасуља, где је откривен додатни диверзитет. Поред тога, утврђене су разлике у садржају хранљивих компоненти зрна пасуља између генотипова који су припадали различитим центрима порекла, андском и средњеамеричком. Нађено је да генотипови пореклом из андског центра порекла имају виши садржај протеина, док генотипови средњеамеричког порекла имају виши садржај минералних елемената (Islam *et al.*, 2006). Постојање овакве варијабилности указује на могућност да се садржај ових хранљивих елемената повећа у програмима оплемењивања.

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

У овом истраживању се полази од претпоставке да ће организовани пасошки подаци о испитаним генотиповима пасуља омогућити њихово прилагање у европски каталог биљних генетичких ресурса, EURISCO.

Очекује се да ће се фенотипском оценом 177 генотипова пасуља који се чувају у генетичкој колекцији Института за ратарство и повртарство из Новог Сада добити информације које ће омогућити сагледавање присутне дивергентности на фенотипском нивоу.

Претпоставља се да ће утврђивањем типа фазеолина бити омогућена идентификација центра порекла сваког генотипа, односно припадност андском или средњеамеричком генофонду, као и правац доласка популације пасуља на територију Србије.

Очекује се да ће примена одабраних микросателитних маркера омогућити утврђивање разлика између испитаних генотипова пасуља на молекуларном нивоу, одређивање нивоа полиморфности и јасније сагледавање структуре испитаног материјала.

Претпоставка је да ће фенотипска, биохемијска и молекуларна процена одабраног узорка (177 генотипова) генетичке колекције пасуља омогућити формирање базичне колекције у којој се генотипови разликују и по квалитету зрна.

Предвиђа се да ће на основу извршене процене одабраног узорка генетичке колекције пасуља Института за ратарство и повртарство бити олакшана употреба и размена материјала, према међународним стандардима.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

5.1. ИЗБОР МАТЕРИЈАЛА И ПОЉСКИ ОГЛЕД

Испитани материјал је део генетичке колекције врсте *Phaseolus vulgaris* L. Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и обухватио је 177 генотипова. Састојао се од 17 српских и 21 стране сорте, 5 страних оплемењивачких линија и 134 локалне популације (Таб. 1).

Генотипови пасуља ниског типа раста одабрани су из колекције као материјал за ова истраживања. Други критеријуми на основу којих је материјал одабиран били су статус (локалне популације и савремене сорте укључене у оплемењивачки програм) и географско порекло.

У испитивање су биле укључене домаће сорте селекционисане у три института из Србије. Сорте Побољшани градиштанац је пореклом из Института за пољопривредна и технолошка истраживања Зајечар. Сорте Розалија, Жутотрбан, Галеб, Пасуљица П-1, Бисер, Медијана, Оплепац, Панонски градиштанац и Панонски тетовац, су оплемењене у Институту за повртарство из Смедеревске Паланке. Сорте Златко, Двдесетица, Сремац, Белко, Балкан, Макса и Астер су из Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. Стране сорте и линије, које су унете у колекцију пасуља Института за ратарство и повртарство у сврху оплемењивања и истраживања, пореклом су из Хрватске, Бугарске, Словачке, Сједињених Америчких Држава, Колумбије, Холандије, Бразила и Канаде.

Локалне популације су већином биле прикупљене на територији Републике Србије и земаља Балканског полуострва. Већина локалних популација сакупљених на територији Републике Србије је пореклом из северозападног дела земље. Део генотипова који је укључен у ово истраживање је добијен разменом материјала са Институтом за повртарство из Смедеревске Паланке и Агроинститутом из Сомбора.

У истраживање је било укључено 13 генотипова пасуља познатог центра порекла (средњеамерички и андски), који су служили као стандарди у испитивању молекуларног диверзитета и типа фазеолина, добијених из Кметијског института из Љубљане, Словенија (Таб. 2).

Табела 1. Испитани генотипови колекције пасуља Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, порекло и статус у колекцији

Редни број	Ознака у колекцији	Назив	Статус у колекцији	Порекло
1	КП-1*	Лимунада	локална популација	Винковци (HRV**)
2	КП-2		локална популација	Чока (SRB)
3	КП-5		локална популација	Бачки Јарак (SRB)
4	КП-11	Сатаја 425 (Sataya 425)	сорта	USA
5	КП-12	A55	сорта	CIAT (COL)
6	КП-13	Наја Најахит (Naya Nayahit)	сорта	USA
7	КП-15	Ред кидни дарк (Red kidney dark)	сорта	Ајдахо (USA)
8	КР-21	Розалија	сорта	Смедеревкса Паланка (SRB)
9	КП-22		локална популација	Ириг (SRB)
10	КП-23		локална популација	Бачки Јарак (SRB)
11	КП-24		локална популација	Бачки Петровац (SRB)
12	КП-25		локална популација	Сремска Митровица (SRB)
13	КП-27		локална популација	Бела Паланка (SRB)
14	КП-28		локална популација	Руски крстур (SRB)
15	КП-29	Креола (Kreola)	сорта	Пјештани (SVK)
16	КП-33	БАТ 477	линија	Добрич (BGR)
17	КП-37	НК1/12	локална популација	Павловци (SRB)
18	КП-38	НК114/12 (А)	локална популација	Дероње (SRB)
19	КП-39	НК114/12 (Б)	локална популација	Дероње (SRB)
20	КП-40	НК76/12	локална популација	Ердевик (SRB)
21	КП-42	Жутотрбан	сорта	Смедеревкса Паланка (SRB)
22	КП-47		локална популација	Нови Сад (SRB)
23	КП-49	НК54/12	локална популација	Стејановци (SRB)
24	КП-50	НК140/12	локална популација	KAZ
25	КП-51	Бутмирски трешњо	локална популација	Сарајево (BIH)
26	КП-54	Марморирани	локална популација	Марадик (SRB)
27	КП-58		локална популација	Петроварадин (SRB)
28	КП-62		локална популација	Бачки Јарак (SRB)
29	КП-67		локална популација	Бачки Јарак (SRB)
30	КП-68		локална популација	SVN
31	КП-70	Јовандека	локална популација	Српска Црња, (SRB)
32	КП-72		локална популација	Крушедол (SRB)
33	КП-74		локална популација	Вашице (SRB)
34	КП-76		локална популација	Босанска Крупа (BIH)
35	КП-78		локална популација	Буковац (SRB)
36	КП-80		локална популација	Ириг (SRB)
37	КП-81		локална популација	Златар (SRB)
38	КП-82		локална популација	Ченеј (SRB)
39	КП-85		локална популација	Змајево (SRB)
40	КП-87		локална популација	Бела Паланка (SRB)
41	КП-89		локална популација	Госпођинци (SRB)
42	КП-91		локална популација	Петроварадин (SRB)
43	КП-92		локална популација	Даљ (SRB)

Редни број	Ознака у колекцији	Назив	Статус у колекцији	Порекло
44	КП-94		локална популација	Бршадин (SRB)
45	КП-95		локална популација	Босанска Крупа (BIH)
46	КП-98		локална популација	Чонопља (SRB)
47	КП-99		локална популација	Ириг (SRB)
48	КП-100	Новосадски сумпораш	локална популација	Нови Сад (SRB)
49	КП-101		локална популација	Бачки Петровац (SRB)
50	КП-103		локална популација	Бачки Јарак (SRB)
51	КП-108		локална популација	Змајево (SRB)
52	КП-110	Вуковарски златножути	локална популација	Вуковар (HRV)
53	КП-111		локална популација	Сремска Митровица (SRB)
54	КП-112		локална популација	Винковци (HRV)
55	КП-113		локална популација	Ченеј (SRB)
56	КП-114		локална популација	Буковац (SRB)
57	КП-115		локална популација	Чока (SRB)
58	КП-116		локална популација	Ченеј (SRB)
59	КП-121		локална популација	Бачки Петровац (SRB)
60	КП-123		локална популација	Иђош (SRB)
61	КП-127		локална популација	Нови Сад (SRB)
62	КП-129	Ројал дач (Royal Dutch)	сорта	NLD
63	КП-130		локална популација	Товаришево (SRB)
64	КП-133	Магна	сорта	Добрич (BGR)
65	КП-135	Вулкан	сорта	Добрич (BGR)
66	КП-136	Астор	сорта	Добрич (BGR)
67	КП-137	Прелом	сорта	Добрич (BGR)
68	КП-139	Добруџански 7	сорта	Добрич (BGR)
69	КП-147	Лакер (Laker)	сорта	USA
70	КП-148	Сремац	сорта	Нови Сад (SRB)
71	КП-149	Балкан	сорта	Нови Сад (SRB)
72	КП-150	Славонски жутозелени	локална популација	Вуковар (HRV)
73	КП-152	Пасуљица П-1	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
74	КП-153	Бисер	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
75	КП-154	Медијана	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
76	КП-156		локална популација	Чока (SRB)
77	КП-161	Ц-20 (С-20)	сорта	Мичиген (USA)
78	КП-163	Кутјевачки рани	сорта	Загреб (HRV)
79	КП-164	НК10/12	локална популација	Мали Радинци (SRB)
80	КП-166	НК83/12	локална популација	Љуба (SRB)
81	КП-167	НК75/12	локална популација	Ердевик (SRB)
82	КП-168	НК12/12	локална популација	Мали Радинци (SRB)
83	КП-169	Сивејв (Seawave)	сорта	USA
84	КП-170	Спинел (Spinel)	сорта	USA
85	КП-171	Опленац	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
86	КП-175		локална популација	Бачко Градиште (SRB)
87	КП-179		локална популација	Вашице (SRB)

Редни број	Ознака у колекцији	Назив	Статус у колекцији	Порекло
88	КП-183	БА 4527-44 (ВА 4527-44)	линија	CIAT (COL)
89	КП-185	БА 4596-22 (ВА 4596-22)	линија	CIAT (COL)
90	КП-186	Алубиа (Alubia)	сорта	BRA
91	КП-191	Панонски градиштанац	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
92	КП-192	Панонски тетовац	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
93	КП-209		локална популација	SRB
94	КП-210	Астер	сорта	Нови Сад (SRB)
95	КП-213	Побољшани градиштанац	сорта	Зајечар (SRB)
96	КП-232	НК34/12	локална популација	Стејановци (SRB)
97	КП-233	НК11/12	локална популација	Мали Радинци (SRB)
98	КП-234	НК67/12	локална популација	Ердевик (SRB)
99	КП-235	НК66/12	локална популација	Ердевик (SRB)
100	КП-236	НК65/12	локална популација	Ердевик (SRB)
101	КП-237	Герле	сорта	BGR
102	КП-239	НК14/12	локална популација	Стејановци (SRB)
103	КП-240	Галеб	сорта	Смедеревска Паланка (SRB)
104	КП-241	Златко	сорта	Нови Сад (SRB)
105	КП-242	Двадесетица	сорта	Нови Сад (SRB)
106	КП-243	Белко	сорта	Нови Сад (SRB)
107	КП-244	Макса	сорта	Нови Сад (SRB)
108	КП-247	Лудогорје	сорта	Добрич (BGR)
109	КП-261	Харвуд (Harwood)	сорта	CAN
110	КП-263		локална популација	Гајдобра (SRB)
111	КП-264		локална популација	Сурдук (CAN)
112	КП-275	XP 45 (HR 45)	линија	CAN
113	КП-276	Ореол Л-ксан	линија	Пловдив (BGR)
114	КП-277		локална популација	Студеница (SRB)
115	КП-278		локална популација	Степановићево (SRB)
116	КП-281		локална популација	Рашка (SRB)
117	КП-283		локална популација	Рашка (SRB)
118	КП-293		локална популација	Рашка (SRB)
119	КП-301	Б1535	локална популација	Каравуково (SRB)
120	КП-303	А1534	локална популација	Каравуково (SRB)
121	КП-304	Б687	локална популација	Пригревица (SRB)
122	КП-305	Б1307	локална популација	Лалић (SRB)
123	КП-306	Б2194	локална популација	Каравуково (SRB)
124	КП-307	Б1875	локална популација	Каравуково (SRB)
125	КП-308	А476	локална популација	Стапар (SRB)
126	КП-309	Б1365	локална популација	Лалић (SRB)
127	КП-310	А2359	локална популација	Станишић (SRB)
128	КП-311	А2375	локална популација	Станишић (SRB)
129	КП-312	А2388	локална популација	Станишић (SRB)
130	КП-313	А455	локална популација	Стапар (SRB)

Редни број	Ознака у колекцији	Назив		Порекло
131	КП-314	A2767	локална популација	Станишић (SRB)
132	КП-315	B1394	локална популација	Лалић (SRB)
133	КП-316	B832	локална популација	Пригревица (SRB)
134	КП-317	B2404	локална популација	Станишић (SRB)
135	КП-318	B362	локална популација	Риђица (SRB)
136	КП-319	A2246	локална популација	Станишић (SRB)
137	КП-320	A1884	локална популација	Дероње (SRB)
138	КП-321	A452	локална популација	Стапар (SRB)
139	КП-323	СП-45	локална популација	Бела Паланка (SRB)
140	КП-324	СП-47	локална популација	Бела Паланка (SRB)
141	КП-325	СП-61	локална популација	Ниш (SRB)
142	КП-326	СП-63	локална популација	Косово (SRB)
143	КП-327	СП-67	локална популација	Клока (SRB)
144	КП-328	СП-77	локална популација	БИН
145	КП-329	СП-78	локална популација	БИН
146	КП-330	СП-79	локална популација	БИН
147	КП-331	СП-81	локална популација	Славонија (HRV)
148	КП-332	СП-82	локална популација	Славонија (HRV)
149	КП-333	СП-84	локална популација	Димитровград (SRB)
150	КП-335	СП-88	локална популација	Драгаш (SRB)
151	КП-336	СП-91	локална популација	Стара Пазова (SRB)
152	КП-337	СП-92	локална популација	Стара Пазова (SRB)
153	КП-338	СП-93, Сарајевски жути	локална популација	Сарајево (БИН)
154	КП-339	СП-95	локална популација	Врање (SRB)
155	КП-340	СП-96	локална популација	Врњачка бања (SRB)
156	КП-341	Паланачки шарени	локална популација	Смедеревска Паланка (SRB)
157	КП-342	Паланачки бубрежаст	локална популација	Смедеревска Паланка (SRB)
158	КП-356	НК3/10	локална популација	Крушевац (SRB)
159	КП-357	НК4/10	локална популација	Крушевац (SRB)
160	КП-361	НК7/10ж	локална популација	Крушевац (SRB)
161	КП-364	НК9/10	локална популација	Крушевац (SRB)
162	КП-374	НК19/11	локална популација	
163	КП-377	НК24/11	локална популација	Сремска Митровица (SRB)
164	КП-381	НК11/12	локална популација	Сириг (SRB)
165	КП-390	КОБ4	локална популација	
166	КП-402	Шарени Мирчов	локална популација	SRB
167	КП-461	Јулиа (Julia)	сорта	SVK
168	КП-464	НК62/12	локална популација	Ердевик (SRB)
169	КП-466	НК71/12	локална популација	Ердевик (SRB)
170	КП-467	НК53/12	локална популација	Стејановци (SRB)
171	КП-472	НК4/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
172	КП-473	НК5/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
173	КП-474	НК6/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
174	КП-475	НК7/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
175	КП-476	НК8/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
176	КП-477	НК9/14	локална популација	Равни Тополовац (SRB)
177	КП-478	НК10/14	локална популација	Манђелос (SRB)

*КП- Колекција пасуља ; **ISO3166-1 alpha-3 шифре држава

Табела 2. Генотипови пасуља пореклом из Кметијског института из Љубљане, познатог центра порекла, стандарди у испитивању типа фазеолина и алелне варијабилности применом молекуларних маркера

Редни број	Назив/ ознака	Редни број	Назив/ ознака
1	RH131	8	RH315
2	RH181	9	RH318
3	RH222	10	RH336
4	RH245	11	RH368
5	RH29	12	RH371
6	RH306	13	RH390
7	RH309		

Пољски оглед је постављен током сезона 2014. и 2015. године на Римским Шанчевима, на земљишту типа чернозем, у систему наводњавања, у Одељењу за повртарство Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. Огледи су постављени по случајном блок систему, у три понављања. Основну парцелу су чинила три реда пасуља, са растојањем од 60 cm између редова, 5 cm у реду, а дужине 2 m. Жетва је вршена ручно.

5.2. ОПИС КОЛЕКЦИЈЕ ГЕНОТИПОВА ПАСУЉА ПРЕМА МЕЂУНАРОДНИМ ДЕСКРИПТОРИМА И ОСОБИНАМА ОД АГРОНОМСКОГ ЗНАЧАЈА

Пасошки подаци за сваки испитани генотип пасуља су формиран на основу *FAO/Bioversity multi-crop* дескриптора V.2 (Alercia *et al.*, 2012) (Таб. 3, Прилог 1).

FAO WIEWS шифра институције (*INSTCODE*) се састоји од ISO 3166 шифре државе у којој се налази институција и броја којим је означена.

Статус узорка у колекцији се означава следећим шифрама: (100) дивља популација, (200) коровска популација, (300) одомаћена популација, (400) материјал за оплемењивање и истраживање, (410) селекциона линија, (411) синтетичка популација, (412) хибрид, (413) селекционероно семе, (414) инбред линија, (420) мутантна линија, (500) унапређена сорта.

Шифре према пасошком дескриптору за место налажења узорка су следеће: (10) природно станиште, (20) пољопривредно газдинство и обрадиво земљиште, (30) продавница, (40) научна или истраживачка организација, банка гена, (50) семенска кућа, (60) рудерално станиште. Шифре начина, односно типова чувања узорака, према наведеном међународном дескриптору су следеће: (10) колекција семена, (20) њивска

колекција, (30) *in vitro* колекција, (40) колекција материјала сачуваног криопрезервацијом, (50) колекција узорака ДНК. Пасошки подаци ће омогућити да део испитаних генотипова буде регистрован у европском каталогу биљних генетичких ресурса, EURISCO.

Табела 3. Категорије пасошких података према *FAO/Bioversity multi-crop* дескриптору V.2

0	NICODE	шифра државе према ISO3166-1 alpha-3 стандарду
1	INSTCODE (Institute code)	FAO WIEWS код институције
2	ACCENUMB (Accession number)	приступни број узорка
3	COLLNUMB (Collecting number)	ознака коју је сакупљач доделио узорку
4	COLLCODE (Collecting institute code)	FAO WIEWS код институције која је сакупила узорак
5	<i>Genus</i>	припадност роду
6	<i>Species</i>	припадност врсти
7	SPAUTHOR (Species author)	ознака таксона
8	SUBTAXA (Subtaxon)	припадност форми или варијетету
9	SUBAUTHOR (Subtaxon authority)	детаљнија ознака таксона
10	CROPNAME (Common crop name)	име врсте
11	ACCENAME (Accession name)	име узорка
12	ACQDATE (Acquisition date)	датум пристизања узорка у колекцију
13	ORIGCTY (Country of origin)	земља порекла узорка
14	COLLSITE (Location of collecting site)	назив места сакупљања
15	Geographical coordinates	географске координате
15.1	LATITUDE (Latitude of collecting site)	географска ширина
15.2	LONGITUDE (Longitude of collecting site)	географска дужина
16	ELEVATION (Elevation of collecting site)	надморска висина
17	COLLDATE (Collecting date of sample)	датум налажења
18	BREDCODE (Breeding institute code)	FAO WIEWS код институције у којој је оплемењен материјал
19	SAMPSTAT (Biological status of accession)	статус узорка
20	ANCEST (Ancestral data)	податак о родослову
21	COLLSRC (Collecting source)	место налажења узорка
22	DONORCODE (Donor institute code)	FAO WIEWS код институције донора
23	DONORNUMBER (Donor accession number)	број у колекцији донора
24	OTHERNUMB (Other number)	друге значајне ознаке
25	DUPLSITE (Location of duplicates)	место чувања дубликата
26	STORAGE (Type of storage)	начин чувања узорка
27	MLSSTAT (MLS status of the accession)	статус генотипа у односу на Мултилатерални систем Међународног споразума о биљним генетичким ресурсима за храну и пољопривреду
28	REMARKS	примедбе

Фенотипска оцена испитаних генотипова пасуља је извршена према Скраћеном дескриптору за пасуљ (*Key access and utilization descriptors for bean genetic resources*,

2009. *Bioversity International, Rome (Italy); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*). Ову листу дескриптора је развио *Bioversity International* и састоји се од основне групе особина за карактеризацију и процену биљака пасуља, а обухвата и квалитативне и квантитативне особине (Таб. 4).

Током вегетације, у пољским условима, праћене су следеће особине: тип раста биљке (хабитус), цветање, особине цвета, боја махуне у технолошкој зрелости и сазревање. Хабитус биљака пасуља је оцењиван визуелно, на пољу, према подели генотипова пасуља на основне типове раста: (I) ограничени жбунасти, (II) неограничени усправни, (III) неограничена биљка са полупузавим главним стаблом и гранама (Singh, 1982). У погледу броја дана од ницања до цветања (50% образованих цветова на биљкама), генотипови пасуља су подељени у три групе, према Иванов (1961). Првој групи су припадали генотипови којима је било потребно пет до шест недеља од ницања до цветања (35 - 42 дана), другој они који су цветали за шест до седам недеља (43 - 50 дана) и трећој они којима је било потребно седам до осам недеља (51 - 58 дана).

На основу дужине вегетационог периода (број дана од ницања до сазревања 90% махуна на биљкама), генотипови пасуља су разврстани у пет група зрења: I група – врло рани (60 - 75 дана), II група – рани (76 - 90 дана), III група – средње касни (91 - 105 дана), IV група – касни (106 - 115 дана) и V група – веома касни (више од 115 дана) (Иванов, 1961). Боје цвета и махуна су такође оцењиване визуелно на пољу.

Након жетве су проучаване особине зрна и основне компоненте приноса биљака пасуља. Боја семењаче, шаре на семењачи, као и сјај семењаче оцењивани су визуелно на зрелим зрнима пасуља. Облик зрна је одређен на основу односа димензија: (1) дужине и ширине зрна (mm) и (2) дебљине и ширине зрна (mm), које су измерене на узорку од 30 зрна, према методу Декаплеревича (како наводи Којнов, 1973). Маса 1000 зрна је измерена у три понављања, на узорку од по 100 зрна за сваки генотип и изражавана је у грамима. Генотипови пасуља се, према маси 1000 зрна, деле у три групе, и то: са ситним (маса 1000 зрна < 250 g), средње крупним (маса 1000 зрна 250 - 400 g) и крупним зрном (маса 1000 зрна > 400 g) (Singh *et al.*, 1991). Сачињена је фотодокументација свих категорија особина зрна и махуна, које су забележене у испитаној колекцији генотипова пасуља.

Компоненте приноса пасуља, односно број махуна по биљци (БМБ), број зрна по биљци (БЗБ), број зрна по махуни (БЗМ) и принос по биљци (ПБ, g), мерени су на узорку од по 10 биљака у три понављања.

Табела 4. Испитане особине према скраћеном дескриптору за пасуљ (*Key access and utilization descriptors for bean genetic resources, 2009. Bioversity International, Rome (Italy); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*)

	Посматрана карактеристика и њена међународна ознака	Категорије посматране карактеристике
	Употребна категорија	Пасуљ ⁽¹⁾ , боранија ⁽²⁾ , пасуљ узелен ⁽³⁾ , <i>P. vulgaris</i> subsp. <i>nunas</i> ⁽⁴⁾
Биљка	Тип раста (<i>TYPE*</i>)	ограничени жбун ⁽¹⁾ , неограничени усправан ⁽²⁾ , неограничена биљка са полупузавим главним стаблом и гранама ⁽³⁾ , неограничени повијушни ⁽⁴⁾ , ограничени повијушни ⁽⁵⁾ , мешавина ⁽⁶⁾
	Дани до цветања (<i>DAYSBL0S</i>)	Број дана од ницања до појаве цветова на 50% биљака
	Дани до зрења (<i>MATURITY</i>)	Број дана од ницања до сазревања махуна на 90% биљака
Цвет	Боја заставице (<i>BLOSVEV</i>)	Бела ⁽¹⁾ , зелена ⁽²⁾ , светло розе ⁽³⁾ , бела са светло розе рубом ⁽⁴⁾ , бела са црвеним пругама ⁽⁵⁾ , тамно розе са љубичастим спољашњим рубом ⁽⁶⁾ , тамно розе са љубичастим пегама ⁽⁷⁾ , кармин црвена ⁽⁸⁾ , љубичаста ⁽⁹⁾ , друго ⁽⁹⁹⁾
	Боја крилаца (<i>BLOSWING</i>)	Бела ⁽¹⁾ , зелена ⁽²⁾ , светло розе ⁽³⁾ , бела са кармин црвеним пругама ⁽⁴⁾ , тамно розе са јачим спроводним судовима црвеним ⁽⁵⁾ , црвена до тамно розе ⁽⁶⁾ , светло розе са тамним љубичастим судовима ⁽⁷⁾ , љубичаста ⁽⁸⁾ , друго ⁽⁹⁹⁾
Махуна	Боја незреле махуне (<i>PODCOLIMM</i>)	Тамно љубичаста ⁽¹⁾ , црвена ⁽²⁾ , зелена са љубичастим пругама ⁽³⁾ , зелена са црвеним пругама ⁽⁴⁾ , зелена са светло црвеним пругама ⁽⁵⁾ , тамно розе ⁽⁶⁾ , обично зелена ⁽⁷⁾ , светло зелена ⁽⁸⁾ , тамно/мат зелена до сивосребрна ⁽⁹⁾ , златна или тамно жута ⁽¹⁰⁾ , светло жута до бела ⁽¹¹⁾ , друго ⁽⁹⁹⁾
Зрно	Шаре на семењачи (<i>SEEDPATCHAR</i>)	Однушно ⁽¹⁾ , шарено ⁽²⁾ , пругасто ⁽³⁾ , тачкасто ⁽⁴⁾ , на штарфте ⁽⁵⁾ , друго ⁽⁹⁹⁾
	Боја семењаче (<i>SEEDCOLOR</i>)	Бела ⁽¹⁾ , крем ⁽²⁾ , жута ⁽³⁾ , браон ⁽⁴⁾ , розе ⁽⁵⁾ , црвена ⁽⁶⁾ , љубичаста ⁽⁷⁾ , црна ⁽⁸⁾ , друго ⁽⁹⁹⁾
	Сјај семењаче (<i>BRILLIANCE</i>)	Мат (без сјаја) ⁽¹⁾ , средње ⁽²⁾ , сјајно ⁽³⁾
	Облик зрна (<i>SEEDSHAPEL</i>)	Округло ⁽¹⁾ , елиптично ⁽²⁾ , ваљкасто ⁽³⁾ , бубрежасто ⁽⁴⁾ , полупљоснато ⁽⁵⁾
	Маса 1000 зрна (g) (<i>SEEDHKM</i>)	Маса 1000 зрна до прве децимале при садржају влаге од 12-14%
	Тип фазеолина	

* међународне ознаке према дескрипторима

За сваки узорак, тип фазеолина је одређиван из три зрна. Одређиван је из котиледона зрна пасуља, након одстрањивања клице, употребом 5% једнодимензионе натријум додецил сулфатне полиакриламид гел електрофорезе (*SDS-PAGE, sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis*), према методу Laemlli (1970), модификовано по Ma and Bliss (1978). Као стандарди познатог типа фазеолина су коришћене две сорте Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и тринаест генотипова пасуља из Кметијског института из Љубљане, Словенија (Nikolić *et al.*, 2007; Šuštar-Vozlič *et al.*, 2006; по редоследу), Таб. 5.

Табела 5. Генотипови стандарди и тип фазеолина из колекције Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и Кметијског института из Љубљане

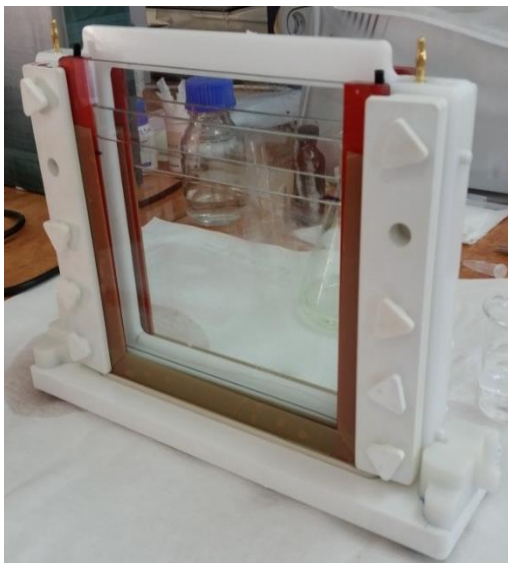
Назив генотипа	Тип фазеолина	Порекло	Назив генотипа	Тип фазеолина	Порекло
Балкан	S*	ИРПНС	Сремац	T	ИРПНС
RH131	T	КИС	RH181	C	КИС
RH306	T	КИС	RH222	C	КИС
RH309	T	КИС	RH390	C	КИС
RH318	T	КИС	RH368	S	КИС
RH336	T	КИС	RH371	S	КИС
RH245	S	КИС	RH315	C	КИС
RH29	C	КИС			

*S – тип фазеолина идентификован код сорте Санилак (*Sanilac*), T – тип фазеолина идентификован код сорте Тендергрин (*Tendergreen*), C- тип фазеолина идентификован код сорте Контендер (*Contender*); ИРПНС-Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад; КИС-Кметијски институт, Словенија

Екстракција протеина из зрна пасуља је вршена након потапања зрна у воду у трајању од једног сата. Када је семе набубрило, ољуштена је семењача, одстрањена клица, а за даљи рад су узети котиледони. Након мацерације котиледона, одмерено је 50 mg ткива у 1,5 ml епендорф кивете. У сваку кивету је додато 200 µl 0,5M NaCl и 200 µl екстракционог пуфера (1M тризма база (*Trizma base - Tris*) HCl pH 6,8; 2mM етилен диамин тетра сирћетне киселине (*Ethylenediaminetetraacetic acid - EDTA*); 2% натријум додецил сулфата (*Sodium dodecyl sulfate - SDS*); 40% сахароза; 1% 2-меркаптоетанол; 0,01% бромифенол плаво). Након додавања екстракционог пуфера и NaCl, узорци су остављени на собној температури уз мешање у трајању од 30 до 60 минута. У следећем кораку је извршено центрифугирање кивета са узорцима, у трајању од 15 минута, на 12000 rpm (*revolutions per minute*).

Након завршеног центрифугирања, 300 µl супернатанта је пренето у нове кивете. Узорци су промешани на вортекс миксеру и инкубирани на 100°C у трајању од 5 минута, након чега је следило још једно центрифугирање, у трајању од 15 минута на 12000 rpm.

На овај начин су добијени узорци спремни за наношење на гел и за дисконтинуелну електрофорезу. На гел је додавано 8 μ l узорка и 12 μ l маркера (*Thermo Scientific Prestained Protein Molecular Weight Marker* и *Thermo Scientific Page Ruler Prestained Protein Ladder*; енгл). По једном гелу тип фазеолина је одређиван за 27 до 34 узорака истовремено. За поступак електрофорезе је коришћена апаратура *Maxi Vertical Dual Electrophoresis Unit standard (Carl Roth)*, Сл. 3.



Слика 3. Комплет за вертикалну електрофорезу *Maxi Vertical Dual Electrophoresis Unit standard (Carl Roth)* (Извор: фотодокументација А. Савић)

Електрофореза је спроведена након наношења узорака на концентрујући гел (12%; смеша акриламида и бисакриламида; 1M Tris-HCl pH 6,8; 10% APS; 10% SDS; TEMED), при напону од 50 mA, у трајању од једног часа и при температури 20-21°C. Након изласка узорака из концентрујућег гела и уласка у раздвајајући гел (5%, смеша акриламида и бисакриламида растворених у води; 1M Tris-HCl pH 8,8; 10% APS; 10% SDS; TEMED), напон је појачан на 90 mA, у трајању од 2 до 3 часа, односно док линија боје није напустила гел. Након завршетка електрофорезе гел је био потопљен у раствор који је садржао метанол, сирћетну киселину и воду у односу 3:1:6, у који је накнадно додата боја *coomassie brilliant blue G-250*. Бојење гела је трајало 2 сата, након чега је следило испирање и обезбојавање гела у истој смеси, али без додатка боје. Након завршетка електрофорезе, гелови су скенирани и сачувани у виду фотодокументације (Прилог 3).

5.3. МОЛЕКУЛАРНА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА

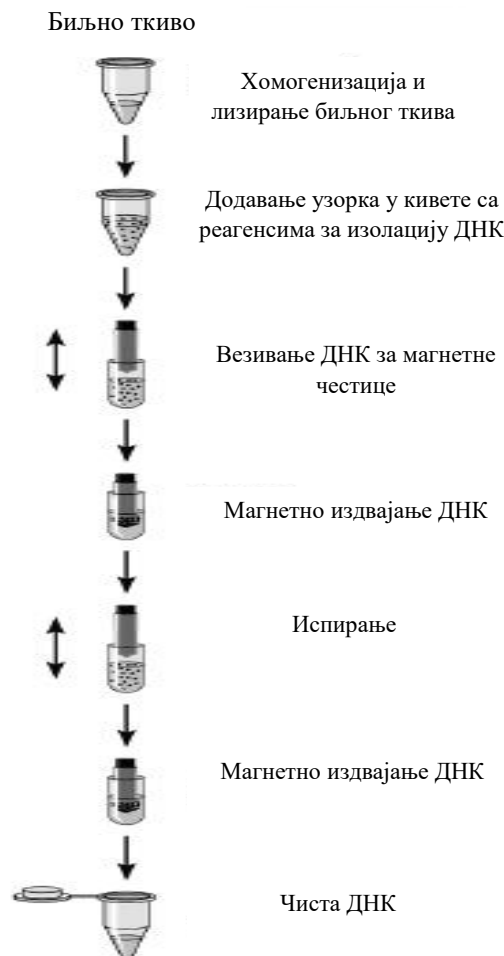
Изолација ДНК молекула, ланчана реакција полимеразе (*PCR*) и фрагментна анализа спроведени су у Кметијском институту Словеније. Геномска ДНК је изолована из младих листова биљака пасуља, које су узгајане у стакленику у трајању од три недеље. ДНК је изолована из четири биљке (четири узорка) за сваки генотип, након чега је извршено здруживање ДНК, по 20 μl од сваког узорка. На овај начин је добијена укупна запремина изоловане здружене ДНК од 80 μl за даљу анализу.

ДНК је изолована на машини за изоловање нуклеинских киселина под називом *KingFisher mL* (*Thermo*), Сл. 4. Поступак се заснива на технологији магнетних честица (енгл., *MagAttract technology*) где се молекули ДНК везују за површину магнетне суспензије. Употребљен је *BioSprint 15* ДНК комплет (*Qiagen*), по оптимизованом протоколу произвођача комплета, Сл. 5.



Слика 4. Робот за изолацију нуклеинских киселина *KingFisher mL* (*Thermo*) (Извор: фотодокументација А. Савић)

Изолација ДНК је вршена у неколико фаза. У кивете је одмерено 60-100 mg биљног ткива, након чега су стављене две металне куглице, уз додаток 300 μl пуфера за лизирање. Након тога, кивете су положене у адаптере апарата за хомогенизацију ткива, *TissueLyser* (*Retsch*) и извршена је хомогенизација у трајању од 4 минута на максималној фреквенцији од 30⁻¹ s. Након завршетка хомогенизације, узорци су центрифугирани у трајању од 11 минута, на температури од 21°C при релативној центрифугалној сили од 12.000 g (по протоколу произвођача).



Слика 5. Протокол за изолацију нуклеинских киселина применом *BioSprint 15* ДНК комплета (*Qiagen*) (Извор: протокол произвођача)

У међувремену су припремљени пластични таблични наставци. Један таблични наставак чини низ од пет кивета које служе за припрему реагенаса за екстракцију ДНК по одређеном редоследу. У прву кивету, односно прво место на табличном наставку одмерено је 210 μl супернатанта добијеног након центрифугирања, 2-пропанол и 20 μl магнетне суспензије; у другу кивету је додато 500 μl хладног RPW пуфера за испирање ДНК, у који су претходно додати 2-пропанол и рибонуклеаза; у трећу и четврту кивету је додато по 500 μl 96-процентног етанола; у пету 200 μl хладног TE пуфера [10mM Tris-HCL (pH 8,0); 1 mM EDTA (pH 8,0)]. За један узорак је потребан један таблични наставак, а *KingFisher mL* робот омогућава изолацију ДНК из 15 узорака истовремено.

Након припреме реагенаса и постављања табличних наставка у машину, намештен је програм за изолацију ДНК из биљног материјала у трајању од 20 минута под називом *BS 15-DNA-Plant-v020*. Програм се састоји из неколико етапа: везивање

ДНК за магнетну суспензију, испирање у пуферу који садржи пропанол, двоструко испирање у етанолу; сушење, испирање и растварање ДНК у Tris-EDTA (TE) пуферу. Након изолације, добијена је ДНК растворена у TE пуферу и чувана је у замрзивачу на -20°C до даљих анализа (по протоколу произвођача, *Qiagen*).

Ланчана реакција полимеразе (*PCR*) умножавања микросателитних локуса анализираних у овом раду је обављена помоћу пара прајмера на апарату *Veriti Thermal Cycler* (*Life Technologies*), Сл. 6. Коначна запремина реакционе смеше за *PCR* је $11,5\ \mu\text{l}$ и садржала је: $1\times$ KCl пуфера, $0,2\ \text{mM}$ dNTP, $0,1\ \mu\text{M}$ почетног прајмера, $0,25\ \mu\text{M}$ крајњег прајмера, $1\ \text{mM}$ MgCl_2 , $0,18\ \mu\text{M}$ флуорофоре (NED, FAM, HEX), $0,25$ јединица *Taq* полимеразе (*ThermoFisher Scientific*) и $20\ \text{ng}$ ДНК.



Слика 6. Апарат за ланчану реакцију полимеразе *Veriti Thermal Cycler* (*Life Technologies*) (Извор: фотодокументација А. Савић)

У раду је коришћено 27 микросателитних маркера (Таб. 6). Маркери су одабрани тако да буде заступљено по минимум два *SSR* маркера са сваког хромозома. Микросателитни маркери, који су се показали ефикасним у утврђивању постојећег диверзитета и варијабилности између генотипова пасуља су изабрани на основу литературних података (Yu *et al.*, 2000; Metais *et al.*, 2002; Gaitan-Solis *et al.*, 2002; Blair *et al.*, 2003; Blair *et al.*, 2008; Blair *et al.*, 2009; Nanni *et al.*, 2011). Услови умножавања су били оптимизовани за сваки маркер, те су коришћена три различита програма који су направљени у Кметијском институту Словеније (Таб. 7).

Табела 6. Микросателитни маркери коришћени у испитивању генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада (27 SSR маркера)

Локус	Хромозом	Мотив поновка	Секвенца почетног прајмера	Секвенца крајњег прајмера	Извор
ATA003 *	1	(ТАА)9	CCGAAGACATAACTGATGAT	TGAGTACGTGCTGGAACCTT	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA004 *	1	(ТТА)8	CAGATTAAGTTCCTTTTGTCA	GGCGTCATGAAACAAGAA	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA005 ***	1	(ТТА)42	TCCGTAATTGGAACGGAACA	CCGATTTTCTTTTGGTCGCT	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA007 *	2	(АТА)11	ATAAATCTATTGAGTTCTAG	AACAAGTCAATAATCTAAAG	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA016 *	2	(ТАА)14	CAAAATGGAAAGAAAATGTC	TGTTTCGTAAATCAAATCTTG	Blair <i>et al.</i> , 2008
GATS91 *	2	(GA)17	GAGTGCAGGAAAGCGAGTAGAG	TCCGTGTTCCCTCTGTCTGTG	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
BM172 *	3	(GA)23	CTGTAGCTCAAACAGGGCACT	GCAATACCGCCATGAGAGAT	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
BMd001 *	3	(AT)9	CAAATCGCAACACCTCACAA	GTCGGAGCCATCATCTGTTT	Blair <i>et al.</i> , 2003
ATA002 **	4	(ТАА)20(GAA)10	CGTCTGTGTTTGCTAGTA	GAGAGAGGTGAAATGAAAG	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA020 *	4	(ТАА)72	GCATTGCAGGAAATCAT	TGTATCAATTACTTTTTTAC	Blair <i>et al.</i> , 2008
Pv-ag004 ***	4	(AG)8	TTGATGACGTGGATGCATTGC	AAAGGGCTAGGGAGAGTAAGTTGG	Yu <i>et al.</i> , 2000
ATA289**	5	(ТАТ)2(ААТ)12	GGATGTATTGCCAAAATTA	TTGGGGCACTTATAATTTGA	Blair <i>et al.</i> , 2008
BM155 *	5	(CA)8	GTTTCATGTTTGTGTTGACAGTTCA	CAGAAGTTAGTGTGGTTTGATACA	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
ATA010 *	6	(АТТ)11	TTGTCATCCAAAGATTATTA	GACAATAATAAAAATGGTTT	Blair <i>et al.</i> , 2008
BM170 **	6	(CT)5CCTT(CT)12	AGCCAGGTGCAAGACCTTAG	AGATAGGGAGCTGGTGGTAGC	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
BM183 *	7	(TC)14	CTCAAATCTATTCACTGGTCAGC	TCTTACAGCCTTGCAGACATC	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
BM210*	7	(CT)15	ACCACTGCAATCCTCATCTTTG	CCCTCATCCTCCATTCTTATCG	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
BMd044 **	8	(AG)5	GGCAGCTTACTAACCCGAAA	TTCCTTCCCCTTTCTTCTCC	Blair <i>et al.</i> , 2003
ATA145 *	8	(ТТА)20(4)	ATGTGTCAATTTAGTAGACTAAG	TATCTCCTGATATATTGAATTG	Blair <i>et al.</i> , 2008
ATA009 ***	9	(ААТ)12	AAGCCACTGTAGCTGGAAGC	GCCCTTCTACTACCACTCTA	Blair <i>et al.</i> , 2008
GA16 *	9	(GT)13(GA)22(3)	CAACAAAATCAAATCAAACAAT	GGTTGACTGAACTAATATAAA	Blair <i>et al.</i> , 2008
BMd042 *	10	(AT)5	TCATAGAAGATTTGTGGAAGCA	TGAGACACGTACGAGGCTGTAT	Blair <i>et al.</i> , 2003
BM157 *	10	(GA)16	ACTTAACAAGGAATAGCCACACA	GTTAATTGTTTCCAATATCAACCTG	Gaitan-Solis <i>et al.</i> , 2002
ATA006 *	11	(ТАТ)19	TGATTTGTCTAACACTTCAC	GGAGATGATTTGCATGTAG	Blair <i>et al.</i> , 2008
PvSHP1-A *	6		TTGAGGGTAGATTGGAGAAAGG	GGAAAATTTTCATCAAAACATATCCA	Nanni <i>et al.</i> , 2011
PvSHP1-B **	6		GGAAATTGAGCTGCAAAACC	CACAGTGTTCCCTGCATCAT	Nanni <i>et al.</i> , 2011
PvSHP1-C ***	6		TTGAGGGTAGATTGGAGAAAGG	TTGGGTTTATAAGAAAACCTTCCA	Nanni <i>et al.</i> , 2011

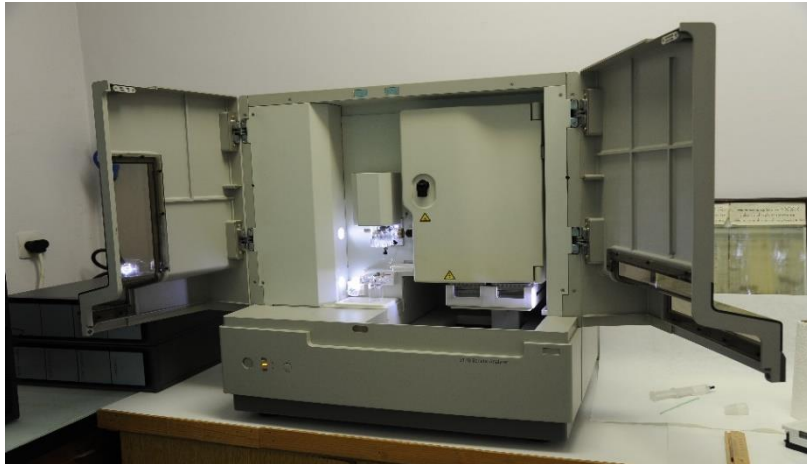
Примењени програм: * пиквемал, **модификовани пиквемал ***SSR-тејл

Табела 7. Услови ланчане реакције полимеразе за анализиране SSR маркере

програм	Опис програма ланчане реакције полимеразе		
пиквемал	Преденатурација	4 минута на 94°C	
	Денатурација	1 минут на 94°C	} 15 циклуса
	Везивање прајмера	1 минут на 49,5°C *	
	Екстензија	1 минут на 72°C	
	* у сваком циклусу је температура повећавана за 0,7°C		
	Денатурација	30 секунди на 94°C	} 23 циклуса
	Везивање прајмера	30 секунди на 53°C	
	Екстензија	1 минут на 72°C	
Завршна екстензија	5 минута на 72°C		
модификовани пиквемал	Преденатурација	4 минута на 94°C	
	Денатурација	1 минут на 94°C	} 30 циклуса
	Везивање прајмера	1 минут на 49,5°C *	
	Екстензија	1 минут на 72°C	
	* у сваком циклусу је температура повећавана за 0,5°C		
	Денатурација	30 секунди на 94°C	} 30 циклуса
	Везивање прајмера	1 минут на 49,5°C *	
	Екстензија	1 минут на 72°C	
* у сваком циклусу се температура повећава за 0,5°C			
Завршна екстензија	5 минута на 72°C		
SSR-тејл	Преденатурација	5 минута на 94°C	
	Денатурација	45 секунди на 94°C	} 30 циклуса
	Везивање прајмера	45 секунди на 56°C *	
	Екстензија	1 минут и 30 секунди на 72°C	
	* у сваком циклусу се температура смањује за 0,1°C		
	Денатурација	45 секунди на 94°C	} 30 циклуса
	Везивање прајмера	45 секунди на 55°C	
	Екстензија	1 минут и 30 секунди на 72°C	
Завршна екстензија	8 минута на 72°C		

Фрагментна анализа је извршена помоћу апарата *Genetic Analyzer 3130 xl (Applied Biosystems)*, који ради по принципу капиларне електрофорезе (Сл. 7). Електрофоретско раздвајање локуса се врши у капилари дугој 47 cm, са полимером *POP-4* (4% полидиметил акриламид, 8M уреа, 5% 2-пирролидион) (*Applied Biosystems*). Систем омогућава аутоматско ласерско раздвајање фрагмената на основу њихове флуоресценције. Сигнале различитих таласних дужина одају флуоресцентни молекули

FAM-M13(-21), NED-M13(21) i HEX-M13(-21), који су се везали током *PCR* анализе између ланаца ДНК, што омогућава читавање алелних дужина микросателитних локуса у односу на ДНК стандард, који садржи фрагменте познате дужине (*GeneScan 350 Rox Size Standard; Applied Biosystems*).



Слика 7. Апарат за фрагменту анализу *Genetic Analyzer 3130 (Applied Biosystems)*
(Извор:фотодокументација Г. Мулић)

За анализу дужине фрагмената продуката *PCR* реакције коришћена је смеша од 7 μl формамида *Hi-Di (Applied Biosystems)*, 0,4 μl стандарда *GeneScan 350 Rox Size Standard (Applied Biosystems)*, по 1,5 μl продукта умножавања три различите *PCR* реакције у којима је коришћен прајмер са различитом флуоресцентном бојом (FAM, NED и HEX). Самим тим, свака реакција је садржала продукте три различите *PCR* реакције.

Применом софтвера *Data Collection 3.0 (Applied Biosystems)* извршена је контрола рада инструмента и унос података о узорцима. Добијени подаци су читавани помоћу софтвера *GeneMapper 4.0 (Applied Biosystems)*. Дужина продукта је одређена на основу калибрационе криве, која је формирана према стандарду за величину.

5.4. ХЕМИЈСКА АНАЛИЗА ЗРНА ПАСУЉА

На основу резултата добијених фенотипском, молекуларном и биохемијском анализом у овом истраживању, код 57 генотипова пасуља одабраних за базичну колекцију пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад испитани су следећи параметри квалитета зрна:

- Садржај воде је одређен гравиметријски сушењем на температури од 105°C до константне масе.

- Укупни садржај азота и сумпора је одређен тоталним спаљивањем, елементарном анализом на *CHNS* анализатору *Elementar III Vario EL*.
 - Садржај протеина је одређен рачунски, односно методом за одређивање садржаја укупног азота (*CNS* елементална анализа) тако што је садржај азота за дати узорак помножен са фактором за дати матрикс (6,25).
 - Укупни садржај калијума, фосфора, гвожђа и цинка у зрну пасуља одређен је методом индуковане купловане плазме на апарату ICP-OES Varian. Садржај метала је одређен након разарања органске материје минералном киселином (10 ml HNO₃ и 2 ml H₂O₂) у процесу микроталасног разлагања у апарату Erhos I-MILESTONE.
- Параметри квалитета зрна пасуља су испитани у Лабораторији за земљиште, Института за ратарство и повртарство, Нови Сад.

5.5. СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

У циљу утврђивања варијабилности међу генотиповима у погледу особина одабраних према међународном дескриптору израчунат је Шенонов индекс диверзитета (Shannon and Weaver, 1949). Шенонов индекс диверзитета рачуна се по следећој формули:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

где је n – број номиналних категорија особина, p_i – удео генотипова у i -тој номиналној категорији дескриптора. Нормализација H' је извршена тако што је дељена са максималном вредношћу диверзитета ($\log_2 n$) како би се добиле вредности индекса у интервалу од 0 до 1 (Perry and McIntosh, 1991). Ниске вредности H' указују на неравномерну фреквенцију генотипова у оквиру номиналне категорије особине и одсуство генетичког диверзитета, док високе вредности указују на максимум диверзитета.

Анализа хомогености (HOMALS, *Homogeneity Analysis by Means of Alternating Least Squares*) употребљена је за испитивање варијабилности генотипова пасуља, на основу особина проучаваних према дескриптору и утврђивање потенцијалних генетичких веза између њих (de Leeuw and Mair, 2007). То је нелинеарна мултиваријациона анализа која се заснива на разлагању вишедимензионих табела, при чему као резултат настају координате редова и координате колона, на основу којих се врши визуелизација резултата анализе. Раздвајање објеката код HOMALS анализе се

заснива на техници оптималног скалирања категоријалних варијабли (трансформацији, односно додељивању стварних вредности објектима у нискодимензионом Еуклидовом простору) (Gifi, 1991).

Карактеристичне вредности из анализе хомогености показују количину објашњене варијансе категоријалних података сваком димензијом. Удео варијације која је додељена свакој испитаној особини, у свакој димензији је процењена као дискриминациона мера и представљена је дужином вектора на графикону. Дужи вектор указује на бољу дискриминациону моћ испитаног дескриптора (Malik *et al.*, 2014). Удаљеност између два генотипа у мултиваријационом простору зависи од сличности њихових профила. У свакој димензији, објекти (генотипови) који се налазе један близу другог на графикону су слични, док су удаљени објекти различити. Они објекти који се одликују јединственим особинама су најудаљенији од координатног почетка графикана, док се они са сличним својствима налазе у близини координатног почетка (Michailidis and de Leeuw, 1998). Анализа хомогености је извршена применом програмског језика R (R Core Team, 2015).

Основни статистички показатељи, за квантитативне особине, израчунати су применом програма InfoStat ver. 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011). Израчунате су следеће вредности: средња вредност, минимална и максимална вредност, интервал варијације, стандардна грешка аритметичке средине, варијанса и коефицијент варијације (%).

Са циљем груписања генотипова у погледу агрономски значајних особина и одређивања броја фенотипских класа израчунат је оптималан број групних интервала за фреквенције квантитативних особина у програму InfoStat ver. 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011), у коме се број интервала дефинише на основу израза $\log_2(n+1)$. Припадност генотипова различитим интервалним класама за испитане особине представљена је графички. Добијени параметар је коришћен за вредновање базичних колекција.

Изведена је анализа варијансе (ANOVA) по случајном потпуном блок систему, уз примену теста најмање значајне разлике (НЗР), са циљем да се испита значајност разлика варијанси испитаних особина, у складу са општим моделом:

$$Y_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \theta_{ge},$$

где је: Y_{ge} – испитана особина генотипа (g) у условима средине (e), μ – општи просек, α_g – девијација просека генотипа од општег просека, β_e – девијација просека еко-средине од општег просека, θ_{ge} – остатак. Анализа варијансе и тест најмањих значајних разлика израчунати су у програму InfoStat ver. 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

Ради утврђивања међусобне зависности испитаних квантитативних особина израчунати су Пирсонови коефицијенти корелације у програму XLSTAT 2010 (пробна верзија, Addinsoft, New York, USA). Пирсонов коефицијент корелације рачуна се према формули:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

где је r – корелациони коефицијент, n – број парова података, \bar{x} – просечна вредност варијабле x , \bar{y} – просечна вредност варијабле y , $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ – сума квадрата варијабле x , $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ – сума квадрата варијабле y .

Пирсонов коефицијент корелације је статистичка мера јачине линеарне везе између пара података и изражава се:

$$-1 \leq r \leq 1$$

при чему позитивна вредност указује на позитивну линеарну корелацију, негативна вредност на постојање негативне линеарне корелације, док нулта вредност указује на одсуство корелације. Корелације између особина на основу интензитета вредности Пирсоновог коефицијента подељене су према Evans (1996):

$r = 0,00 - 0,19$ (веома слаба)

$r = 0,20 - 0,39$ (слаба)

$r = 0,40 - 0,59$ (средње јака)

$r = 0,60 - 0,79$ (јака)

$r = 0,80 - 1,00$ (веома јака)

Анализа главних компоненти је примењена ради идентификације постојеће структуре фенотипске варијације у испитаној колекцији пасуља, али и структуре груписања генотипова пасуља на основу квантитативних особина. То је мултиваријациона техника, која има за циљ да смањи већи број почетних варијабли (испитаних особина) које се често налазе у корелацији, на мањи број вештачких варијабли (главне компоненте или фактори). Оне заправо представљају линеарне комбинације ових почетних варијабли, које се не налазе у корелацији. Варијанса главних компоненти добија се израчунавањем карактеристичних коренова (*eigenvalue*). Најчешћи критеријум за смањење броја главних компоненти, односно фактора, јесте да се елиминишу оне линеарне комбинације (главне компоненте), чија је варијанса мања од 1 (*eigenvalue* < 1). Вредности фактора (*factor loading*) представљају пропорције учешћа почетних променљивих у објашњењу главних компоненти. Ради јаснијег сагледавања веза између главних компоненти и почетних променљивих примењена је

Varimax ротација, којом се тражи угао ротације који максимализује варијансу нове главне компоненте, а минимализује варијансу око ње. На овај начин идентификују се вредности фактора за почетне променљиве (испитане особине) које се максимално разликују између главних компоненти, што олакшава интерпретацију резултата. Подаци су графички представљени у дводимензионом биplot графикону. Анализа главних компоненти је урађена у програму XLSTAT 2010 (пробна верзија, Addinsoft, New York, USA).

Ради груписања генотипова на основу сличности и разлика у погледу квантитативних особина примењена је анализа груписања у програму XLSTAT 2010 (пробна верзија, Addinsoft, New York, USA). Она представља мултиваријациони метод који омогућава да се утврди природна груписаност у сету података. Примењен је непондерисани метод груписања са аритметичком средином UPGMA (*unweighted pair group method with arithmetic mean*) који се заснива на Еуклидској матрици удаљености:

$$d_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

где је: d_{jk} - Еуклидова удаљеност између генотипа i и генотипа j , x_{ik} - вредност k -те особине за i -ти генотип, x_{jk} - вредност k -те особине за j -ти генотип, N - број испитаних особина.

UPGMA методом се утврђује најмање растојање између два објекта (генотипа) чиме се одређује припадност генотипова групама. Удаљеност између две групе представља просечну удаљеност свих парова генотипова у тим групама.

Израчунати су основни параметри алелне варијабилности микростелитних локуса, који су укључивали укупан број алела по локусу (N_a), очекивану хетерозиготност (H_e), број ретких алела, ефективан број алела (N_e), Шенонов информациони индекс (I), полиморфност појединачних локуса (PI) и вероватноћу идентитета (PI).

Укупан број алела по локусу (N_a) означава броја алела који су присутни у испитаној колекцији генотипова пасуља. **Очекивана хетерозиготност, односно диверзитет гена (H_e)** дефинише се као вероватноћа да се два насумично одабрана алела у популацији разликују, односно да је индивидуа хетерозиготна за дати локус (Nei, 1972). Рачуна се по формули:

$$H_e = n(1 - \sum p_i^2) / (n-1)$$

где је n - број алелних варијанти утврђених за дати SSR локус, p_i - фреквенција i -тог алела.

Број ретких алела односи се на број алела чија је учесталост мања од 5% у појединачним локусима. **Ефективан број алела (N_e)** представља меру варијабилности локуса, која узима у обзир број алела и његову фреквенцију, а рачуна се на основу заједничких алела (Kimura and Crow, 1963)

$$N_e = 1/(\sum p_i^2)$$

где је p_i – фреквенција i -тог алела.

Шенонов информациони индекс (I) служи за представљање диверзитета алела једног локуса. Рачуна се по формули коју су дали Shannon и Weaver (1949):

$$I = - \sum p_i \ln p_i$$

где је p_i – фреквенција i -тог алела.

Полиморфност појединачних локуса (*Polymorphism Information Content; PIC*) је мера информативности генетичког маркера која зависи од броја детектованих алелних варијанти и дистрибуције њихових фреквенција. Рачуна се према формули:

$$PIC = 1 - \sum p_i^2$$

где је p_i фреквенција i -тог алела.

Вероватноћа идентитета (*Probability of identity; PI*) представља вероватноћу да две индивидуе имају исте генотипове. Што је PI мања, то су генотипови (индивидуе) различитије. Рачуна се према формули:

$$PI = \sum p_i^4 + \sum \sum 2(p_i p_j)^2$$

где су p_i и p_j – фреквенције i -тог и j -тог алела.

Укупан број алела по локусу, број ретких алела, очекивана хетерозиготност и Шенонов информациони индекс, израчунати су у програму *GenAlEx 6.1* (Peakall and Smouse, 2006). Програм *Identity 1.0* (Wagner and Sefc, 1999) је примењен за израчунавање вероватноће идентитета, док је параметар полиморфности појединачних локуса израчунат у програму *Excel Microsatellite Toolkit* (Park, 2001)

За утврђивање популационе структуре анализираних генотипова пасуља на основу резултата молекуларне анализе коришћен је програм STRUCTURE 2.3.4. (Pritchard *et al.*, 2000). Применом овог програма утврђују се различите популације, придружују генотипови утврђеним популацијама, проучавају се зоне хибридизације, односно места где се сусрећу и укрштају јединке две различите популације дајући генетички рекомбиновано потомство, идентификују мигранти и рекомбинантне индивидуе, процењујући фреквенције алела у популацији у којој је већи број индивидуа миграната и рекомбинаната (*admixture*, енг.). Популациона структура испитаног

материјала је анализирана применом Бејзовог метода, заснованог на *Markov Chain Monte Carlo (MCMC)* алгоритму, који је уграђен у програм STRUCTURE 2.3.4. Највероватнији број група (K вредност), где је свака група дефинисана скупом алелних фреквенција за сваки испитани микросателитни локус, испитан је у опсегу од један до десет. Три независне анализе су урађене за сваку K вредност, са бројем понављања од 1×10^5 . Током сваке анализе, коефицијент чланства се додељује индивидуално сваком генотипу. Одређивање највероватније K вредности спроведено је применом програма Structure Harvester (Earl and van Holdt, 2012). Два метода су употребљена у оквиру овог софтвера. Први се заснива на стопи промене између две вредности за K – ΔK (Evanno *et al.*, 2005). Други се заснива на методу вредности $\ln P(D)$ (*log probability of data*; енг.), који су описали Pritchard *et al.* (2000). Вредност $\ln P(D)$ се добија на основу израчунавања логаритма вероватноће припадности за дате податке, при сваком кораку MCMC алгоритма. Највероватнији број група се одређује на основу дијаграма за просечне вредности $\ln P(D)$. Генотип је додељен одређеној групи када је израчуната вредност вероватноће припадности групи (коефицијента чланства) за генотип била $K > 80\%$, док је за генотипове чија је вероватноћа припадности била $K < 80\%$, сматрано да су мешаног порекла (потенцијални хибриди).

Анализа главних координата (*Principal Coordinate Analysis, PCoA*), која припада групи мултиваријационих техника, примењена је за анализу структуре скупа података путем дводимензионог графика у циљу испитивања распореда генотипова у групе, а који произилази из матрице удаљености, утврђене анализом 27 микросателитних локуса код генотипова пасуља у програму *GenAlex* 6.1. (Peakall and Smouse, 2006).

За рачунање Нејове (*Nei's*) стандардне генетичке удаљености на основу фреквенција алела и конструисање дендрограма у анализи груписања, са циљем додатног утврђивања унутрашње структуре популације, употребљен је *Populations* 1.2.28 софтвер (Langella, 2002). Нејова генетичка дистанца је израчуната према формули:

$$D = - \log I ; I = J_{xy} / \sqrt{J_x J_y}$$

где је D – Нејова генетичка дистанца, I – нормализована сличност гена (J) између две популације (X и Y).

Дендрограм је конструисан применом метода груписања најближег суседа (*Neighbour Joining method, NJ*) и графички је приказан у програму *TreeView* (Saitou and Nei, 1987; Page, 1996, тим редом). Анализа молекуларне варијансе (AMOVA) представља метод на основу кога се утврђује диференцијација између популација употребом молекуларних маркера. Овај метод је примењен са циљем статистичког

испитивања нивоа генетичке варијације која је присутна унутар и између група генотипова, употребом *GenAlex 6.1* програмског пакета (Peakall and Smouse, 2006).

Базична колекција пасуља је формирана на основу резултата добијених фенотипским, молекуларним и биохемијским испитивањем 177 генотипова, који представљају део генетичке колекције пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад. Коришћено је упутство *IPGRI* техничког билтена за формирање базичне колекције биљних генетичких ресурса (van Hintum *et al.*, 2000). Формирање базичне колекције се састојало из неколико етапа. У првој етапи, на основу резултата фенотипске и молекуларне процене испитаних генотипова пасуља, извршена је подела генотипова у групе применом мултиваријационих метода, анализе главних компоненти и анализе груписања. Након тога, напредна стратегија максимизације (M) имплементирана у статистички програм PowerCore v.1.1.0. (Kim *et al.* 2007) је употребљена за одабир генотипова који су обухватили укупну алелну варијабилност и све категорије фенотипских особина забележених у основној колекцији. На овај начин је идентификована прелиминарна базична колекција из које је даљим методама одабран мањи узорак, који ће чинити базичну колекцију пасуља Института за ратарство и повртарство.

Базична колекција пасуља је даље формирана одабиром генотипова из појединачних група. Из сваке групе је узет одређен број узорака, приликом чега се водило рачуна о томе да се задржи што већи алелни и фенотипски диверзитет, са минималном поновљивошћу. Поједини генотипови су ушли у састав базичне колекције на основу претходног познавања генотипа, доступних информација о генотипу, значају у оплемењивању и истраживању, што је додатно утицало на њену величину. Вредновање новоформиране базичне колекције пасуља Института за ратарство и повртарство вршено је поређењем алелног и фенотипског диверзитета са прелиминарном базичном и испитаном генетичком колекцијом пасуља, као и поређењем њихових структура. Молекуларни диверзитет је поређен на основу укупног броја утврђених алелних варијанти, просечног броја алела, очекиване хетерозиготности и Шеноновог информационог индекса. Фенотипски диверзитет је процењен израчунавањем просечне вредности Шеноновог индекса диверзитета за испитане особине у колекцији, као и укупног броја забележених категорија особина.

6. РЕЗУЛТАТИ

6.1. ПАСОШКИ ПОДАЦИ

Први подаци о узорцима се бележе током сакупљања на терену. Ови подаци се проширују и обогаћују од момента пријема прикупљеног материјала у колекцију и формирања узорака, па даље током њиховог испитивања. Основни подаци о генотиповима су постојали у институтским свескама оплемењивача. Они су прегледани, допуњени и систематизовани у складу са међународним *FAO/Bioversity multi-crop V.2* пасошким подацима (Прилог 1; Таб. 8).

Табела 8. Удео забележене информације за категорије пасошких података испитаних генотипова који се чувају у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Категорија пасошког податка	Заступљеност (%)	Категорија пасошког податка	Заступљеност (%)
NICODE*	100	LATITUDE	86
INSTCODE	100	LONGITUDE	86
ACCENUMBER	100	ELEVATION	85
COLLNUMBER	100	COLLDATE	27
COLLCODE	100	BREDCODE	15
<i>Genus</i>	100	SAMPSTAT	100
<i>Species</i>	100	ANCEST	0
SPAUTHOR	100	COLLSRC	100
SUBTAXA	100	DONORCODE	34
SUBAUTHOR	0	DONORNUMBER	26
CROPNAME	100	OTHERNUMBER	0
ACCENAME	100	DUPLSITE	100
ACQDATE	57	STORAGE	100
ORIGCTY	99	MLSSTAT	0
COLLSITE	89	REMARKS	37

*Међународне ознаке према *FAO/Bioversity multi-crop* дескриптору (Alercia *et al.*, 2012): *NICODE*- шифра државе према ISO3166-1 alpha-3 стандарду, *INSTCODE*- FAO WIEWS код институције ; *ACCENUMB*- приступни број, *COLLNUMB*- број сакупљача, *COLLCODE* - WIEWS код институције сакупљача, *SPAUTHOR*- ознака таксона, *SUBTAXA*- форма или варијетет, *SUBAUTHOR* - детаљнија ознака таксона, *CROPNAME*- име врсте, *ACCENAME*- име узорка, *ACQDATE*- датум пристизања узорка у колекцију, *ORIGCTY*- земља порекла, *COLLSITE*- место сакупљања, *LATITUDE* - географска ширина, *LONGITUDE*- географска дужина, *ELEVATION*- надморска висина, *COLLDATE*- датум налажења, *BREDCODE* - WIEWS код институције селекционера, *SAMPSTAT* - статус узорка, *ANCEST*- податак о родослову, *COLLSRC* - место налажења узорка, *DONORCODE* - WIEWS код институције донора, *DONORNUMBER*- ознака у колекцији донора, *OTHERNUMBER* - друге значајне ознаке, *DUPLSITE* - место чувања дубликата, *STORAGE*- начин чувања узорка, *MLSSTAT*- статус генотипа у односу на Мултилатерални систем Међународног споразума о биљним генетским ресурсима за храну и пољопривреду, *REMARKS*- забелешке

Генотиповима је додељена међународна FAO WIEWS шифра (*COLLCODE*) институције у којој се налази или из које је генотип потекао. Сви генотипови испитани у овој докторској дисертацији се чувају у Институту за ратарство и повртарство, Нови

Сад, под FAO WIEWS шифром Института SRB002. Део материјала је добијен разменом са другим институцијама, чије су FAO WIEWS шифре следеће: SRB056 – Институт за повртарство из Смедеревске Паланке, SRB057 – Агроинститут Сомбор, SRB040 – Центар за пољопривредна и технолошка истраживања Зајечар, BGR002 - Институт за повртарство Марица (Бугарска), BGR029 - Пољопривредни институт Добрич, Генерал Тошево (Бугарска), USA274 - Државни Универзитет Мичиген (САД), SVK001-Истраживачки центар пољопривредне производње, Пјештани (Словачка). Осим тога, за сорте испитане у овом раду, означене су FAO WIEWS шифре институција у којима су оне оплемењене.

Увидом у документацију је утврђено да су сви ботанички подаци о генотиповима комплетни, с обзиром на то да за врсту *Phaseolus vulgaris* није одређена детаљнија ознака таксона (SUBAUTHOR). Географске координате места налажења, које су укључивале географску ширину, географску дужину и надморску висину, забележене су за део локалних популација у моменту сакупљања (COLLSITE), док су за остатак накнадно назначене претрагом на интернету. Као место налажења српских и страних сорти наведене су институције из којих потичу, уз ознаку географског положаја. Шифрама према међународном дескриптору је означено да су узорци сакупљени са пољопривредних газдинстава или су добијени разменом са другим научим и истраживачким институцијама (COLLSRC) (Таб. 8).

Шифре на основу којих се означава статус узорка у колекцији (SAMPSTAT) су додељене генотиповима, тако да се у испитаном материјалу налази 38 сорти, 5 линија и 134 локалне популације. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад је назначен као институција у којој се чувају резерве семена (DUPLSITE). Генотипови пасуља се чувају у клима комори Одељења за повртарство, Института за ратарство и повртарство, на температури од 4°C (STORAGE). За већину генотипова који су добијени разменом материјала са другим институцијама означени су и број у колекцији донора (DONNUMB), 46 генотипова, док је за већину сорти означена шифра институције из које потичу (BREDCODE), 27 сорти (Таб. 8).

У потпуности недостају подаци о статусу генотипа у односу на Мултилатерални систем приступа и коришћења биљних генетичких ресурса (MILSSTAT), Међународног споразума о биљним генетичким ресурсима за храну и пољопривреду и примедбе. Мултилатерални систем приступа и коришћења биљних генетичких ресурса је успостављен како би се олакшала доступност генетичких ресурса пољопривредних биљака, али и омогућила равноправна употреба ових ресурса (FAO, 2017), Таб. 8.

Од 177 генотипова пасуља, испитаних у овом раду, пасошки подаци за 65 генотипова, који су укључивали 18 српских сорти и 47 локалних популација, регистровани су у европском каталогу биљних генетичких ресурса, EURISCO, што је наведено у категорији пасошког дескриптора под називом Забелешке.

6.2. ФЕНОТИПСКА ВАРИЈАЦИЈА ГЕНОТИПОВА ПАСУЉА

6.2.1. ВАРИЈАБИЛНОСТ И ДИСТРИБУЦИЈА ОПИСНИХ ОСОБИНА ПАСУЉА И АНАЛИЗА ХОМОГЕНОСТИ (*HOMALS*)

Утврђене су значајне фенотипске разлике међу генотиповима пасуља у погледу особина одабраних на основу дескриптора. Забележене вредности за сваки генотип и сваку испитану особину су дате у Прилогу 2. Варијабилност описних особина одабраних према дескриптору представљена је у Табели 9.

На основу дужине вегетације генотипови пасуља су подељени у три групе према броју дана од ницања до цветања (*DAYSBL0S*), и у пет група према броју дана до зрења (*MATURITY*), према Иванов (1961). Највећи број генотипова је цветао (50% образованих цветова) у периоду 43 - 50 дана (80,8%), док је нешто мањи број цветао у периоду 51 - 58 дана (11,3%) и 35 - 42 дана (7,9%). Најраније су цветале популације КП-317, КП-319 и КП-464, док су најдужи период од ницања до цветања имале популације КП-467 (56 дана), КП-329 и КП-377 са 57 дана. Вредност Шеноновог индекса диверзитета за број дана од ницања до цветања је износила 0,55 (Таб. 9).

У погледу времена сазревања (90% зрелих махуна на биљкама), ниједан од испитаних генотипова се није налазио у првој и последњој групи (врло рани и врло касни). Највећи број генотипова сврстан је у средње касне (91-105 дана), са заступљеношћу од 84,7% у испитаном материјалу. Укупно 11,3% генотипова сврстано је у ране, са дужином вегетације од 76 до 90 дана, док је свега 3,9% генотипова имало дужину вегетације од 106 до 115 дана (група касних). Као најраније се истичу популације КП-323, КП-325, КП-314 и КП-108. Најдуже време потребно за сазревање је забележено код популација КП-164 и КП-467. Генотипови са дужом вегетацијом су углавном имали неограничене ниске усправне и полупузаве (*II* и *III*) типове раста. Шенонов индекс диверзитета за ово својство био је релативно низак и износио је 0,32 (Таб. 9).

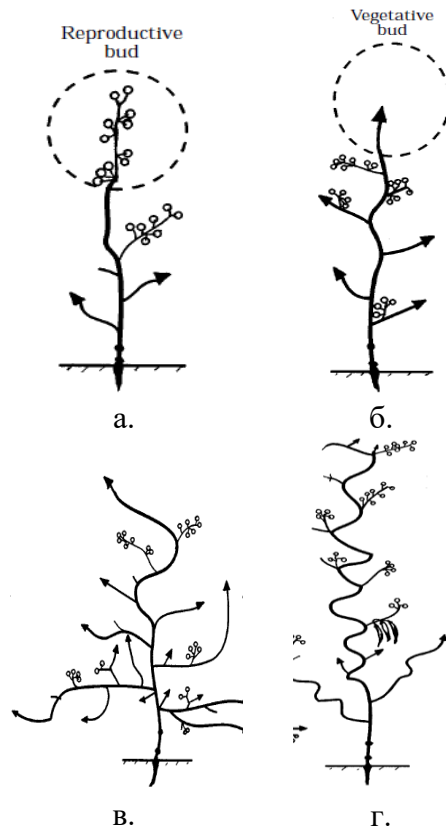
Табела 9. Расподела испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство по испитаним категоријама особина, као и вредност Шеноновог индекса диверзитета (H')

Особина	Фенотип	Удео (%)	H'	
Дужина вегетације	Број дана до цветања (<i>DAYSBL0S*</i>)	35-42 дана	7,9	0,55
		43-50 дана	80,8	
		51-58 дана	11,3	
	Број дана до зрења (<i>MATURITY</i>)	60-75 дана (врло ране)	0	0,32
		76-90 дана (ране)	11,3	
		91-105 дана (средње касне)	84,7	
106-115 дана (касне)		3,9		
	више од 115 дана (врло касне)	0		
Хабитус (тип раста) (<i>TYPE*</i>)	ограничени жбун (<i>I</i> тип)	80,2	0,57	
	неограничени усправан (<i>II</i> тип)	11,9		
	неограничена биљка са полупузавим главним стаблом и гранама (<i>III</i> тип)	7,9		
	неограничени повијушни (<i>IV</i> тип)	0		
	ограничени повијушни (<i>V</i> тип)	0		
	мешавина	0		
Боја цвета	Боја заставице цвета (<i>BLOSVEK</i>)	бела	37,3	0,78
		зелена	4,5	
		светло розе	41,8	
		црвена	12,9	
	Боја крилаца цвета (<i>BLOSWINGS</i>)	љубичаста	3,4	0,74
		бела	41,8	
Боја махуне	Боја махуне (<i>PODCOLIMM</i>)	светло розе	54,2	0,57
		љубичаста	3,9	
		обично зелена	59,3	
		светло зелена	29,4	
		тамно/мат зелена до сивосребрна	7,9	
		светло жута до бела	1,7	
зелена са црвеним пругама	0,6			
зелена са светло црвеним пругама	1,13			
Маса 1000 зрна (<i>SEEDHKM</i>)	ситно зрно < 250 g	10,1	0,84	
	средње крупно зрно 250-400 g	35,0		
	крупно зрно > 400 g	54,8		
Боја зрна	Шаре на семењачи (<i>SEEDPATCHAR</i>)	одсутна	84,7	0,37
		шарено	1,7	
		војничкић	2,3	
		на штрафте	9,6	
		тачкасто	1,7	

Особина	Фенотип	Удео (%)	<i>H'</i>		
Боја зрна	бела	36,7	0,73		
	крем	9,6			
	жута	1,7			
	браон	2,8			
	розе	15,8			
	црвена	1,1			
	љубичаста	1,7			
	црна	3,4			
	жутозелена	21,5			
	златножута	4,5			
	бордо	1,1			
	Сјај семењаче (<i>BRILLIANCE</i>)	мат (без сјаја)		21,5	0,95
		средње сјајно		46,9	
сјајно		31,6			
Облик зрна (<i>SEEDSHAPEL</i>)	округао	0,6	0,68		
	елипсаст	29,9			
	ваљкаст	55,4			
	бубрежаст	8,5			
	полупољоснат	5,6			
Просек			0,64		

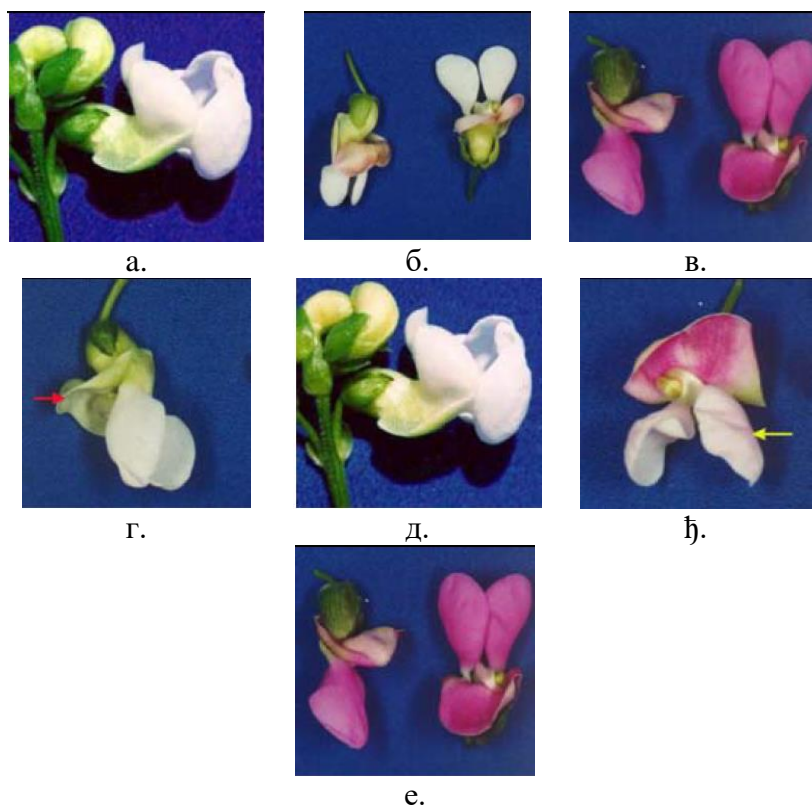
*међународне ознаке према дескрипторима; Удео (%) – удео генотипова у категорији фенотипског дескриптора, *H'* – Шенонов индекс диверзитета

Хабитус (*TYPE*) *I* типа (ограничени жбун) забележен је код највећег броја испитаних генотипова (77,1%). Тип *II* (неограничени усправан) је имало 15,4%, а тип *III* (неограничена биљка са полупузавим главним стаблом и гранама) 7,4% генотипова (Сл. 8). Генотипови *II* и *III* типа раста су углавном стране сорте ситног белог и црног зрна пореклом из Сједињених Америчких Држава и Колумбије - Наја Најахит (КП-13), Сатаја 425 (КП-11), Ц-20 (КП-161), Спинел (КП-170), А55 (КП-12), затим бугарске сорте Вулкан (КП-135), Астор (КП-136), Добруцански 7 (КП-139), Лудогорје (КП-247) и двадесет локалних популација. Српске сорте су већином *I* типа раста, са изузетком сорти Медијана (КП-154) и Пасуљица П-1 (КП-152) (*II* тип раста), као и сорте Побољшани градиштанац (КП-213) (*III* тип раста). Преостала три типа раста нису присутна у испитаној колекцији пасуља. Код ове особине Шенонов индекс диверзитета је износио 0,57 (Таб. 9).



Слика 8. Тип раста биљака пасуља: а) ограничени жбун (*I* тип), б) неограничени усправан (*II* тип), в) неограничена биљка са полупузавим главним стаблом и гранама (*III* тип), г) неограничени повијушни (*IV* тип), у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада (Извор: Garcia *et al.*, 1997)

Највећи број генотипова је имао светло розе (40,4%) и белу (38,8%) боју заставице цвета (*BLOSVEX*). Црвена боја заставице цвета је заступљена код 12,2% генотипова, док је 4,3% и 3,2% генотипова имало зелену и љубичасту боју заставице цвета, тим редоследом. У погледу боје крилаца цвета (*BLOSWINGS*), најзаступљенији су генотипови са светло розе (52,1%) и белом (42,5%) бојом цвета, док је љубичаста забележена код 3,7% испитаних генотипова (Сл. 9). Домаће сорте и популације су углавном имале белу или светло розе боју заставице и крилаца цвета. Љубичасту боју заставице и крилаца цвета су имале стране сорте Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и Наја Најахит (КП-13) пореклом из Сједињених Америчких Држава и Колумбије, као и локалне популације КП-335, КП-390 и КП-402. Запажено је да су генотипови са белом бојом семењаче углавном имали и белу боју цвета, док су генотипови са обојеном семењачом имали и обојене цветове. Вредности Шеноновог индекса диверзитета за ове две особине су биле 0,78 за боју заставице цвета и 0,74 за боју крилаца цвета (Таб. 9).



Слика 9. Боје заставице цвета: а.- бела, б.- светло розе, в.- љубичаста, г.-зелена; недостаје слика црвене боје; Боје крилаца цвета: д.-бела, њ.- светло розе, е.- љубичаста, у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада (Извор: Genchev and Kiryakov, 2005)

Испитани генотипови пасуља су имали шест различитих боја махуна (*PODCOLIMM*), Сл. 10. Најзаступљеније боје су обично зелена код 58,5% и светло зелена код 28,7% генотипова. Обично зелена боја махуне је забележена код већег броја страних сорти – пример: Магна (КП-133), Вулкан (КП-135), Добруцански 7 (КП-139), Лакер (КП-147), Спинел (КП-170), Алубиа (КП-186), Јулија (КП-461); као и код појединих српских сорти – пример: Розалија (КП-21), Балкан, (КП-149), Оплепац (КП-171), Панонски тетовац (КП-192), Златко (КП-241), Макса (КП-244); и локалних популација из Србије, Хрватске и Босне и Херцеговине. Светло зелена боја махуне је карактеристична за стране сорте Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12), Наја Најахит (КП-13), Прелом (КП-137) и Ц-20 (КП-161), док је међу српским сортама присутна само код сорти Сремац (КП-148) и Побољшани градиштанац (КП-213). Локалне популације са светло зеленом бојом махуне су углавном сакупљене са територије Србије. Осим наведених боја махуне, забележене су и тамно зелена до сивосребрна боја (7,4%), светло жута до бела (1,6%), зелена са црвеним пругама (1,1%) код популација КП-304 и КП-310, као и зелена са светло црвеним пругама (0,5%) код популације КП-233. Вредност Шеноновог

индекса диверзитета за ово својство је била нижа него што је забележено у случају боје заставице и крилаца цвета (0,57%), Таб. 9.

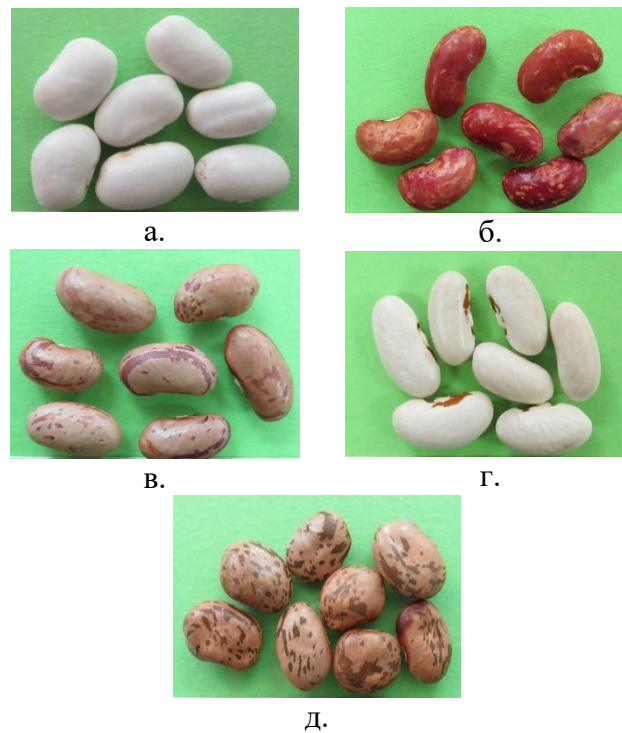


Слика 10. Боје махуна у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада; а.-обично зелена, б.- светло зелена, в.- тамно/мат зелена до сребрносива, г.-зелена са светло црвеним пругама, д.-зелена са црвеним пругама, њ.- светло жута до бела (Извор: фотодокументација А. Савић)

Маса 1000 зрна (*SEEDHKM*) се кретала од $\bar{x} = 160,3$ g код бугарске сорте Лудогорје (КП-247) до $\bar{x} = 660,9$ g код популације КП-113. Према крупноћи зрна, генотипови пасуља су подељени у три категорије: са ситним (маса 1000 зрна < 250 g), средње крупним (маса 1000 зрна 250 - 400 g) и крупним зрном (маса 1000 зрна > 400 g) (Singh *et al.*, 1991). Најзаступљенија је категорија генотипова крупног зрна са 54,3%, након чега следе генотипови са средње крупним (34,6%) и на крају генотипови са ситним зрном (10,1%). Најситније зрно, са масом 1000 зрна испод 250 g су имале стране сорте црног зрна Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и Наја Најахит (КП-13), стране сорте белог зрна Лакер (КП-147), Лудогорје (КП-247), Ц-20 (КП-161), Сивејв (КП-169), стране линије БА4596-22 (КП-185) и ХР45 (КП-275), домаће сорте Пасуљица П-1 (КП-152) и Белко (КП-243) и седам локалних популација. Једино су популације КП-113, КП-116 и КП-316 имале масу 1000 зрна изнад 600 g. Вредност Шеноновог индекса диверзитета за ову особину је износила 0,84 (Таб. 9).

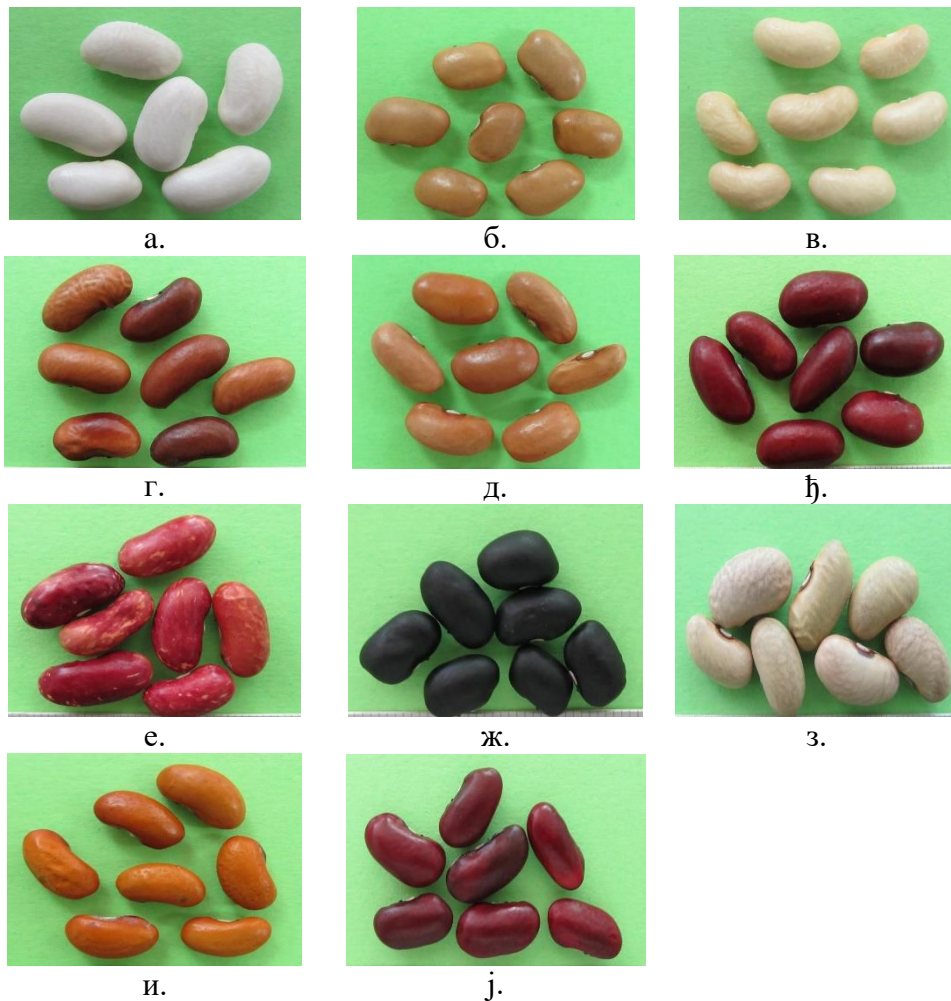
Особине семењаче (боја семењаче, шаре на семењачи и сјај семењаче) од посебног су значаја, јер се на основу њих, као и на основу облика и крупноће зрна, одређује припадност генотипа одређеној трговачкој класи (Uebersax and Siddiq, 2013). Код највећег броја генотипова, шаре су биле одсутне (83,5%), док је мали проценат имао зрно које је било на штрафте (9,6%), шарено (1,7%) или тачкасто (1,7%). Издваја се

посебна категорија, а то је бело зрно са мрљом око хилума, које припада трговачкој класи војничкић (2,7%), којој припадају домаћа сорта Жутотрбан (КП-42), локалне популације КП-47 и КП-49, као и оплемењивачка линија БА4596-22 (КП-185) из Колумбије (Сл. 11). Вредност Шеноновог индекса диверзитета за особину шаре на семењачи је износила 0,37 (Таб. 9).



Слика 11. Шаре на семењачи у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада; а.-одсутна, б.-шарено, в.-на штрафте, г.-војничкић, д.-тачкасто (Извор: фотодокументација А. Савић)

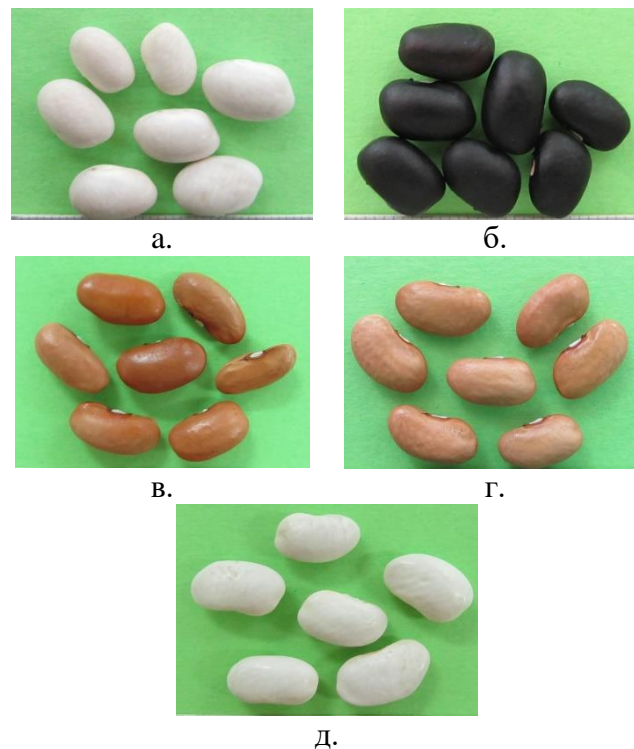
Најзаступљеније боје зрна су бела (35,6%), жутозелена (20,2%) и розе (15,9%). Генотипови пасуља са осталим бојама зрна су били заступљени у знатно мањем проценту (Сл. 12). Највећи број српских и страних сорти је беле боје зрна. Осим беле боје семењаче, српска сорта Сремац (КП-148) је имала жутозелену, сорта Розалија (КП-21) розе, а сорта Златко (КП-241) златножуту боју семењаче. Обојену семењачу, од страних сорти, имале су само сорте Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и Наја Најахит (КП-13) пореклом из Сједињених Америчких Држава и Колумбије, са црним зрном. Сорта Ројал дач (КП-129) пореклом из Холандије, имала је крем боју зрна, а сорта Креола (КП-29), пореклом из Словачке, шарено зрно. Локалне популације сакупљене са територије Републике Србије, највећим делом су имале бело и жутозелено зрно. Шенонов индекс диверзитета за боју семењаче је био нешто нижи и износио је 0,73 (Таб. 9).



Слика 12. Боје зрна у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада; а.-бела, б.- крем, в.- жута, г.-браон, д.-розе, ђ.- црвена, е.- љубичаста, ж.- црна, з.- жутозелена, и.- златножута, ј.- бордо (Извор: фотодокументација А.Савић)

Према облику зрна (*SEEDSHAPEL*), испитани генотипови су подељени у пет класа. Најзаступљенији су генотипови ваљкастог (54,3%) и елипсастиг (29,3%) облика зрна, након чега следе бубрежасте (8,5%) и полупљоснате (5,6%) (Сл. 13). Округао облик зрна је имала само српска сорта Бисер (КП-153). Вредност Шеноновог индекса диверзитета за особину облик зрна износила је 0,68. Највећи број генотипова има средње сјајно зрно (45,7%), након чега су следили генотипови са сјајним (31,6%) и мат (21,5%) зрном. Највиша вредност Шеноновог индекса диверзитета у односу на све испитане особине је забележена код особине сјај зрна ($H' = 0,95$), подједнаке заступљености категорија у проучаваним генотиповима пасуља. На основу распореда генотипова по категоријама испитаних особина, запажа се висок степен варијације једних (боја цвета, маса 1000 зрна, боја и сјај семењаче) и нешто мањи степен варијације других особина (дужина вегетације, хабитус, шаре на семењачи, облик зрна). Како је средња вредност Шеноновог индекса диверзитета износила $H' = 0,64$, то је указало на средњи ниво

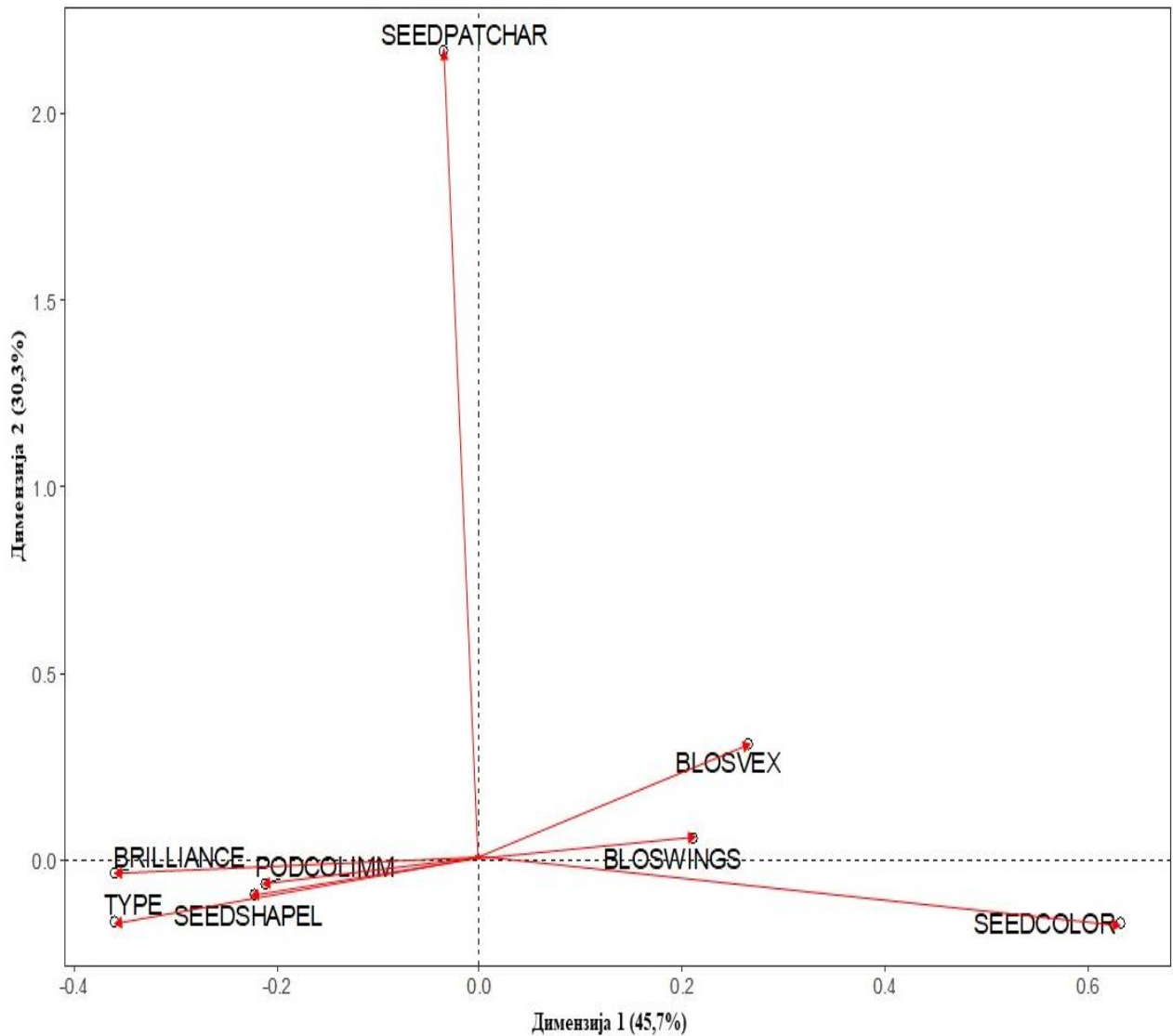
фенотипске варијабилности узорака у испитаној колекцији пасуља, здружено за све испитане особине (Таб. 9).



Слика 13. Облик зрна у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада; а.-округло, б.- елипсасто, в.- ваљкасто, г.- бубрежасто, д.- полушљоснато (Извор: фотодокументација А. Савић)

Фенотипска варијабилност генотипова пасуља на основу квалитативних особина одабраних према дескриптору је испитана и применом анализе хомогености, односно *HOMALS* метода. У анализи хомогености, прве две димензије (главне компоненте) објасниле су 76% укупне варијације испитаних описних особина. Особине боја зрна (*SEEDCOLOR*), боја махуне (*PODCOLIMM*), сјај зрна (*BRILLIANCE*), облик зрна (*SEEDSHAPEL*), тип раста (*TYPE*), боја заставице (*BLOSVEVEX*) и боја крилаца цвета (*BLOSWINGS*) раздвојиле су се на првој оси графикона, односно имале су већу дужину вектора на првој, него на другој оси. Друга оса је била повезана само са особином шаре на семењачи (*SEEDPATCHAR*). Према Malik *et al.* (2014), особине које најбоље указују на разлике између генотипова су оне са највећим позитивним и негативним вредностима оса. Највећу дискриминациону моћ, односно најдуже векторе имале су особине боја зрна и шаре на семењачи (Граф. 1).

Нешто краће растојање од почетка координатног система на графикону, али и даље са значајном дискриминационом моћи, уочава се код особина боја заставице цвета, сјај зрна и тип раста. Особине са најкраћим векторима су биле боја крилаца цвета, боја махуне и облик зрна, што указује на најмањи допринос у утврђивању разлика између генотипова. Идентификацијом особина са добром дискриминационом моћи омогућава се одабир мањег броја особина у испитивањима са великим бројем генотипова (Граф. 1).



Графикон 1. Дискриминациона моћ описних особина (*blosvex* - боја заставице цвета, *bloswings* - боја крилаца цвета, *seedpatchar* - шаре на семењачи, *seedcolor* - боја семењаче, *seedshapel* - облик зрна, *brilliance* - сјај зрна, *podcollim* - боја махуне, *type* - хабитус) у испитивању колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Груписање генотипова пасуља на основу особина одабраних према дескриптору

Разврставање генотипова у групе на основу испитаних особина према дескриптору је извршено применом *HOMALS* метода. Генотипови који имају највећи број заједничких особина, односно карактеристика које одговарају најчешћој категорији, налазе се у близини координатног почетка, док се генотипови који имају јединствена својства налазе даље од координатног почетка. Поред тога, генотипови са сличним особинама су груписани један близу другог на графикону и обрнуто (Граф. 2).

Применом *HOMALS* метода, генотипови пасуља су подељени у шест група на основу фенотипске сличности. Прва група је била најбројнија са 64 генотипа. У њој су се налазили генотипови који су у највећој мери имали белу боју заставице и крилаца цвета, белу боју зрна, без шара на семењачи, елипсастог, ваљкастог, бубрежастог или полупљоснатог облика. Само је домаћа сорта Бисер (КП-153) имала округло зрно. Изузетак од овог обрасца груписања су америчка сорта Лакер (КП-147) и локалне популације КП- 324 и КП-374, са светло розе бојом заставице и крилаца цвета, затим популација КП-166 из Казахстана и линије ХР45 (КП-275) и Ореол Л-ксан (КП-276) које су имале зелену боју заставице цвета. Наведени генотипови су се нашли у првој групи услед одсуства шара на семењачи и беле боје зрна. У првој групи су били заступљени генотипови сва три типа раста, од чега је доминантан био *I* тип, обично зелене боје махуна. Највећи број српских сорти се налазило у овој групи: Балкан (КП-149), Белко (КП-243), Галеб (КП-240), Астер (КП-210), Панонски градиштанац (КП-191), Панонски тетовац (КП-192), Двдесетица (КП-242), Макса (КП-244), П-1 (КП-152), Бисер (КП-153), Медијана (КП-154), Опленец (КП-171) и Побољшани градиштанац (КП-213). Од страних сорти и линија, у првој групи су се нашле бугарске сорте Магна (КП-133), Вулкан (КП-135), Астор (КП-136), Прелом (КП-137), Добруцански 7 (КП-139), Лудогорје (КП-247); словачка сорта Јулиа (КП-461), бразилска сорта Алубиа (КП-186), и линије БА4527-44 (КП-183), ХР45 (КП-275) и Ореол Л-ксан (КП-276) (Граф. 2).

Група 2 је била друга по бројности, са 49 генотипова, при чему је највећи број генотипова имао светло розе боју заставице и крилаца цвета, са претежно жутозеленом и златножутим бојом зрна. Изузетак су биле локалне популације КП-293 и КП-306 са бордо бојом зрна, зеленом бојом заставице и белом бојом крилаца цвета. Исте карактеристике цвета имале су и локалне популације КП-130, КП-209, КП-301 и КП-307. Генотипови КП-72, КП-74, КП-76, КП-81, КП-277 и КП-336 су у другој групи због жутозелене боје семењаче, иако су се разликовали од осталих узорака ове групе према

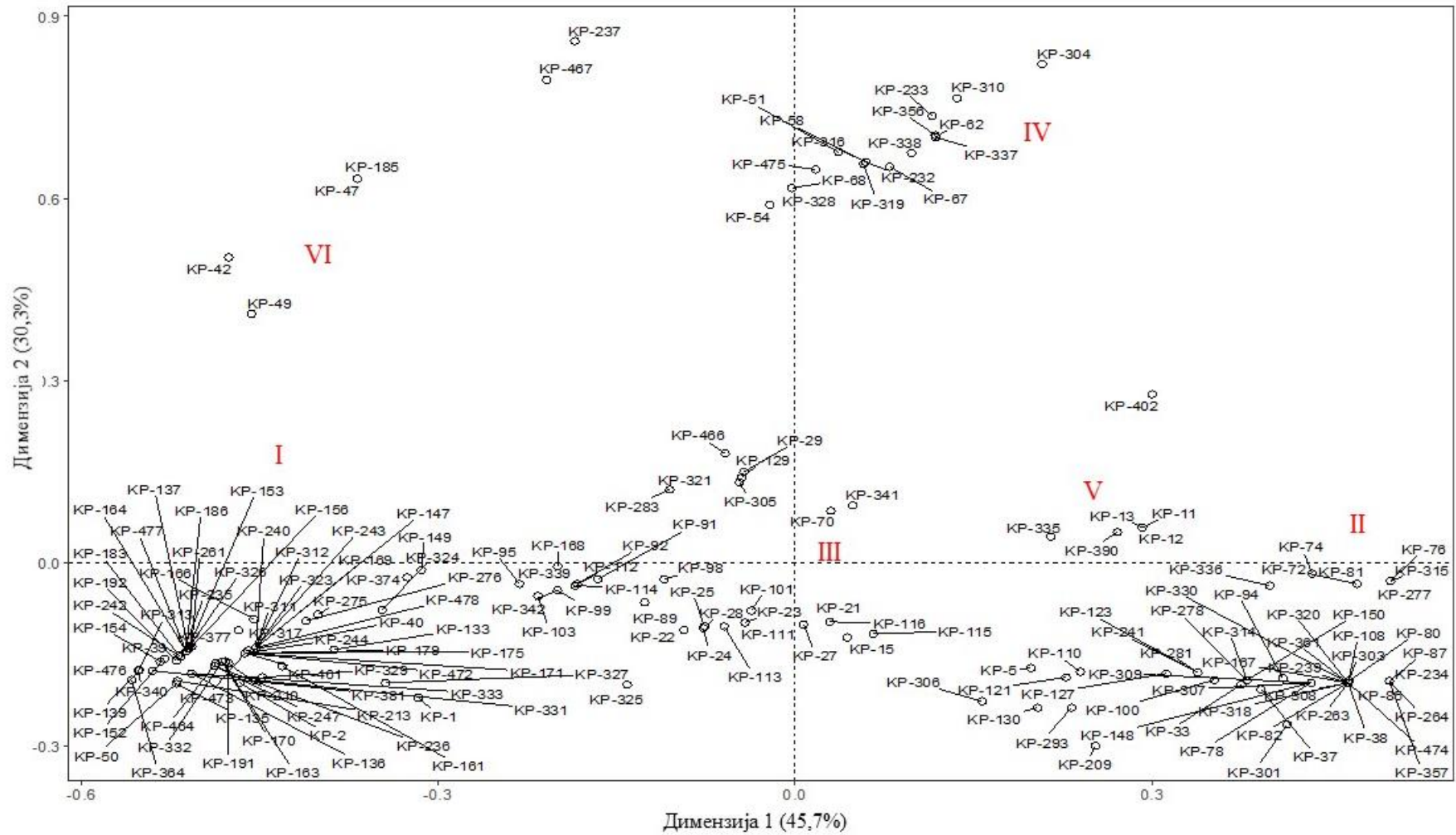
боји заставице и крилаца цвета. Ниједан генотип није имао шарену семењачу, а најчешћи облик зрна је био ваљкаст. Највећи број генотипова је имао *I* тип раста, осим локалних популација КП-37, КП-121 и КП-209 са *II* типом и локалне популације КП-5 са *III* типом раста. Српске сорте Златко (КП-241) и Сремац (КП-148), популација Славонски жутозелени (КП-150), као и страна линија БАТ 477 (КП-33) су у овој групи (Граф. 2).

Трећу групу (33 генотипа) су већином чинили генотипови са светло розе бојом заставице и крилаца цвета. Изузетак су биле страна сорта Ројал дач (КП-129), локалне популације КП-283, КП-305 и КП-321 код којих је утврђена црвена боја заставице и светло розе боја крилаца цвета. Сви генотипови су имали *I* тип раста, односно ограничени жбун. Поред генотипова који нису имали шаре на семењачи, у трећој групи се налазе и генотипови са шареним зрном. Ова група је најхетерогенија у погледу боје семењаче. Највећи број генотипова је имао ваљкаст и елипсаст облик зрна, али су забележени и генотипови бубрежастог облика зрна. Српска сорта, Розалија (КП-21) и стране сорте Герле (КП-237) и Креола (КП-29) ушле су у ову групу (Граф. 2).

Четврта група је обухватала 17 генотипова ограниченог жбунастог типа раста, црвене и светло розе боје заставице, као и светло розе боје крилаца цвета. Једино су се у овој групи налазили генотипови са бојама махуна које су се разликовале од остатка анализираних материјала: КП-233 са зеленим махунама на црвене пруге и КП-310 са зеленим махунама са светло црвеним пругама. Сви генотипови у овој групи су били локалне популације са розе бојом зрна и шарама на семењачи (Граф. 2).

Посебну, пету групу, чиниле су стране сорте Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и Наја Најахит (КП-13), локалне популације КП-335 и КП-390 црне боје семењаче, без шара, елипсастог и ваљкастог облика зрна. Свих пет генотипова је имало *II* тип раста (неограничен усправан), сјајно зелене махуне, љубичасту боју заставице и крилаца цвета (Граф. 2).

Шесту групу су чинили генотипови који су познати као жутотрбани, са белом бојом зрна и браон мрљом око хилума. То су биле домаћа сорта Жутотрбан (КП-42), линија БА4596-22 (КП-185) из Колумбије и локалне популације КП-47 и КП-49. Сва четири генотипа су имала белу боју заставице и крилаца цвета и *I* тип раста. Бубрежасто зрно је имала локална популација КП-49, док су преостала три генотипа била са ваљкастим зрном. Страна сорта Герле (КП-237) и локалне популације КП-467 и КП-402 нису сврстане ни у једну групу, на основу положаја на графикону (Граф. 2).



Графикон 2. Груписање генотипова пасуља колекције Института за ратарство и повртарство из Новог Сада на основу испитаних квалитативних особина

Сорта Герле (КП-237) и локална популација КП-467 су се разликовале од осталих испитаних генотипова пасуља према боји и шарама на семењачи (браон, тачкаста семењача). Локална популација КП-402 је имала љубичасту боју заставице и крилаца цвета и љубичасто шарено зрно, комбинацију особина која ју је издвојила од осталих шарених пасуља (Граф. 2).

На основу положаја група на графикону, као и запажених образаца фенотипске варијације, примећује се раздвајање генотипова према припадности центру порекла. Генотипови који су чинили прву групу су средњеамеричког порекла, заједно са генотиповима пете групе, који су се издвојили као посебна група услед разлика у боји зрна и типу раста. Генотипови који су чинили преосталих пет група су андског порекла.

6.2.2. АГРОНОМСКЕ ОСОБИНЕ

6.2.2.1. ОСНОВНИ СТАТИСТИЧКИ ПОКАЗАТЕЉИ И АНАЛИЗА ВАРИЈАНСЕ

Основни статистички показатељи за испитане агрономске особине указују на постојање разноврсности међу проучаваним генотиповима колекције пасуља. Осим основних компоненти приноса пасуља (број махуна по биљци, број зрна по биљци, број зрна по махуни, принос по биљци и маса 1000 зрна), у анализу су укључене и особине дужине вегетације, односно број дана од ницања до цветања и број дана од ницања до зрења (Таб. 10).

Просечне вредности за број махуна по биљци су варирале од $\bar{x} = 3,4$ (за локалну популацију КП-467) до $\bar{x} = 20,3$ (за страну сорту Наја Најахит (КП-13)). Мали број махуна по биљци су имале и локалне популације КП-232 и КП-339, док су највише вредности забележене код страних сорти ситног црног зрна Наја Најахит (КП-13), Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и ситног белог зрна Ц-20 (КП-161). Ова особина је имала запажен ниво варијабилности са коефицијентом варијације од $V = 39,8\%$. Као најваријабилнија особина се истиче број зрна по биљци ($V = 53,2\%$). Максимална вредност за ову особину је забележена код сорте Наја Најахит (КП-13) са $\bar{x} = 72,2$ зрна по биљци, док су велики број зрна по биљци имале и локална популација КП-40 ($\bar{x} = 71,3$), као и стране сорте Сатаја 425 (КП-11) и А55 (КП-12) са по $\bar{x} = 61,8$ и $\bar{x} = 68,9$ зрна по биљци, тим редоследом. Са друге стране, најмањи број зрна по биљци је забележен код локалне популације КП-58 ($\bar{x} = 8,8$), док је средња вредност на нивоу анализираних материјала износила $\bar{x} = 24,5$, Таб. 10; Прилог 2.

Табела 10. Основни статистички показатељи агрономских особина генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Особина	Средња вредност и стандардна грешка $\bar{x} \pm Se$	Минимум (min.)	Максимум (max.)	Интервал варијације	Коефицијент варијације V(%)	Варијанса σ^2
БМБ	7,9±0,2	3,4	20,3	16,8	39,8	10,1
БЗБ	24,5±0,9	8,8	72,1	63,4	53,2	170,1
БЗМ	2,9±0,1	1,9	5,5	3,5	18,3	0,3
ПБ	8,3±0,3	2,9	21,6	18,7	38,1	9,9
АТ	401,6±8,1	162,7	668,7	505,9	26,9	11718,9
БДЦ	45,7±0,3	41	57,0	16,0	7,5	11,8
БДЗ	96,6±0,4	84	110,0	26,0	4,9	22,2

БМБ - број махуна по биљци, БЗБ - број зрна по биљци, БЗМ - број зрна по махуни, ПБ - принос по биљци (g), АТ - маса 1000 зрна (g), БДЦ - број дана од ницања до 50% образованих цветова, БДЗ - број дана од ницања до формирања 90% зрелих махуна

Није запажена значајна варијација међу генотиповима у погледу особине број зрна по махуни у односу на остале испитане особине, $V = 18,3\%$. Особина број зрна по махуни је варијала од $\bar{x} = 2,0$ код локалне популације КП-67 до $\bar{x} = 5,5$ код домаће сорте Побољшани градиштанац (КП-213). Принос по биљци се кретао од $\bar{x} = 2,9$ g, забележен код локалне популације КП-283 до $\bar{x} = 21,6$ g који је утврђен за локалну популацију КП-313. Просечна вредност приноса по биљци у испитаном материјалу је износила $\bar{x} = 8,3$ g, а варијабилност особине је била $V = 38,1\%$. Варијабилност масе 1000 зрна према вредности коефицијента варијације је износила 26,9% и кретала се од $\bar{x} = 162,8$ g, која је забележена код бугарске сорте Лудогорје (КП-247), до $\bar{x} = 668,7$ g код локалне популације КП-113 (Таб. 10; Прилог 2).

Најмањи коефицијенти варијације су забележени за број дана од ницања до цветања (7,5%) и број дана од ницања до зрења (4,9%). Број дана од ницања до цветања је варирао од $\bar{x} = 41$ дана код локалних популација КП-317, КП-319 и КП-464, до $\bar{x} = 57$ дана код популација КП-329 и КП-377. Најкраћи период од ницања до зрења је забележен код линије БА4527-44 (КП-183) и две локалне популације (КП-323 и КП-325) са $\bar{x} = 84$ дана, док је најдужу вегетацију имала локална популација КП-164 са $\bar{x} = 110$ дана, Таб. 10.

Средње вредности (DBLS - број дана од ницања до 50% цветања, МАТ- број дана од ницања до 90% зрења, SEEDN - маса 1000 зрна, БМБ – број махуна по биљци, БЗБ -

број зрна по биљци, БЗМ - број зрна по махуни, ПБ - принос по биљци) за све испитане особине и генотипове су дате у Прилогу 2. Подела проучаваних генотипова пасуља у групе према компонентама приноса представљена је на Графикону 3.

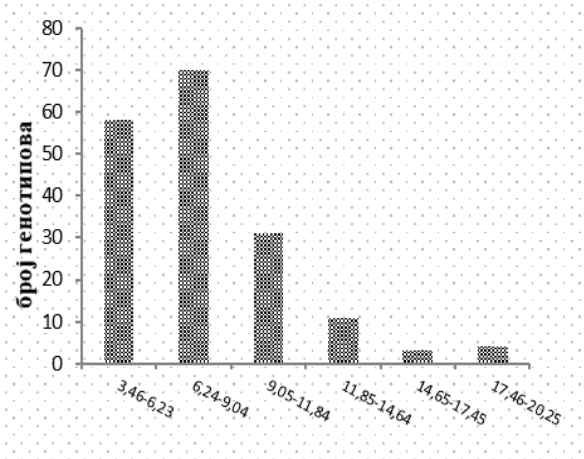
Генотипови пасуља су на основу броја махуна по биљци подељени у шест група. Прве две групе су обухватиле 72,3% испитаног материјала, са генотиповима који су образовали од $\bar{x} = 3,5$ до $\bar{x} = 9,0$ махуна. Најмање по бројности су биле пета и шеста група, са 1,7% и 4% генотипова, по редоследу, код којих је забележен највећи број махуна по биљци ($\bar{x} = 14,7$ - 20,3). Ове две групе су углавном чиниле стране сорте ситног црног зрна - Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12) и Наја Најахит (КП-13), ситног до средње крупног белог зрна - Добруцански 7 (КП-139) и Кутјевачки рани (КП-163), као и локална популација КП-40 (Граф. 3а).

Најчесталији у погледу особине број зрна по биљци су били генотипови прве две групе (72,3%) са $\bar{x} = 8,8$ до $\bar{x} = 26,9$ зрна по биљци. Генотипови са највећим бројем зрна по биљци ($\bar{x} = 63,1$ -72,1) су чинили 1,7% испитане колекције, док је друга група по највећем броју зрна по биљци обухватала 3,9% генотипова ($\bar{x} = 54,04$ – 63,09). Исти генотипови као и у случају броја махуна по биљци су се нашли у овим групама (Граф. 3б).

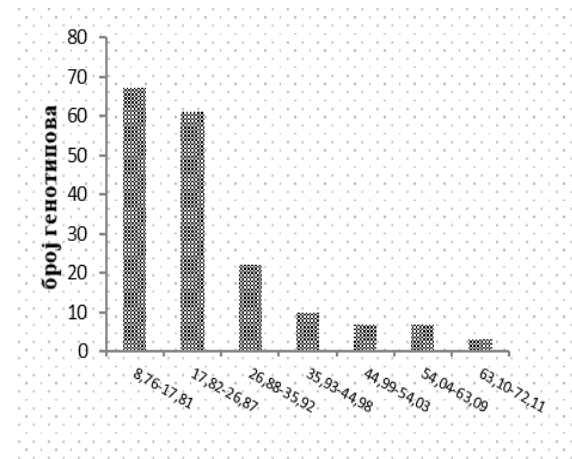
Код особине број зрна по махуни, прве две групе су биле најбројније са чак 90,39% генотипова, док је само три генотипа имало број зрна по махуни већи од $\bar{x} = 4,6$ укључујући сорту Побољшани градиштанац (КП-213), линију Ореол Л-ксан (КП-276) и локалну популацију КП-327 (Граф. 3в).

Генотипови пасуља су према особини принос по биљци подељени у пет група. Најбројнију групу (47,5%) чинили су генотипови са приносом зрна по биљци који је варирао од $\bar{x} = 6,6$ g до $\bar{x} = 10,4$ g. Друга група по бројности (32,8%) обухватала је генотипове са приносом зрна по биљци од $\bar{x} = 2,9$ g до $\bar{x} = 6,3$ g. Највећи принос по биљци ($\bar{x} = 17,9$ - 21,6 g), у односу на остале испитане генотипове, имале су локалне популације КП-313 и КП-327 (Граф. 3г).

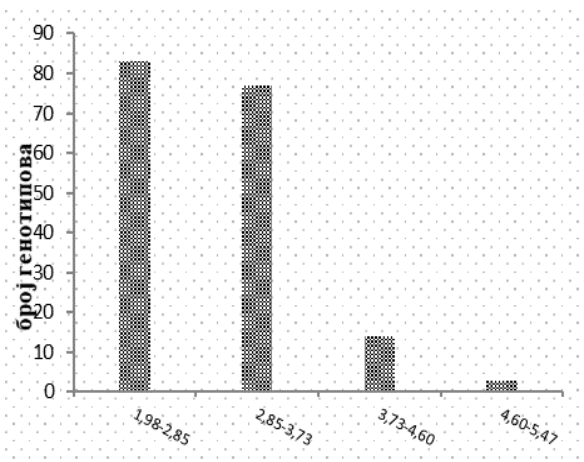
Највећи удео генотипова у испитаној колекцији (31,1%) имао је масу 1000 зрна од $\bar{x} = 365,2$ g до $\bar{x} = 466,3$ g. Осам генотипова је имало масу 1000 зрна преко $\bar{x} = 567,5$ g, док је друга најмање заступљена група била група ситнозрних генотипова пасуља (11,9%) са масом 1000 зрна од $\bar{x} = 162,8$ g до $\bar{x} = 263,9$ g (Граф. 3д).



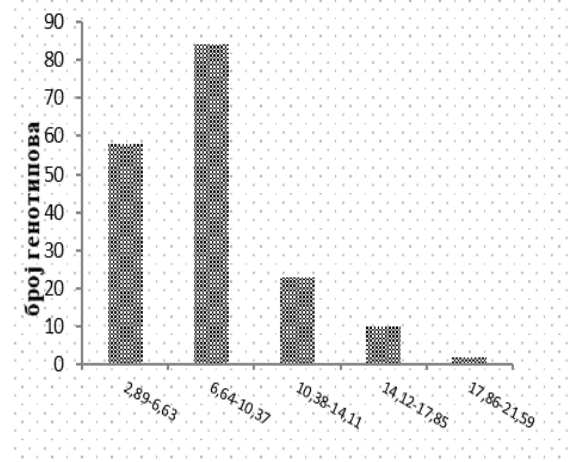
а) број махуна по биљци



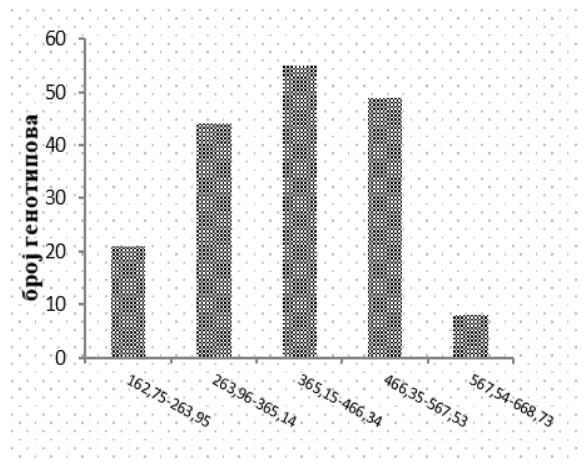
б) број зрна по биљци



в) број зрна по махуни



г) принос по биљци



д) маса 1000 зрна

Графикон 3. Груписање генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада у фенотипске класе за испитане агрономске особине пасуља

Како би се утврдило постојање статистички значајних разлика између генотипова пасуља у погледу испитаних особина, као и између година у којима је вршено истраживање (2014. и 2015.), примењена је анализа варијансе и тест најмање значајне разлике (НЗР). Средње вредности за испитане особине за сваки генотип су дате у Прилогу 2. У погледу броја махуна по биљци, испитани генотипови и године су се статистички значајно разликовали, при чему је и интеракција генотипа и године била значајна (Таб. 11). Према тесту НЗР, стране сорте Сатаја 425 (КП-11), Наја Најахит (КП-13), А55 (КП-12), Ц-20 (КП-161) и Кутјевачки рани (КП-163) имале су значајно већи број махуна по биљци у односу на већину испитаних генотипова, али не и међусобно (Прилог 2).

Табела 11. Анализа варијансе за број махуна по биљци испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и поврарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	16843,4	47,7	6,7**	<0,0001
Генотип	176	11763,6	66,8	9,3**	<0,0001
Година	1	1183,4	1183,4	164,9**	<0,0001
Генотип*Година	176	3896,4	22,1	3,1**	<0,0001
Грешка	708	5079,6	7,2		
Укупно	1061	21923,0			

Резултати добијени анализом варијансе за особину број зрна по биљци указују на постојање статистички значајних разлика између генотипова и година, при чему је интеракција генотипа и године била значајна (Таб. 12).

Табела 12. Анализа варијансе за број зрна по биљци испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и поврарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	225623,1	639,2	18,8**	<0,0001
Генотип	176	183933,7	1045,1	30,8**	<0,0001
Година	1	9615,7	9615,7	283,1**	<0,0001
Генотип*Година	176	32073,7	182,2	5,4**	<0,0001
Грешка	708	24048,2	33,9		
Укупно	1061	249671,3			

Статистички значајно већи број зрна по биљци у односу на већину осталих испитаних генотипова су имале стране сорте црног зрна Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12), Наја Најахит (КП-13), две стране сорте белог зрна Астор (КП-136) и Добрудански 7

(КП-139), као и локална популација КП-40, али не и међусобно. Једино су домаће сорте Жутотрбан (КП-42) и Розалија (КП-21) имале значајно мањи број зрна по биљци у односу на већину испитаних страних и српских сорти у колекцији (Прилог 2).

Анализа варијансе је указала на постојање значајних разлика у погледу броја зрна по махуни међу испитаним генотиповима пасуља, као и између година, а забележена је значајна интеракција генотипа и године (Таб. 13). На основу теста НЗР, сорта Побољшани градиштанац (КП-213) је имала значајно већи број зрна по махуни у односу на остале испитане генотипове (Прилог 2).

Табела 13. Анализа варијансе за број зрна по махуни испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	370,0	1,1	8,9**	<0,0001
Генотип	176	312,8	1,8	15,1**	<0,0001
Година	1	8,9	8,9	75,7**	<0,0001
Генотип*Година	176	48,3	0,3	2,3**	<0,0001
Грешка	708	83,5	0,1		
Укупно	1061	453,5			

За принос зрна по биљци, као и у случају претходно испитаних особина, анализа варијансе је показала значајне разлике између генотипова пасуља и година, као и значајне интеракције генотипа и године (Таб. 14). Према тесту НЗР, локална популација КП-313 је имала већи принос по биљци у односу на остале испитане генотипове у колекцији, на нивоу значајности од 5%. Српска сорта Двдесетица (КП-242) је имала значајно већи принос по биљци у односу на домаће сорте белог зрна Оплецац (КП-171), Галеб (КП-240), Балкан (КП-149), Макса (КП-244) и страну сорту Ц-20 (КП-161) (Прилог 2).

Табела 14. Анализа варијансе за принос зрна по биљци испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	16660,9	47,2	6,8**	<0,0001
Генотип	176	10404,2	59,1	8,5**	<0,0001
Година	1	2921,6	2921,6	419,9**	<0,0001
Генотип*Година	176	3335,1	18,9	2,7**	<0,0001
Грешка	708	4925,9	6,9		
Укупно	1061	21586,8			

Анализом варијансе је утврђено постојање значајних разлика и у погледу масе 1000 зрна између испитаних генотипова пасуља и између година у којима је вршено истраживање, док интеракција генотипа и године није била статистички значајна (Таб. 15). На основу НЗР теста, утврђено је да је локална популација КП-113 имала крупније зрно у односу на остале генотипове у колекцији на нивоу значајности од 1%. Међу сортама белог зрна, српска сорта Панонски тетовац (КП-192) и страна сорта Алубиа (КП-186) су имале крупније зрно у односу на остале сорте. Са друге стране, значајно ситније зрно у односу на остале сорте белог зрна су имале српска сорта Белко (КП-243) и америчка сорта Лакер (КП-147), Прилог 2.

Табела 15. Анализа варијансе масе 1000 зрна испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	22515594	63783,6	2,5**	<0,0001
Генотип	176	16292717	92572,3	3,6**	<0,0001
Година	1	1195546	1195546,0	47,2**	<0,0001
Генотип*Година	176	5027332	28564,4	1,1	0,1492
Грешка	708	17942764	25342,9		
Укупно	1061	40458358			

Применом анализе варијансе утврђено је постојање значајних разлика између генотипова и година у погледу броја дана од ницања до цветања, при чему интеракција није била значајна (Таб. 16). Локалне популације КП-377 и КП-329 су цветале касније у односу на остале генотипове, на нивоу значајности од 5%. Поред тога, генотипови КП-464, КП-317 и КП-319 су цветали значајно раније у односу на остале испитане сорте и популације пасуља, али не и међусобно, на нивоу значајности од 5% (Прилог 2).

Табела 16. Анализа варијансе за број дана од ницања до цветања испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	12516,92	35,5	53,6**	<0,0001
Генотип	176	12398,09	70,4	106,4**	<0,0001
Година	1	118,67	118,7	179,3**	<0,0001
Генотип*Година	176	0,17	9,40E-04	0,0	0,9999
Грешка	708	468,67	0,7		
Укупно	1061	12985,59			

На основу анализе варијансе за број дана од ницања до зрења, утврђено је постојање статистички значајних разлика између генотипова пасуља и између година, али не и статистички значајне интеракције ова два извора варијабилности (Таб. 17). Само су локалне популације КП-164 и КП-467 имале значајно дужу вегетацију од осталих генотипова, док су се као генотипови са најкраћом дужином вегетације издвојиле линија БА4527-44 (КП-183) и популација КП-323 (Прилог 2).

Табела 17. Анализа варијансе за број дана од ницања до зрења испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Извор варијабилности	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Модел	353	23119,20	65,5	83,0**	<0,0001
Генотип	176	22817,70	129,7	164,3**	<0,0001
Година	1	133,93	133,8	169,6**	<0,0001
Генотип*Година	176	167,67	0,9	1,2	0,0511
Грешка	708	558,67	0,8		
Укупно	1061	23677,87			

6.2.2.2. КОРЕЛАЦИЈЕ

Коефицијент корелације омогућава сагледавање директних веза између испитаних особина генотипова пасуља. Највиша статистички значајна позитивна вредност коефицијента корелације ($r = 0,92$) установљена је између броја махуна по биљци и броја зрна по биљци. Између приноса зрна по биљци и броја махуна по биљци, као и приноса зрна по биљци и броја зрна по биљци, утврђене су нешто ниже позитивне вредности коефицијента корелације, од $r = 0,66$ и $r = 0,69$, тим редоследом. Нешто ниже, али значајне позитивне вредности коефицијента корелације су израчунате између броја зрна по махуни и броја зрна по биљци ($r = 0,44$), као и две фенофазе, односно између броја дана од ницања до цветања и броја дана од ницања до зрења ($r = 0,48$), Таб. 18.

Поред тога, позитивне вредности коефицијента корелације су забележене и између броја зрна по махуни и приноса по биљци ($r = 0,26$), броја зрна по махуни и броја махуна по биљци ($r = 0,21$), броја дана од ницања до цветања и броја махуна по биљци ($r = 0,29$), као и броја дана од ницања до цветања и броја зрна по биљци ($r = 0,29$). Маса 1000 зрна је у негативној корелацији са особинама број махуна по биљци ($r = -0,39$), број зрна по биљци ($r = -0,44$), број зрна по махуни ($r = -0,25$) и број дана од ницања до цветања ($r = -0,38$), што указује да би селекција на краћу вегетацију, већи број махуна по

биљци, број зрна по биљци и број зрна по махуни за резултат имала ситнија зрна (Таб. 18).

Табела 18. Пирсонови коефицијенти корелације за испитане агрономске особине 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

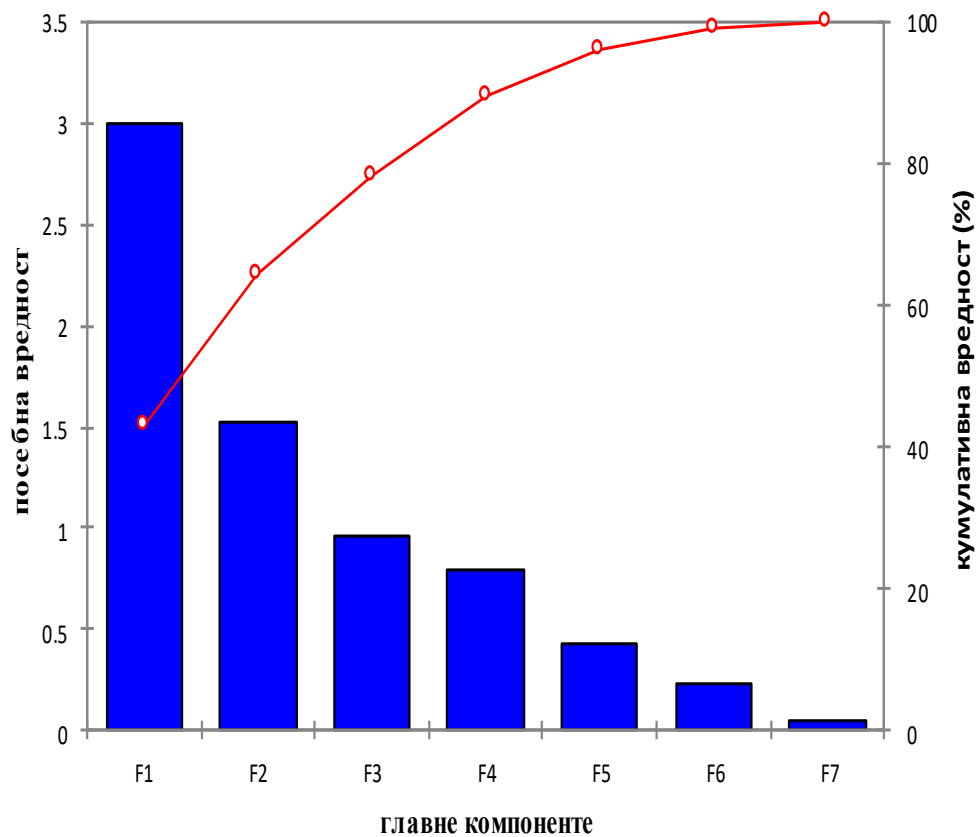
	БМБ	БЗБ	БЗМ	ПБ	АТ	БДЦ	БДЗ
БМБ	-	0,92	0,21	0,66	-0,39	0,29	0,01
БЗБ	<0,0001	-	0,44	0,69	-0,44	0,29	-0,02
БЗМ	0,01	<0,0001	-	0,26	-0,25	0,12	-0,01
ПБ	<0,0001	<0,0001	0,00	-	0,03	0,13	-0,05
АТ	<0,0001	<0,0001	0,0006	0,72	-	-0,38	-0,12
БДЦ	<0,0001	<0,001	0,12	0,08	<0,0001	-	0,48
БДЗ	0,86	0,81	0,99	0,47	0,11	<0,0001	-

БМБ - број махуна по биљци, БЗБ - број зрна по биљци, БЗМ - број зрна по махуни, ПБ - принос зрна по биљци, АТ - маса 1000 зрна, БДЦ - број дана од ницања до цветања, БДЗ - број дана од ницања до зрења (вредности коефицијента корелације представљени су у горњем делу табеле, а ниво статистичке значајности у доњем делу табеле)

6.2.2.3. АНАЛИЗА ГЛАВНИХ КОМПОНЕНТИ

Анализом главних компоненти здружено на свих 7 испитаних варијабли (особина), почетни број варијабли је смањен на два међусобно некорелисана фактора са посебним вредностима (λ) већим од 1. Прва главна компонента је објаснила 42,92%, а друга 21,73% укупне варијабилности испитаних података. Прве две главне компоненте објасниле су заједно 64,65% укупне варијабилности почетних података и издвојене су ради графичког представљања односа испитаних генотипова. Прве четири главне компоненте су објасниле 89,83% укупне варијабилности почетних података, а трећа и четврта главна компонента заједно су објасниле 25,19% укупне варијабилности (Граф. 4).

Варијабле које су дефинисале главне компоненте су издвојене након *Varimax* ротације, на основу критеријума где су вредности фактора (*factor loading*) > 0,50. Тако је прва главна компонента дефинисана особинама број махуна по биљци (0,900), број зрна по биљци (0,952) и принос по биљци (0,710). Другу главну компоненту дефинисале су особине дужине вегетације, односно број дана од ницања до цветања (0,703) и број дана од ницања до зрења (0,790). Маса 1000 зрна (0,568) је дефинисала трећу, док је особина број зрна по махуни (0,679) дефинисала четврту главну компоненту.



Графикон 4. Главне компоненте, кумулативне вредности фенотипске варијансе и посебне (*eigen*) вредности

Пројекције вектора испитаних варијабли (особина) и положај генотипова на биplot графикону омогућују сагледавање постојећих карактеристика генотипова пасуља, као и веза између особина. Тако се између особина које су дефинисале прву главну компоненту запажа постојање позитивних корелација. Са друге стране, маса 1000 зрна је у негативној корелацији са особинама прве главне компоненте.

Генотипови пасуља су се најјасније раздвојили дуж осе прве главне компоненте која је приказана на апсциси. С обзиром на то да су особине број махуна по биљци, број зрна по биљци и принос по биљци дефинисале први фактор, тако су генотипови груписани у две групе према вредностима ових особина. Друга особина која је допринела раздвајању генотипова у групе на биplot графикону је била маса 1000 зрна. У доњем левом и горњем левом квадранту су се груписали генотипови (група I) који су у просеку имали крупније зрно ($\bar{x} = 433,7$ g), али мањи број махуна по биљци ($\bar{x} = 5,9$), зрна по биљци ($\bar{x} = 16,2$) и принос по биљци ($\bar{x} = 6,4$ g). Генотипови са већом просечном вредношћу броја махуна по биљци ($\bar{x} = 11,5$), зрна по биљци ($\bar{x} = 40,2$), приноса по биљци

($\bar{x} = 10,4$ g) и ситнијим зрном ($\bar{x} = 292,3$ g) су се груписали (група II) у десним квадрантима биplot графикана (Граф. 5).

На основу фенотипа, као и анализа биохемијским и молекуларним маркерима (Таб. 20; Граф. 15, по редоследу), генотипови I групе могу се приписати андском (андска група), док генотипови II групе припадају средњеамеричком центру порекла (средњеамеричка група). Даље раздвајање генотипова се уочава унутар I групе. Тако је међу генотиповима прве групе који се налазе између вектора за апсолутну масу зрна и принос по биљци, испод апсцисе, примећена тенденција већег броја махуна по биљци ($\bar{x} = 8,7$), зрна по биљци ($\bar{x} = 26,6$) и приноса по биљци ($\bar{x} = 10,3$ g) у односу на просеке забележене за андску групу (I група), док је крупноћа зрна ($\bar{x} = 450,6$ g) слична. Наведена група генотипова која се издвојила у оквиру андске групе је названа андска подгрупа, према термину који су усвојили аутори широм света испитујући колекције пасуља, у којима је дошло до сличне расподеле генотипова у погледу варијације испитаних особина (Граф. 5).

Сорте које су груписане у оквиру андске подгрупе укључују српске сорте Оплецац (КП-171), Панонски градиштанац (КП-191), Панонски тетовац (КП-192) и Галеб (КП-240). Иако је за ове сорте утврђено да су средњеамеричког порекла, на основу типа фазеолина, оне су се груписале у андској подгрупи због крупноће зрна. Исто се може рећи и за стране сорте Магна (КП-133), Вулкан (КП-135) и Алубиа (КП-186) и линију БА4527-44 (КП-183). Локалне популације које су део андске подгрупе, код којих су примећене веће вредности наведених компоненти приноса у односу на просек I групе (андска група), углавном су имале жутозелену и шарену семењачу и биле су сакупљене на територији Србије.

Осим издвајања генотипова у оквиру андске подгрупе, запажају се одступања од груписања генотипова према припадности центру порекла. Тако су поједини генотипови средњеамеричког порекла груписани унутар квадранта у којима су генотипови за које је означено да су андског порекла и обрнуто. За ове генотипове је утврђено да поседују комбинације особина које су карактеристичне за сваки центар порекла појединачо, те су означени као потенцијални хибриди између андског и средњеамеричког центра порекла. Српске сорте Макса (КП-244) и Побољшани градиштанац (КП-213) су пример груписања средњеамеричких генотипова у андској групи. Наведени генотипови су имали крупније зрно у односу на просек средњеамеричке групе (II групе), са вредностима апсолутне масе зрна од $\bar{x} = 395,8$ g и $\bar{x} = 329,7$ g, по редоследу.

Пример груписања генотипова андског порекла са средњеамеричким је бугарска сорта Добруцански 7 (КП-139), која има ситније зрно ($\bar{x} = 283,6$ g), већи број зрна по биљци ($\bar{x} = 62,8$) и принос по биљци ($\bar{x} = 15,2$ g) у односу на просек андске групе. Осим наведених сорти, извештан број локалних популација је одступио од назначених фенотипских образаца груписања.

6.2.2.4. АНАЛИЗА ГРУПИСАЊА

Анализом груписања квантитативних особина применом UPGMA метода, генотипови пасуља су распоређени на основу Еуклидовог растојања. Наведени метод је примењен како би се уочиле детаљније везе између генотипова колекције пасуља. На дендрограму се уочавају две основне групе (I и II), као и формирање подгрупа унутар основних група. Уопштено, генотипови који су припали I групи имају крупније зрно ($\bar{x} = 532,8$ g), али мањи број махуна по биљци ($\bar{x} = 6,6$), број зрна по биљци ($\bar{x} = 18,9$), број зрна по махуни ($\bar{x} = 2,8$) и принос по биљци ($\bar{x} = 8,6$ g). Насупрот томе, генотипови II групе се одликују већим бројем махуна по биљци ($\bar{x} = 10,2$), бројем зрна по биљци ($\bar{x} = 36,7$), бројем махуна по биљци ($\bar{x} = 3,3$) и приносом по биљци ($\bar{x} = 9,8$ g), али ситнијим зрном ($\bar{x} = 279,4$ g). Највећи број сорти и линија се налазио у II групи (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Група I је бројнија (112 узорака) и подељена је на четири подгрупе. У подгрупи Ia (28 узорака) сврстани су генотипови крупнијег зрна ($\bar{x} = 526,4$ g) и већег броја зрна по биљци ($\bar{x} = 20,7$) у односу на просек групе, док су вредности осталих компоненти приноса у оквиру просека. Сви генотипови у овој групи су I типа раста. Од сорти, у подгрупи Ia су српске сорте Розалија (КП-21) и Панонски тетовац (КП-192), бразилска сорта Алубиа (КП-186), а остало су локалне популације сакупљене на територији Србије (Граф. 6).

У састав подгрупе Ib је ушло 33 генотипа, и то пет српских сорти, Панонски градиштанац (КП-191), Астер (КП-210), Галеб (КП-240), Златко (КП-241), Сремац (КП-148) и једна линија из Колумбије БА4527-44 (КП-183), док су остали генотипови локалне популације. Изузев локалних популација КП-324 и КП-381 сви генотипови су I типа раста. Ову групу одликује ситније зрно ($\bar{x} = 471,9$ g) у односу на просек групе (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу). Сорта Панонски градиштанац (КП-191), линија БА4527-44 (КП-183), као и локалне популације КП-318, КП-356, КП-361 и КП-357, имале су више

вредности за број зрна по биљци и принос по биљци у односу на просек прве групе (Прилог 2).

Генотипови подгрупе *Iв* су углавном *I* типа раста, са вредношћу апсолутне масе зрна испод ($\bar{x} = 406,7$ g) и бројем махуна по биљци ($\bar{x} = 20,9$) изнад просека групе. Група се састоји од 42 генотипа, већином локалних популација. Српске сорте Макса (КП-244) и Опленац (КП-171), популација Славонски жутозелени (КП-150), стране сорте Магна (КП-133), Герле (КП-237) и Ред кидни дарк (КП-15) налазе се у подгрупи *Iв*. Сорте Герле (КП-237) и популације КП-478 и КП-313 су се разликовале од осталих припадника ове групе по вишем приносу по биљци ($\bar{x} = 16,5$ g и $\bar{x} = 21,6$ g, по редоследу), али са крупноћом зрна у оквиру просека групе (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

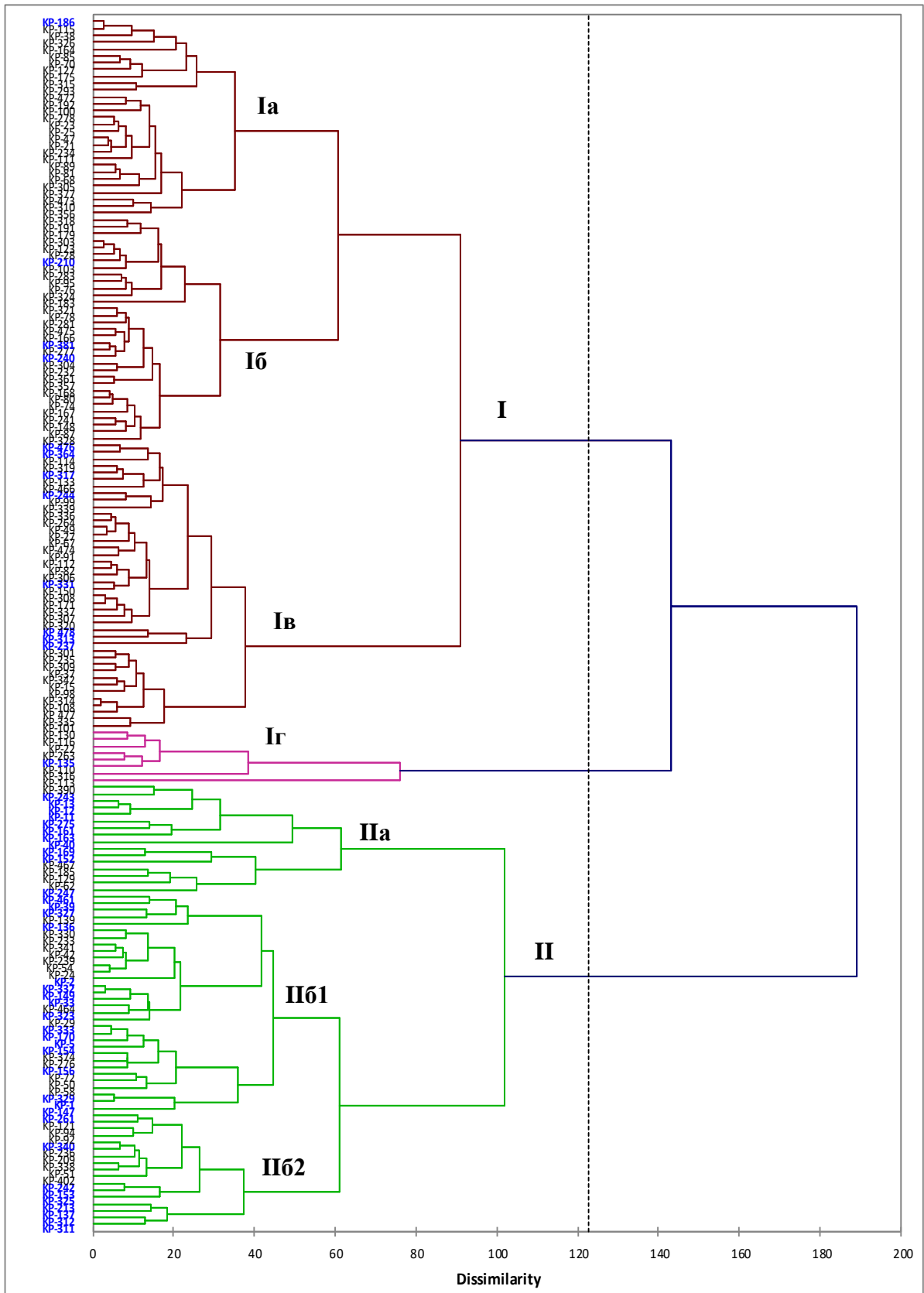
Групу *Iг* представљају генотипови са најкрупнијим зрном ($\bar{x} = 602,8$ g) у испитаној колекцији пасуља. Просек групе за број махуна по биљци ($\bar{x} = 6,0$) и број зрна по биљци ($\bar{x} = 17,6$) је мањи у поређењу са просецима подгрупа *I* и *II* групе за наведене особине, док је принос по биљци сличан ($\bar{x} = 8,3$ g). У групи *Iг* се налази једна бугарска сорта Вулкан (КП-135), која уједно има већи број зрна по биљци ($\bar{X} = 23,7$) и већи принос по биљци ($\bar{X} = 11,8$ g) од просека групе, као и седам српских локалних популација. Осим сорте Вулкан (КП-135), која има *III* тип раста, генотипови су ограничени жбунасти (*I* тип раста) (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Табела 19. Средње вредности испитаних агрономских особина појединачних група за генотипове колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Група	БМБ (\bar{x})	БЗБ (\bar{x})	БЗМ (\bar{x})	ПБ [g] (\bar{x})	АТ [g] (\bar{x})	БДЦ (\bar{x})	БДЗ (\bar{x})
<i>Ia</i>	7,4	20,7	2,8	8,6	526,4	45,1	97,6
<i>Iб</i>	6,9	19,2	2,8	8,1	471,9	44,8	95,8
<i>Iв</i>	7,2	20,9	2,9	7,8	406,7	44,4	94,4
<i>Iг</i>	6,0	17,6	2,9	8,8	602,8	44,5	95,9
<i>I</i> група просек	6,6	18,9	2,8	8,6	532,8	44,7	96,4
<i>IIa</i>	12,7	42,9	3,4	8,6	211,2	48,8	98,9
<i>IIб1</i>	8,2	27,4	3,2	7,9	287,1	47,2	97,5
<i>IIб2</i>	9,2	30,8	3,3	9,4	342,9	46,5	96,9
<i>II</i> група просек	10,2	36,7	3,3	9,8	279,4	47,9	97,3

БМБ - број махуна по биљци, БЗБ - број зрна по биљци, БЗМ - број зрна по махуни, ПБ- принос по биљци (g), АТ- маса 1000 зрна (g), БДЦ - број дана од ницања до 50% образованих цветова, БДЗ - број дана од ницања до формирања 90% зрелих махуна

Групу *II* чини 65 генотипова и подељена је на три подгрупе. Узорци подгрупе *IIa* имају у просеку највећи број махуна по биљци ($\bar{x} = 12,7$) и број зрна по биљци ($\bar{x} = 42,9$), али знатно ситније зрно ($\bar{x} = 211,2$ g) у односу на просеке осталих подгрупа на дендрограму (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).



Графикон 6. UPGMA дендрограм испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада на основу испитаних агрономских особина; плаво - средњеамерички генотипови, црно - андски генотипови

Подгрупу Па чини 16 генотипова пасуља, од чега су десет сорте, већином *II* типа раста, али су присутни и генотипови са *I* ограниченим типом. Српске сорте Белко (КП-243) и Пасуљица П-1 (КП-152), хрватска сорта Кутјевачки рани (КП-163), сорте Сатаја 425 (КП-11), Наја Најахит (КП-13), Сивејв (КП-169) и Ц-20 (КП-16) из Сједињених Америчких Држава, холандска сорта Ројал дач (КП-129), бугарска сорта Лудогорје (КП-247), затим сорта А55 (КП-12) и линија БА4596-22 (КП-185) из Колумбије, као и канадска линија ХР45 (КП-275) се налазе у подгрупи Па (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Генотипове подгрупе Пб1 (32 генотипа) одликује мањи принос по биљци ($\bar{x} = 7,9$ g) и крупније зрно ($\bar{x} = 28,1$ g) од генотипова подгрупе Па, али и даље већи од генотипова *I* групе. У саставу ове подгрупе, поред локалних популација, налазе се српске сорте, Жутотрбан (КП-42), Балкан (КП-149) и Медијана (КП-154), бугарске сорте Астор (КП-136) и Добрудански 7 (КП-139), америчке сорте Спинел (КП-170) и Лакер (КП-147), словачке сорте Креола (КП-29) и Јулиа (КП-461) и бугарска линија Ореол Л-ксан (КП-276). Сва три типа раста су присутна у овој групи (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Генотипови подгрупе Пб2 имају крупније зрно ($\bar{x} = 342,9$ g) од просека групе, док су остале вредности компоненти приноса у оквиру просека. Седамнаест генотипова се налази у саставу ове групе, и то српске сорте Двдесетица (КП-242), Бисер (КП-153) и Побољшани градиштанац (КП-213), бугарска сорта Прелом (КП-137) и 13 локалних популација. Осим српске сорте Побољшани градиштанац (КП-213), која је *III* типа раста, генотипови као хабитус имају ограничени жбун (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Генотипови прве групе према фенотипу би се могли приписати андском центру порекла, а генотипови друге групе средњеамеричком. У прилог томе иду резултати испитивања фазеолина (Таб. 20). Генотипови пасуља који поседују комбинацију особина карактеристичних за оба центра порекла, одступају од овог правила груписања. Средњеамерички генотипови који су груписани са андским обухватили су српске сорте Макса (КП-244), Астер (КП-210) и Галеб (КП-240), бугарску сорту Герле (КП-237), бразилску сорту Алубиа (КП-186), оплемењивачку линију БА4527-44 (КП-183) и неколико локалних популација (КП-313, КП-317, КП-331, КП-364, КП-381, КП-476 и КП-478). Ови генотипови имају крупније зрно у односу на просечне вредности генотипова из *II* групе, као и мање вредности за број махуна по биљци, број зрна по биљци и принос по биљци (Граф. 6; Таб. 19, по редоследу).

Насупрот томе, генотипови андског порекла који се налазе у групи средњеамеричких пасуља (*II* група) имају ситније зрно, али више вредности осталих компоненти приноса, у односу на генотипове *I* групе. Ту припадају стране сорте Вулкан

(КП-135), Ројал дач (КП-129), Добруџански 7 (КП-139) и Креола (КП-29), српска сорта Жутотрбан (КП-42), две оплемењивачке линије БА4596-22 (КП-185) и Ореол Л-ксан (КП-276), као и 22 локалне популације. На дендрограму се примећује чешће груписање андских генотипова са средњеамеричким. То указује на могућност повећања вредности компоненти приноса и приноса генотипова, без значајног смањења крупноће зрна, као код генотипова подгрупе Пб2.

На основу резултата анализе груписања и анализе главних компоненти, могло би се претпоставити да генотипови подгрупе Пб2 на дендрограму и генотипови андске подгрупе идентификовани на биplot графикону, заједно са генотиповима који су одступали од груписања сходно припадности центру порекла, представљају нови извор варијације. Он је могао настати спонтаним укрштањем генотипова андског и средњеамеричког центра порекла у овим производним регионима, или наменском хибридизацијом у програмима оплемењивања.

6.2.3. ТИП ФАЗЕОЛИНА

Испитивање типа фазеолина, основног резервног протеина семена пасуља, код 177 генотипова пасуља извршено је применом *SDS-PAGE* електрофорезе (Таб. 20; Прилог 3). Поред тога, 13 генотипова пасуља познатог типа фазеолина: *T* тип (*Tendergreen*), *S* тип (*Sanilac*) и *C* тип (*Contender*), пореклом из колекције Кметијског института из Љубљане, Словенија, као и две домаће сорте (Балкан и Сремац), послужили су као стандарди (Таб. 5).

Фазеолин *S* типа указује на припадност генотипова средњеамеричком, док *C* и *T* типови указују на припадност андском центру порекла. Тип је утврђен на основу електрофоретског профила протеина фазеолина и поређењем са генотиповима стандардима. *T* тип фазеолина је идентификован код укупно 116 генотипова, што чини 65,5% испитане колекције пасуља. Од тога, пет су домаће сорте Розалија (КП-21), Жутотрбан (КП-42), Сремац (КП-148), Опленац (КП-171) и Златко (КП-241), пет стране сорте Ред кидни дарк (КП-15), Креола (КП-29), Ројал дач (КП-129), Магна (КП-133) и Алубиа (КП-186), две стране оплемењивачке линије, а остало су популације сакупљене на територији Републике Србије и околних земаља (Таб. 20).

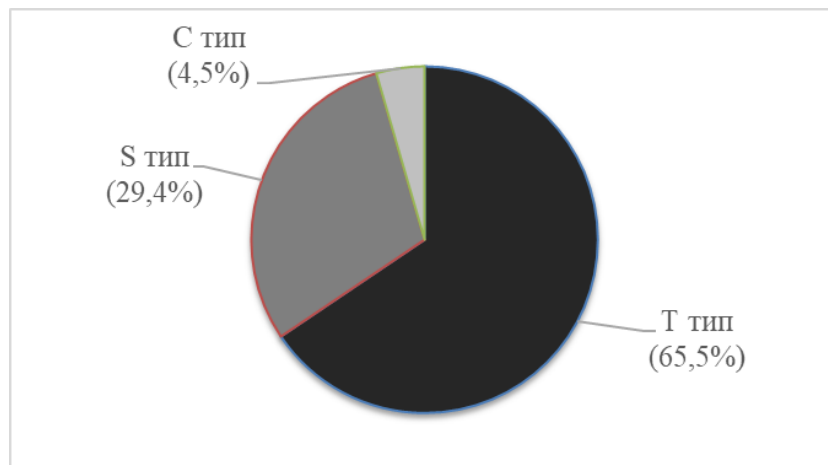
Табела 20. Тип фазеолина код генотипова пасуља из колекције Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Редни број	Назив генотипа	Тип фазеолина	Редни број	Назив генотипа	Тип фазеолина
1	КП-1	<i>S</i>	46	КП-98	<i>T</i>
2	КП-2	<i>S</i>	47	КП-99	<i>T</i>
3	КП-5	<i>S</i>	48	КП-100	<i>T</i>
4	Сатаја 425 (КП-11)	<i>S</i>	49	КП-101	<i>T</i>
5	А55 (КП-12)	<i>S</i>	50	КП-103	<i>T</i>
6	Наја Најахит (КП-13)	<i>S</i>	51	КП-108	<i>T</i>
7	Ред Кидни Дарк (КП-15)	<i>T</i>	52	КП-110	<i>T</i>
8	Розалија (КП-21)	<i>T</i>	53	КП-111	<i>T</i>
9	КП-22	<i>T</i>	54	КП-112	<i>T</i>
10	КП-23	<i>T</i>	55	КП-113	<i>T</i>
11	КП-24	<i>T</i>	56	КП-114	<i>T</i>
12	КП-25	<i>T</i>	57	КП-115	<i>T</i>
13	КП-27	<i>T</i>	58	КП-116	<i>T</i>
14	КП-28	<i>T</i>	59	КП-121	<i>T</i>
15	Креола (КП-29)	<i>T</i>	60	КП-123	<i>T</i>
16	Бат 477 (КП-33)	<i>S</i>	61	КП-127	<i>T</i>
17	КП-37	<i>T</i>	62	Ројал дач (КП-129)	<i>T</i>
18	КП-38	<i>T</i>	63	КП-130	<i>T</i>
19	КП-39	<i>S</i>	64	Магна (КП-133)	<i>T</i>
20	КП-40	<i>S</i>	65	Вулкан (КП-135)	<i>S</i>
21	Жутотрбан (КП-42)	<i>T</i>	66	Астор (КП-136)	<i>S</i>
22	КП-47	<i>T</i>	67	Прелом (КП-137)	<i>S</i>
23	КП-49	<i>T</i>	68	Добрудански 7 (КП-139)	<i>C</i>
24	КП-50	<i>T</i>	69	Лакер (КП-147)	<i>S</i>
25	КП-51	<i>T</i>	70	Сремац (КП-148)	<i>T</i>
26	КП-54	<i>T</i>	71	Балкан (КП-149)	<i>S</i>
27	КП-58	<i>T</i>	72	Славонски зелени (КП150)	<i>T</i>
28	КП-62	<i>T</i>	73	П-1 (КП-152)	<i>S</i>
29	КП-67	<i>T</i>	74	Бисер (КП-153)	<i>S</i>
30	КП-68	<i>T</i>	75	Медијана (КП-154)	<i>S</i>
31	КП-70	<i>T</i>	76	КП-156	<i>S</i>
32	КП-72	<i>T</i>	77	Ц-20 (КП-161)	<i>S</i>
33	КП-74	<i>T</i>	78	Кутјевачки рани (КП-163)	<i>S</i>
34	КП-76	<i>T</i>	79	КП-164	<i>T</i>
35	КП-78	<i>T</i>	80	КП-166	<i>T</i>
36	КП-80	<i>T</i>	81	КП-167	<i>T</i>
37	КП-81	<i>T</i>	82	КП-168	<i>T</i>
38	КП-82	<i>T</i>	83	Сивејв (КП-169)	<i>S</i>
39	КП-85	<i>T</i>	84	Спинел (КП-170)	<i>S</i>
40	КП-87	<i>T</i>	85	Опленац (КП-171)	<i>T</i>
41	КП-89	<i>T</i>	86	КП-175	<i>T</i>
42	КП-91	<i>T</i>	87	КП-179	<i>T</i>
43	КП-92	<i>T</i>	88	БА4527-44 (КП-183)	<i>S</i>
44	КП-94	<i>T</i>	89	БА4596-22 (КП-185)	<i>T</i>
45	КП-95	<i>T</i>	90	Алубиа (КП-186)	<i>T</i>

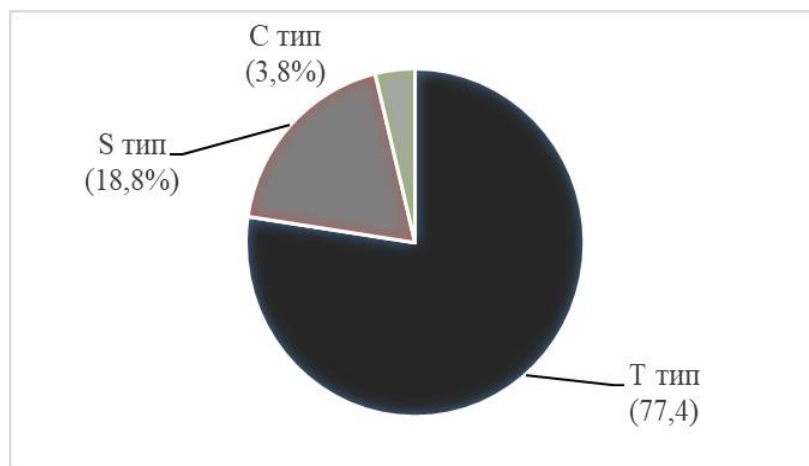
Редни број	Назив генотипа	Тип фазеолина	Редни број	Назив генотипа	Тип фазеолина
91	П. градиштанац (КП-191)	<i>C</i>	135	КП-318	<i>C</i>
92	П.тетовац (КП-192)	<i>C</i>	136	КП-319	<i>T</i>
93	КП-209	<i>T</i>	137	КП-320	<i>T</i>
94	Астер (КП-210)	<i>S</i>	138	КП-321	<i>T</i>
95	Поб.градиштанац (КП-213)	<i>S</i>	139	КП-323	<i>S</i>
96	КП-232	<i>T</i>	140	КП-324	<i>S</i>
97	КП-233	<i>T</i>	141	КП-325	<i>S</i>
98	КП-234	<i>T</i>	142	КП-326	<i>T</i>
99	КП-235	<i>S</i>	143	КП-327	<i>S</i>
100	КП-236	<i>T</i>	144	КП-328	<i>T</i>
101	Герле (КП-237)	<i>S</i>	145	КП-329	<i>S</i>
102	КП-239	<i>T</i>	146	КП-330	<i>T</i>
103	Галеб (КП-240)	<i>S</i>	147	КП-331	<i>S</i>
104	Златко (КП-241)	<i>T</i>	148	КП-332	<i>S</i>
105	Двадесетица (КП-242)	<i>S</i>	149	КП-333	<i>S</i>
106	Белко (КП-243)	<i>S</i>	150	КП-335	<i>C</i>
107	Макса (КП-244)	<i>S</i>	151	КП-336	<i>T</i>
108	Лудогорје (КП-247)	<i>S</i>	152	КП-337	<i>T</i>
109	Харвуд (КП-261)	<i>S</i>	153	КП-338	<i>T</i>
110	КП-263	<i>T</i>	154	КП-339	<i>T</i>
111	КП-264	<i>T</i>	155	КП-340	<i>S</i>
112	ХР45 (КП-275)	<i>S</i>	156	КП-341	<i>T</i>
113	Ореол Л-ксан (КП-276)	<i>T</i>	157	КП-342	<i>T</i>
114	КП-277	<i>T</i>	158	КП-356	<i>T</i>
115	КП-278	<i>T</i>	159	КП-357	<i>T</i>
116	КП-281	<i>T</i>	160	КП-361	<i>C</i>
117	КП-283	<i>T</i>	161	КП-364	<i>S</i>
118	КП-293	<i>C</i>	162	КП-374	<i>T</i>
119	КП-301	<i>T</i>	163	КП-377	<i>T</i>
120	КП-303	<i>T</i>	164	КП-381	<i>S</i>
121	КП-304	<i>T</i>	165	КП-390	<i>S</i>
122	КП-305	<i>T</i>	166	КП-402	<i>T</i>
123	КП-306	<i>C</i>	167	Јулиа (КП-461)	<i>S</i>
124	КП-307	<i>T</i>	168	КП-464	<i>T</i>
125	КП-308	<i>T</i>	169	КП-466	<i>T</i>
126	КП-309	<i>T</i>	170	КП-467	<i>T</i>
127	КП-310	<i>T</i>	171	КП-472	<i>T</i>
128	КП-311	<i>S</i>	172	КП-473	<i>T</i>
129	КП-312	<i>S</i>	173	КП-474	<i>T</i>
130	КП-313	<i>S</i>	174	КП-475	<i>T</i>
131	КП-314	<i>T</i>	175	КП-476	<i>S</i>
132	КП-315	<i>T</i>	176	КП-477	<i>T</i>
133	КП-316	<i>T</i>	177	КП-478	<i>S</i>
134	КП-317	<i>S</i>			

S тип је присутан код 53 (29,4%) генотипа, и то код 10 српских сорти - Балкан (КП-149), Пасуљица П-1 (КП-152), Бисер (КП-153), Медијана (КП-154), Астер (КП-210), Побољшани градиштанац (КП-213), Галеб (КП-240), Двадесетица (КП-242), Белко (КП-

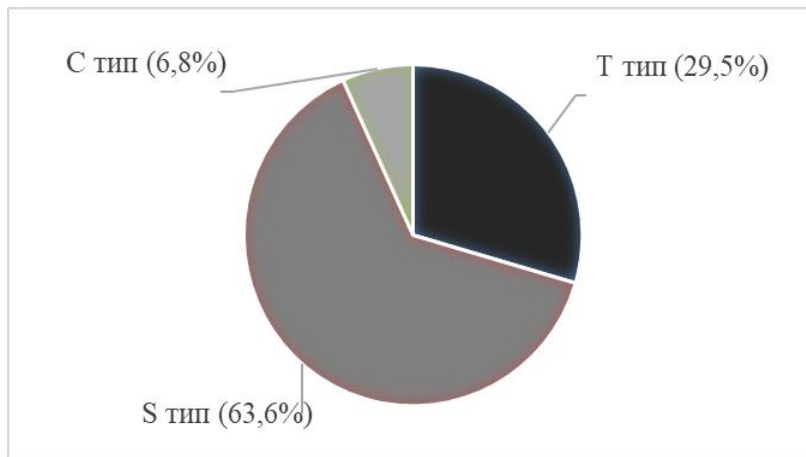
243) и Макса (КП-244), 15 страних сорти, 3 стране оплемењивачке линије и 24 локалне популације. У најмањој мери је заступљен *C* тип фазеолина и то код осам узорака, што је чинило 4,5% колекције. Од домаћих сорти, присуство *C* типа је утврђено код Панонског градиштанца (КП-191) и Панонског тетовца (КП-192), али и код бугарске сорте Добруцански 7 (КП-139). Преосталих пет генотипова са *C* типом фазеолина су локалне популације. Утврђено је да је *T* тип заступљенији код локалних популација, а *S* и *C* типови међу домаћим и страним сортама и оплемењивачким линијама (Таб. 20; Граф. 7; Граф. 8; Граф. 9).



Графикон 7. Удео типова фазеолина међу генотиповима колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада



Графикон 8. Удео типова фазеолина међу локалним популацијама у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада



Графикон 9. Удео типова фазеолина међу сортама и оплемењивачким линијама у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Запажа се да је *S* тип фазеолина чешћи код сорти и локалних популација са белим и црним зрном, које су углавном *II* и *III* типа раста, док је у мањој мери присутан међу генотиповима *I* типа раста. Ови генотипови су већином имали ситно до средњекрупно зрно и били су приноснији. Сорте и локалне популације са *T* типом фазеолина су већином *I* типа раста са обојеном семењачом, средње крупног до крупног зрна и мањег приноса. Примећено је да генотипови са *C* типом фазеолина имају углавном крупно зрно, али и веће вредности компоненти приноса и виши принос у односу на генотипове са *T* типом фазеолина.

6.3. ГЕНЕТИЧКА ДИВЕРГЕНТНОСТ ГЕНОТИПОВА ПАСУЉА НА ОСНОВУ АЛЕЛНЕ ВАРИЈАБИЛНОСТИ МИКРОСАТЕЛИТНИХ (*SSR*) МАРКЕРА

Ради молекуларне процене 177 генотипова пасуља, као и генотипова стандарда, анализирано је 27 микросателитних локуса (*SSR*), распоређених на свих 11 хромозома у геному. Сви микросателитни маркери употребљени у истраживању су се показали као полиморфни (Таб. 21).

Укупно 486 алелних варијанти је забележено на нивоу свих испитаних генотипова. Просечан број алела по *SSR* локусу је 18, а кретао се од 6 алела за *SSR* локусе *BM210* и *BM155* до 27 за локусе *GATS91* и *ATA002*. Фреквенција најучесталијег алела се креће од 0,15 (идентификована у *SSR* локусу *GATS91*) до 0,49 (у локусу *BM210*), са просеком од 0,31 за све испитане микросателитне локусе. Просечан број алела са учесталашћу > 5% износи 5,29 (Таб. 21).

Минимална вредност очекиване хетерозиготности је идентификована за локус BM210 (0,53), а максимална за локусе GATS91, BMd001 и ATA0006 и износи 0,89, док је просечна вредност за све локусе 0,81. Број ретких алела, са учесталошћу < 5% по локусу у испитаној колекцији генотипова пасуља, се креће од 2 (за SSR локус BM155) до 22 (за локусе GATS91 и ATA002), са просечном вредношћу 12,7. Од укупног броја детектованих алела, 344 су ретки алели, што чини њихову заступљеност у испитаном материјалу 70,8%. Ефективан број алела се креће од 2,14, забележен у локусу BM210, до 9,50 за локус BMd001, а просечна вредност износи 5,87 (Таб. 21).

Табела 21. Основни показатељи генетичког диверзитета 27 микросателитних маркера код испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и генотипова стандарда

SSR локус	N_a^*	Фреквенција најучесталијег алела	Број алела са учесталошћу > 5%	H_e	Број ретких алела	N_e	I	PIC	PI
ATA003	19	0,26	6	0,86	13	7,10	2,28	0,85	0,03
ATA004	16	0,46	4	0,74	12	3,81	1,81	0,71	0,09
ATA005	22	0,27	6	0,86	16	6,87	2,34	0,84	0,03
ATA007	19	0,43	4	0,75	15	4,05	1,87	0,73	0,08
ATA016	13	0,29	6	0,80	7	4,92	1,87	0,77	0,07
GATS91	27	0,15	5	0,89	22	9,34	2,61	0,88	0,02
ATA002	27	0,27	5	0,82	22	5,54	2,12	0,79	0,05
BM172	23	0,24	6	0,87	17	7,57	2,40	0,86	0,03
BMd001	25	0,17	9	0,89	16	9,50	2,47	0,88	0,02
ATA020	24	0,27	6	0,86	18	7,33	2,36	0,85	0,03
PV-ag004	25	0,30	4	0,84	21	6,12	2,24	0,82	0,04
ATA010	13	0,34	4	0,78	9	4,53	1,81	0,75	0,07
BM155	6	0,32	4	0,74	2	3,78	1,39	0,69	0,11
BM170	23	0,21	6	0,88	17	8,64	2,46	0,87	0,02
BM183	10	0,39	5	0,72	5	3,59	1,56	0,68	0,12
BM210	6	0,49	2	0,53	4	2,14	0,85	0,42	0,32
BMd044	8	0,48	5	0,68	3	3,12	1,41	0,64	0,14
ATA009	23	0,25	6	0,87	17	7,62	2,42	0,86	0,03
ATA145	21	0,45	3	0,72	18	3,52	1,79	0,68	0,11
GA16	15	0,26	6	0,85	9	6,48	2,10	0,83	0,04
ATA006	23	0,23	8	0,89	15	9,47	2,58	0,89	0,02
BM157	14	0,25	6	0,83	8	5,94	2,00	0,81	0,05
BMd042	20	0,28	5	0,85	15	6,52	2,24	0,83	0,04
ATA289	19	0,43	4	0,74	15	3,81	1,73	0,71	0,10
PvSHP1-A	14	0,27	6	0,82	8	5,42	1,95	0,79	0,06
PvSHP1-B	14	0,21	6	0,84	8	6,18	1,95	0,82	0,05
PvSHP1-C	17	0,32	5	0,82	12	5,59	2,06	0,80	0,05
Укупно	486		142		344				
Просек	18	0,31	5,29	0,81	12,7	5,87	2,02	0,78	0,07

*број алела по локусу (N_a), очекивана хетерозиготност (H_e), ефективан број алела (N_e), Шенонов информациони индекс (I), полиморфност појединачних локуса (PIC), вероватноћа идентитета (PI)

Просечна вредност Шеноновог индекса која указује на диверзитет локуса је 2,02. Код локуса VM210 је забележена најнижа вредност за Шенонов информациони индекс (0,85), док је највиша вредност за исти параметар утврђена код локуса GATS91 (2,61). Локуси велике полиморфности, где је број алела изнад 14, за које је уједно запажен и већи број ретких алела, су имали вредност овог параметра изнад 2, док је код локуса са мањим бројем алела, вредност овог параметра била нижа (Таб. 21).

Просечна вредност полиморфности, односно *PI* вредност, износи 0,78 за све испитане *SSR* локусе, а кретала се од 0,42 за локус VM210 до 0,89 за локус ATA006. Вероватноћа идентитета (*PI*) је највећа за локус VM210, а најмања за локусе GATS91, VMd001, VM170 и ATA006, за које је забележен и највећи број алела по локусу.

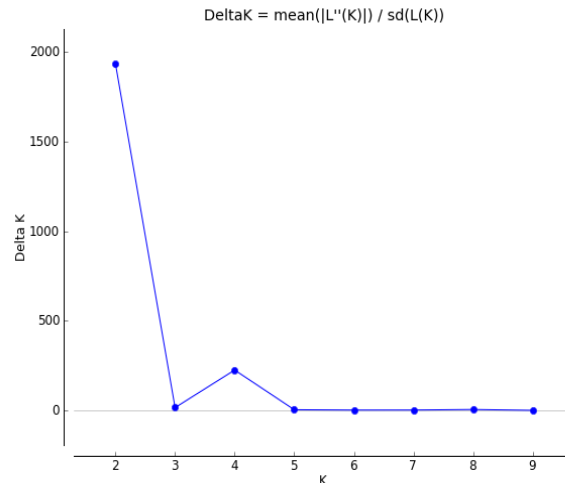
6.4. АНАЛИЗА ГЕНЕТИЧКЕ СТРУКТУРЕ ПОПУЛАЦИЈЕ ПАСУЉА

С обзиром да се одомаћење пасуља догодило у два центра порекла, испитивања структуре популације требало би да започну када је вредност $K = 2$ (број група), јер се тада дефинишу генетички најразличитије групе у испитаној популацији (колекцији) пасуља (Rosenberg *et al.*, 2002).

Као што је очекивано, STRUCTURE анализом је идентификован $K = 2$ као највероватнији број група ($\Delta K = 1934,86$), Граф. 10. Међутим, идентификован је секундарни пик при вредности од $K = 4$, те је анализирано груписање генотипова пасуља при вредностима од $K = 2$ до $K = 4$ (Граф. 11).

При вредности $K = 2$, генотипови пасуља су груписани у две групе, на основу припадности андском или средњеамеричком центру порекла. Припадност сваког генотипа одређеној групи је утврђена на основу вероватноће припадности, чија је вредност једнака или већа од 0,80 (Граф. 12; Прилог 4). Код одређеног броја генотипова добијене вредности вероватноће припадности су мање од 0,80 и за њих се претпоставља да су мешаног порекла, односно потенцијални хибриди између два генофонда.

Група 1 (K1), која је означена црвеном бојом на Графикону 13, обухвата 58 генотипова, од којих већина (50 узорака) припада средњеамеричком центру порекла. Група 2 (K2), зелена боја на графикону, већа је по бројности, са 115 генотипова који су углавном андског порекла. Поред тога, забележено је присуство 17 генотипова за које се сматра да су потенцијални хибриди између два центра порекла (Таб. 22). Припадност генотипова одређеном центру порекла је првобитно утврђена на основу анализе протеинског маркера, фазеолина (Таб. 20).

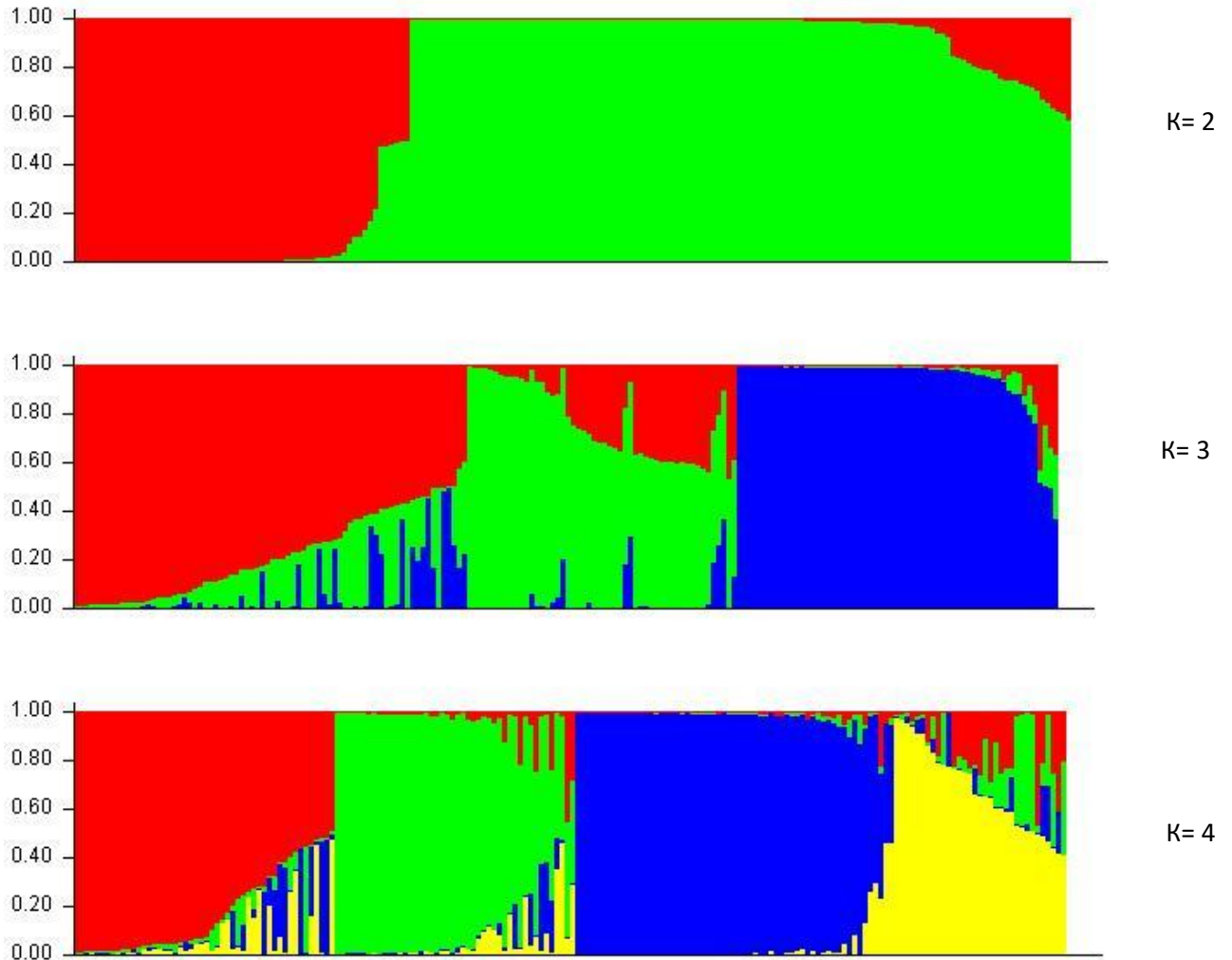


Графикон 10. Делта К метод за одређивање највероватнијег броја група (K) при опсегу од 1 до 10

У првој групи (K1) налази се 11 српских сорти беле боје семењаче и највећим делом средње крупноће зрна. Поред српских, у истој групи се налазе и сорте пореклом из Сједињених Америчких Држава, Бугарске, Колумбије, Канаде и Хрватске, већином беле и црне семењаче, ситнозрне до средње крупног зрна, као и две оплемењивачке линије, Ореол Л-ксан (КП-276) и ХР45 (КП-275). Већина локалних популација и сорти из прве групе имају *S* тип фазеолина и припадају средњеамеричком центру порекла. Изузетак су сорте Панонски тетовац (КП-192), Панонски градиштанац (КП-191), Добрудански 7 (КП-139), две локалне популације и један словеначки референти генотип (ПХ390) код којих је утврђен *C* тип фазеолина, као и оплемењивачка линија Ореол Л-ксан (КП-276), једна локална популација из Србије и једна из Казахстана, које имају *T* тип фазеолина. Српске сорте Панонски тетовац (КП-192) и Панонски градиштанац (КП-191), са *C* типом фазеолина, као и локалне популације са *T* типом фазеолина имају масу 1000 зрна преко 400 g, што се сматра одликом генотипова из андског генофонда, али су на основу STRUCTURE анализе сврстани у групу генотипова средњеамеричког порекла. Генотипови сва три типа (*I*, *II*, *III*) раста који су забележени у колекцији налазе се у овој групи (Граф. 12).

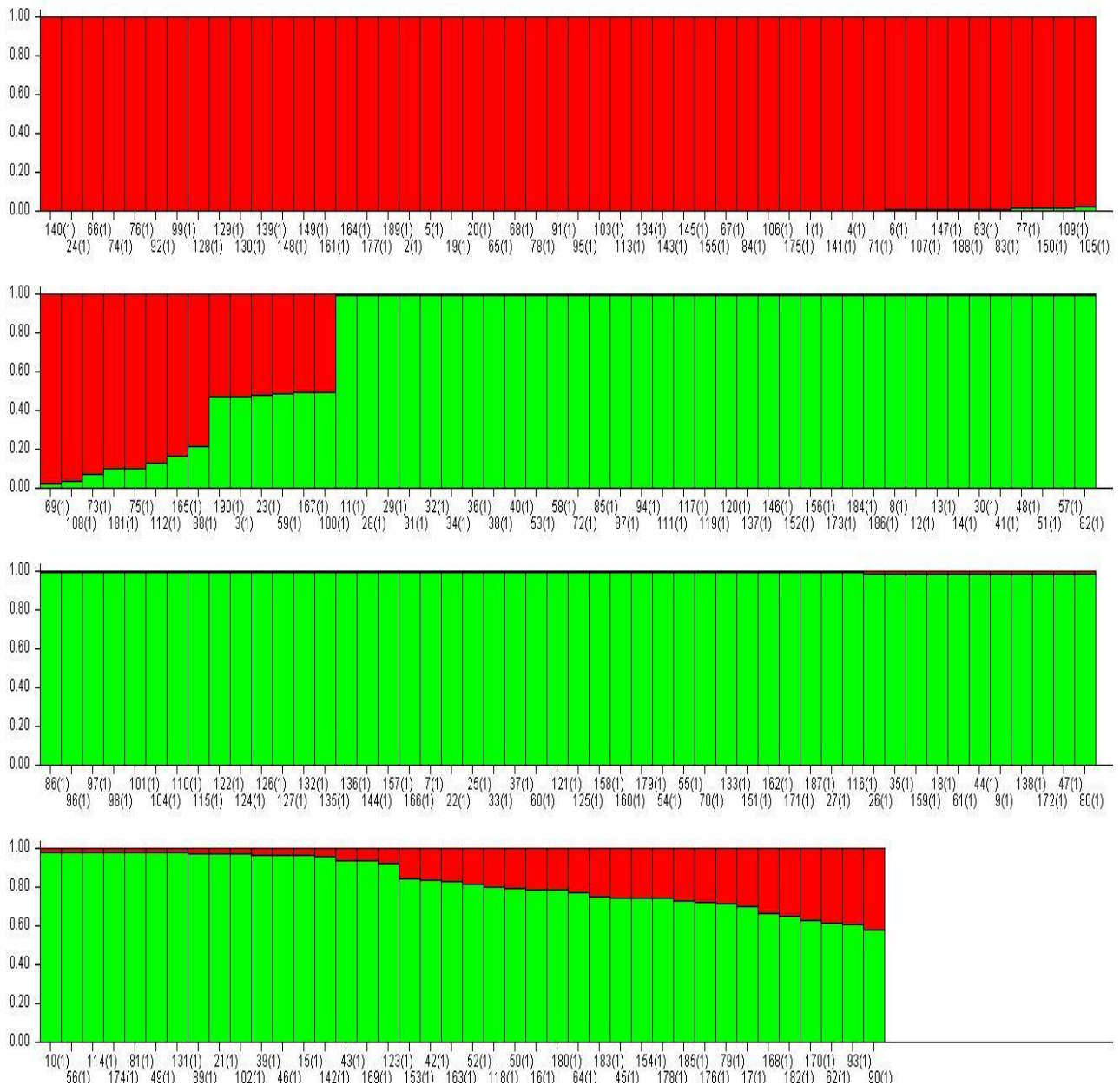
Друга група (K2) садржи 115 генотипова, од којих су седам српске сорте белог и обојеног, крупног зрна, са изузетком сорте Жутотрбан (КП-42) која има средње крупно зрно. У овој групи су доминанти генотипови са обојеном семењачом. Стране сорте и линије, као и локалне популације већином имају *T* или *C* тип фазеолина. На основу крупноће зрна припадају категорији крупних или средње крупних, и део су андског

центра порекла. Изузетак су домаћа сорта Астер (КП-210) и линија БАТ477 (КП-33) које имају *S* тип фазеолина и зрно беле боје. Сви генотипови који се налазе у овој групи имају *I* тип раста (Граф. 12).



Графикон 11. Груписање генотипова пасуља у програму Structure применом Бејзовог алгоритма на основу вредности вероватноће припадности; приказ за две, три и четири *K* групе

Генотипови издвојени као потенцијални хибриди су углавном локалне популације, са изузетком страних сорти Алубиа (КП-186), Ројал дач (КП-129), Јулиа (КП-461) и линије БА 4527-44 (КП-183). У овој групи су генотипови све три категорије зрна на основу крупноће, са највећим уделом генотипова средње крупног зрна. Боја семењаче зрна је бела, црна, зелена, крем, златножута или шарена. Заступљена су сва три типа раста, од којих је најдоминантнији *I* тип, ограничени жбун. Највећи број генотипова има *T* тип фазеолина, док су са *S* типом само две локалне популације (Граф. 11; Таб. 22).



Графикон 12. Груписање генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и генотипова стандарда на основу вероватноће припадности групи при вредности $K = 2$

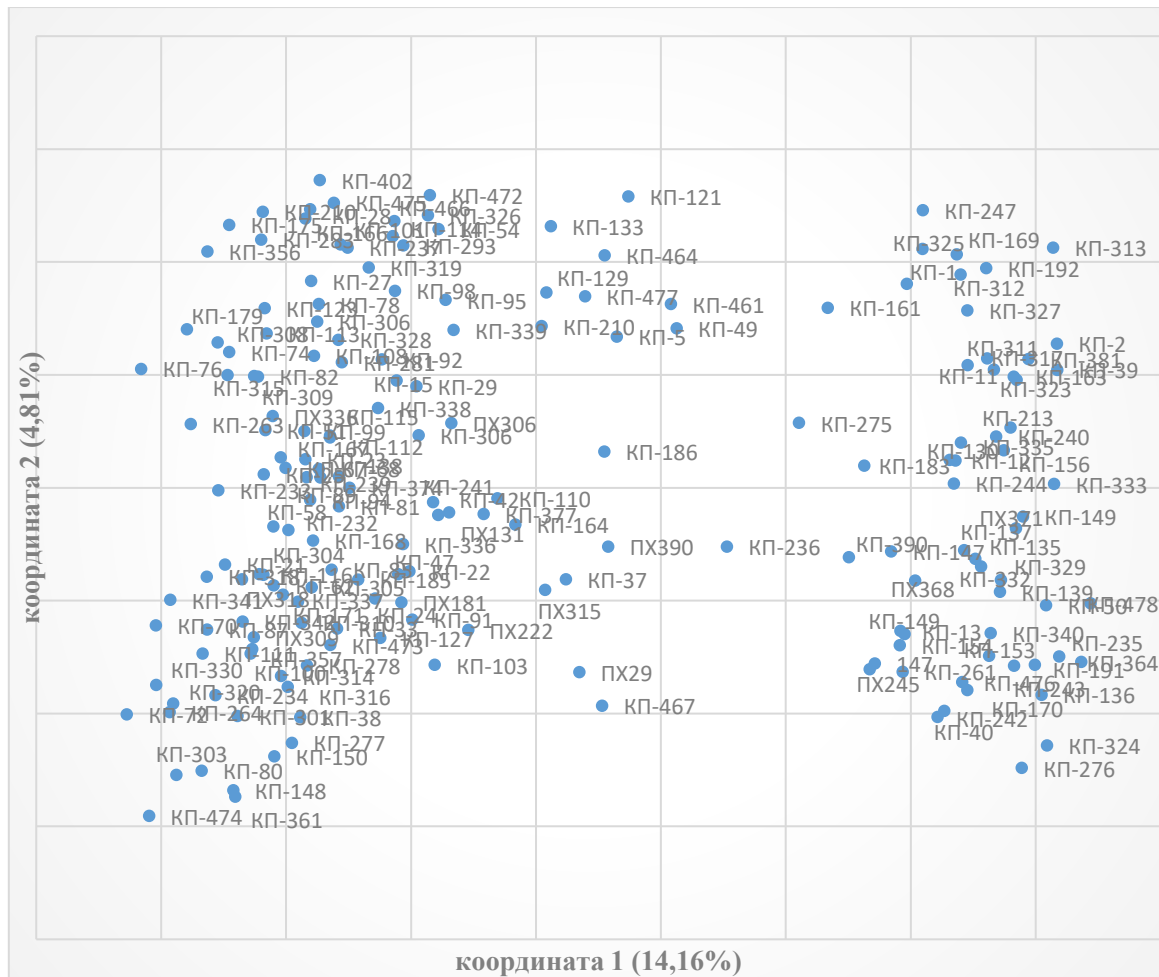
Повећањем броја група на $K = 3$, подела генотипова пасуља на андски и средњеамерички генофонд је остала иста, са разликом што се у оквиру андске групе издвојила група генотипова, дефинисана као андска подгрупа ($K3$) са 59 узорака. Критеријум за поделу генотипова андске групе у две подгрупе је вероватноћа припадности једнака или већа од 0,50 (Граф. 10). При вредности $K = 4$, само се у оквиру андске групе запажа даља диференцијација генотипова на три подгрупе.

Табела 22. Генотипови пасуља колекције Института за ратарство и повртарство из Новог Сада, сврстани у мешовиту групу на основу вероватноће припадности групама К1 и К2

Генотип	К1	К2
КП-5	0,525	0,475
КП-37	0,299	0,701
КП-49	0,515	0,485
КР-95	0,010	0,990
КП-103	0,203	0,797
КП-121	0,509	0,491
Ројал дач (КП-129)	0,385	0,615
КП-164	0,284	0,716
БА4527-44 (КП-183)	0,781	0,219
Алубиа (КП-186)	0,419	0,581
КП-209	0,386	0,614
КП-236	0,504	0,496
КП-339	0,253	0,747
Јулиа (КП-461)	0,506	0,494
КП-464	0,329	0,671
КП-467	0,370	0,630
КП-477	0,278	0,722

Генетичка структура проучаване колекције пасуља је испитана и применом анализе главних координата (*PCoA* анализа), са циљем приказивања генетичких растојања између генотипова пасуља на основу молекуларних података. Првом главном координатом је објашњено 14,16% укупне варијабилности, а другом и трећом 4,81 и 4,30%, тим редоследом. Прве три главне координате су заједно објасниле 23,27% укупне генетичке варијабилности присутне у испитаној колекцији пасуља. С обзиром на то да је мали удео укупне варијације објашњен првом главном координатом, дуж које је примећено раздвајање генотипова пасуља у групе према припадности центру порекла, може се претпоставити да се мали удео укупне варијације приписује разликама између центара порекла, док су разлике између појединачних генотипова највише допринеле варијабилности испитане колекције (Граф. 13).

У циљу детаљнијег утврђивања унутрашње структуре испитане колекције пасуља конструисан је *NJ* дендрограм на основу Нејове генетичке удаљености. Према *NJ* дендрограму, поред тога што су генотипови груписани према припадности андском (група А – *Andean*) или средњеамеричком (група М – *Mesoamerican*) центру порекла, постоји и неколико подгрупа у оквиру две групе (Граф. 14).



Графикон 13. Двостранични приказ груписања генотипова пасуља колекције Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и генотипова стандарда, на основу анализе 27 микросателитних локуса, применом анализе главних координата

Група М подељена је на четири подгрупе – М1, М2, М3 и М4. У подгрупи М1 се налази 24 генотипа, углавном средње крупног до крупног зрна, беле семењаче са *S* типом фазеолина. Генотипови који одступају од оваквог обрасца груписања су српске сорте Панонски градиштанац (КП-191) и Панонски тетовац (КП-192), линија Ореол Л-ксан (КП-276), локалне популације КП-130 и КП-236 са *T* и *C* типовима фазеолина и крупним зрном (маса 1000 зрна > 400 g), што је одлика генотипова андског центра порекла (Граф. 14).

У групи М1 су српске сорте Бисер (КП-153), Галеб (КП-240) и Балкан (КП-149), бугарска сорта Прелом (КП-137) и америчка сорта Спинел (КП-170). Два генотипа која су на основу STRUCTURE анализе означени као потенцијални хибриди, део су ове групе (КП-183 и КП-236). У саставу подгрупе М2 се налази пет генотипова, три сорте и две локалне популације, углавном ситног и средње крупног белог зрна, сва три типа раста и

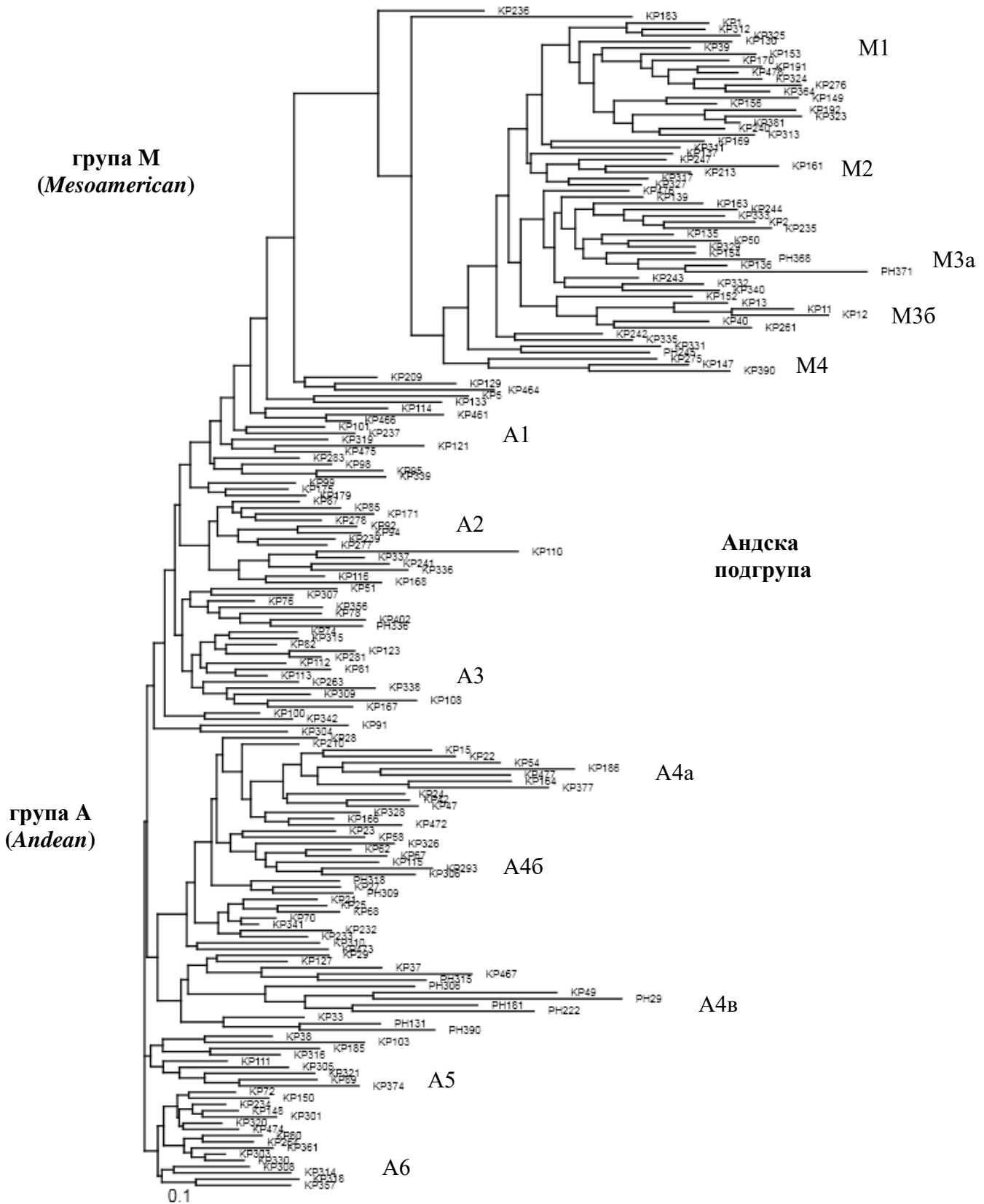
S типа фазеолина. Српска сорта Побољшани градиштанац (КП-213), америчка сорта Ц-20 (КП-161) и бугарска сорта Лудогорје (КП-247) су у саставу ове подгрупе (Граф. 14).

Генотипови у подгрупи М3 су даље подељени на две подгрупе (М3а и М3б). У подгрупи М3а се налазе три српске сорте - Макса (КП-244), Медијана (КП-154), Белко (КП-243), једна хрватска - Кутјевачки рани (КП-163), три бугарске - Добруцански 7 (КП-139), Вулкан (КП-135) и Астор (КП-136), осам локалних популација и два словеначка генотипа стандарда, *S* типа фазеолина. Већина генотипова у овој групи има *II* или *III* тип раста, ситно до средње крупно бело зрно. Бугарска сорта Добруцански 7 и локална популација КП-50, које су на основу типа фазеолина (*C* и *T*, по редоследу), означени као андски, налазили су се у подгрупи М3а.

Подгрупа М3б обухвата српску сорту Пасуљица П-1 (КП-152), стране сорте Сатаја 425 (КП-11), А55 (КП-12), Наја Најахит (КП-13) и Харвуд (КП-261) и локалну популацију КП-40. Наведени генотипови се одликују ситним белим или црним зрном, углавном *II* типом раста и *S* типом фазеолина. Генотипови ситног до средње крупног зрна, беле и обојене семењаче, *I* и *II* типа раста чине подгрупу М4. Српска сорта Двасетица (КП-242), линија ХР45 (КП-275), америчка сорта Лакер (КП-147) и три локалне популације улазе у састав подгрупе М4. Сви генотипови у наведеној подгрупи имају средњеамерички *S* тип фазеолина, изузев локалне популације КП-335 са *C* типом.

Код групе коју чине генотипови из андског центра порекла, запажа се подела на шест подгрупа на основу NJ дендрограма. У састав подгрупе А1 је ушло 20 генотипова, већином *T* типа фазеолина, средње крупног до крупног зрна, хетерогених у погледу боје семењаче. Сви генотипови, са изузетком локалних популација КП-209, КП-5 и КП-121, припадају првом типу раста. Наведени генотипови, заједно са холандском сортом Ројал дач (КП-129), словачком сортом Јулиа (КП-461) и локалним популацијама КП-464, КП-95 и КП-339, означени су према STRUCTURE анализи као потенцијални хибриди између средњеамеричке и андске групе.

Подгрупа А2 обухвата српске сорте Оплепац (КП-171) и Златко (КП-241), као и 12 локалних популација. Генотипови су *I* типа раста, већином крупног и обојеног зрна, *T* типа фазеолина. Генотипови који су образовали подгрупу А3 су локалне популације. Одликује их средње крупно до крупно зрно, *I* тип раста, доминанта жутозелена боја семењаче и *T* тип фазеолина. Један словеначки генотип стандард (РН336) налази се у овој групи.



Графикон 14. NJ дендрограм генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и генотипова стандарда, на основу испитивања 27 SSR локуса

Подгрупа А4 обухвата највећи број генотипова и подељена је на три подгрупе (А4а, А4б, А4в). Генотипови подгрупе А4а су хетерогени у погледу боје семењаче, средње крупног до крупног зрна, *I* типа раста са *T* и *C* типом фазеолина. Изузетак је српска сорта Побољшани градиштанац (КП-210), *S* типа фазеолина, али фенотипа који више одговара карактеристикама генотипова андског центра порекла. Три генотипа (КП-186, КП-477 и КП-164) који су према STRUCTURE анализи означени као потенцијални хибриди налазе се у овој групи (Граф. 14).

Подгрупу А4б чине генотипови шарене и розе семењаче, већином крупног зрна, *I* тип раста, са *T* типом фазеолина. Осим домаће сорте Розалија (КП-21) и два генотипа стандарда (РН318 и РН309), подгрупу чине локалне популације.

Генотипови стандарди *C* типа фазеолина су груписани у подгрупи А4в. Три локалне популације (КП-37, КП-467 и КП-49), које су у STRUCTURE анализи означене као потенцијални хибриди, део су ове групе. Иако имају *T* тип фазеолина, ове генотипове одликује *I* и *II* тип раста, ситно и средње крупно зрно, што јесте карактеристика средњеамеричке групе.

У саставу подгрупе А5 се налазе искључиво локалне популације, од којих је популација КП-103 означена као генотип мешаног порекла. Генотипови подгрупе А6 су имали жутозелену семењачу и средње крупно до крупно зрно. Српска сорта Сремац (КП-148) и 15 локалних популација се налазе у овој групи.

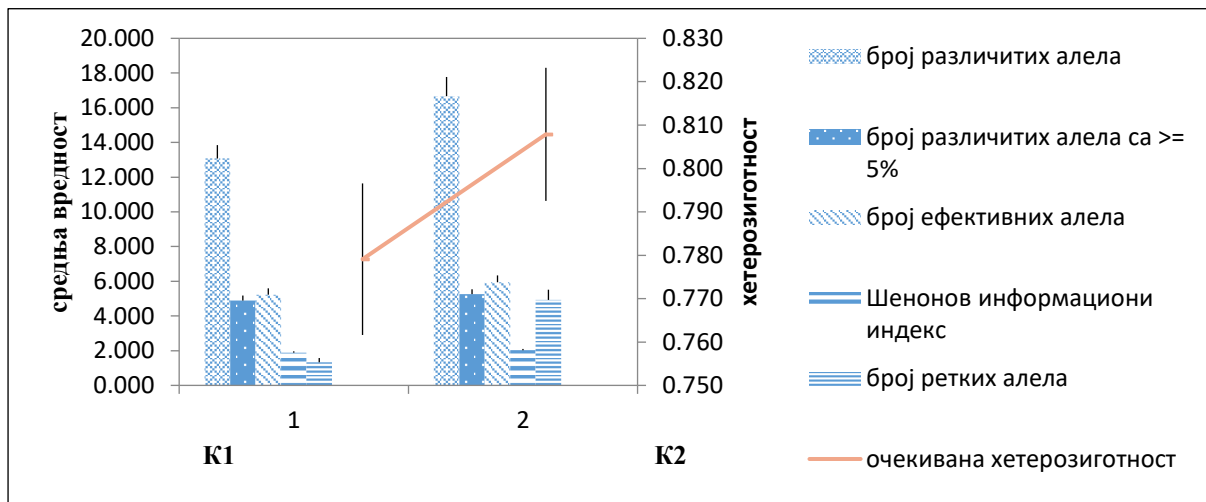
Генотипови подгрупа А1, А2 и А3, које су издвојене на дендрограму и налазе се између средњеамеричке и андске групе, сматрају се издвојеном андском подгрупом. Генотипови у саставу ових група могу представљати потенцијалне хибриде настале укрштањем генотипова андског и средњеамеричког центра порекла. Такође, могу бити и јединствена варијација карактеристична за проучавани регион гајења.

6.5. ПАРАМЕТРИ ГЕНЕТИЧКОГ ДИВЕРЗИТЕТА У ГРУПАМА И АНАЛИЗА МОЛЕКУЛАРНЕ ВАРИЈАНСЕ

Применом STRUCTURE анализе, испитана колекција пасуља је подељена на две основне групе, односно средњеамерички и андски генофонд, унутар којих је уочен диверзитет (Граф. 15).

Унутар група К1 и К2 је уочен сличан ниво варијабилности, са том разликом што су у групи К2, која представља андски центар порекла, уочене нешто више вредности показатеља генетичког диверзитета, односно просечног броја алела, броја ретких алела,

ефективног броја алела, Шеноновог информационог индекса и очекиване хетерозиготности.



Графикон 15. Основни показатељи генетичког диверзитета у групама колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Анализа молекуларне варијансе је урађена с циљем утврђивања удела варијације унутар и између две групе испитаних генотипова пасуља идентификоване у STRUCTURE анализи. Утврђено је да је варијабилност између група (2%) значајно мања него између индивидуа унутар подгрупа (98%) (Таб. 23).

Табела 23. Анализа молекуларне варијансе испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и генотипова стандарда

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Средина квадрата	Процењена варијанса	Удео (%)
Између група	1	62,19	62,19	0,46	2%
Унутар група	188	4479,25	23,83	23,83	98%
Укупно	189	4541,45		24,29	100%

6.6. БАЗИЧНА КОЛЕКЦИЈА ПАСУЉА

На основу резултата добијених молекуларном, биохемијском и фенотипском анализом 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада, формирана је базична колекција. Прелиминарну базичну колекцију, издвојену напредном стратегијом максимизације, чине 122 генотипа. Названа је БК122 (базична колекција 122). Обухвата укупну алелну и фенотипску варијабилност, утврђену

у испитаној генетичкој колекцији пасуља и чини 68,9% анализираног узорка. На основу расподеле генотипова пасуља у групе применом STRUCTURE анализе, положаја генотипова и припадности подгрупама на NJ дендрограму формираном на основу Нејове генетичке удаљености (утврђеној према уделу заједничких алела између генотипова пасуља), из прелиминарне базичне колекције је издвојена мања група од 57 генотипова и названа је базична колекција БК57. Према величини, базична колекција БК57 обухвата 33,2% испитане генетичке колекције пасуља.

Ниво генетичког диверзитета садржаног у базичној колекцији, потврђен је поређењем основних параметара диверзитета базичне, прелиминарне базичне и генетичке колекције пасуља. Базична колекција БК57 обухвата 82,07% укупне алелне варијабилности, са 380 алелних варијанти и мањим просечним бројем алела (14,07) у односу на генетичку и прелиминарну базичну колекцију БК122 (17,15). Вредности очекиване хетерозиготности и Шеноновог информационог индекса су незнатно више. У погледу фенотипског диверзитета у базичној колекцији БК57 је забележено свих 70 категорија особина, што чини 100% укупне фенотипске варијабилности. За разлику од генетичке колекције пасуља, као и прелиминарне базичне колекције БК122, базична колекција БК57 има вишу вредност Шеноновог индекса диверзитета за испитане особине. Прелиминарна базична колекција БК12 такође има вишу вредност Шеноновог индекса диверзитета у односу на испитану генетичку колекцију пасуља (Таб. 24; Таб. 25, по редоследу).

Табела 24. Параметри молекуларног и фенотипског диверзитета испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада, прелиминарне базичне колекције БК122 и базичне колекције БК57 пасуља

	Параметри диверзитета	Целокупна колекција	БК122	БК57
	Nind	177	122	57
	Nind (%)	100,00	68,92	32,20
Молекуларни диверзитет	Na	463	463	380
	Na (%)	100,00	100,00	82,07
	Np _{ros.}	17,15	17,15	14,07
	He	0,80	0,81	0,82
	I	2,00	2,05	2,05
Фенотипски диверзитет	N _k	70	70	70
	N _k (%)	100,00	100,00	100,00
	N _k p _{ros.}	4,67	4,68	4,68
	H'	0,68	0,72	0,73

*Nind- број генотипова; Na- укупан број алела; Np_{ros.}-просечан број алела; He- очекивана хетерозиготност; I- Шенонов информациони индекс; N_k- број категорија особина; N_kp_{ros.}- просечан број категорија особина; H'-Шенонов индекс диверзитета

Табела 25. Фенотип и тип фазеолина 57 генотипова базичне колекција БК57 пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

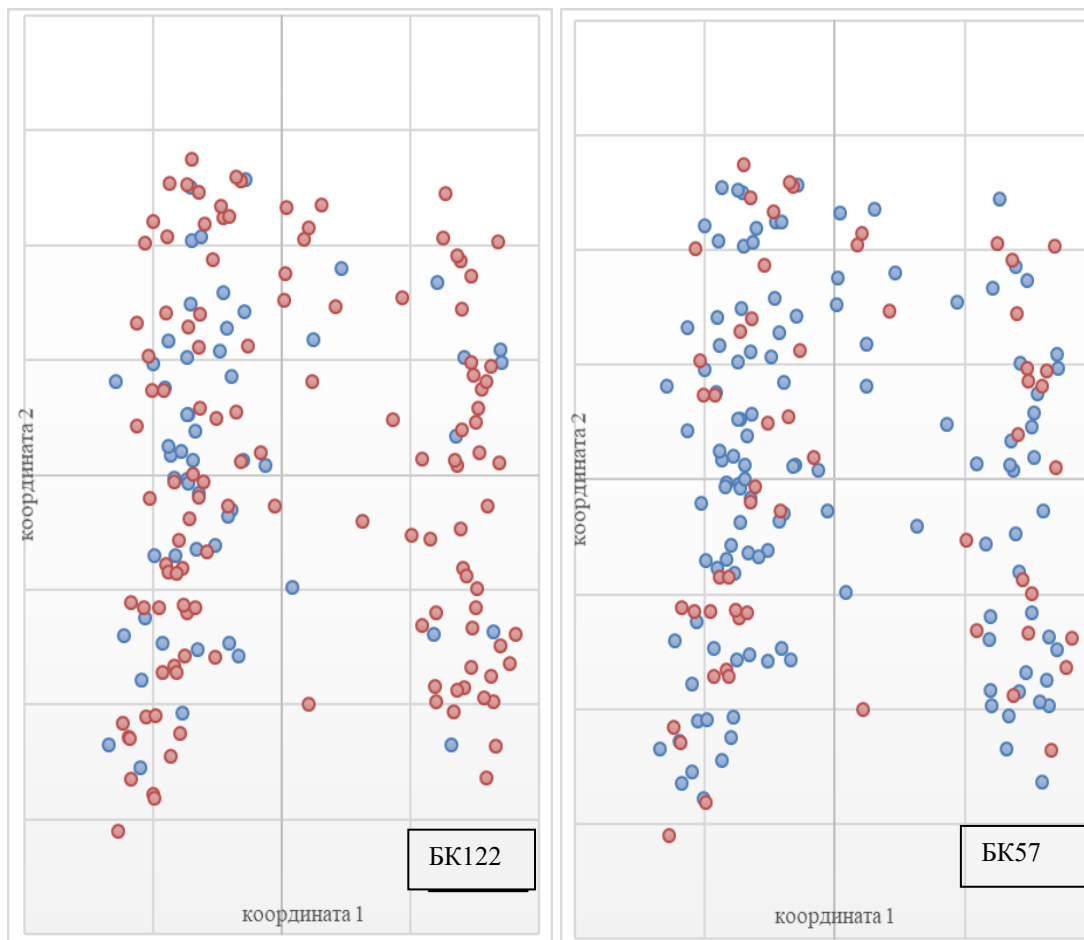
Генотип	Хабитус	Боја заставице цвета	Боја крилаца цвета	Боја махуне	Шаре на семењачи	Боја семењаче	Сјај семењаче	Облик зрна
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
КП-1	III тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	жута	средње	ваљкасто
КП-13	II тип	љубичаста	љубичаста	светло зелена	одсутне	црна	средње	елиптично
КП-22	I тип	светло розе	светло розе	тамно зелена	одсутне	роза	сјајно	бубрежасто
КП-24	I тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	одсутне	роза	сјајно	бубрежасто
КП-33	I тип	светло розе	светло розе	тамно зелена	одсутне	жутозелена	мат	бубрежасто
КП-37	II тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	одсутне	жутозелена	мат	ваљкасто
КП-38	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	жутозелена	мат	ваљкасто
КП-40	I тип	бела	бела	сјајно зелена	одсутне	бела	средње	елиптично
КП-42	I тип	бела	бела	обично зелена	мрља око хилума	бела	сјајно	ваљкасто
КП-49	I тип	бела	бела	светло жута	мрља око хилума	бела	средње	бубрежасто
КП-50	III тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	средње	бубрежасто
КП-51	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	на штрафте	роза	средње	елиптично
КР-67	I тип	кармин црвена	светло розе	тамно зелена	на штрафте	роза	средње	ваљкасто
КП-70	I тип	светло розе	светло розе	тамно зелена	шарено	љубичасто	сјајно	ваљкасто
КП-81	I тип	кармин црвена	светло розе	сјајно зелена	одсутне	жутозелена	мат	ваљкасто
КП-91	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	крем	средње	елиптично
КП-95	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	крем	сјајно	елиптично
КП-101	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	браон	средње	ваљкасто
КП-110	I тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	одсутне	златножута	сјајно	ваљкасто
КП-114	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	крем	средње	ваљкасто
КП-115	I тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	одсутне	црвена	средње	ваљкасто
КП-123	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	златножута	средње	ваљкасто
КП-129	I тип	кармин црвена	светло розе	тамно зелена	одсутне	крем	средње	елиптично
КП-130	I тип	зелена	бела	сјајно зелена	одсутне	златножута	сјајно	ваљкасто
КП-135	III тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бело	средње	полупљоснато
КП-139	III тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бело	сјајно	елиптично
КП-149	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	бело	сјајно	елиптично
КП-152	II тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бело	сјајно	елиптично
КП-153	I тип	бела	бела	тамно зелена	одсутне	бела	сјајно	округло
КП-161	II тип	бела	бела	светло зелена	одсутне	бела	мат	елиптичан
КП-164	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	ваљкасто

Генотип	Дани од ницања до цветања	Дани од ницања до зрења	Маса 1000 зрна	Број махуна по биљци	Број зрна по биљци	Број зрна по махуни	Маса зрна по биљци	Тип фазеолина
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(15)	(16)
КП-1	54	107	243,2	7,2	16,5	2,4	7,8	<i>S</i>
КП-13	55	100	222,2	20,3	72,2	3,6	13,2	<i>S</i>
КП-22	48	99	589,3	4,3	10,7	2,5	5,0	<i>T</i>
КП-24	45	100	320,9	5,9	15,7	2,7	6,9	<i>T</i>
КП-33	49	94	297,7	7,3	25,8	3,6	7,1	<i>S</i>
КП-37	44	99	382,3	8,5	25,7	2,9	10,8	<i>T</i>
КП-38	44	96	519,4	11,1	31,7	2,9	11,0	<i>T</i>
КП-40	50	98	188,8	15,8	71,3	4,4	11,8	<i>S</i>
КП-42	45	99	315,7	4,1	12,9	3,4	4,7	<i>T</i>
КП-49	43	101	418,7	5,5	15,8	2,9	6,0	<i>T</i>
КП-50	54	100	274,9	6,0	18,0	2,9	6,8	<i>T</i>
КП-51	43	94	356,5	5,3	14,7	3,1	4,7	<i>T</i>
КР-67	43	98	423,8	4,6	8,9	1,9	3,5	<i>T</i>
КП-70	47	99	501,8	7,1	17,4	2,5	7,9	<i>T</i>
КП-81	45	95	525,3	5,7	15,4	2,7	6,5	<i>T</i>
КП-91	43	94	416,9	7,1	20,0	2,9	6,3	<i>T</i>
КП-95	42	96	440,7	5,5	17,5	3,2	7,3	<i>T</i>
КП-101	49	96	366,6	6,6	19,1	2,9	7,9	<i>T</i>
КП-110	44	97	576,5	4,9	13,4	2,7	7,4	<i>T</i>
КП-114	44	99	413,5	7,5	26,9	3,6	9,8	<i>T</i>
КП-115	45	99	523,6	7,8	24,0	2,8	10,6	<i>T</i>
КП-123	44	96	455,5	7,8	16,9	2,2	7,5	<i>T</i>
КП-129	45	102	183,6	7,5	18,6	2,7	7,4	<i>T</i>
КП-130	43	94	594,1	5,8	17,3	3,1	8,8	<i>T</i>
КП-135	46	99	586,4	7,1	23,8	3,3	11,9	<i>S</i>
КП-139	46	98	283,6	14,7	62,9	4,3	15,2	<i>C</i>
КП-149	46	97	306,1	8,5	26,9	3,1	8,1	<i>S</i>
КП-152	48	98	218,5	7,8	25,6	3,3	5,4	<i>S</i>
КП-153	45	94	358,4	12,4	37,7	3,1	11,2	<i>S</i>
КП-161	48	103	244,1	18,8	49,5	2,6	8,7	<i>S</i>
КП-164	52	110	508,2	14,2	32,2	2,3	14,1	<i>T</i>

Генотип (1)	Хабитус (2)	Боја заставице цвета (3)	Боја крилаца цвета (4)	Боја махуне (5)	Шаре на семењачи (6)	Боја семењаче (7)	Сјај семењаче (8)	Облик зрна (9)
КП-170	II тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	средње	елиптично
КП-186	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	ваљкасто
КП-192	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	полупљоснато
КП-213	III тип	бела	бела	сјајно зелена	одсутне	бела	средње	бубрежасто
КП-233	I тип	кармин црвена	светло розе	зелена са црвеним пругама	на штрафте	роза	сјајно	елиптично
КП-236	II тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	средње	ваљкасто
КП-237	I тип	бела	бела	обично зелена	тачкасто	браон	средње	ваљкасто
КП-239	I тип	светло розе	светло розе	обично зелена	одсутне	жутозелено	мат	ваљкасто
КП-261	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	елиптично
КП-275	I тип	зелена	бела	сјајно зелена	одсутне	бела	средње	елиптично
КП-276	I тип	зелена	бела	сјајно зелена	одсутне	бела	средње	ваљкасто
КП-277	I тип	кармин црвена	светло розе	обично зелена	одсутне	жутозелено	мат	ваљкасто
КП-293	I тип	зелена	бела	обично зелена	одсутне	бордо	средње	бубрежасто
КП-305	I тип	кармин црвена	светло розе	обично зелена	одсутне	крем	средње	бубрежасто
КП-307	I тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	одсутне	жутозелено	мат	ваљкасто
КП-310	I тип	кармин црвена	светло розе	зелена са кармин црвеним пругама	на штрафте	роза	сјајно	елиптично
КП-313	III тип	бела	бела	сјајно зелена	одсутне	бела	сјајно	елиптично
КП-317	I тип	зелена	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	полупљоснато
КП-325	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	браон	средње	елиптично
КП-327	II тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	жута	сјајно	ваљкасто
КП-328	I тип	светло розе	светло розе	тамно зелена	на штрафте	роза	средње	ваљкасто
КП-341	I тип	светло розе	светло розе	сјајно зелена	шарено	љубичасто	сјајно	ваљкасто
КП-377	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	ваљкасто
КП-390	II тип	љубичасто	љубичасто	сјајно зелена	одсутне	црна	средње	ваљкасто
КП-472	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	средње	ваљкасто
КП-477	I тип	бела	бела	обично зелена	одсутне	бела	сјајно	ваљкасто

Генотип	Дани од ницања до цветања	Дани од ницања до зрења	Маса 1000 зрна	Број махуна по биљци	Број зрна по биљци	Број зрна по махуни	Маса зрна по биљци	Тип фазеолина
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
КП-170	52	101	265,5	8,8	22,8	2,6	8,8	<i>S</i>
КП-186	46	99	523,2	9,7	24,4	2,5	12,4	<i>T</i>
КП-192	44	95	533,1	9,9	27,4	2,8	13,1	<i>C</i>
КП-213	50	99	329,8	10,6	57,8	5,5	10,8	<i>S</i>
КП-233	43	95	300,6	4,4	12,3	2,8	6,3	<i>T</i>
КП-236	46	94	346,5	6,7	18,8	2,8	6,8	<i>T</i>
КП-237	44	96	407,9	14,2	44,2	3,1	17,4	<i>S</i>
КП-239	45	95	312,4	6,8	19,3	2,8	7,2	<i>T</i>
КП-261	46	99	333,1	8,7	31,1	3,6	7,5	<i>S</i>
КП-275	42	96	245,7	11,8	56,0	4,7	12,1	<i>S</i>
КП-276	46	95	275,0	6,9	28,9	4,2	6,8	<i>T</i>
КП-277	43	97	472,1	7,1	19,3	2,7	7,5	<i>T</i>
КП-293	44	98	490,1	11,2	36,2	3,2	15,4	<i>C</i>
КП-305	43	87	530,1	6,3	16,5	2,6	7,3	<i>T</i>
КП-307	44	87	429,6	9,5	13,4	2,0	8,3	<i>T</i>
КП-310	45	96	553,5	4,7	13,7	2,9	7,6	<i>T</i>
КП-313	46	98	428,9	9,9	31,0	3,1	21,6	<i>S</i>
КП-317	41	86	406,6	10,6	27,3	2,6	9,9	<i>S</i>
КП-325	48	85	357,5	11,2	28,5	2,5	10,4	<i>S</i>
КП-327	54	104	286,7	11,3	55,7	4,9	17,9	<i>S</i>
КП-328	53	97	491,3	5,6	13,8	2,5	6,8	<i>T</i>
КП-341	46	99	311,2	5,5	15,9	2,9	5,4	<i>T</i>
КП-377	57	102	535,4	6,1	12,9	2,2	4,7	<i>T</i>
КП-390	54	92	228,1	11,5	48,9	4,2	10,0	<i>C</i>
КП-472	44	97	539,9	7,5	24,4	3,2	11,4	<i>T</i>
КП-477	43	90	383,9	6,3	25,5	4,1	7,5	<i>T</i>

Генетичка структура базичне колекције, у односу на структуру испитане генетичке колекције пасуља, процењена је применом анализе главних координата (*PCoA*), према матрици удаљености генотипова формираној на основу удела заједничких алела. Према положају на графикону, запажа се да су генотипови који чине БК57, као и БК122 равномерно раширени по графикону. Такође, генотипови из обе групе (андске и средњеамеричке), укључујући генотипове који су идентификовани као хибриди, уврштени су у ову колекцију. Базична колекција БК57 обухвата већи део генотипова прве (андске) него друге (средњеамеричке) групе (Граф. 16).



Графикон 16. Анализа главних координата базичних колекција БК122 и БК57 у односу на испитану генетичку колекцију пасуља; црвеном бојом су означени генотипови укључени у базичне колекције

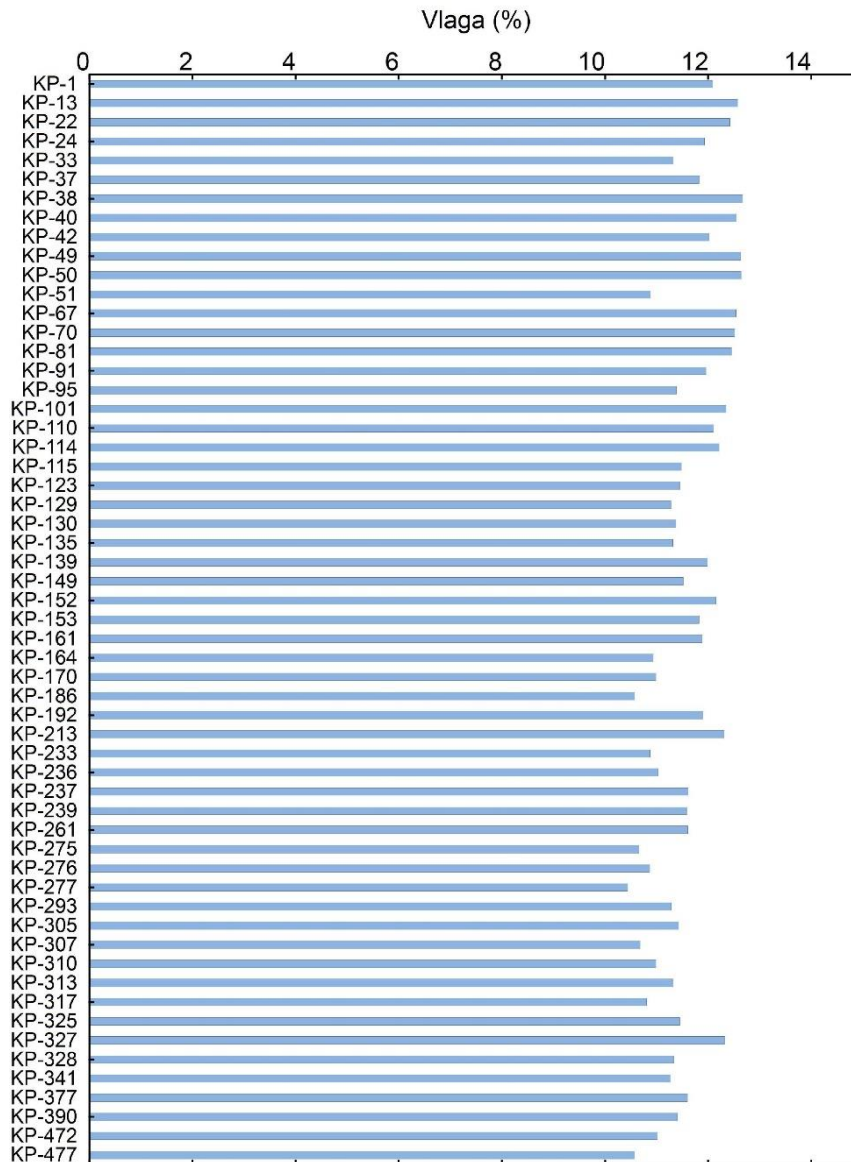
6.6.1. ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ЗРНА БАЗИЧНЕ КОЛЕКЦИЈЕ ПАСУЉА (БК57)

Испитан је хемијски састав зрна генотипова пасуља који чине базичну колекцију БК57. Базична колекција је одабрана на основу резултата добијених фенотипском, биохемијском и молекуларном анализом. За сваки генотип је утврђен садржај влаге, протеина, азота (N), фосфора (P), калијума (K), сумпора (S), гвожђа (Fe) и цинка (Zn), Прилог 5. Како би се испитала варијабилност генотипова у наведеним особинама, израчунати су следећи параметри: средња вредност, стандардна грешка, минимум, максимум и коефицијент варијације (Таб. 26).

Табела 26. Основни статистички показатељи испитаних хемијских особина зрна 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

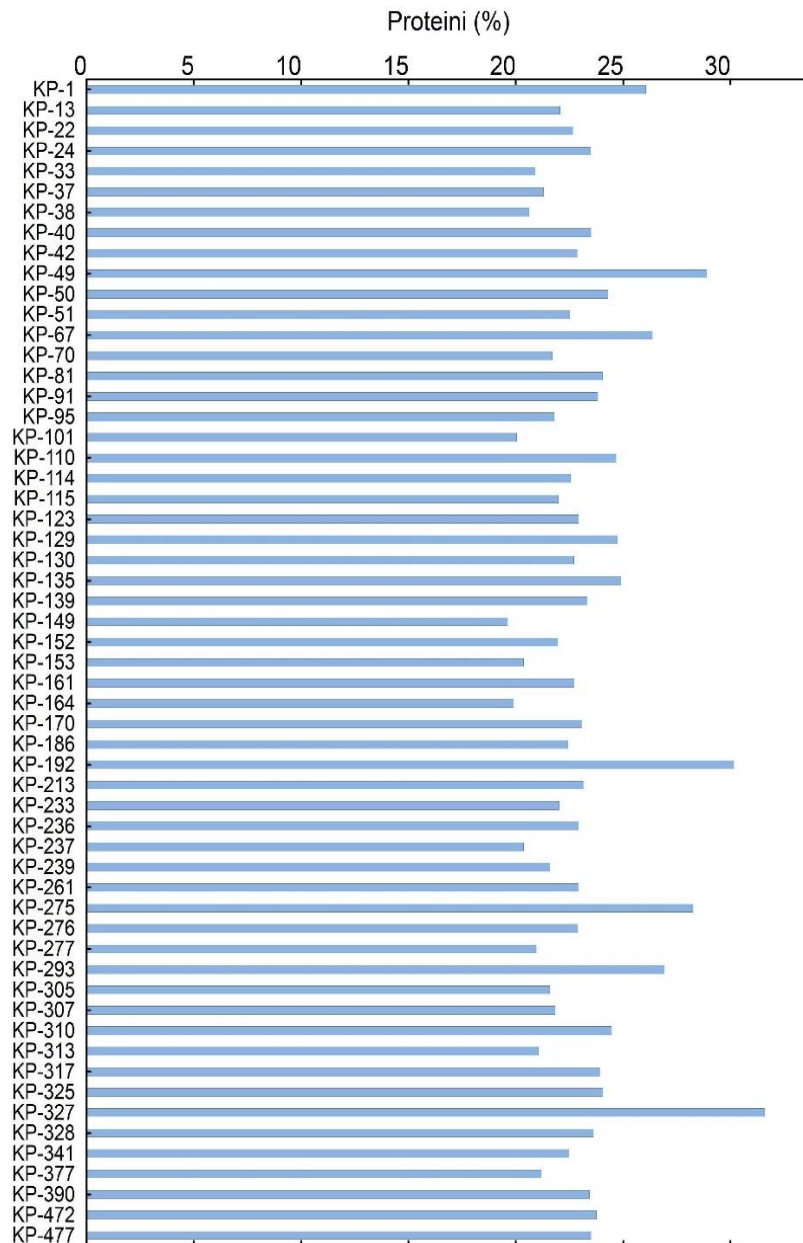
Особина	$\bar{x} \pm Se$	Минимум (min.)	Максимум (max.)	V (%)
Влага (%)	11,62±0,08	10,44	12,67	5,39
Протеини (%)	23,33±0,32	19,62	31,61	10,33
N (%)	3,71±0,05	3,14	5,06	10,33
P (%)	0,40±0,04	0,33	0,51	8,49
K (%)	1,12±0,01	0,93	1,33	7,78
S (%)	0,26±0,01	0,20	0,47	16,65
Fe (mg/kg)	64,18±1,27	45,93	104,70	14,93
Zn (mg/kg)	38,16±2,03	24,17	101,60	40,17

У испитаном материјалу, највиша вредност коефицијента варијације забележена је за садржај цинка ($V = 40,17\%$), док је најмања варијабилност утврђена за садржај влаге ($V = 5,39\%$), калијума ($V = 7,78\%$) и фосфора ($V = 8,49\%$). Генотипови пасуља су најједначенији у погледу садржаја влаге у зрну, који је варирао у интервалу од 10,44% код локалне популације КП-277 до 12,67% код локалне популације КП-38 (Граф. 17; Таб. 26).



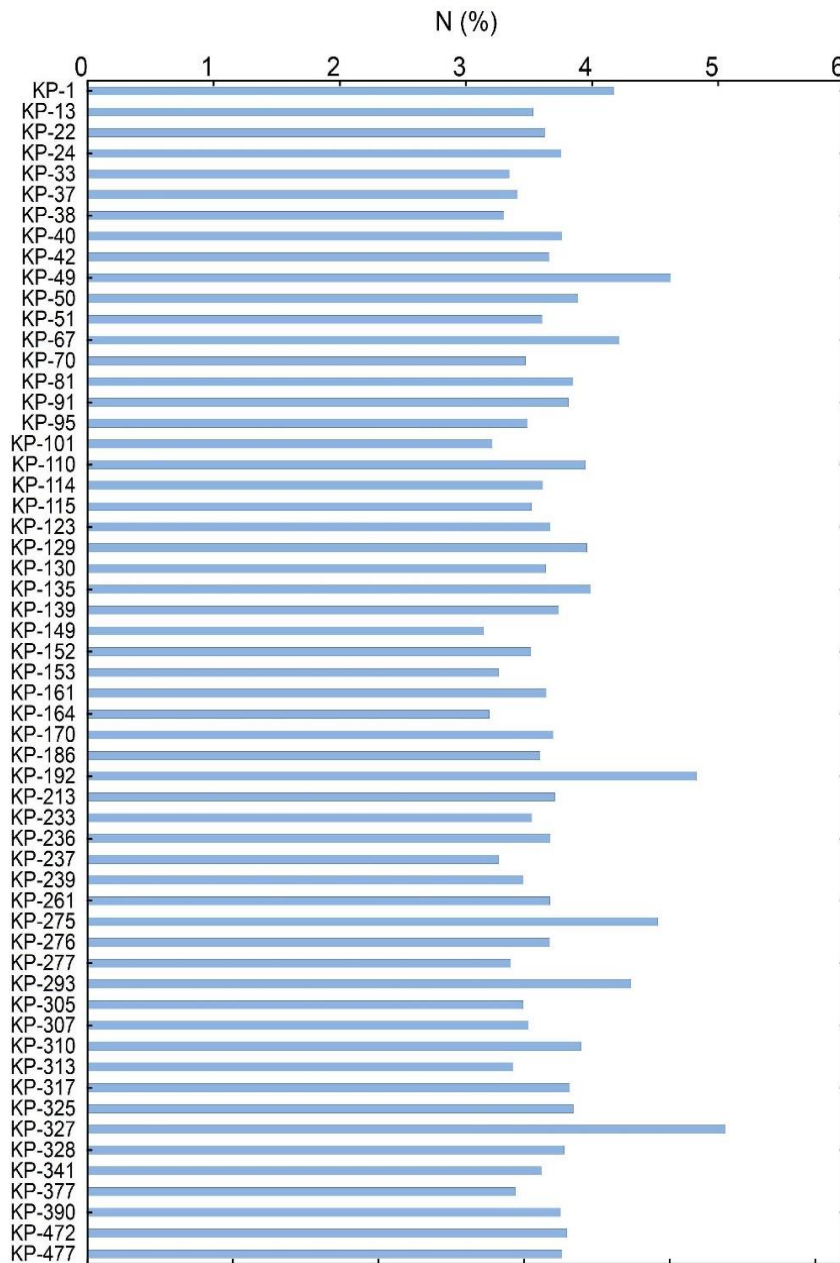
Графикон 17. Садржај влаге у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и портарство из Новог Сада

Садржај протеина у зрну пасуља се креће од 19,62%, код српске сорте Балкан (КП-149), до 31,61% код локалне популације КП-327 са просечном вредношћу од $\bar{x} = 23,33\%$. Осим популације КП-327, истичу се српска сорта Панонски тетовац (КП-192), локална популација КП-49 и страна оплемењивачка линија ХР45 (КП-275), са садржајем протеина за 20-35% вишим у односу на просек испитаног материјала (Граф. 18; Таб. 26).



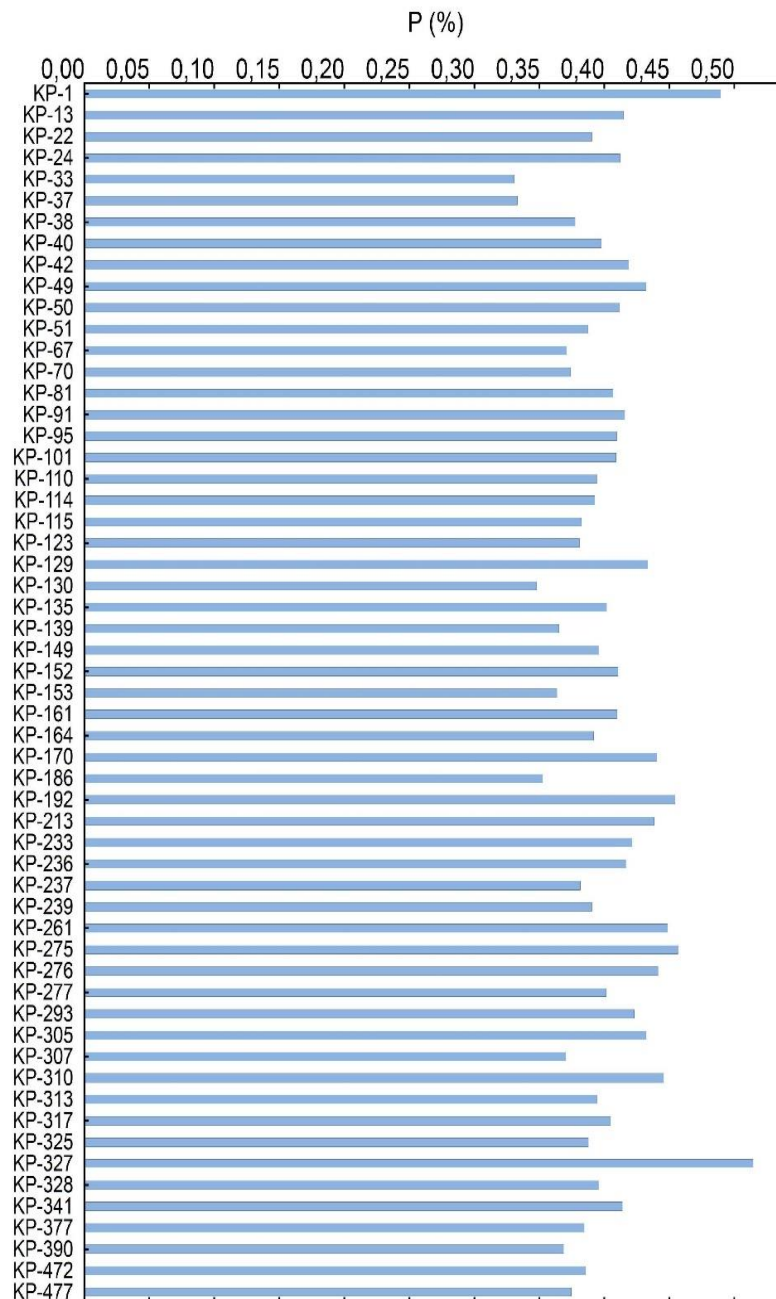
Графикон 18. Садржај протеина у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Српска сорта Балкан (КП-149) се истиче као генотип са најнижим садржајем азота (3,14%), али и садржајем протеина, док је највише азота утврђено у зрну локалне популације КП-327 (5,06%). Варијабилност генотипова пасуља у погледу саржаја азота одговара варијабилности у погледу садржаја протеина, са коефицијентом варијације од $V = 10,33\%$ (Таб. 26; Граф. 19).



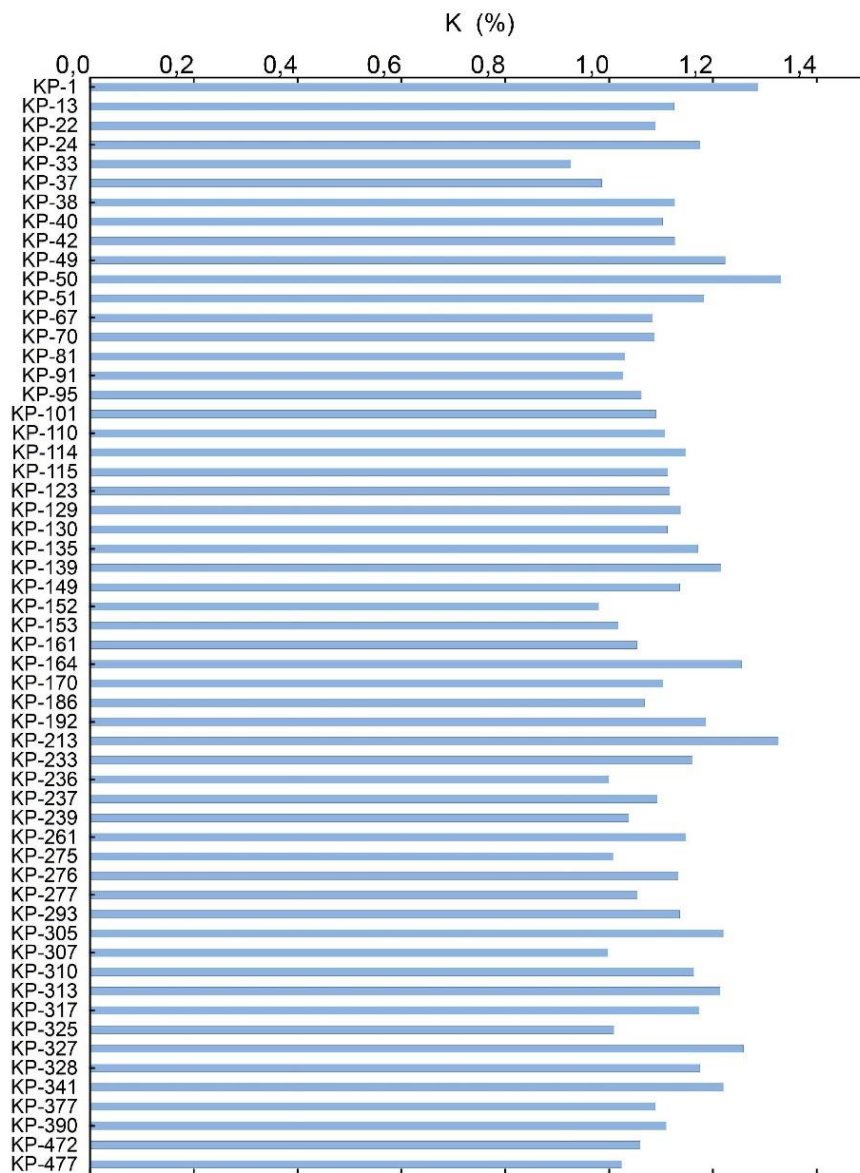
Графикон 19. Садржај азота у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57
Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Садржај фосфора се креће од 0,33%, код оплемењивачке линије БАТ477 (КП-33) и локалне популације КП-38, до 0,51%, код локалне популације КП-327, док просечна вредност износи $\bar{x} = 0,40\%$. Виши садржај фосфора имала је и локална популација КП-1 са 22% више фосфора у зрну, у односу на просек испитане базичне колекције пасуља (Граф. 20; Таб. 26).



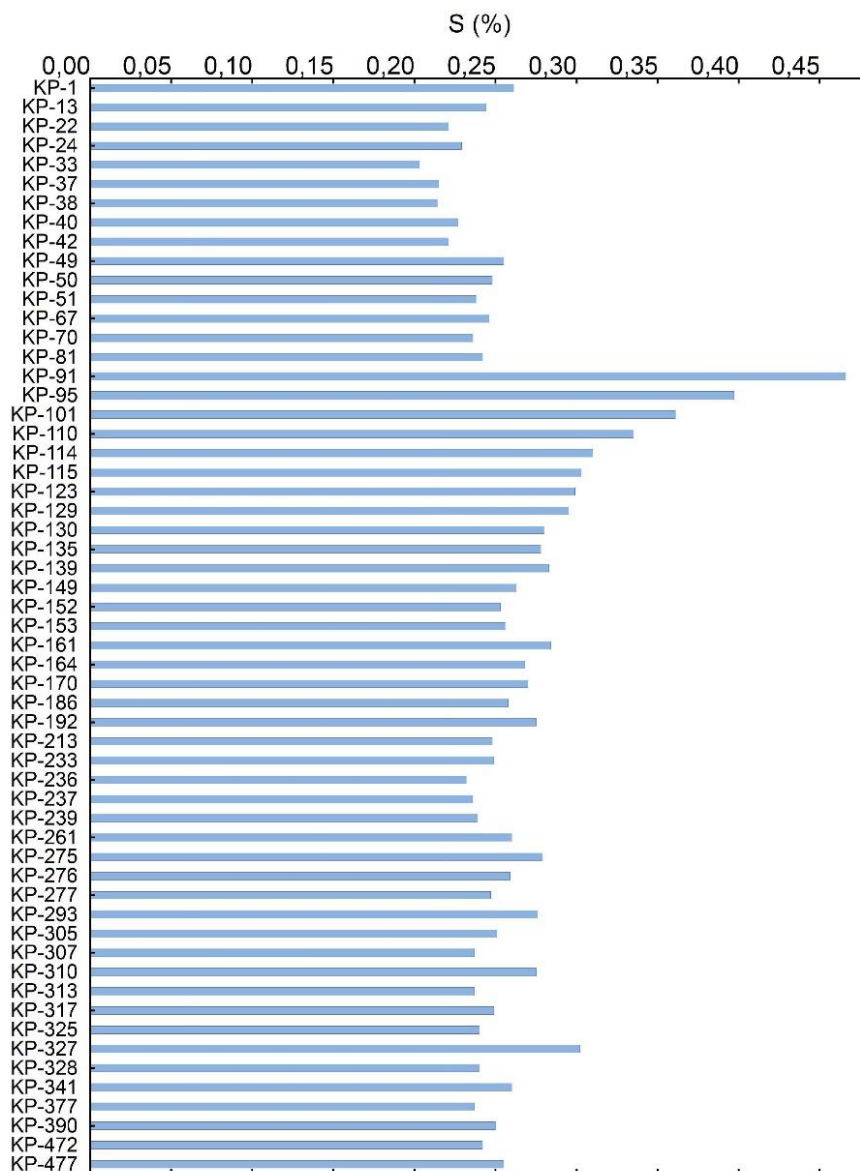
Графикон 20. Садржај фосфора у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Базична колекција пасуља БК57 је испољила малу варијабилност у погледу садржаја калијума. Као и у случају садржаја фосфора, страна линија БАТ477 (КП-33) има најнижи садржај калијума (0,93%), док се локална популација из Казахстана (КП-50) и српска сорта Побољшани градиштанац (КП-213) истичу по вишем садржају калијума у зрну (1,33%) у односу на испитану базичну колекцију пасуља (Таб. 26; Граф. 21).



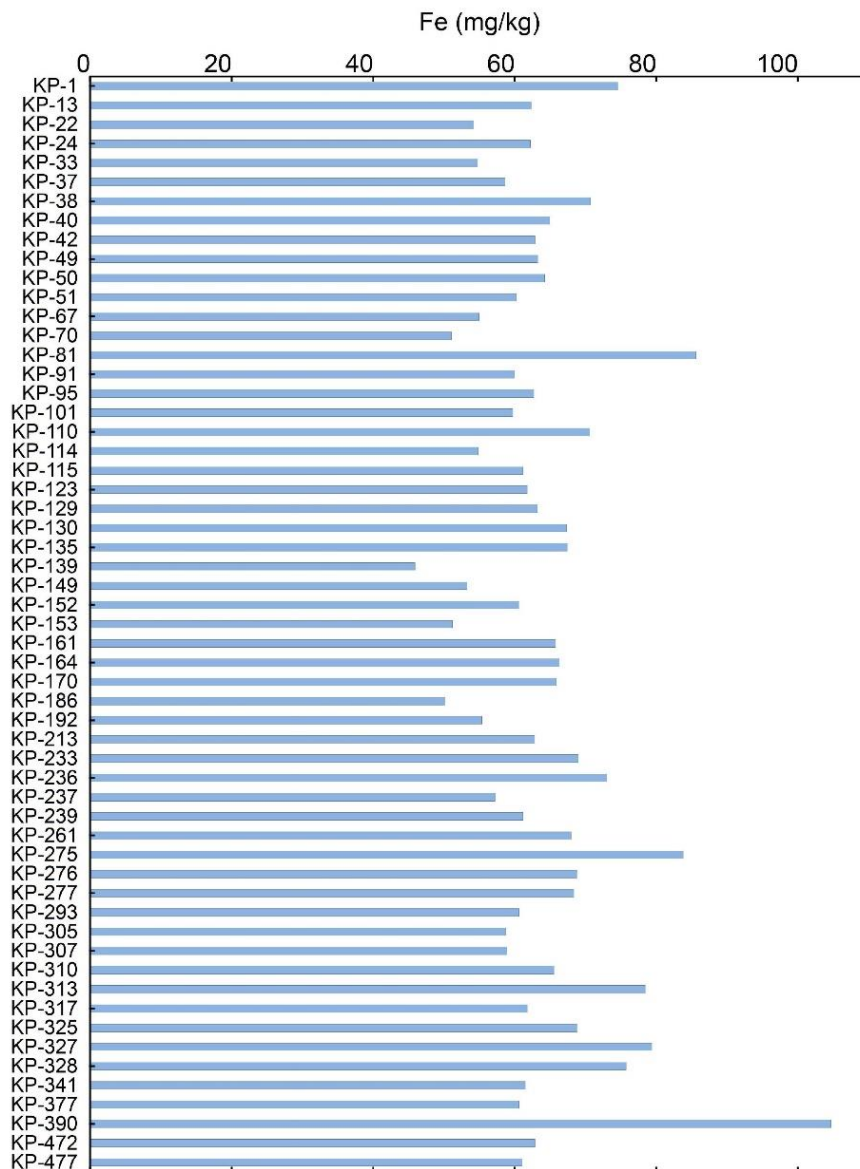
Графикон 21. Садржај калијума у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Нешто већа варијабилност је забележена за садржај сумпора у зрну пасуља, са коефицијентом варијације од $V = 16,65\%$, у односу на претходно наведене особине. Локална популација КП-91 има највиши садржај сумпора (0,47%) што је двоструко више од вредности забележене код стране оплемењивачке линије БАТ477 (КП-33) (0,20%), за коју је утврђен најнижи садржај сумпора у испитаној базичној колекцији пасуља (Таб. 26; Граф. 22).



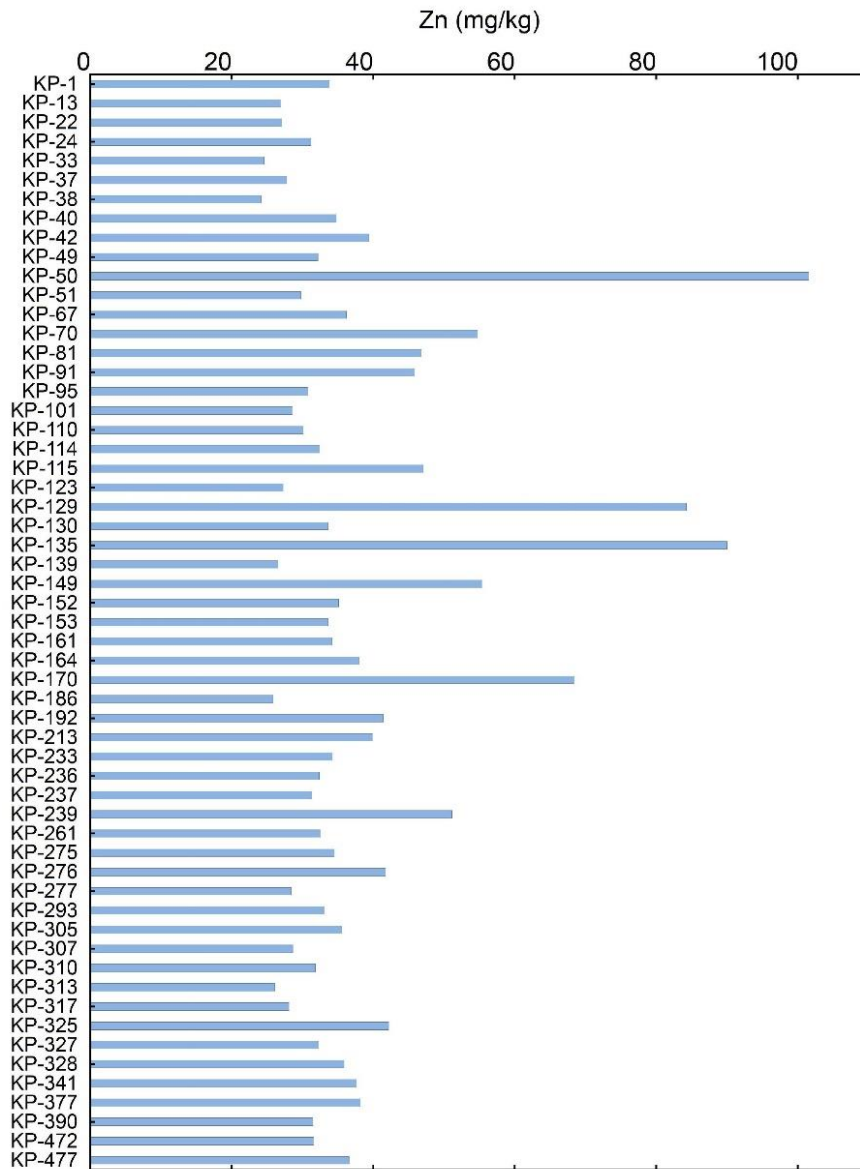
Графикон 22. Садржај сумпора у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Садржај гвожђа у зрну се креће од 45,93 mg/kg код стране сорте Добруцански 7 (КП-139) до 104,70 mg/kg, код локалне популације КП-390. Поред тога, локална популација КП-81 и страна оплемењивачка линија ХР45 (КП-275) имају око 30% виши садржај гвожђа у односу на просечну вредност ($\bar{x} = 64,18$ mg/kg) испитане базичне колекције пасуља. Варијабилност генотипова у погледу садржаја гвожђа ($V = 14,93\%$) је мања у односу на варијабилност у погледу садржаја сумпора ($V = 16,65\%$), а већа у односу на варијабилност генотипова у погледу садржаја протеина ($V = 8,49\%$) (Таб 26; Граф. 23).



Графикон 23. Садржај гвожђа у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Садржај цинка у базичној колекцији пасуља БК57 се креће од 24,17 mg/kg, код локалне популације КП-38, до 101,60 mg/kg, код локалне популације КП-50, што је око 40% више од просека испитане колекције (38,16 mg/kg). Као генотипови са вишим садржајем цинка у односу на просек истичу се стране сорте Ројал дач (КП-129), Вулкан (КП-135) и Спинел (КП-170), Таб. 26; Граф. 24.



Графикон 24. Садржај цинка у зрну 57 генотипова базичне колекције пасуља БК57
Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

7. ДИСКУСИЈА

7.1. ПАСОШКИ ПОДАЦИ

Формирање пасошке документације, према међународном *FAO/Bioversity multi-crop V.2* дескриптору за испитане генотипове колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада има за циљ да олакша њихово очување, употребу и размену. Пасошки подаци представљају минималну групу података која треба да постоји о генотиповима, а за коју би било значајно да је доступна корисницима биљних генетичких ресурса (Alercia *et al.*, 2012).

Информације о проучаваним генотиповима пасуља у овој докторској дисертацији, садржане у виду правилно организованих пасошких података према међународном дескриптору, корисне су у свим фазама рада са генетичким ресурсима. Како се испитани генотипови пасуља чувају у колекцији Института за ратарство и повртарство, потпуне информације о шифри Института и називу генотипа у колекцији су биле очекиване. Сазнање из које институције је одређени генотип добијен, као и број генотипа у колекцији донора, олакшава поновно прибављање семена, у случају његовог губитка. Мали процентуални удео забележен за пасошку категорију броја у колекцији донора, објашњава се компаративно малим бројем узорака добијених разменом материјала са другим институцијама (46 генотипова). Слично је и код пасошке категорије шифре институције у којој је сорта оплемењена; код већине сорти (26 од 38) постоји овај податак. Ово наводи на закључак да су ове две категорије пасошких података ипак потпуније него што је исказано процентуалним уделом у односу на целокупну испитану колекцију пасуља.

Идентификација места сакупљања генотипа је од значаја јер олакшава проналажење дупликата, одабир генотипова приликом формирања базичне колекције и будућа истраживања. Подаци о карактеристикама земљишта и климатским приликама локалитета са којих су генотипови сакупљени, значајни су за оплемењиваче приликом одабира генотипова за постизање и унапређење адаптације на специфичне услове средине. Датум пристизања генотипа у колекцију показује у ком периоду је потребно урадити следећу регенерацију семена, како би се спречио његов губитак. С обзиром на то да се генотипови пасуља проучавани у овом раду чувају у колекцији семена, у клима

комори Одељења за повртарство Института за ратарство и повртарство, категорије пасошких података о начину чувања и месту налажења резерви семена су потпуне.

Формирани пасошки подаци о испитаним генотиповима колекције пасуља Института за ратарство и повртарство су омогућили регистрацију дела материјала у европском каталогу података генетичких колекција културног биља, EURISCO. Генотипови пасуља регистровани у EURISCO бази података, одабрани су према приоритету одржаваоца колекције и оплемењивача Института за ратарство и повртарство. Српске сорте и локалне популације, одабране на основу приоритета у очувању, престанка гајења, али и разлика у фенотипу, укључене су у EURISCO базу биљних генетичких ресурса. Број регистрованих генотипова пасуља требало би да се повећа у будућности. Регистравањем одабраног дела генетичке колекције пасуља Института за ратарство и повртарство у EURISCO бази података, повећава се видљивост добијених информација о фенотипском, биохемијском и молекуларном диверзитету садржаном у њима. Ово ће омогућити боље очување и олакшати размену овог материјала са другим институцијама у Европи и свету.

7.2. ФЕНОТИПСКА ВАРИЈАБИЛНОСТ ГЕНОТИПОВА ПАСУЉА И ТИП ФАЗЕОЛИНА

Испитивање диверзитета генетичких колекција пасуља, које се чувају у банкама гена или научним институцијама широм света, значајно је са аспекта утврђивања природе и нивоа њихове варијабилности (Blair *et al.*, 2010; Stoilova *et al.*, 2013). Узимајући у обзир да се произвођачи пасуља у Србији најчешће опредељују за ниске типове погодне за механизовану жетву, за истраживање су одабрани управо такви генотипови колекције пасуља Института за ратарство и повртарство. Генотипови пасуља са неограниченим, повијушним типовима раста (*IV* и *V* тип), из наведених разлога нису испитивани. Овим се објашњава доминантност генотипова са *I* типом раста (ограничени жбун), као и мала варијабилност у погледу ове особине. Присуство генотипова *II* и *III* типа раста у колекцији се приписује чињеници да произвођачи пасуља сматрају и те типове раста за ниске пасуље, погодне за механизовану жетву, те се могу наћи у производњи. Осим тога, део страних сорти и линија, које су уведене у колекцију пасуља ради укључења у програме оплемењивања, имају *II* и *III* тип раста, чиме се повећао њихов удео у испитаном материјалу. Zeven *et al.* (1999) и Stoilova and Berova (2009) су

испитивали холандску и бугарску колекцију пасуља и утврдили већу заступљеност генотипова *I* типа раста. Тако су закључили да је доминантност једног типа раста биљака пасуља у вези са агроеколошким условима и системом производње у одређеном региону, са чиме су резултати ове докторске дисертације у сагласности.

Мала варијабилност генотипова пасуља у погледу времена цветања и сазревања се приписује највећој заступљености генотипова са *I* типом, малим уделом генотипова са *II* и *III* типом, као и одсуством генотипова са *IV* и *V* типовима раста, што је у вези са познатим ефектом епистазе у наслеђивању ових особина (Singh, 1989). Генотипови пасуља са *II* и *III* типом раста касније цветају и сазревају у односу на *I* тип, што показује да је вегетација дужа код неограничених усправних и полупузавих пасуља. Резултати су у складу са резултатима проучавања локалних популација и сорти из пасуља Мексика, Бугарске и Индије (Garcia *et al.*, 1997; Stoilova and Berova, 2009; Ramandeep *et al.*, 2018). Осим тога, мала варијабилност особина дужине вегетације може да укаже и на присуство генотипова прилагођених агроеколошким условима гајења у Републици Србији у испитаној колекцији пасуља. Насупрот томе, у истраживањима Ates *et al.* (2018), генотипови су били варијабилнији у погледу дужине вегетације. Аутори добијени резултат објашњавају чињеницом да су испитани генотипови били сакупљени из различитих држава и производних региона. Раностасност генотипова је значајан критеријум у оплемењивању, те генотипови са краћом вегетацијом могу да се искористе приликом избора родитељских парова за оплемењивање на краћи вегетациони период.

Сличан удео беле боје цвета и беле боје зрна, са једне стране, и обојеног цвета и обојеног зрна, са друге стране, приписује се плејотропном ефекту гена у наслеђивању наведених особина (Singh, 1989). Произвођачи пасуља у Србији се претежно опредељују за сетву генотипова беле боје зрна, без шара на семењачи, те је велика заступљеност белозрних типова пасуља била очекивана, а самим тим и велики удео генотипова беле боје цвета. Доминантност белозрних генотипова у производњи пасуља на територији Републике Србије потврђује присуство 12 српских сорти беле боје зрна, што је у сагласности са запажањима аутора Rosić *i sar.* (1970), Vasić (2004) и Brdar-Jokanović *et al.* (2014). Осим пасуља беле боје семењаче, произвођачи у Србији гаје и генотипове са жутозеленом и розе бојом зрна. То је показано значајним уделом ових типова локалних популација у колекцији, као и два српским сортама жутозелене и једном сортом розе боје зрна. Присуство генотипова пасуља осталих боја цвета (зелена, црвена, љубичаста) и боја зрна (крем, жута, браон, црвена, љубичаста, црна), шара на семењачи (шарено, тачкасто, штрафтасто), иако у мањој мери, указује на промене у навикама произвођача

и прихватању сорти и локалних популација обојене семењаче које имају различите производне намене. Доминантност генотипова зелене боје махуна повезано је са чињеницом да су испитани генотипови, по употребној категорији пасуљи, при чему бораније нису укључене у испитивање.

Према Uebersax and Siddiq (2013) и Awio *et al.* (2017), осим особина семењаче (боја и шаре), облик и крупноћа зрна одређују трговачку класу пасуља. Произвођачи пасуља се опредељују за употребу сорти или локалних популација у одређеном типу зрна, те од наведених особина зрна зависи и обим гајења генотипа. На предност генотипова ваљкастог крупног зрна указује највећи број локалних популација, српских и страних сорти у овој категорији. Генотипови елипсастиг и средње крупног зрна су следећи по заступљености. Испитујући индијску колекцију локалних популација пасуља, Rana *et al.* (2015) су забележили значајну варијабилност генотипова у погледу боје цвета, особина семењаче, облика и крупноће зрна. Они истичу да је удео различитих фенотипских категорија у вези са навикама у исхрани произвођача и локалитетом сакупљања генотипова, што је утврђено и у овој докторској дисертацији. Стране сорте, линије и локалне популације, најчешће црног, белог и шареног зрна, различите крупноће и облика, уведене су у колекцију пасуља Института за ратарство и повртарство, са циљем укључења у програме оплемењивања. Услед фенотипа који углавном одступа од просека испитане колекције, овај материјал је допринео хетерогености колекције пасуља у погледу проучаваних особина. Велики број аутора је забележио сличну фенотипску варијабилност испитујући генетичке колекције пасуља у својим државама (Casqueo *et al.*, 2006; Rodino *et al.*, 2006; Blair *et al.*, 2010; Lioi *et al.*, 2012).

Средњи ниво фенотипске варијабилности описних особина колекције пасуља је очекиван пошто је испитани материјал сакупљен на релативно малом географском подручју, где постоје изражене навике произвођача у погледу одабира и употребе генотипова пасуља одређених карактеристика. Стране сорте и линије уведене у колекцију, као и локалне популације које су по особинама одступале од просека колекције, допринеле су повећању фенотипске варијабилности материјала. Шенонов индекс диверзитета је израчунат у циљу упоређивања варијабилности описних особина. Према вредности овог параметра, варијабилност генотипова је већа у погледу особина код којих је утврђен већи број фенотипских категорија, као и код особина код којих је забележена уједначена расподела генотипова по фенотипској категорији (Shannon and Weaver, 1949). Према томе, већа варијабилност особина боја цвета и боја семењаче објашњава се присуством већег броја фенотипских категорија, док су сјај семењаче и

крупноћа зрна допринели варијабилности колекције, услед балансираног распореда генотипова по категоријама испитаних особина. Okii *et al.* (2014) су дошли до сличних закључака испитујући колекцију пасуља из Уганде, где је утврђен средњи ниво фенотипске варијабилности, при чему као објашњење наводе размену семена међу произвођачима, али и чешћи одабир одређених типова пасуља за производњу.

Број и тип особина, међузависност особина, као и природа анализираног узорка су утицали на ниво објашњене варијабилности генотипова пасуља у погледу испитаних описних особина. Мала варијабилност је забележена између генотипова за особину шаре на семењачи, а ипак је она према анализи хомогености имала највећу дискриминациону моћ. Томе је допринео мали број генотипова са јединственим фенотипом, али и релација ове особине са бојом зрна, за коју је забележен већи број фенотипских категорија. Тип раста се показао као особина са значајном моћи раздвајања између генотипова пасуља, услед присуства генотипова *II* и *III* типа раста, који се према фенотипу разликују од просека колекције. Maras *et al.* (2016) су дошли до истог закључка испитујући македонску колекцију пасуља. Особине које су највише допринеле раздвајању генотипова у групе применом анализе хомогености, биле су особине семењаче, а у вези с њима и боја цвета, с обзиром на плејотропни ефекат гена у наслеђивању ових особина (Singh, 1989; Bassett, 2007). Како је већ наведено, произвођачи се опредељују за сетву генотипова пасуља одређених карактеристика зрна, које одређују трговачку класу генотипа. Самим тиме, ове особине у највећој мери утичу на заступљеност различитих фенотипских класа у генетичким колекцијама пасуља; стога је и очекивано да су највише допринеле разликовању између генотипова, односно да су имале највећу дискриминациону моћ.

Већи број група идентификован у анализи хомогености, указује на разноврсност испитане колекције пасуља, али и на недостајуће фенотипске категорије којима би требало допунити колекцију. Осим тога, приметно је груписање генотипова, у одређеној мери, према центру порекла, андском и средњеамеричком. Груписање генотипова према центру порекла повезано је са постојањем образаца фенотипске варијабилности који су карактеристични за сваки центар порекла, као што су објаснили Singh *et al.* (1991). Добијени резултати су у сагласности са анализом фенотипске варијабилности генотипова пасуља пореклом из Македоније (Maras *et al.*, 2016). Аутори наводе јасну поделу генотипова према припадности центру порекла на нивоу испитаних особина. Islam *et al.* (2002) су такође применили анализу хомогености, испитујући структуру фенотипске варијације генотипова пасуља пореклом из Средње и Јужне Америке.

Наведени аутори су, поред поделе генотипова у групе према сличности профила фенотипа, запазили и поделу према центру порекла, што потврђују резултати овог истраживања. Идентификација особина са добром дискриминационом моћи важна је из разлога што омогућава одабир мањег броја особина које ће се користити у испитивању великог броја узорака код формирања базичних колекција (Malik *et al.*, 2014).

Различити нивои варијабилности су забележени за агрономске особине испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство. Добијени резултати се делом објашњавају тиме што се материјал састојао од генотипова ниских ограничених и неограничених типова пасуља (*I*, *II* и *III* тип раста). Насупрот томе, Митранов (1981) и Vozoglu and Sozen (2006) су забележили већу варијабилност за особине број махуна по биљци, број зрна по биљци, принос по биљци и апсолутну масу зрна испитујући бугарску и турску колекцију пасуља. Разлог би могао бити што су у испитивање укључили и повијушне (*IV* и *V* тип раста) и жбунасте (*I*, *II* и *III* тип раста) типове раста пасуља. Како наводе Vozoglu and Sozen (2006), највећи број генотипова у погледу наведених особина је био сврстан у прве две до три интервалне фенотипске класе, као и у случају колекције пасуља из Србије, упркос већој варијабилности турске колекције. Добијени резултати објашњавају се корелацијама испитаних особина. Тенденција већег груписања генотипова у једним, а мањег груписања у другим интервалним класама фенотипа, указује на потребу да се колекција допуни генотиповима који поседују вредности особина које одговарају недостајућим класама, као што су већи број махуна по биљци и зрна по биљци.

Разлике између генотипова у погледу испитаних компоненти приноса су највише условиле фенотипску варијабилност колекције пасуља, иако је утицај године и интеракције генотипа и године био значајан, али у мањој мери. Добијени резултат се објашњава великим бројем генотипова укључених у анализу, као и тиме да су испитивања вршена током две сезоне. Добијени резултати су у сагласности са истраживањима Escribano *et al.* (1994) и Casqueiro *et al.* (2006). Одсуство статистички значајне интеракције генотипа и година у погледу дужине вегетације (број дана од ницања до цветања и број дана од ницања до зрења) указује да су испитани генотипови слично реаговали на услове година у којима су вршена испитивања. Добијени резултат се може објаснити високом херитабилношћу особина дужине вегетације, што је у складу са запажањима аутора Davic and Evans (1977), Cerna and Beaver (1990) и Msolla and Mduruma (2007).

Утврђена варијабилност за особине број махуна по биљци, број зрна по биљци, принос по биљци и маса 1000 зрна, резултат је фенотипских разлика међу локалним популацијама и сортама, које постоје и поред гајења на ограниченом географском подручју дуги низ година. Варијабилности колекције су допринеле и стране сорте и линије *II* и *III* типа раста које углавном имају ситније зрно, дужу вегетацију и приносније су од локалних популација (углавном *I* тип раста) сакупљених са територије Србије. У овом раду су установљене ниже вредности броја махуна по биљци, броја зрна по биљци и приноса по биљци код ограничених жбунастих у односу на генотипове са неограниченим типовима раста. Добијени резултати су у складу са опажањима Garcia *et al.* (1997) и Rana *et al.* (2015) који наводе да виши типови раста имају дужи вегетациони период и већу продуктивност, док жбунасти типови раније сазревају и мање су продуктивни.

Сличне вредности коефицијената варијације за број махуна по биљци и принос по биљци, могу се објаснити позитивном корелацијом која је утврђена између испитаних особина. Број махуна по биљци указује на успешност оплодње одређеног генотипа, при чему утиче и на висину приноса, што потврђује запажања Nienhuis and Singh (1986), Vasić (2004) и Knezović *i sar.* (2008). Већа варијабилност особине број зрна по биљци објашњава се присуством страних сорти и оплемењивачких линија *II* и *III* типа раста у колекцији, за које је утврђен већи број зрна по биљци у односу на сорте и локалне популације са *I* типом раста. Резултати су у складу са резултатима испитивања локалних популација и сорти пасуља пореклом са америчког континента и из Шпаније (Singh *et al.*, 1991; Freitas *et al.* 2011). Међутим, међу генотиповима пасуља нису забележене значајне разлике у погледу броја зрна по махуни, са изузетком сорте Побољшани градиштанац (КП-213), која се једина разликовала од остатка колекције према тесту најмање значајне разлике. Митранов (1981), Zdravković *et al.* (2003) и Васић (2004) су добили сличне резултате у погледу наведене особине испитујући генотипове пасуља пореклом из Бугарске и Србије. Мања варијација генотипова пасуља у погледу особине маса 1000 зрна у односу на варијабилност компоненти приноса са којима је ова особина у негативној међузависности, утврђена је у овом испитивању. То указује на присуство генотипова са интермедијерним комбинацијама особина, који одступају од уобичајеног обрасца по коме приноснији генотипови имају ситније зрно, и обрнуто (Singh *et al.*, 1991; Morojele *et al.*, 2016).

Са аспекта оплемењивања значајно је познавање корелационих веза испитаних особина, ради могућег доприноса симултаног селекцији већег броја особина. То значи,

да уколико постоји међузависност особина, промене у оквиру једне требало би да буду у вези са променама у оквиру друге особине (Rana *et al.*, 2015). Најјача позитивна корелациона веза установљена је између броја махуна по биљци и броја зрна по биљци. Ове две особине су у позитивној корелацији са приносом зрна по биљци. Добијени резултат указује да би селекцијом биљака са већим бројем махуна, а самим тим, и већим бројем зрна по биљци, индиректно дошло до унапређења приноса, што је у сагласности са резултатима Vasić *et al.* (1997) и Zdravković *i sar.* (1999). Позитивне и високо значајне корелационе везе између приноса по биљци и броја махуна и броја зрна по биљци добијене су приликом испитивања генотипова пасуља пореклом из Турске и Етиопије (Cokkizigin *et al.*, 2013; Ejara *et al.*, 2017). Позитивне корелације слабијег интензитета између броја зрна по махуни, броја махуна по биљци и дужине вегетације утврђене су у овој докторској дисертацији. Позитивне вредности коефицијената корелације између броја махуна по биљци, броја зрна по биљци, броја зрна по махуни и приноса по биљци забележили су и Razvi *et al.* (2017) код испитивања локалних популација пасуља пореклом из Индије.

Маса 1000 зрна је била у негативној корелацији са бројем махуна по биљци, бројем зрна по биљци, бројем зрна по махуни и бројем дана од ницања до цветања. Међузависност наведених особина у складу је са обрасцима фенотипске варијације по којима генотипови ситнијег зрна имају већи број махуна по биљци и зрна по биљци. Код крупнозрних генотипова запажене су мање вредности наведених особина. Осим тога, корелационе везе наведених особина указују да би селекцијом на већи број махуна по биљци, број зрна по биљци и број зрна по махуни дошло до постепеног смањења крупноће зрна. Добијени резултати су у сагласности са резултатима испитивања локалних популација и сорти пасуља пореклом из Пољске и Лесота (Boros *et al.*, 2014; Morojele *et al.*, 2016).

Анализа главних компоненти је омогућила боље сагледавање структуре генетичке колекције пасуља, али и доприноса испитаних агрономских особина укупној фенотипској варијабилности колекције. Прве две главне компоненте су објасниле око 65% варијабилности испитаних особина, што је у сагласности са резултатима добијеним анализом 30 бугарских и португалских, као и 4274 индијских локалних популација пасуља иако су се величине испитаних узорака значајно разликовале (Stoilova *et al.*, 2013; Rana *et al.*, 2015). Ниво објашњене фенотипске варијабилности применом анализе главних компоненти може зависити од хомогености материјала, као и броја особина укључених у анализу, како наводе Tusak *et al.* (2009). Тако су у испитивању већег броја

особина код 58 генотипова пасуља, пореклом из Шпаније, прве две главне компоненте објасниле свега 36,4% варијације, што је мање него у овом истраживању (Freitas *et al.*, 2011).

Особине прве главне компоненте су највише допринеле раздвајању генотипова у групе, док је маса 1000 зрна, која је објаснила трећу главну компоненту, утицала на раздвајање генотипова, вероватно преко негативне везе са осталим компонентама приноса. Селекција на прву главну компоненту би била усмерена ка одабиру генотипова са већим бројем махуна по биљци, већим бројем зрна по биљци, али ситнијим зрном и обрнуто. Сличне резултате су добили Vasić (2005), Ceolin *et al.* (2007) и Rana *et al.* (2015). Тако је на биplot графикону запажено раздвајање генотипова са вишим вредностима броја махуна по биљци, броја зрна по биљци и приносом зрна по биљци али ситнијим зрном, са једне стране, од генотипова са крупнијим зрном, али мањим вредностима осталих компоненти приноса, са друге стране. Прва група генотипова по фенотипу указује на припадност средњеамеричком, а друга група на припадност андском центру порекла. Duran *et al.* (2005) и Okii *et al.* (2014) су, испитујући фенотипску варијацију генотипова пасуља пореклом са Кариба и из Уганде, утврдили поделу на средњеамерички и андски центар порекла, што је у складу са резултатима овог истраживања. Издвајањем андске подгрупе на биplot графикону, коју су чинили генотипови крупнијег зрна и виших вредности осталих компоненти приноса, још једном је доказано да су на територији Србије фаворизовани овакви генотипови. Ово указује на могућност успешне селекције у правцу добијања високоприносних сорти крупног зрна.

Присуство већег броја подгрупа, које су идентификоване анализом груписања, указује на фенотипску варијабилност испитане колекције пасуља. Анализом дендрограма долази се до закључка да је раздвајање генотипова пасуља у групе у највећој мери условљено разликама у крупноћи зрна, као и постојању различитих комбинација осталих компоненти приноса са овом особином. Добијени резултат је још једном потврдио постојање познатих образаца фенотипске варијације у колекцији пасуља које су навели Singh *et al.* (1991). Груписањем великог броја генотипова у мањи број хомогених група постиже се адекватнија стратификација колекције која је послужила за формирање базичне колекције. Осим тога, расподела генотипова у генетички сличне или удаљене групе, требало би да олакша одабир погодних родитељских парова за укрштање. Генотипови који имају средње вредности особина или комбинација особина више од просека групе, могу да олакшају одабир генотипова за

програме оплемењивања ради унапређења појединачних особина али и проширења генетичког основа.

Kelly *et al.* (1998) наводе да одабир генотипова пасуља за унапређење приноса на основу појединачних особина наилази на ограничења, највише из разлога што је код пасуља утврђено постојање компензујућих ефеката компоненти приноса. Наиме, генотипови пасуља који припадају различитим трговачким класама, у великој мери се разликују у погледу боје и облика зрна, типа раста, крупноће зрна и вредности компоненти приноса. Крупнозрни генотипови пасуља, ограниченог типа раста, постижу више приносе тако што сазревају брже и производе мањи број махуна по биљци. Насупрот томе, ситнозрни генотипови пасуља дају већи принос јер имају дужу вегетацију, већи број махуна по биљци и већу биомасу (Welsh *et al.*, 1995). Из тих разлога, оплемењивачи пасуља широм света указују на потребу да се развије специфичан модел биљке за сваку трговачку класу и производни регион. Раздвајање генотипова у већи број група са карактеристичним комбинацијама особина, у овој докторској дисертацији, требало би да олакша одабир генотипова за оплемењивање у типу биљке и зрна који су највише заступљени на тржишту Србије. Meza *et al.* (2013), Sharma *et al.* (2013), Rana *et al.* (2015), Dutta *et al.* (2018) и Oliveria *et al.* (2018) су извршили процену фенотипског диверзитета колекција пасуља из Индије и Италије, као и стратификацију колекција, са циљем очувања фенотипске варијације и идентификације генотипова са пожељним комбинацијама особина који ће бити уведени у програме оплемењивања.

Подгрупа Пб2 на UPGMA дендрограму, андска подгрупа на биplot графикону, као и одступања од груписања генотипова према центру порекла (груписање андских са средњеамеричким и обрнуто) и познатих образаца фенотипске варијације забележене за пасуљ, указују на могућност да ови генотипови представљају нову фенотипску варијацију. Она је могла настати спонтаним или планираним укрштањем генотипова из два одвојена центра порекла. Генотипови пасуља који су у саставу ових група се одликују интермедијерним комбинацијама особина, углавном су крупнијег зрна и виших вредности осталих компоненти приноса. Претпоставља се да је оплемењивачким радом код појединих сорти превазиђена негативна корелација између крупноће зрна и осталих компоненти приноса, управо из разлога што на тржишту Србије постоје захтеви потрошача према приносним сортама крупнијег зрна. Дугогодишњим гајењем локалних популација у непосредној близини, на пољопривредним газдинствима, могло је доћи до

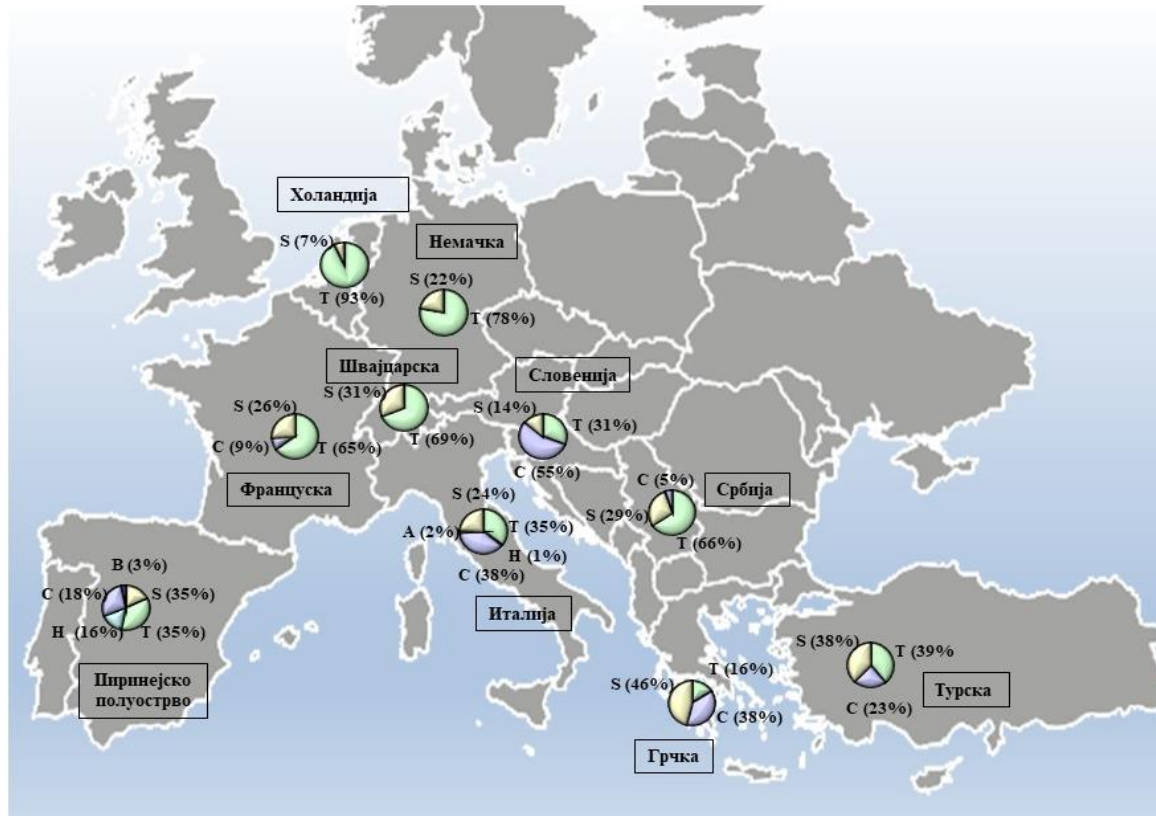
њихове међусобне оплодње. Произвођачи пасуља су одабирали крупнозрне и приносније генотипове за сетву, што је заједно са прилагођавањем на услове средине региона гајења могло довести до настанка нове фенотипске варијације на овим просторима. До сличних запажања су дошли Okii *et al.* (2014), који издвајање генотипова пасуља у оквиру додатне андске подгрупе у Уганди, објашњавају као извор нове варијабилности која је настала услед мутација или спонтаног укрштања генотипова из два центра порекла.

Крупно зрно представља пожељну карактеристику сорте, која се код пасуља углавном налази у негативној корелацији са осталим компонентама приноса. Из тог разлога је значајна идентификација генотипова код којих нема ове негативне везе. Ови генотипови имају велики значај у оплемењивању пасуља, јер могу да послуже као премосне компоненте у укрштањима ситнозрних генотипова са вишим приносом (средњеамерички), и крупнозрних са нижим приносом (андски). Запажања у погледу значаја генотипова мешаног порекла, насталих укрштањем генотипова из андског и средњеамеричког центра, у складу су са резултатима Zeven *et al.* (1999), Gonzales *et al.* (2009) и Gioia *et al.*, (2013).

Анализом типова фазеолина је утврђено порекло и припадност генотипова пасуља андском (*T* и *C* типови), односно средњеамеричком (*S* тип) центру порекла. Када су у питању сорте, линије и локалне популације, забележена је већа заступљеност генотипова андског центра порекла. Добијени резултат је у складу са истраживањима других аутора, који наводе да је највећи део европских популација пасуља управо андског порекла (Gepts and Bliss, 1988; Singh *et al.*, 1991; Santalla *et al.*, 2002). Већи удео генотипова андског центра порекла у српској колекцији пасуља објашњава се већом заступљеношћу генотипова *I* типа раста и генотипова са средње крупним и крупним зрном, услед везе типова фазеолина са наведеним фенотипским особинама (Singh *et al.*, 1991). Мањи удео генотипова средњеамеричког центра порекла објашњава се ређим опредељењем произвођача да гаје генотипове ситног зрна са неограниченим жбунастим растом (*II* и *III* типови) на овим просторима, као и одсуством повијушних типова (*IV* и *V*) у испитаном материјалу.

Однос удела различитих типова фазеолина у српској колекцији пасуља је најсличнији односу нађеном у Француској, Швајцарској и Аустрији, што може указивати на правац доласка генотипова пасуља у Србију из земаља западне и централне Европе (Gepts and Bliss, 1988; Maras *et al.*, 2013), Сл. 14. Насупрот томе, испитујући генотипове пасуља пореклом из пет земаља западног Балкана (Словенија, Хрватска,

Србија, Македонија, Босна и Херцеговина), применом молекуларних маркера, добијени су другачији резултати. Они су указивали на порекло испитаног материјала из земаља Медитеранског басена, као и то да су испитани генотипови сличнији популацијама пасуља присутним на Пиринејском полуострву и Италији (Maras *et al.* 2015).



Слика 14. Удео типова фазеolina у колекцијама пасуља различитих европских држава (Gepts and Bliss, 1988; Rodino *et al.*, 2003; Lioi *et al.*, 2005; Šuštar-Vozlič *et al.*, 2006; Logozzo *et al.*, 2007; Angioi *et al.*, 2009)

Када се из анализе изузме материјал настао оплемењивањем, уочава се већи удео генотипова са *T* типом фазеolina и мањи удео генотипова са *S* и *C* типовима. То доводи до закључка да је испитана популација пасуља највероватније ушла на територију Србије са њене северне и западне границе и да је сличнија популацији пасуља западне и централне Европе. На овакав резултат је могла утицати и чињеница да је највећи део локалних популација испитаних у овом раду сакупљен са северног и северо-западног дела Републике Србије, који је био у саставу Аустроугарске, унутар које је постојала интензивна трговинска размена. Друго објашњење добијеног резултата је већа заступљеност генотипова ограниченог жбунастог типа раста у анализираном узорку пасуља.

Анализом материјала добијеног оплемењивањем установљен је већи удео *S* типа фазеолина међу српским и страним сортама и линијама. То указује на чињеницу да је селекција пасуља у Србији више ишла у правцу стварања сорти са одликама генотипова средњеамеричког центра порекла. Singh (1989), Koenig and Gepts (1989) и Lanna *et al.* (2018) су међу сортама и локалним популацијама средњеамеричког центра порекла приметили већу продуктивност и бољу толерантност на абиотички стрес, укључујући сушу. Raggi *et al.* (2013) наводе да је *S* тип фазеолина доминантнији код белозрних генотипова пасуља, што је потврђено резултатима овог истраживања.

7.3. ГЕНЕТИЧКА ВАРИЈАБИЛНОСТ ГЕНОТИПОВА ПАСУЉА

Испитани генотипови колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада су се показали варијабилним и на молекуларном нивоу. Укупан број од 486 алелних варијанти, са просечним бројем од 18 алела по локусу, указују на постојање значајне генетичке варијације у испитаном материјалу. Сличан број алела по локусу приликом анализе 604 генотипа, који су представљали светску колекцију пасуља, утврдили су Blair *et al.* (2009). Двоструко мањи број алелних варијанти од оних детектованих у овом раду утврђен је код мањег броја локалних популација и комерцијалних сорти из Калабрије (Италија), применом осам микросателитних маркера (Mercati *et al.*, 2013). Asfaw *et al.* (2009), проучавајући колекције пасуља из Кеније и Етиопије са сличним бројем узорака као у овом раду, идентификовали су и сличан ефективан број алела (4,03), али мањи број алела по SSR локусу. Blair *et al.* (2010), испитујући колекцију пасуља из Руанде, детектовали су већи алелни диверзитет у односу на колекцију пасуља из наведених афричких земаља, али мањи у односу на српску колекцију пасуља.

Упркос томе што је материјал сакупљен са малог географског подручја са мањим бројем узорака, у односу на светску колекцију пасуља добијени резултат може да се објасни великим бројем ретких алела (70,8%) који су забележени у српској колекцији пасуља. Други разлог велике варијабилности испитане колекције може бити то што обухвата узорке из оба центра порекла, као и то што су у истраживање укључене стране сорте и линије, које су се одликовале другачијим фенотипом у односу на локалне популације и сорте пореклом из Србије. Blair *et al.* (2010) наводе да се број детектованих алела повећава када се анализирају генотипови из андског и средњеамеричког центра

порекла заједно, као и када се у анализу укључе узорци пореклом из других земаља, што потврђују резултати добијени у овом истраживању. Разлике у утврђеној алелној варијабилности могу да се припишу и анализираним микросателитним локусима који су између осталог одабрани управо на основу *PIC* вредности утврђене у претходним истраживањима (Maras *et al.*, 2015; Blair *et al.*, 2008; Gaitan-Solis *et al.*, 2002).

Постојање значајне генетичке варијабилности испитаног материјала потврђује и висока просечна вредност генетичког диверзитета. Забележена вредност генетичког диверзитета била је најсличнија оној за узорке пасуља из пет земаља западног Балкана (Словенија, Хрватска, Босна и Херцеговина, Србија и Македонија) и нешто виша од вредности утврђене за светску колекцију пасуља, као и колекцију од 183 генотипова сакупљених на територији Хрватске (Maras *et al.*, 2015; Blair *et al.*, 2009; Carović-Stanko *et al.*, 2017). Испитивање српске колекције пасуља укључивало је већи број генотипова и већи број локуса у односу на испитивања Maras *et al.* (2015), што може објаснити већи број детектованих алелних варијанти. Друго објашњење добијеног резултата може бити интензивна размена материјала између наведених република бивше СФР Југославије, што потврђује велики удео заједничких алела нађених у колекцијама пасуља пореклом из ових држава. Остали параметри диверзитета (Шенонов информациони индекс, *PIC* и *PI* вредности) потврдили су значај одабраних микросателитних маркера у испитивању генетичког диверзитета српске колекције пасуља, као и генетичких веза између генотипова, што је у сагласности са резултатима Blair *et al.* (2006) и Kwak and Gepts (2009). Разлике у броју детектованих алела по локусу у појединим истраживањима, самим тим и диверзитету гена, могу се објаснити различитим бројем испитаних генотипова, генетичком варијабилношћу колекције, географским пореклом испитаног материјала, примењеним методима изолације ДНК, као и коришћењем система детекције са слабијом моћи резолуције. Резултати добијени у овој докторској дисертацији указују на податак да постоји значајан ниво молекуларног диверзитета испитаног генетичког материјала који се чува у колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада.

На примарном нивоу, структура испитане генетичке колекције пасуља одговара познатој расподели генотипова пасуља у две групе, односно два центра порекла, андски и средњеамерички. Ово је у сагласности са резултатима испитивања колекција пасуља широм света (Singh *et al.* 1991; Piergiovanni *et al.*, 2000; Sicard *et al.*, 2005; Kwak and Gepts 2009; Blair *et al.*, 2010; Maras *et al.*, 2013; Buah *et al.*, 2017). Даљом анализом структуре колекције, две групе су подељене на неколико подгрупа. Расподела страних сорти,

линија и локалних популација у различите подгрупе указује да није дошло до груписања генотипова према земљи порекла. Maras *et al.* (2015), испитујући генотипове пасуља из пет држава бивше СФР Југославије, нису забележили груписање генотипова према земљи порекла, али је у оквиру сваке земље постојала тенденција образовања група према припадности одређеном центру порекла. Овакав резултат је био и очекиван у погледу локалних популација које су сакупљене са територије Србије, док је груписање материјала из других земаља показало да географске везе између генотипова нису добар критеријум за сагледавање разлика између група. Разлог томе је специфичност испитаног узорка са релативно малим бројем генотипова, одабран ради укључења у програме оплемењивања, али и честе размене генетичког материјала између различитих оплемењивачких програма, што је у сагласности са наводима Koenig and Gepts (1989) и McClean *et al.* (2012). Расподела српских сорти дуж *NJ* дендрограма, у различитим, генетички удаљеним групама, објашњава се постојањем различитих праваца селекције, у којима се тежи задовољењу захтева тржишта у погледу сорти које одговарају омиљеним трговачким класама, односно типовима зрна. Различити временски периоди настанка српских сорти, приликом чега је коришћен расположиви почетни материјал, тадашњи начини и услови гајења, резултовали су генетичком дивергентношћу српског сортимента пасуља.

Насупрот томе, на *NJ* дендрограму је уочено груписање генотипова према фенотипу у већи број подгрупа, што указује на значај примењене анализе која омогућава сагледавање детаљнијих генетичких веза између генотипова пасуља. Добијени резултати ће омогућити одабир генотипова који су више генетички удаљени, за родитељске компоненте у укрштању, поготово код оплемењивања сорти у одређеном типу зрна и унапређеног приноса. Masi *et al.* (2009) су утврдили везу између груписања генотипова на основу резултата добијених молекуларним и фенотипским маркерима, где је подела узорака у групе одговарала типу зрна и раста, што је у сагласности са резултатима ове докторске дисертације. Постојање великог броја подгрупа које су образовале локалне популације указује на постојање дивергентности, упркос чињеници да је овај материјал често гајен један поред другог на пољопривредним газдинствима, током дужег низа година. Masi *et al.* (2009) и Raggi *et al.* (2013) су дошли до сличних запажања, проучавајући локалне популације сакупљене са италијанских газдинстава. Испитујући генетички диверзитет андске и средњеамеричке групе појединачно, запажа се да је нешто већа варијабилност била присутна у андској у односу на средњеамеричку групу. Добијени резултат се објашњава већим уделом генотипова пореклом из андског

центра у испитаном материјалу. Maras *et al.* (2007) и Blair *et al.* (2006) су добили сличне резултате испитујући генотипове пасуља пореклом из Словеније и колекције пасуља пореклом из CIAT-а (Колумбија).

Оба метода груписања на основу резултата молекуларних анализа углавном су у сагласности у погледу поделе генотипова пасуља према припадности центру порекла. Наиме, методи груписања на принципу генетичке удаљености (*NJ*) се често користе приликом испитивања генетичке варијабилности и утврђивања генетичких веза између генотипова колекција. Међутим недостаје им статистички тест који би јасно дефинисао групе, што оставља истраживачима простор да користе интуицију у посматрању дендрограма и одређивању група. Насупрот томе, методи груписања који се заснивају на моделу, као што је STRUCTURE анализа дају могућност да се статистички јасно дефинишу групе, чиме је и добијена подела испитане колекције на две најдивергентније групе (средњеамеричка и андска), при вредности $K=2$ (Pritchard *et al.*, 2000; Rosenberg *et al.*, 2002).

Идентификација андске подгрупе на *NJ* дендрограму, као и подела испитане колекције у STRUCTURE анализи, при вредности $K=3$, указује на постојање варијације у колекцији пасуља мимо два центра порекла, као и на чињеницу да је та варијација сконцентрисана унутар андског центра порекла. Извори ове варијације могу да буду генотипови који су по генетичком основу мешавина између андског и средњеамеричког центра порекла, али може да буде и одраз дугогодишњег гајења и адаптација генотипова пасуља на производни регион Србије, што би представљало јединствену варијацију насталу на овом подручју. У прилог овоме говори идентификација седамнаест генотипова, коришћењем STRUCTURE анализе, за које је утврђено да су потенцијални хибриди између андског и средњеамеричког центра порекла, али и одступање од груписања генотипова према центру порекла. Maras *et al.* (2015) су испитујући генотипове пасуља из пет западнобалканских земаља идентификовали додатну варијацију, поред два основна центра порекла пасуља, чији је основ био у андском генофонду. Нови извори варијације између два позната центра порекла идентификовани су и у колекцијама пасуља пореклом из Италије, Словеније и Кине (Raggi *et al.*, 2013; Maras *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2008, по редоследу).

Иако је свега 9% генотипова према STRUCTURE анализи означено као потенцијални хибриди, издвајање генотипова у оквиру андске подгрупе управо указује да је заступљеност генотипова мешаног порекла знатно већа. Angioi *et al.* (2010) су на основу анализе хлоропластних микросателита код великог броја европских локалних

популација и сорти претпоставили да је значајан део европске гермплазме пасуља (44%) настао хибридизацијом генотипова из ова два велика центра порекла. Резултати добијени анализом молекуларне варијансе и анализом главних координата у овом раду, указали су да је мали удео генетичке варијабилности испитане колекције резултат разлика између група (средњеамеричке и андске), те да је највећим делом условљен генетичким разликама између појединачних генотипова. Присуство страних сорти и линија, висока стопа мутација, одређени проценат странооплодње, селекција и генетички дрифт, могли би да објасне дивергенцију између локалних популација, као и полиморфизам испитане колекције.

Потенцијални хибриди су од великог значаја јер је интрогресијом између два генофонда дошло до настанка нових интересантних комбинација особина, као што је већа адаптираност на стресне услове. Gioia *et al.* (2013) наводе да постојање хибрида може да доведе до прекида негативне корелације између крупноће зрна и приноса, што је утврђено у овом истраживању, идентификовањем генотипова који имају и висок принос и крупно зрно.

7.4. БАЗИЧНА КОЛЕКЦИЈА ПАСУЉА

Базична колекција је формирана од 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада испитаних у овом раду. Генотипови пасуља који су ушли у састав базичне колекције су одабрани на основу комбинације података о фенотипском диверзитету (квалитативне и квантитативне особине), молекуларној варијабилности и типу фазеолина. Целокупна алелна варијабилност и варијабилност фенотипских особина испитане колекције пасуља обухваћена је прелиминарном базичном колекцијом, која се састојала од 122 генотипа. Овакав резултат се објашњава великим уделом алелних варијанти са учесталошћу мањом од 5%. Из тих разлога, било је очекивано да ће бити потребан већи број генотипова како би се обухватиле све алелне варијанте (100%) утврђене у испитаној генетичкој колекцији пасуља. Са друге стране, величина прелиминарне базичне колекције (68,93% испитане колекције пасуља), указује да су испитани генотипови пасуља у овом раду, у одређеној мери генетички слични, с обзиром на то да је око 30% испитаних генотипова имало исте алеле у анализираним микросателитним локусима, као генотипови који су чинили прелиминарну базичну колекцију. Из горе наведених разлога, прелиминарна базична колекција БК122, значајна

је са аспекта очувања молекуларне и фенотипске варијабилности, утврђене међу генотиповима колекције пасуља анализираним у овом раду. Осим тога, на основу утврђене фенотипске варијабилности, олакшаће се доношење одлука у погледу допуне колекције генотиповима који поседују особине за које је утврђена мала варијација.

Како је прелиминарна базична колекција превелика, према стандардима за величину базичне колекције (10-30% узорака генетичке колекције), формирана је мања базична колекција БК57 која је обухватала 33% генотипова испитане колекције пасуља. Ова колекција је такође обухватала значајан део молекуларне (82%) и фенотипске (100%) варијабилности испитане генетичке колекције пасуља. Насупрот резултатима добијеним у овом истраживању, за формирање базичне колекције пасуља у Португалији био је потребан мањи узорак (25% генотипова испитане генетичке колекције), који је обухватао око 90% диверзитета (Leitao *et al.*, 2017).

Разлике у броју узорака који улазе у састав одређених базичних колекција објашњавају се разликама у нивоу идентификоване варијабилности, стратификацијом генетичке колекције и начинима одабира генотипова који ће представљати базичну колекцију. Висок ниво фенотипског и молекуларног диверзитета који је забележен у испитаном делу колекције генотипова пасуља Института за ратарство и повртарство, указао је на сложеност процеса формирања базичне колекције одговарајуће величине, која би требало да обухвати што већу генетичку варијабилност присутну у једној колекцији.

Због генетичке варијабилности која је утврђена у испитаној колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство, формирање базичне колекције је пожељно са аспекта даљег истраживања и оплемењивања. Базична колекција БК57 може да представља почетну тачку у испитивању генотипова пасуља у погледу отпорности према биотичком и абиотичком стресу, као и параметрима квалитета зрна. Даље, ова колекција може да представља добру радну колекцију у програмима оплемењивања и да олакша одабир родитељских парова за укрштање, приликом чега се избегава коришћење генетички сличних парова. Максимализовање генетичког диверзитета садржаног у мањем броју генотипова, у овом случају у базичној колекцији БК57, требало би да олакша даље испитивање фенотипских и агрономски значајних особина, као и стабилности генотипова у различитим еко-срединама. Осим тога, базична колекција БК57 представља значајну групу генотипова за даљу процену варијабилности колекције, другим типовима маркера, најчешће SNP маркерима, али и за формирање мапирајућих популација за идентификацију QTLова за особине од агрономског значаја. Поред тога,

базична колекција генотипова пасуља, сакупљених са ових простора могла би да буде укључена у већу међународну колекцију пасуља и тиме обогати диверзитет ове биљне врсте на међународном нивоу.

7.4.1 ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ЗРНА БАЗИЧНЕ КОЛЕКЦИЈЕ ПАСУЉА СК57

Испитивање хемијских особина зрна пасуља значајно је са аспекта идентификације генотипова доброг квалитета, ради укључења у програме оплемењивања. Различит ниво варијабилности забележен је за параметре квалитета зрна базичне колекције пасуља БК57. Иако је базична колекција БК57 обухватала генотипове који су били најдивергентнији на молекуларном и фенотипском нивоу, у испитаној колекцији пасуља Института за ратарство и повртарство, ипак нису забележене значајне разлике у погледу садржаја протеина, азота, фосфора и калијума. Већа варијабилност је забележена за садржај сумпора, гвожђа и цинка. Поједини генотипови су се истакли по повећаном садржају наведених хемијских особина зрна.

Идентичне вредности коефицијента варијације за садржај протеина и садржај азота у базичној колекцији БК57 приписују се примењеном методу, где је садржај протеина прерачунат из садржаја азота. Варијабилност генотипова у саставу базичне колекције пасуља БК57 у погледу садржаја азота и протеина била је у оквиру распона утврђеног за пасуљ (Hosfield and Ubersax, 1980; Mutchler and Bliss, 1981; Shellie-Dessert and Bliss, 1991). С обзиром на то да је већи садржај протеина и азота забележен код појединих локалних популација у односу на већину сорти (изузев сорте Панонски тетовац), које су ушле у састав базичне колекције пасуља БК57, оне би могле да послуже као компоненте у оплемењивању за унапређење ових особина.

Мале разлике генотипова пасуља базичне колекције БК57 забележене за садржај фосфора и калијума, указују да формирана базична колекција не представља извор генетичке варијабилности за оплемењивање за наведене особине. Међутим, већа варијабилност генотипова пасуља за садржај сумпора, гвожђа и цинка се објашњава присуством локалних популација и страних сорти (КП-91 и КП-95 за садржај сумпора, КП-81 и КП-390 за садржај гвожђа, КП-50, Ројал Дач, Вулкан и Спинел за садржај цинка) које су се истакле по већем садржају ових елемената, те могу да се издвоје као потенцијални родитељски парови за укључење у програме оплемењивања, са циљем побољшања наведених особина. Идентификација генотипова са високим садржајем микронутријената од великог је значаја за програме оплемењивања, али и њихово

директно укључивање у производњу, као функционалне хране, услед познатог све већег недостатка ових елемената у исхрани људи, као што наводе и Graham *et al.* (1999).

У поређењу са резултатима других аутора, садржај фосфора генотипова пасуља базичне колекције БК57 је био сличан садржају базичне колекције пасуља из Чилеа, док је садржај калијума био нешто виши (Paredes *et al.*, 2009). Садржај гвођжа и цинка је био виши у односу на резултате аутора Ramirez-Ojeda *et al.* (2018). Опсег вредности за садржај гвођжа и цинка у базичној колекцији пасуља је био сличан вредностима које су забележили други аутори испитујући колекције пасуља широм света (Graham *et al.*, 1999; Beebe *et al.*, 2000b; Guzman-Maldonado *et al.*, 2004; Islam *et al.*, 2002). Осим тога, просечна вредност за садржај цинка добијена у овом истраживању, била је у сагласности са резултатима добијеним у испитивању преко 1000 генотипова базичне колекције пасуља СИАТ-а, док је просечна вредност за садржај гвођжа била нешто виша (Beebe *et al.*, 2000b). Celmeli *et al.* (2018) су забележили виши садржај протеина и цинка код појединих локалних популација у односу на сорте, слично резултатима добијеним у овој докторској дисертацији. Rivera *et al.* (2018) су утврдили сличну варијабилност код 202 генотипа базичне колекције пасуља пореклом са Пиринејског полуострва у погледају садржаја протеина. Hosfield and Uebersax (1980) и Којнов (1973) наводе да садржај хранљивих елемената у зрну пасуља зависи не само од генотипа, већ у великој мери од локалитета гајења, временских прилика током различитих година гајења и примењене агротехнике, те се наводи да би овај материјал требало детаљније испитати у већем броју еко-средина. Vasić (2004) је дошла до сличних запажања, испитујући генотипове пасуља пореклом из Републике Србије, где је запажена већа варијабилност у садржају протеина у оквиру једног генотипа, зависно од године истраживања, у поређењу са варијабилношћу утврђеном између испитаних генотипова.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата добијених у овом истраживању изведени су следећи закључци:

Формирани пасошки подаци су омогућили да део испитаних генотипова пасуља у овој докторској дисертацији буде регистрован у европском каталогу биљних генетичких ресурса (EURISCO), чиме ће се повећати њихова видљивост и побољшати очување у колекцији.

Утврђен је средњи ниво фенотипске варијабилности особина изабраних на основу дескриптора у испитаној колекцији пасуља. Идентификоване су фенотипске класе квалитативних особина које су највише биле заступљене, као и оне које недостају и којима би требало допунити колекцију.

Применом анализе хомогености (HOMALS), издвојене су особине са већом дискриминационом моћи (боја зрна, шаре на семењачи, боја заставице цвета, сјај зрна и тип раста), које би могле да се користе за будућу ефикасну процену већих колекција пасуља и прављење базичних колекција.

Применом HOMALS метода, генотипови пасуља су подељени у шест група према сличности профила фенотипа. Структура груписања унутар колекције применом HOMALS метода је, у одређеној мери, указала на расподелу генотипова пасуља у групе према припадности средњеамеричком или андском центру порекла. Добијени резултат је указао на значај одабраних особина у испитивању фенотипске варијабилности генетичких колекција пасуља, услед познатих образаца фенотипске варијације који су карактеристични за сваки центар порекла појединачно.

Значајна варијабилност је забележена за особине број махуна по биљци, број зрна по биљци и принос зрна по биљци, док се број зрна по махуни најмање разликовао између генотипова. Највећи број генотипова пасуља у погледу испитаних агрономских особина је груписан у прве две до три интервалне класе, што је омогућило сагледавање којим фенотипским класама агрономски значајних особина би требало допунити колекцију. Анализом варијансе агрономски значајних особина је утврђена статистичка значајност свих извора варијације, са највећим утицајем генотипа. Изузетак су биле особине дужине вегетације и масе 1000 зрна, код којих се интеракција генотипа и средине није показала статистички значајном.

Јасније сагледавање образаца фенотипске варијације у колекцији пасуља омогућила је корелациона анализа, којом је потврђено постојање позитивних веза

између броја махуна по биљци, броја зрна по биљци, броја зрна по махуни и приноса по биљци, док је маса 1000 зрна била у негативној међузависности са наведеним особинама, изузев приноса по биљци.

Применом анализе главних компоненти идентификовани су најзначајнији извори фенотипске варијације агрономски значајних особина. Највећи допринос раздвајању генотипова у групе су дале особине број махуна по биљци, број зрна по биљци, принос по биљци и маса 1000 зрна. Подела у две групе на биплот графикону је одговарала познатим обрасцима фенотипске варијације средњеамеричког и андског центра порекла пасуља. Средњеамеричку групу су чинили генотипови ситнијег зрна, али виших вредности осталих компоненти приноса, док је у андској групи било обрнуто. Осим тога, идентификација додатне андске подгрупе, са генотиповима који су имали крупније зрно и више вредности осталих компоненти приноса, указала је на постојање хибрида између два основна центра порекла, или на нови извор фенотипске варијације.

Резултати добијени анализом груписања генотипова пасуља применом UPGMA метода су у сагласности са резултатима добијеним анализом главних компоненти. Образовање већег броја хомогених група у погледу комбинације испитаних агрономских особина, олакшаће одабир родитељских парова из генетички удаљенијих група, или из група са вишим средњим вредностима одређених особина, за будућа укрштања. Анализом груписања је подржана подела генотипова према припадности центру порекла, али су идентификовани и генотипови са комбинацијом особина карактеристичним за ова два центра појединачно.

Анализом резервног протеина фазеолина, утврђено је присуство *T*, *S* и *C* типова међу испитаним генотиповима пасуља. На нивоу целокупне испитане колекције, 65,5% генотипова је било са *T* типом, 29% са *S* типом и 4,5% са *C* типом. Међу локалним популацијама, *T* тип фазеолина је био најчесталији, док је међу сортама то био *S* тип. На основу удела типова фазеолина у испитаној колекцији, утврђено је да је популација пасуља на територији Србије најсличнија земљама западне и централне Европе, и да је највероватније унета у земљу са њених северних и западних граница.

Утврђена је значајна полиморфност испитаних микросателитних локуса, са 486 идентификованих алелних варијанти и просечним бројем од 18 алела по локусу, што је указало на присуство значајне генетичке варијације у испитаном материјалу.

Комбинацијом метода груписања заснованог на моделу, анализе груписања најближег суседа, анализе главних координата и анализе молекуларне варијансе на основу података добијених молекуларном анализом, добијен је јаснији увид у структуру

испитане колекције пасуља која првенствено одговара познатој расподели генотипова пасуља у две групе, односно два центра порекла, андски и средњеамерички. Анализа молекуларне варијансе и анализа главних координата показале су да је генетичка варијабилност испитане колекције већим делом условљена генетичким разликама између појединачних генотипова, а мање разликама између андске и средњеамеричке групе. Запажено груписање генотипова према фенотипу на *NJ* дендрограму, даје јаснији увид у генетичке везе између генотипова, те би требало да олакша одабир родитељских парова за будуће оплемењивање.

Одступање од груписања генотипова према центру порекла, као и идентификација треће, андске подгрупе и потенцијалних хибрида између андског и средњеамеричког центра, потврдило је постојање нове генотипске варијације, која је резултат природних и људских селекционих притисака. Иако је STRUCTURE анализом идентификован мали број генотипова мешовитог порекла, генотипови андске подгрупе, издвојени анализом главних компоненти и анализом груписања, указују да је удео потенцијаних хибрида између два центра порекла у испитаној колекцији знатно већи.

Генотипови мешовитог порекла, односно потенцијални хибриди настали укрштањем генотипова пасуља пореклом из различитог генофонда, могу представљати значајне кандидате за укључење у програме оплемењивања, с обзиром на то да код њих постоји позитивна веза између крупноће зрна и осталих компоненти приноса.

Као крајњи резултат, формиране су: 1) прелиминарна базична колекција са 122 генотипа и 2) базична колекција пасуља са 57 генотипова, које су обухватале највећу фенотипску и генотипску варијабилност испитане колекције. Прелиминарна базична колекција БК122 је значајна са аспекта очувања генетичког диверзитета колекције, а базична колекција БК57 као основ за даља испитивања и оплемењивање.

Генотипови базичне колекције пасуља БК57 испољили су малу варијабилност у погледу садржаја влаге, протеина, калијума и фосфора на нивоу испитаног узорка. Веће разлике између генотипова утврђене су за садржај сумпора, гвођжа и цинка. Осим тога, идентификовани су појединачни генотипови са вишим садржајем испитаних параметара квалитета, који могу бити укључени у програме оплемењивања ради унапређења ових особина.

9. ЛИТЕРАТУРА

- Acquaah, G. (2012): Principles of plant genetics and breeding. John Wiley and Sons, Ltd., Publication. Hoboken, USA.
- Alercia, A., Diulgheroff, S., Mackay, M. (2012): FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2). FAO and Bioversity International, Rome, Italy.
- Angioi, S., Desiderio, F., Rau, D., Bitocchi, E., Attene, G., Papa, R. (2009): Development and use of chloroplast microsatellites in *Phaseolus* spp. and other legumes. *Plant Biology*, 11: 598-612
- Angioi, S., Rau, D., Attene, G., Nanni, L., Bellucci, E., Logozzo, G., Negri, V., Spagnoletti Zeuli, P., Papa, R. (2010): Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 121 (5): 829–843
- Angioi, S., Rau, D., Nanni, L., Bellucci, E., Papa, R., Attene, G. (2011): The genetic make-up of the European landraces of the common bean. *Plant Genetic Resources*, 9 (2): 197-201
- Anumalla, M., Roychowdhury, R., Geda, K., Mazid, M., Rathoure, A. (2015): Utilization of plant genetic resources and diversity analysis tools for sustainable crop improvement with special emphasis on rice. *International Journal of Advanced Research*, 3 (3): 1155-1175
- Asfaw, A., Blair, M., Almekinders, C. (2009): Genetic diversity and population structure of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the East African highlands. *Theoretical and Applied Genetics*, 120 (1): 1-12
- Ates, D., Ascioğul, T., Nemli, S., Erdogmus, S., Esiyok, D., Tanyolac, M. (2018): Association mapping of days to flowering in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) revealed by DarT markers. *Molecular Breeding*, 38: 113
- Awio, B., Enid, K., Nkalub, S., Mukankusi, C., Malinga, M., Gibson, P., Rubaihayo, P., Edema, R. (2017): Participatory farmers' selection of common bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) under different production constraints. *Plant Breeding*, 137: 283-289
- Barona, J. (2007): Clusius's exchange of botanical information with Spanish scholars. In: Egmond, F., Hofstijzer, P. and Visser, R. P. (eds.) *Carolus Clusius. Towards a cultural history of a Renaissance naturalist. History of Science and Scholarship in the Netherlands*. Amsterdam, Netherlands, 8: 99-116

- Bassett, M. (2007): Genetics of seed coat color and pattern in common bean. *Plant Breeding Reviews*, 28: 239-315
- Beebe, S., Skroch, P., Paul, W., Thome, J., Duque, M., Myriam, C., Pedraza, F., Nienhuis, F. (2000a): Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle-American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science*, 40 (1): 264-273
- Beebe, S., Gonzales, A., Rengifo, J. (2000b): Research on trace minerals in common bean. *Food and Nutritional Bulletin*, 21 (4): 387-391
- Bellucci, E., Bitocchi, E., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., Giardini, A., Attene, G., Nanni, L., Papa, R. (2014): Genomics of origin, domestication and evolution of *Phaseolus vulgaris*. In: Tuberosa, R., Graner, A., Frison, E. (eds.) *Genomics of plant genetic resources*. Springer, Dordrecht, Netherlands, 483-507
- Bioversity International; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2009): Key access and utilization descriptors for bean genetic resources.
- Bitocchi, E., Nanni, L., Bellucci, E., Rossi, M., Giardini, A., Spagnoletti Zeuli, P., LogoZZo, G., Stougaard, J., McClean, P., Attene, G., Papa, R. (2012): Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *Proceedings of National Academy of Science*, 109 (14): 788-796
- Blair, M., Pedraza, F., Buendia, H., Gaitan-Solis, E., Beebe, S., Gepts, P., Thome, J. (2003): Development of a genome-wide anchored microsatellite map for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 107 (8): 1362-3174
- Blair, M., Iriarte, G., Beebe, S. (2006): QTL analysis of yield traits in an advanced backcross population derived from a cultivated Andean x wild common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cross. *Theoretical and Applied Genetics*, 112 (6): 1149-1163
- Blair, M., Buendia, H., Giraldo, M., Metais, I., Peltier, D. (2008): Characterization of AT-rich microsatellites in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetic*, 118 (1): 91-103
- Blair, M., Diaz, L., Buenida, H., Duque, M. (2009): Genetic diversity, seed size association and population structure of a core collection of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 119 (6): 955-972
- Blair, M., Gonzales, L., Kimani, P., Butare, L. (2010): Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. *Theoretical and Applied Genetics*, 121 (2): 237-248

- Blair, M., Soler, A., Cortes, A.J. (2012): Diversification and population structure in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). PloS One, 7 (11): e49488
- Боројевић, С. (1981): Принципи и методи оплемењивања биљака. Радивој Ћирпанов, Нови Сад, Србија.
- Boros, L., Wawe, A., Borucka, K. (2014): Characterization of variability among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) local populations from the National Centre for Plant Genetic Resources: Polish gene bank. Journal of Horticultural Research, 22 (2): 123-130
- Bozoglu, H. and Sozen, O. (2006): Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin Province. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31: 327-334
- Brdar-Jokanović, M., Zdravković, M., Vasić, M., Savić, A., Girek, Z., Zdravković, J. (2014): Yield-related traits in a collection of „trešnjevac“ beans (*Phaseolus vulgaris* L. *forma* *versicolor*). Proceedings of V Congress of the Serbian genetic society, Kladovo, 15- 20
- Brown, J., Ma, Y., Bliss, F., Hall, T. (1981): Genetic variation in the subunits of globulin-I storage protein of French bean. Theoretical and Applied Genetics, 59 (2): 83-88
- Brown, A.H.D. (1995): The core collection at the crossroads. In: Hodgkin T. *et al.* (eds.) Core collections of plant genetic resources. John Wiley and Sons, New York, USA, 3-19
- Brown, A.H.D., Brubaker, C., Grace, J. (1997): Regeneration of germplasm samples: wild versus cultivated plant species. Crop Science, 37: 7-13
- Buah, S., Buruchara, R., Okori, P. (2017): Molecular characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions from Southwestern Uganda reveal high level of genetic diversity. Genetic Resources and Crop Evolution, 64: 1985-1998
- Burle, M., Fonseca, J., Kami, J., Gepts, P. (2010): Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. Theoretical and Applied Genetics, 121 (5): 801-813
- Carović-Stanko, K., Liber, Z., Viadak, M., Barešić, M., Grdiša, M., Lazarević, B., Šatović, Z. (2017): Genetic diversity of Croatian common bean landraces. Frontier in Plant Sciences, 8: 604
- Casquero, P., Lema, A., Santalla, M., De Ron, A. (2006): Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean Environments. Genetic Resources and Crop Evolution, 53 (5): 1021-1032
- Choudhary, N., Hamid, A., Singh, B., Khandy, I., Sofi, P., Bhat, M., Mir, R. (2018): Insight into the origin of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the state of Jammu and Kashmir of northwestern Himalayas. Genetic Resources and Crop Evolution, 65: 963-977

- Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T., Toker, C. (2018): The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison to modern varieties. *Agronomy*, 8: 166
- Cerna, J. and Beaver, J. (1990): Inheritance of early maturity of indeterminate dry bean. *Crop Science*, 30: 1215-1218
- Ceolin, A., Vidigal, M., Vidigal Filho, P., Kvitschal, M., Gonela, A., Scapim, C. (2007): Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group Carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analysis. *Hereditas*, 144 (1): 1-9
- Coelho, R., Faria, M., Rocha, J., Reis, A., Oliveira, M., Nunes, E. (2009): Assessing genetic variability in germplasm of *Phaseolus vulgaris* L. collected in Northern Portugal. *Scientia Horticulturae*, 122 (3): 333-338
- Cokkizigin, A., Colkesen, M., Idikut, L., Ozsisli, B., Girgel, U. (2013): Determination of relationships between yield components in bean by using path coefficient analysis. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3 (2): 85-89
- Davis, J. and Evans, A. (1977): Inheritance and the effect of recurrent selection for time of flowering in *Phaseolus vulgaris* L. Abstract in *Heredity*, 39: 431
- De la Cuadra, C., De Ron, A., Schachl, R. (2001): Handbook on evaluation of *Phaseolus* germplasm. PHASELIEU. Mission Biologica de Galicia (CSIC), Pontevedra, Spain, 84
- Debouck, D., Toro, O., Paredes, O., Johnson, W., Gepts, P. (1993): Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (*Fabaceae*) in Northwestern South America. *Economic Botany*, 47 (4): 408-423
- de Leeuw, J. and Mair, P. (2007): Homogeneity analysis in R: The Package homals. Department of Statistics Papers, Department of Statistics, UCLA, UC Los Angeles, USA.
- Diaz-Batalla, L., Widholm, J., Fahey, G., Castano-Tostado, E., Paredes-Lopez, O. (2006): Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (6): 2045-2052
- Diaz, L. and Blair, M. (2006): Race structure within the Mesoamerican gene pool of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as determined by microsatellite markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 114 (1): 143-154
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzales, L., Tablada, M., Robledo, C. (2011): InfoStat version 2011: Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.

- Димитријевић, М. и Петровић, С. (2005): Генетика популације: адаптабилност и стабилност генотипа. Нови Сад: Пољопривредни факултет : Научни институт за ратарство и повртарство, Талија граф, Нови Сад, Србија, 16
- Dimitrijević, M., Petrović, S., Cimpeanu, C., Bucur, D., Belić, M. (2011): Cereals and *Aegilops* genus biodiversity survey in the west Balkans: Erosion and preservation. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9 (3-4): 219-225
- Duran, L., Blair, M., Giraldo, M., Macchiavelli, R., Prophete, E., Nin, J., Beaver, J. (2005): Morphological and molecular characterization of common bean landraces and cultivars from the Caribbean. *Crop Science*, 45 (4): 1320-1328
- Duranti, M. and Gius, C. (1997): Legume seeds: Protein content and nutritional value. *Field Crop Research*, 53 (1-3): 31-45
- Duranti, M. (2006): Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77 (2): 67-82
- Dutta, S., Banerjee, A., Akoijam, R., Saha S., Lungmuana, Ramakrishna, Y., Boopathi, T., Roy, S., Dayal, V. (2018): Collection and phenotypic characterisation of pole-type common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Mizoram. *Indian Journal of Horticulture*, 75 (1): 70-76
- Earl, D. and van Holdt, B. (2012): STRUCTURE HARVESTER: A Website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetic Resources*, 3: 429-431
- Ejara, E., Mohammed, W., Amsalu, B. (2017): Correlations and path coefficient analysis of yield and yield related traits in common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) at Abaya and Yabello, Southern Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 4 (2): 215-224
- Escribano, M., De Ron, A., Amurrio, J. (1994): Diversity in agronomical traits in common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica*, 76 (1-2): 1-6
- Escribano, M., Santalla, M., de Ron, A. (1997): Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica*, 93(1): 71-81
- Evanno, G., Regnaut, S., Goudet, J. (2005): Detecting the number of cluster of individuals using software STRUCTURE: A Simulation Study. *Molecular Ecology*, 14: 2611-2620
- Evans, A. (1976): Beans. In: Simmonds, N.W. (ed.). *Evolution of Crop Plants*. Longman, London, UK, 168-172.
- Evans, J.D. (1996): *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Brooks/Cole Publishing, Pacific Grove, California, USA.

- EURISCO (The European Search Catalogue for Plant Genetic Resources). <https://eurisco.ipk-gatersleben.de> (посећено 18.08.2018.)
- The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR), European Search Catalogue for Plant Genetic Resources (EURISCO), <https://eurisco.ipk-gatersleben.de> (посећен 20.07.2018.)
- FAO (2017): International treaty on plant genetic resources for food and agriculture, The multilateral System. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO (2010): Second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization on the United Nations, Rome, Italy
- FAOSTAT.2015. FAO. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QI/E> (посећено 15.11.2015.)
- Foschiani, A., Miceli, F., Vischi, M. (2009): Assessing diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions at phenotype and molecular level: a preliminary approach. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56 (4): 445-453
- Frankel, O. and Brown, A. (1984): Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: Holden, J.H.W., Williams, J.T. (eds.). *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. G Allen and Unwin, London, UK, 249-257
- Freitas, G., Gananca, J., Nobrega, H., Nunes, E., Costa, G., Slaski, J., Pinheiro de Carvalho, M. (2011): Morphological evaluation of common bean diversity on the Island of Madeira. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58 (6): 861-874
- Freytag, G. and Debouck, D. (2002): Taxonomy, distribution and ecology of the genus *Phaseolus* (*Leguminosae-Papilionidae*) in North America, Mexico and Central America. Botanical Research Institute of Texas (BRIT), Forth Worth, TX, USA, (SIDA, Botanical miscellany, 23), 298
- Gaitan-Solis, E., Duque, M., Edwards, K., Thome, J. (2002): Microsatellite repeats in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): isolation, characterization, and cross-species amplification in *Phaseolus* spp. *Crop Science*, 42 (6): 2128-2136
- Garcia, H., Pena-Valdivia, C., Aguirre, J., Muruaga, J. (1997): Morphological and agronomic traits of a wild population and an improved cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany*, 79 (2): 207-213
- Genchev, D. and Kiryakov, I. (2005): Color scales for identification characters of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Dobrudja Agricultural Institute-General Toshevo, Bulgaria, 7-23

- Gepts, P. and Bliss, F. (1985): F₁ hybrid weakness in the common bean: differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. *Journal of Heredity*, 76: 447-450
- Gepts, P., Osborn, T., Rashka, K., Bliss, F. (1986): Phaseolin-protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. *Economic Botany*, 40 (4): 451-468
- Gepts, P. and Bliss, F. (1988): Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from phaseolin electrophoretic variability II. Europe and Africa. *Economic Botany*, 42 (1): 86-104
- Gepts, P. (1988): Phaseolin as an evolutionary marker. In: Gepts, P. (ed.) Genetic resources of Gepts, P. (2006): Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science*, 46 (5): 2278-2292
- Gifi, A. (1991): Nonlinear multivariate analysis. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Gioia, T., Logozzo, G., Kami, J., Spagnoletti Zeuli, P., Gepts, P. (2013): Identification and characterization of a homologue to the Arabidopsis INDEHISCENT gene in common bean. *Journal of Heredity*, 104 (2): 273-286
- Gomez, O., Blair, M., Frankow-Lindberg, B., Gullberg, U. (2005): Comparative study of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces conserved *ex situ* in gene banks and *in situ* by farmers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52 (4): 371-380
- Gonzales, A.M, Rodino, A., Santalla, M., De Ron, A. (2009): Genetics of intra-gene pool and inter-gene pool hybridization for seed traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm from Europe. *Field Crops Research*, 112 (1): 66-79
- Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C., Monasterio, I. (1999): Breeding for micronutrients density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crop Research*, 60 (1-2): 57-80
- Guzman-Maldonado, S., Acosta-Gallegos, J., Paredes-Lopez, O. (2000): Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1874-1881
- Harlan, J.R. (1971): Agricultural origins: centers and non-centers. *Science*, 174 (4008): 468-474
- Hayward, A., Tollenaere, R., Dalton-Morgan, J., Batley, J. (2015): Molecular marker application in plants. *Methods in Molecular Biology*, 1245: 13-27

- Hazekamp, T. (2002): The potential role of passport data in the conservation and use of plant genetic resources. In: Engels, J.M.M., Ramanantha, Rao, V., Brown, A.H.D., Jackson, M.T. (eds.) *Managing plant genetic diversity*. IPGRI, Rome, Italy, 185-194
- Hillel D. and Rosenzweig, C. (2005): The role of biodiversity in agronomy. *Advanced Agronomy* 88: 1-34
- Hosefield, G. and Uebersax, M. (1980): Variability in physicochemical properties and nutritional components of tropical and domestic dry bean germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105 (2): 246-252
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) (1982): *Phaseolus vulgaris* descriptors. International Board for Plant Genetic Resources, 32
- Islam, F., Basford, K., Redden, R., Gonzales, A., Kroonenberg, P., Beebe, S. (2002): Genetic variability in cultivated common bean beyond the two major gene pools. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49 (3): 271-283
- Islam, F., Basford, K., Redden, R., Beebe, S. (2006): Preliminary evaluation of the common bean core collection at CIAT. *Plant Genetic Resources Newsletter (Italy)*, 145: 29-37
- ISO 3166-1 (2013): International standard. Codes for the representation of names of countries and their subdivisions. https://www.nationsonline.org/oneworld/country_code_list.htm (посећено 15.06.2018.)
- Иванов, Н.Р. (1961): Фасолу. Колос, Ленинград-Москва, СССР, 279
- Iqbal, A., Iqtidar, A., Ateeq, N., Khan, M. (2005): Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*, 97 (2): 331-335
- Kalia, R., Rai, M., Kalia, S., Singh, R., Dhawan, A. (2011): Microsatellite Markers: an Overview of the Recent Progress in Plants. *Euphytica*, 177 (3): 309-334
- Kelly, J., Kolkman, J., Schneider, K. (1998): Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 102: 343-356
- Kelly, J. (2010): The story of bean breeding. White paper prepared for Bean CAP & PBG works on the topic of dry bean production and breeding research in the US. Michigan State University, USA, 3-30
- Kim, K.W., Chung, H., Cho, G., Ma, K., Chandrabalan, D., Gwag, J., Kim, T., Cho, E., Park, Y. (2007): PowerCore: a program applying the advanced M strategy with a heuristic search for establishing core sets. *Bioinformatics*, 23 (16): 2155-2162
- Kimura, M. and Crow, J. (1963): The measurement of effective population number. *Evolution. International Journal of Organic Evolution*. Published by the Society for the Study of Evolution, 17 (3): 279-288

- Knezović, Z., Matotan, Z., Bevanda, I., Sefo, E., Majić, A. (2008): Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.). Sjemenarstvo, 25 (2): 81-90
- Koenig, R. and Gepts, P. (1989): Allozyme diversity in wild *Phaseolus vulgaris*: further evidence for two major centers of diversity. Theoretical and Applied Genetics, 78 (6): 809-817
- Koenig, R., Singh, S., Gepts, P. (1990): Novel phaseolin types in wild and cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, *Fabaceae*). Economic Botany, 44 (1): 50-60
- Koinange, E., Singh, S., Gepts, P. (1996): Genetic control of the domestication syndrome in common bean. Crop Science, 36: 1037-1045
- Кожнов, Г. (1973): Фасулат в Булгарија. Софија: Бул. ак. на наук..
- Kwak, M. and Gepts, P. (2009): Structure of genetic diversity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., *Fabaceae*). Theoretical and Applied Genetic, 118 (5): 979-992
- Langella, O. (2002): Population 1.2.28. Logiciel de Genetiques des Populations. Laboratoire Populations, genetique et evolution, Gif-sur-Yvette, France.
- Lanna, A., Silva, R., Ferraresi, T., Mendonca, J., Coelho, G., Moreira, A., Valdisser, P., Brondani, C., Vianello, R. (2018): Physiological characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under abiotic stresses for breeding purposes. Environmental Science and Pollution Research, 25: 31149-31164
- Laemmli, U.K. (1970): Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4. Nature, 227: 680-685
- Лазић, Б., Васић, М., Аначков, Г. (2017): Генетички ресурси гајеног и самониклог поврћа у Србији. Селекција и семенарство, 23 (2): 75-90
- Leitao, S., Dinis, M., Veloso, M., Šatović, Z., Vaz Patto, C. (2017): Establishing the bases for introducing the unexplored Portuguese common bean germplasm into the breeding world. Frontiers in Plant Sciences, 8: 1296
- Lioi, L., Piergiovanni, A., Pignone, D., Puglisi, S., Santantonio, M., Sonnante, G. (2005): Genetic diversity in some surviving on-farm Italian common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. Plant Breeding, 124 (6): 576-581
- Lioi, L., Nuzzi, A., Campion, B., Piergiovanni, A. (2012): Assessment of genetic variation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nebrodi Mountains (Sicily, Italy). Genetic Resources and Crop Evolution, 59 (3): 455-464

- Lioi, L. and Piergiovanni, A. (2013): European common bean. In: Singh, M., Upadhyaya, H., Singh Bisht, I. (eds.), Genetic and genomic resources of grain legume improvement. Elsevier Science Publishing Co., North Holland, New York, USA, 11-40
- Logozzo, G., Donnoli, R., Macaluso, L., Papa, R., Knupffler, H., Spagnoletti Zeulli, P. (2007): Analysis of the contribution of Mesoamerican and Andean gene pools to European common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm and strategies to establish a core collection. Genetic Resources and Crop Evolution, 54 (8): 1763-1779
- Loko, L., Toffa, J., Adjatin, A., Akpo, A., Orobiyi, A., Dansi, A. (2018): Folk taxonomy and traditional uses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces by the sociolinguistic groups in the central region of the Republic of Benin. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 14: 52
- Ma, Y. (1977): Improvement of nutritive value of dry bean seed (*Phaseolin vulgaris* L.). PhD thesis, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA, 105
- Ma, Y. and Bliss, F. (1978): Seed proteins of common bean. Crop Science, 18: 431-437
- Mahajan, R., Gangopadhyay, K., Kumar, G., Dobhal, V., Srivastava, U., Gupta, P., Pareek, S. (2002): Minimal descriptors of agri-horticultural crops. Part III: Fruit crops. National bureau of plant genetic resources, Pusa Campus, New Delhi, India.
- Malik, R., Sharma, H., Sharma, I., Sushila, K., Ajay, V., Sheoran, S., Kumar, R., Chatrath, R. (2014): Genetic diversity of agro-morphological characters in Indian wheat varieties using GT biplot. Australian Journal of Crop Science, 8(9): 1266-1271
- Mallor, C., Barberan, M., Albar, J. (2018): Recovery of a common bean landrace (*Phaseolus vulgaris* L.) for commercial purposes. Frontiers in Plant Science, 9: 1440
- Maras, M. (2007): Morphological, biochemical and molecular characterization of Slovene common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genetic resources. Doctoral dissertation, University in Ljubljana, Slovenia, Faculty of Biotechnology.
- Maras, M., Šuštar-Vozlič, J., Kainz, W., Meglič, V. (2013): Genetic diversity and dissemination pathways of common bean in Central Europe. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 138 (4): 297-305
- Maras, M., Pipan, B., Šuštar-Vozlič, J., Todorović, V., Đurić, G., Vasić, M., Kratovalieva, S., Ibusoska, A., Agić, R., Matotan, Z., Čupić, T., Meglič, V. (2015): Examination of genetic diversity of common bean from the Western Balkan. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 140 (4): 308-316
- Maras, M., Ibusoska, A., Kratovalieva, S., Agić, R., Šuštar-Vozlič, J., Meglič, V. (2016): Genetic diversity of common bean accessions from Former Yugoslav Republic of

- Macedoina as revealed by molecular and morphological markers. *Genetika*, 48 (2): 729-742
- Masi, P., Logozzo, G., Donini, P., Spagnoletti Zeuli, P. (2009): Analysis of genetic structure in widely distributed common bean landraces with different plant growth habits using SSR and AFLP markers. *Crop Science*, 49 (1): 187-199
- Mavromatis, A., Arvanitoyannis, I., Korkovelos, A., Giakountis, A., Chatzitheodorou, V., Goulas, C. (2010): Genetic diversity among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Greek landraces and commercial cultivars: nutritional components, RAPD and morphological markers. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (4): 986-994
- McClellan, P., Terpstra, J., McConnell, M., White, C., Lee, R., Mamidi, S. (2012): Population structure and genetic differentiation among USDA common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) core collection. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59 (4): 499-515
- McClellan, P., Bett, K., Stonehouse, R., Lee, R., Pflieger, S., Moghaddam, S., Geffroy, V., Miklas, P., Mamidi, S. (2018): White seed color in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) results from convergent evolution in the *P* (pigment) gene. *New Phytologist*, 219: 1112-1123
- Mercati, F., Leone, M., Lupini, A., Sorgona, A., Bacchi, M., Abenavolli, M., Sunseri, F. (2013): Genetic diversity and population structure of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collection from Calabria (Italy). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60 (3): 839-852
- Metais, I., Hamon, B., Jalouzot, R., Peltier, D. (2002): Structure and level of genetic diversity in various bean types evidenced with microsatellite markers isolated from a genomic enriched library. *Theoretical and Applied Genetics*, 104 (8): 1346-1352
- Meza, F., Rosas, J., Martin, J., Ortiz, J. (2013): Biodiversity of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Honduras, evidenced by morphological characterization. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60 (4): 1329-1336
- Michailidis, G. and de Leeuw, J. (1998): The Gifi system of descriptive multivariate analysis. *Statistical Science*, 13(4): 307-336
- Митранов, Ј. (1981): Вариране на Признајнице и Корелаци при Нјакоји Сортове Фасул. *Раст. наука*, 18 (2): 35-39
- Mondini, L., Noorani, A., Pagnotta, A. (2009): Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity*, 1 (1): 19-35
- Monsen, E. (1988): Iron nutrition and absorption: dietary factors, which impact on iron bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*, 88 (7): 786-791

- Morojele, M., Phupu, R., Sefume, L. (2016): Variability in yield and yield components among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Global Journal of Agricultural Research*, 4 (5): 1-9
- Msolla, S. and Mduruma, Z. (2007): Estimate of heritability for maturity characteristics of an early x late common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cross (TMO 216 x CIAT 16-1) and relationships among maturity traits with yield and components of yield. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 8 (1): 11-18
- Muller, B., Sakamoto, T., Menezes, I., Prado, G., Martins, W., Brondani, C., Barros, E., Vianello, R. (2014): Analysis of BAC-end sequences in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) towards the development and characterization of long motifs SSRs. *Plant Molecular Biology*, 86 (4-5): 455-470
- Mutchler, M. and Bliss, F. (1981): Inheritance of bean seed globulin content and its relationship to protein content on quality. *Crop Science*, 21 (2): 289-294
- Nanni, L., Bitocchi, E., Bellucci, E., Rossi, M., Rau, D., Attene, G., Gepts, P., Papa, R. (2011): Nucleotide diversity of a genomic sequence similar to SHATTERPROOF (PvSHP1) in domesticated and wild common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 123 (8): 1341-1357
- Negri, V. and Tosti, N. (2002): *Phaseolus* genetic diversity maintained on-farm in Central Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49 (5): 511-520
- Nei, M. (1972): Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 106: 283-292
- Nienhuis, J. and Singh, S. (1986): Combining ability analysis and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. *Crop Science*, 26 (1): 21-27
- Nikolić, Z., Vasić, M., Milošević, M., Taški-Ajduković, K., Vujaković, M., Gvozdanović-Varga, J. (2007): Characterization of bean varieties on the basis of protein markers. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences*, 112: 35-42
- Oliveira, T., Gravina, G., Oliveira, G., Araujo, L., Araujo, K., Cruz, D., Amaral Junior, A., Vivas, M., Daher, R. (2018): Multivariate analysis used as a tool to select snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Australian Journal of Crop Science*, 12 (1): 67-73
- Onysk, A. and Boczowska, M. (2017): M-13 tailed simple sequence repeat (SSR) markers in studies of genetic diversity and population structure of common oat germplasm. In: Gasparis S. (eds.) *Oat. Methods in Molecular Biology*, 1536. Human Press, New York, NY, USA.

- Ocampo, C., Martin, J., Sanchez-Yelamo, M., Ortiz, J., Toro, O. (2005): Tracing the origin of Spanish common bean cultivars using biochemical and molecular markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52 (1): 33-40
- Okii, D., Tukamuhabwa, P., Odong, T., Namayanja, A., Mukabaranga, J., Paparu, P., Gepts, P. (2014): Morphological diversity of tropical common bean germplasm. *African Crop Science Journal*, 22 (1): 59-67
- Page, R. (1996): TREEVIEW: An application to display phylogenetic trees on personal computers. *Computer Applications in the Bioscience*, 12: 357-358
- Papa, R. and Gepts, P. (2003): Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *Theoretical and Applied Genetics*, 106 (2): 239-250
- Papa, R., Nanni, L., Sicard, D., Rau, D., Attene, G. (2006): The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. In: Motley, T.J., Zerega, N., Cross, H. (eds.) *New approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Darwin's Harvest*. Columbia University Press, New York, USA.
- Paredes, M., Becerra, V., Tay, J. (2009): Inorganic nutritional composition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes race Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69 (4): 486-495
- Paredes, M., Becerra, V., Tay, J., Blair, M., Gabriel, B. (2010): Selection of a representative core collection from the Chilean common bean germplasm. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (1): 3-15
- Parida, S., Kalia, S., Kaul, S., Dalal, V., Hemaprabha, G., Selvi, A., Pandit, A. Singh, A., Gaikwad, K., Sharma, T., Srivastava, P. Singh, N., Mohapatra, T. (2009): Informative genomic microsatellite markers for efficient genotyping applications in sugar cane. *Theoretical and Applied Genetics*, 118: (2) 327-338
- Park, S. (2001): Trypano tolerance in West African cattle and the population genetic effects of selection. PhD thesis. University of Dublin, Dublin, Ireland.
- Peakall, R. and Smouse, P. (2006): GENALEX 6: Genetic analysis in Excel. *Population Genetic Software for Teaching and Research. Molecular Ecology Notes*, 6: 288-295
- Pérez-Vega, E., Campa, A., De la Rosa, L., Giraldez, R., Ferreira, J. (2009): Genetic diversity in a core collection established from the main gene bank in Spain. *Crop Science*, 49: 1377–1386
- Petrović, S. and Dimitrijević, M. (2012): Genetic erosion of diversity in cereals. *Genetika*, 44 (2): 217-226

- Perry, M. and McIntosh, M. (1991): Geographical patterns of variation in the USDA soybean germplasm collections: I. Morphological Traits. *Crop Science*, 31 (5):1350-1355
- Piergiorgio, A., Cerbino, D., Brandi, M. (2000): The common bean populations from Basilicata (southern Italy). An evaluation of their variation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47 (5): 489-495
- Piergiorgio, A. and Lioi, L. (2010): Italian common bean landraces: History, genetic diversity and seed quality. *Diversity*, 2 (6): 837-862
- Plucknett, D., Smith, N., Williams, J., Anishetty, N. (1987): Gene banks and the world's food. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Pritchard, J., Stephens, M., Donnelly, P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155 (2): 945-959
- Продановић, С. и Шурлан-Момировић, Г. (2006): Генетички ресурси биљака за органску пољопривреду. Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду, Србија.
- R Core Team (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Raggi, L., Tiranti, B., Negri, V. (2013): Italian common bean landraces: diversity and population structure. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60 (4): 1515-1530
- Ramandeep Dhillon, T., Dhall, R., Gill, B. (2018): Genetic variability of yield attributing traits in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Research*, 55 (2): 219-223
- Ramirez-Ojeda, A., Moreno-Rojas, R., Camara-Martos, F. (2018): Mineral and trace element content in legumes (lentils, chickpeas and beans): Bioaccessibility and probabilistic assessment of the dietary intake. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73: 17-28
- Rana, J., Sharma, T., Tyagi, R., Chahota, R., Gautam, N., Singh, M., Sharma, P., Ojha, S. (2015): Characterization of 4274 accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm conserved in the Indian gene bank for phenological, morphological and agricultural traits. *Euphytica*, 205 (2): 441-457
- Rao, N. (2004): Plant genetic resources: advancing conservation and use through biotechnology. *African Journal of Biotechnology*, 3 (2): 136-145
- Razvi, S., Khan, M., Ashraf Bhat, M., Ahmad, M., Ganie, S., Sheikh, F., Najeeb, S., Parry, F. (2017): Morphological variability and phylogenetic analysis in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Legume Research*, 41 (2): 208-212
- Rivera, A., Fenero, D., Almirall, A., Ferreira, J., Simo, J., Plans, M., Castillo, R., Casanas, F. (2013): Variability in sensory attributes in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a first

- survey in the Iberian secondary diversity center. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60 (6): 1885-1898
- Rivera, A., Plans, M., Sabate, J., Casanas, F., Casals, J., Rull, A., Simo, J. (2018): The Spanish core collection of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an important source of variability for breeding chemical composition. *Frontiers in Plant Sciences*, 9: 1642
- Rodino, A., Santalla, M., Montero, I., Casquero, P., De Ron, A. (2001): Diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm from Portugal. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48 (4): 409-417
- Rodino, A., Santalla, M., De Ron, A., Singh, S. (2003): A core collection of common bean from the Iberian Peninsula. *Euphytica*, 131 (2): 165-175
- Rodino, A., Santalla, M., Gonzales, A., De Ron, A., Singh, S. (2006): Novel genetic variation of the common bean in Europe. *Crop Science*, 46 (6): 2540-2546
- Rosenberg, N., Pritchard, J., Weber, J., Cann, H., Kidd, K., Zhivotovsky, L., Feldman, M. (2002): Genetic structure of human populations. *Science*, 298 (5602): 2381-2385
- Rosić, K., Popović, M., Čorokalo, D. (1970): Sortiment i selekcija pasulja (*Phaseolus vulgaris* L., Savi). *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 32 (9-10): 527-545
- Росић, К. (1954): Историја културе и изворне форме *Phaseolus vulgaris* L. Биљна производња, 2: 78-88
- Rubenstein, K., Smale, M., Widrlechner, M. (2006): Demand for genetic resources and the U.S. National Plant Germplasm System. *Crop Science*, 46 (3): 1021-1031
- Saitou, N. and Nei, M. (1987): The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406-425
- Santalla, M., Rodino, A., De Ron, A. (2002): Allozyme evidence supporting southwestern Europe as a secondary center of genetic diversity for common bean. *Theoretical and Applied Genetics*, 104 (6-7): 934-944
- Sathe, K. (2002): Dry bean protein functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(2):175-223
- Savić, A., Zdjelar, G., Milošević, M., Nikolić, Z., Stojanović, A., Gvozdanović-Varga, J., Todorović, V., Vasić, M. (2014): Morpho-chemical characterization of dry and snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces collected on Fruska Gora Mt. *Genetika*, 46(1): 301-313
- Shalch, R. and De la Rossa, L. (2001): Characterization of *Phaseolus* accessions. In: De la Cuadr, C., De Ron, A., Shalch, R (eds.) *Handbook on evaluation of Phaseolus Germplasm*. CSIC- Mision Biologica de Galicia, Pontevedra, Spain, 15-21

- Shannon, C. and Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, Champaign, USA.
- Sharma, P., Diaz, L., Blair, M. (2013): Genetic diversity of two Indian common bean germplasm collections based on morphological and microsatellite markers. *Plant Genetic Resources*, 11 (2): 121-130
- Shellie-Dessert, K. and Bliss, F. (1991): Genetic improvement of food quality factors. In: van Schoonhovean, A. and Voysest, O. (eds.) Common bean- research for crop improvement. CAB International, Wallingford, UK, 649-678
- Sicard, D., Nanni, L., Porfiri, O., Bulfon, D., Papa, R. (2005): Genetic diversity of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. coccineus* L. landraces in Central Italy. *Plant Breeding*, 124 (5): 464-472
- Singh, S. (1982): A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Annual Reports of the Bean Improvement Cooperative*, 25: 92-95
- Singh, S. (1989): Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, *Fabaceae*). *Economic Botany*, 43 (1): 39-57
- Singh, S., Nodari, R., Gepts, P. (1991): Genetic diversity in cultivated common bean, I, Allozymes. *Crop Science*, 31 (1): 19-23
- Stoilova, T. and Berova, M. (2009): Morphological and agrobiological study on local germplasm of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23 (1): 385-388
- Stoilova, T., Pereira, G., Tavares de Sousa, M. (2013): Morphological characterization of a small common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collection under different environments. *Journal of Central European Agriculture*, 14 (3): 854-864
- Svetleva, D., Pereira, G., Carlier, J., Cabrita, L., Leitao, J., Genchev, D. (2006): Molecular characterization of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes included in Bulgarian collection by ISSR and AFLP analysis. *Scientia Horticulturae*, 109 (3): 198-206
- Sun, S., Mutschler, M., Bliss, F., Hall, T. (1978): Protein synthesis and accumulation in bean cotyledons during growth. *Plant Physiology*, 61 (6): 918-929
- Šuštar-Vozlič, J., Maras, M., Kavornik, B., Meglič, V. (2006): Genetic diversity and origin of Slovene common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm as revealed by AFLP markers and phaseolin analysis. *Journal of American Horticultural Sciences*, 131 (2): 242-249
- Тодоровић, Ј., Васић, М., Тодоровић, В. (2008): Пасуљ и боранија. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Србија.

- Tucak, M., Popović, S., Čupić, T., Šimić, G., Gatner, R., Meglič, V. (2009): Evaluation of alfalfa germplasm collection by multivariate analysis based on phenotypic traits. *Romanian Agricultural Research*, 26: 47-52
- Uebersax, M. and Siddiq, M. (2013): Market classes and physical and physiological characteristics of dry beans. In: Siddiq, M., Uebersax, M. (eds): *Dry bean and pulses production, Processing and nutrition*. Wiley - Blackwell, Oxford, UK, 55-74
- United States National Plant Germplasm System. Descriptors for *Phaseolus*. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/cropdetail.aspx?type=descriptor&id=83> (posećen 20.12.2018.)
- UPOV (2005): TG 12/9 Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: *Phaseolus vulgaris* L.
- van Dooijeweert, W. and Menting, F. (2008): Improving the quality of passport data of a gene bank collection: approaches at CGN. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 153: 20-27
- van Hintum, T.J.L., Brown, A.H.D., Spillane, C., Hodgkin, T. (2000): Core collections of plant genetic resources. IPGRI Technical Bulletin No 3. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- van Schoonhoven, A. and Pastor-Corrales, M. (1987): Standard system for the evaluation of bean germplasm. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 56
- Vasić, M., Gvozdanić-Varga, J., Červenski, J. (1997): Interdependence of morphological characters in Yugoslav bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Horticulturae*, 462: 235-239
- Васић, М., Гвоздановић-Варга, Ј., Такач, А. (2001): Селекција пасуља (Dry bean breeding). *Савремена пољопривреда*, 8 (1-2): 237-245
- Vasić, M. (2004): Genetička divergentnost pasulja. Zadužbina Andrejević, Beograd, Srbija.
- Vasić, M. (2005): Principal component analysis of dry bean collection. *Bean Improvement Cooperative*, 48: 16-17
- Vasić, M., Gvozdanić-Varga, J., Červenski, J. (2008): Divergence in dry bean collection by principal component analysis (PCA). *Genetika*, 40 (1): 23-30
- Vasić, M., Vujičić, B., Tepić, A., Gvozdanić-Varga, J., Šumić, Z. (2009): Dietary fiber content in some dry beans. *Acta Periodica Technologica*, 40: 103-110
- Vasić, M., Milošević, M., Savić, A., Petrović, A., Nikolić, Z., Terzić, S., Gvozdanić-Varga, J., Sikora V., Adamović, D., Červenski, J., Maksimović, L., Đalović, I., Popović, V. (2013): Očuvanje agrobiodiverziteta kao šansa za održivi i ruralni razvoj. *Zbornik Referata sa 47. Savetovanja Agronoma Srbije, Zlatibor*, 105-115

- Vavilov, N.I. (1926): Centers of origin of cultivated plants. In: Dorofeyev, V.F. (ed.) Origin and geography of cultivated plants, English translation of Vavilov's works, 1992 ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 22–135
- Vidak, M., Carović-Stanko, K., Barešić, A., Grdiša, M., Šatović, Z., Liber, Z. (2017): Microsatellite markers in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Central European Agriculture, 18 (4): 902-917
- Wagner, H. and Sefc, K. (1999): Identity 1.0. Freeware program for the analysis of microsatellite data. Centre of Applied Genetics. University of Agricultural Sciences, Vienna, Austria.
- Welsh, W. Bushuk, W., Roca, W. Singh, S. (1995): Characterization of agronomic traits and markers of recombinant inbred lines from intra and interracial populations of *Phaseolus vulgaris* L. Theoretical and Applied Genetics, 91 (1): 169-177
- Yip, R. (1994): Iron deficiency: international programmatic approaches a means to better human nutrition and improved crop yields. Proceedings of Breeding for Mineral-Dense Seeds: World Bank „H-Building“, Washington, D.C., USA.
- Yu, K., Park, S.J., Poysa, V., Gepts, P (2000): Integration of simple sequence repeat (SSR) markers into a molecular linkage map of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Heredity, 91 (6): 429-434
- Zane, L., Bargelloni, L., Patarnello, T. (2002): Strategies for microsatellite isolation: a review. Molecular Ecology, 11 (1): 1-16
- Zeven, A. (1997): The introduction of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) into Western Europe and the phenotypic variation of dry beans collected in the Netherlands in 1946. Euphytica, 94 (3): 319-328
- Zeven, A., Waning, J. Van Hintum, T., Singh, S. (1999): Phenotypic variation in a core collection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Netherlands. Euphytica, 109 (2): 93-106
- Zdravković, M., Čorokalo, D., Đorđević, R., Zdravković, J. (1999): Uticaj genetičkih parametara na nasleđivanje broja mahuna po biljci pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.). Genetika, 31 (3): 245-251
- Zdravković, M., Zdravković, J., Cvikić, D. (2003): Variability of stem height, grain per pod, thousand-grain mass and grain shape for some bean varieties. Acta Horticulturae, 598: 247-249

Zhang, X., Blair, M., Wang, S. (2008): Genetic diversity in Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeats markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 117: 629-640

10. ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Пасошки подаци за испитане генотипове колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE*	ACENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
1	SRB	SRB002	SRBPHA001	КП-1	SRB002*	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
2	SRB	SRB002	SRBPHA002	КП-2	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
3	SRB	SRB002	SRBPHA005	КП-5	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
4	SRB	SRB002	SRBPHA011	КП-11	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
5	SRB	SRB002	SRBPHA012	КП-12	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
6	SRB	SRB002	SRBPHA013	КП-13	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
7	SRB	SRB002	SRBPHA015	КП-15	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
8	SRB	SRB002	SRBPHA021	КП-21	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
9	SRB	SRB002	SRBPHA022	КП-22	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
10	SRB	SRB002	SRBPHA023	КП-23	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
11	SRB	SRB002	SRBPHA024	КП-24	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
12	SRB	SRB002	SRBPHA025	КП-25	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
13	SRB	SRB002	SRBPHA027	КП-27	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
14	SRB	SRB002	SRBPHA028	КП-28	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
15	SRB	SRB002	SRBPHA029	КП-29	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
16	SRB	SRB002	SRBPHA033	КП-33	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
17	SRB	SRB002	SRBPHA037	КП-37	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
18	SRB	SRB002	SRBPHA038	КП-38	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
19	SRB	SRB002	SRBPHA039	КП-39	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
20	SRB	SRB002	SRBPHA040	КП-40	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
21	SRB	SRB002	SRBPHA042	КП-42	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
22	SRB	SRB002	SRBPHA047	КП-47	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
23	SRB	SRB002	SRBPHA048	КП-48	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
24	SRB	SRB002	SRBPHA050	КП-50	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
25	SRB	SRB002	SRBPHA051	КП-51	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
26	SRB	SRB002	SRBPHA054	КП-54	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
27	SRB	SRB002	SRBPHA058	КП-58	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
28	SRB	SRB002	SRBPHA062	КП-62	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
29	SRB	SRB002	SRBPHA067	КП-67	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
30	SRB	SRB002	SRBPHA068	КП-68	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
31	SRB	SRB002	SRBPHA070	КП-70	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
32	SRB	SRB002	SRBPHA072	КП-72	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
1	лимунада	1979----	HRV	Винковци	4517--N	1848--E	125	1979----	
2	КП-2	1981----	SRB	Чока	4556--N	2009--E	80	1981----	
3	КП-5	1982----	SRB	Бачки Јарак	4522--N	1952--E	83	1982----	
4	Сагаја 425 (Sataya 425)		USA						
5	A55		COL	СИАТ, Кали	0325--N	7631--W	1018		COL003
6	Наја најахит (Naya Nayahit)		USA						
7	Ред кидни дарк (Red kidney dark)		USA	Ајдахо					
8	Розалија	1982----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
9	КП-22	1978----	SRB	Ириг	4506--N	1951--E	199	1978----	
10	КП-23	1984----	SRB	Бачки Јарак	4522--N	1952--E	83	1984----	
11	КП-24	1985----	SRB	Бачки Петровац	4521--N	1935--E	86	1985----	
12	КП-25		SRB	Сремска Митровица	4459--N	1937--E	78		
13	КП-27		SRB	Бела Паланка	4313--N	2218--E	394		
14	КП-28		SRB	Руски Крстур	4533--N	1924--E	84		
15	Креола (Creola)		SVK	Пјештани	4835--N	1750--E	162		SVK001
16	БАТ477	1998----	BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225	1998----	
17	НК1/12	2012----	SRB	Павловци	4503--N	1947--E	460	2012----	
18	НК114/12А	2012----	SRB	Дероње	4522--N	1913--E	91	2012----	
19	НК114/12В	2012----	SRB	Дероње	4522--N	1913--E	91	2012----	
20	НК76/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
21	Жутогрбан	1970----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
22	КП-47	1988----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80	1988----	
23	НК54/12	2012----	SRB	Стејановци	4503--N	1943--E	382	2012----	
24	НК140/12	2012----	KAZ					2012----	
25	Бутмирски трешњо		BIH	Сарајево	4515--N	1951--E	80		
26	марморирани	1978----	SRB	Марадик	4506--N	1959--E	156	1978----	
27	КП-58		SRB	Петроварадин	4514--N	1952--E	85		
28	КП-62	1986----	SRB	Бачки Јарак	4522--N	1952--E	83	1986----	
29	КП-67		SRB	Бачки Јарак	4522--N	1952--E	83		
30	КП-68		SVN						
31	Јовандека		SRB	Српска Црња	4543--N	2041--E	72		
32	КП-72	1985----	SRB	Крушедол	4507--N	1956--E	189	1985----	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSSTAT	REMARKS
1	300		20				SRB002	10		
2	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
3	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
4	500		40				SRB002	10		
5	500		40				SRB002	10		
6	500		40				SRB002	10		
7	500		40				SRB002	10		
8	500		40	SRB056			SRB002	10		Унет у EURISCO
9	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
10	300		20				SRB002	10		
11	300		20				SRB002	10		
12	300		20				SRB002	10		
13	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
14	300		20				SRB002	10		
15	500		40				SRB002	10		
16	410		40	BGR029			SRB002	10		
17	300		20				SRB002	10		
18	300		20				SRB002	10		
19	300		20				SRB002	10		
20	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
21	500		40	SRB056			SRB002	10		Унет у EURISCO
22	300		20				SRB002	10		
23	300		20				SRB002	10		
24	300		20				SRB002	10		
25	300		40				SRB002	10		
26	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
27	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
28	300		20				SRB002	10		
29	300		20				SRB002	10		
30	300		20				SRB002	10		
31	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
32	300		20				SRB002	10		

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
33	SRB	SRB002	SRBPHA074	КП-74	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
34	SRB	SRB002	SRBPHA076	КП-76	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
35	SRB	SRB002	SRBPHA078	КП-78	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
36	SRB	SRB002	SRBPHA080	КП-80	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
37	SRB	SRB002	SRBPHA081	КП-81	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
38	SRB	SRB002	SRBPHA082	КП-82	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
39	SRB	SRB002	SRBPHA085	КП-85	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
40	SRB	SRB002	SRBPHA087	КП-87	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
41	SRB	SRB002	SRBPHA089	КП-89	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
42	SRB	SRB002	SRBPHA091	КП-91	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
43	SRB	SRB002	SRBPHA092	КП-92	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
44	SRB	SRB002	SRBPHA094	КП-94	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
45	SRB	SRB002	SRBPHA095	КП-95	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
46	SRB	SRB002	SRBPHA098	КП-98	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
47	SRB	SRB002	SRBPHA099	КП-99	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
48	SRB	SRB002	SRBPHA100	КП-100	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
49	SRB	SRB002	SRBPHA101	КП-101	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
50	SRB	SRB002	SRBPHA103	КП-103	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
51	SRB	SRB002	SRBPHA108	КП-108	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
52	SRB	SRB002	SRBPHA110	КП-110	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
53	SRB	SRB002	SRBPHA111	КП-111	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
54	SRB	SRB002	SRBPHA112	КП-112	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
55	SRB	SRB002	SRBPHA113	КП-113	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
56	SRB	SRB002	SRBPHA114	КП-114	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
57	SRB	SRB002	SRBPHA115	КП-115	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
58	SRB	SRB002	SRBPHA116	КП-116	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
59	SRB	SRB002	SRBPHA121	КП-121	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
60	SRB	SRB002	SRBPHA123	КП-123	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
61	SRB	SRB002	SRBPHA127	КП-127	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
62	SRB	SRB002	SRBPHA129	КП-129	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
63	SRB	SRB002	SRBPHA130	КП-130	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
64	SRB	SRB002	SRBPHA133	КП-133	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
33	КП-74		SRB	Вашице	4505--N	1911--E	91		
34	КП-76		BIH	Босанска Крупа	4452--N	1608--E	176		
35	КП-78		SRB	Буковац	4511--N	1953--E	224		
36	КП-80		SRB	Ириг	4506--N	1951--E	199		
37	КП-81		SRB	Златар	4324--N	1947--E	1627		
38	КП-82		SRB	Ченеј	4522--N	1948--E	78		
39	КП-85		SRB	Змајево	4527--N	1941--E	81		
40	КП-87	1992----	SRB	Бела Паланка	4313--N	2218--E	394	1992----	
41	КП-89		SRB	Госпођинци	4524--N	1959--E	80		
42	КП-91		SRB	Петроварадин	4514--N	1952--E	85		
43	КП-92		HRV	Даљ	4529--N	1859--E	86		
44	КП-94		SRB	Бршадин	4422--N	1855--E	85		
45	КП-95		BIH	Босанска Крупа	4452--N	1608--E	176		
46	КП-98		SRB	Чонопља	4548--N	1915--E	101		
47	КП-99		SRB	Ириг	4506--N	1951--E	199		
48	Новосадски сумпораш		SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		
49	КП-101		SRB	Бачки Петровац	4521--N	1935--E	86		
50	КП-103		SRB	Бачки Јарак	4522--N	1952--E	83		
51	КП-108	1985----	SRB	Змајево	4527--N	1941--E	81	1985----	
52	Вуковарски златножути		HRV	Вуковар	4520--N	1900--E	108		
53	КП-111		SRB	Сремска Митровица	4459--N	1937--E	78		
54	КП-112		HRV	Винковци	4517--N	1848--E	125		
55	КП-113		SRB	Римски Шанчеви	4515--N	1951--E	80		
56	КП-114		SRB	Буковац	4511--N	1953--E	224		
57	КП-115		SRB	Чока	4556--N	2009--E	80		
58	КП-116		SRB	Ченеј	4522--N	1948--E	78		
59	КП-121		SRB	Бачки Петровац	4521--N	1935--E	86		
60	КП-123		SRB	Иђош	4549--N	2018--E	83		
61	КП-127		SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		
62	Ројал Дач (Royal Dorch)		NLD						
63	КП-130		SRB	Товаришево	4521--N	1919--E	89		
64	Магна		BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225		BGR029

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSSTAT	REMARKS
33	300		20				SRB002	10		
34	300		20				SRB002	10		
35	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
36	300		20				SRB002	10		
37	300		20				SRB002	10		
38	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
39	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
40	300		20				SRB002	10		
41	300		20				SRB002	10		
42	300		20				SRB002	10		
43	300		20				SRB002	10		
44	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
45	300		20				SRB002	10		
46	300		20				SRB002	10		
47	300		20				SRB002	10		
48	300		20				SRB002	10		
49	300		20				SRB002	10		
50	300		20				SRB002	10		
51	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
52	300		20				SRB002	10		
53	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
54	300		20				SRB002	10		
55	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
56	300		20				SRB002	10		
57	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
58	300		20				SRB002	10		
59	300		20				SRB002	10		
60	300		20				SRB002	10		
61	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
62	500		40				SRB002	10		
63	300		20				SRB002	10		
64	500		40	BGR029			SRB002	10		

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
65	SRB	SRB002	SRBPHA135	КП-135	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
66	SRB	SRB002	SRBPHA136	КП-136	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
67	SRB	SRB002	SRBPHA137	КП-137	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
68	SRB	SRB002	SRBPHA139	КП-139	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
69	SRB	SRB002	SRBPHA147	КП-147	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
70	SRB	SRB002	SRBPHA148	КП-148	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
71	SRB	SRB002	SRBPHA149	КП-149	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
72	SRB	SRB002	SRBPHA150	КП-150	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
73	SRB	SRB002	SRBPHA152	КП-152	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
74	SRB	SRB002	SRBPHA153	КП-153	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
75	SRB	SRB002	SRBPHA154	КП-154	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
76	SRB	SRB002	SRBPHA156	КП-156	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
77	SRB	SRB002	SRBPHA161	КП-161	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
78	SRB	SRB002	SRBPHA163	КП-163	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
79	SRB	SRB002	SRBPHA164	КП-164	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
80	SRB	SRB002	SRBPHA166	КП-166	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
81	SRB	SRB002	SRBPHA167	КП-167	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
82	SRB	SRB002	SRBPHA168	КП-168	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
83	SRB	SRB002	SRBPHA169	КП-169	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
84	SRB	SRB002	SRBPHA170	КП-170	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
85	SRB	SRB002	SRBPHA171	КП-171	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
86	SRB	SRB002	SRBPHA175	КП-175	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
87	SRB	SRB002	SRBPHA179	КП-179	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
88	SRB	SRB002	SRBPHA183	КП-183	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
89	SRB	SRB002	SRBPHA185	КП-185	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
90	SRB	SRB002	SRBPHA186	КП-186	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
91	SRB	SRB002	SRBPHA191	КП-191	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
92	SRB	SRB002	SRBPHA192	КП-192	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
93	SRB	SRB002	SRBPHA209	КП-209	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
94	SRB	SRB002	SRBPHA210	КП-210	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
95	SRB	SRB002	SRBPHA213	КП-213	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
96	SRB	SRB002	SRBPHA232	КП-232	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
65	Вулкан		BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225		BGR029
66	Астор		BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225		BGR029
67	Прелом		BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225		BGR029
68	Добруџански 7		BGR	Добрич	4334--N	2750--E	225		BGR029
69	Лакер		USA					1998----	
70	Сремац	1998----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
71	Балкан	2000----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
72	Славонски зелени		HRV	Вуковар	4321--N	1859--E	108		
73	Пасуљица П-1	1970----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
74	Бисер	1980----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
75	Медијана	1980----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
76	КП-156		SRB	Чока	4556--N	2009--E	80		
77	Ц-20 (C-20)		USA	Мичиген					USA274
78	Кутјевачки рани		HRV	Загреб	4547--N	1558--E	122		
79	НК10/12	2012----	SRB	Мали Радинци	4501--N	1954--E	385	2012----	
80	НК83/12	2012----	SRB	Љуба	4509--N	1923--E	231	2012----	
81	НК75/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
82	НК12/12	2012----	SRB	Мали Радинци	4501--N	1954--E	385	2012----	
83	Сивејв (Seawave)		USA	Мичиген					
84	Спинел (Spinel)		USA						
85	Опленац	1982----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
86	КП-175		SRB	Бачко Градиште	4531--N	2001--E	81		
87	КП-179		SRB	Вашице	4505--N	1911--E	91		
88	БА4527-44		COL	СИАТ, Кали	0325--N	7631--W	1018		
89	БА4596-22		COL	СИАТ, Кали	0325--N	7631--W	1018		
90	Алубиа (Alubia)		BRA						
91	Панонски градиштанац	1984----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
92	Панонски тетовац	1984----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
93	КП-209		SRB						
94	Астер	2003----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		
95	Поболшани градиштанац		SRB	Зајечар	4354--N	2217--E	137		SRB040
96	НК34/12	2012----	SRB	Стејановци	4503--N	1943--E	382	2012----	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSSTAT	REMARKS
65	500		40	BGR029			SRB002	10		
66	500		40	BGR029			SRB002	10		
67	500		40	BGR029			SRB002	10		
68	500		40	BGR029			SRB002	10		
69	500		40	BGR029			SRB002	10		
70	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
71	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
72	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
73	500		40	SRB056	СП-55		SRB002	10		Унет у EURISCO
74	500		40	SRB056	СП-48		SRB002	10		Унет у EURISCO
75	500		40	SRB056	СП-50		SRB002	10		Унет у EURISCO
76	300		20				SRB002	10		
77	500		40	USA274			SRB002	10		Унет у EURISCO
78	500		40				SRB002	10		
79	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
80	300		20				SRB002	10		
81	300		20				SRB002	10		
82	300		20				SRB002	10		
83	500		40				SRB002	10		
84	500		40				SRB002	10		
85	500		40	SRB056	СП-51		SRB002	10		
86	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
87	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
88	410		40				SRB002	10		
89	410		40				SRB002	10		
90	500		40				SRB002	10		
91	500		40	SRB056	СП-52		SRB002	10		Унет у EURISCO
92	500		40	SRB056	СП-53		SRB002	10		Унет у EURISCO
93	300		20				SRB002	10		
94	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
95	500		40	SRB040			SRB002	10		Унет у EURISCO
96	300		20				SRB002	10		

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
97	SRB	SRB002	SRBPHA233	KП-233	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
98	SRB	SRB002	SRBPHA234	KП-234	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
99	SRB	SRB002	SRBPHA235	KП-235	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
100	SRB	SRB002	SRBPHA236	KП-236	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
101	SRB	SRB002	SRBPHA237	KП-237	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
102	SRB	SRB002	SRBPHA239	KП-239	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
103	SRB	SRB002	SRBPHA240	KП-240	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
104	SRB	SRB002	SRBPHA241	KП-241	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
105	SRB	SRB002	SRBPHA242	KП-242	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
106	SRB	SRB002	SRBPHA243	KП-243	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
107	SRB	SRB002	SRBPHA244	KП-244	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
108	SRB	SRB002	SRBPHA247	KП-247	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
109	SRB	SRB002	SRBPHA261	KП-261	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
110	SRB	SRB002	SRBPHA263	KП-263	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
111	SRB	SRB002	SRBPHA264	KП-264	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
112	SRB	SRB002	SRBPHA275	KП-275	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
113	SRB	SRB002	SRBPHA276	KП-276	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
114	SRB	SRB002	SRBPHA277	KП-277	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
115	SRB	SRB002	SRBPHA278	KП-278	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
116	SRB	SRB002	SRBPHA281	KП-281	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
117	SRB	SRB002	SRBPHA283	KП-283	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
118	SRB	SRB002	SRBPHA293	KП-293	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
119	SRB	SRB002	SRBPHA301	KП-301	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
120	SRB	SRB002	SRBPHA303	KП-303	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
121	SRB	SRB002	SRBPHA304	KП-304	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
122	SRB	SRB002	SRBPHA305	KП-305	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
123	SRB	SRB002	SRBPHA306	KП-306	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
124	SRB	SRB002	SRBPHA307	KП-307	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
125	SRB	SRB002	SRBPHA308	KП-308	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
126	SRB	SRB002	SRBPHA309	KП-309	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
127	SRB	SRB002	SRBPHA310	KП-310	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
128	SRB	SRB002	SRBPHA311	KП-311	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
97	HK11/12	2012----	SRB	Мали Радинци	4501--N	1954--E	385	2012----	
98	HK67/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
99	HK66/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
100	HK65/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
101	Герле		BGR						
102	HK14/12	2012----	SRB	Стејановци	4503--N	1943--E	382	2012----	
103	Галеб	1987----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		SRB056
104	Златко	1994----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
105	Двадесетица	1997----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
106	Белко	1998----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
107	Макса	1998----	SRB	Нови Сад	4515--N	1951--E	80		SRB002
108	Лудогорје		BGR	Добрич	4342--N	2802--E	230		BGR029
109	Харвуд (Harwood)		CAN						
110	КП-263		SRB	Гајдобра	4521--N	1927--E	91		
111	КП-264		SRB	Сурдук	4504--N	2004--E	109		
112	ХР45 (HR45)		CAN						
113	Ореол Л-ксан		BGR	Пловдив	4209--N	2445--E	164		BGR002
114	КП-277		SRB	Студеница	4329--N	2031--E			
115	КП-278		SRB	Степановићево	4529--N	1941--E	80		
116	КП-281		SRB	Рашка	4317--N	2036--E	497		
117	КП-283		SRB	Рашка	4317--N	2036--E	497		
118	КП-293		SRB	Рашка	4317--N	2036--E	497		
119	Б1535	2010----	SRB	Каравуково	4529--N	1911--E	87		
120	А1534	2010----	SRB	Каравуково	4529--N	1911--E	87		
121	Б-687	2010----	SRB	Пригревица	4540--N	1905--E	86		
122	Б-1307	2010----	SRB	Лалић	4531--N	1921--E	86		
123	Б-2194	2010----	SRB	Каравуково	4529--N	1911--E	87		
124	Б-1875	2010----	SRB	Каравуково	4529--N	1911--E	87		
125	А-476	2010----	SRB	Стапар	4539--N	1912--E	355		
126	Б-1365	2010----	SRB	Лалић	4531--N	1921--E	86		
127	А-2359	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		
128	А-2375	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSSTAT	REMARKS
97	300		20				SRB002	10		
98	300		20				SRB002	10		
99	300		20				SRB002	10		
100	300		20				SRB002	10		
101	500		40				SRB002	10		
102	300		20				SRB002	10		
103	500		40	SRB056	СП-49		SRB002	10		Унет у EURISCO
104	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
105	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
106	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
107	500		40				SRB002	10		Унет у EURISCO
108	500		40	BGR029			SRB002	10		
109	500		40				SRB002	10		
110	300		20				SRB002	10		
111	300		20				SRB002	10		
112	410		40				SRB002	10		
113	410		40	BGR002			SRB002	10		
114	300		20				SRB002	10		
115	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
116	300		20				SRB002	10		
117	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
118	300		20				SRB002	10		
119	300		20	SRB057	Б1535		SRB002	10		Унет у EURISCO
120	300		20	SRB057	А1534		SRB002	10		Унет у EURISCO
121	300		20	SRB057	Б-687		SRB002	10		Унет у EURISCO
122	300		20	SRB057	Б-1307		SRB002	10		Унет у EURISCO
123	300		20	SRB057	Б-2194		SRB002	10		Унет у EURISCO
124	300		20	SRB057	Б-1875		SRB002	10		Унет у EURISCO
125	300		20	SRB057	А-476		SRB002	10		Унет у EURISCO
126	300		20	SRB057	Б-1365		SRB002	10		Унет у EURISCO
127	300		20	SRB057	А-2359		SRB002	10		Унет у EURISCO
128	300		20	SRB057	А-2375		SRB002	10		Унет у EURISCO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
129	SRB	SRB002	SRBPHA312	КП-312	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
130	SRB	SRB002	SRBPHA313	КП-313	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
131	SRB	SRB002	SRBPHA314	КП-314	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
132	SRB	SRB002	SRBPHA315	КП-315	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
133	SRB	SRB002	SRBPHA316	КП-316	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
134	SRB	SRB002	SRBPHA317	КП-317	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
135	SRB	SRB002	SRBPHA318	КП-318	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
136	SRB	SRB002	SRBPHA319	КП-319	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
137	SRB	SRB002	SRBPHA320	КП-320	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
138	SRB	SRB002	SRBPHA321	КП-321	SRB057	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
139	SRB	SRB002	SRBPHA323	КП-323	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
140	SRB	SRB002	SRBPHA324	КП-324	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
141	SRB	SRB002	SRBPHA325	КП-325	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
142	SRB	SRB002	SRBPHA326	КП-326	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
143	SRB	SRB002	SRBPHA327	КП-327	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
144	SRB	SRB002	SRBPHA328	КП-328	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
145	SRB	SRB002	SRBPHA329	КП-329	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
146	SRB	SRB002	SRBPHA330	КП-330	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
147	SRB	SRB002	SRBPHA331	КП-331	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
148	SRB	SRB002	SRBPHA332	КП-332	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
149	SRB	SRB002	SRBPHA333	КП-333	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
150	SRB	SRB002	SRBPHA335	КП-335	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
151	SRB	SRB002	SRBPHA336	КП-336	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
152	SRB	SRB002	SRBPHA337	КП-337	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
153	SRB	SRB002	SRBPHA338	КП-338	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
154	SRB	SRB002	SRBPHA339	КП-339	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
155	SRB	SRB002	SRBPHA340	КП-340	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
156	SRB	SRB002	SRBPHA341	КП-341	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
157	SRB	SRB002	SRBPHA342	КП-342	SRB056	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
158	SRB	SRB002	SRBPHA356	КП-356	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
159	SRB	SRB002	SRBPHA357	КП-357	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
160	SRB	SRB002	SRBPHA361	КП-361	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
129	A-2388	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		
130	A-455	2010----	SRB	Стапар	4539--N	1912--E	355		
131	A-2767	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		
132	Б-1394	2010----	SRB	Лалић	4531--N	1921--E	86		
133	Б-832	2010----	SRB	Пригревица	4540--N	1905--E	86		
134	Б-2404	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		
135	Б-362	2010----	SRB	Риђица	4559--N	1909--E	104		
136	A-2246	2010----	SRB	Станишић	4556--N	1909--E	86		
137	A-1884	2010----	SRB	Дероње	4522--N	1913--E	91		
138	A-452	2010----	SRB	Стапар	4539--N	1912--E	355		
139	СП-45	2010----	SRB	Бела Паланка	4313--N	2258--E	394		
140	СП-47	2010----	SRB	Бела Паланка	4313--N	2258--E	394		
141	СП-61	2010----	SRB	Ниш	4319--N	2154--E	192		
142	СП-63	2010----	SRB	Косово					
143	СП-67	2010----	SRB	Клока	4417--N	2047--E	174		
144	СП-77	2010----	BIH						
145	СП-78	2010----	BIH						
146	СП-79	2010----	BIH						
147	СП-81	2010----	HRV	Славонија					
148	СП-82	2010----	HRV	Славонија					
149	СП-84	2010----	SRB	Димитровград	4300--N	2246--E	545		
150	СП-88	2010----	SRB	Драгаш	4204--N	2038--E			
151	СП-91	2010----	SRB	Стара Пазова	4459--N	2009--E	76		
152	СП-92	2010----	SRB	Стара Пазова	4459--N	2009--E	76		
153	Сарајевски жути	2010----	BIH	Сарајево	4351--N	1822--E	498		
154	СП-95	2010----	SRB	Врање	4233--N	2153--E	487		
155	СП-96	2010----	SRB	Врњачка бања	4336--N	2054--E	300		
156	Паланачки шарени	2010----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		
157	Паланачки бубрежаст	2010----	SRB	Смедеревска Паланка	4421--N	2057--E	151		
158	НК3/10	2010----	SRB	Крушевац	4334--N	2119--E	137	2010----	
159	НК4/10	2010----	SRB	Крушевац	4334--N	2119--E	137	2010----	
160	НК7/10ж	2010----	SRB	Крушевац	4334--N	2119--E	137	2010----	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSTAT	REMARKS
129	300		20	SRB057	A-2388		SRB002	10		Унет у EURISCO
130	300		20	SRB057	A-455		SRB002	10		Унет у EURISCO
131	300		20	SRB057	A-2767		SRB002	10		Унет у EURISCO
132	300		20	SRB057	Б-1394		SRB002	10		Унет у EURISCO
133	300		20	SRB057	Б-832		SRB002	10		Унет у EURISCO
134	300		20	SRB057	Б-2404		SRB002	10		Унет у EURISCO
135	300		20	SRB057	Б-362		SRB002	10		Унет у EURISCO
136	300		20	SRB057	A-2246		SRB002	10		Унет у EURISCO
137	300		20	SRB057	A-1884		SRB002	10		Унет у EURISCO
138	300		20	SRB057	A-452		SRB002	10		Унет у EURISCO
139	300		20	SRB056	СП-45		SRB002	10		
140	300		20	SRB056	СП-47		SRB002	10		
141	300		20	SRB056	СП-61		SRB002	10		
142	300		20	SRB056	СП-63		SRB002	10		
143	300		20	SRB056	СП-67		SRB002	10		
144	300		20	SRB056	СП-77		SRB002	10		
145	300		20	SRB056	СП-78		SRB002	10		
146	300		20	SRB056	СП-79		SRB002	10		
147	300		20	SRB056	СП-81		SRB002	10		
148	300		20	SRB056	СП-82		SRB002	10		
149	300		20	SRB056	СП-84		SRB002	10		
150	300		20	SRB056	СП-88		SRB002	10		Унет у EURISCO
151	300		20	SRB056	СП-91		SRB002	10		
152	300		20	SRB056	СП-92		SRB002	10		
153	300		20	SRB056	СП-93		SRB002	10		
154	300		20	SRB056	СП-95		SRB002	10		
155	300		20	SRB056	СП-96		SRB002	10		
156	300		20	SRB056	СП-98		SRB002	10		
157	300		20	SRB056	СП-99		SRB002	10		
158	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
159	300		20				SRB002	10		
160	300		20				SRB002	10		

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NICODE	INSTCODE	ACCENUMB	COLLNUMB	COLLCODE	GENUS	SPECIES	SPAUTHOR	SUBTAXA	SUBAUTHOR	CROPNAME
161	SRB	SRB002	SRBPHA364	KП-364	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
162	SRB	SRB002	SRBPHA374	KП-374	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
163	SRB	SRB002	SRBPHA377	KП-377	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
164	SRB	SRB002	SRBPHA381	KП-381	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
165	SRB	SRB002	SRBPHA390	KП-390	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
166	SRB	SRB002	SRBPHA402	KП-402	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
167	SRB	SRB002	SRBPHA461	KП-461	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
168	SRB	SRB002	SRBPHA464	KП-464	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
169	SRB	SRB002	SRBPHA466	KП-466	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
170	SRB	SRB002	SRBPHA467	KП-467	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
171	SRB	SRB002	SRBPHA472	KП-472	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
172	SRB	SRB002	SRBPHA473	KП-473	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
173	SRB	SRB002	SRBPHA474	KП-474	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
174	SRB	SRB002	SRBPHA475	KП-475	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
175	SRB	SRB002	SRBPHA476	KП-476	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>volubilis</i>		пасуљ
176	SRB	SRB002	SRBPHA477	KП-477	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ
177	SRB	SRB002	SRBPHA478	KП-478	SRB002	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	L.	<i>nanus</i>		пасуљ

	11	12	13	14	15.1	15.2	16	17	18
	ACCENAME	ACQDATE	ORIGCTY	COLLSITE	LATTITUDE	LONGITUDE	ELEVATION	COLLDATE	BREDCODE
161	HK9/10	2010----	SRB	Крушевац	4334--N	2119--E	140	2010----	
162	HK19/11	2011----	SRB					2111----	
163	HK24/11	2011----	SRB	Сремска Митровица	4459--N	1937--E	78	2111----	
164	HK11/12	2012----	SRB	Сириг	4526--N	1948--E	82	2012----	
165	КОБ4								
166	Шарени Мирчов		SRB						
167	Јулиа (Julia)		SVK						
168	HK62/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
169	HK71/12	2012----	SRB	Ердевик	4507--N	1924--E	121	2012----	
170	HK53/12	2012----	SRB	Стејановци	4503--N	1943--E	382	2012----	
171	HK4/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
172	HK5/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
173	HK6/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
174	HK7/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
175	HK8/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
176	HK9/14	2014----	SRB	Равни Тополовац	4527--N	2034--E	79	2014----	
177	HK10/14	2014----	SRB	Манђелос	4505--N	1936--E	130	2014----	

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	SAMPSTAT	ANCEST	COLLSRC	DONCODE	DONNUMB	OTHERNUMB	DUPLSITE	STORAGE	MILSSTAT	REMARKS
161	300		20				SRB002	10		
162	300		20				SRB002	10		
163	300		20				SRB002	10		
164	300		20				SRB002	10		
165	300		40				SRB002	10		
166	300		20				SRB002	10		
167	500		40				SRB002	10		
168	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
169	300		20				SRB002	10		
170	300		20				SRB002	10		
171	300		20				SRB002	10		
172	300		20				SRB002	10		
173	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
174	300		20				SRB002	10		
175	300		20				SRB002	10		
176	300		20				SRB002	10		Унет у EURISCO
177	300		20				SRB002	10		

* FAO WIEWS код институције: **SRB002** – Институт за ратарство и повртарство из Новог Сада, **SRB056** – Институт за повртарство из Смедеревске Паланке, **SRB057** – Агроинститут Сомбор, **SRB040** – Центар за пољопривредна и технолошка истраживања, Зајечар, **BGR002**- Институт за повртарство Марица, **BGR029** – Пољопривредни институт Добриц, Генерал Тошево, Бугарска, **USA274**- Државни универзитет Мичиген, **SVK001**- Истраживачки центар пољопривредне производње Пјештани; Међународне ознаке према *FAO/Bioversity multi-crop* дескриптору: **NICODE**- шифра државе према ISO3166-1 alpha-3 стандарду **INSTCODE**- FAO WIEWS код институције; **ACCENUMB**- приступни број, **COLLNUMB**- број сакупљача, **COLLCODE** – FAO WIEWS код институције сакупљача, **SPAUTHOR**- ознака таксона, **SUBTAXA**- форма или варијетет, **SUBAUTHOR** - детаљнија ознака таксона, **CROPNAME**- име врсте, **ACCENAME**- име узорка, **ACQDATE**- датум пристизања узорка у колекцију, **ORIGCTY**- земља порекла, **COLLSITE**- место сакупљања, **LATITUDE** - географска ширина, **LONGITUDE**- географска дужина, **ELEVATION**- надморска висина, **COLLDATE**- датум налажења, **BREDCODE** - WIEWS код институције селекционера, **SAMPSTAT** - статус узорка, **ANCEST**- податак о родослову, **COLLSRC** - место налажења узорка, **DONORCODE** - WIEWS код институције донора, **DONORNUMBER**- ознака у колекцији донора, **OTHERNUMBER** - друге значајне ознаке, **DUPLSITE** - место чувања дубликата, **STORAGE**- начин чувања узорка, **MILSSTAT**- статус генотипа у односу на Мултилатерални систем Међународног споразума о биљним генетским ресурсима за храну и пољопривреду, **REMARKS**- забелешке

Прилог 2. Фенотипске особине генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

ГЕНОТИП	TP	BVX	BWN	PDC	SPAT	SCOL	BRL	SDSH	DBLS	MAT	SEEDH	BMB	BZB	BZM	PB
КП-1	3	1	1	7	0	3	5	3	54	107	243,2	7,2	16,5	2,4	7,8
КП-2	3	1	1	9	0	2	7	3	53	106	297,6	4,7	13,3	2,9	3,8
КП-5	3	3	3	7	0	3	3	3	49	104	269,2	7,1	26,3	3,8	4,4
КП-11	2	9	8	8	0	8	5	2	53	101	224,1	19,6	61,8	3,6	12,8
КП-12	2	9	8	8	0	8	5	2	53	102	225,9	17,3	68,8	3,9	14,2
КП-13	2	9	8	8	0	8	5	2	55	100	222,2	20,3	72,1	3,6	13,2
КП-15	1	3	3	8	0	6	5	4	45	99	384,6	6,1	16,7	2,7	7,1
КП-21	1	3	3	7	0	5	5	3	43	99	545,1	5,1	12,0	2,3	5,7
КП-22	1	3	3	9	0	5	7	4	48	99	589,3	4,3	10,7	2,5	5,0
КП-23	1	3	3	7	0	5	7	3	45	98	539,4	5,5	15,9	2,9	7,4
КП-24	1	3	3	8	0	5	7	4	45	100	320,9	5,9	15,7	2,7	6,9
КП-25	1	3	3	9	0	5	7	3	44	101	534,9	5,8	13,6	2,4	6,9
КП-27	1	3	3	8	0	5	5	3	42	100	419,4	7,7	17,9	2,4	6,5
КП-28	1	3	3	9	0	5	7	3	42	98	456,0	6,2	13,4	2,1	6,1
КП-29	1	3	3	7	1	5	7	3	43	87	307,5	9,3	35,2	3,8	8,2
КП-33	1	3	3	9	0	12	3	4	49	94	297,8	7,3	25,8	3,6	7,0
КП-37	2	3	3	8	0	12	3	3	44	99	382,3	8,5	25,7	2,9	10,8
КП-38	1	3	3	7	0	12	3	3	44	96	519,4	11,1	31,7	2,9	11,0
КП-39	2	1	1	7	0	1	7	2	48	94	289,4	12,9	51,1	3,9	9,9
КП-40	1	1	1	8	0	1	5	2	50	98	188,8	15,8	71,3	4,4	11,8
КП-42	1	1	1	7	2	1	7	3	45	99	315,7	4,1	12,8	3,2	4,7
КП-47	1	1	1	7	2	1	3	3	45	98	542,4	5,7	13,6	2,4	6,5
КП-49	1	1	1	11	2	1	5	4	43	101	418,7	5,5	15,8	2,9	6,0
КП-50	3	1	1	7	0	1	5	4	54	100	274,9	6,0	18,0	2,9	6,8
КП-51	1	3	3	7	3	5	5	2	43	94	356,5	5,3	14,7	3,1	4,7
КП-54	1	3	3	9	3	5	5	3	44	97	318,7	6,4	17,5	2,7	6,3
КП-58	1	8	3	8	3	5	7	2	46	100	283,8	3,6	8,8	2,5	4,1
КП-62	1	8	3	7	3	5	5	3	43	96	168,6	4,1	10,1	2,5	3,1
КП-67	1	8	3	9	3	5	5	3	43	98	423,8	4,6	8,9	1,9	3,5
КП-68	1	3	3	8	3	5	5	3	44	101	526,7	5,2	14,9	2,9	5,7
КП-70	1	3	3	9	1	7	7	3	47	99	501,8	7,1	17,4	2,5	7,9
КП-72	1	8	3	8	0	12	3	3	45	97	274,2	4,5	12,9	2,9	6,2
КП-74	1	8	6	7	0	12	5	3	43	98	488,2	6,9	19,2	2,7	8,6
КП-76	1	8	3	7	0	12	3	3	45	99	445,7	7,2	20,2	2,8	6,9
КП-78	1	3	3	8	0	12	3	3	45	96	468,3	5,7	14,3	2,5	5,4
КП-80	1	3	3	8	0	12	3	2	44	95	489,9	6,3	18,2	2,9	6,9
КП-81	1	8	3	8	0	12	3	3	45	95	525,3	5,7	15,4	2,7	6,5
КП-82	1	3	3	7	0	12	3	3	44	95	429,6	4,9	14,0	2,8	5,9

ГЕНОТИП	TP	BVX	BWN	PDC	SPAT	SCOL	BRL	SDSH	DBLS	MAT	SEEDH	BMB	BZB	BZM	PB
КП-85	1	3	3	7	0	12	3	3	44	95	503,9	4,8	14,0	2,8	5,4
КП-87	1	3	3	7	0	12	3	2	44	97	484,5	8,9	23,3	2,8	7,6
КП-89	1	3	3	8	0	3	5	3	44	95	529,2	4,7	11,2	2,4	5,9
КП-91	1	3	3	7	0	2	5	2	43	94	416,9	7,1	20,0	2,8	6,3
КП-92	1	3	3	8	0	2	5	2	44	101	339,2	6,7	17,2	2,5	5,4
КП-94	1	3	3	7	0	12	5	2	46	105	332,7	8,5	22,9	2,7	6,4
КП-95	1	3	3	7	0	2	7	2	42	96	440,8	5,5	17,5	3,2	7,3
КП-98	1	3	3	8	0	2	3	2	43	95	386,9	4,3	13,1	3,0	4,9
КП-99	1	3	3	8	0	2	5	3	44	102	394,1	5,5	16,2	2,9	6,1
КП-100	1	3	3	8	0	12	5	3	45	106	538,6	6,9	21,7	3,1	10,1
КП-101	1	3	3	7	0	4	5	3	49	96	366,6	6,6	19,1	2,9	7,9
КП-103	1	3	3	8	0	2	5	4	43	94	461,5	5,1	14,5	2,8	7,3
КП-108	1	3	3	7	0	12	3	3	43	86	386,1	7,6	22,1	2,9	7,4
КП-110	1	3	3	8	0	11	7	3	44	97	576,5	4,9	13,4	2,7	7,4
КП-111	1	3	3	7	0	5	7	3	42	91	540,2	4,9	12,8	2,9	7,3
КП-112	1	3	3	7	0	2	5	3	42	97	430,5	6,5	16,9	2,6	6,5
КП-113	1	3	3	7	0	5	7	4	42	102	668,7	6,5	18,3	2,9	8,5
КП-114	1	3	3	7	0	2	5	3	44	99	413,6	7,5	26,8	3,6	9,9
КП-115	1	3	3	8	0	6	5	3	45	99	523,6	7,8	24,0	2,8	10,6
КП-116	1	3	3	7	0	5	5	3	43	94	601,2	5,3	13,6	2,6	5,8
КП-121	2	3	3	7	0	11	7	3	46	102	322,9	9,4	28,6	3,1	9,4
КП-123	1	3	3	7	0	11	5	3	44	96	455,5	7,8	16,9	2,2	7,5
КП-127	1	3	3	8	0	11	5	3	43	92	509,3	5,3	14,6	2,7	6,5
КП-129	1	8	3	9	0	2	5	2	45	102	183,6	7,5	18,6	2,7	7,4
КП-130	1	2	1	8	0	11	7	3	43	94	594,1	5,8	17,3	3,1	8,8
КП-133	1	1	1	7	0	1	3	2	44	92	401,3	8,8	25,3	2,8	9,2
КП-135	3	1	1	7	0	1	5	5	46	99	586,4	7,1	23,8	3,3	11,9
КП-136	3	1	1	7	0	1	5	2	45	92	303,5	14,6	62,8	4,3	15,2
КП-137	1	1	1	8	0	1	7	2	53	98	319,1	13,0	49,4	3,8	14,2
КП-139	3	1	1	7	0	1	7	2	46	98	283,6	14,7	62,9	4,3	15,2
КП-147	1	1	1	7	0	1	5	2	51	107	240,2	12,9	35,8	3,2	7,3
КП-148	1	3	3	8	0	12	3	3	47	97	482,7	6,1	17,9	2,9	8,8
КП-149	1	3	3	7	0	1	7	2	46	97	306,1	8,5	26,9	3,1	8,1
КП-150	1	3	3	7	0	12	5	3	46	99	425,9	6,6	18,0	2,7	5,9
КП-152	2	1	1	7	0	1	7	2	48	98	218,5	7,8	25,6	3,3	5,4
КП-153	1	1	1	9	0	1	7	1	45	94	358,4	12,4	37,7	3,1	11,2
КП-154	2	1	1	9	0	1	7	2	44	99	263,6	10,3	33,3	3,3	7,0
КП-156	1	1	1	7	0	1	7	2	47	94	274,0	10,3	36,4	3,5	7,9

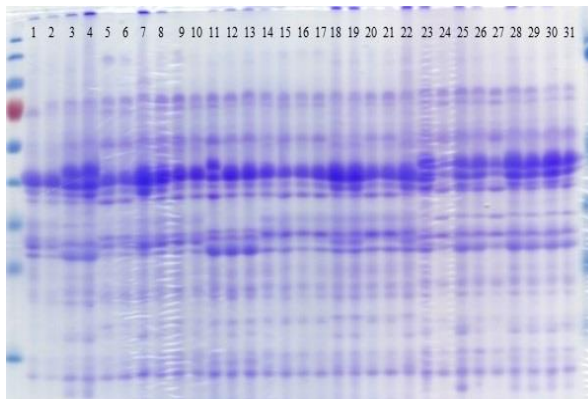
ГЕНОТИП	TP	BVX	BWN	PDC	SPAT	SCOL	BRL	SDSH	DBLS	MAT	SEEDH	BMB	BZB	BZM	PB
КП-161	2	1	1	8	0	1	3	2	48	103	244,1	18,8	49,5	2,6	8,7
КП-163	2	1	1	7	0	1	5	2	46	100	262,3	19,0	49,9	2,6	8,7
КП-164	1	1	1	7	0	1	7	3	52	110	508,2	14,2	32,2	2,3	14,1
КП-166	1	2	1	7	0	1	7	3	46	99	476,8	5,5	16,1	2,9	7,8
КП-167	1	3	3	7	0	12	3	3	45	94	497,4	6,6	19,2	2,9	9,8
КП-168	1	3	3	7	0	1	3	3	44	97	492,5	6,6	16,1	2,4	7,7
КП-169	1	1	1	7	0	1	5	2	46	94	208,4	9,5	32,2	3,1	6,3
КП-170	2	1	1	7	0	1	5	2	52	101	265,5	8,8	22,8	2,6	8,8
КП-171	1	1	1	7	0	1	5	3	44	90	422,8	9,2	24,0	2,6	8,9
КП-175	1	1	1	7	0	1	5	3	45	97	502,4	8,9	25,2	2,8	9,9
КП-179	1	1	1	7	0	1	5	3	43	97	457,5	7,7	26,4	3,2	11,3
КП-183	1	1	1	9	0	1	7	3	44	84	462,8	9,9	30,5	3,1	11,3
КП-185	1	1	1	7	2	1	3	3	47	96	174,7	10,7	25,8	2,5	9,1
КП-186	1	1	1	7	0	1	7	3	46	99	523,2	9,7	24,4	2,5	12,4
КП-191	1	1	1	7	0	1	5	5	45	92	451,1	9,8	28,8	2,9	13,2
КП-192	1	1	1	7	0	1	7	5	44	95	533,1	9,9	27,4	2,8	13,1
КР-209	2	1	1	7	0	11	5	3	46	100	346,6	5,3	17,8	3,4	6,3
КП-210	1	1	1	9	0	1	5	4	47	102	455,5	6,8	15,8	2,3	6,5
КП-213	3	1	1	8	0	1	5	4	50	99	329,8	10,6	57,8	5,5	10,8
КП-232	1	8	3	8	3	5	7	2	46	90	479,2	3,9	11,9	2,9	5,6
КП-233	1	8	3	5	3	5	7	2	43	95	300,6	4,4	12,3	2,8	6,3
КП-234	1	3	3	7	0	12	3	2	44	100	542,6	5,3	16,3	2,9	4,9
КП-235	1	1	1	7	0	1	7	4	46	94	381,4	6,6	17,8	2,6	5,7
КП-236	2	1	1	7	0	1	5	3	46	94	346,5	6,7	18,8	2,8	6,8
КП-237	1	1	1	7	4	4	5	3	44	96	407,9	14,2	44,2	3,1	17,4
КП-239	1	3	3	7	0	12	3	3	45	95	312,4	6,8	19,3	2,8	7,2
КП-240	1	1	1	7	0	1	5	2	45	95	474,1	8,1	23,5	2,9	9,2
КП-241	1	3	3	7	0	11	5	3	45	102	483,1	6,1	16,3	2,7	7,4
КР-242	1	1	1	7	0	1	7	4	43	101	359,8	11,7	37,7	3,3	13,4
КП-243	1	1	1	7	0	1	5	2	43	97	222,7	13,4	47,7	3,6	3,3
КП-244	1	1	1	7	0	1	5	3	42	95	395,8	6,6	18,9	2,9	6,8
КП-247	2	1	1	7	0	1	5	3	52	99	162,8	11,9	36,9	3,1	7,5
КП-261	1	1	1	7	0	1	7	2	46	99	333,1	8,7	31,1	3,6	7,5
КП-263	1	3	3	7	0	12	3	3	47	97	582,5	7,5	18,2	2,4	9,1
КП-264	1	3	3	7	0	12	3	2	43	96	419,3	5,6	16,5	2,9	6,2
КП-275	1	2	1	8	0	1	5	2	42	96	245,7	11,8	56,0	4,7	12,1
КП-276	1	2	1	8	0	1	5	3	46	95	275,0	6,9	28,9	4,2	6,8
КП-277	1	8	3	7	0	12	3	3	43	97	472,1	7,1	19,3	2,8	7,5

ГЕНОТИП	TP	BVX	BWN	PDC	SPAT	SCOL	BRL	SDSH	DBLS	MAT	SEEDH	BMB	BZB	BZM	PB
КП-278	1	3	3	7	0	12	5	3	45	97	535,5	7,9	18,1	2,7	8,3
КП-281	1	3	3	7	0	11	5	3	42	101	469,6	5,8	15,8	2,7	7,3
КП-283	1	8	3	8	0	2	7	3	45	98	441,9	5,7	13,6	2,4	2,8
КП-293	1	2	1	7	0	10	5	4	44	98	490,1	11,2	36,2	3,2	15,4
КП-301	1	2	1	8	0	12	3	3	43	95	377,6	7,2	20,2	2,8	7,3
КП-303	1	3	3	7	0	12	3	3	44	97	456,6	6,5	18,1	2,8	6,3
КП-304	1	8	3	4	3	5	5	2	43	90	482,6	4,4	15,5	3,5	7,2
КП-305	1	8	3	7	0	2	5	4	43	87	530,1	6,3	16,5	2,6	7,3
КП-306	1	2	1	8	0	10	7	3	43	92	433,8	5,7	15,6	2,9	5,9
КП-307	1	3	3	8	0	12	3	3	44	87	429,6	9,5	19,4	2,0	8,3
КП-308	1	3	3	7	0	12	3	3	43	89	425,2	8,6	24,4	2,8	7,4
КП-309	1	3	3	8	0	12	3	3	44	96	384,8	8,5	22,9	2,7	7,7
КП-310	1	8	3	4	3	5	7	2	45	96	553,5	4,7	13,7	2,9	7,6
КП-311	1	1	1	7	0	1	5	2	47	90	332,1	12,9	47,6	3,4	14,0
КП-312	1	1	1	7	0	1	5	2	46	92	342,4	13,0	54,2	4,2	17,2
КП-313	3	1	1	8	0	1	7	2	46	98	428,9	9,9	31,0	3,1	21,6
КП-314	1	3	3	7	0	12	5	3	43	86	384,9	6,5	20,9	3,2	7,1
КП-315	1	8	3	7	0	12	3	3	43	98	499,6	10,3	39,7	3,7	12,5
КП-316	1	8	3	8	3	5	7	2	43	93	624,0	6,6	25,9	3,9	14,3
КП-317	1	2	1	7	0	1	7	5	41	86	406,6	10,6	27,3	2,6	9,9
КП-318	1	3	3	7	0	12	3	3	42	91	444,4	8,6	26,4	3,1	10,3
КП-319	1	8	3	7	3	5	7	3	41	89	405,2	7,1	23,9	3,4	9,1
КП-320	1	3	3	7	0	12	3	3	42	87	419,8	9,1	28,6	3,1	9,4
КП-321	1	8	3	8	0	2	7	3	43	91	469,4	5,9	16,3	2,8	6,7
КП-323	1	1	1	7	0	1	5	2	43	84	292,7	9,4	25,6	2,7	6,9
КП-324	3	3	3	7	0	1	5	5	48	94	436,7	7,2	19,4	2,8	6,8
КП-325	1	1	1	7	0	4	5	2	48	85	357,5	11,2	28,5	2,5	10,4
КП-326	1	1	1	7	0	1	7	3	48	97	514,5	11,5	39,1	3,3	10,2
КП-327	2	1	1	7	0	3	7	3	54	104	286,7	11,3	55,7	4,9	17,9
КП-328	1	3	3	9	3	5	5	3	53	97	491,3	5,6	13,8	2,5	6,8
КП-329	2	1	1	8	0	2	7	4	57	106	239,3	7,7	17,9	2,3	7,1
КП-330	1	3	3	7	0	12	3	3	43	100	306,7	5,9	14,2	2,4	7,0
КП-331	2	1	1	8	0	2	7	5	46	100	429,6	6,6	21,3	3,2	8,0
КП-332	2	1	1	7	0	1	5	2	44	96	304,2	8,5	27,6	3,2	8,1
КП-333	3	1	1	7	0	1	5	2	48	101	263,9	8,5	22,3	2,6	9,8
КП-335	2	9	8	8	0	8	7	3	53	99	373,8	6,1	16,9	2,8	6,4
КП-336	1	8	3	8	0	12	5	3	43	97	421,2	4,8	12,9	2,9	4,6
КП-337	1	8	3	7	3	5	5	3	44	90	423,4	7,3	18,6	2,5	7,8

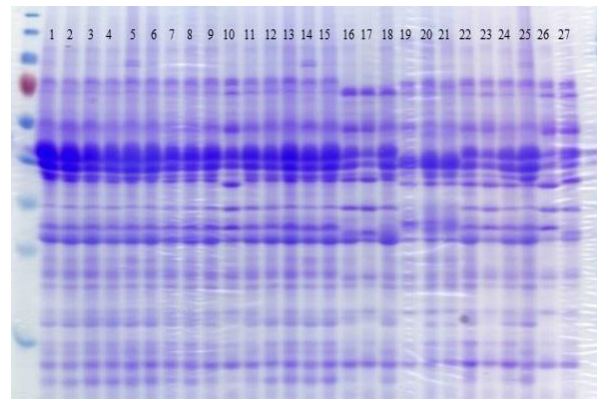
ГЕНОТИП	TP	BVX	BWN	PDC	SPAT	SCOL	BRL	SDSH	DBLS	MAT	SEEDH	BMB	BZB	BZM	PB
КП-338	1	8	3	8	3	5	5	3	42	97	351,2	4,9	16,4	3,3	5,2
КП-339	1	3	3	7	0	2	7	2	42	92	404,3	3,9	10,4	2,7	3,6
КП-340	3	1	1	8	0	1	7	2	51	98	347,7	6,8	17,9	2,6	4,9
КП-341	1	3	3	8	1	7	7	3	46	99	311,2	5,5	15,9	2,9	5,4
КП-342	1	3	3	8	0	2	5	3	50	99	384,8	4,3	14,5	3,3	5,7
КП-356	1	8	3	8	3	5	5	2	48	97	551,9	9,0	28,1	3,1	13,2
КП-357	1	3	3	7	0	12	3	2	48	97	479,1	10,4	28,5	2,7	13,5
КП-361	1	3	3	7	0	12	3	3	47	97	479,6	9,8	24,8	2,6	10,2
КП-364	3	1	1	7	0	1	7	5	51	101	410,3	6,9	18,9	2,7	7,2
КП-374	1	3	3	7	0	1	7	3	49	96	280,9	7,9	33,5	4,0	9,2
КП-377	1	1	1	7	0	1	7	3	57	102	535,4	6,1	12,9	2,2	4,7
КП-381	2	1	1	7	0	1	7	5	46	96	474,5	6,3	18,7	3,0	8,6
КП-390	2	9	8	8	0	8	5	3	54	92	228,1	11,5	48,9	4,2	10,0
КП-402	1	9	8	7	1	7	5	2	49	99	353,7	8,5	26,2	3,1	9,2
КП-461	1	1	1	7	0	1	5	3	46	87	286,0	11,5	39,9	3,5	10,9
КП-464	1	1	1	11	0	1	5	4	41	88	299,3	9,8	29,3	3,0	6,0
КП-466	1	3	3	8	1	4	5	3	50	95	399,9	8,5	29,7	3,6	6,5
КП-467	1	1	1	11	4	4	5	3	56	109	198,2	3,4	11,5	3,4	3,7
КП-472	1	1	1	7	0	1	5	3	44	97	539,9	7,5	24,4	3,2	11,4
КП-473	1	1	1	7	0	1	5	3	43	95	557,7	7,3	21,9	2,8	5,9
КП-474	1	3	3	7	0	12	3	3	42	90	413,1	7,2	17,5	2,4	6,3
КП-475	1	3	3	8	3	5	5	2	43	96	475,6	5,6	13,0	2,4	6,1
КП-476	3	1	1	8	0	1	7	2	49	100	405,5	5,6	15,4	2,6	5,3
КП-477	1	1	1	7	0	1	7	3	43	90	383,9	6,3	25,5	4,1	7,5
КП-478	1	1	1	7	0	1	5	2	44	94	428,0	11,2	42,3	3,4	16,5
НЗР _(0,01)									1,2	1,3	58,8	2,7	9,9	0,5	4,4
НЗР _(0,05)									0,9	1,0	44,7	2,1	7,5	0,4	3,3

* TP-хабитус, BVX-боја заставице цвета, BWN-боја крилаца цвета, PDC-боја махуне, SPAT-шаре на семењачи, SCOL- боја семењаче, BRL-сјај зрна, SDSH-облик зрна, DBLS- број дана до 50% цветања, MAT- број дана до 90% зрења, SEEDH-маса 1000 зрна, BMB-број махуна по биљци, BZB-број зрна по биљци, BZM- број зрна по махуни, PB-принос по биљци

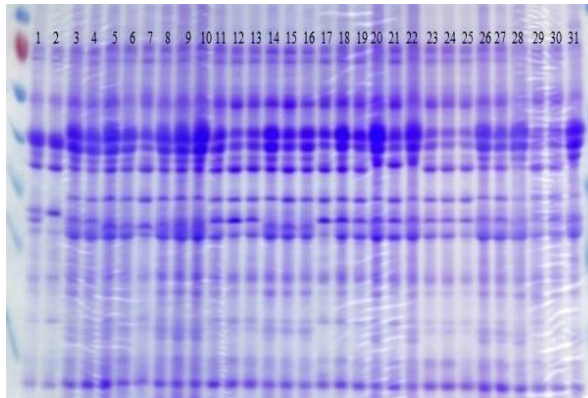
Прилог 3. Једнодимензиона *SDS-PAGE* електрофореза протеина (фазеолина) зрна испитаних генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада



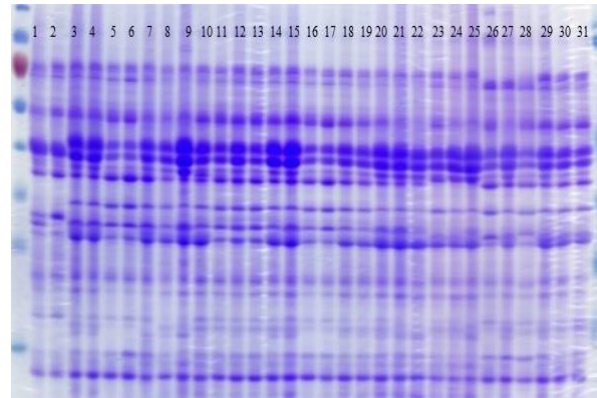
1-2 – Балкан, 3-4 – Сремац, 5-7 – КП-1, 8-10- КП-2, 11-13 – КП-5, 14-16 – КП-11, 17-19 – КП-12, 20-2 – КП-13, 23-25 – КП-15, 26-28 – КП-21, 29-31 – КП-22



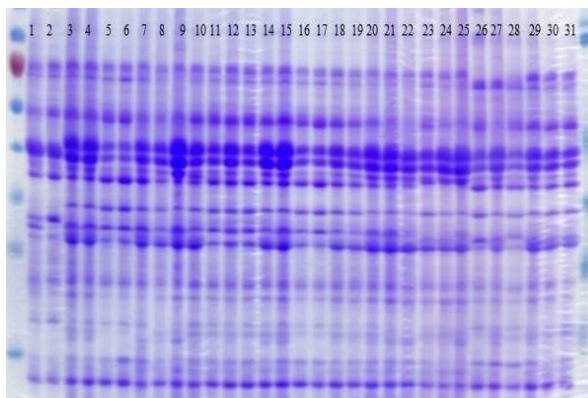
1-3 – КП- 23, 4-6 – КП-24, 7-9 – КП-25, 10-12 – КП-27, 13-15- КП-28, 16-18 – КП-29, 19-21 КП-33, 22-24 – КП-42, 25-27- КП-47



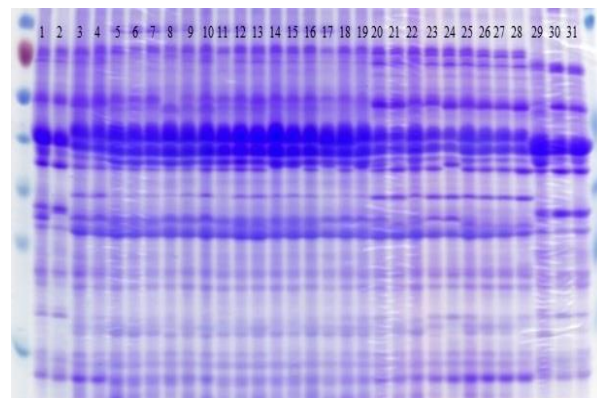
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-50, 8-10- КП-51, 11-13- КП-54, 14-16- КП-58, 17-19- КП-62, 20-22- КП-68, 23-25- КП-72, 26-28- КП-74, 29-31- КП-76



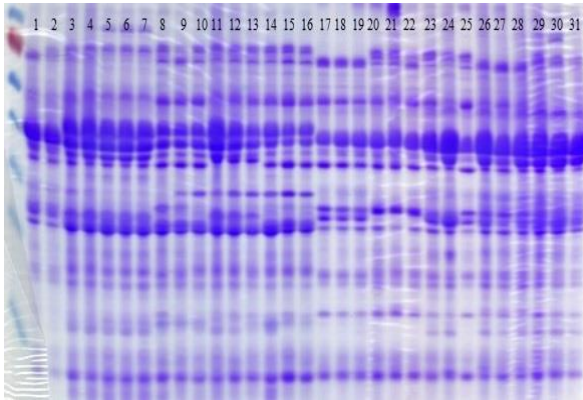
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-78, 8-10- КП-80, 11-13- КП-81, 14-16- КП-82, 17-19- КП-85, 20-22- КП-87, 23-25- КП-89, 26-28- КП-91, 29-31- КП-92



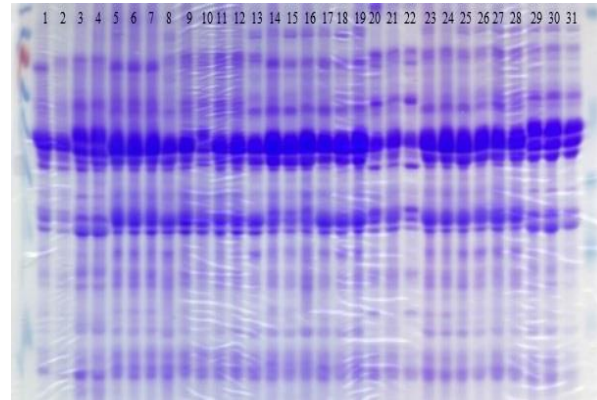
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-94, 8-10- КП-95, 11-13- КП-98, 14-16- КП-99, 17-19- КП-100, 20-22- КП-101, 23-25- КП-103, 26-28- КП-108, 29-31- КП-110



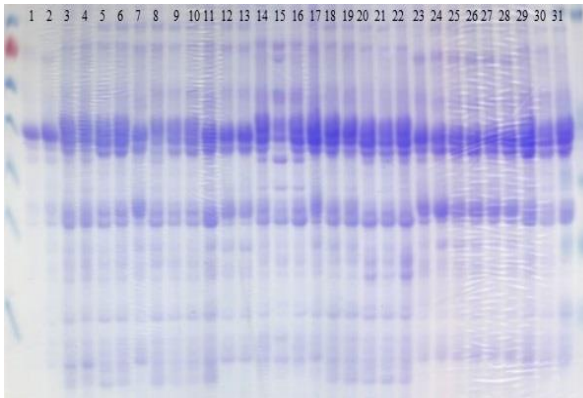
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-111, 8-10- КП-112, 11-13- КП-113, 14-16- КП-114, 17-19- КП-115, 20-22- КП-116, 23-25- КП-121, 26-28- КП-123, 29-31- КП-39



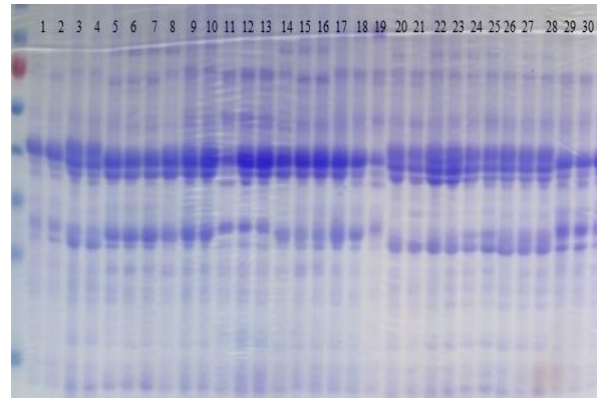
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-127, 8-10- КП-129, 11-13- КП-130, 14-16- КП-133, 17-19- КП-135, 20-22- КП-136, 23-25- КП-139, 26-28- КП-150, 29-31- КП-147



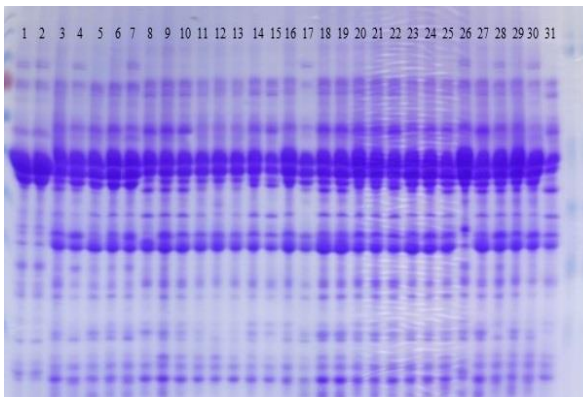
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-152, 8-10- КП-153, 11-13- КП-154, 14-16- КП-156, 17-19- КП-163, 20-22- КП-137, 23-25- КП-169, 26-28- КП-170, 29-31- КП-171



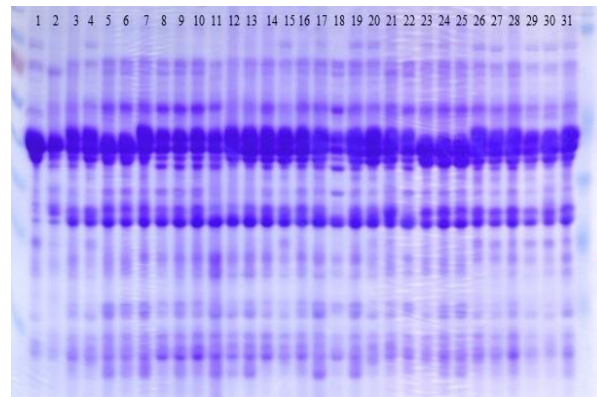
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-175, 8-10- КП-179, 11-13- КП-183, 14-16- КП-185, 17-19- КП-186, 20-22- КП-37, 23-25- КП-191, 26-28- КП-192, 29-31- КП-209



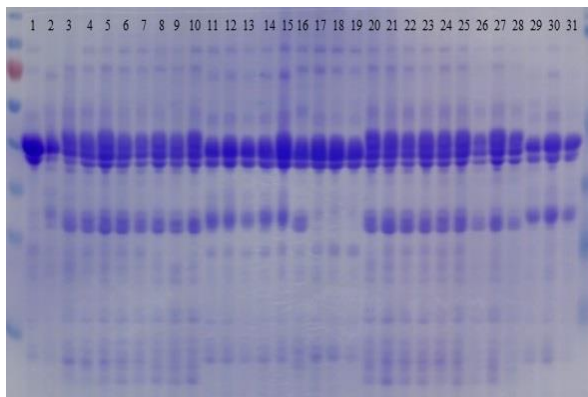
1-2- Балкана, 3-4- Сремац, 5-7- КП-210, 8-10- КП-213, 11-13- КП-237, 14-16- КП-240, 17-19- КП-261, 20-22- КП-232, 23-25- КП-263, 26-28- КП-264, 29-31- КП-275



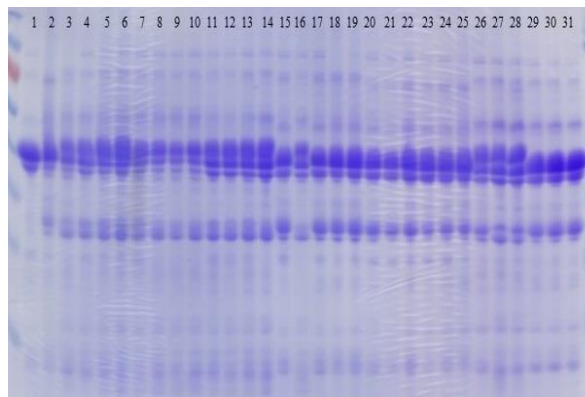
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-276, 8-10- КП-277, 11-13- КП-278, 14-16- КП-233, 17-19- КП-281, 20-22- КП-283, 23-25- КП-234, 26-28- КП-236, 29-31- КП-239



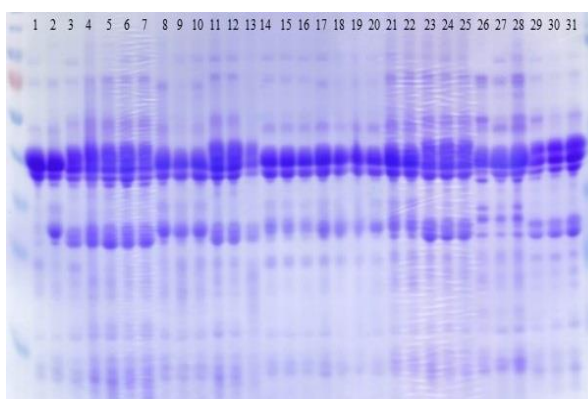
1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-293, 8-10- КП-301, 11-13- КП-241, 14-16- КП-303, 17-19- КП-304, 20-22- КП-305, 23-25- КП-306, 26-28- КП-307, 29-31- КП-308



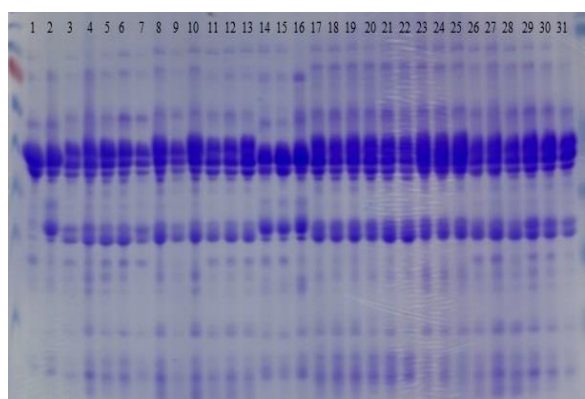
1-2 – Балкна, 3-4- Срмеац, 5-7- КП-309, 8-10- КП-310, 11-13- КП-311, 14-16- КП-312, 17-19- КП-313, 20-22- КП-314, 23-25- КП-315, 26-28- КП-316, 29-31- КП-317



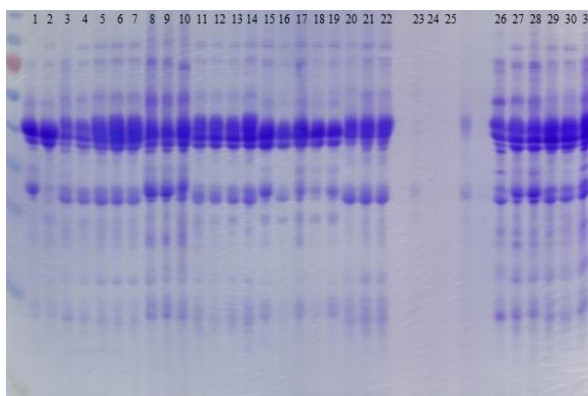
1-2- Балкан, 3-4- Срмеац, 5-7- КП-318, 8-10- КП-319, 11-13- КП-320, 14-16- КП-321, 17-19- КП-323, 20-22- КП-324, 23-25- КП-325, 26-28- КП-326, 29-31- КП-327



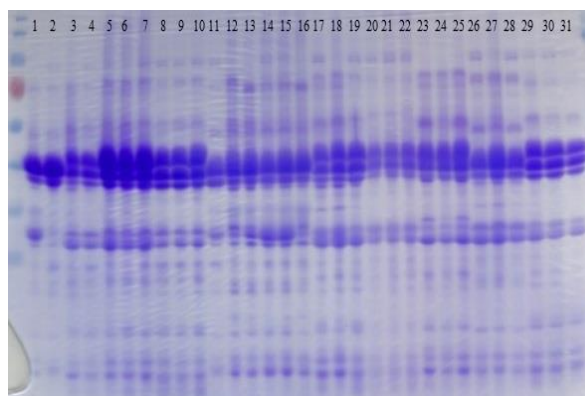
1-2- Балкан, 3-4- Срмеац, 5-7- КП-328, 8-10- КП-329, 11-13- КП-330, 14-16- КП-331, 17-19- КП-332, 20-22- КП-333, 23-25- КП-168, 26-28- КП-335, 29-31- КП-336



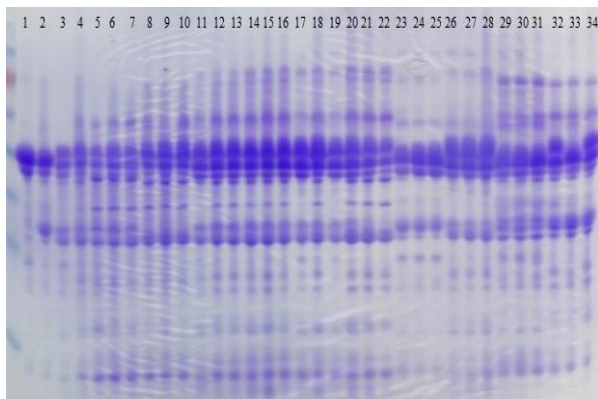
1-2- Балкан, 3-4- Срмеац, 5-7- КП-337, 8-10- КП-338, 11-13- КП-339, 14-16- КП-340, 17-19- КП-341, 20-22- КП-342, 23-25- КП-167, 26-28- КП-356, 29-31- КП-357



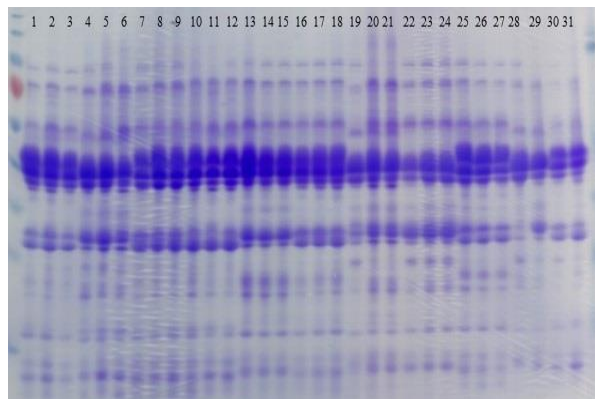
1-2- Балкан, 3-4- Срмеац, 5-7- КР-166, 8-10- КР-161, 11-13- КР-361, 14-16- КР-235, 17-19- КР-364, 20-22- КП-164, 26-28- КП-70, 29-31- КП-374



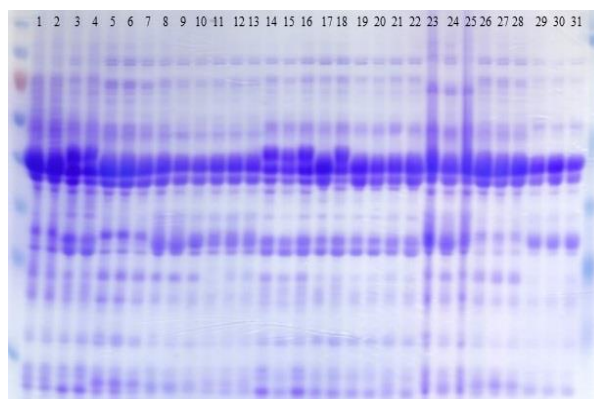
1-2- Балкан, 3-4- Срмеац, 5-7- КП-67, 8-10- КП-49, 11-13- КП-377, 14-16- КП-381, 17-19- КП-38, 20-22- КП-402, 23-25- РНА131, 26-28- РНА29, 29-31- КП-461



1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-464, 8-10- КП-466, 11-13- КП-467, 14-16- КП-472, 17-19- КП-473, 20-22- КП-474, 23-25- КП-475, 26-28- КП-476, 29-31- КП-477



1-2-Сремац, 3-4- Балкан, 5-7- КП-478, 8-10- РНА306, 11-13- РНА309, 14-16- КП-390, 17-19- РНА181, 20-22- РНА220, 23-25- РНА245, 26-28- РНА318, 29-31-РНА336



1-2- Балкан, 3-4- Сремац, 5-7- КП-242, 8-10-КП-243, 11-12- КП-244, 13-15- КП-166, 17-19- РНА368, 20-22- КП-247, 23-25- КП-40, 27-28- РНА315, 29-31- РНА368

Прилог 4. Подела генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повратрство из Новог Сада у групе на основу вероватноће припадности применом STRUCTURE анализе микросателитних локуса

генотип	K1	K2	генофонд	генотип	K1	K2	генофонд
КП-1	0,994	0,006	М*	КП-98	0,030	0,970	А
КП-2	0,996	0,004	М	КП-99	0,013	0,987	А
КП-5	0,525	0,475	хибрид	КП-100	0,004	0,996	А
КП-11	0,993	0,007	М	КП-101	0,020	0,980	А
КП-12	0,996	0,004	М	КП-103	0,203	0,797	хибрид
КП-13	0,992	0,008	М	КП-108	0,004	0,996	А
КП-15	0,005	0,995	А	КП-110	0,185	0,815	А
КП-21	0,004	0,995	А	КП-111	0,003	0,997	А
КП-22	0,011	0,989	А	КП-112	0,006	0,994	А
КП-23	0,016	0,984	А	КП-113	0,006	0,994	А
КП-24	0,003	0,997	А	КП-114	0,016	0,984	А
КП-25	0,004	0,996	А	КП-115	0,004	0,996	А
КП-27	0,004	0,996	А	КП-116	0,003	0,997	А
КП-28	0,004	0,996	А	КП-121	0,509	0,491	хибрид
КП-29	0,032	0,968	А	КП-123	0,005	0,995	А
КП-33	0,200	0,800	А	КП-127	0,009	0,991	А
КП-37	0,299	0,701	хибрид	КП-129	0,385	0,615	хибрид
КП-38	0,009	0,991	А	КП-130	0,989	0,011	М
КП-39	0,996	0,004	М	КП-133	0,200	0,800	А
КП-40	0,996	0,004	М	КП-135	0,996	0,004	М
КП-42	0,023	0,977	А	КП-136	0,997	0,003	М
КП-47	0,005	0,995	А	КП-137	0,995	0,005	М
КП-49	0,515	0,485	хибрид	КП-139	0,996	0,004	М
КП-50	0,997	0,003	М	КП-147	0,975	0,025	М
КП-51	0,005	0,995	А	КП-148	0,006	0,994	А
КП-54	0,008	0,992	А	КП-149	0,993	0,007	М
КП-58	0,007	0,993	А	КП-150	0,003	0,997	А
КП-62	0,003	0,997	А	КП-152	0,923	0,007	М
КП-67	0,003	0,997	А	КП-153	0,997	0,003	М
КП-68	0,004	0,996	А	КП-154	0,896	0,104	М
КП-70	0,003	0,997	А	КП-156	0,997	0,003	М
КП-72	0,003	0,997	А	КП-161	0,982	0,018	М
КП-74	0,005	0,995	А	КП-163	0,996	0,004	М
КП-76	0,003	0,997	А	КП-164	0,284	0,716	хибрид
КП-78	0,008	0,992	А	КП-166	0,014	0,986	А
КП-80	0,003	0,997	А	КП-167	0,019	0,981	А
КП-81	0,005	0,995	А	КП-168	0,004	0,996	А
КП-82	0,003	0,997	А	КП-169	0,987	0,013	М
КП-85	0,030	0,970	А	КП-170	0,995	0,005	М
КП-87	0,003	0,997	А	КП-171	0,003	0,997	А
КП-89	0,004	0,996	А	КП-175	0,004	0,996	А
КП-91	0,158	0,842	А	КП-179	0,003	0,997	А
КП-92	0,061	0,939	А	КП-183	0,781	0,219	хибрид
КП-94	0,010	0,990	А	КП-185	0,022	0,978	А
КП-95	0,252	0,748	хибрид	КП-186	0,419	0,581	хибрид

* М - средњеамерички, А - андски

генотип	K1	K2	генофонд	генотип	K1	K2	генофонд
КП-191	0,996	0,004	М	КП-318	0,004	0,996	А
КП-192	0,997	0,003	М	КП-319	0,004	0,996	А
КП-209	0,386	0,614	хибрид	КП-320	0,003	0,997	А
КП-210	0,003	0,997	А	КП-321	0,011	0,989	А
КП-213	0,996	0,004	М	КП-323	0,997	0,003	М
КП-232	0,004	0,996	А	КП-324	0,998	0,002	М
КП-233	0,004	0,996	А	КП-325	0,994	0,006	М
КП-234	0,004	0,996	А	КП-326	0,042	0,958	А
КП-235	0,997	0,003	М	КП-327	0,996	0,004	М
КП-236	0,504	0,496	хибрид	КП-328	0,004	0,996	А
КП-237	0,004	0,996	А	КП-329	0,996	0,004	М
КП-239	0,025	0,975	А	КП-330	0,003	0,997	А
КП-240	0,996	0,004	М	КП-331	0,992	0,008	М
КП-241	0,004	0,996	А	КП-332	0,997	0,003	М
КП-242	0,976	0,024	М	КП-333	0,997	0,003	М
КП-243	0,995	0,005	М	КП-335	0,982	0,018	М
КП-244	0,992	0,008	М	КП-336	0,006	0,994	А
КП-247	0,958	0,042	М	КП-337	0,003	0,997	А
КП-261	0,981	0,019	М	КП-338	0,151	0,849	А
КП-263	0,004	0,996	А	КП-339	0,253	0,747	хибрид
КП-264	0,003	0,997	А	КП-340	0,996	0,004	М
КП-275	0,870	0,130	М	КП-341	0,003	0,997	А
КП-276	0,996	0,004	М	КП-342	0,004	0,996	А
КП-277	0,016	0,984	А	КП-356	0,005	0,995	А
КП-278	0,004	0,996	А	КП-357	0,008	0,992	А
КП-281	0,007	0,993	А	КП-361	0,005	0,995	А
КП-283	0,003	0,997	А	КП-364	0,997	0,003	М
КП-293	0,194	0,806	А	КП-374	0,003	0,994	А
КП-301	0,003	0,997	А	КП-377	0,171	0,829	А
КП-303	0,003	0,997	А	КП-381	0,997	0,003	М
КП-304	0,005	0,995	А	КП-390	0,832	0,168	М
КП-305	0,004	0,996	А	КП-402	0,004	0,996	А
КП-306	0,074	0,926	А	КП-461	0,506	0,494	хибрид
КП-307	0,004	0,996	А	КП-464	0,329	0,671	хибрид
КП-308	0,005	0,995	А	КП-466	0,064	0,936	А
КП-309	0,004	0,996	А	КП-467	0,370	0,630	хибрид
КП-310	0,004	0,996	А	КП-472	0,006	0,994	А
КП-311	0,997	0,003	М	КП-473	0,012	0,988	А
КП-312	0,997	0,003	М	КП-474	0,003	0,997	А
КП-313	0,997	0,003	М	КП-475	0,018	0,982	А
КП-314	0,020	0,980	А	КП-476	0,995	0,005	М
КП-315	0,004	0,996	А	КП-477	0,278	0,722	хибрид
КП-316	0,006	0,994	А	КП-478	0,997	0,003	М
КП-317	0,996	0,004	М				

Прилог 5. Подела генотипова стандарда у групе на основу вероватноће припадности применом STRUCTURE анализе микросателитних локуса

генотип	K1	K2	генофонд
ПХ131	0,200	0,800	A
ПХ181	0,005	0,995	A
ПХ222	0,200	0,800	A
ПХ245	0,899	0,101	M
ПХ29	0,199	0,801	A
ПХ306	0,200	0,800	A
ПХ309	0,003	0,997	A
ПХ315	0,200	0,800	A
ПХ318	0,003	0,997	A
ПХ336	0,006	0,994	A
ПХ368	0,991	0,009	M
ПХ371	0,997	0,003	M
ПХ390	0,820	180	M

Прилог 6. Генотипови базичне колекције пасуља БК122 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

Генотип	Статус*	Генотип	Статус	Генотип	Статус	Генотип	Статус
КП-1	П	КП-108	П	Панонски градиштанац (КП-191)	С	КП-317	П
КП-5	П	КП-110	П	Панонски тетовац (КП-192)	С	КП-318	П
Сатаја (КП-11)	С	КП-111	П	Побољшани градиштанац (КП-213)	С	КП-321	П
А55 (КП-12)	С	КП-114	П	КП-233	П	КП-320	П
Наја Најхит (КП-13)	С	КП-115	П	КП-234	П	КП-323	П
Ред кидни дарк (КП-15)	С	КП-123	П	КП-235	П	КП-324	П
КП-22	П	КП-127	П	КП-236	П	КП-325	П
КП-24	П	Ројал Дач (КП-129)	С	КП-237	П	КП-326	П
КП-28	П	КП-130	П	КП-239	П	КП-327	П
КП-33	П	Вулкан (КП-135)	С	Златко (КП-241)	С	КП-328	П
КП-37	П	Прелом (КП-137)	С	Белко (КП-243)	С	КП-330	П
КП-38	П	Добруцански 7 (КП-139)	С	Двадесетица (КП-244)	С	КП-331	П
КП-40	П	Лакер (КП-147)	С	Лудогорје (КП-247)	С	КП-333	П
Жутоотрбан (КП-42)	С	Сремац (КП-148)	С	Харвуд (КП-261)	С	КП-335	П
КП-49	П	Балкан (КП-149)	С	КП-263	П	КП-336	П
КП-50	П	Славонски зелени (КП-150)	С	КП-264	П	КП-337	П
КП-51	П	П-1 (КП-152)	С	ХР45 (КП-275)	Л	КП-339	П
КП-54	П	Бисер (КП-153)	С	Ореол Л-ксан (КП-276)	Л	КП-341	П
КП-67	П	Медијана (КП-154)	С	КП-277	П	КП-342	П
КП-70	П	Ц-20 (КП-161)	С	КП-278	П	КП-356	П
КП-78	П	Кутјевачки рани (КП-163)	С	КП-304	П	КП-357	П
КП-80	П	КП-164	П	КП-305	П	КП-374	П
КП-81	П	КП-167	П	КП-306	П	КП-377	П
КП-85	П	КП-168	П	КП-307	П	КП-381	П
КП-91	П	Сивејв (КП-169)	С	КП-309	П	КП-390	П
КП-92	П	Спинел (КП-170)	С	КП-310	П	КП-466	П
КП-94	П	КП-179	П	КП-311	П	КП-467	П
КП-95	П	БА4527-44 (КП-183)	Л	КП-313	П	КП-472	П
КП-101	П	БА4596-22 (КП-185)	Л	КП-314	П	КП-473	П
КП-103	П	Алубиа (КП-186)	С	КП-316	П		

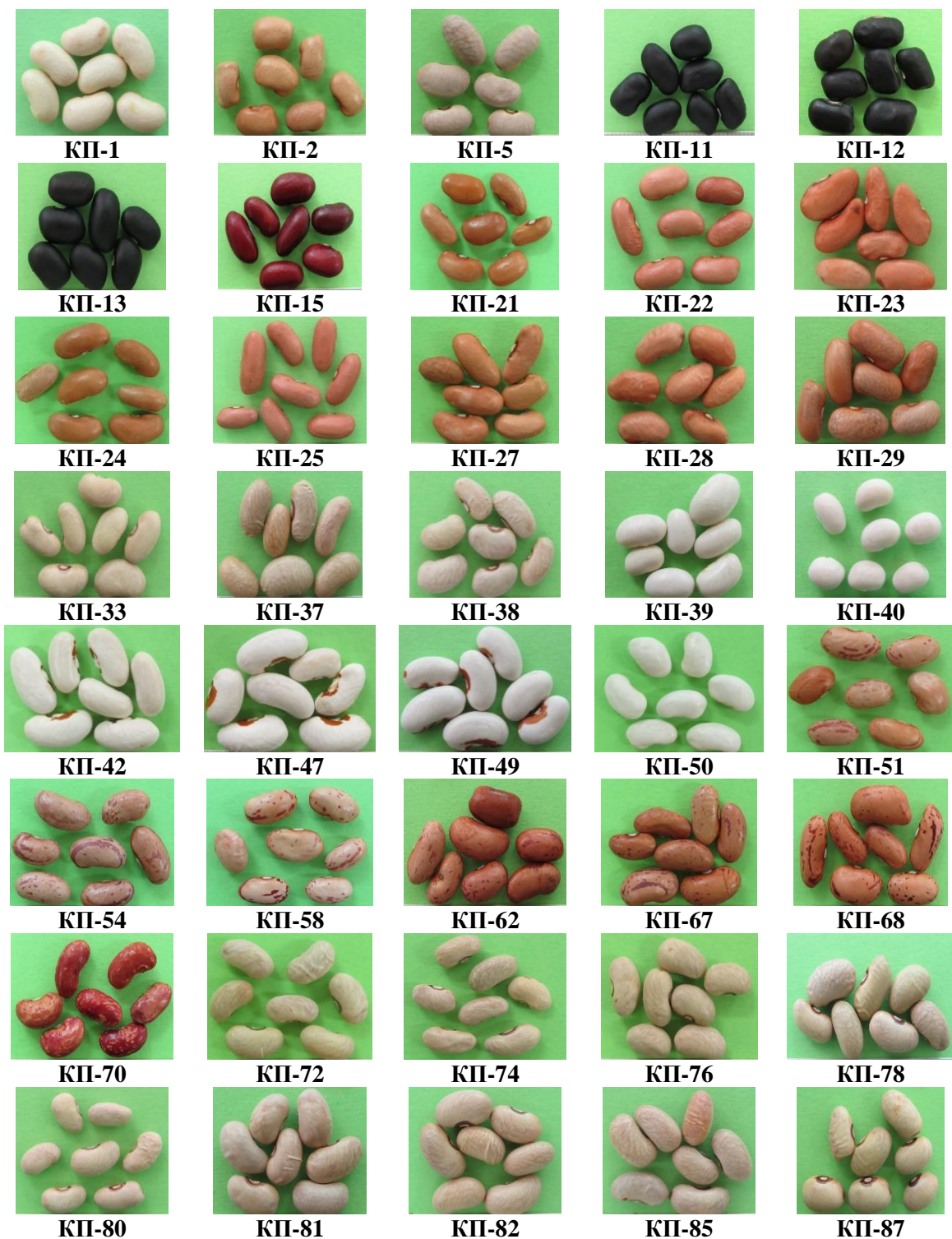
* Статус у колекцији: П - локална популација, С – сорта, Л - линија

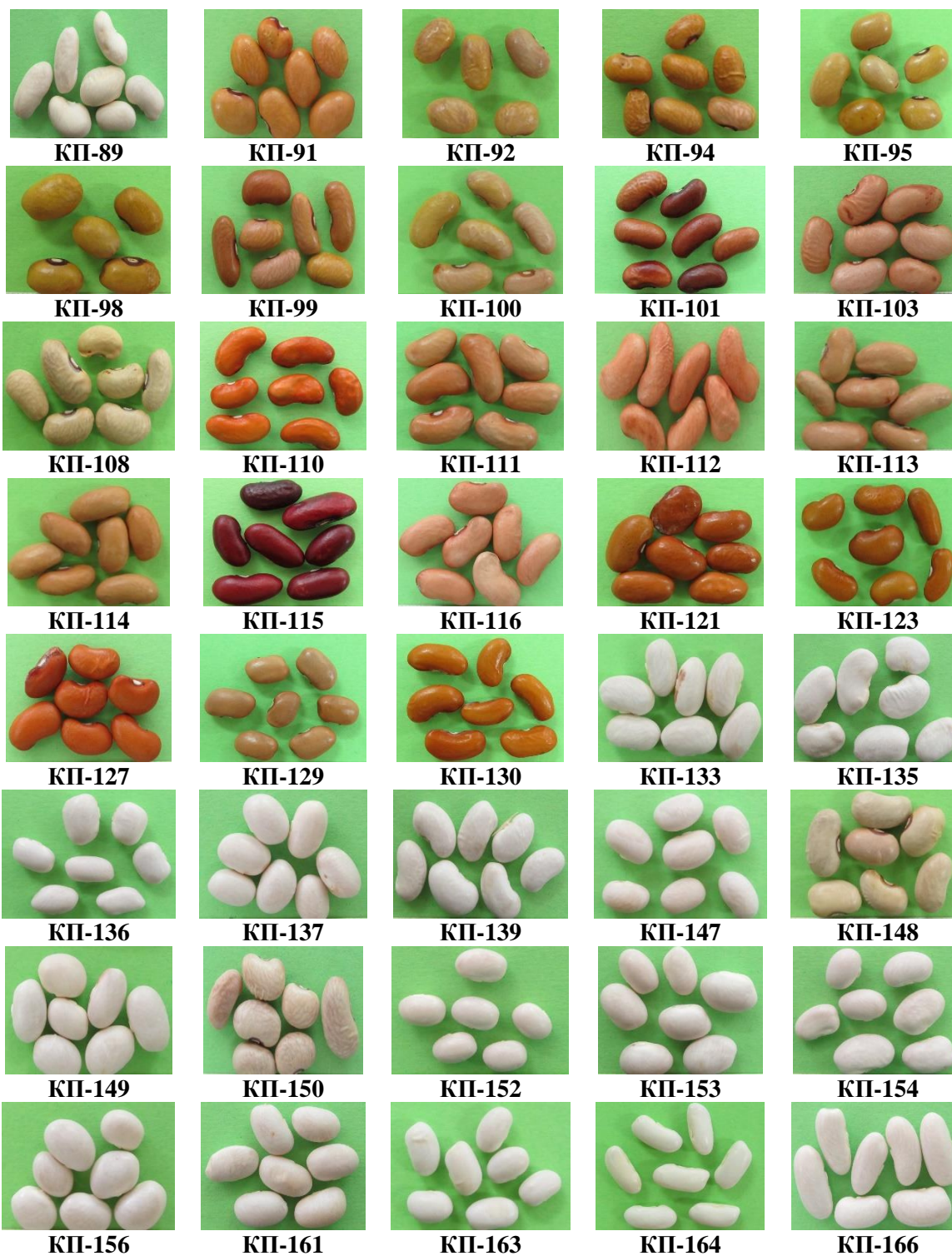
Прилог 7. Садржај протеина, влаге, азота (N), фосфора (P), сумпора (S), калијума (K), гвожђа (Fe) и цинка (Zn) код 57 генотипова базичне колекције пасуља СК57 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада

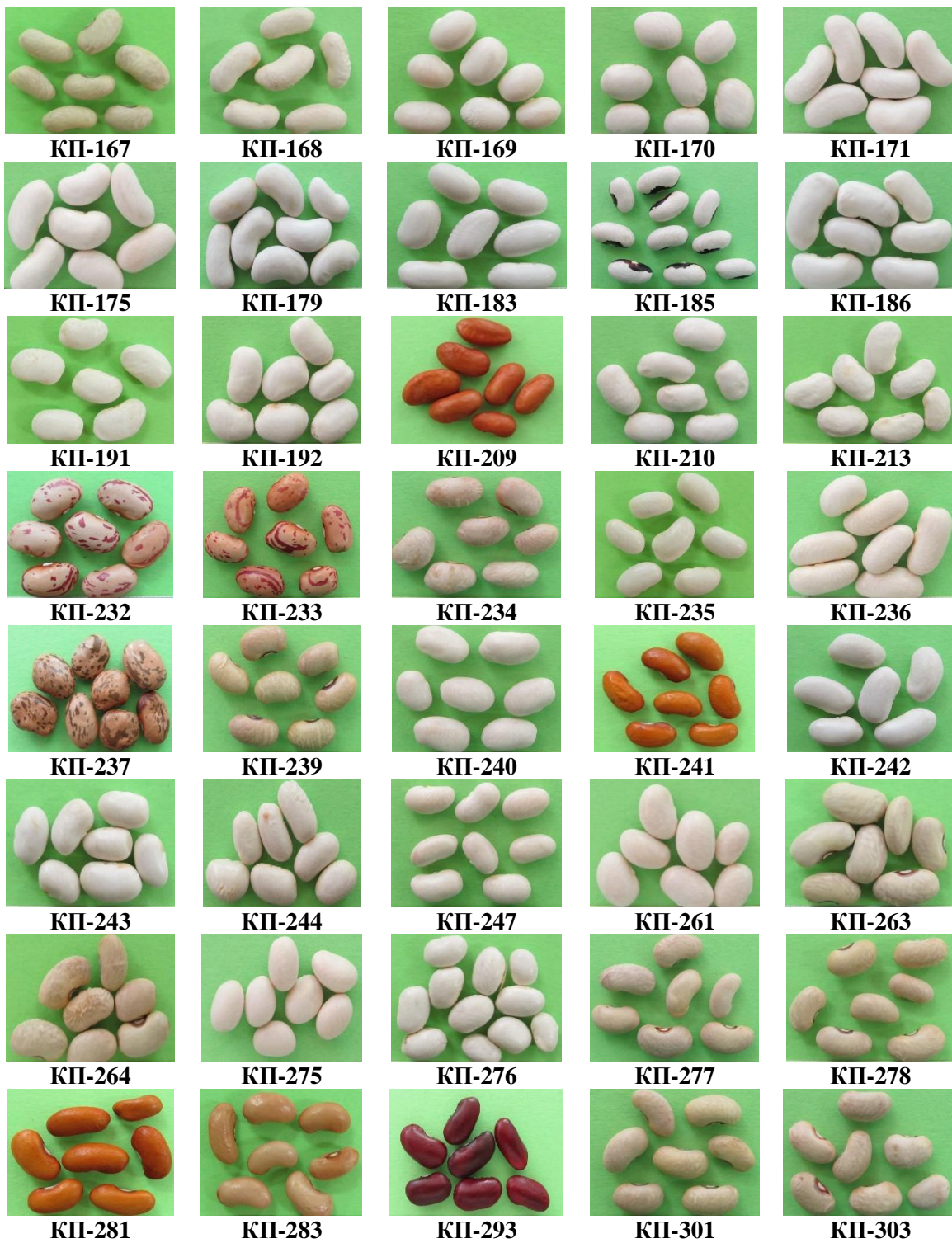
Генотип	Протеини (%)	Влага (%)	N (%)	P (%)	S (%)	K (%)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)
КП-1	26,07	12,08	4,17	0,49	0,26	1,29	74,58	33,79
КП-13	22,06	12,57	3,53	0,41	0,24	1,13	62,34	26,92
КП-22	22,65	12,43	3,62	0,39	0,22	1,09	54,20	27,15
КП-24	23,46	11,93	3,75	0,41	0,23	1,17	62,22	31,26
КП-33	20,89	11,32	3,34	0,33	0,20	0,93	54,72	24,61
КП-37	21,30	11,82	3,41	0,33	0,22	0,99	58,67	27,76
КП-38	20,61	12,67	3,30	0,38	0,21	1,13	70,70	24,17
КП-40	23,50	12,55	3,76	0,40	0,23	1,10	64,91	34,79
КП-42	22,86	12,01	3,66	0,42	0,22	1,13	62,84	39,36
КП-49	28,90	12,63	4,62	0,43	0,26	1,22	63,25	32,22
КП-50	24,29	12,64	3,89	0,41	0,25	1,33	64,22	101,60
КП-51	22,52	10,88	3,60	0,39	0,24	1,18	60,22	29,82
КП-67	26,35	12,54	4,22	0,37	0,25	1,08	54,94	36,21
КП-70	21,70	12,52	3,47	0,37	0,24	1,09	51,04	54,78
КП-81	24,04	12,45	3,85	0,41	0,24	1,03	85,63	46,78
КП-91	23,83	11,96	3,81	0,42	0,47	1,03	59,90	45,85
КП-95	21,79	11,38	3,49	0,41	0,40	1,06	62,67	30,79
КП-101	20,04	12,35	3,21	0,41	0,36	1,09	59,74	28,55
КП-110	24,66	12,11	3,95	0,39	0,34	1,11	70,61	30,11
КП-114	22,55	12,22	3,61	0,39	0,31	1,15	54,81	32,40
КП-115	21,98	11,48	3,52	0,38	0,30	1,11	61,19	47,07
КП-123	22,93	11,46	3,67	0,38	0,30	1,12	61,76	27,29
КП-129	24,74	11,28	3,96	0,43	0,30	1,14	63,20	84,22
КП-130	22,70	11,38	3,63	0,35	0,28	1,11	67,29	33,65
КП-135	24,91	11,32	3,99	0,40	0,28	1,17	67,42	90,04
КП-139	23,33	11,99	3,73	0,37	0,28	1,22	45,93	26,60
КП-149	19,62	11,51	3,14	0,40	0,26	1,14	53,27	55,40
КП-152	21,96	12,15	3,51	0,41	0,25	0,98	60,56	35,14
КП-153	20,36	11,82	3,26	0,36	0,26	1,02	51,18	33,66
КП-161	22,73	11,89	3,64	0,41	0,28	1,05	65,79	34,17
КП-164	19,89	10,93	3,18	0,39	0,27	1,26	66,29	38,00
КП-170	23,06	10,98	3,69	0,44	0,27	1,10	65,90	68,36
КП-186	22,42	10,57	3,59	0,35	0,26	1,07	50,05	25,84
КП-192	30,16	11,89	4,83	0,45	0,28	1,19	55,33	41,45
КП-213	23,16	12,31	3,71	0,44	0,25	1,33	62,81	39,91
КП-233	22,01	10,87	3,52	0,42	0,25	1,16	69,03	34,26
КП-236	22,93	11,03	3,67	0,42	0,23	1,00	73,02	32,37
КП-237	20,37	11,61	3,26	0,38	0,24	1,09	57,20	31,31
КП-239	21,59	11,58	3,45	0,39	0,24	1,04	61,19	51,17
КП-261	22,91	11,61	3,67	0,45	0,26	1,15	67,97	32,52
КП-275	28,26	10,66	4,52	0,46	0,28	1,01	83,78	34,55
КП-276	22,89	10,87	3,66	0,44	0,26	1,13	68,81	41,76
КП-277	20,96	10,44	3,35	0,40	0,25	1,06	68,36	28,41
КП-293	26,93	11,28	4,31	0,42	0,28	1,14	60,59	33,05
КП-305	21,58	11,43	3,45	0,43	0,25	1,22	58,72	35,49
КП-307	21,84	10,68	3,50	0,37	0,24	1,00	58,93	28,64

Генотип	Протеини (%)	Влага (%)	N (%)	P (%)	S (%)	K (%)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)
КП-310	24,46	10,99	3,91	0,45	0,28	1,16	65,58	31,85
КП-313	21,06	11,32	3,37	0,39	0,24	1,21	78,45	26,07
КП-317	23,89	10,81	3,82	0,40	0,25	1,17	61,76	28,13
КП-325	24,06	11,45	3,85	0,39	0,24	1,01	68,82	42,22
КП-327	31,61	12,32	5,06	0,51	0,30	1,26	79,34	32,25
КП-328	23,63	11,34	3,78	0,40	0,24	1,18	75,75	35,90
КП-341	22,47	11,27	3,60	0,41	0,26	1,22	61,47	37,63
КП-377	21,19	11,60	3,39	0,38	0,24	1,09	60,61	38,18
КП-390	23,43	11,40	3,75	0,37	0,25	1,11	104,70	31,51
КП-472	23,76	11,01	3,80	0,39	0,24	1,06	62,83	31,59
КП-477	23,50	10,58	3,76	0,37	0,26	1,02	61,05	36,61

Прилог 8. Фотодокументација зрна 177 генотипова пасуља који се чувају у генетичкој колекцији Института за ратарство и повртарство из Новог Сада









КП-304



КП-305



КП-306



КП-307



КП-308



КП-309



КП-310



КП-311



КП-312



КП-313



КП-314



КП-315



КП-316



КП-317



КП-318



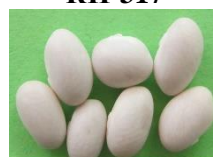
КП-319



КП-320



КП-321



КП-323



КП-324



КП-325



КП-326



КП-327



КП-328



КП-329



КП-330



КП-331



КП-332



КП-333



КП-335



КП-336



КП-337



КП-338



КП-339



КП-340



КП-341



КП-342



КП-356



КП-357



КП-361



КП-364



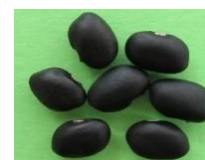
КП-374



КП-377



КП-381



КП-390



КП-402



КП-461



КП-464



КП-466



КП-467



КП-472



КП-473



КП-474



КП-475



КП-476



КП-477



КП-478

БИОГРАФИЈА

Дипл. биол. - мастер Александра Савић је рођена 14.01.1984. године у Новом Саду. Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, смер дипломирани биолог, уписала је школске 2003/04. године. Дипломирала је 2009. године са просечном оценом 9,17. Дипломске академске - мастер студије је уписала 2009/10. године, које је завршила 2010. године са просечном оценом 9,44. Мастер рад под називом „Активност и изоформе каталазе код дијапаузирајућих и недијапаузирајућих гусеница *Ostrinia nubilalis*“ одбранила је са оценом 10. Године 2012. уписује докторске студије на Пољопривредном факултету, Универзитета у Новом Саду, модул: Агрономија.

Од 17.04.2012. године је запослена у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду на пословима истраживача приправника. У звање истраживача сарадника изабрана је 20.2.2015. године. Као носилац стипендије Програма стипендија немачке привреде за државе западног Балкана и Фондације др Зоран Ђинђић, 2013. године је обавила тромесечно стручно усавршавање у Институту за пољопривредне и урбано-еколошке пројекте у сарадњи са Универзитетом Хумболт у Берлину. Научно усавршавање из области генетике и молекуларне биологије обавила је на Кметијском институту у Љубљани (Словенија) током септембра 2016. године.

Учествовала је у једном пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, једном пројекту Покрајинског секретаријата за науку и технолошки развој Републике Србије, као и пет међународних пројеката. Као аутор или коаутор је објавила већи број научних радова. Члан је Друштва генетичара Србије.

Говори енглески језик.