



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

**БИОЛОШКЕ И ПРОИЗВОДНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ПОПУЛАЦИЈА ДИВЉЕГ КЕСТЕНА
(*Aesculus hippocastanum* L.) СЕКУНДАРНОГ
ПОРЕКЛА**

Докторска дисертација

Ментор:
Проф. др Јелена Нинић-Тодоровић

Кандидат:
мр Јелена Чукановић

Нови Сад, 2015. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада (дипл., маг., докт.): ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Мр Јелена Чукановић, дипл. инж.
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	Др Јелена Нинић-Тодоровић, редовни професор
Наслов рада: НР	Биолошке и производне карактеристике популација дивљег кестена (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) секундарног порекла српски
Језик публикације: ЈП	
Језик извода: ЈИ	срп. / енг.
Земља публикавања: ЗП	Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2015. година
Издавач: ИЗ	ауторски репринт
Место и адреса: МА	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21 000 Нови Сад
Физички опис рада: ФО	(11 поглавља / 152 странице/ 44 слике / 44 табеле / 21 графикана / 286 референци)

Научна област: НО	Биотехничке науке
Научна дисциплина: НД	Хортикултура и пејзажна архитектура
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Дивљи кестен (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.), урбана средина, фенолошке појаве, расадничка производња, секундарни метаболити, водорастворљиве соли, тешки метали
УДК	582.746.56: 551.502.42(043.3)
Чува се: ЧУ	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21 000 Нови Сад

Важна напомена:

ВН

Извод:

ИЗ

Дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) је ендемит јужног дела Балканског полуострва. Веома је интересантна врста лишћара за изучавање секундарних популација на зеленим просторима Србије и производњу садног материјала за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

Циљ истраживања је издвајање генотипова дивљег кестена из секундарних популација које су засноване на зеленим просторима Војводине у виду алејних засада, као појединачна стабла или групе. Критеријуми за вредновање генотипова као семенских објеката у хортикултури, обављени су на основу референце **Стилиновић и Туцовић (1977)**. Биолошке одлике генотипова треба да усмере критеријуме за производњу квалитетног садног материјала дивљег кестена, адаптивност на услове урбане средине и стрес узрокован абиотским факторима.

У селекционом периоду који је трајао од 2008. до 2010. године (**Чукановић, 2010**) евидентирано је и оцењено 50 генотипова на три локалитета: Бачка Паланка, Нови Сад и Сремски Карловци. Сакупљено је семе, урађена је анализа лабораторијске и теренске клијавости и морфолошка карактеризација показатеља раста сејанаца. Истовремено је одређиван хемијски састав семена.

У току трогодишњег периода (од 2011 до 2013. године), на основу резултата претходних истраживања, издвојено је 17 генотипова са најбољим биолошким, производним и лековитим особинама семена.

На одабраним индивидуама праћене су фенолошке фазе - листање, цветање и плодоношења са међуфазама. Сакупљано је семе ради утврђивања морфолошких и хемијских карактеристика. Матична стабла се одликују разликама у физиолошкој зрелости, особинама фенотипа и употребне вредности семена за расадничку производњу. Праћено је генеративно умножавање генотипова и анализа показатеља раста *half-sib* потомства.

Семе дивљег кестена је значајна сировина у фармацеутској индустрији с обзиром да има лековита својства. Урађен је хемијски састав семена, са акцентом на садржај уља и структуру масних киселина, секундарне метаболите и тешке метале. Акумулација тешких метала у семену дивљег кестена присутна је у популацијама секундарног порекла, с обзиром да су матична стабла изложена утицају градске средине.

Земљишта урбаних зелених простора (урбисол) изложена су загађењу што је разлог више да се испита утицај водорастворљивих соли и тешких метала на адаптивност генотипова.

Фенолошким осматрањем листања, цветања и плодношења у току трогодишњег периода забележене су значајне статистичке разлике између година испитивања и генотипова. Због дужег периода ниских температура у марту и априлу 2013. године, запажена је значајна разлика у почецима и трајању фенофаза и међуфаза. Осматране фенолошке појаве касниле су 2 до 3 недеље.

Генотипови БДС₁ и БДС₂, у периоду трогодишњег осматрања, одликовали су се значајно ранијим наступањем фазе листања и цветања, док је код генотипова БП₄, СК₄ и СК₇ забележено касније ступање обе фазе.

Експериментална стабла, као издвојени семенски објекти за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре, редовно и обилно плоносе. На основу морфолошких особина семена издвајају се генотипови П₆ (са високим вредностима за дужину /29,83mm/, ширину /35,56 mm/ и дебљину /30,92 mm/) и П₃ (са високом вредности за масу семена /17,63 g/).

Чување семена за потребе расадничке производње обављено је у хладној комори при контролисаним условима на температури од 4 до 6°C. Сетва је обављана у пролећном периоду (март-април). За семенски материјал 17 генотипова, за трогодишњи период, установљена је веома висока теренска клијавост која у просеку износи од 80,94% до 85,64%. Процент преживљавања сејанаца, одређен при крају вегетационог периода и почетка нове вегетације, износи од 78,96 до 82,98.

Мерењем показатеља раста једногодишњих сејанаца установљене су просечне вредности за висину (12,26 cm), пречник у кореновом врату (10,04 mm), дужину корена (12,87 cm), масу стабла (3,62 g), масу корена (5,34 g) и број коренова I реда (26,49). Истиче се генотип БДС₁ са високим вредностима за мерене показатеље (19,20 cm за висину, 17,51 cm за дужину корена, 4,40 g за масу стабла и 6,80 g за масу корена).

Према показатељима раста двогодишњих сејанаца за висину издвојили су се генотипови БДС₁ (30,20 cm), БДС₂ (35,80 cm) и СК₄ (35,68 cm). Највише вредности за пречник при основи стабла имали су генотипови БДС₁ (19,20 mm) и БДС₂ (19,33 mm).

Просечна вредност за висину надземног дела генотипова трогодишњих биљака била је 81,45 cm, а за пречник при основи стабла 26,81 mm. У трећој години развоја сејанаца дивљег кестена *in situ* у расаднику на Римским Шанчевима, највише вредности за висину и пречник при основи стабла имали су генотипови ознака БДС₁ (92,00 cm и 29,55 mm), БДС₂ (90,80 cm и 31,27 mm) и СК₄ (91,30 cm и 28,45 mm). Снага раста двогодишњих сејанаца издвојила је генотипове БДС₁, БДС₂ и СК₄, који су имали изузетан пораст и треће године развоја у сејалишту.

На двогодишњим и трогодишњим садницама генотипова БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂, П₅, П₆, СК₁ и СК₄ обављено је калемљење хибрида црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Наупе.). Испољена је компатибилност подлога са племкама, а просечан пријем калемова био је 82,36%. Примењена метода енглеског спајања показала је добре резултате као вегетативна метода за производњу садног материјала хибрида црвеног кестена.

Из екстракта семена генотипова дивљег кестена изоловано је и детерминисано 16 масних киселина. Утврђен је висок удео незасићених масних киселина, а као доминантна издваја се олеинска. Највиши садржај установљен је у семену генотипа БДС₁ (59,10%). Генотипови П₅ и СК₁ одликују се највишим вредностима кверцетина (0,538 µg/g, односно 0,806 µg/g), кемферола (0,227µg/g и 0,429 µg/g), а генотип П₅ и

рутина (25,784 μg/g). Есцин је присутан у семену свих испитиваних генотипова, са највишим просечним садржајем у семену генотипова БП₂ и П₅ (4,04%).

У узорку семена, од тешких метала забележен је висок просечни садржај цинка (10,11 μg) и бакра (9,23 μg). Издваја се генотип П₅ са највишим просечним садржајем алуминијума (2,88 μg) и хрома (0,1 μg) у семену, док су највише вредности бакра (13,0 μg), гвожђа (13,2 μg), мангана (3,2 μg), никла (0,8 μg) и цинка (18,1 μg) забележене у семену генотипа П₁.

У узорцима земљишта дуж саобраћајнице Булевар Јаше Томића у Новом Саду, у дрвореду дивљег кестена, утврђен је садржај водорастворљивих соли и тешких метала. Просечне вредности садржаја соли у узорцима сондираним у априлу износе 0,10% на дубини од 0 до 30 cm, односно 0,11% на дубини од 30 до 60 cm, што је испод детерминисане горње границе. Узорци сондирани у августу 2012. године имали су виши садржај од дозвољеног (0,24% на дубини од 0 до 30 cm и 0,27% на дубини од 30 до 60 cm), што је последица асцендентног кретања соли услед суше. Као последица високог садржаја соли јавља се лисна хлороза, некроза, поновљено цветање и смањена виталност стабала. Анализа тешких метала (Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Co, Ni, Pb и Cr), из узорака земљишта, показала је њихово присуство у лакоприступачном и укупном облику, али не изнад дозвољених граничних вредности за еколошке услове Новог Сада.

Упознавање биолошког и производног потенцијала дивљег кестена представља важну полазну основу за унапређење расадничке производње и примене дивљег кестена за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

Датум прихватања теме од стране 13.12.2010. године

Сената:

ДП

Датум одбране:

ДО

Чланови комисије:

(име и презиме / титула / звање /
назив организације / статус)
КО

др Јелена Нинић-Годоровић, редовни професор,
у.н.о. Хортикултура и пејзажна архитектура,
Пољопривредни факултет, Нови Сад, ментор

др Саша Орловић, редовни професор, у.н.о.
Хортикултура и пејзажна архитектура,
Пољопривредни факултет, Нови Сад, члан

др Мирјана Оцокољић, ванредни професор,
у.н.о. Пејзажна архитектура и хортикултура,
Шумарски факултет, Београд, члан

др Веле Тешевић, ванредни професор, у.н.о.
Органска хемија, хемија природних производа и
аналитичка органска хемија, Хемијски факултет,
Београд, члан

др Љиљана Нешић, ванредни професор, у. н.о.
Педологија и агрохемија, Пољопривредни
факултет, Нови Сад, члан

University of Novi Sad
Faculty of Agriculture
Key word documentation

Accession number:
ANO

Identification number:
INO

Document type: Monograph documentation
DT

Type of record: Textual printed material
TR

Contents code: PhD thesis
CC

Author: Jelena Čukanović, MSc
AU

Mentor: Jelena Ninić-Todorović, PhD, Full professor
MN

Title: Biological and production characteristics of horse
chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) secondary
TI populations

Language of text: Serbian
LT

Language of abstract: eng. / srp.
LA

Country of publication: Serbia
CP

Locality of publication: Vojvodina
LP

Publication year: 2015
PY

Publisher: Author's reprint
PU

Publication place: Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8,
PP 21 000 Novi Sad, Serbia

Physical description: (chapter number 11 / pages 152 /, pictures 43 /,
PD tables 44/, figures 21/ references 286)

Scientific field: Biotechnology
SF

Scientific discipline: Horticulture and landscape architecture
SD

Subject, Key words
SKW Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), urban environment, phenophases, nursery production, secondary metabolites, soluble salts, heavy metals

UC 582.746.56: 551.502.42(043.3)

Holding data:
HD Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad

Note:
N

Abstract:
AB

Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) is endemic to the southern part of the Balkan Peninsula. It is a very interesting deciduous species for the study of secondary populations thriving on green spaces in Serbia, as well as a valuable source for the production of planting material for horticulture and landscape architecture.

The study aim is identification of horse chestnut genotypes from secondary populations developed on the green spaces of Vojvodina in a form of alleys, as individual trees or in group formations. Criteria for genotype evaluation as a horticultural seed resources are based on the work of **Stilinović and Tucović (1977)**. Biological characteristics of genotypes should provide focus for the production criteria of quality horse chestnut planting material, adaptability to urban environment conditions and resistance to the stress caused by abiotic factors.

In the breeding period, which lasted from 2008 to 2010 (**Čukanović, 2010**), 50 genotypes were recorded and rated at three sites: Bačka Palanka, Novi Sad and Sremski Karlovci. Seeds were collected, and the analysis of laboratory and field germination was conducted, along with morphological characterization of seedling growth indicators. The chemical composition of seeds was determined concurrently.

During the three-year period (from 2011 to 2013), based on the extant research findings, 17 genotypes with the best biological, manufacturing and medicinal seed properties were identified.

The selected individuals were monitored across different phenological phases—leafing, flowering and fruiting, with intermediate phases. Seeds were collected for determining the morphological and chemical characteristics. Mother trees are characterized by differences in physiological maturity, phenotype character, and seed utility value for nursery production. Generative reproduction of genotypes was monitored and the growth indicators of *half-sib* progeny analyzed.

Horse chestnut seed is an important raw material in pharmaceutical industry, owing to its medicinal properties. Seed chemical composition was determined, with an emphasis on oil content and composition of fatty acids, secondary metabolites and heavy metals. Heavy metal accumulation in the seed of the horse chestnut is present in secondary populations, as the parent trees are exposed to the urban environment.

Urban green space soil (urbisoil) is exposed to pollution, which is a further reason for investigating the effects of water-soluble salts and heavy metals on genotype adaptability.

Phenological observations of leafing, flowering and fruiting during the three-year period revealed statistically significant differences among genotypes and across study years. Due to a prolonged period of low temperatures in March and April 2013, significant differences in the initiation and duration of phenophases and intermediate phases were noted. The phenological phenomena of interest were typically delayed by 2 to 3 weeks.

Genotypes BDS₁ and BDS₂, in the three-year observation period, were characterized by significantly earlier occurrence of leafing and flowering phases, while the genotypes BP₄, SK₄ and SK₇ exhibited later onset of both phases.

Experimental trees, as separate seed sources for the use in horticulture and landscape architecture, produced regular and abundant yield. Based on the morphological seed characteristics, genotypes P₆ (with high values for length /29.83 mm/, width /35.56 mm/ and thickness /30.92 mm/ and P₃ (with high values for weight of seeds /17.63 g/) could be singled out.

Seeds for the needs of nursery production were stored in a cold chamber in controlled conditions, at a temperature of 4 to 6 °C. Sowing was carried out in the spring. The seed material of 17 genotypes, in the three-year period, exhibited very high field germination rate, averaging from 80.94% to 85.64%. Seedling percentage survival, determined at the end of the vegetation period and the beginning of a successive vegetation stage, ranged from 78.96% to 82.98%.

By measuring the growth indicators of one-year-old seedlings, average values for tree height (12.26 cm), root collar diameter (10.04 mm), root length (12.87 cm), tree weight (3.62 g), root mass (5.34 g), and number of I order roots (26.49) were determined. BDS₁ genotype could be distinguished due to the high values of measured indicators (19.20 cm for height, 17.51 cm for root length, 4.40 g for tree weight and 6.80g for root mass).

According to the growth indicators of two-year-old seedlings, genotypes BDS₁, BDS₂ and SK₄ could be singled out based on height (30.20cm, 35.80 cm and 35.68 cm). The highest tree base diameter values were measured for genotypes BDS₁ (19.20 mm) and BDS₂ (19.33 mm).

The average value of the above-ground height and tree base diameter for the three-year-old plant genotypes were 81.45 cm and 26.81 mm, respectively. In the third year of the horse chestnut seedling *in situ* development in the Rimski Šančevi nursery, maximum values for height and tree base diameter were found for genotypes BDS₁ (92.00 cm and 29.55 mm), BDS₂ (90.80 cm and 31.27 mm) and SK₄ (91.30 cm and 28.45 mm). Two-year-old seedling growth rate distinguished genotypes BDS₁, BDS₂ and SK₄, which also exhibited a remarkable growth in the third year of development in nursery.

On two- and three-year-old seedlings of genotypes BP₄, BP₅, BDS₁, BDS₂, P₅, P₆, SK₁ and SK₄, grafting of red chestnut hybrid was performed. Scion-rootstock compatibility was evident, and the average graft uptake was 82.36%. The applied English grafting technique produced good results, as a vegetative technique for red chestnut hybrid planting material production.

From the seed extract of these horse chestnut genotypes, 16 fatty acids were isolated and determined. A high proportion of unsaturated fatty acids, oleic in particular, was noted. The highest content was found in the seeds of genotype BDS₁ (59.10%). Genotypes P₅ and SK₁ are characterized by the highest values of quercetin (0.538 µg/g and 0.806 µg/g, respectively) and kaempferol (0.227 µg/g and 0.429 µg/g, respectively), while high levels of rutin were also found in genotype P₅ (25.784 µg/g). Escin was present in the seeds of all tested genotypes, with the highest average content in the seeds of genotypes BP₂ and P₅ (4.04%).

In the seed sample, heavy metal analysis revealed a high average zinc (10.11 µg/g) and copper (9.23 µg/g) content. The P₅ genotype can be distinguished due to the highest average seed content of aluminum (2.88 µg/g) and chromium (0.1 µg/g), while the highest values of copper (13.0 µg/g), iron (13.2 µg/g), manganese (3.2 µg/g), nickel (0.8 µg/g) and zinc (18.1 µg/g) were recorded in the seeds of genotype P₁.

In the soil samples taken along the Bulevar Jaše Tomića in Novi Sad, lined by horse chestnut trees, soluble salts and heavy metals were identified. Average salt content values in the samples probed in April were 0.10% and 0.11%, at the 0-30 and 30-60 cm depth, respectively, which is below the established upper limit. The soil samples probed in August 2012 had higher than allowed content, owing to the ascending salt movement due to drought. As a consequence of the high salt content, leaf chlorosis, necrosis, repeat flowering and reduced tree vitality occurred. Heavy metal (Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Co, Ni, Pb and Cr) analysis of the soil samples showed their presence in both readily available and overall form, albeit within the allowable limits for the Novi Sad environmental conditions.

Accepted on Senate on: 13.12.2010.

AS

Defended:

DE

Thesis Defend Board:

DB

Jelena Ninić-Todorović, PhD, Full Professor,
Faculty of Agriculture, Novi Sad, mentor

Saša Orlović, PhD, Full Professor, Faculty of
Agriculture, Novi Sad, member

Mirjana Ocokoljić, PhD, Associate Professor,
Faculty of Forestry, Belgrade, member

Vele Tešević, PhD, Associate Professor, Faculty of
Chemistry, Belgrade, member

Ljiljana Nešić, PhD, Associate Professor, Faculty of
Agriculture, Novi Sad, member

Захвалница

Користим прилику да се захвалим ментору, проф. др Јелени Нинић-Тодоровић, на искреној помоћи приликом избора теме, помоћи у току истраживања, конципирању и обликовању докторске дисертације.

Такође, искрену захвалност дугујем члановима комисије, проф. др Мирјани Оцокољић и проф. др Саши Орловићу, на стручним сугестијама за побољшање рада.

Проф. Велету Тешевићу захваљујем на корисним смерницама и помоћи приликом експерименталних испитивања.

Проф. др Љиљани Нешић дугујем посебну захвалност на драгоценим саветима у вези методологије и тумачења резултата педолошке анализе.

Зхваљујем се најближим колегицама на искреној подрици и помоћи у реализацији дисертације.

Бескрајно хвала породици на љубави, стрпљењу и подрици коју ми је несебично пружала за све време израде докторске дисертације.

САДРЖАЈ

1. УВОД	3
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	5
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	6
3.1. Распрострањење врсте	6
3.2. Систематика врсте.....	7
3.3. Биоеколошке карактеристике дивљег кестена	8
3.4. Секундарне популације дивљег кестена	10
3.5.Фенолошке појаве дивљег кестена	11
3.6. Хемијски састав семена дивљег кестена.....	12
3.7. Производња садног материјала дивљег кестена	14
3.8. Садржај соли и тешких метала у земљишту.....	15
4. РАДНА ХИПОТЕЗА.....	18
5. ЕКОЛОШКИ УСЛОВИ ПОДРУЧЈА ВОЈВОДИНЕ	19
5.1. Услови рељефа	19
5.2. Услови климе.....	19
5.3. Услови земљишта.....	20
5.4. Типови станишта.....	20
6. ПОПУЛАЦИЈЕ, ГРУПЕ И ИНДИВИДУЕ ДИВЉЕГ КЕСТЕНА	21
6.1. Секундарне популације дивљег кестена	21
6.2. Потенцијални извори семенског материјала	21
6.3. Биолошке особине семена генотипова дивљег кестена	25
6.3.1. Биохемијски садржај семена дивљег кестена по сакупљању, у току и након складиштења и чувања.....	25
6.3.1.1.Садржај воде у семену	25
6.3.1.2. Садржај скроба у семену.....	25
6.3.1.3. Садржај масти у семену	25
6.3.1.4.Садржај протеина у семену	25
6.3.2. Лабораторијска клијавост семена дивљег кестена	33
6.3.3. Услови средине расадника на Римским Шанчевима	36
6.3.3.1. Климатски услови.....	36
6.3.3.3 Услови земљишта	36
6.3.3.3. Технички услови у расаднику	36
6.3.4. Теренска клијавост семена и показатељи раста сејанаца дивљег кестена.....	38
7. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	42
7.1. Експериментална стабла дивљег кестена	42
7.2. Метод рада за експериментална стабла дивљег кестена.....	44
7.2.1. Фенолошка опажања експерименталних стабала.....	44
7.2.2. Сакупљање и одређивање морфолошких својстава семена	46
7.2.3. Одређивање хемијског састава и тешких метала у семену	46
7.2.4. Складиштење и чување семена	47
7.2.5. Размножавање дивљег кестена.....	48
7.2.5.1. Генеративно размножавање	48
7.2.5.2. Вегетативно размножавање	48
7.2.6. Садржај водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту.....	50
7.2.7. Статистичка обрада података	52
8. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	53

8.1. Биометријски подаци за експериментална стабла дивљег кестена.....	53
8.1.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената морфолошких особина експерименталних стабала дивљег кестена	56
8.2. Фенолошка осматрања експерименталних стабала дивљег кестена.....	59
8.2.1. Фенофаза листања дивљег кестена	59
8.2.1.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу листања дивљег кестена.....	59
8.2.2. Фенофаза цветања дивљег кестена	69
8.2.2.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу цветања дивљег кестена.....	59
8.2.3. Фенофаза образовања плодова дивљег кестена	76
8.2.3.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу образовање плодова и сазревање семена дивљег кестена.....	59
8.3. Морфолошка својства семена дивљег кестена.....	83
8.3.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената морфолошких својстава семена дивљег кестена	85
8.4. Хемијски састав семена дивљег кестена.....	87
8.4.1. Садржај воде, скроба и масти у семену експерименталних стабала дивљег кестена	87
8.4.2. Садржај секундарних метаболита у семену дивљег кестена.....	93
8.4.3. Садржај тешких метала у семену дивљег кестена	98
8.4.3.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената за садржај тешких метала у семену дивљег кестена.....	98
8.5. Карактеристике <i>half-sib</i> потомства експерименталних стабала дивљег кестена	101
8.5.1. Клијавост семена и преживљавање сејанаца дивљег кестена.....	101
8.5.1.1. Клијавост семена	101
8.5.1.2. Преживљавање сејанаца	101
8.5.2. Показатељи раста сејанаца дивљег кестена	104
8.5.3. Размножавање дивљег кестена резницама	111
8.6. Садржај водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту на коме су одгајени линијски засади дивљег кестена	112
8.6.1. Садржај водорастворљивих соли у земљишту	112
8.6.2. Садржај тешких метала у земљишту	115
9. ДИСКУСИЈА.....	118
9.1. Биометријска анализа експерименталних стабала дивљег кестена	118
9.2. Фенофазе дивљег кестена у секундарним популацијама	119
9.3. Биохемијске карактеристике семена дивљег кестена.....	122
9.4. Производне карактеристике дивљег кестена.....	124
9.5. Утицај соли и тешких метала из земљишта на адаптивност стабала дивљег кестена.....	127
10. ЗАКЉУЧАК	130
11. ЛИТЕРАТУРА.....	137
БИОГРАФИЈА.....	152

1. УВОД

Дендрофлора има важну функцију у урбаним срединама. Развој друштва, подизање индустријских постројења и увећање саобраћаја, доприносе све већем загађењу ваздуха, земљишта и вода. Слободни и зелени простори су угрожени интензивним ширењем насеља и градова. Светлосни и температурни услови, суша, промена рН вредности земљишта, прекомеран садржај соли и тешких метала, су неки од лимитирајућих чинилаца урбане средине. Измењени еколошки фактори градова и насеља утичу и ометају функције живих организама.

Осим санитарно-хигијенских, истичу се инжењерско-техничке, социолошке, културно-просветне, економске, естетске и многе друге функције које дрвеће поседује (Beckett i sar., 1998; Randrup i sar., 2000, Akbari i sar., 2001; Chen, 2004; Anastasijević, 2007). Мноштво позитивних функција урбаних зелених простора говори у прилог њиховом ширењу и очувању (Czerwieniec i Lewińska 1996; Szczepanowska 2001; Saebo i sar., 2003; Tyrvainen i sar., 2005). Својом разноврсношћу дрвеће употпуњује и оплемењује градски пејзаж, повећава релативну влагу и снижава прекомерну температуру ваздуха, умањује негативне ефекте ветра и има улогу филтера штетних ултравиолетних зрачења. Представља оазу биодиверзитета, станиште је за инсекте, птице и сисаре и извор хране за фауну.

Дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) спада је листопадна врста из поделељка *Magnoliophyta*, која у великој мери поседује све предиспозиције да испуни наведене функције. Ендемит јужног дела Балканског полуострва, дивљи кестен је због својих позитивних особина веома често у прошлости коришћен за различите намене. Употреба врсте на нашим просторима забележена је у народној медицини. Фармаколог и академик Јован Туцаков, детаљно је истражио лековита својства вегетативних и генеративних органа дивљег кестена. Наводи да у котиледонима има 40-60% скроба, 5-8% сапонина, 5-8% уља, 6-8% беланчевина, гликозида ескулина, горких материја, стерола, флавона, витамина В₁, С и К, а у семењачи 2% танина. Почетком XX века почела је екстракција скроба од кога се и данас прави алкохол, ацетон, декстрин и други важни технички производи. У хуманој медицини користи за лечење болести венозног система (Туцаков, 2010).

У XVII веку дивљи кестен је из природних састојина пренет на тло читаве Европе. Од тада су и прве спознаје о његовим лековитим својствима. У исто време почиње да се интензивно гаји на зеленим просторима у градовима. Постоје записи из XVIII века да се семе сакупљало и користило у исхрани домаћих животиња, затим као лек за плућне болести коња. Век касније, семе дивљег кестена на тлу Европе се користи за лечење људи. Напретком науке и технологије, детаљно је проучен хемијски састав семена дивљег кестена. Данас се поуздано зна да оно садржи велики број неорганских и органских материја заслужних за лечење многих обољења. Примарна лековита супстанца пронађена у семену дивљег кестена је есцин, који представља смешу тритерпена сапонина која егзистира у два облика, α и β . Од ове две форме есцина, β -есцин чини његову активну компоненту и заслужан је за употребу у фармацеутске сврхе. То су током 1960. године доказали научници **Lorenz** и **Marek** који су установили да ова компонента има противупално дејство и смањује отоке. Екстраховани су разни биофлавоноиди, као што су кверцетин и кемферол, проантоцијанид А₂ који је снажан анти-оксиданс, кумарин, фраксин и ескулин (**Bombardelli i sar., 1996; Sirtori, 2001**). Осим семена, лековите материје садрже и

други органи дивљег кестена, кора, пупољци и цветови (**Deli i sar., 2000**). Спектар лековитих својства екстракта семена и других органа дивљег кестена се значајно проширио, тако да је познато и његово антимицозно, антибактеријско и антиканцерогено дејство (**Konoshima i Lee, 1986; Fant i sar., 1999**).

Познавање функција вегетативних и генеративних органа дивљег кестена, оправдано је за изучавање биолошких и производних карактеристика. Поред коришћења у хортикултури и пејзажној архитектури, унапређење производње би допринело плантажном гајењу дивљег кестена за потребе фармацеутске индустрије. Дивљи кестен нема природне популације на територији Србије, али су значајне површине које заузимају секундарне популације.

Селекцијом из секундарних популација доприноси се очувању вредних генотипова применом различитих метода умножавања. На тај начин ствара се јединствен генофонд, са потомством које носи позитивна својства. Предселекција и селекција су усмерене на издвајања индивидуа на основу фенотипова прилагођених на неповољне услове урбане средине, док редовно и обилно плодоношење, висока клијавост семена, повољан састав и однос хемијских материја у семену омогућавају усмерену производњу садног материјала дивљег кестена.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Производња садног материјала дивљег кестена у нашим расадницима базирана је на емпијским основама. Методе осматрања и експериментални рад треба да утврде елементе производног процеса и употребну вредност семена дивљег кестена. Експериментална стабла су на основу признатих критеријума у хортикултури и пејзажној архитектури издвојена са зелених простора, где је изузетно присутан. Индигена је врста јужног дела Балканског полуострва, а као гајена примењује се на зеленим површинама у Србији, Европи и свету.

Циљ истраживања је издвајање генотипова дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) из секундарних популација за потребе сакупљања семенског материјала за испитивање лабораторијске и теренске клијавости, генеративног и вегетативног начина производње садног материјала. Показатељи раста *half-sib* потомства треба да укажу на развијеност сејанаца, односно усмере производни процес за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре, а да се користе као подлога за примену метода калемљења хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Hayne). Утврђивање морфометријских и хемијских карактеристика семена треба да укаже на варијабилност генотипова у зависности од експерименталних стабала и утицаја урбане средине.

У дрвореду дивљег кестена изложеног утицају засипања индустријске соли у току зимских месеци, у узорцима земљишта треба да се установи концентрација водорастворљивих соли и тешких метала. Садржај соли и тешких метала у границама дозвољених концентрација, указао би на адаптивност кореновог система индивидуа дивљег кестена у урбаним срединама.

Добијени резултати биолошких карактеристика треба да користе изналажењу оптималних технолошких метода за производњу садница дивљег кестена. Корелација биолошких особина генотипова и услова средине усмериће селекцију семена за производне и фармацеутске потребе.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1. Распрострањење врсте

Дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum*, L.), као арктотерцијарни ендемит јужног дела Балканског полуострва, распрострањен је у планинском региону Албаније, Грчке, Бугарске и Македоније (слика 1). Његово присуство је евидентирано у природним састојинама са орахом (*Juglans regia* L.), мезијском буквом (*Fagus moesiaca* (K. Malý) Czezcott), црним грабом (*Ostrya carpinifolia* L.), црним јасеном (*Fraxinus ornus* L.), млечом (*Acer platanoides* L.), и другим врстама у полоју реке Црни Дрим (**Вукићевић, 1997**). Тридесетих година XX века истраживач **Fuller (1930)**, описујући вегетацију Балканског полуострва, наводи да се дивљи кестен налази у заједници са орахом (*Juglans regia* L.), оријенталном буквом (*Fagus orientalis* Lipsky) и црним грабом (*Ostrya carpinifolia* L.). Заједнице ових врста налазе се, како наводи аутор, на транзиционом подручју, са еколошким карактеристикама централно-европске и медитеранске области. Фитоценолог **Ем (1959 и 1967)** је на више места у западној Македонији евидентирао присуство дивљег кестена. У северној Грчкој (Епир и Тесалија) у планинском региону јавља се на надморским висинама од 1000 до 1300 m (**Tomaneck, 1994**), док је у Бугарској присутан и у приобалним шумама (**Fukarek, 1983**). Ова природна станишта због велике релативне влаге ваздуха имају карактер рефугијума, односно збегова у којима се поред дивљег кестена, сачувао велики број других реликтних биљних врста.

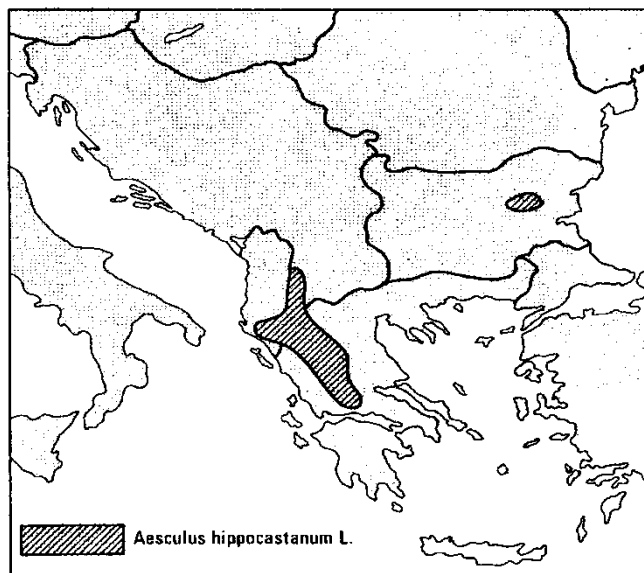
Према подацима које наводи **Krüssman (1984)**, у доба Византије дивљи кестен је са својих природних станишта пренет у Цариград. Током 1576. године пренет је, од стране Клузиуса (*Clusius*), тадашњег управника врта Светог Римског Царства, у Венецију. Из Венеције даље се преноси у Централну и Западну Европу. У XVII веку дивљи кестен почиње да се гаји плантажно за потребе озелењавања односно као украсна врста. Џон Церард је 1633. године је дао први опис дивљег кестена који расте као веома моћно дрво у висину и има широку крошњу што га чини погодним дрветом за стварање хлада. Аутор **Chaney (1995)** при испитивању примене врсте, описује улице Париза у време цветања дивљег кестена.

Естетска вредност дивљег кестена је субјективна, а детерминисана је декоративношћу цветова, плодова, листова због чега се сматра да у свим аспектима године има веома високу естетку вредност. Хабитус га чини погодним за примену у хортикултури и пејзажној архитектури (**Chanon, 2005**). С обзиром на висок степен адаптивности на различите еколошке услове средине, гајење дивљег кестена присутно је на подручју читаве Европе, Средњој Азији, Блиском Истоку, а касније и у САД-у (**Sirtori, 2001**).

Испитивања адаптивности дивљег кестена на температурне услове искључују могућност употребе на зеленим површинама крајњег севера Европе (**Seneta и Dolatowski, 2005**). Користи се у парковима, дрворедима и на свим категоријама јавних зелених површина европских градова. У Берлину се сматра једним од најчешће коришћених лишћара за озелењавање (**Damm, 2008**), а у Пољској је уобичајена декоративна врста у парковима (**Walz, 1991; Zajaczkowski, 2001**).

На подручју Србије дивљи кестен је алохтона врста и због тога је интересантно проучавање његове адаптивности на еколошке услове, као и на измењене услове урбане средине (**Чукановић, 2010**). У секундарним популацијама присутан је на свим

категоријама зелених површина, различите намене, али највише у дрворедима, парковима, у школским двориштима и двориштима верских објеката.



Слика 1. Ареал распрострањања дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L. /извор: Шумарска енциклопедија, 1983/)

3.2. Систематика врсте

Шведски научник Карл Лине је први дао класификацију рода *Aesculus* L. 1737. године (Chanon, 2005). Заједно са блиским родом *Bilia* Peug., овај род чини фамилију *Hippocastanaceae* у реду *Sapindales*, који садржи пет фамилија распрострањених на обе земљине хемисфере. Како наводе Forest i sar. (2001) фамилија *Hippocastanaceae*, која је детерминисана од стране Рах-а 1896. године, садржи 13 врста из рода *Aesculus* L. и 2 врсте из рода *Bilia* Peug. Аутори, међу којима и ботаничар Wang (1939,) сматрали су да ову фамилију не треба одвајати од фамилије *Sapindaceae*. Међутим, аутор Hardin (1957a, b; 1960) је на основу морфолошких истраживања потврдио посебност фамилије *Hippocastanaceae*. Према Singh-у (2004), овај метод таксономске класификације је у свету најчешће прихваћен.

У роду *Aesculus* L. има 25 врста распоређених у четири секције: *Hippocastanum* K. Koch; *Calothyrsus* K. Koch; *Pavia* K. Koch и *Macrothyrsus* K. Koch. Већина представника рода *Aesculus* L., као и њихови таксони, се често срећу у урбаним ценозама умерених зона где показују врло велику адаптивност (Оцокољић, 2006).

У Србији се најчешће гаји дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) и хибрид црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Haune.), настао између *Aesculus hippocastanum* L. и *Aesculus pavia* L. из секције *Hippocastanum* K. Koch. Из секције *Pavia* K. Koch гаји се црвени кестен (*Aesculus pavia* L.), који је пореклом са истока Северне Америке и карактеристичан је по црвеним цветовима. Истој секцији припада и жути дивљи кестен (*Aesculus octandra* Marsh.) пореклом из Северне Америке са цветовима светложуте боје и плодовима без бодљи који су токсични за људе (Вукићевић, 1997). Из секције *Macrothyrsus* K. Koch гаји се жбунаста врста са ситним цветовима (*Aesculus parviflora* Walt.), пореклом из Северне Америке.

О пореклу имена дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) постоји неколико извора. Аутор **Howard (1945)** сматра да назив потиче из доба Плинија од латинског термина *esca*, који се односи на хранљиву материју. Такође, назив рода *Aesculus* сматра се да потиче од имена римског бога здравља *Aesculapius*-а (**Furlow, 1991**), док **Bombardelli i sar. (1996)**, сматрају да су Римљани реч *Aesculus* користили као синоним за храстове. На нашим просторима у народу, дивљи кестен још називају и коњски кестен, вероватно зато што се користио у исхрани и за лечење коња (**Tucakov, 2010**).

3.3. Биоеколошке карактеристике дивљег кестена

Дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) је листопадно дрво које при повољним еколошким условима достиже висину од 25 до 30 m. У старости од око 200 година, пречник дебла може да буде и до 1 m.

Крошња дивљег кестена је јајасто-округласта са ретким гранама, густо лисната, широка и разграната (слика 2а). Кора је дуго глатка, тамносмеђа, а касније браздасто, неправилно испуцала (слика 2б). Са унутрашње стране је наранцасто-браон боје. Коренов систем је јако развијен, површински.

Гранчице су дебеле са израженим лисним траговима и приметним лентицелама. Терминални пупољак је знатно већи (до 2,5 cm) од бочних. Љуспе пупољака су кестењасте боје и смоласто лепљиве (слика 2в). Лист је прстасто дељен, са обично 7 (ређе 5) листића на заједничкој, дугачкој дршци (слика 2г). Листићи су обрнуто јајасте, при основи клинасти, седећи, горе зашиљени, неправилно валовито назубљени, са паралелном нерватуром. Млади листићи су вунасто длакави, 8-20 cm дуги и 4-10 cm широки. Средњи листић је највећи, а доња два су најмања. Током вегетације листови су тамнозелене боје која у јесен прелази у жуту или браон боју.

У старости од 10-15 година постиже физичку зрелост, а потом богато цвета сваке године. Цветови су у великим усправним метлицама дужине 12,5-30 cm и ширине 5-12 cm. Распоред цветова у цвасти је карактеристичан: при дну цвасти цветови су функционално женски, у средини цвасти хермафродитни, а на врху цвасти, мушки. Цветови су беле боје са жутим или црвенкастим мрљама, при основи имају жуте истурене прашнике. Образују са након листања у априлу или мају.

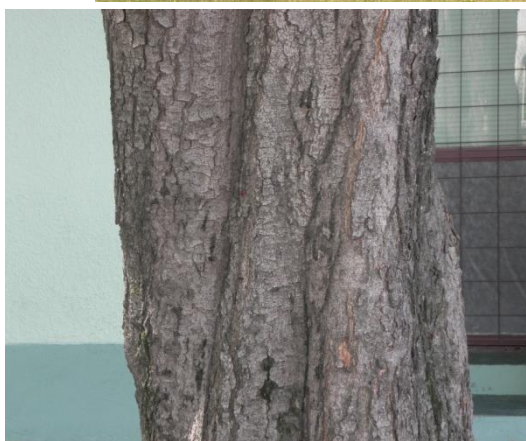
Плод дивљег кестена је месната чаура покривена меким израштајима или може бити без израштаја што је ређи случај. Чаура је пречника од 5 до 6,5 cm. Зелена боја чауре са сазревањем семена постепено се мења и прелази у браон боју. Чаура је састављена из 3 карпеле са перикарпом и садржи 1-3 спљоштена семена. Семењача је кожаста, кестењасте боје са великом белом пегом. Сазрева у септембру-октобру.

Дивљи кестен је врста која најбоље расте на свежем, хумозном, дубоком и хранљивом земљишту, у условима пуне осунчаности или благе засене. Лако се адаптира на различите рН вредности земљишта као и на антропогено измењена земљишта. У екстремним условима суше или влаге земљишта не успева добро. Може да издржи ниске температуре и до -30°C. Успевање дивљег кестена условљава суша, патогени и напади штеточина. Изражена је појава минер листа дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić).

Поред основне врсте, која се широко гаји у урбаној средини, издвојен је велики број нижих таксона дивљег кестена. Познати су 'Baumanii' са пуним белим и стерилном цветовима, 'Albovariegata' са листовима који имају беле пруге, 'Luteo-variegata' са листовима који имају жуте пеге и 'Pyramidalis', са пирамидалном крошњом (**Вукићевић, 1997; Оцокољић и Нинић-Годоровић, 2003**).



а)



б)



в)



г)

Слика 2. а) Крошња дивљег кестена, јесењи аспект; б) Изглед коре дебла; в) Гранчица са терминалним пупољком; г) Сложени лист дивљег кестена са израженом нерватуром (извор: Чукановић, 2011)

Многи аутори дивљи кестен сматрају најлепшим лишћаром Европе. Интересантан је за примену у групама на различитим категоријама зелених површина и у виду већих масива због моћног раста, компактно широко овалне крошње, орнаменталних и крупних листова и великих белих цвасти. У дрворедима се користи због правог стабла, правилно облог дебла, густе крошње и обилног цветања. Аутори **Ocokoljić i Stojanović (2009)** наводе да се дивљи кестен карактерише адаптивношћу и дуговечношћу, те због успешне доместификације има посебну улогу у урбаном окружењу у Србији и широм света. До изражаја долази при појединачној садњи на травњаку или већој слободној зеленој површини.

Етноботаничка примена дивљег кестена датира још из времена античке Грчке, када су људи хранили коње семеном и користили га као лек против кашља и слабости организма (**Mitchell, 1987; Bombardelli i sar., 1996;**). Вероватно због те примене дивљи кестен се још назива и коњски кестен. Назив на енглеском гласи *horse chestnut*, на немачком *Roßkastanie*, руском *конский каштан* и француском *châtaignier de cheval* (**Симоновић, 1959**). Вековима касније, Европљани су га користили за различите намене. Дрво је коришћено као гориво, а кора и семе као анти-пиретик.

Домаћи и страни аутори, указују на значај коришћења и примене семена, листова и коре дебла и грана дивљег кестена у фармацеутској индустрији и хемијској преради (**Konoshima i Lee, 1986; Profumo i sar., 1990; Gastaldo i Caviglia, 1996; Baraldi i sar., 2007; Capusta i sar., 2007; Ocokoljić i sar., 2011.**).

3.4. Секундарне популације дивљег кестена

Зелени простори у оквиру градске средине представљају компоненту урбаног екосистема јер умањују негативне ефекте средине (**Damm, 2008**). Функционалност зелених простора је могућа само правилном употребом биљног материјала, што подразумева примену генотипова који су адаптирани на еколошке услове урбане средине који умањују и негативне ефекте. Како наводе **Grimm i sar. (2008)**, урбану средину најчешће карактерише повишена просечна температура ваздуха као и повећана концентрација издувних гасова и атмосферских загађивача у поређењу са окружујућом, руралном средином. Такође, присутна загађеност ваздуха и земљишта као и појава тзв. „топлотних острва“ стварају дебаланс водног и режима исхране, што се негативно одражава на биљке присутне у урбаној средини (**Craul, 1999; Unger i sar., 2001**).

Последица интензивног економског и индустријског развоја је повећана емисија загађујућих супстанци у атмосфери (**Šućur i sar., 2010**). Такође, повећање интензитета саобраћаја негативно се одражава на загађеност ваздуха у урбаној средини, јер долази до нагомилавања суспендованих честица у ваздуху, аеросоли и штетних елемената у околини саобраћајница (**Bargagli, 1998; Rajšić i sar. 2008**). Према ауторима **Harrison i sar. (2003)** концентрација штетних елемената као што су бакар, цинк, олово и други, повећава се радом моторних возила и интензивним развојем саобраћаја. Тешки метали у биљним органима и земљишту инхибирају физиолошке процесе, ензимске и метаболичке реакције (**Kramer i Kozłowski, 1979; Kabata-Pendias i Pendias, 1986**).

У секундарним популацијама као и на природним стаништима, дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum*, L) је угрожен од више биотских и абиотских фактора, а пре свих од стране масовне појаве минера листа дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić,) (**Ocokoljić, 2006**). Минер листа дивљег кестена установљен је први пут на подручју Охрида, Македонија (**Deschka i Dimic, 1986**). Одатле потиче научно име врсте – *ohridella*. Са тог подручја минер листа се даља шири преко Аустрије на читаву

Европу (**Thalmann i sar., 2003**). Присуство ове штеточине евидентирано је 1998. године у већим деловима Централне и Источне Европе (**Pelov, 1993; Freise i Heitland, 2001; Guichard i Augustin, 2002**), а 2002. године у Великој Британији (**Tilbury i sar., 2004; Straw i Tilbury, 2006**). Аутори **Villalva i Del Estal (2003)** уочавају појаву минера дивљег кестена у Шпанији, Данској (**Karsholt i Kirstensen, 2003**) и Украјини (**Akimov i sar., 2003**). На природним стаништима убрзану експанзију појаве минера описали су **Trenchev (2000)** и **Avtizis (2001)**. Аутори **Thalmann i sar. (2003)** наводе да се ларва минера дивљег кестена храни паренхимом листа. У зависности од климатских карактеристика подручја на ком се налази, инсект развија од две до четири генерације у једној години и презимљава у стадијуму лутке у земљишту или опалом лишћу, те се активира на пролеће наредне године (**Freise i Heitland, 2001**).

Стабла дивљег кестена која су нападнута од стране минера листа трпе озбиљна оштећења током вегетације. У почетку напада јавља се превремена дефолијација од средине летњих месеци, са појавом друге генерације инсекта (**Salleo i sar., 2003**). Инфекција минером директно утиче на фотосинтетичку активност јединки, а испитивања указују на значајно скраћење фотосинтетичког периода (**Raimondo i sar., 2003; Takos i sar., 2008**). Редукована продукција фотосинтезе резултира слабом покретљивошћу гасова у листовима, што ограничава усвајање воде и хранива (**Kosola i sar., 2001**). Аутори **Naidoo i Lechowicz (1999)** наводе да дугогодишња дефолијација смањује висински прираст биљке, с обзиром на ниску покретљивост угљеника у биљним органима.

Истраживач **Gross (1991)** истиче да напад минера листа утиче на родност стабала, а **Thalmann i sar. (2003)** указују на смањење масе семена пореклом са инфицираних индивидуа. Грчки аутори **Takos i sar. (2008)** су установили да је присуство лисног минера негативно утицало на масу семена, али да се није одразило на клијавост и виталност сејанаца.

Аутори **Nardini i sar. (2004)** не препоручују тоталну хемијску заштиту употребом инсектицида. Предлажу алтернативне методе заштите, као што је сакупљање и уништавање опалог лишћа у јесен, чиме се у значајној мери може утицати на ширење штеточине, а уједно и на очување животне средине.

У урбаним срединама, где дивљи кестен представља једну од најчешће коришћених орнаменталних врста, превремена дефолијација ствара значајан естетски проблем и завређује пажњу у циљу правовремене заштите стабала (**Kehrli i Bacher, 2003; Thalmann i sar., 2003; Nardini i sar., 2004**).

3.5.Фенолошке појаве дивљег кестена

Фенологија је научна дисциплина која се бави истраживањима везаним за време појављивања одређених биолошких фаза, њихових међусобних односа, као и утицајем абиотских и биотских фактора који на њих утичу (**Leith, 1974**). Бављење фенолошким осматрањима има дугу традицију која датира неколико векова уназад и повезана је са интересовањима људи везаним за раст и развој биљака и њихову повезаност са климатским карактеристикама (**Ruml i Vulić, 2005**). Према наводима **Batos (2010)** још је 1751. године шведски ботаничар Карл Лине (*Carl von Linne*) у делу „*Philosophia Botanica*“ први описао методе састављања фенолошких календара на основу листања, цветања, сазревања семена, плодова, опадања листова. Објаснио је утицај временских услова на фенолошке појаве. Од тада почиње убрзано инетресовање за фенолошка

опажања у зависности од климатских промена (**Crick i sar., 1997; Menzel i Fabian, 1999; Sparks i sar., 2000; Penuelas i sar., 2002**).

Фенолошким појавама дрвенстих врста бавили су се многи домаћи аутори: **Нинић-Годоровић, 1990; Оцокољић и Нинић-Годоровић, 2003; Батос, 2010.; 2012.**) Изучавали су фенофазе листања, цветања, плодоношења, као и дужину трајања појединих фенофаза. С обзиром да су дрвенасте врсте погодне за вишегодишње праћење фенолошких појава због дугог животног века, овом проблематиком бавили су се и бројни страни аутори и у већини случајева су испитиване фазе повезивали са температуром ваздуха у моменту осматрања (**Kramer, 1957; Maksimov, 1961; Starshova, 1972; Kukava, 1988; Candau i sar., 1994; Fitter i sar. 1995; Braslavská i Kamensky, 1999; Menzel i Fabian, 1999; Beaubien i Freeland 2000, Menzel 2000; Walther i sar., 2002; Parmesan i Yohe, 2003; Root i sar., 2003; Thomas i sar., 2004; Parmesan, 2006**).

У публикацијама бројних аутора (**Fitter i sar., 1995; Walkovszky, 1998; Wielgolaski, 1999; Sparks i sar. 2000**), константована је позитивна и висока корелација између фенофаза које се дешавају у пролеће и температуре ваздуха. Аутори **Walther i sar. (2002)** уочавају раније кретање вегетације у пролеће, а каснији завршетак вегетационог периода у јесен, што указује на утицај температуре ваздуха на физичке и хемијске процесе у биљкама (**Van Wijk i sar., 2003**).

У референци (**Kremer, 2001**) наводи сазнања о фенологији дивљег кестена коју је установио Етингер током 1882. године. Забележено је да је почетак цветања дивљег кестена, на локалитету околине Загреба, било 4. априла, а 1883. године 5. маја. Међутим, Етингер у раду не даје податке о климатским приликама у годинама осматрања који су узроковале ову значајну разлику у времену цветања. Према опажањима **Urbani (1914)** фенолошке фазе у планинским пределима касне са цветањем од 3 до 4 дана са повећањем надморске висине за 100 m. Исти аутор је закључио да почетак вегетације у Загребу наступа и до 10 дана раније него у околним селима. У раду **Krüssmann-a (1976)**, наводи се да дивљи кестен цвета након листања и да цветање траје од маја до јуна месеца.

Констатацију да почетак вегетације у урбаним срединама наступа раније него у руралним, потврђују аутори у радовима везаним за фенологију дрвенстих врста (**White i sar., 2002; Defila i Clot 2003; Zhang i sar., 2004; Fisher i sar., 2006**). Као објашњење наводе повишене температуре ваздуха у градовима, које изазивају појаву тзв. „топлотних острва“ која директно утичу на ранији почетак вегетације.

Значај изучавања фенолошких фаза дрвенстих врста се огледа и у важности правилног одабира врста за примену у урбаним срединама. Важна особина је отпорност према нападу болести и штеточина. Аутори **Klaper i sar. (2001)** указују на значај изучавања индивидуалне варијабилности у погледу почетка појединих фенофаза и трајања, као и интеракција генетичких фактора и фактора спољашње средине. У урбаној средини дивљи кестен је угрожен од стране минера листа (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić) и низа абиотских фактора. С обзиром да је један од симптома напада минера превремена дефолијација аутори **Vilhar i sar. (2003)** указују на тешкоће приликом осматрања фенофазе листања код дивљег кестена.

3.6. Хемијски састав семена дивљег кестена

Семе дивљег кестена садржи широк спектар неорганских и органских материја, које имају утицај на метаболизам семена и биљке. Према подацима Шумарске енциклопедије (**Туцовић, 1983**) семе дивљег кестена садржи 34% скроба и 15%

беланчевина. Екстракцијом је издвојено 4-6% уља, тамножуте до зеленкастосмеђе боје, специфичног мириса и укуса. Уље се састоји углавном од олеина, мање количине линолеина, палмитина и стеарина. Према **Стилиновићу (1985)**, главни састојци семена дивљег кестена су беланчевине (7%), масти (2%) и скроб (65%). Аутори **Лемајић и сарадници (1985)** су констатовали да скроба у семену дивљег кестена има највише (40-60%), а екстраховани су уље, беланчевине, есцин, горке материје, танини, пурински деривати, витамини В₁, С и К што је од значаја за фармацеутску индустрију. Исти аутори закључују да проучавање семена дивљег кестена, заслужује пажњу у погледу масних материја, како садржаја уља тако и у погледу састава и заступљености појединих масних киселина. Иако је садржај уља у семену релативно низак у односу на семе језграстих култура (**Ninić-Todorović i sar. 2011, 2012**), оно се може лако и брзо сакупити у великим количинама.

Према ауторима **Baraldi i sar. (2007)** семе дивљег кестена садржи полисахариде, протеине, липиде, минералне материје и многе друге компоненте које су међусобно у синергији градећи комплексне структуре. Интересантно је за изучавање од стране биолога, биоинжињера, хемичара и фармаколога.

Активне компоненте семена дивљег кестена према мишљењу аутора **Tripathi, J. i Tripathi, L.N. (2003)** коришћене су као лековите пре више хиљада година. У монографији **Станковић (1995)** наводи да се испитивања хемијског састава семена дивљег кестена, обављена од стране научника Фремија 1835. године, односе на изолацију сапонина. Указује да је научник **Bon** у XVIII веку истакао терапеутска својства семена дивљег кестена у лечењу високе температуре, а **Artault de Vevey 1886.** године истиче значај ове биљке у терапији против хемороида. Лековитим својствима семена дивљег кестена и значају за здравље људи бавили су се аутори **Deli i sar., 1998., Yang i sar., 1999., Oda i sar., 2000., Wei i sar., 2005.,** а **Baraldi i sar. (2007)** истичу да сапонин есцин показује значајне резултате у специфичним терапијама.

У публикацијама **Lorenz i sar., 1960; Gulliaume i sar., 1994** и **Schrader i sar., 1995**, указују на значај екстракта семена дивљег кестена као традиционалног лека који се користи у лечењу хроничне венске слабости. У литератури је описана цитотоксична и антиканцерогена активност неких сапонина изолованих из различитих органа дивљег кестена, пре свега хипокаескулина (*hippocaesculin*), од стране **Konoshima и Lee (1986)**. Позната су и антибактеријска и антимикозна својства компоненти семена дивљег кестена (**Fant i sar. 1999**). Аутор **Costantini (1999)** развио је практичан и поуздан метод за квантитативну детерминацију есцина, који је погодан за коришћење у фармацији. Овај метод је специфичан и поуздан, те се успешно примењује за детерминацију есцина у комерцијалне сврхе.

Аутор **Sirtori (2001)** наводи да је есцин најважнија активна компонента семена дивљег кестена, врсте која је одлично прилагођена различитим условима средине и која је распрострањена у секундарним популацијама широм света.

Есцин представља природну смешу тритерпенских сапонина (**Hostettmann i Marston, 1995; Costantini 1999; Merck, 2001**). Егзистира у две форме, као α и β есцин. Ова компонента је показала изузетне резултате у клиничком лечењу хроничне венске инсуфицијенције и пост-оперативних едема. Делује тако што инхибира рад неких специфичних ензима (**Facino i sar., 1995**) и утиче на активацију леукоцита који се накупљају у оболелим екстремитетима у случају хроничне венске инсуфицијенције (**Rathbun i Kirkpatrick, 2007**). Да би се повећао садржај и концентрација есцина у органима дивљег кестена аутори **Dameri i sar. (1986), Profumo i sar., (1990) и Gastaldo i sar. (1996)** развили су различите методе *in vitro* репродукције и тиме истакли фармаколошки значај. Семе дивљег кестена за потребе фармацеутске индустрије је најважније управо као сировина за екстракцију комплекса тритерпенских сапонозида-

есцина. Имајући у виду значај есцина, проблематиком су се бавили **Bisler (1986)** и **Matsuda i sar. (2007)**.

Познат је позитиван ефекат есцина на кожу, тако да се налази као компонента многих крема и масти (**Willkinson i sar., 1999**).

Поред есцина из семена дивљег кестена могу се издвојити и просапогенин, бифлавоноиди, кверцетин, кампеферол, ескулин, проантоцијанидин А₂, фраксин и друге биолошки активне компоненте (**Bombardelli i Morazzoni, 1996; Sirtori, 2001, Kapusta i sar., 2007**).

3.7. Производња садног материјала дивљег кестена

Дивљи кестен се умножава генеративним и вегетативним методама. Према **Стилиновић-у (1985)** чување семена спада у ред значајнијих задатака у условима организоване расадничке производње. Аутор наводи да је поступак руковања семеном до момента сетве, веома важан за успех генеративног размножавања.

Семе дивљег кестена је рекалцитрантно, што подразумева да се са губитком воде у семену смањује клијавост. Аутори **May (1963)** и **Rudolf (1974)** наводе стратификацију у влажном песку на температури од 5°C у периоду од 120 дана за успешно клијање семена. Услови чувања према наводима **Bonner-a (1978)**, имају утицаја на клијавост семена дивљег кестена. Најзначајнији параметри, које је потребно пратити у току складиштења семена дивљег кестена, јесу садржај влаге у семену и температура чувања (**Bonner i sar., 1994**).

Аутори **Suszka i sar. (1994)** указују да рекалцитрантно семе услед прекомерног сушења губи животну способност. Према истраживањима **Милошевић и сарадника (1996)** најбољи начин складиштења семена, који не узрокује промене биолошких особина, постиже се ефикасном регулацијом влаге и температуре. Истраживачи **Исајев и Манчић (2001)**, наводе хладно-влажни поступак као метод који се примењује за чување семена дивљег кестена. На овај начин семе се може чувати у хладњачама, фрижидерима или у подрумским просторијама у којима су контролисане температуре.

У публикацији **Грбић (2004)** наводи да је трајност клијавости семена дивљег кестена 6 месеци. До сличних резултата је дошао **Gosling (2007)** и установио да свеже сакупљено семе дивљег кестена има висок садржај влаге и треба да буде посејано након чувања и складиштења од 18-24 недеља. Установио је да су за оптимално складиштење свеже сакупљеног рекалцитрантног семена потребне температуре од 3-5°C, да би се избегло исушивање. Констатује да приликом складиштења треба избегавати херметички затворене контејнере да би се спречио развој и ширење болести.

Поступак приликом сетве описује **Browse (1970)**. Наводи потребан размак између семена од 5 до 12 cm и дебљину слоја земљишта од 5 cm, којом је потребно након сетве прекрити семе. Аутор **MacDonald (1986)** наводи да је код ручне сетве потребно свако семе положити у земљиште са хилумом окренутим на доле. Тиме се постиже развој правога стабла код сејанаца, као и правилан развој кореновог система.

Семе посејано у јесењем року сетве важно је заштити од глодара и птица, а клијање се може уочити на пролеће. Директна сетва носи ризик због појаве ниских температура и мразева (**Gibson-Watt, 1997**). У првој вегетационој сезони сејанци могу достићи висину до 30 cm (**Browse, 1970; Mitchell, 1987**).

Вегетативно размножавање омогућује производњу великог броја биљака са позитивним морфолошким и физиолошким особинама. Комерцијане методе

вегетивног размножавања углавном су усмерене на размножавање путем резница или на калемљење. Аутор **Chanon (2005)** истиче да размножавање дивљег кестена резницама нема одговарајући успех.

Аутори **Bergmann i sar. (1988)** наводе да су могућности успешног оживљавања везане за старост матичне биљке и резница, кондиције и здравственог стања. У публикацији **Bir (1992)** истиче да степен оживљавања коренових резница, варира у зависности од способности биљке да формира адвентивне коренове. Исти аутор указује да се задовољавајући проценат оживљених резница може постићи применом мист-система и апликације фитохормона индол-бутерне киселине (IBA) у концентрацији од 1000 ppm. Истраживања указују, да концентрације IBA испод вредности 1000 ppm нема ефекта, а више вредности узрокују токсичност.

Аутори **Leiss (1967)**, **MacDonald (1986)** и **Bergmann i sar. (1989)** описују различите технике калемљења врста из рода *Aesculus* L. Уобичајена техника која се користила у калемљењу била је обично спајање. Аутор **Leiss (1967)** наводи успех калемљења под кору за дивљи кестен (*A. hippocastanum* L.), хибрид црвеног кестена (*A. × carnea* Hayne.), и кестен са ситним цветовима (*A. parviflora* Walt.) као и њихових култивара. Констатацију употребе дивљег кестена као подлоге за калемљење хибрида са црвеним цветовима потврдио је **Wright (1985)**.

Без обзира што се различите технике калемљења широко користе у производњи врста и култивара из рода *Aesculus* L., уочени су недостаци. Током 1970. године **Browse**, је уочио низак проценат пријема калемова, што није довољно за економичност производње садног материјала представника рода *Aesculus* L. Наводи као разлог инкомпатибилност подлоге и племке. Аутор **MacDonald (1986)** наводи да се, у процесу по калемљењу, јавља прорастање подлоге кроз племенити део калема. На недостатак примењених метода калемљења указују истраживачи **More** и **White (2002)**.

Репродукцијом врста из рода *Aesculus* L. соматском ембригенезом, као једном од погодних начина чувања герм - плазме бавили су се научници (**Kamenicka i Rypak, 1989; Chalupa, 1987, 1990; Profumo i sar., 1994; Bisio i sar., 1996; Gastaldo i sar., 1996**).

Аутор **Radojević (1978)** је развила метод културе антера за дивљи (*Aesculus hippocastanum* L.) и хибрид црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Hayne.). Истраживањима везаним за андрогенезу антера и културу микроспора, као и утицај генотипа и старости стабала на андрогенезу дивљег кестена, бавили су се **Ćalić-Dragosavac i sar. (2003, 2005, 2008, 2009, 2010)**. Соматска ембриогенеза представља успешан метод вегетивног умножавања отпорних генотипова дивљег кестена, с обзиром на све већи број угрожених стабала, наводе **Schmidt i sar. (2008)**.

3.8. Садржај соли и тешких метала у земљишту

Снег и лед ометају одвијање саобраћаја у зимским месецима. Због тога се на саобраћајницама и шетним стазама користе супстанце и једињења која врше топлење леда, а све у циљу побољшања функционисања и безбедности саобраћаја и пешака (**Akbar i sar., 2006**). Биљке које се налазе на зеленим просторима уз саобраћајнице и ауто-путеве трпе знатна оштећења услед повећане емисије издувних гасова моторних возила. Загађења резултирају променом концентрације водоникових јона у земљишту, водорастворљивих соли и тешких метала (**Lagerwerf i Specht, 1970; Harrison i sar., 1981; Johnston i Harrison, 1984; Thompson i sar., 1986**).

Алкализација земљишта у близини саобраћајница је лимитирајући фактор за правилан раст дрвећа (**Neely 1976; Harrel i sar., 1984; Smiley i sar., 1985; Smiley i sar., 1986; Whitcomb, 1986; Whitlow i Bassuk 1987; Ware, 1990**). Фактори, који су у већој

или мањој мери присутни у урбаној средини, знатно отежавају избор дендрофлоре и одржавање (Gilbertson i Bradshaw, 1985; Petersen i Eckstein, 1988). Селекција иде у смеру генотипова који су адаптирани на еколошке услове специфичне за зелене просторе градова.

Као најефикасније и финансијски најповољније средство за потребе снижавања тачке мржењења саобраћајница користи се индустријска со, натријум-хлорид (NaCl). Према подацима аутора (Hutchinson, 1970; Huling i Hollocher, 1972; Blaser, 1976; Barrick i sar., 1979; Gibbs i Palmer, 1994), коришћење натријум-хлорида у поменуте сврхе има последица на животну средину. Висока концентрација натријума негативно се одражава на земљиште и биљке, које се налазе у непосредној близини места посипања (Davison, 1971; Scott i Davison, 1982). Мењају се физичке особине земљишта, јер се употребом соли разарају земљишни агрегати, који чине његову фину текстуру. Натријум потискује калијум и друге катјоне из земљишног раствора негативно утичући на садржај хранљивих материја (Holmes i Baker, 1965). Недостатак повезан са употребом натријум-хлорида је појава корозије на возилима, мостовима и оштећења на бетону и асфалту (Burtwell, 2001), а Dobson (1991a, b) указује да се употреба соли из године у годину повећава, због интензивнијег саобраћаја.

Аутори Wymann (1955), Dirr (1976) и Chaney (1995) наводе да дивљи кестен има високу толеранцију на садржај соли у земљишту. Штете услед прекомерне концентрације соли у земљишту на јединке дивљег кестена испољавају се и након две до три године а неким лишћарима је потребно од пет до десет година за опоравак од штетног утицаја соли, истичу аутори Mekdaschi i sar. (1988), Balder (1990) и Leh (1990). Аутори Johnson i Sucoff (1999) указују да толерантност дендрофлоре на соли је ограничавајући фактор за развој у урбаним срединама.

Истраживачи Fostad i Pedersen (1998) сматрају да је толерантност према солима у земљишту наследна особина. Установили су да су матичне биљке дивљег кестена, за које је утврђено да су отпорне на висок садржај соли у земљишту, дале потомство истих особина. Наведена сазнања, указују да селекцијом и оплемењивањем могу да се издвоје генотипови толерантни на садржај соли.

У водорастворљивим солима земљишта често су присутни тешки метали. По наводима Chettery i sar. (1998) дрвеће које расте у загађеној средини има снижен садржај хлорофила у својим органима што је последица токсичног нивоа тешких метала. Ометају биосинтезу хлорофила и изазивају негативне процесе у фотосинтетичким мембранама. Према мишљењу Baycu i sar. (2006) високе концентрације тешких метала негативно се одражавају на биљке у корелацији са еколошким чиниоцима.

Према већини истраживача у свету, аерозагађење има виши степен ризика на пропадање дендрофлоре у односу на штетне компоненте у земљишту. Аутор Beckett i sar. (2000) истиче да дрвеће има велики значај у редуцији финих партикула, које потенцијално могу да угрозе здравље људи. Загађујуће материје из ваздуха акумулирају се у листовима, што су истраживањима биомониторинга квалитета ваздуха потврдили Markert, 1992; Bargagli, 1998; WHO, 2000; Freer-Smith i sar., 2005; Pachey i sar., 2009; Qiu i sar., 2009; Šućur i sar, 2010.

Улога вегетације у градовима управо је у контролисању, односно смањењу загађености ваздуха и сматра се једним од најважнијих бенефита који урбани зелени простори могу да обезбеде (Brack, 2002). Таложењем штетних полутаната из ваздуха на органима биљака смањује се концентрација у ваздуху, а истовремено слаби виталност флоре (Akbari, 2002). Маховине и лишјајеви се уобичајено користе као биомонитори квалитета ваздуха, а у урбаним и индустријским областима функцију има дрвеће (Aničić i sar., 2011). Као добри акумулатори тешких метала и биоиндикатори

међу дрвећем спадају врсте из рода *Acer* L. (**Arthur i sar., 1999; Ozden i Baycu, 2004**), *Ailanthus* Desi. (**Baycu i Onal, 1992**), *Populus* L. и *Quercus* L. (**Monaci i sar., 2000**), *Robinia* L. и *Salix* L. (**Robinson i sar., 2000; Sawidis i sar., 2001**). Аутори **Kim i Ferguson (1994)** сматрају да је добар биоиндикатор за тешке метале дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.).

Дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.), као врста која је веома заступљена у секундарним популацијама у великој мери побољшава услове живота у урбаној средини. Према истраживањима **Paoletti i sar. (2009)**, најефикаснија врста у уклањању CO, NO₂ и SO₂ из ваздуха је дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.). Такође, по наводима истих аутора, дивљи кестен се сматра најбољим филтером у чишћењу ваздуха од суспендованих честица чији је пречник мањи од 10 μ. С тога представља значајну врсту лишћара која се користи у урбаној средини у циљу уклањања полутаната из ваздуха. Дивљи кестен има велике сложене листове и волумен крошње, а емитују испарљива органска једињења и монотерпен који имају утицаја на квалитет ваздуха.

Према истраживањима **Baycu i sar. (2006)** дивљи кестен у урбаној средини, акумулира у лишћу значајне количине олова (Pb). Аутори **Velagic-Habul i sar. (1991)** сматрају да спада међу три врсте дрвећа отпорних на високу концентрацију SO₂ и H₂S из ваздуха. Због тога се препоручује за садњу на просторима Источне Европе.

Концентрација тешких метала у биљкама, према истраживањима **Chaney i sar. (1984)** и **Fergusson-a (1990)**, показују да се сезонско варирање нивоа олова у биљним органима испољава у току јесени и у зиме. Својим истраживањима **Piczak (2003)**, потврдио је констатацију да се олово највише кумулира у зимском периоду у биљним органима, с обзиром на повећану концентрацију у ваздуху услед повећане емисије штетних гасова.

Према **Nowak i sar. (2006)**, смањење загађења у градовима варира у зависности од количине присутне високе вегетације (дендрофлора значајно утиче на редукацију загађивача ваздуха, воде и земљишта), у корелацији са еколошким факторима.

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

На подручју Бачке Паланке, Новог Сада и Сремских Карловаца налазе се појединачни примерци и групе, односно популације дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) које су се адаптирале на постојеће услове средине. Могу да послуже као секундарне провенијенције у производњи семена врсте. Карактер таквих семенских извора је веома разнолик. Стабла својевремено нису сађена са наменом да би била у функцији репродукције, већ да би својом бројношћу и распоредом остварила основну улогу у мелиорацији услова урбане средине. Те околности указују на претпоставку да би семенски материјал из таквих популација имао варијабилна својства у низу основних биолошких карактеристика. Од најважнијих морфолошких и физиолошких својстава, укључујући главне компоненте семена као што су садржај воде, масти и скроба, зависи квалитетна производња садница у расаднику. Из тих разлога потребно је проучити сваки семенски извор посебно и идентификовати оне, од којих се могу очекивати најбољи производни резултати.

Дивљи кестен је једна од најчешће коришћених декоративних врста на просторима Србије и Европе. Присутан је на свим категоријама зелених простора, првенствено у дрворедима, због правилног хабитуса, густе крошње, уједначеног и обилног цветања. Све више се користи за појединачну садњу, као солитерно стабло, у парковима, на просторима испред јавних објеката, школским двориштима.

Позната су лековита својства семена дивљег кестена. У савременом друштву, све се више популаризује и даје на значају употреба биљних лекова и суплемената. Семе дивљег кестена садржи серију важних компонената. Препорука би била плантажно гајење за производњу семена од интереса за фармацеутску и хемијску индустрију.

Сазнањем о отпорности испитиваних генотипова дивљег кестена и варијабилности, методама селекције, обезбедио би се квалитетан полазни материјал за репродукцију. Разлике које постоје у производњи семена дивљег кестена и врста које имају семе сличне грађе, условљавају издиференцирану технологију производње.

Испитавањем морфолошких, физиолошких и биолошких особина одабраних генотипова дивљег кестена и потомства полусродника, хемијског састава семена укључујући секундарне метаболите, издвојили би се елитни генотипови са квалитетним особинама.

Утицај натријум-хлорида и тешких метала на коренов систем испитиваних индивидуа у земљиштима карактера урбисол, треба да укаже на отпорност дивљег кестена у измењеним условима урбане средине.

Полазна основа експерименталног рада претежно је хипотетичног карактера.

Савремена расадничка производња у највећој мери усмерена је на производњу квалитетног садног материјала. Применом одговарајућих поступака подигао би се ниво продуктивности и економичности производног процеса. Резултати истраживања, треба да буду прилог савременој производњи и примени садног материјала дивљег кестена за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

5. ЕКОЛОШКИ УСЛОВИ ПОДРУЧЈА ВОЈВОДИНЕ

Осматрана стабла дивљег кестена егзистирају у секундарним популацијама Бачке Паланке, Новог Сада и Сремских Карловаца. У дрворедима се налази 46 индивидуа, а четири генотипа са локалитета Нови Сад расту солитерно на зеленим просторима. Одликују се редовним цветањем и плодоношењем.

5.1. Услови рељефа

Терен на коме се налазе секундарне популације дивљег кестена је претежно раван. Просечне надморске висине по локалитетима износе:

- Бачка Паланка 80 m,
- Нови Сад 72-80 m и
- Сремски Карловци 102 m.

Рељеф Бачке Паланке и Новог Сада чини алувијална раван, изграђена од алувијалних наноса Дунава песковитог карактера. По **Vukurovu (1953)** могу се разликовати два члана алувијалне равни: алувијална тераса и индудациона раван, односно полој.

Насеље Бачка Паланка и град Нови Сад подигнути су на алувијалној тераси Дунава која је за 4-6 m виша од индудационе равни. Изграђена је од песка и преталоженог леса (**Живковић и сар., 1972**).

Изнад алувијалне терасе, издиже се лесна тераса којој припадају Сремски Карловци. Настала је бочном ерозијом која је изазвана великим и широким водотоком Дунава, а касније је дошло до таложења леса. Индудациона раван код Сремских Карловаца је широка 2 km.

На лесној тераси је најпогоднији терен за изградњу насеља и пољопривредну делатност.

5.2. Услови климе

Секундарне популације дивљег кестена налазе се на подручју умерено-континенталне климе. У периоду испитивања просечна температура ваздуха износила је 11,87°C (Римски Шанчеви), 12,09°C (Бачка Паланка) и 12,60°C (Сремски Карловци) према подацима Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије. Наведене секундарне популације налазе се у урбаној средини, где је изражен негативан ефекат високих температура ваздуха и радијационе топлоте.

Са малим модификацијама овог климатског типа, издваја се локалитет Сремски Карловци, с обзиром да се налази на вишој надморској висини, на обронцима Фрушке горе, која ублажава температурне екстреме и повећава количину падавина (**Davidov, 2007**).

Просечна годишња сума падавина за период испитивања је износила 675,46 mm, са повољним распоредом, јер се већи део падавина излучио у току вегетационог периода. Високе температуре узрокују велике губитке водених талоба, те је у летњем периоду потребно наводњавати зелене површине, посебно оне на лакопропустљивим теренима.

Током године на подручју испитиваних локалитета дувају јаки ветрови. Честине су углавном распоређене око два супротна правца, југоисточног и северозападног. Они узрокују губитке воде путем испаравања и транспирације, али значајно доприносе пречишћавању ваздуха у градовима.

5.3. Услови земљишта

Према педолошкој карти Војводине (**Живковић и сар. 1972**) у секундарним популацијама, на којима су издвојена стабла дивљег кестена, присутна су земљишта типа:

- алувијално иловасто земљиште на локалитету Бачка Паланка,
- алувијално песковито и алувијално иловасто земљиште у Новом Саду и
- чернозем карбонатни (заруђени) на лесном платоу на локалитету Сремски Карловци.

Обзиром да се ради о секундарним популацијама које се налазе у урбаној средини, земљиште је једним делом измењено под утицајем човека, те има особине антропогенизованог земљишта, односно урбисола.

5.4. Типови станишта

Матична стабла дивљег кестена са којих је сакупљан семенски материјал припадају типу станишта:

- свеза врба и топола (*Salicion albae* Soo) на локалитету Бачка Паланка и Нови Сад и
- вегетацији степе и шумо-степе на локалитету Сремски Карловци.

Шуме врба и топола су условљене високом подземном или поплавном водом. Имају улогу заштите обала од разорног дејства речне воде. Под антропогеним утицајем на појединим деловима слива долази до погоршања хидрографских услова, разарања обала и таложења грубљег материјала (шљунка) преко финог алувијалног наноса.

Природна и аутохтона вегетација на земљишту типа чернозем је под антропогеним утицајем уништена. Површине су претворене у високопроизводни простор чији вегетацијски покривач чине пољопривредне културе. Разлог су повољне морфолошке, хемијске и водно-физичке особине земљишта типа чернозем које човек користи за пољопривредну делатност (**Живковић и сар., 1972**).

Сталним деловањем човека долази до битних промена у клими и земљишту које условљавају промену типа станишта, односно условљавају вегетацију урбане средине.

6. ПОПУЛАЦИЈЕ, ГРУПЕ И ИНДИВИДУЕ ДИВЉЕГ КЕСТЕНА

6.1. Секундарне популације дивљег кестена

Предселекцијом су евидентиране секундарне популације дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) на зеленим просторима Бачке Паланке, Новог Сада и Сремских Карловаца (слика 3). Популације се налазе унутар урбаног екосистема и под дејством су бројних фактора који негативно утичу на виталност стабала, урод, отпорност на болести и штеточине. Дугогодишњи мониторинг треба да укаже на животни век стабала у популацијама секундарног порекла одгајених у еколошким условима урбаних ценоза. Генотипови дивљег кестена на поменутих просторима одликују се изузетним фенотипским карактеристикама, што је предуслов за издвајање матичних стабала. Редовност цветања и обилност плодоношења од значаја су за испитивање биолошких и производних особина јединки дивљег кестена.

Унутар одабраних секундарних популација издвојено је 50 генотипова значајне класе старости (од 30 до 50 година). Потреба за детаљним испитивањем произашла је из утврђене прилагодљивости на урбане услове и хипотезе да је оправдано сакупљање семена од индивидуа које су се адаптирале на измењене еколошке услове за расадничку производњу садног материјала за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.



Слика 3. Положај секундарних популација дивљег кестена (извор: Google maps)

6.2. Потенцијални извори семенског материјала

На 50 одабраних генотипова дивљег кестена унутар секундарних популација Бачке Паланке, Новог Сада и Сремских Карловаца испитивани су биометријски параметри. Ознака за стабла на локалитету Бачка Паланка је БП, на локалитету Нови

Сад ИВ, БДС и ВС, а на локалитету Сремски Карловци СК. Број уз словну ознаку представља редни број стабла у дрвореду или на зеленој површини.

Биометријски подаци генотипова дивљег кестена добијени су утврђивањем фенотипских и квантитативних особина према критеријумима постављеним од стране **Анастасијевић (2007)** и на основу међународних стандарда (**Mattheck i sar., 1993**).

Висина стабала и висина дебла чистог од грана мерена је Vertex висиномером, пречник дебла стандардном пречницом. Вредности ширине крошње су утврђене на основу два међусобно управна пречника пројекције круне, утврђивањем средњих вредности. Присуство трулежи, сва механичка оштећења, фитопатолошка обољења и ентомолошка оштећења су одређивана коришћењем визуелне методе, а приказана кроз интензитет појаве (*слаб интензитет, **интензитет средње јачине, ***јак интензитет). Оцена виталности стабала одређена је бодовањем у распону од 1 (слаба) до 5 (одлична) на основу утврђених фенотипских и квантитативних особина. Декоративност је оцењена на основу виталности и здравственог стања индивидуа.

Индивидуе дивљег кестена одликују се правим стаблом и чистим деблом до крошње. Просечна висина 50 стабала износи 13,46 m, пречник дебла 52,32 cm и ширина крошње 12,35 m (табела 1). На локалитету Сремски Карловци забележене су највише просечне вредности за висину (14,32 m), пречник дебла (61,56 cm) и ширину крошње (7,33 m).

Најниже вредности ширине крошње забележене су на локалитету Бачка Паланка (5,85 m). Обзиром да је удаљеност стабала од објеката за једнопородично становање у просеку 2,50 m, крошња се није слободно формирала. На ширину крошње додатно су утицале мере резивања које су перманентно примењиване због промена условљених сталном изградњом објеката. Индивидуе са локалитета Нови Сад (ИВ₁, ИВ₂) и са локалитета Сремски Карловци (СК₁, СК₃, СК₄, СК₅, СК₇ и СК₉) налазе се на удаљености од објеката већој од 5,00 m, што је условило слободно формирање крошње.

Јак интензитет појаве трулежи и исечених дебелих грана евидентиран је код генотипова са локалитета Бачка Паланка (БП₂₀, БП₃₄, БП₃₉, БП₄₀ и БП₄₂). Напад инсеката евидентиран је на већини осматраних стабала. Симптоми превремене дефолијације указују на слаб интензитет напада лисног минера (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić).

Истичу се индивидуе са значајно високим оценама за виталност и декоративност са локалитета Бачка Паланка (БП₄, БП₅ и БП₂₇), Нови Сад (БДС₁ и БДС₂) и Сремски Карловци (СК₁, СК₄, СК₇ и СК₉). Оптимални еколошки услови били су од утицаја на виталност, декоративност и здравствено стање индивидуа дивљег кестена.

Табела 1. Биометријски подаци за матична стабла дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.)
(предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	Висина стабла (m)	Висина до првих грана (m)	Прсни пречник стабла (cm)	Ширина крошње (m)	Присуство трулежи	Сломљене гране у крошњи	Исечене дебеле гране	Механичка оштећења	Фитопатолошка обољења	Ентомолошка оштећења	Оцена виталности	Оцена декоративности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Бачка Паланка	БП ₁	12,00	2,50	47,77	4,50	/	*	***	/	/	*	4,00	3,00
	БП ₂	12,50	2,30	43,00	5,80	**	*	***	/	*	*	4,00	3,00
	БП ₃	12,00	2,00	40,12	5,50	*	*	/	*	*	*	3,00	3,00
	БП ₄	15,30	3,00	47,77	7,00	**	*	**	/	*	*	4,00	5,00
	БП ₅	15,00	2,00	43,00	5,00	*	/	**	/	*	*	4,00	4,00
	БП ₆	15,10	3,50	63,69	7,10	**	**	/	/	*	*	3,00	3,00
	БП ₇	14,90	2,50	54,14	6,20	*	/	*	/	*	*	4,00	4,00
	БП ₁₂	14,85	2,50	41,40	5,20	/	/	**	/	/	*	2,00	2,00
	БП ₁₃	15,10	3,00	57,32	7,00	*	*	**	/	*	*	4,00	4,00
	БП ₁₄	15,05	3,00	55,73	6,80	*	*	**	/	*	*	4,00	4,00
	БП ₂₀	10,50	2,80	47,77	5,80	*	*	***	*	*	*	3,00	3,00
	БП ₂₁	10,00	3,00	53,50	6,00	/	*	**	/	/	*	4,00	4,00
	БП ₂₂	10,30	2,80	47,77	5,80	*	*	*	*	*	*	2,00	2,00
	БП ₂₃	15,00	3,00	54,14	6,10	/	/	/	**	/	*	3,00	3,00
	БП ₂₄	14,50	3,20	39,80	6,60	/	/	*	*	/	*	5,00	5,00
	БП ₂₅	14,90	2,70	47,77	6,20	**	/	*	*	**	*	4,00	4,00
	БП ₂₆	14,80	3,00	46,17	5,90	*	/	*	*	*	*	3,00	4,00
	БП ₂₇	14,50	3,00	50,95	5,60	/	/	**	/	/	*	4,00	4,00
	БП ₂₉	15,20	2,80	50,95	6,10	*	/	*	*	*	*	4,00	4,00
	БП ₃₀	15,05	3,00	42,99	5,50	**	/	**	**	**	*	3,00	4,00
	БП ₃₁	14,80	2,80	47,77	6,25	*	*	**	**	*	*	3,00	4,00
	БП ₃₃	14,70	3,50	50,95	6,20	**	/	**	**	**	*	4,00	4,00
	БП ₃₄	14,90	3,00	46,17	6,15	***	/	***	***	**	*	2,00	2,00
	БП ₃₅	14,50	2,80	47,77	5,50	**	/	*	**	**	*	4,00	4,00
	БП ₃₇	14,80	3,20	50,95	6,10	*	/	*	**	*	*	4,00	4,00
	БП ₃₈	15,10	3,50	59,95	6,00	/	*	*	***	/	*	4,00	4,00
	БП ₃₉	14,80	3,40	41,40	5,50	**	/	***	***	**	*	4,00	3,00
	БП ₄₀	14,50	3,20	57,32	5,45	**	*	***	***	**	*	4,00	3,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Бачка Паланка	БП ₄₁	15,00	3,10	50,95	5,60	**	/	***	***	**	*	3,00	4,00	
	БП ₄₂	14,00	2,80	42,99	5,00	***	*	**	**	*	*	4,00	3,00	
	БП ₄₃	14,20	2,80	46,17	5,20	**	*	*	*	**	*	4,00	4,00	
	БП ₄₄	12,30	2,60	63,69	5,40	*	*	*	/	*	*	4,00	3,00	
	БП ₄₆	12,10	2,70	57,32	5,20	**	*	*	/	*	*	3,00	4,00	
	БП ₄₈	13,50	3,00	63,69	5,70	*	*	*	/	*	*	4,00	4,00	
	БП ₄₉	13,00	2,90	59,95	5,50	/	*	*	/	/	*	4,00	4,00	
	БП ₅₀	14,20	3,00	63,69	5,90	*	**	*	/	*	*	3,00	4,00	
	БП ₅₁	13,50	2,80	63,69	5,80	*	*	*	/	*	*	3,00	3,00	
	БП ₅₂	14,05	3,00	59,95	6,10	**	*	*	/	**	*	4,00	4,00	
	\bar{x}	13,96	2,88	51,32	5,85							3,58	3,60	
	Cv(%)	10,49	12,03	14,46	9,84							19,08	19,92	
Нови Сад	ИВ ₁	8,00	3,00	60,50	8,00	*	/	*	*	*	*	5,00	5,00	
	ИВ ₂	9,00	3,00	53,50	6,50	*	/	*	*	*	*	4,00	4,00	
	БДС ₁	7,00	2,10	36,62	3,20	/	/	/	/	/	*	4,00	4,00	
	БДС ₂	8,40	2,50	31,84	3,00	**	/	/	/	**	*	4,00	4,00	
	ВС ₇	12,00	3,40	53,50	6,50	*	/	**	**	*	*	4,00	3,00	
	ВС ₈	12,50	3,50	60,50	6,30	*	/	**	**	*	*	4,00	4,00	
		\bar{x}	9,48	2,92	49,41	6,41							4,00	3,83
	Cv(%)	23,68	18,32	24,81	33,42							15,81	19,63	
Сремски Карловци	СК ₁	14,30	3,00	60,50	8,30	**	*	*	/	**	*	4	4	
	СК ₃	13,80	3,20	63,69	7,70	**	*	*	/	**	*	4	4	
	СК ₄	14,00	2,80	60,50	6,50	/	/	/	/	/	*	5	5	
	СК ₅	14,50	3,00	63,69	6,50	*	/	*	/	*	*	4	5	
	СК ₇	14,80	3,50	60,50	7,00	*	/	/	/	*	*	4	5	
	СК ₉	14,50	3,50	60,50	8,00	*	/	/	/	*	*	4	5	
		\bar{x}	14,32	3,17	61,56	7,33							4,16	4,66
		Cv(%)	2,55	9,08	2,67	10,59							9,80	11,06
	$\bar{x}_{ук}$	13,46	3,00	52,32	12,35							5,79	4,03	
	Cv(%)	12,24	13,14	13,98	17,95							14,90	16,87	

6.3. Биолошке особине семена генотипова дивљег кестена

Критеријум за избор матичних стабала дивљег кестена за расадничку производњу биле су фенотипске одлике стабала и њихове морфолошке карактеристике, односно виталност, декоративност и здравствено стање. Сакупљано је семе у периоду од септембра-октобра током 2008. и 2009. године за испитивање физиолошких карактеристика и анализу садржаја главних компонената. С обзиром да је семе дивљег кестена рекалцитрантно, у предселекцији су испитане могућности оптималног чувања. Чување семена обављено је при третману температура од 2°C и 8°C у чистом речном песку у трајању од шест месеци у хладњачи АД „Слога“ у Каћу.

Испитиван је садржај воде, скроба, масти и протеина у семену у зависности од режима и дужине периода чувања. Вода у семену је одређивана методом сушења семена у сушници на температури од 103°C до 105°C у трајању од 17 до 18 часова. Садржај укупних масти одређен је **Soxlet** методом, а садржај скроба методом по **Ewers**-у. Протеини у семену су детерминисани преко одређивања садржаја азота, стандардном методом за одређивање елемената, АОАС 972.43.2000 на уређају **ELEMENTAR VARIO EL III**.

У лабораторијским условима обављена су испитивања техничке клијавости, енергије клијања и средњег мировања клијања семена. Семе је наклијавано у клима комори, а као подлога је коришћен филтер папир.

У пољским условима испитана је теренска клијавост складиштеног и чуваног семена одабраних генотипова.

6.3.1. Биохемијски садржај семена дивљег кестена по сакупљању, у току и након складиштења и чувања

6.3.1.1. Садржај воде у семену

Садржај воде у семену дивљег кестена контролисан је по сакупљању и сушењу на собној температури, након 3 и 6 месеци чувања на температурама од 2°C и 8°C.

Утврђене су просечне вредности за садржај воде у семену непосредно након сакупљања 37,45% у 2008. години, односно 35,93% у 2009. години (табела 2).

На крају периода складиштења и чувања просечан садржај воде у семену на температури од 2°C је износио 33,13% (2008. година) и 31,96% (2009. година). Просечне вредности за садржај воде у семену чуваном при температури од 8°C износиле су 37,16% (2008. година), односно 32,86% (2009. година). Након чувања при оба температурна режима, садржај воде се незнатно смањило, а нижи ниво је забележен у семену чуваном на температури од 2°C.

Ниже просечне вредности садржаја воде у семену, имали су генотипови ИВ₁ и ИВ₂ (локалитет Нови Сад). Висок садржај воде након складиштења и чувања евидентиран је у семену генотипова: БП₄, БП₅, БП₇, БП₂₇, БДС₁, ВС₈ и СК₄.

У референцама (**Bonner i sar., 1994; Suszka i sar., 1994; Gosling, 2007**) напомињу да је садржај воде изнад 40% оптималан за очување клијавости рекалцитрантног семена. Резултати испитивања за издвојене генотипове (табела 2), у складу су са подацима који наводе страни аутори.

Табела 2. Садржај воде у семену дивљег кестена непосредно по сакупљању, у току и након складиштења и чувања при температурама од 2°C и 8°C (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	2008. година				2009. година						
		Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)	Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Бачка Паланка	БП ₁	45,60	39,38	35,68	45,88	41,89	39,66	32,39	30,32	36,12	36,04	
	БП ₂	45,05	42,88	41,88	56,15	48,83	40,87	36,52	33,46	38,95	37,89	
	БП ₃	41,19	40,29	40,23	42,25	38,15	31,84	34,71	33,72	35,68	34,82	
	БП ₄	46,34	38,55	36,16	44,00	42,09	41,29	36,04	35,21	39,62	39,02	
	БП ₅	40,56	47,31	40,13	47,47	43,86	38,50	35,62	35,12	36,73	35,27	
	БП ₆	42,99	35,49	33,32	42,21	41,01	30,59	28,37	27,95	30,18	29,83	
	БП ₇	44,15	47,81	41,71	48,66	42,56	45,70	40,52	38,75	41,25	39,87	
	БП ₁₂	40,96	37,99	35,78	42,80	40,06	25,68	22,40	22,15	24,57	24,13	
	БП ₁₃	40,87	34,77	27,89	40,54	41,24	36,23	33,42	30,93	35,46	34,12	
	БП ₁₄	43,33	39,68	32,29	45,03	42,32	27,14	26,62	26,37	25,89	25,31	
	БП ₂₀	44,25	33,77	29,67	43,55	40,19	38,95	36,21	34,55	37,12	36,03	
	БП ₂₁	42,35	42,57	39,35	44,97	45,93	43,02	40,10	37,25	40,17	39,56	
	БП ₂₂	42,01	37,46	38,25	49,13	43,83	41,56	37,90	36,83	39,85	37,15	
	БП ₂₃	40,92	42,79	39,67	47,38	39,74	41,26	40,34	37,25	40,04	38,17	
	БП ₂₄	47,76	44,42	41,54	47,65	43,88	37,01	32,86	31,27	35,42	33,26	
	БП ₂₅	46,43	43,87	40,95	46,11	41,87	34,38	33,21	31,30	33,15	32,05	
	БП ₂₆	49,33	47,09	44,81	44,18	41,44	33,09	31,15	29,55	32,41	30,19	
	БП ₂₇	45,04	45,03	44,07	46,96	46,21	33,41	31,50	28,45	32,09	30,31	
	БП ₂₉	42,44	36,67	35,56	44,46	41,58	33,26	27,83	27,03	30,92	29,41	
	БП ₃₀	45,67	46,73	43,04	49,07	46,27	40,34	40,05	38,73	40,22	39,62	
	БП ₃₁	46,01	37,00	36,35	48,65	38,49	40,43	39,86	36,52	38,92	36,75	
	БП ₃₃	43,54	30,13	22,86	42,93	41,23	41,37	40,21	38,37	40,19	38,55	
	БП ₃₄	48,23	41,97	39,32	48,16	42,53	40,97	36,77	34,52	37,83	35,46	
	БП ₃₅	45,93	45,49	39,16	48,27	44,47	43,46	40,52	38,75	41,25	37,84	
	БП ₃₇	41,48	46,83	44,55	40,66	38,56	29,55	25,67	25,03	28,77	26,13	
	БП ₃₈	40,71	46,14	39,96	43,13	43,48	34,57	32,59	29,83	33,12	30,93	
	БП ₃₉	36,69	39,17	36,34	37,24	33,45	25,67	25,03	24,73	25,33	24,91	
	БП ₄₀	36,85	41,20	39,43	39,50	35,50	31,25	30,00	28,79	30,94	29,95	
	БП ₄₁	40,50	41,05	37,60	46,38	40,16	42,17	36,11	35,48	37,83	35,69	
	БП ₄₂	41,03	42,01	40,34	41,37	38,17	33,06	32,85	30,93	31,45	30,62	
	БП ₄₃	43,85	39,70	37,95	49,63	41,67	29,06	26,73	26,09	28,73	26,54	
	БП ₄₄	40,40	44,01	42,46	43,94	41,76	34,65	32,45	31,20	33,28	31,07	
	БП ₄₆	44,47	41,78	39,94	43,08	40,00	29,80	27,56	27,04	29,13	28,42	
	БП ₄₈	43,87	39,61	41,87	47,22	44,86	37,62	31,35	30,94	35,14	34,27	
	БП ₄₉	38,84	40,26	35,38	40,38	40,58	35,93	30,72	28,94	31,22	29,45	
	БП ₅₀	39,37	43,52	39,77	48,36	40,84	37,34	35,72	34,12	36,04	35,14	
	БП ₅₁	45,84	43,70	35,52	52,57	45,32	38,02	37,16	35,42	37,23	35,84	
	БП ₅₂	42,97	46,57	39,61	46,88	44,15	29,29	28,03	27,31	28,94	27,58	
	\bar{x}		43,10	41,44	38,17	45,44	41,79	36,00	33,34	31,85	34,50	33,08
	Sv(%)		6,86	10,08	11,93	8,28	7,19	14,79	14,89	14,09	13,69	13,87

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нови Сад	ИВ ₁	25,02	20,80	15,14	25,81	22,82	21,10	20,95	20,45	20,87	20,07
	ИВ ₂	30,29	28,50	24,94	31,10	22,91	33,38	32,24	30,42	31,67	30,93
	БДС ₁	42,01	36,58	30,83	38,36	35,87	45,22	43,58	40,15	40,21	38,36
	БДС ₂	36,97	29,91	30,86	40,01	35,15	37,02	35,48	31,27	35,47	33,04
	ВС ₇	33,83	37,78	29,03	37,98	37,61	33,99	31,65	30,92	30,56	29,15
	ВС ₈	37,94	42,38	39,80	40,79	38,79	40,05	39,86	39,04	40,55	38,73
	\bar{x}	34,34	32,66	28,43	35,67	32,19	35,12	33,96	32,04	33,22	31,71
	Cv(%)	17,58	23,78	28,58	16,62	22,79	23,15	23,08	22,22	22,10	21,75
Сремски Карловци	СК ₁	32,33	33,95	29,95	45,92	41,86	30,65	28,74	26,15	29,83	28,35
	СК ₃	34,35	34,39	30,17	36,57	31,91	38,08	35,16	33,15	36,04	35,42
	СК ₄	38,71	38,37	35,22	49,19	42,78	43,18	41,33	39,84	39,63	36,16
	СК ₅	36,26	38,75	36,39	39,35	35,52	40,56	34,58	32,06	40,12	39,83
	СК ₇	35,07	37,96	32,75	35,58	41,33	35,38	33,27	30,85	34,21	32,95
	СК ₉	33,13	35,86	32,20	35,32	31,61	32,14	30,25	29,84	31,05	30,12
	\bar{x}	34,97	36,55	32,78	40,32	37,50	36,66	33,88	31,98	35,15	33,80
	Cv(%)	6,57	5,74	7,97	14,57	13,67	13,24	13,04	14,19	12,17	12,45
$\bar{x}_{ук}$	37,45	36,88	33,13	40,48	37,16	35,93	33,73	31,96	34,29	32,86	
Cv(%)	11,15	18,56	20,22	13,25	19,74	21,15	9,60	15,20	9,15	19,45	

6.3.1.2. Садржај скроба у семену

Вредности садржаја скроба у семену дивљег кестена (табела 3) указују да није било значајне разлике по годинама испитивања.

Највиши проценат скроба при режиму складиштења и чувања уочен је за генотипове са локалитета Бачка Паланка. Непосредно по сакупљању износио је 37,22% (2008. година), односно 37,35% (2009. година).

Издваја се семе генотипова БП₂, ИВ₁ и СК₃ са просечно најмањим садржајем скроба од 20,95% до 35,62%. Индивидуе БП₄, БП₅ и БП₇ имале су највише просечне вредности скроба у семену које су се кретале од 34,37% до 42,57%.

Дивљи кестен припада групи биљака чије семе садржи скроб као резервну хранљиву материју (Туцовић, 1983; Лемајић и сар., 1985). С обзиром да клија хипогеично, скроб је важан у процесу клијања и развијања сејанаца у фази раста.

Табела 3. Садржај скроба у семену дивљег кестена непосредно по сакупљању, у току и након складиштења и чувања при температурама од 2°C и 8°C (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	2008. година				2009. година					
		Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)	Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бачка Паланка	БП ₁	33,15	31,65	29,84	31,43	30,09	34,54	31,24	29,87	31,85	30,61
	БП ₂	32,35	30,73	29,12	32,05	29,76	32,74	30,73	29,31	30,95	29,78
	БП ₃	33,58	31,25	30,12	31,43	30,86	34,00	30,31	29,62	31,25	30,68
	БП ₄	42,15	36,72	34,37	39,64	39,04	41,36	38,72	36,51	38,94	37,48
	БП ₅	40,12	37,16	35,24	39,54	38,24	40,79	39,03	37,35	39,25	37,83
	БП ₆	35,53	33,87	32,15	33,89	32,45	35,85	33,14	30,21	33,53	30,72
	БП ₇	42,57	36,37	35,47	41,86	40,37	42,15	38,75	36,51	39,05	38,31
	БП ₁₂	40,15	37,09	34,55	39,83	39,57	41,05	37,83	36,59	38,18	37,52
	БП ₁₃	34,66	32,15	31,18	32,54	32,04	35,85	33,10	30,73	33,42	30,85
	БП ₁₄	35,28	33,18	31,26	34,05	33,48	35,12	32,16	30,11	32,64	30,58
	БП ₂₀	32,96	32,10	30,18	32,41	31,26	33,58	37,82	29,52	30,66	29,31
	БП ₂₁	34,57	31,85	30,43	32,36	30,72	35,33	33,10	30,94	32,63	31,45
	БП ₂₂	33,14	31,68	30,26	32,75	31,15	35,45	33,73	30,66	33,52	31,18
	БП ₂₃	35,65	33,12	29,84	32,57	30,42	34,12	32,57	30,84	33,10	32,05
	БП ₂₄	35,33	33,58	31,45	33,86	32,15	36,18	34,58	32,46	35,12	33,74
	БП ₂₅	35,50	34,05	33,14	34,22	33,52	34,85	31,94	29,85	32,08	30,15
	БП ₂₆	40,65	35,86	35,10	39,83	38,14	41,32	38,75	36,58	30,94	38,05
	БП ₂₇	40,24	38,66	38,03	38,43	36,16	41,33	38,62	35,15	38,94	37,21
	БП ₂₉	35,47	34,10	32,05	34,15	33,20	35,44	33,63	30,94	33,72	32,15
	БП ₃₀	39,85	36,23	34,00	38,10	36,84	40,62	38,12	37,03	38,94	37,66
	БП ₃₁	35,43	33,12	29,85	33,56	30,47	35,82	33,61	30,31	33,72	30,85
	БП ₃₃	34,58	30,22	29,52	31,25	30,05	35,41	33,27	29,74	33,63	30,15
	БП ₃₄	34,65	32,18	30,37	32,57	31,25	34,05	31,25	29,36	32,15	30,93
	БП ₃₅	40,66	36,12	35,41	38,74	37,45	39,68	37,16	35,42	37,83	36,59
	БП ₃₇	40,84	37,24	35,18	38,73	38,04	40,55	38,45	36,22	38,72	37,04
	БП ₃₈	39,85	36,47	34,15	38,25	37,88	40,14	38,42	35,85	39,65	38,31
	БП ₃₉	34,52	32,10	29,86	33,05	30,62	34,72	32,16	30,21	33,04	31,20
	БП ₄₀	35,68	33,21	30,73	33,55	30,61	35,42	33,73	30,93	33,88	31,04
	БП ₄₁	40,95	37,42	35,61	39,15	38,44	40,12	38,35	36,15	38,93	37,55
	БП ₄₂	41,25	37,33	35,41	39,06	38,75	41,73	37,47	35,44	38,94	37,66
	БП ₄₃	35,66	32,11	30,63	33,05	31,10	34,92	31,04	29,88	32,63	30,72
	БП ₄₄	34,26	30,17	29,32	31,46	30,05	35,10	32,16	30,73	32,50	30,85
БП ₄₆	35,75	32,47	30,27	33,15	31,26	34,12	32,75	20,73	33,18	30,63	
БП ₄₈	41,25	39,66	37,83	37,12	35,32	40,86	38,75	36,58	39,83	37,48	
БП ₄₉	39,84	36,73	34,65	39,03	38,31	40,31	39,03	36,44	39,50	37,51	
БП ₅₀	35,72	33,41	30,93	34,12	31,58	34,73	32,65	30,97	32,78	31,05	
БП ₅₁	39,84	37,05	35,10	38,15	37,62	39,33	37,47	35,64	38,04	36,84	
БП ₅₂	40,94	39,55	38,72	38,47	35,17	40,47	37,83	35,93	38,55	36,91	
	\bar{x}	37,22	34,42	32,67	35,46	34,08	37,35	35,09	32,56	35,16	33,70
	Cv(%)	8,45	7,78	8,42	9,06	10,29	8,13	8,66	10,98	9,05	9,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нови Сад	ИВ ₁	35,62	33,10	30,05	33,57	31,15	34,65	32,74	20,95	32,85	30,53
	ИВ ₂	34,22	30,18	29,77	31,10	30,25	35,42	33,57	30,73	33,72	31,20
	БДС ₁	35,09	32,46	30,66	33,10	30,92	34,73	32,15	29,74	32,66	30,18
	БДС ₂	34,27	30,78	29,55	31,02	30,51	35,45	33,27	30,87	33,65	31,05
	ВС ₇	35,83	31,16	30,25	31,46	30,68	34,65	32,15	29,84	33,10	31,13
	ВС ₈	40,62	37,85	35,12	39,50	37,64	41,05	38,73	35,66	39,37	37,42
	\bar{x}	35,94	32,58	30,90	33,29	31,86	35,99	33,77	29,63	34,22	31,92
	Cv(%)	6,64	8,58	6,80	9,68	8,94	6,96	7,40	16,15	7,47	8,53
Сремски Карловци	СК ₁	35,23	33,68	30,29	33,94	31,52	34,12	33,62	30,83	33,74	31,45
	СК ₃	34,12	30,64	29,53	31,04	29,87	34,76	31,63	30,15	32,12	30,93
	СК ₄	39,77	37,16	35,44	39,04	38,10	40,25	38,15	36,83	39,05	38,72
	СК ₅	41,26	38,15	35,62	39,88	38,75	41,33	39,55	36,75	39,86	37,69
	СК ₇	34,57	33,12	30,62	33,47	30,85	34,72	33,12	30,94	33,50	31,24
	СК ₉	35,17	31,74	29,87	32,50	30,71	34,78	32,16	30,27	32,57	31,35
	\bar{x}	36,69	34,08	31,89	34,98	33,30	36,66	34,70	32,63	35,14	33,56
	Cv(%)	8,26	8,75	8,90	10,35	12,04	8,80	9,55	9,92	9,69	10,77
$\bar{x}_{ук}$	36,17	33,70	31,82	34,58	33,08	36,67	34,52	31,61	34,84	33,06	
Cv(%)	9,92	10,25	12,58	9,67	8,41	10,34	12,69	7,49	9,95	11,60	

6.3.1.3. Садржај масти у семену

Утврђене су укупне просечне вредности за садржај масти у семену дивљег кестена непосредно након сакупљања 6,54% у 2008. години, односно 5,47% у 2009. години (табела 4).

Највиши садржај масти при складиштењу и чувању семена на температурама од 2°C и 8°C уочен је за генотипове са локалитета Нови Сад. Након сакупљања семена износио је 8,16% (2008. година), односно 6,15% (2009. година). Након складиштења и чувања семена на 2°C и 8°C забележене су ниже вредности за садржај масти у семену, али без значајне разлике у односу на период непосредно по сакупљању.

Као индивидуе са ниским садржајем масти у семену могу се издвојити генотипови БП₁, БП₃₃, и СК₅. Имали су садржај масти у семену који се кретао од 3,90% до 6,11%. Значајно више вредности уочене су за семе генотипова БП₂, БП₄, БП₅₀, БДС₁, БДС₂ и СК₇, са просечним садржајем масти од 4,13% до 8,31%.

Функција масти у семену дивљег кестена је резервна, а користи се као сировина у фармацеутској и хемијској индустрији (Туцовић, 1983; Лемајић и сар., 1985; Baraldi i sar., 2007).

Табела 4. Садржај масти у семену дивљег кестена непосредно по сакупљању, у току и након складиштења и чувања при температурама од 2°C и 8°C (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	2008. година				2009. година					
		Након сакупљања ^а	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)	Након сакупљања ^а	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бачка Паланка	БП ₁	4,21	4,15	3,90	3,91	3,95	5,67	5,37	5,54	5,44	5,40
	БП ₂	5,78	5,26	5,23	5,15	5,89	6,10	6,23	6,24	6,99	6,73
	БП ₃	5,94	5,87	5,53	5,18	5,18	4,67	4,55	4,84	4,13	4,27
	БП ₄	5,92	5,87	5,29	5,38	5,02	4,89	4,76	4,43	4,95	4,78
	БП ₅	5,95	5,25	5,25	5,04	5,09	5,25	5,50	5,50	5,02	5,10
	БП ₆	6,13	5,97	5,95	5,37	5,19	5,38	5,47	5,33	5,78	5,67
	БП ₇	4,67	4,52	4,45	4,48	4,23	6,85	6,89	6,83	6,92	6,79
	БП ₁₂	6,42	6,36	6,35	6,12	6,13	4,06	4,09	4,13	4,01	4,10
	БП ₁₃	5,15	5,11	5,05	5,05	5,04	5,57	5,70	5,68	5,70	5,78
	БП ₁₄	4,94	4,83	4,85	4,74	4,66	5,36	5,74	5,33	5,09	5,16
	БП ₂₀	4,47	4,45	4,13	4,09	4,04	5,66	5,84	5,79	5,82	5,87
	БП ₂₁	4,36	4,22	4,17	4,13	4,01	4,73	4,74	4,68	4,69	4,72
	БП ₂₂	6,02	5,98	5,93	5,79	5,67	5,38	5,47	5,37	5,33	5,41
	БП ₂₃	4,32	4,14	4,12	4,16	4,06	5,17	5,05	5,13	5,11	5,17
	БП ₂₄	5,09	4,67	4,55	4,52	4,50	5,57	5,60	5,61	5,53	5,55
	БП ₂₅	4,89	4,68	4,23	4,17	4,15	4,33	4,47	4,40	4,37	4,33
	БП ₂₆	5,95	5,53	5,42	5,45	5,37	5,25	5,26	5,20	5,22	5,19
	БП ₂₇	4,68	4,33	4,31	4,22	4,22	5,20	5,23	5,19	5,19	5,20
	БП ₂₉	6,07	5,92	5,88	5,67	5,54	5,53	5,58	5,56	5,54	5,60
	БП ₃₀	5,61	5,59	5,43	5,40	5,29	4,11	4,16	4,26	4,13	4,13
	БП ₃₁	4,89	4,66	4,58	4,53	4,32	5,72	5,48	5,75	5,72	5,79
	БП ₃₃	4,12	3,95	3,91	3,88	3,68	5,88	6,03	6,09	6,11	5,99
	БП ₃₄	4,42	4,35	4,28	4,14	4,13	4,13	4,17	4,21	4,16	4,17
	БП ₃₅	4,67	4,56	4,39	4,33	4,30	7,32	7,37	7,34	7,39	7,41
	БП ₃₇	4,79	4,62	4,55	4,52	4,49	4,03	4,07	4,15	4,16	4,09
	БП ₃₈	6,18	6,13	6,08	5,89	5,89	4,12	4,17	4,17	4,14	4,18
	БП ₃₉	5,88	5,88	5,85	5,82	5,73	4,79	4,83	4,76	4,81	4,77
	БП ₄₀	6,19	6,13	6,09	6,00	5,94	5,25	5,27	5,24	5,30	5,31
	БП ₄₁	5,55	5,30	5,31	5,23	5,15	5,79	5,72	5,73	5,80	5,78
	БП ₄₂	5,37	5,31	5,21	5,10	5,03	5,21	5,26	5,22	5,28	5,28
	БП ₄₃	5,67	5,45	5,43	5,40	5,36	5,89	5,86	5,92	5,95	5,93
	БП ₄₄	6,04	6,00	5,93	5,87	5,62	4,76	4,72	4,74	4,76	4,76
БП ₄₆	4,31	4,23	4,15	4,13	4,09	4,84	4,49	4,82	4,79	4,81	
БП ₄₈	4,38	4,20	4,15	4,12	4,06	4,75	4,73	4,78	4,79	4,70	
БП ₄₉	5,28	5,25	5,19	5,12	5,10	5,05	5,04	5,08	5,13	5,11	
БП ₅₀	6,92	6,80	6,78	6,65	6,63	4,73	4,79	4,80	4,80	4,80	
БП ₅₁	4,31	4,23	4,15	4,09	4,06	5,84	5,82	5,85	5,89	5,83	
БП ₅₂	4,86	4,79	4,67	4,65	4,52	5,34	5,33	5,33	5,37	5,35	
\bar{x}		5,27	5,12	5,02	4,93	4,88	5,19	5,20	5,21	5,22	5,21
Cv(%)		14,33	14,89	15,51	14,81	15,32	14,52	14,90	14,81	15,80	15,43

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нови Сад	ИВ ₁	8,23	7,92	7,84	7,82	7,75	6,67	6,65	6,66	6,62	6,61
	ИВ ₂	8,10	7,95	7,92	7,86	7,80	5,96	5,98	5,85	5,82	5,85
	БДС ₁	8,31	8,25	8,20	8,19	8,14	7,27	7,24	7,25	7,29	7,26
	БДС ₂	7,95	7,95	7,83	7,77	7,71	7,04	7,05	7,11	7,14	7,09
	ВС ₇	8,15	8,12	8,03	7,96	7,91	4,84	4,86	4,83	4,89	4,88
	ВС ₈	8,25	8,22	8,19	8,03	7,94	5,11	5,17	5,15	5,19	5,15
	\bar{x}	8,16	8,07	8,00	7,94	7,87	6,15	6,16	6,14	6,16	6,14
	Cv(%)	1,58	1,82	2,07	1,96	2,00	16,51	16,07	16,64	16,43	16,33
Сремски Карловци	СК ₁	5,86	5,62	5,57	5,53	5,45	4,32	4,37	4,32	4,31	4,33
	СК ₃	6,53	6,39	6,25	6,20	6,18	7,22	7,23	7,20	7,20	7,24
	СК ₄	5,94	5,81	5,80	5,76	5,68	4,43	4,48	4,51	4,58	4,53
	СК ₅	5,56	5,48	5,40	5,37	5,31	4,15	4,13	4,18	4,18	4,16
	СК ₇	7,20	7,12	7,04	6,94	6,88	4,85	4,83	4,89	4,82	4,88
	СК ₉	6,14	6,11	6,02	5,95	5,89	5,37	5,38	5,38	5,33	5,35
	\bar{x}	6,20	6,09	6,01	5,96	5,90	5,06	5,07	5,08	5,07	5,10
	Cv(%)	9,41	9,92	9,78	9,47	9,70	22,68	22,56	22,15	22,10	22,42
$\bar{x}_{ук}$	6,54	6,43	6,34	6,28	6,22	5,47	5,50	5,48	5,52	5,49	
Cv(%)	7,25	10,05	9,92	11,60	10,86	15,24	13,22	8,86	14,55	10,23	

6.3.1.4. Садржај протеина у семену

Резултати истраживања садржаја протеина у семену дивљег кестена током 2008. и 2009. године приказани су у табели 5.

Просечне вредности указују да није било разлике у садржају протеина у семену између генотипова по годинама испитивања и локалитетима.

Највиши садржај протеина у режимима складиштења и чувања семена уочен је за генотипове са локалитета Сремски Карловци. Непосредно након сакупљања је износио 5,94% (2008. година), односно 6,00% (2009. година). Након складиштења вредности протеина у семену се нису значајно промениле.

Ниже средње вредности за садржај протеина забележене су код генотипова БП₂₁, БП₃₇, ИВ₁, ИВ₂ и СК₅ (од 4,06% до 6,12%). Семе генотипова БП₁, БП₄, БП₂₇, ВС₈, СК₁ и СК₉ имало је највиши садржај протеина (од 5,67% до 6,15%).

Поред градивне улоге коју протеини имају у семену дивљег кестена, наводи се заштитна улога у циљу спречавања прекомерног исушивања семена (**Gumilevskaya i Azerkovich, 2007**). Из тог разлога испитивање садржаја протеина у семену дивљег кестена је од значаја, а у вези је са очувањем воде у рекалцитрантном семену у току складиштења и чувања.

Табела 5. Садржај протеина у семену дивљег кестена непосредно по сакупљању, у току и након складиштења и чувања при температурама од 2°C и 8°C (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	2008. година				2009. година					
		Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)	Након сакупљања	3 месеца (2°C)	6 месеци (2°C)	3 месеца (8°C)	6 месеци (8°C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бачка Паланка	БП ₁	5,99	6,03	6,10	6,12	6,00	5,76	5,72	5,84	5,75	5,94
	БП ₂	5,73	5,75	5,95	5,92	5,97	5,85	6,04	5,92	5,97	6,10
	БП ₃	5,92	6,04	6,07	6,12	6,00	5,75	5,73	5,78	5,84	5,91
	БП ₄	6,10	6,15	6,04	6,03	6,10	6,05	6,10	6,08	6,00	6,08
	БП ₅	5,94	5,83	5,78	5,86	5,88	5,93	5,79	5,80	5,94	5,91
	БП ₆	5,98	5,96	6,05	6,10	6,05	5,84	5,92	5,85	5,90	5,92
	БП ₇	6,00	6,20	6,04	5,94	5,99	6,13	6,10	6,10	6,04	6,00
	БП ₁₂	6,04	5,93	5,87	5,89	5,92	6,16	6,10	6,04	6,00	6,02
	БП ₁₃	5,95	5,88	5,83	5,80	5,76	5,67	5,92	5,95	5,95	5,86
	БП ₁₄	5,76	5,79	5,84	5,75	6,00	6,10	6,00	5,93	5,95	6,09
	БП ₂₀	5,85	6,04	5,99	5,93	6,10	5,89	6,14	5,98	5,90	5,93
	БП ₂₁	5,73	5,73	5,75	5,84	5,94	5,89	5,81	5,77	5,89	5,93
	БП ₂₂	6,05	6,10	6,10	6,12	6,08	6,12	6,03	5,98	6,00	6,05
	БП ₂₃	6,00	5,79	5,80	5,94	5,91	6,10	6,08	6,00	5,97	5,92
	БП ₂₄	5,84	5,92	5,85	5,90	5,92	6,15	6,03	6,10	6,00	6,00
	БП ₂₅	6,13	6,10	6,10	6,04	6,00	4,06	5,95	5,93	6,04	6,00
	БП ₂₆	6,16	6,10	6,04	6,00	6,02	5,57	5,76	5,93	5,98	5,86
	БП ₂₇	5,67	5,92	5,95	5,95	5,86	6,00	6,06	6,10	6,03	6,00
	БП ₂₉	6,10	6,00	5,93	5,95	6,09	6,04	6,07	6,05	5,98	6,00
	БП ₃₀	5,89	6,14	5,98	5,90	5,93	5,78	5,74	5,89	5,91	5,83
	БП ₃₁	5,89	5,81	5,77	5,89	5,93	5,94	5,83	5,89	5,83	5,84
	БП ₃₃	6,12	6,03	5,98	6,00	6,05	6,17	6,03	6,10	6,05	6,10
	БП ₃₄	6,10	6,08	6,00	5,97	5,92	5,79	5,82	5,80	5,85	6,85
	БП ₃₅	6,15	6,03	6,10	6,00	6,00	6,13	6,08	6,05	6,00	6,05
	БП ₃₇	4,06	5,95	5,93	6,04	6,00	5,75	5,84	5,82	5,91	5,93
	БП ₃₈	5,57	5,76	5,93	5,98	5,86	6,02	5,94	5,98	6,00	6,10
	БП ₃₉	6,00	6,06	6,10	6,03	6,00	6,01	6,06	6,09	6,10	6,04
	БП ₄₀	6,12	6,04	6,03	6,00	5,98	6,00	5,93	5,82	5,93	5,97
	БП ₄₁	5,94	5,88	5,74	5,83	5,81	6,15	6,00	6,18	6,09	6,05
	БП ₄₂	5,93	5,87	5,85	4,81	5,78	5,85	5,93	5,89	5,83	5,88
	БП ₄₃	6,00	5,94	6,07	6,12	6,10	5,87	5,93	5,97	5,92	5,90
	БП ₄₄	6,03	5,93	5,84	5,90	5,91	5,92	6,00	6,00	6,03	6,05
БП ₄₆	6,00	5,92	5,98	6,02	6,00	6,00	6,12	6,08	6,04	6,10	
БП ₄₈	5,73	5,78	5,81	5,72	5,80	6,04	6,10	5,97	5,93	6,00	
БП ₄₉	5,88	5,78	5,89	5,91	5,72	5,96	5,85	5,82	5,79	5,91	
БП ₅₀	5,93	5,99	6,03	6,00	6,05	5,99	6,00	6,05	6,01	6,00	
БП ₅₁	5,82	5,78	5,83	5,75	5,91	6,18	6,12	6,09	6,07	6,05	
БП ₅₂	5,89	5,80	5,92	5,95	5,98	6,10	5,90	5,96	5,95	6,00	
	\bar{x}	5,89	5,94	5,94	5,92	5,95	5,91	5,96	5,96	5,95	6,00
	Cv(%)	5,71	2,18	1,89	3,58	1,64	5,83	2,09	1,85	1,39	2,69

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нови Сад	ИВ ₁	6,00	5,92	5,90	5,88	5,83	5,73	5,78	5,81	5,72	5,80
	ИВ ₂	5,74	5,79	5,77	5,90	5,82	5,88	5,78	5,89	5,91	5,72
	БДС ₁	5,83	5,89	5,73	5,80	5,93	5,93	5,99	6,03	6,00	6,05
	БДС ₂	5,96	6,00	6,04	6,00	6,03	5,82	5,78	5,83	5,75	5,91
	ВС ₇	5,84	5,72	5,89	5,95	6,00	5,89	5,80	5,92	5,95	5,98
	ВС ₈	6,10	6,13	6,04	5,95	5,98	6,00	6,15	6,04	6,08	6,10
	\bar{x}	5,91	5,90	5,89	5,91	5,93	5,87	5,88	5,92	5,90	5,93
	Cv(%)	2,23	2,48	2,21	1,18	1,50	1,58	2,65	1,65	2,39	2,47
Сремски Карловци	СК ₁	6,00	6,05	6,14	6,10	6,09	6,12	6,04	6,03	6,00	5,98
	СК ₃	5,94	5,90	5,86	5,93	6,00	5,94	5,88	5,74	5,83	5,81
	СК ₄	6,05	6,16	6,00	5,95	5,98	5,93	5,87	5,85	4,81	5,78
	СК ₅	5,74	5,94	5,88	5,87	5,90	6,00	5,94	6,07	6,12	6,10
	СК ₇	5,84	5,91	5,95	5,95	6,00	6,03	5,93	5,84	5,90	5,91
	СК ₉	6,10	6,00	6,04	5,93	5,95	6,00	5,92	5,98	6,02	6,00
	\bar{x}	5,94	5,99	5,98	5,95	5,99	6,00	5,93	5,92	5,78	5,93
	Cv(%)	2,27	1,66	1,75	1,29	1,05	1,15	1,02	2,16	8,40	2,04
	$\bar{x}_{ук}$	5,91	5,94	5,93	5,93	5,96	5,93	5,92	5,94	5,88	5,95
	Cv(%)	5,85	3,30	2,29	2,86	4,12	2,50	3,13	4,05	4,76	3,15

6.3.2. Лабораторијска клијавост семена дивљег кестена

Испитивањем клијавости семена дивљег кестена у лабораторијским условима, забележене су минималне, максималне и средње вредности за техничку клијавост, енергију клијања и средње мировање клијања (табела 6).

Укупна просечна вредност за техничку клијавост семена након сакупљања износила је 78,04%, а просечна вредност за енергију клијања 20,25%. Енергија клијања семена је расла са повећањем броја дана чувања у обе године испитивања. На крају периода чувања семена при температури од 2°C забележена просечна вредност за енергију била је 67,44%, а при температури од 8°C износила је 68,40%.

Издваја се семе генотипова БП₁, БП₄, БП₅, БП₂₇, БДС₂, СК₁, СК₄ и СК₉ са највишим просечним вредностима техничке клијавости семена.

Током испитивања уочено је да техничка клијавост семена дивљег кестена зависи од температуре чувања и садржаја воде у семену. Забележено је да је семе које је чувано на температури од 8°C имало већи проценат техничке клијавости, енергије клијања, а мањи проценат средњег мировања клијања у односу на семе чувано на 2°C. Уочен је значајан раст клијавости семена са повећањем времена чувања, тако да је најнижа клијавост семена била на почетку, а највиша на крају периода складиштења и чувања.

Табела 6. Техничка клијавост семена, енергија клијања и средње мировање клијања семена дивљег кестена непосредно по сакупљању, у току и након складиштења и чувања при температурама од 2°C и 8°C (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет Т	Генотип	Након сакупљања			3 месеца (2°C)			6 месеци (2°C)			3 месеца (8°C)			6 месеци (8°C)			
		ТК (%)*	ЕК (%)	СМК	ТК (%)	ЕК (%)	СМК	ТК (%)	ЕК (%)	СМК	ТК (%)	ЕК (%)	СМК	ТК (%)	ЕК (%)	СМК	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Бачка Паланка	БП ₁	67,40	7,04	11,16	88,83	67,52	7,46	92,41	87,65	5,52	87,29	44,82	8,02	91,84	91,84	6,16	
	БП ₂	70,35	21,67	9,61	94,56	51,27	9,54	91,98	58,06	6,76	92,39	30,60	9,21	83,49	47,83	6,70	
	БП ₃	71,64	38,19	9,30	91,75	64,15	7,38	91,25	78,96	5,23	84,94	30,24	7,97	76,09	21,74	8,17	
	БП ₄	84,87	46,10	10,26	95,18	64,92	7,19	98,41	98,41	5,85	87,75	45,30	7,56	84,95	76,57	6,37	
	БП ₅	75,82	8,15	11,88	93,65	42,78	8,84	93,57	78,87	6,24	80,54	37,31	9,72	85,42	50,00	7,15	
	БП ₆	86,67	26,43	10,82	84,24	57,93	7,66	91,66	77,08	6,25	85,92	32,70	9,48	90,48	21,43	8,31	
	БП ₇	76,65	13,15	11,90	86,34	54,97	7,65	90,20	74,51	6,80	78,36	22,22	9,34	85,96	22,81	8,33	
	БП ₁₂	81,42	6,46	10,81	89,34	37,49	10,00	93,33	93,33	5,69	88,30	17,29	10,12	80,49	57,38	7,25	
	БП ₁₃	78,93	16,60	10,71	76,67	42,58	11,35	92,19	75,00	6,69	83,03	25,53	8,58	82,14	16,07	10,24	
	БП ₁₄	64,64	31,81	9,74	86,65	50,13	8,15	93,22	66,10	7,04	78,22	26,41	9,04	88,06	13,43	9,17	
	БП ₂₀	77,54	15,42	10,73	91,72	47,69	8,55	93,33	90,00	6,21	84,69	29,26	9,06	89,13	17,39	9,20	
	БП ₂₁	80,69	19,60	10,32	90,72	45,18	8,54	90,00	90,00	5,87	86,18	24,42	9,67	84,21	17,54	9,58	
	БП ₂₂	63,49	35,37	9,22	86,11	54,81	7,81	90,20	90,20	5,96	85,78	28,55	9,00	83,05	20,34	8,94	
	БП ₂₃	82,22	21,73	10,95	89,11	59,12	8,43	91,04	91,04	5,18	84,58	33,32	9,36	89,29	28,57	8,46	
	БП ₂₄	77,87	10,51	10,94	89,69	37,60	10,38	96,50	90,59	6,04	88,21	25,18	10,33	82,71	11,94	10,05	
	БП ₂₅	69,23	29,68	9,44	91,91	48,29	9,06	92,65	51,47	7,06	87,91	25,26	9,17	87,93	34,48	8,06	
	БП ₂₆	74,10	24,30	10,25	87,04	56,36	8,04	88,88	79,63	5,63	79,07	24,87	9,05	84,48	15,52	9,33	
	БП ₂₇	77,18	38,37	10,00	87,62	47,74	8,69	92,42	80,30	6,30	82,52	33,15	8,96	90,00	56,66	6,89	
	БП ₂₉	80,29	39,12	10,04	90,55	55,07	7,18	100,0	100,0	5,05	84,34	28,74	8,01	82,50	58,82	6,45	
	БП ₃₀	68,82	19,27	10,61	84,72	57,93	8,02	95,89	78,08	6,57	85,38	39,87	8,90	89,15	25,42	8,67	
	БП ₃₁	72,69	30,96	9,39	91,86	44,21	9,11	86,76	54,41	6,95	86,93	21,24	8,99	84,31	23,53	7,98	
	БП ₃₃	73,53	23,25	11,16	88,05	53,99	9,03	95,71	31,43	8,09	87,24	39,66	9,36	89,58	41,67	7,07	
	БП ₃₄	81,17	29,30	9,87	90,16	43,95	9,34	95,38	90,77	6,10	85,00	37,17	9,21	93,55	14,52	8,95	
	БП ₃₅	77,59	26,02	10,31	88,86	45,77	8,34	95,65	60,87	6,91	85,83	26,96	8,82	88,69	26,79	8,02	
	БП ₃₉	80,37	22,12	10,24	95,24	78,57	7,90	96,66	65,00	7,21	80,90	23,31	9,04	79,02	29,17	7,56	
	БП ₄₀	79,70	33,58	9,58	91,99	75,28	7,09	92,19	68,75	6,59	80,17	34,84	8,65	80,84	30,51	7,85	
	БП ₄₁	83,00	22,14	10,79	91,07	56,14	8,09	96,83	57,14	7,79	82,67	31,53	9,42	95,24	28,57	7,78	
	БП ₄₂	86,89	21,72	10,27	95,26	66,85	8,03	93,22	86,44	6,27	86,28	43,78	9,03	85,00	85,00	5,68	
	БП ₄₃	76,32	28,93	9,82	91,89	65,27	7,39	86,72	81,25	5,92	78,30	33,92	8,91	80,00	58,18	7,00	
	БП ₄₄	72,79	36,27	9,30	90,35	65,05	7,61	90,48	80,95	6,13	86,81	33,91	9,73	86,24	36,00	7,05	
	БП ₄₆	75,29	29,06	9,19	93,00	63,04	7,97	94,81	60,56	7,01	88,01	26,26	9,40	90,16	34,92	7,71	
	БП ₄₈	74,86	21,15	9,73	91,93	42,46	9,29	92,59	53,70	7,06	80,48	32,46	9,38	85,19	35,19	7,80	
	БП ₄₉	76,98	25,88	10,22	86,25	56,49	7,10	94,29	80,00	6,27	84,63	31,10	8,66	84,16	71,74	6,79	
	БП ₅₀	77,92	31,62	9,55	92,10	61,63	7,61	92,31	52,31	7,35	79,25	39,16	8,75	80,24	36,00	7,37	
	БП ₅₁	71,03	32,97	9,83	86,06	38,35	9,08	94,20	94,20	6,28	76,93	16,95	9,30	79,71	20,29	8,75	
	БП ₅₂	80,31	25,16	11,22	85,96	35,96	9,34	98,04	86,27	6,02	77,77	23,13	8,84	85,42	43,75	7,02	
	\bar{x}		76,48	25,05	10,26	89,47	54,57	8,36	93,32	75,04	6,46	84,13	30,57	9,07	85,78	56,72	7,88
	Cv(%)		5,23	4,02	1,19	10,29	6,16	8,92	1,55	2,12	4,56	3,18	9,65	1,89	7,70	4,53	5,70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Нови Сад	ИВ ₁	80,74	27,96	10,32	93,86	54,47	8,25	94,39	37,70	5,23	83,39	30,08	9,14	83,32	91,94	7,21
	ИВ ₂	79,79	38,64	9,13	88,61	52,74	8,94	91,23	30,95	7,10	81,35	29,58	8,44	90,48	50,88	7,15
	БДС ₁	80,67	33,91	9,48	91,21	57,10	8,29	91,74	50,00	6,07	81,15	36,53	8,96	84,67	82,98	6,66
	БДС ₂	83,60	41,87	9,14	91,17	53,07	7,18	91,81	25,93	6,25	81,01	34,11	7,95	92,59	58,49	7,22
	ВС ₇	73,92	21,77	10,02	89,04	36,99	9,21	95,71	62,50	5,24	84,56	24,37	9,18	92,50	95,71	7,24
	ВС ₈	72,20	33,89	9,73	91,34	34,60	9,50	93,65	50,91	5,22	82,51	21,01	8,89	76,36	88,88	6,50
	\bar{x}	78,48	33,00	9,63	90,87	48,16	8,56	93,09	43,00	5,98	82,33	29,28	8,76	86,65	78,15	7,00
	Cv(%)	1,65	4,50	5,23	2,20	2,89	1,56	9,90	5,12	2,67	8,16	1,55	3,49	4,55	4,30	3,74
Сремски Карловци	СК ₁	75,91	31,94	9,14	89,98	55,34	8,16	88,69	57,34	7,09	80,62	39,11	8,41	92,71	93,33	7,44
	СК ₃	76,98	32,25	9,63	87,96	60,10	8,06	91,66	86,66	6,22	84,11	37,54	8,04	85,26	72,73	6,15
	СК ₄	80,62	25,59	10,27	90,32	50,09	8,37	95,52	86,57	6,08	81,28	27,03	9,19	83,33	56,25	6,18
	СК ₅	87,72	33,15	9,29	84,87	68,71	7,75	91,66	91,66	5,44	84,58	32,81	8,12	91,84	61,22	6,98
	СК ₇	74,29	12,22	10,72	85,90	56,11	7,96	95,00	95,00	5,71	83,10	34,79	8,52	82,69	38,46	6,84
	СК ₉	79,37	19,21	10,38	86,29	72,91	7,51	88,37	88,37	5,34	82,19	39,02	8,47	100,0	100,0	5,98
	\bar{x}	79,15	25,72	9,90	87,55	60,54	7,97	91,82	84,27	5,98	82,64	35,05	8,46	89,31	70,33	6,60
	Cv(%)	3,6	4,12	1,50	1,19	1,89	5,97	7,21	5,50	6,34	2,28	4,62	3,55	3,18	2,83	2,85
$\bar{x}_{ук}$	78,04	20,25	9,93	89,30	54,42	8,30	92,74	67,44	6,14	83,03	31,63	8,76	87,25	68,40	7,16	
Cv(%)	2,20	4,52	2,80	3,56	4,29	4,40	3,15	2,96	1,94	4,67	4,12	2,25	5,05	10,25	2,20	

*ТК- техничка клијавост; ЕК-енергија клијања; СМК-средње мировање клијања

6.3.3. Услови средине расадника на Римским Шанчевима

У условима расадника на Римским Шанчевима испитивана је теренска клијавост семена и одређивани показатељи раста сејанаца у периоду од 2008. до 2010. године.

6.3.3.1. Климатски услови

Расадник се налази на географској ширини од 45°20' N, географској дужини од 19°50' E и надморској висини од 84 m у условима умерено-континенталне климе.

У табели 7 приказане су средње вредности основних климатских параметара за период од 2008 до 2010. године. Уочава се нижа сума падавина у 2008. години и 2009. години у односу на 2010. годину. У току јуна, јула и августа забележен је критичан период за развој сејанаца, због мале количине излучених падавина.

Табела 7. Средња годишња температура ваздуха, релативна влажност и сума падавина за период од 2008. до 2010 године (извор: Републички Хидрометеоролошки Завод Србије)

	2008. год.	2009. год.	2010. год.
Температура ваздуха (°C)	12,70	12,50	11,60
Релативна влажност ваздуха (%)	73,00	74,00	79,00
Сума падавина (mm)	528,00	636,60	1041,90

6.3.3.2. Услови земљишта

Према Педолошкој карти Војводине (Nejgebauer i sar., 1971) на простору расадника на коме је обављена сетва и развијали се сејанци дивљег кестена, заступљено је земљиште типа чернозем са знацима оглејавања у лесу. Иловастог је механичког састава са повољним односом фракција глине и песка (табела 8), оптималне структуре и водно-ваздушног режима (Нинић-Тодоровић, 1990).

Табела 8. Механички састав земљишта у Расаднику на Римским Шанчевима (извор: Нинић-Тодоровић, 1990)

Дубина (cm)	% честица димензија (mm)				Врста земљишта
	0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	> 0,002	
0-25	0,43	51,27	35,50	12,80	иловача
25-45	1,46	54,24	31,51	12,80	иловача
45-60	0,51	57,69	32,00	9,80	иловача

Земљиште карактерише неутрална рН вредност (табела 9). Средња обезбеђеност фосфором (1,48-9,63 mg/100g) и оптимална обезбеђеност калијумом (17,63-23,06 mg/100g) утицала је на оптималан развој сејанаца дивљег кестена у првом вегетационом периоду. Површински слој (0-30 cm) је добро обезбеђен хумусом (2,70%), што је од важности за правилан развој кореновог система у првој години.

Табела 9. Основна хемијска својства земљишта у расаднику на Римским Шанчевима (извор: **Ninić-Todorović i sar., 2012**)

Дубина (cm)	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ (%)	Хумус (%)	N total (%)	Al-P ₂ O ₅ (mg/100g)	Al-K ₂ O (mg/100g)
0-30	7	8,33	0,83	2,70	0,18	9,63	23,06
30-60	7,31	8,42	0,69	2,58	0,17	1,48	17,63

Узимајући у обзир основне климатске параметре, механички и хемијски састав земљишта на коме је обављена сетва и развијали се сејанци дивљег кестена у периоду од 2008. до 2010. године, констатовано је да постоје оптимални услови за производњу квалитетног садног материјала дивљег кестена.

6.3.3.3. Технички услови у расаднику

Расадник на Римским Шанчевима се налази 12 km од Новог Сада и заузима површину од 33 ha. Протеже се паралелно са регионалним путем Нови Сад-Суботица и Нови Сад- Бечеј (слика 4, извор: Интернет извор 1)



Слика 4. Позиција огледног поља у расаднику на Римским Шанчевима (извор: Google maps)

Основна делатност расадника је прозводња садног материјала. Капацитет производње је 45 000 до 50 000 садница различитих воћних врста и сорти. Земљишни комплекс се такође користи за обављање научног рада и образовање студената.

У расаднику се налази систем за наводњавање који се састоји од бунара и укопаног главног разводног цевовода са хидрантима одакле се обавља наводњавање помоћу кишних крила и капајућих трака. Опремљен је расхладном комором, која служи за контролисано чување садног материјала и калем гранчица, и топлим столом за ожиљавање помоћу резница. У функцији су две стакларе које се користе у научно-истраживачке сврхе и производњу садног материјала.

6.3.4. Теренска клијавост семена и показатељи раста садница дивљеог кестена

Резултати испитивања у пољским условима указују да је просечна вредност за клијавост семена чуваног при температури од 2°C била 16,11%, док је семе чувано при температури од 8°C имало просечну клијавост од 28,82% (табела 10).

Најмањи проценат исклијалог семена је био са локалитета Нови Сад (13,10), а највиши са локалитета Бачка Паланка (37,72).

Истичу се генотипови БП₄, БП₄, БП₇, СК₄ и СК₇ са високим вредностима за клијавост семена чуваног при температури од 8°C (46,67%, 54,28%, 51,42%, 52,50% и 55,54%).

У табели 11 приказане су просечне вредности висине и пречника у кореновом врату на нивоу генотипова након 30, 60, 90 и 120 дана од ницања. По значајно вишим вредностима показатеља раста истичу се сејанци генотипова БП₄, БП₅, БДС₂ и СК₄.

Највише просечне вредности за висину и пречник у кореновом врату забележене су на сејацима генотипа БП₄. Просечна висина сејанаца неведеног генотипа се кретала од 5,67 cm (30 дана од ницања) до 11,28 cm (120 дана од ницања), док су вредности пречника у кореновом врату варирале од 4,46 mm (30 дана од ницања) до 7,63 mm (120 дана од ницања).

Сејанци генотипа БП₄₉ имали су најниже просечне вредности за висину након 30 дана (3,10 cm) и 60 дана од ницања (5,00 cm). Након 90 и 120 дана од ницања сејанци генотипа БП₄₂ имали су најниже вредности за висину (5,63 cm, односно 5,93 cm) и пречник у кореновом врату (6,08 mm, односно 6,25 mm).

Табела 10. Теренска клијавост семена дивљег кестена
(предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Локалитет	Генотип	Клијавост семена (%)	
		Чувано на темп. од 2°C	Чувано на темп. од 8°C
1	2	3	4
Бачка Паланка	БП ₁	-	40,20
	БП ₂	-	45,50
	БП ₃	-	-
	БП ₄	-	46,67
	БП ₅	-	54,28
	БП ₆	-	-
	БП ₇	-	51,42
	БП ₁₂	-	31,42
	БП ₁₃	-	-
	БП ₁₄	-	-
	БП ₂₀	-	-
	БП ₂₁	-	-
	БП ₂₂	-	-
	БП ₂₃	-	-
	БП ₂₄	-	-
	БП ₂₅	-	-
	БП ₂₆	-	44,00
	БП ₂₇	10,00	45,80
	БП ₂₉	-	-
	БП ₃₀	-	20,25
	БП ₃₁	-	-
	БП ₃₃	-	-
	БП ₃₄	-	-
	БП ₃₅	-	-
	БП ₃₇	-	28,67
	БП ₃₈	-	34,00
	БП ₃₉	-	-
	БП ₄₀	-	-
	БП ₄₁	-	40,00
	БП ₄₂	-	26,00
	БП ₄₃	-	-
	БП ₄₄	-	-
БП ₄₆	-	-	
БП ₄₈	28,33	-	
БП ₄₉	-	36,00	
БП ₅₀	-	-	
БП ₅₁	-	21,66	
БП ₅₂	10,00	-	
	\bar{x}	16,11	37,72
	Sv(%)	45,21	52,74

1	2	3	4
Нови Сад	ИВ ₁	-	2,20
	ИВ ₂	-	3,50
	БДС ₁	-	25,33
	БДС ₂	-	19,15
	ВС ₇	-	-
	ВС ₈	-	14,54
	\bar{x}	-	13,10
	Cv(%)	-	34,20
Сремски Карловци	СК ₁	-	25,25
	СК ₃	-	-
	СК ₄	-	52,50
	СК ₅	-	33,00
	СК ₇	-	55,54
	СК ₉	-	47,55
	\bar{x}	-	35,64
	Cv(%)	-	28,43
	$\bar{x}_{yк}$	16,11	28,82
	Cv(%)	45,21	36,24

Табела 11. Вредности висине и пречника у кореновом врату садница дивљег кестена (предселекција за период од 2008. до 2010. године)

Генотип	Након 30 дана		Након 60 дана		Након 90 дана		Након 120 дана	
	Висина (cm)	Пречник у кореновом врату (mm).	Висина (cm)	Пречник у кореновом врату (mm).	Висина (cm)	Пречник у кореновом врату (mm).	Висина (cm)	Пречник у кореновом врату (mm).
БП ₁	5,10	3,85	9,15	6,53	10,35	6,92	10,95	7,20
БП ₂	5,18	3,92	8,92	6,21	10,12	6,58	10,78	6,95
БП ₄	5,67	4,46	9,83	7,36	10,86	7,51	11,28	7,63
БП ₅	3,33	2,84	6,90	6,08	6,96	5,18	8,75	6,15
БП ₇	5,26	4,33	7,91	7,04	7,88	6,79	7,36	6,11
БП ₁₂	3,83	3,03	5,83	4,18	6,35	6,26	6,93	6,23
БП ₂₆	5,97	4,68	9,93	7,62	11,80	8,27	12,60	8,53
БП ₂₇	5,77	4,64	9,65	6,91	9,30	6,53	9,42	6,78
БП ₃₆	4,53	4,28	6,79	6,87	6,67	6,63	6,15	6,84
БП ₃₇	4,88	3,94	8,37	6,74	8,33	7,01	8,08	6,96
БП ₃₈	5,38	4,61	8,39	7,18	9,08	7,94	9,35	8,24
БП ₄₁	5,37	4,39	9,60	8,35	9,73	9,09	9,93	9,19
БП ₄₂	4,33	4,64	6,63	7,46	5,63	6,08	5,93	6,25
БП ₄₈	9,10	6,07	6,50	9,85	10,00	11,58	10,10,	12,22
БП ₄₉	3,10	3,42	5,00	5,14	8,60	7,16	9,94	7,53
БП ₅₁	5,08	4,32	9,04	7,06	9,84	8,18	9,95	8,00
БП ₅₂	4,56	3,58	7,32	5,59	7,60	5,85	6,30	6,75
\bar{x}	5,08	4,18	7,52	7,23	9,64	8,55	10,45	11,10
Cv(%)	17,20	15,28	12,18	9,86	20,50	23,16	15,46	18,75
ИВ ₁	3,20	3,50	4,00	3,80	4,25	3,92	4,54	4,10
ИВ ₂	3,66	3,45	4,25	3,62	4,58	3,75	4,72	4,00
БДС ₁	4,92	4,50	5,30	4,68	5,67	4,72	6,00	4,96
БДС ₂	5,15	4,89	5,84	5,12	6,00	5,25	6,25	5,61
ВС ₈	3,31	3,14	4,63	3,18	5,29	3,20	5,83	3,92
\bar{x}	4,05	3,90	4,80	4,08	5,16	4,16	5,47	4,52
Cv(%)	9,12	8,56	10,45	15,14	9,92	10,12	8,54	11,25
СК ₁	4,60	4,13	5,10	4,52	5,42	4,80	4,98	5,10
СК ₄	6,14	4,71	10,68	8,05	10,96	8,59	11,48	7,50
СК ₅	4,42	3,85	6,40	5,96	6,13	5,76	6,39	5,96
\bar{x}	5,05	4,23	7,39	6,17	7,50	6,38	7,61	6,19
Cv(%)	10,26	8,80	12,25	15,25	18,23	9,90	20,54	7,32
$\bar{x}_{ук}$	4,73	4,10	6,57	5,83	7,43	6,36	7,84	7,27
Cv(%)	8,56	9,19	5,12	8,95	9,95	10,23	7,10	10,89

Резултатима у предселекцији констатовано је да постоји варијабилност између и унутар секундарних популација дивљег кестена. Уочено је да су се испитиване индивидуе прилагодиле постојећим еколошким условима.

На основу фенотипских особина, виталности и кондиције, хемијских одлика семена, резултата лабораторијске и теренске клијавости семена и показатеља раста садница у расаднику издвојено је 17 генотипова за детаљна проучавања биолошких и производних карактеристика, праћење адаптивности на абиотски стрес, односно толерантност дивљег кестена на присуство водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту.



в) локалитет Нови Сад, Молинаријев парк, Петроварадин



г) локалитет Сремски Карловци

Слика 5. Позиције експерименталних стабала дивљег кестена на испитиваним локалитетима (извор: Google maps)

Стабла хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Haune) користила су за узимање калем гранчица. Као подлога послужили су сејанци дивљег кестена старости две и три године. Стабла са којих су узорковане калем гранчице се налазе у дрвореду, на локалитету Нови Сад, Булевар цара Лазара (слика 6).



Слика 6. Линијски засад хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Хауне, извор: Чукановић, 2012)

7.2. Метод рада за експериментална стабла дивљег кестена

Биометријски подаци за индивидуе дивљег кестена (за период осматрања 2008-2010. године) приказани су у табели 1. Дефинисана експериментална стабла (за период осматрања 2010-2014., подаци приказани у табели 12) нису променила вредности за висину стабла, пречник дебла, пречник крошње, добре су виталности, декоративности и здравственог стања. Те вредности су били критеријуми за ужу селекцију, опажања и испитивања биолошких и производних одлика семена дивљег кестена, путем следећих фаза:

- фенолошка опажања,
- сакупљање и испитивање морфолошких својстава семена,
- одређивање хемијског састава и садржаја тешких метала у семену,
- складиштење и чување семена у контролираним условима хладне коморе,
- генеративно размножавање, теренска клијавост и производња сејанаца у расаднику на Римским Шанчевима,
- вегетативно размножавање (зрелим, зеленим резницама и калемљењем) и
- одређивање садржаја водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту.

7.2.1. Фенолошка опажања експерименталних стабала

На 17 експерименталних стабала дивљег кестена вршена су фенолошка осматрања. Праћене су фенолошке појаве листања, цветања, образовања плодова и опадања листова са међуфазама, према ВВСН скали (**Meier i sar., 1994**). Према **Hemery i sar. (2005)** показатељи наступања и трајања одређене фенофазе су календарски дани и датуми регистрација фенолошке појаве у години осматрања.

Осматрање фенофазе листања обављено је у периоду од 10. марта до 23. априла. Фенофаза листања праћена је у оквиру 4 међуфазе:

- појава лисних пупољака,
- размицање љуспи лисних пупољака,
- појава првих листова и
- пуно листање.

Појава лисних пупољака праћена је у току бубрења, издуживања и размицања љуспи пупољака. Међуфаза размицања љуспи пупољака праћена је до момента појаве првих младих листова. Пуно листање је забележено када је у крошњи било више од 20% развијених листова.

Фенофаза цветања праћена је кроз 4 међуфазе:

- отварање цветних пупољака,
- почетак цветања,
- пуно цветање и
- крај цветања.

Осматрање фенофазе цветања обављено је у периоду од 08. априла до 22. маја. Почетак цветања евидентиран је у моменту када је отворено 20% цвасти у односу на волумен крошње, пуно цветање са 50% потпуно отворених цвасти и крај цветања када је отворено 80% цвасти.

Образовање плодова обухватило је осматрања:

- појава плодова,
- почетак опадања семена и
- крај опадања семена.

Осматрање међуфазе појава плодова вршено је од 18. маја до 05. јуна, а опадања семена од 15. септембра до 21. октобра.

Појава плодова дивљег кестена наступа након цветања, семе сазрева током летњих месеци, а почетак опадања семена забележен је од средине септембра. Технолошка зрелост семена наступа по опадању, када је обављено сакупљање.

Опадање листова је фенофаза која траје од почетка опадања са 20% опалих листова момента када са стабла опадне више од 80% листова. Осматрање опадања листова обављено је од 24. августа до 03. децембра. Евидентиран је:

- почетак опадања листова и
- крај опадања листова.

7.2.2. Сакупљање и одређивање морфолошких својстава семена

Крутеријум за оцену времена сакупљања семена је технолошка зрелост према резултатима аутора **Стилиновић (1985), Исајев и Манчић (2001) и Gosling (2007)**. Семе је на сва три локалитета сакупљано у периоду:

- од 25. септембра до 05. октобра у току 2010. године,
- од 20. септембра до 03. октобра у току 2011. године и
- од 30. септембра до 15. октобра у току 2012. године.

За утврђивање морфолошких својстава семена издвојен је узорак од 30 семена по генотипу. Утврђена је дужина, ширина и дебљина семена микрометром прецизности 0,01 mm. Маса семена установљена је на аналитичкој ваги прецизности 0,01 g.

7.2.3. Одређивање хемијског састава и тешких метала у семену

Анализа хемијског састава семена дивљег кестена обављена је у лабораторији Хемијског факултета Универзитета у Београду.

Садржај воде одређен је методом сушења семена у сушници на температури од 103°C до 105°C у трајању од 17 до 18 часова. Губитак масе током сушења у директној је корелацији са губитком воде у семену. Садржај укупних масти одређен је **Soxlet** методом, а садржај скроба методом по **Ewers**-у.

Одређивање садржаја есцина у етанолном екстракту семена дивљег кестена урађено је на течно-масеном хроматографу Waters Acquity UPLC H-Class (WAT-176015007). Опремљен је кватернерном пумпом (Waters Quaternary Solvent Manager), ињектором (Waters Sample Manager-FTN /Flow Through Needle/), колонским компартментом са ZORBAX Eclipse XDB C18 колоном (150 × 4,6 mm; 5µm), детектором и масеним детектором (Waters TQ /Tandem Quadrupole, WAT-176001263/).

За прикупљање и обраду података коришћен је софтвер MassLynx 4.1.

За течни хроматограф потребно је изократно раздвајање помоћу мобилне фазе састава 40 % (v/v) 5 mM амонијум-формијата у води, 30 % (v/v) метанола и 30 % (v/v) ацетонитрила при протоку од 0,7 mL/min, у трајању 0-7 min. Течни хроматограм и UV спектри су снимани на таласним дужинама у опсегу од 190 nm до 800 nm, при температури колоне од 25 °C.

Снимање масених спектра есцина обављено је праћењем прелаза 1153→1153 у ESI⁺ MRM моду (Multiple Reaction Monitoring Mode) при напону на капилари 3,5 kV. Напон на конусу регулисан је на 30 V, колизиона енергија на 20 eV, температура извора на 150°C, десолватациона температура на 450°C, а проток десолватационог гаса на 900 L/h.

За снимање стандардне серије припремљен је раствор стандарда есцина (Fluka) концентрације 10,000 mg/mL у мобилној фази и процеђен кроз филтер (Econofilter 25/0,45 µm, Agilent Technologies). Разблаживањем мобилном фазом направљени су раствори концентрација 1, 2, 4, 5 и 8 mg/mL и процеђени кроз филтер (Econofilter 25/0,45 µm, Agilent Technologies). За снимање калибрационе праве ињектовано је по 2 µL сваког од раствора. На основу вредности добијених мерењем површина сигнала у зависности од концентрације, одређени су коефицијенти једначине праве, и израчунати су граница детекције, граница квантификације и опсег линеарности.

Екстракт семена дивљег кестена, припремљен у екстракту раствору етанола, у мобилној фази до концентрације 20,000 mg/mL приказан је једначинама и опсегом линеарности.¹

За одређивање садржаја тешких метала у семену коришћен је атомски спектрофотометар ICP-OES (Thermo Scientific, United Kingdom), модел 6500 Duo, снабдевен са CID86 детектором. Инструмент функционише секвенцијално са радијалним и аксијалним погледом ка горионику. Читав систем контролише Iteva софтвер. Све коришћене хемикалије су аналитичке природе снабдеване од стране Merck-а (Darmstadt, Немачка). Стакла сочива су била потопљена у раствор 4mol/L HNO₃, минимално 12 часова, а испрана су дестилованом водом. Чиста вода је припремљена проласком кроз систем Milli-Q (Millipore Simplicity 185 System) који укључује дуал UV филтере (185 и 254 nm) да би се уклонио угљеник. Матични раствор је садржао 23 елемента (1.000 g/L) и коришћен је за прављење стандардних раствора за ICP-OES мерења.

7.2.4. Складиштење и чување семена

Узорак за чување, складиштење и сетву у расаднику је 250 семена по генотипу.

Стратификација семена је обављена у контролисаним условима хладне коморе у расаднику на Римским Шанчевима. Семе је чувано у чистом речном песку на температури од 4°C-6°C и релативној влази ваздуха од 90%. Редовно је одржавана влага супстрата и третирање фунгицидом (*Benomil*) у концентрацији од 0,03% у циљу заштите. Контрола здравственог стања семена и влажност песка редовно је обављана (слика 7 и 8).



Слика 7. Стратификација семена дивљег кестена у расаднику на Римским Шанчевима (извор: Чукановић, 2011)



Слика 8. Семе дивљег кестена спремно за чување у хладној комори (извор: Чукановић, 2011)

¹ $y = 4470,37075 x - 4513,59716$; $R^2 = 0,99106$

LOD (S/N 3) = 0,029 mg/mL; LOD (S/N 5) = 0,049 mg/mL; LOQ (S/N 10) = 0,098 mg/mL

Опсег линеарности (S/N 5): 0,049-10,000 mg/mL; Опсег линеарности (S/N 10): 0,098-10,000 mg/mL

7.2.5. Размножавање дивљег кестена

7.2.5.1. Генеративно размножавање

Сетва је обављена након стратификације у пролећним року. Семе је сејано на размаку од 10-12 cm и дубини од 6 до 8 cm (слика 9а и 9б). Семе дивљег кестена клија хипогеично. Поник је евидентиран крајем априла – почетком маја кроз све три године испитивања. У току вегетације праћен је развој сејанаца. У фази мировања једногодишњег *half-sib* потомства, на узорку од 30 биљака мерени су показатељи раста.



Слика 8. Размак (а) и дубина сетве семена дивљег кестена у расаднику (б)
(извор: Чукановић, 2011)

Висина сејанаца и дужина корена мерени су метром прецизности 0,1 cm, пречник кореновог врата микрометром прецизности 0,01 mm, а маса сејанаца (надземни део и корен) установљена је на техничкој ваги прецизности 0,01 g.

Утврђивање показатеља раста двогодишњих и трогодишњих сејанаца обављено је *in situ* мерењем висине и пречника при основи стабла.

7.2.5.2. Вегетативно размножавање

Вегетативно размножавање дивљег кестена обухватило је ожиљавање зрелим и зеленим резницама. За калемљење хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Наупе) као подлога је коришћен дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.).

Зреле резнице узорковане су у периоду мировања вегетације, јануар-фебруар, од једногодишњих избојака узетих са матичних стабала (слика 10). Чуване су у условима хладне коморе, у речном песку, до момента стављања на ожиљавање (слика 11).

Резнице су постављене у условима пластеника, на топлом столу, у супстрату који се састојао од три дела тресета и једног дела песка. Дужина резнице је у просеку била 18 cm, са две интернодије. На базални део резнице аплициран је фитохормон

(0,5% α -нафтил сирћетна киселина) пре стављања у супстрат у циљу успешнијег ожиљавања.



Слика 10. Зреле резнице дивљег кестена (извор: Чукановић, 2011)



Слика 11. Чување зрелих резница у песку (извор: Чукановић, 2011)

Зелене резнице су формиране на дужини од 15 cm у мају, од младих избојака (слика 12).

Ожиљавање је вршено у пластенику, на парапетима, у супстрату за ожиљавање који се састојао од тресета и песка у односу 3:1. Да би се смањило одавање воде и обављена је редукција листова за половину. Базални део зелених резница третиран је фитохормоном (0,5% α -нафтил сирћетна киселина) пре стављања у супстрат. Ниво релативне влаге ваздуха регулисан је прекривањем парапета поливинил фолијом.



Слика 12. Зелене резнице дивљег кестена (извор: Чукановић, 2011)

Калемљење је обављено *in situ*, на двогодишњим и трогодишњим сејанцима дивљег кестена у расаднику на Римским Шанчевима. Узор је била технологија калемљења која се примењује за сорте леске на подлози мечје леске (*Corylus colurna* L.) према ауторима **Ninić-Todorović i sar. (2010, 2011 и 2012)**, **Cerović i sar. (2007)**. Примењен је метод енглеског спајања (слика 13, а, б и в).

Калем гранчице хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Хауне), узете су у периоду мировања вегетације. До момента калемљења чуване су у контролисаним условима хладне коморе, у којој је складиштен и чуван семенски материјал дивљег кестена.



Слика 13 а. Калем гранчице хибрида црвеног кестена спремне за поступак калемљења (извор: Чукановић, 2011)



а)

б)

Слика 13 (б и в). Калемљење хибрида црвеног кестена на подлози дивљег кестена (извор: Чукановић, 2011)

7.2.6. Садржај водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту

Испитивање водорастворљивих соли у земљишту је вршено у априлу и августу, у периоду две узастопне године. Узорковање земљишта извршено је у зони кореновог система дрворедних стабала дивљег кестена, на Булевару Јаше Томића у Новом Саду. У зимском периоду, стабла дивљег кестена додатно су изложена утицају посипања индустријске соли.

Узорак је вађен педолошком сондом са две дубине, од 0 до 30 cm и 30 до 60 cm, у зони кореновог система, по три узорка.

Узорци за контролу узимани су у зони кореновог система дивљег кестена који није изложен утицају расипања соли, у Футошком парку у Новом Саду, на две дубине (од 0 до 30 cm и 30 до 60 cm).

Анализа узорака земљишта рађена је у Лабораторији за испитивање земљишта, ђубрива и биљног материјала, у одељењу за педологију и водни режим биљака, Департмана за ратарство и повртарство Пољопривредног факултета у Новом Саду.

Након сондирања, узорци земљишта су сушени на собној температури, до ваздушно сувог стања. Просејавање и млевење обављено је до величине фракције од 2 mm. Земљишна паста, потребна за анализу, образована је додавањем дестиловане воде до тачке карактеристичне за сатурисано земљиште. Паста земљишта треба да буде хомогена, сјајна на површини, али довољно густа, да се не издваја слободна вода, што представља горњу границу пластичности по **Atterbergu**. Земљишном пастом се пуни ебонитна посуда. Поставља се у коло наизменичне струје, а путем кондуктометра („МА 5961“) обавља се читавање електричног отпора. Подаци добијени читавањем електричног отпора сатурисане земљишне пасте, кориговани су у односу на конвенционалну температуру од 15,5°C (60°F) по **Whitney i Means-у**.

Садржај укупних водорастворљивих соли у водом сатурисаној земљишној пасти одређен је помоћу електричног кондуктометра. Соли се понашају као електролити те се због тога користи електрични кондуктивитет за изражавање укупне концентрације јонизованих састојака у земљишној пасти (**Hadžić i sar., 2004**). Присуство веће количине електролита у земљишту, условљава већу електричну проводљивост, односно при мерењу на апарату се региструје мањи електричан отпор.

Садржај укупних соли у земљишту добијен је читавањем са графика по **Davis i Bryan-у**.

У истој лабораторији на одељењу за агрохемију, одређен је садржај укупних и лакоприступачних тешких метала у земљишту. Анализа узорак узетог сондом са дубине од 0 до 30 cm, обављена је путем пламеног атомског спектрофотометра (слика 14), по методи 134-AY-2 *Analisis of soil*.



Слика 14. Узорци земљишта припремљени за анализу и атомски спектрофотометар (извор: Чукановић, 2014)

7.2.7. Статистичка обрада података

Квантитативне особине испитиваних показатеља семенског и садног материјала дивљеог кестена обрађени су методом дескриптивне статистике (**Hadživukoviću, 1991**). Обухватају одређивање средње вредности (\bar{x}), коефицијента варијације (Cv) и стандардне девијације (Sd).

Данаканов тест вишеструких интервала (*Duncan test*) обухватио је обраду резултата за фенофазе, хемијски састав и садржај тешких метала у семену, клијавост и преживљавање садница, показатеље раста садница и садржај тешких метала у земљишту.

Мултиваријациона кластер (*Cluster*) и анализа главних компонената (*PCA analysis*) урађена је за биометријске податке експерименталних стабала, фенофазе, морфолошке особине семена, хемијског састава и садржај тешких метала у семену, клијавост и преживљавање садница, тестове *half-sib* потомства и садржај тешких метала у земљишту.

Корелација између показатеља раста обављена је за једногодишње саднице.

Добијени подаци су статистички обрађени употребом програмског пакета Statistica 12. (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

8. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

8.1. Биометријски подаци за експериментална стабла дивљег кестена

Висина, као значајан квантитативни параметар, даје почетну слику о степену развијености стабала. Селекционисани генотипови дивљег кестена спадају у класу одраслих стабала, који су достигли пуну физичку зрелост укупне просечне висине од 13,64 m (табела 12). Најнижа вредност забележена је за стабло БДС₁ (7,00 m), а највиша за генотипове П₄ (15,50 m), БП₄ и П₁ (15,30 m).

Укупна просечна вредност за висину до првих грана износи 2,94 m. Генотип БП₅ одликује се минималним вредностима висине до првих грана од 2,00 m, док је највише вредности имао генотип П₄ (3,55 m).

Старост и зрелост стабала дивљег кестена сагледана је кроз вредности пречника дебла који се кретао од 31,84 cm (БДС₂) до 63,70 cm (СК₃). Укупна просечна вредност износила је 50,84 cm.

Ширина крошње има највише вредности коефицијента варијације, који се кретао од 31,13% (локалитет Нови Сад) до 0,42% (локалитет Бачка Паланка). Разлог је близина стабала у односу на околне објекте. Стабла на локалитету Бачка Паланка удаљена су у просеку 2,5 m од објекта за једнопородично становање што је узроковала формирање уске крошње код генотипова БП₁ и БП₅ (4,50 m и 5,00 m). Генотипови са локалитета Нови Сад, сађени на међусобном растојању од 3 m, удаљени су од објекта стамбене зграде на Булевару деспота Стефана око 2 m (БДС₂) односно 3 m (БДС₁). Индивидуе су физиолошки млађа стабла, па су вредности за ширину крошње мање (од 3,00 m до 3,20 m). Индивидуе са локалитета Сремски Карловци имају највише вредности ширине крошње (7,50 m). Налазе се на растојању 5 m у односу на објекат Богословије, што је омогућило правилан развој крошње.

На испитиваним генотиповима уочена је појава отворене трулежи дебла и већих грана. Интензитет средње јачине забележен је код генотипова СК₁ и СК₃, док је слаб интензитет трулежи уочен код генотипова БП₂, БП₅, БП₂₇, БДС₂, П₃, П₆, СК₇ и СК₉.

Највећи број исечених дебелих грана забележен је код генотипова БП₂ и БП₂₇ (слика 15), док су механичка оштећења на деблу уочена на генотипу П₁ (слика 16). Евидентирано је присуство исечених грана на 10 од укупно 17 индивидуа дивљег кестена.

Фитопатолошка обољења прате појаву трулежи дебла и дебелих грана. Забележена су на 10 генотипова на којима је уочен слаб и средњи интензитет појаве трулежи.

Оштећења узрокована присуством економски значајног инсекта, минера листа дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić), су слабог интензитета (слика 17). У корелацији са еколошким и антропогеним факторима, минер листа узрокује појаву превремене дефолијације.

На основу фенотипских и квантитативних параметара установљена је висока просечна оцена за виталност стабала од 4,23. Највише вредности забележене су за генотипове БП₄, БДС₁, П₅ и СК₄.

Средња вредност за оцену декоративности износи 4,70. Оцена одличан за здравствено стање и декоративност индивидуа дивљег кестена на свим локалитетима, одраз је адаптације на услове урбане средине.



Слика 15. Исечене дебеле гране, генотип БП₂ (извор: Чукановић, 2011)



Слика 16. Механичка оштећења на деблу, генотип П₁ (извор: Чукановић, 2011)



Слика 17. Напад лисног минера дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić), генотип БП₂ (извор: Чукановић, 2011)

Табела 12. Биометријски подаци за матична стабала дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) на три локалитета (средње вредности за период од 2010. до 2013.године)

Локалитет	Генотип	Висина стабла (m)	Висина до првих грана (m)	Пречник дебла (cm)	Ширина крошње (m)	Присуство трулежи	Сломљене гране у крошњи	Исечене дебеле гране	Механичка оштећења	Фитопатолошк а оболења	Ентомолошка оштећења	Оцена виталности	Оцена декоративности и
Бачка Паланка	БП ₁	12,00	2,50	47,77	4,50	/	*	*	/	/	*	4	5
	БП ₂	12,50	2,30	43,00	5,80	*	*	**	/	*	*	4	5
	БП ₄	15,30	3,00	47,77	7,00	/	/	/	/	/	*	5	5
	БП ₅	15,00	2,00	43,00	5,00	*	/	/	/	*	*	4	5
	БП ₂₇	14,50	3,00	50,95	5,60	*	/	**	/	*	*	4	4
	\bar{x}	13,86	2,56	46,50	5,58							4,20	4,80
	Cv(%)	10,87	17,16	7,41	0,42							10,64	9,31
Нови Сад	БДС ₁	7,00	2,10	36,62	3,20	/	/	/	/	/	*	5	5
	БДС ₂	8,40	2,50	31,84	3,00	*	/	/	/	*	*	4	5
	П ₁	15,30	3,20	50,95	6,80	/	*	*	*	/	*	4	5
	П ₃	15,00	3,50	55,00	6,20	*	/	*	/	*	*	4	4
	П ₄	15,50	3,55	52,60	7,00	/	*	*	/	/	*	4	5
	П ₅	14,80	3,20	48,20	6,80	/	/	*	/	/	*	5	5
	П ₆	15,20	3,50	51,00	6,50	*	*	/	/	*	*	4	4
	\bar{x}	13,07	3,07	46,60	5,64							4,28	4,71
	Cv(%)	28,16	18,27	18,88	31,13							11,38	10,35
Сремски Карловци	СК ₁	14,30	3,00	60,50	8,30	**	*	*	/	**	*	4	4
	СК ₃	13,80	3,20	63,70	7,70	**	*	*	/	**	*	4	4
	СК ₄	14,00	2,80	60,50	6,50	/	/	/	/	/	*	5	5
	СК ₇	14,80	3,50	60,50	7,00	*	/	*	/	*	*	4	5
	СК ₉	14,50	3,50	60,50	8,00	*	/	/	/	*	*	4	5
	\bar{x}	14,28	3,20	61,14	7,50							4,20	4,60
	Cv(%)	2,77	9,63	2,34	9,84							10,64	11,90
	$\bar{x}_{ук}$	13,64	2,94	50,84	6,24							4,23	4,70
	Cv(%)	25,89	10,14	33,58	30,72							9,90	6,59

8.1.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената морфолошких особина експерименталних стабала дивљег кестена

Кластер анализа указује на раздвајање генотипова дивљег кестена на две групе и пет подгрупа (графикон 5). Већина генотипова налази се у првој групи, а у другој се издвајају генотипови БДС₁ и БДС₂. Одликују се знатно нижим вредностима за висину стабла, висину до првих грана, печник дебла и ширину крошње у односу на остале генотипове. На основу вредности мерених параметара, може се закључити да генотипови БДС₁ и БДС₂ припадају класи млађих стабала, на шта указују ниске вредности за ширину крошње (од 3,00 m до 3,20 m).

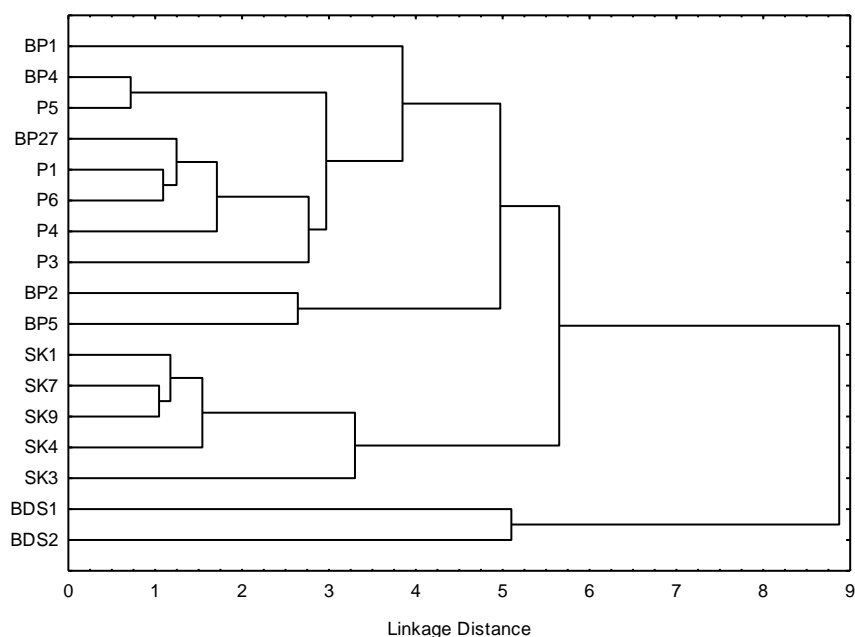
Генотипови са локалитета Сремски Карловци чине прву подгрупу. Издвајају се са највишим просечним вредностима за висину стабла, пречник дебла и ширину крошње. Налазе се у дрвореду, на одговарајућем растојању су од објекта, нису под директним утицајем саобраћајнице, што се одразило на одлично здравствено стање и декоративност.

Генотипови БП₂ и БП₅ груписани су у други субкластер на основу вредности за висину до првих грана и пречник дебла. Обзиром да се налазе у дрвореду, орезивањем је формирана крошња на истој висини.

У подгрупи коју чине генотипови БП₂₇, П₁, П₆, П₄ и П₃, уочава се повезаност парова П₁ и П₆, као и П₄ и П₃ на ниском хијерархијском нивоу. Припадају локалитету Петроварадин и имају блиске вредности за висину и прсни пречник стабла, с обзиром да су исте класе старости и гаје се у повољним еколошким условима.

Субкластер који чине генотипови БП₄ и П₅ који се одликују сличним вредностима за пречник дебла и ширину крошње.

Издава се генотип БП₁ са нижим вредностима за висину стабла и ширину крошње у односу на остала стабла. На ширину крошње за овај генотип дивљег кестена од утицаја је резидба која се редовно обавља због близине објекта (удаљеност од фасаде објекта је 2,5 m).



Графикон 5. Кластер анализа биометријских података за експериментална стабла дивљег кестена

Да би се утврдило које од особина носе највећи део варијабилности и потврдило груписање генотипова одређено кластер анализом, обављена је анализа главних компонената за биометријске податке експерименталних стабала дивљег кестена. Највећи значај (вредност главне компоненте $\geq 0,700$) уочен је за четири особине: висину стабла, висину дебла до првих грана, пречник дебла и ширину крошње. Те особине се издвајају на првој оси, а друга оса дефинише оцену виталности (табела 13).

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле GK_1 и GK_2 износи 76,35%. Варијанса главне компоненте (GK_1) је 57,34%, а варијанса (GK_2) 19,01%. Вредности биометријских показатеља груписане у трећу главну компоненту (GK_3), испољавају одступања од граничне вредности коефицијента $p \geq 0,700$, са укупном варијансом од 10,78%.

Табела 13. Мултиваријациона анализа главних компонената биометријских података за експериментална стабла дивљег кестена

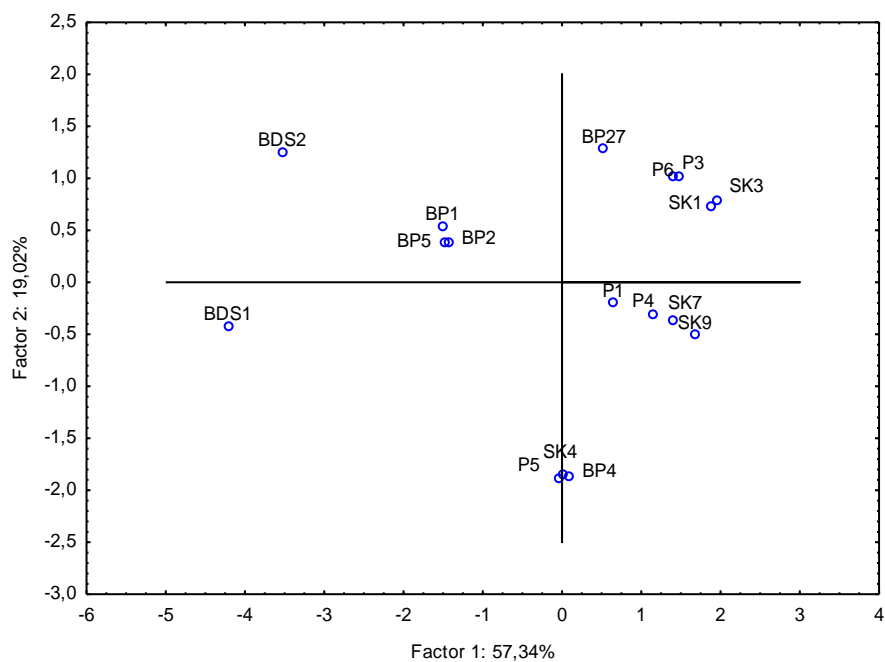
Параметар	GK_1	GK_2	GK_3
Висина стабла	0,84*	-0,18	0,24
Висина дебла до првих грана	0,84*	-0,07	0,01
Пречник дебла	0,89*	-0,13	-0,09
Ширина крошње	0,92*	-0,26	0,03
Оцена виталности	-0,32	-0,81*	-0,49
Оцена декоративности	-0,52	-0,60	0,58
Својствена вредност	3,44	1,14	0,64
Укупна варијанса	57,34	19,01	10,78
Кумулативна пропорција	57,34	76,35	87,13

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

На основу мултиваријационе анализе за биометријске податке експерименталних стабала дивљег кестена приказаних у табели 10, урађен је графички прилог 6. Груписањем података на линији графикона, запажа се да су највише удаљени од осе генотипови БДС₂ и БП₂₇, односно генотипови БП₄, П₅ и СК₄. Одликују се сличним вредностима за висину стабла, висину дебла до првих грана и ширину крошње.

Хомогеније групе генотипова са локалитета Бачка Паланка (БП₁, БП₂ и БП₅) су сличних вредности за показатеље висине до првих грана и пречник дебла. Према вредностима за висину дебла до првих грана груписали су се генотипови (П₃, П₆, СК₁ и СК₃).

Група генотипова (П₁, П₄, СК₇ и СК₉) је на блиском растојању од x -осе што указује на малу променљивост показатеља за пречник дебла и ширину крошње.



Графикон 6. Анализа главних компонената биометријских података за експериментална стабла дивљег кестена

8.2. Фенолошка осматрања експерименталних стабала дивљег кестена

Осматране фенолошке појаве на стаблима дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) су фенофазе листања, цветања и плодоношења.

8.2.1. Фенофаза листања дивљег кестена

Током 2011. године, на генотиповима са локалитета Нови Сад (БДС₁ и БДС₂) је најраније уочена појава лисних пупољака (11. март), а на генотипу са локалитета Бачка Паланка (БП₄) најкасније (18. март, табела 14). Размицање љуспи лисних пупољака дешавало се у периоду од 19. марта до 30. марта (слика 18, а и б). Појава првих листова најраније је забележена код генотипова са локалитета Нови Сад (30. марта). Генотипови БП₄ и СК₄ имали су појаву првих листова 6, односно 7 дана касније у односу на остала осматрана стабла.

Почетак појаве пуног листања у 2011. години је забележен од 06. до 15. априла. Најкасније забележено ступање у пуно листање је за генотип са локалитета Бачка Паланка (БП₄). Ова међуфаза траје најдуже, односно све док листови не почну да опадају, што за дивљи кестен у урбаној средини наступа у септембру.

Почетак опадања листова у почетној години осматрања забележен је 03. септембра на генотиповима са локалитета Петроварадин (П₁, П₂, П₃, П₄, П₅ и П₆). Најкасније је ова међуфаза уочена на генотипу БП₄ (13. септембра). Дужина периода опадања листова зависи од температура ваздуха и присуства минера листа дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić). Стабла која су више захваћена нападом, раније су почела да одбацују листове. Разлог је формирање мина на листовима, чиме се значајно смањује интензитет фотосинтезе и наступа некроза. Као последица јавља се превремена дефолијација.

Крај опадања листова у 2011. години за већину генотипова уочен је у другој половини новембра. Изузетак су стабала са локалитета у Петроварадину (П₁, П₃, П₄, П₅ и П₆) код којих је крај међуфазе опадања листова евидентиран у првој половини новембра. Код генотипова СК₄ и БП₄ листови су се задржали најдуже, до 26. односно 28. новембра.

Табела 14. Фенофаза листања дивљег кестена у току 2011. године

Локалитет	Генотип	ЛИСТАЊЕ					
		Појава лисних пупољака	Размицање лисних пупољака	Појава првих листова	Пуно листање	Почетак опадања листова	Крај опадања листова
Бачка Паланка	БП ₁	14.03.	22.03.	02.04.	12.04.	07.09.	19.11.
	БП ₂	14.03.	22.03.	02.04.	12.04.	07.09.	19.11.
	БП ₄	18.03.	30.03.	06.04.	15.04.	13.09.	28.11.
	БП ₅	14.03.	22.03.	02.04.	12.04.	07.09.	20.11.
	БП ₂₇	14.03.	22.03.	02.04.	12.04.	07.09.	20.11.
	\bar{x}	15.03.	24.03.	03.04.	13.04.	08.09.	21.11.
Нови Сад	БДС ₁	11.03.	19.03.	30.03.	08.04.	06.09.	16.11.
	БДС ₂	11.03.	19.03.	30.03.	08.04.	06.09.	16.11.
	П ₁	14.03.	22.03.	30.03.	06.04.	03.09.	12.11.
	П ₃	14.03.	22.03.	30.03.	06.04.	03.09.	12.11.
	П ₄	14.03.	22.03.	30.03.	06.04.	03.09.	12.11.
	П ₅	14.03.	22.03.	30.03.	06.04.	03.09.	14.11.
	П ₆	14.03.	22.03.	30.03.	06.04.	03.09.	12.11.
\bar{x}	13.03.	21.03.	30.03.	07.04.	04.09.	13.11.	
Сремски Карловци	СК ₁	14.03.	22.03.	02.04.	10.04.	08.09.	17.11.
	СК ₃	14.03.	22.03.	02.04.	10.04.	08.09.	17.11.
	СК ₄	16.03.	25.03.	05.04.	12.04.	11.09.	26.11.
	СК ₇	14.03.	22.03.	02.04.	10.04.	08.09.	22.11.
	СК ₉	14.03.	22.03.	02.04.	10.04.	08.09.	22.11.
\bar{x}	15.03.	24.03.	04.04.	11.04.	09.09.	21.11.	

У односу на 2011. годину, у току 2012. године генотипови дивљег кестена, су у просеку касније ступили у фенофазу листања (табела 15). Разлике се могу приписати нижој просечној температури ваздуха за осматрани период током 2012. године. Према подацима Републичког хидрометеоролошког завода Републике Србије за 2012. годину, средња месечна температура за април на подручју Новог Сада износила је 13°C, са знатно већим осцилацијама у односу на 2011. годину, са средњом температуром ваздуха за април од 13,5 °C.

Појава лисних пупољака у 2012. години наступила је за 5 дана касније у односу на 2011. годину. Најраније је запажена на локалитету Нови Сад (генотипови БДС₁ и БДС₂), 16. марта (слика 19). Генотипови БП₄ и СК₄ имали су појаву лисних пупољака најкасније од свих посматраних (24. и 25. марта).

Размицање лисних пупољака наступило је 23. марта на локалитету Нови Сад (генотипови БДС₁ и БДС₂) и трајало је до појаве првих листова. Појава првих листова забележена је 02. априла за индивидуе истих генотипова. Први листови су се појавили 2 дана касније на осталим генотиповима са локалитета Нови Сад. Најкасније је појава првих листова запажена за генотипове са локалитета Бачка Паланка и Сремски Карловци (од 06. до 10. априла).

Почетак пуног листања забележен је најраније на локалитету Нови Сад (генотипови БДС₁ и БДС₂), 10. априла, а најкасније за генотип на локалитету Бачка Паланка (БП₄, слика 20), 18. априла. Међуфаза је трајала до треће декаде августа и прве декаде септембра, када је уочен почетак опадања листова.

Генотипови са локалитета Нови Сад у просеку су први почели да губе листове (25. августа.), док су стабла са локалитета Сремски Карловци почела да губе листове у просеку 31. августа. Крај опадања листова најраније је забележен 18. новембра на локалитету Нови Сад (генотипови БДС₁ и БДС₂), док се лист најдуже задржао до 01. децембра за генотип БП₄ на локалитету Бачка Паланка. У поређењу са претходном годином осматрања, може се уочити да је вегетациони период у 2012. години трајао 237 дана, односно за 11 дана дуже.

Табела 15. Фенофаза листања дивљег кестена у току 2012. године

Локалитет	Генотип	ЛИСТАЊЕ					
		Појава лисних пупољака	Размицање лисних пупољака	Појава првих листова	Пуно листање	Почетак опадања листова	Крај опадања листова
Бачка Паланка	БП ₁	20.03.	26.03	06.04	14.04.	25.08.	20.11.
	БП ₂	20.03.	26.03	06.04	14.04.	25.08.	20.11.
	БП ₄	24.03.	01.04.	10.04.	18.04.	01.09.	01.12.
	БП ₅	20.03.	26.03	06.04	14.04.	25.08.	25.11.
	БП ₂₇	20.03.	26.03	06.04	14.04.	25.08.	20.11.
	\bar{x}	21.03.	27.03.	07.04.	15.04.	26.08.	23.11.
Нови Сад	БДС ₁	16.03.	23.03.	02.04.	10.04.	24.08.	18.11.
	БДС ₂	16.03.	23.03.	02.04.	10.04.	24.08.	18.11.
	П ₁	18.03.	25.03	04.04.	13.04.	26.08.	22.11.
	П ₃	18.03.	25.03	04.04.	13.04.	26.08.	22.11.
	П ₄	18.03.	25.03	04.04.	13.04.	26.08.	22.11.
	П ₅	18.03.	25.03	04.04.	13.04.	26.08.	25.11.
	П ₆	18.03.	25.03	04.04.	13.04.	26.08.	22.11.
\bar{x}	17.03.	24.03.	03.04.	12.04.	25.08.	21.11.	
Сремски Карловци	СК ₁	21.03	26.03.	08.04.	15.04.	28.08.	23.11.
	СК ₃	21.03	26.03.	08.04.	15.04.	28.08.	23.11.
	СК ₄	25.03.	28.03.	10.04.	17.04.	03.09.	30.11.
	СК ₇	21.03	26.03.	08.04.	15.04.	28.08.	25.11.
	СК ₉	21.03	26.03.	08.04.	15.04.	28.08.	25.11.
	\bar{x}	22.03.	27.03.	09.04.	16.04.	31.08.	25.11.

Осматрањима фенолошких појава у току 2013. године, установљене су значајне статистичке разлике у односу на 2011. и 2012. годину. У другој декади марта 2013. године евидентиране су знатно ниже просечне температуре ваздуха него за исти период 2011. и 2012. године. Средња вредност температуре ваздуха друге декаде марта износила је 4,50°C, што је за 5,10°C ниже у односу на 2011., односно за 4,60°C ниже у поређењу са 2012. годином. Током осматраног периода евидентирано је присуство снежног покривача на сва три локалитета, што је додатно условило одлагање почетка вегетационог периода.

Појава лисних пупољака у 2013. години уочена је најраније 25. марта за генотипове са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂ и П₅, табела 16). У просеку појава лисних пупољака на локалитету Нови Сад забележена је 31. марта, што је за 18 дана касније у односу на 2011. годину, односно за 14 дана касније у односу на 2012. годину.

На локалитету Бачка Паланка разлике у појави лисних пупољака међу годинама осматрања биле су изражене. Међуфаза је каснила 23 дана у односу на 2011. годину, односно 16 дана у односу на 2012. годину.

Међуфаза појаве лисних пупољака на стаблима дивљег кестена са локалитета Сремски Карловци у току 2013. године, каснила је 19 дана у односу на 2011. годину, а 11 дана у односу на 2012. годину.

Размицање лисних пупољака у 2013. години на локалитету Нови Сад забележено је 30. марта (генотип БДС₂), а на локалитету Сремски Карловци уочено је знатно касније, 15. априла (генотипови СК₄ и СК₇).

Појава првих листова опајана је од 08. априла на локалитету Нови Сад (генотип БДС₂) до 21. априла на локалитету Сремски Карловци (генотип СК₄). Почетак пуног листања забележен је од друге половине до краја априла. У односу на претходне године осматрања забележен је каснији почетак пуног листања у просеку за 10 дана у односу на 2011. годину, а за 6 дана у односу на 2012. годину.

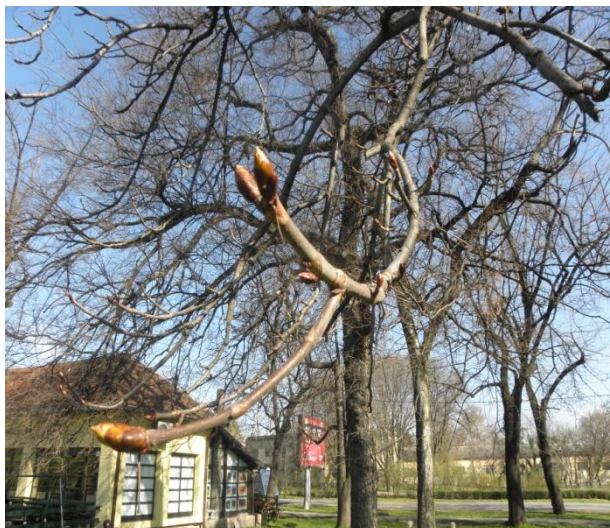
Између локалитета Нови Сад и Бачка Паланка, односно Сремски Карловци уочене су значајне разлике у почетку пуног листања. На локалитету Нови Сад пуно листање је евидентирано 3 дана раније у односу на локалитет Бачка Паланка, односно 6 дана раније у односу на локалитет Сремски Карловци.

Почетак опадања листаова у 2013. години уочен је знатно касније у односу на 2011. и 2012. годину. Разлог је каснији почетак вегетационог периода осматраних генотипова дивљег кестена. Почетак опадања листова забележен је на локалитету Петроварадин (генотипови: П₁, П₃ и П₄), 12. септембра. За генотипове са локалитета Бачка Паланка (БП₄ и БП₅) почетак опадања листова забележен је знатно касније (23. и 24. септембра).

Крај опадања листова на локалитету Бачка Паланка евидентиран је 22. новембра (генотипови БП₁ и БП₂), односно 03. децембра (генотип БП₄, слика 21). Дуг период опадања листова током 2013. године и каснији завршетак вегетационог периода у односу на 2011. и 2012. годину условљен је појавом температура ваздуха које су биле изнад просека у периоду осматрања међуфазе опадања листова.

Табела 16. Фенофаза листања дивљег кестена у току 2013. године

Локалитет	Генотип	ЛИСТАЊЕ					
		Појава лисних пупољака	Размицање лисних пупољака	Појава првих листова	Пуно листање	Почетак опадања листова	Крај опадања листова
Бачка Паланка	БП ₁	06.04.	13.04.	17.04.	22.04.	19.09.	22.11.
	БП ₂	06.04.	13.04.	17.04.	22.04.	19.09.	22.11.
	БП ₄	07.04.	11.04.	16.04.	20.04.	24.09.	03.12.
	БП ₅	07.04.	11.04.	16.04.	20.04.	23.09.	28.11.
	БП ₂₇	07.04.	11.04.	16.04.	20.04.	19.09.	22.11.
	\bar{x}	07.04.	12.04.	16.04.	21.04.	21.09.	28.11.
Нови Сад	БДС ₁	25.03.	04.04.	11.04.	18.04.	15.09.	25.11.
	БДС ₂	25.03.	30.03.	08.04.	14.04.	17.09.	25.11.
	П ₁	06.04.	11.04.	15.04.	20.04.	12.09.	23.11.
	П ₃	06.04.	11.04.	15.04.	20.04.	12.09.	23.11.
	П ₄	06.04.	10.04.	15.04.	20.04.	12.09.	23.11.
	П ₅	25.03.	03.04.	11.04.	18.04.	15.09.	01.12.
	П ₆	06.04.	11.04.	15.04.	20.04.	15.09.	27.11.
	\bar{x}	31.03.	05.04.	13.04.	18.04.	14.09.	27.11.
Сремски Карловци	СК ₁	04.04.	11.04.	17.04.	23.04.	17.09.	26.11.
	СК ₃	26.03.	02.04.	7.04.	18.04.	19.09.	26.11.
	СК ₄	12.04.	15.04.	21.04.	28.04.	22.09.	02.12.
	СК ₇	11.04.	15.04.	20.04.	28.04.	17.09.	26.11.
	СК ₉	04.04.	11.04.	16.04.	22.04.	17.09.	26.11.
	\bar{x}	03.04.	11.04.	16.04.	24.04.	18.09.	27.11.



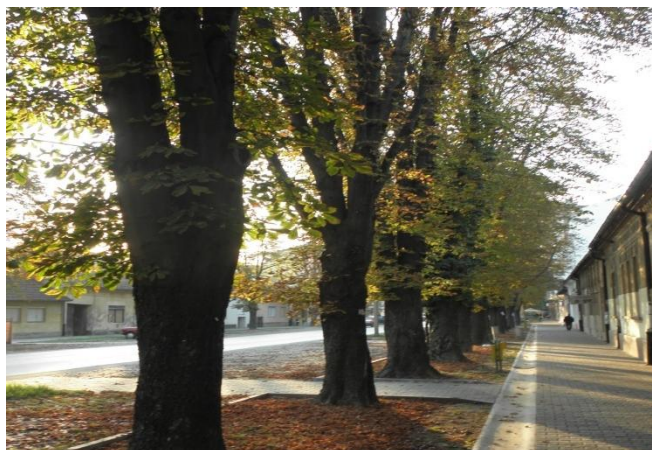
Слика 18 (а и б). Размицање љуспи лисних пупољака, генотип П₃ (извор: Чукановић, 2011)



Слика 19. Појава првих листова, генотип БДС₁ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 20. Пуно листање и почетак цветања, генотип БП₂ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 21. Дрворед дивљег кестена на локалитету Бачка Паланка у фази опадања листова (извор: Чукановић, 2013)

У току трогодишњег осматрања на стаблима са локалитета Бачка Паланка (БП₂ и БП₂₇), установљена је појава поновљеног листања и цветања током августа (слика 22). Претпоставља се да је узрок појаве корелација радијационе температуре, суше, повећаног садржаја соли и тешких метала у земљишту и напад лисног минера дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić).



Слика 22. Појава поновљеног листања и цветања дивљег кестена на локалитету Бачка Паланка (извор: Чукановић, 2012)

Фенофаза трајања листања приказана је у табели 17. Појава лисних пупољака најдуже је трајала у 2011. години (8,33 дана), док су просечне вредности у 2012. и 2013. години осматрања износиле 5,93, односно 5,65 дана.

Посматрано по локалитетима, генотипови из Новог Сада имали су најдужи просечан трогодишњи период трајања појаве лисних пупољака, током 2011. године 8 дана, 2012. године 7 дана и током 2013. године 6,14 дана. Забележен је најкраћи период трајања међуфазе код стабала са локалитета Сремски Карловци (8,20 дана у 2011. години, 4,60 дана у 2012. години и 5,60 дана у 2013. години).

Генотип БП₄ са локалитета Бачка Паланка, издваја се по најдужем трајању међуфазе појава лисних пупољака током 2011. године (12 дана).

Размицање љуспи пупољака, у просеку за три године осматрања је трајало 9,30 дана. Током 2012. године је било најдуже и износило је 11,37 дана. Најкраће трајање међуфазе размицање љуспи пупољака, забележено је током 2013. године (6,55 дана). Генотипови са локалитета Сремски Карловци одликовали су се високим просечним вредностима за осматрану међуфазу (11 дана у 2011. години, 13 дана у 2012. години и 9,20 дана у 2013. години).

Појава првих листова је у просеку трајала 7,43 дана за три године осматрања. Вредности на нивоу локалитета биле су без значајних разлика.

Пуно листање је трајало најдуже у односу на осматране међуфазе. У просеку је износило 1350,4 дана за све три године осматрања. Највише варирање уочено је током 2013. године, за 15 дана дуже од просечне вредности.

Укупно просечно трајање опадања листова износило је 76,52 дана, са максимумом током 2012. године (88,28 дана), односно минимумом током 2013. године (69,23 дана). Значајне статистичке разлике између локалитета запажене су у 2011. и 2013. години. Генотипови осматрани на локалитету Нови Сад имали су значајне разлике за трајање међуфазе опадање листова због повољнијих микроклиматских карактеристика окружења, у односу на генотипове са осталих локалитета.

Табела 17. Фенофаза трајања листања
(период осматрања од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Појава лисних пупољака			Размицање љуспи лисних пупољака			Појава првих листова			Пуно листање			Опадање листова		
		2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Бачка Паланка	БП ₁	8 ^a	6 ^{cd}	7 ^c	11 ^c	12 ^{bc}	4 ^a	10 ^{cd}	8 ^{ab}	5 ^{ab}	115 ^a	109 ^a	150 ^e	73 ^{de}	87 ^{ab}	64 ^a
	БП ₂	8 ^a	6 ^{cd}	7 ^c	11 ^c	12 ^{bc}	4 ^a	10 ^{cd}	8 ^{ab}	5 ^{ab}	115 ^a	109 ^a	150 ^e	73 ^{de}	87 ^{ab}	64 ^a
	БП ₄	12 ^c	7 ^d	4 ^{ab}	6 ^a	9 ^a	5 ^{ab}	9 ^{bc}	8 ^{ab}	4 ^a	138 ^d	131 ^{de}	157 ^{hi}	68 ^a	92 ^{ef}	70 ^{de}
	БП ₅	8 ^c	6 ^{cd}	4 ^{ab}	11 ^c	12 ^{bc}	5 ^{ab}	10 ^{cd}	8 ^{ab}	4 ^a	115 ^a	109 ^a	156 ^h	74 ^{ef}	92 ^{ef}	66 ^b
	БП ₂₇	8 ^c	6 ^{cd}	4 ^{ab}	11 ^c	12 ^{bc}	5 ^{ab}	10 ^{cd}	8 ^{ab}	4 ^a	115 ^a	109 ^a	152 ^f	74 ^{ef}	87 ^{ab}	64 ^a
	\bar{x}	8,80 ^A	6,20 ^B	5,20 ^A	10,00 ^B	11,10 ^B	4,60 ^A	9,80 ^C	8,00 ^B	4,40 ^A	119,60 ^A	113,40 ^A	153,00 ^B	72,40 ^B	89,00 ^A	65,60 ^A
Нови Сад	БДС ₁	8 ^a	7 ^d	10 ^{de}	11 ^c	10 ^{ab}	7 ^{cd}	9 ^{bc}	8 ^{ab}	7 ^{cd}	137 ^{cd}	135 ^f	150 ^e	71 ^{bc}	86 ^a	71 ^{ef}
	БДС ₂	8 ^a	7 ^d	5 ^{bc}	11 ^c	10 ^{ab}	9 ^e	9 ^{bc}	8 ^{ab}	6 ^{bc}	137 ^{cd}	135 ^f	156 ^h	71 ^{bc}	86 ^a	69 ^{cd}
	П ₁	8 ^a	7 ^d	5 ^{bc}	8 ^b	10 ^{ab}	4 ^a	8 ^{ab}	9 ^{bc}	4 ^a	136 ^c	130 ^d	145 ^b	70 ^b	88 ^{bc}	72 ^{fg}
	П ₃	8 ^a	7 ^d	5 ^{bc}	8 ^b	10 ^{ab}	4 ^a	8 ^{ab}	9 ^{bc}	4 ^a	136 ^c	130 ^d	145 ^b	70 ^b	88 ^{bc}	72 ^{fg}
	П ₄	8 ^a	7 ^d	4 ^{ab}	8 ^b	10 ^{ab}	5 ^{ab}	8 ^{ab}	9 ^{bc}	4 ^a	136 ^c	130 ^d	145 ^b	70 ^b	88 ^{bc}	72 ^{fg}
	П ₅	8 ^a	7 ^d	9 ^d	8 ^b	10 ^{ab}	8 ^d	8 ^{ab}	9 ^{bc}	7 ^{cd}	136 ^c	130 ^d	150 ^e	72 ^{cd}	91 ^e	77 ^h
П ₆	8 ^a	7 ^d	5 ^{bc}	8 ^b	10 ^{ab}	4 ^a	8 ^{ab}	9 ^{bc}	5 ^{ab}	136 ^c	130 ^d	158 ^{ij}	70 ^b	88 ^{bc}	73 ^g	
	\bar{x}	8,00 ^A	7,00 ^C	6,14 ^B	8,85 ^A	10,00 ^A	5,86 ^B	8,28 ^B	8,71 ^C	5,28 ^B	136,28 ^B	131,43 ^C	149,85 ^A	70,57 ^A	87,85 ^A	72,28 ^C
Сремски Карловци	СК ₁	8 ^a	5 ^{bc}	7 ^c	11 ^c	13 ^c	6 ^{bc}	8 ^{ab}	7 ^a	6 ^{bc}	132 ^b	122 ^c	147 ^c	70 ^b	87 ^{ab}	70 ^{de}
	СК ₃	8 ^a	5 ^{bc}	7 ^c	11 ^c	13 ^c	5 ^{ab}	8 ^{ab}	7 ^a	11 ^e	132 ^b	117 ^b	154 ^g	70 ^b	87 ^{ab}	68 ^c
	СК ₄	9 ^{ab}	3 ^a	3 ^a	11 ^c	13 ^c	6 ^{bc}	7 ^a	7 ^a	7 ^{dc}	142 ^e	138 ^g	147 ^c	76 ^{gh}	88 ^{bc}	71 ^{ef}
	СК ₇	8 ^a	5 ^{bc}	4 ^{ab}	11 ^c	13 ^c	5 ^{ab}	8 ^{ab}	7 ^a	8 ^d	139 ^{de}	130 ^d	142 ^a	75 ^{fg}	89 ^{cd}	70 ^{de}
	СК ₉	8 ^a	5 ^{bc}	7 ^c	11 ^c	13 ^c	5 ^{ab}	8 ^{ab}	7 ^a	6 ^{bc}	139 ^{de}	130 ^d	148 ^{cd}	75 ^{fg}	89 ^{cd}	70 ^{de}
	\bar{x}	8,20 ^A	4,60 ^A	5,60 ^A	11,00 ^C	13,00 ^C	9,20 ^C	7,80 ^A	7,00 ^A	7,60 ^C	136,80 ^B	127,40 ^B	147,60 ^A	73,20 ^B	88,00 ^A	69,80 ^B
	$\bar{x}_{\text{год}}$	8,33 ^B	5,93 ^A	5,65 ^A	9,95 ^B	11,37 ^C	6,55 ^A	8,63 ^C	7,90 ^B	5,76 ^A	130,89 ^B	124,08 ^A	150,15 ^C	72,06 ^A	88,28 ^B	69,23 ^A
	$\bar{x}_{\text{ук}}$		6,64			9,30			7,43			135,04			76,52	

**Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за p<0,05

*Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима и годинама, за p<0,05

8.2.1.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу листања дивљег кестена

Анализом главних компонената групишу се генотипови по сличности трајања фенофазе листања (табела 18). Установљено је да, од укупно пет осматраних међуфаза листања, три имају велики значај (вредност $GK \geq 0,700$). Пуно листање и опадање листова су на првој оси значајности, са вредностима главне компоненте од 0,73 односно од 0,75. Другу осу дефинише међуфаза размицање љуспи лисних пупољака, са вредношћу главне компоненте од 0,87.

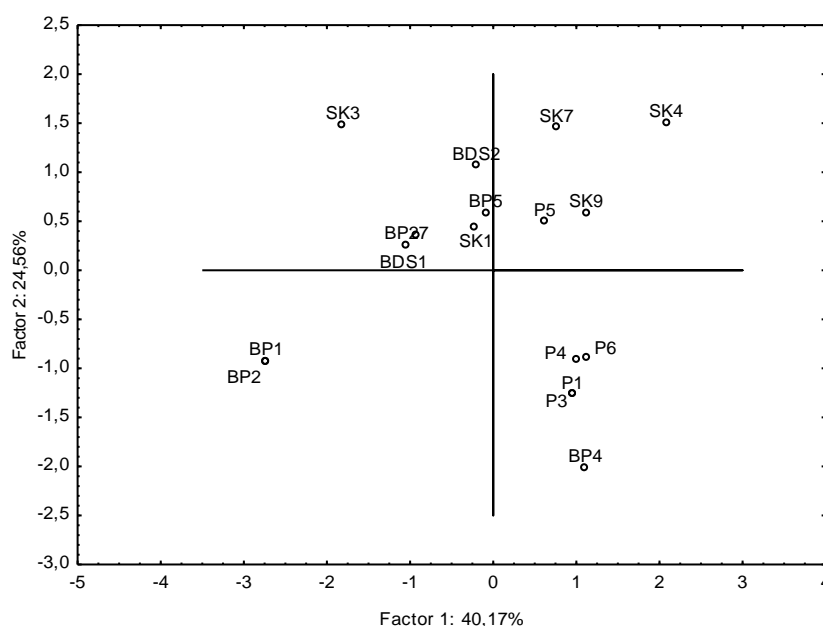
Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле GK_1 и GK_2 износи 64,73%. Варијанса прве главне компоненте (GK_1) је 40,17%, а друге главне компоненте (GK_2) износи 24,55%.

Вредности фенофазе и међуфаза листања груписане у трећу главну компоненту (GK_3), испољавају одступања од граничне вредности коефицијента $p \geq 0,700$, са укупном варијансом од 18,74%.

Табела 18. Мултиваријациона анализа главних компонената фенофазе листања дивљег кестена

Параметар	GK_1	GK_2	GK_3
Појава лисних пупољака	-0,66	-0,46	0,46
Размицање љуспи лисних пупољака	-0,33	0,87*	-0,19
Појава првих листова	-0,60	0,43	0,60
Пуно листање	0,73*	0,10	0,49
Опадање листова	0,75*	0,22	0,32
Својствена вредност	2,00	1,22	0,93
Укупна варијанса	40,17	24,55	18,74
Кумулативна пропорција	40,17	64,73	83,47

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$



Графикон 7. Груписање експерименталних стабала дивљег кестена на основу дужине трајања фенофазе листања

Груписање и варијабилност генотипова у односу на фенофазу трајања листања приказани су на графичком прилогу 7. Генотипови са локалитета Сремски Карловци (СК₃, СК₄ и СК₇) су на простору графикона најудаљенији од у-осе и сматрају се варијабилнијим по питању трајања листања. Варијабилност је забележена код генотипова са локалитета Бачка Паланка (БП₁, БП₂ и БП₄), где је највећа променљивост уочена за међуфазу размицање љуспи лисних пупољака и за пуно листање.

Распоред података око осе има група генотипова са локалитета Петроварадин (П₁, П₃, П₄ и П₆) са врло уједначеном дужином трајања међуфаза листања.

Парови генотипова који имају ниску вредност за променљивост и сличне вредности за дужину трајања фенофазе листања су: БП₂₇ и БДС₁, БП₅ и СК₁ и П₅ и СК₉.

Груписање података на основу дужине трајања фенофазе листања генотипова, је од значаја за будућу селекцију дивљег кестена и усмерену производњу садног материјала.

8.2.2. Фенофаза цветања дивљег кестена

Отварање цветних пупољака и почетак цветања у 2011. години (08. и 14. априла) најраније је уочено на локалитету Нови Сад (генотипови: БДС₁, БДС₂ и П₅, табела 19). Најкасније су се (22. априла) цветни пупољци отворили на индивидуама са локалитета Бачка Паланка (БП₄ и БП₅). За исте генотипове забележено је најкасније ступање у међуфазу почетка цветања (27. април).

Након 4 до 7 дана од почетка цветања забележено је пуно цветање. Генотип ознаке П₅ (локалитет Петроварадин) најраније је ступио у пуно цветање (19. априла), а 15 дана касније, стабла са локалитета Бачка Паланка (БП₄, БП₅) и Сремски Карловци (СК₄).

Током осматрања 2011. и 2012. године нису уочене значајне статистичке разлике у почецима осматраних међуфаза за већину генотипова. Температуре ваздуха прве две године осматрања у просеку су биле више, у моменту опажања међуфаза које су се одвијале у другој декади априла.

У трећој години осматрања (2013. година), која је била карактеристична по дугом задржавању ниских температура ваздуха током марта и априла, запажене су значајније разлике за међуфазу отварања цветних пупољака дивљег кестена. У 2013. години међуфаза отварања цветних пупољака је забележена у трећој декади априла.

Генотип са локалитета Петроварадин (П₅) истакао се по раном отварању цветних пупољака (15. април), почетку цветања (22. април) и пуном цветању (27. април). Знатно касније (25. априла) отварање цветних пупољака забележено је код генотипа са локалитета Сремски Карловци (СК₇).

Индивидуе дивљег кестена са локалитета Бачка Паланка (БП₄, БП₅) и Сремски Карловци (СК₇) имале су каснији почетак цветања (30. априла).

Појава пуног цветања најкасније је забележена (04. маја) код индивидуа са локалитета Бачка Паланка (БП₁, БП₂ и БП₂₇).

На сликама 23-25 приказане су међуфаза цветања осматраних генотипова.



Слика 23. Формирање цвасти, генотип П₅ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 24. Почетак отварања круничних листића, генотип П₅ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 25. Почетак цветања, детаљ цвасти, генотип БДС₁ (извор: Чукановић, 2013)

Табела 19. Фенофаза цветања дивљег кестена
(период осматрања од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Отварање цветних пулољака			Почетак цветања			Пуно цветање			Крај цветања		
		2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Бачка Паланка	БП ₁	14.04.	16.04.	20.04.	19.04.	22.04.	29.04.	23.04.	27.04.	04.05.	15.05.	15.05.	19.05.
	БП ₂	14.04.	16.04.	20.04.	19.04.	22.04.	29.04.	23.04.	27.04.	04.05.	15.05.	15.05.	19.05.
	БП ₄	22.04.	19.04.	23.04.	27.04.	26.04.	30.04.	04.05.	01.05.	03.05.	25.05.	18.05.	20.05.
	БП ₅	22.04.	19.04.	23.04.	27.04.	26.04.	30.04.	04.05.	01.05.	03.05.	25.05.	18.05.	20.05.
	БП ₂₇	12.04.	16.04.	23.04.	19.04.	22.04.	29.04.	23.04.	27.04.	04.05.	15.05.	15.05.	20.05.
	\bar{x}	17.04.	17.04.	22.04.	22.04.	24.04.	29.04.	28.04.	29.04.	04.05.	19.05.	16.05.	20.05.
Нови Сад	БДС ₁	08.04.	10.04.	21.04.	14.04.	15.04.	27.04.	20.04.	20.04.	01.05.	12.05.	05.05.	18.05.
	БДС ₂	08.04.	10.04.	21.04.	14.04.	15.04.	27.04.	20.04.	20.04.	01.05.	12.05.	05.05.	18.05.
	П ₁	11.04.	12.04.	23.04.	18.04.	18.04.	28.04.	23.04.	24.04.	03.05.	13.05.	09.05.	22.05.
	П ₃	11.04.	12.04.	23.04.	18.04.	18.04.	28.04.	23.04.	24.04.	03.05.	13.05.	09.05.	22.05.
	П ₄	11.04.	12.04.	23.04.	18.04.	18.04.	28.04.	23.04.	24.04.	03.05.	13.05.	09.05.	22.05.
	П ₅	08.04.	10.04.	15.04.	15.04.	16.04.	22.04.	19.04.	21.04.	27.04.	10.05.	05.05.	18.05.
	П ₆	11.04.	12.04.	23.04.	18.04.	18.04.	28.04.	23.04.	24.04.	03.05.	13.05.	09.05.	22.05.
\bar{x}	10.04.	11.04.	21.04.	16.04.	17.04.	27.04.	22.04.	22.04.	29.04.	12.05.	07.05.	20.05.	
Сремски Карловци	СК ₁	17.04.	15.04.	22.04.	24.04.	20.04.	27.04.	30.04.	25.04.	01.05.	20.05.	15.05.	20.05.
	СК ₃	17.04.	15.04.	22.04.	24.04.	20.04.	27.04.	30.04.	25.04.	01.05.	20.05.	15.05.	20.05.
	СК ₄	20.04.	22.04.	19.04.	26.04.	26.04.	25.04.	04.05.	02.05.	29.04.	18.05.	17.05.	17.05.
	СК ₇	15.04.	15.04.	25.04.	24.04.	20.04.	30.04.	30.04.	25.04.	03.05.	20.05.	15.05.	21.05.
	СК ₉	20.04.	24.04.	19.04.	27.04.	26.04.	25.04.	04.05.	02.05.	29.04.	20.05.	17.05.	17.05.
	\bar{x}	18.04.	18.04.	21.04.	25.04.	22.04.	27.04.	02.05.	29.04.	01.05.	20.05.	16.05.	19.05.

Фенофаза трајања цветања приказана је у табели 20.

Статистички значајне разлике забележене су за отварање цветних пупољака у 2012. години у односу на 2011. и 2013. годину. Међуфаза почетка цветања истиче 2013. годину као статистички различиту. Значајне разлике уочене су у међуфази пуно цветање за све три године осматрања.

Данкан тест је указао на значајне разлике за фенофазу трајања цветања између генотипова са локалитета Бачка Паланка (БП₄ и БП₅), Нови Сад (БДС₁ и БДС₂) и Сремски Карловци (СК₄).

Естетска функција дивљег кестена највише је изражена током пуног цветања (слике 26-29). Трајање међуфазе се у просеку кретало од 19,59 дана у 2011. години до 16,00 дана у 2012. години. У просеку за све три године најдуже су цветали, генотипови са локалитета Бачка Паланка (21,60 дана у 2011. години, 17,60 дана у 2012. години и 16,00 дана у 2013. години). Најкраће трајање међуфазе пуно цветање забележено је за генотипове са локалитета Нови Сад (19,70 дана у 2011. години, 13,80 дана у 2012. години и 18,70 дана у 2013. години).

Апсолутно најдуже трајање фенофазе цветања (22 дана) уочено је за генотипове са локалитета Бачка Паланка (БП₁, БП₂ и БП₂₇), а најкраће (13 дана) за стабла са локалитета Петроварадин (П₅) и Сремски Карловци (СК₉).

Уочава се најдуже трајање пуног цветања током 2011. године. Одликовала се уобичајеним вредностима за температуру ваздуха у априлу ($\bar{x}_T=13,20^{\circ}\text{C}$) за време цветања дивљег кестена. У 2013. години, која је била са температурама ваздуха испод просека за осматране локалитете, није уочена значајнија разлика у трајању цветања. Ниске температуре у марту и априлу утицале су на време почетка међуфазе пуног цветања, али не и на трајање међуфазе.

Табела 20. Фенофаза трајања цветања
(период осматрања од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Отварање цветних пупољака			Почетак цветања			Пуно цветање		
		2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Бачка Паланка	БП ₁	5 ^a	6 ^d	9 ^d	4 ^a	5 ^a	5 ^c	22 ^f	18 ^e	15 ^a
	БП ₂	5 ^a	6 ^d	9 ^d	4 ^a	5 ^a	5 ^c	22 ^f	18 ^e	15 ^a
	БП ₄	5 ^a	7 ^e	7 ^c	7 ^d	5 ^a	3 ^a	21 ^e	17 ^d	17 ^c
	БП ₅	5 ^a	7 ^e	7 ^c	7 ^d	5 ^a	3 ^a	21 ^e	17 ^d	17 ^c
	БП ₂₇	7 ^c	6 ^d	6 ^b	4 ^a	5 ^a	5 ^c	22 ^f	18 ^e	16 ^b
	\bar{x}	5,40 ^A	6,40 ^B	7,60 ^E	5,20 ^A	5,00 ^{AB}	4,20 ^B _C	21,60 ^E	17,60 ^A	16,00 ^D
Нови Сад	БДС ₁	6 ^b	5 ^c	6 ^b	6 ^c	5 ^a	4 ^b	21 ^e	14 ^b	17 ^c
	БДС ₂	6 ^b	5 ^c	6 ^b	6 ^c	5 ^a	4 ^b	21 ^e	14 ^b	17 ^c
	П ₁	7 ^c	6 ^d	5 ^a	5 ^b	6 ^b	5 ^c	19 ^c	14 ^b	19 ^e
	П ₃	7 ^c	6 ^d	5 ^a	5 ^b	6 ^b	5 ^c	19 ^c	14 ^b	19 ^e
	П ₄	7 ^c	6 ^d	5 ^a	5 ^b	6 ^b	5 ^c	19 ^c	14 ^b	19 ^e
	П ₅	7 ^c	6 ^d	7 ^c	4 ^a	5 ^a	5 ^c	20 ^d	13 ^a	21 ^f
	П ₆	7 ^c	6 ^d	5 ^a	5 ^b	6 ^b	5 ^c	19 ^c	14 ^b	19 ^e
\bar{x}	6,71 ^{BC}	5,70 ^{AC}	5,57 ^A	5,14 ^A	5,57 ^A	4,70 ^A _B	19,70 ^B	13,80 ^C	18,70 ^{AB}	
Сремски Карловци	СК ₁	7 ^c	5 ^c	5 ^a	6 ^c	5 ^a	4 ^b	20 ^d	19 ^f	19 ^e
	СК ₃	7 ^c	5 ^c	5 ^a	6 ^c	5 ^a	4 ^b	20 ^d	19 ^f	19 ^e
	СК ₄	6 ^b	4 ^b	6 ^b	8 ^e	6 ^b	4 ^b	14 ^b	15 ^c	18 ^d
	СК ₇	7 ^c	5 ^c	5 ^a	6 ^c	5 ^a	3 ^a	20 ^d	19 ^f	18 ^d
	СК ₉	7 ^c	2 ^a	6 ^b	7 ^d	6 ^b	4 ^b	13 ^a	15 ^c	18 ^d
\bar{x}	6,80 ^B	4,20 ^D	5,40 ^A	6,60 ^D	5,40 ^A	3,80 ^C	17,40 ^A	17,40 ^A	18,40 ^A	
$\bar{x}_{\text{год}}$	6,35 ^A	5,47 ^B	6,11 ^A	5,65 ^A	5,35 ^A	4,29 ^B	19,59 ^C	16,00 ^A	17,62 ^B	
$\bar{x}_{\text{ук}}$		5,98			5,09			17,73		

*Малим словима означене су разлике између генотипова, за $p \geq 0,05$

*Великим словима означене су разлике између просека година и разлике између локалитета и година, за $p \geq 0,05$



Слика 26. Цваст дивљег кестена у фази пуног цветања, генотип БДС₁ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 27. Крошња дивљег кестена на почетку цветања, генотип БДС₁ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 28. Крошња у фази пуног цветања, генотип БДС₁ (извор: Чукановић, 2013)



Слика 29. Линијски засад дивљег кестена у фази пуног цветања, локалитет Бачка Паланка (извор: Чукановић, 2013)

8.2.2.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу цветања дивљег кестена

Анализом главних компонената групишу се генотипови по сличности трајања фенофазе цветања (табела 21). Установљено је да међуфазе цветања имају велики значај (вредност $GK \geq 0,700$). Прву осу дефинишу међуфазе са вредностима главне компоненте од 0,81 за појаву цветних пупољака, од 0,94 за почетак цветања и од 0,87 за пуно цветање.

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле GK_1 и GK_2 износи 94,75%. Варијанса главне компоненте, GK_1 , је 77,58%, а варијанса GK_2 износи 17,17%. Вредности међуфазе цветања груписане у трећу главну компоненту (GK_3), испољавају одступања од граничне вредности коефицијента $p \geq 0,700$, са укупном варијансом од 5,25%.

Табела 21. Мултиваријациона анализа главних компонената фенофазе цветања дивљег кестена

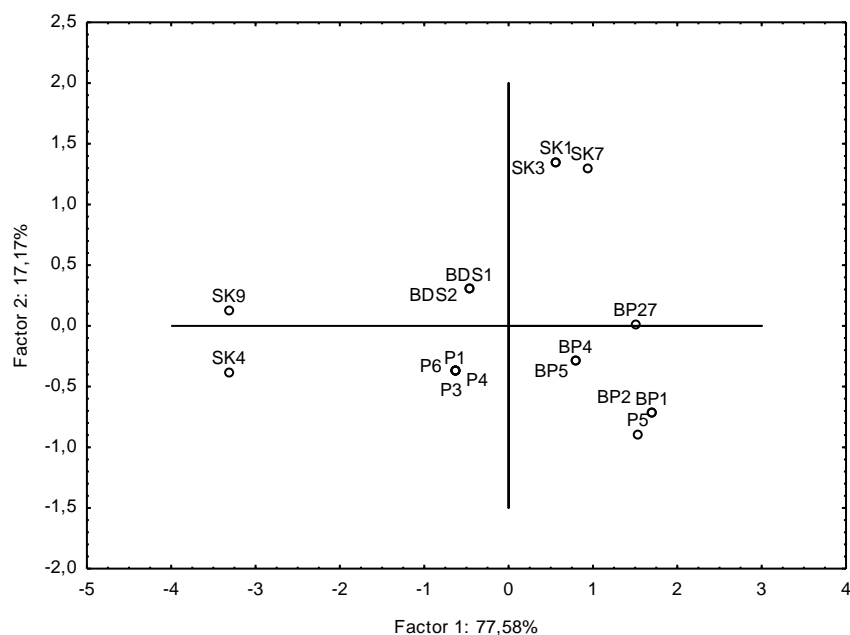
Параметар	GK_1	GK_2	GK_3
Појава цветних пупољака	0,81*	-0,57	-0,11
Почетак цветања	0,94*	-0,10	-0,30
Пуно цветање	0,87*	0,41	-0,22
Својствена вредност	2,32	0,51	0,16
Укупна варијанса	77,58	17,17	5,25
Кумулативна пропорција	77,58	94,75	100,00

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

Груписање и варијабилност генотипова у односу на фенофазу трајања цветања приказани су на графичком прилогу 8. Уочено је груписање генотипова близу x -осе што указује на малу варијабилност по питању трајања осматраних међуфазе цветања.

Највећу удаљеност од x -осе имају две групе генотипова са локалитета Сремски Карловци. Прву групу чине генотипови $СК_1$, $СК_3$ и $СК_7$ који се одликују сличним вредностима осматраних међуфазе. У другој групи налазе се генотипови $СК_4$ и $СК_9$ блиски по вредностима трајања међуфазе почетка и пуног цветања.

Издваја се стабло са локалитета Петроварадин ($П_5$), које се по трајању фенофазе цветања изједначаје са групом индивидуа дивљег кестена у Бачкој Паланци.



Графикон 8. Груписање експерименталних стабала дивљег кестена на основу анализе главних компонената фенофаза трајања цветања

8.2.3. Фенофаза образовања плодова дивљег кестена

У осматраним секундарним популацијама утврђено је време образовања плодова, почетак и крај опадања семена (табела 22). Образовање плодова дивљег кестена почиње непосредно по завршетку фенофаза цветања (слике 30 и 31). Обзиром да цваст дивљег кестена има карактеристичан распоред цветова, на врху цвасти су функционално мушки, у средини цвасти су хермафродитни, а при дну цвасти су женски цветови, знатно је олакшана оплодња и убрзо се по престанку цветања уочавају плодови.

Најраније просечно образовања плодова за три године осматрања уочено је на локалитету Нови Сад. У 2011. години забележено је 20. маја., у 2012. години 21. маја, док је 2013. години било за 10 дана касније у односу на почетну годину осматрања (30. маја). Разлог је каснији почетак вегетационог периода и касније цветање генотипова дивљег кестена услед ниских температура ваздуха у априлу.

Посматрајући просечне датуме, плодови су се на локалитету Бачка Паланка најкасније формирали, у периоду од 28. маја (2012. година) до 03. јуна (2013. година).

Током 2011. године на локалитету Петроварадин (генотип П₅) најраније је уочена међуфаза образовања плодова (18. мај). За индивидуе са локалитета Бачка Паланка (БП₄ и БП₅) међуфаза је забележена 03. јуна.

У 2012. години први плодови су се образовали 19. маја на локалитету Нови Сад (генотипови БДС₁ и БДС₂), а на локалитету Бачка Паланка (генотипови БП₁ и БП₂) за 11 дана касније.

Генотип са локалитета Сремски Карловци (СК₄) током 2013. године се издвојио по значајно ранијем образовању плодова (25. мај). На локалитету Бачка Паланка (генотипови БП₄ и БП₅) забележено је најкасније образовање плодова (05. јун).



Слика 30. Крај цветања и почетак образовања плодова, генотип СК₁ (извор: Чукановић, 2012)



Слика 31. Потпуно образовани плодови, генотип СК₄ (извор: Чукановић, 2012)

Технолошка зрелост семена дивљег кестена наступа крајем септембра и почетком октобра, када долази до интензивног опадања. Међуфаза почетак опадања семена на експерименталним стаблима, најраније је забележена на локалитету Сремски Карловци у току 2011. године (18. септембра), а најкасније на локалитету Бачка Паланка у 2012. години (23. септембра).

Најранији почетак опадања семена током 2011. године уочен је 15. септембра за генотипове са локалитета Нови Сад (БДС₁ и БДС₂), а најкаснији 22. септембра за индивидуе на локалитету Бачка Паланка (БП₄ и БП₅).

Током 2012. (18. септембра) и 2013. године (16. септембра) рани почетак опадања семена забележен је за генотип са локалитета Петроварадин (П₅).

Током 2013. године (25. септембра) за стабла са локалитета Нови Сад (БДС₁ и БДС₂) и Сремски Карловци (СК₄) забележен је касни почетак опадања семена (слика 32).

У току 2011. године крај опадања семена забележен је 09. октобра за експериментална стабла у Новом Саду, односно 14. октобра за експериментална стабла у Бачкој Паланци и Сремским Карловцима (слика 33).

Током 2012. године крај опадања семена забележен је од 15. до 21. октобра, а у 2013. години у интервалу од 11. октобра (локалитет Нови Сад) до 14. октобра (локалитети Бачка Паланка и Сремски Карловци).



Слика 32. Изглед стабла дивљег кестена у фази плодношења, генотип БДС₁
(извор: Чукановић, 2012)



Слика 33. Фаза опадања семена, локалитет Бачка Паланка (извор: Чукановић,
2012)

Табела 22. Фенофаза образовања плодова и опадања семена дивљег кестена (период осматрања од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Образовање плодова			Почетак опадања семена			Крај опадања семена		
		2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Бачка Паланка	БП ₁	28.05.	30.05.	02.06.	19.09	22.09.	20.09.	12.10.	15.10.	13.10.
	БП ₂	28.05.	30.05.	02.06.	19.09	22.09.	20.09.	12.10.	15.10.	13.10.
	БП ₄	03.06.	25.05.	05.06.	22.09	25.09.	23.09.	18.10.	21.10.	18.10.
	БП ₅	03.06.	25.05.	05.06.	22.09.	25.09.	23.09.	18.10.	21.10.	18.10.
	БП ₂₇	25.05.	30.05.	03.06.	19.09	22.09.	19.09.	12.10.	15.10.	10.10.
	\bar{x}	31.05.	28.05.	03.06.	20.09.	23.09.	21.09.	14.10.	17.10.	14.10.
Нови Сад	БДС ₁	20.05.	19.05.	26.05.	15.09.	27.09.	25.09.	08.10.	20.10.	18.10.
	БДС ₂	20.05.	19.05.	26.05.	15.09.	27.09.	25.09.	08.10.	20.10.	18.10.
	П ₁	20.05.	23.05.	03.06.	20.09.	20.09.	19.09.	10.10.	15.10.	08.10.
	П ₃	20.05.	23.05.	03.06.	20.09.	20.09.	19.09.	10.10.	15.10.	08.10.
	П ₄	20.05.	23.05.	03.06.	20.09.	20.09.	19.09.	10.10.	15.10.	08.10.
	П ₅	18.05.	20.05.	26.05.	20.09.	18.09.	16.09.	10.10.	15.10.	10.10.
	П ₆	20.05.	23.05.	03.06.	20.09.	20.09.	19.09.	10.10.	15.10.	08.10.
\bar{x}	20.05.	21.05.	30.05.	19.09.	22.09.	20.09.	09.10.	16.10.	11.10.	
Сремски Карловци	СК ₁	30.05.	27.05.	04.06.	17.09.	22.09.	20.09.	14.10.	17.10.	15.10.
	СК ₃	30.05.	27.05.	04.06.	17.09.	22.09.	20.09.	14.10.	17.10.	15.10.
	СК ₄	28.05.	27.05.	25.05.	20.09.	24.09.	25.09.	14.10.	18.10.	15.10.
	СК ₇	30.05.	27.05.	04.06.	18.09.	22.09.	19.09.	12.10.	17.10.	12.10.
	СК ₉	30.05.	27.05.	26.05.	18.09.	22.09.	19.09.	12.10.	17.10.	12.10.
	\bar{x}	30.05.	27.05.	31.05.	18.09.	22.09.	21.09.	14.10.	17.10.	14.10.

Трајање фенофазе образовања плодова и опадања семена за експериментална стабла дивљег кестена у трогодишњем периоду осматрања приказано је у табели 23. Међуфаза образовање плодова у просеку је трајала 112,38 дана. Просечно најмање трајање забележено је током 2011. године (107,01 дана), а просечно најдуже током 2012. године (119,19 дана). Није било значајних одступања између година осматрања, с обзиром да се фенолошка фаза одвијала при повољним еколошким условима.

Данкан тест вишеструких интервала указује да се трајање фенофазе образовања плодова и опадања семена дивљег кестена у Новом Саду, за трогодишњи период осматрања, скраћује због повољних микроклиматских фактора и утицаја радијационе температуре.

Најкраћи период образовања плодова од 110 дана, у 2011., односно 114 дана у 2012. години, имали су генотипови са локалитета Бачка Паланка (БП₄, БП₅ и БП₂₇).

Током 2013. године најкраће образовање плодова (106 дана) забележено је за индивидуе са локалитета Сремски Карловци (СК₇ и СК₉).

Генотипови са локалитета Нови Сад и Петроварадин (БДС₁, БДС₂ и П₅) су имали најдужи период образовања плодова у све три осматране године, а кретао се од 122 до 131 дана.

Технолошка зрелост семена започиње са опадањем које је у просеку трајало 23,52 дана. Уочене су статистички значајне разлике између 2012. и 2013. године, када је период опадања семена износио 24,57 дана, односно 22,48 дана.

Евидентиране су статистички значајне разлике између генотипова. Најдужи период опадања семена у 2011. години (27 дана) забележен је код генотипова са локалитета Сремски Карловци (СК₁ и СК₃), а у 2012. години за стабло са локалитета Петроварадин (П₅). Током 2013. године најдуже опадање семена (25 дана) забележено је за генотипове са локалитета Бачка Паланка (БП₄ и БП₅) и Сремски Карловци (СК₁ и СК₃).

Након опадања семена, уследило је сакупљање и стратификација до момента сетве.

Табела 23. Фенофаза трајања образовања плодова и сазревања семена дивљег кестена (период осматрања од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Образовање плодова			Опадање семена		
		2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Бачка Паланка	БП ₁	114 ^{cd}	114 ^a	109 ^c	23 ^b	23 ^a	23 ^d
	БП ₂	114 ^{cd}	114 ^a	109 ^c	23 ^b	23 ^a	23 ^d
	БП ₄	110 ^a	123 ^e	109 ^c	26 ^d	26 ^{cd}	25 ^e
	БП ₅	110 ^a	123 ^e	109 ^c	26 ^d	26 ^{cd}	25 ^e
	БП ₂₇	117 ^{ef}	114 ^a	107 ^{ab}	23 ^b	23 ^a	21 ^{bc}
	\bar{x}	90,20 ^A	117,60 ^C	108,60 ^B	24,20 ^{AB}	24,20 ^{AB}	23,40 ^A
Нови Сад	БДС ₁	116 ^e	131 ^f	122 ^e	24 ^{bc}	23 ^a	23 ^d
	БДС ₂	116 ^e	131 ^f	122 ^e	24 ^{bc}	23 ^a	23 ^d
	П ₁	121 ^g	119 ^c	107 ^{ab}	20 ^a	25 ^{bc}	19 ^a
	П ₃	121 ^g	119 ^c	107 ^{ab}	20 ^a	25 ^{bc}	19 ^a
	П ₄	121 ^g	119 ^c	107 ^{ab}	20 ^a	25 ^{bc}	19 ^a
	П ₅	123 ^{gh}	120 ^{cd}	113 ^d	20 ^a	27 ^d	24 ^{de}
	П ₆	121 ^g	119 ^c	107 ^{ab}	20 ^a	25 ^{bc}	19 ^a
\bar{x}	119,85 ^B	122,57 ^{BC}	112,14 ^A	21,14 ^A	24,71 ^B	20,85 ^A	
Сремски Карловци	СК ₁	110 ^a	117 ^b	107 ^{ab}	27 ^{de}	25 ^{bc}	25 ^e
	СК ₃	110 ^a	117 ^b	107 ^{ab}	27 ^{de}	25 ^{bc}	25 ^e
	СК ₄	113 ^c	119 ^c	123 ^{ef}	24 ^{bc}	24 ^{ab}	20 ^{ab}
	СК ₇	111 ^{ab}	117 ^b	106 ^a	24 ^{bc}	25 ^{bc}	23 ^d
	СК ₉	111 ^{ab}	117 ^b	116 ^a	24 ^{bc}	25 ^{bc}	23 ^d
	\bar{x}	111 ^A	117,4 ^B	111,8 ^A	25,2 ^B	24,8 ^{AB}	23,2 ^A
$\bar{x}_{\text{год}}$	107,01 ^A	119,19 ^C	110,84 ^B	23,51 ^{AB}	24,57 ^B	22,48 ^A	
$\bar{x}_{\text{вк}}$		112,38			23,52		

*Малим словима означене су разлике између генотипова, за $p \geq 0,05$

*Великим словима означене су разлике између просека година и разлике између локалитета, за $p \geq 0,05$

8.2.3.1. Мултиваријациона анализа главних компонената за фенофазу образовање плодова и сазревање семена дивљег кестена

Да би се утврдило које од особина носе највећи део варијабилности обављена је анализа главних компонената за фенофазу образовање плодова и сазревање семена. Осматране међуфазе дефинишу прву осу значајности и учествују подједнако у укупној варијабилности од 0,80 (табела 24).

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле GK_1 и GK_2 износи 100,00%. Варијанса главне компоненте (GK_1) је 64,39% а варијанса (GK_2) 35,60%.

Табела 24. Мултиваријациона анализа главних компонената фенофазе плодоношења дивљег кестена

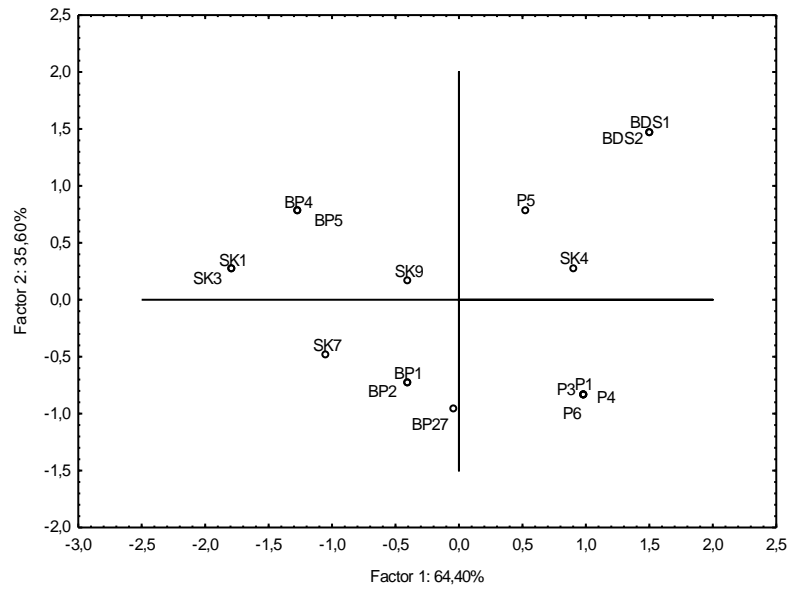
Параметар	GK_1	GK_2
Образовање плодова	0,80*	0,60
Опадање семена	-0,80*	0,60
Својствена вредност	1,28	0,71
Укупна варијанса	64,39	35,60
Кумулативна пропорција	64,39	100,00

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

На основу мултиваријационе анализе за фенофазу образовања плодова и сазревања семена дивљег кестена урађен је графички прилог 9. Распоред и груписање генотипова приказан на графикону, потврђују разлике и сличности за сва експериментална стабла.

Формирале су се групе генотипова са локалитета Нови Сад (BDC_1 и BDC_2) и Петроварадин (P_1 , P_3 , P_4 и P_6) блиске по вредностима трајања међуфазе образовања плодова. Генотипови удаљени од оса, указују на већу променљивост фенолошких појава у односу на осматрана експериментална стабла.

Генотипови одабрани у Бачкој Паланци (BP_1 , BP_2 , BP_4 , BP_5 и BP_{27}) имају уједначене вредности трајања међуфазе образовања плодова што приказује близак распоред и удаљености од x -осе. Обзиром да су стабла у дрвореду и исте класе старости, претпоставља се да су пореклом са једног семенског објекта, те имају приближну генетичку конституцију.



Графикон 9. Груписање експерименталних стабала дивљег кестена на основу анализе главних компонената за фенофазу образовање плодова и сазревање семена

Поред генетичке особености генотипова, температура ваздуха је веома битан фактор који утиче на почетак и трајање фенофаза образовања плодова и сазревања семена.

8.3. Морфолошка својства семена дивљег кестена

Екпериментална стабла дивљег кестена редовно и обилно плодоносе. Морфолошка својства сакупљеног семена указују на значајне разлике мерених показатеља између локалитета и генотипова (табела 25).

Мерењем узорака семена установљено је да се генотип П₆ издваја по највишим средњим вредностима за дужину (29,83 mm), ширину (35,56 mm) и дебљину (30,92 mm) семена (слика 34). Генотипови П₃ и П₆ одликују се највишим просечним вредностима за масу семена (17,63 g и 17,18 g), док су минималне средње вредности масе семена забележене код генотипа П₄ (8,33 g)

Највише средње вредности за дужину (22,38 mm), ширину (33,25 mm) и дебљину (28,37 mm) семена забележене су на локалитетут Бачка Паланка.

Маса семена варирала је од 12,56 g до 12,80 g са коефицијентом варијације највишим на локалитету Нови Сад (30,95%). Стабла ознака БДС₁ и БДС₂ су ниже класе старости од осталих генотипова дивљег кестена са локалитета Нови Сад, имају ниже вредности масе семена, што указује на разлог знатно вишег коефицијента варијације у односу на остале мерене параметре.

Укупне просечне вредности и коефицијенти варијације указују да је најваријабилније својство маса семена са укупним коефицијентом варијације од 25,23%. Ширина и дебљина семена у испитиваном узорку представљају најмање варијабилна својства.

Претпоставља се да семе које има већу масу има и већу клијавост, што је од значаја за расадничку производњу. Испитивани генотипови одликују се релативно великом масом семена, те је за очекивати да имају високу теренску клијавост.

Просечне вредности за теренску клијавост која је читавана крајем априла и почетком маја за генотипове П₃ и П₆ износиле су 93,81%, односно 93,36% што у односу на масу семена потврђује претпоставку да је теренска клијавост дивљег кестена зависна од масе.

Табела 25. Морфолошка својства семена дивљег кестена (средње вредности за период од 2010. до 2012. године)

Локалитет	Генотип	Дужина семена (mm)	Ширина семена (mm)	Дебљина семена (mm)	Маса семена (g)
Бачка Паланка	БП ₁	21,83	31,70	27,09	10,80
	БП ₂	18,22	32,52	27,01	9,80
	БП ₄	23,03	35,41	29,28	15,57
	БП ₅	26,22	34,45	27,72	14,72
	БП ₂₇	22,53	32,66	29,27	12,75
	\bar{x}	22,38	33,25	28,07	12,73
	Cv(%)	12,60	4,68	4,53	18,79
Нови Сад	БДС ₁	19,21	29,37	25,38	9,46
	БДС ₂	21,77	29,44	25,19	10,04
	П ₁	21,72	33,98	27,72	15,56
	П ₃	22,76	35,41	30,33	17,63
	П ₄	18,03	27,07	24,34	8,33
	П ₅	19,54	30,74	26,23	11,38
	П ₆	29,83	35,56	30,92	17,18
	\bar{x}	21,84	32,35	27,44	12,80
Cv(%)	25,84	10,56	9,66	30,95	
Сремски Карловци	СК ₁	21,66	31,96	28,77	13,34
	СК ₃	18,03	28,08	24,34	8,52
	СК ₄	26,23	34,72	28,34	17,04
	СК ₇	18,09	28,61	27,64	10,29
	СК ₉	19,55	31,07	26,24	11,39
	\bar{x}	20,71	30,89	27,07	12,08
	Cv(%)	19,15	8,28	9,53	26,49
	$\bar{x}_{ук}$	21,66	31,93	27,40	12,56
	Cv(%)	15,40	8,61	7,16	25,23
Sd	3,34	2,75	1,96	3,17	



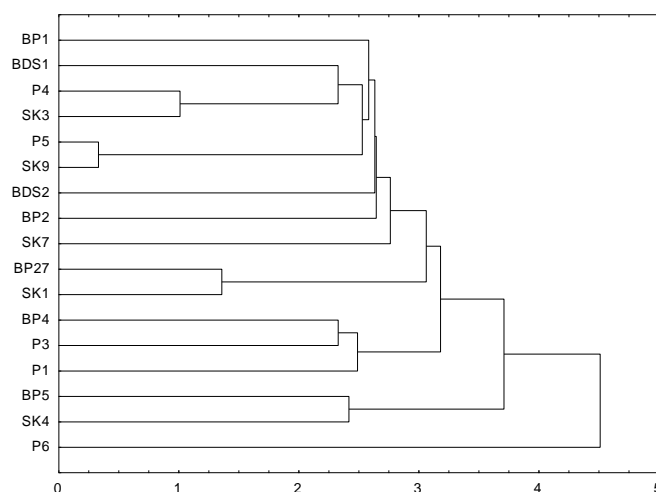
Слика 34. Семе генотипова дивљег кестена (извор: Чукановић, 2012)

8.3.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената морфолошких својстава семена дивљег кестена

Утврђено је груписање испитиваних генотипова у две групе уз помоћ кластер анализе (графикон 13.) У првој групи налази се 14 генотипова. Стабла ознаке БП₅, СК₄ и П₆ налазе се у другој групи и одликују се сличним вредностима за дужину и ширину семена, као и значајно вишим вредностима за масу семена.

У првој групи уочава се раздвајање на 6 субкластера. Први субкластер карактеришу генотипови БП₁ и БДС₁ сличних вредности за дебљину и масу семена. Следећа два субкластера чине парови генотипова П₄ и СК₃, П₅ и СК₉ повезани на ниском хијерархијском нивоу за ширину и масу семена.

Стабла ознаке БП₂ и СК₇ чине субкластер блиских вредности дужине семена и ниским вредностима за масу семена. Шести субкластер чини група од 5 испитиваних генотипова (БП₂₇, СК₁, БП₄, П₃, П₁). Генотипови БП₂₇ и СК₁ се групишу на основу блиских вредности ширине и дебљине семена, а индивидуе П₁ и П₃ за вредности дужине и ширине семена. У оквиру шестог субкластера издваја се стабло ознаке БП₄ са високим вредностима ширине семена.



Графикон 13. Кластер анализа морфолошких својстава семена експерименталних стабала дивљег кестена

Анализом главних компонената морфолошких својстава семена дивљег кестена утврђено је да све особине подједнако носе део варијабилности (табела 26). Мерена својства семена дефинишу прву осу значајности.

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијаблу ГК₁ износи 86,92%. Вредности морфолошких својстава семена груписане у другу и трећу главну компоненту (ГК₂ и ГК₃), испољавају одступања од граничне вредности коефицијента $p \geq 0,700$, са укупном варијансом од 7,57, односно 3,58%.

Табела 26. Мултиваријациона анализа главних компонената морфолошких својстава семена дивљеог кестена

Параметар	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
Дужина семена	-0,88*	0,45	0,24
Ширина семена	0,96*	-0,09	0,01
Дебљина семена	0,92*	-0,29	-0,09
Маса семена	0,97*	-0,03	0,03
Својствена вредност	3,48	0,30	0,15
Укупна варијанса	86,92	7,57	3,68
Кумулативна пропорција	86,92	94,49	98,17

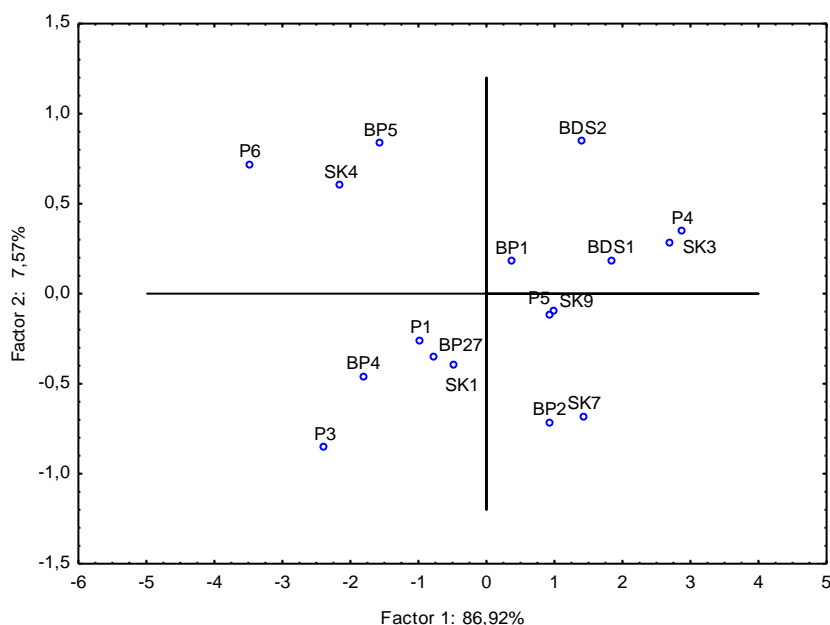
*вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

На основу мултиваријационе анализе за морфолошка својства семена дивљеог кестена урађен је графички прилог 14. Значајно варирање показали су генотипови П₆, БП₅, БДС₂, П₃, и СК₄.

Стабла ознаке БП₄, БП₂₇, П₁ и СК₁ представљају хомогенију групу распоређену испод нултог подеока у-осе са стабилнијим и уједначенијим вредностима за дужину и ширину семена. Група генотипова БП₁, БДС₁, П₅ и СК₉ је распоређена најближе нултом подеоку у-осе. Одликује се сличним вредностима за ширину и масу семена.

Парови генотипова П₄ и СК₃, односно БП₂ и СК₇ се налазе удаљеније од х-осе, а груписали су се на основу вредности за дужину семена.

Распоред генотипова на графикону у потпуности потврђује њихово груписање на основу кластер анализе.



Графикон 14. Анализа главних компонената морфолошких својстава семена експерименталних стабала дивљеог кестена

Обзиром да су се експериментална стабла развијала у сличним еколошким условима, а све фенолошке појаве одвијале под сличним околностима, претпоставља се да постоји утицај генетичке конституције, градске средине, радијационе температуре и класе старости на вредности морфолошких својстава семена дивљеог кестена.

8.4. Хемијски састав семена дивљег кестена

8.4.1. Садржај воде, скроба и масти у семену експерименталних стабала дивљег кестена

Познавање хемијског састава семена дивљег кестена је важно у праћењу процеса клијања. Садржај воде, скроба и масти утиче на успешност клијања семена у расадничким условима. Истовремено, компоненте семена дивљег кестена се користе у фармацеутској и хемијској индустрији.

У семену пореклом са 17 експерименталних стабала дивљег кестена, одређен је садржај воде, масти и скроба на почетку и на крају периода чувања (табела 27).

Забележене су значајне разлике у садржају воде у семену између генотипова пре и након периода чувања. Са највишим просечним вредностима (46,34% и 45,60%) се издвајају генотипови БП₄ и БДС₁. У семену генотипа СК₁ забележене су најниже просечне вредности воде (32,33% пре и 30,80% након чувања семена).

Посматрано на нивоу локалитета уочавају се највише просечне вредности у садржају воде у семену пре чувања, на локалитету Нови Сад (44,52%), а најниже на локалитету Сремски Карловци (34,72%). Поред адекватних услова складиштења и чувања, висок садржај воде у семену условили су повољни микроклиматски услови у моменту сазревања семена (повољна температура и релативна влажност ваздуха) који одговарају генотиповима дивљег кестена са локалитета Нови Сад.

Уколико се посматра укупан просечан садржај воде у семену пре и након чувања, уочава се минимална разлика за коефицијент варијације, од 11,25%, односно 11,37%, што потврђује одговарајући начин чувања семена.

Табела 27. Садржај воде, скроба и масти у семену дивљег кестена (средње вредности за период од 2010. до 2012. године)

Локалитет	Генотип	Вода (%)		Скроб (%)		Масти (%)	
		Пре чувања семена	Након чувања семена	Пре чувања семена	Након чувања семена	Пре чувања семена	Након чувања семена
Бачка Паланка	БП ₁	42,01 ^{c*}	41,89 ^c	33,15 ^a	30,09 ^a	4,21 ^a	3,95 ^a
	БП ₂	45,05 ^d	44,83 ^d	32,35 ^a	29,76 ^a	5,78 ^a	5,89 ^a
	БП ₄	46,34 ^d	45,09 ^d	42,15 ^{cd}	39,04 ^b	5,92 ^a	5,02 ^a
	БП ₅	40,56 ^c	39,86 ^c	42,12 ^{cd}	38,24 ^b	5,95 ^a	5,09 ^a
	БП ₂₇	45,04 ^d	44,21 ^d	40,24 ^c	36,16 ^b	4,68 ^a	4,22 ^a
	\bar{x}	40,77 ^B	42,58 ^C	38,00 ^B	34,66 ^B	5,31 ^A	4,83 ^A
Нови Сад	БДС ₁	45,60 ^d	35,87 ^b	35,09 ^{ab}	30,92 ^a	8,31 ^b	8,14 ^b
	БДС ₂	36,97 ^b	35,15 ^b	44,27 ^a	40,51 ^a	7,95 ^b	7,71 ^b
	П ₁	38,18 ^b	38,00 ^b	37,62 ^b	31,90 ^a	8,05 ^b	7,68 ^b
	П ₃	40,30 ^c	38,50 ^b	35,23 ^{ab}	32,20 ^a	7,50 ^b	7,31 ^b
	П ₄	42,15 ^c	40,15 ^c	33,50 ^a	30,15 ^a	6,92 ^{ab}	5,98 ^a
	П ₅	43,50 ^c	40,92 ^c	39,82 ^b	36,19 ^a	8,20 ^b	7,85 ^b
	П ₆	42,30 ^c	41,10 ^c	35,70 ^{ab}	31,62 ^a	6,35 ^{ab}	5,71 ^a
\bar{x}	44,52 ^C	38,53 ^B	36,89 ^A	31,93 ^A	6,35 ^B	5,71 ^B	
Сремски Карловци	СК ₁	32,33 ^a	30,80 ^a	35,23 ^{ab}	31,52 ^a	5,86 ^a	5,45 ^a
	СК ₃	34,35 ^a	31,91 ^a	34,12 ^a	29,87 ^a	6,53 ^{ab}	6,18 ^{ab}
	СК ₄	38,71 ^b	37,50 ^b	39,77 ^b	38,10 ^b	5,94 ^a	5,68 ^a
	СК ₇	35,07 ^{ab}	34,10 ^{ab}	34,57 ^a	30,85 ^a	7,20 ^b	6,88 ^{ab}
	СК ₉	33,13 ^a	31,61 ^a	35,17 ^{ab}	30,71 ^a	6,14 ^{ab}	5,89 ^a
\bar{x}	34,72 ^A	33,18 ^A	35,77 ^A	32,21 ^A	6,33 ^B	6,02 ^B	
$\bar{x}_{\text{ук}}$	40,09	38,15	37,48	32,81	6,56	6,15	
Sd	4,51	4,34	3,16	3,38	1,19	1,26	
Cv(%)	11,25	11,37	8,66	10,01	18,23	20,53	

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

*Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима

Супериорни генотипови по питању садржаја скроба у семену су БП₄, БП₅ и БДС₂. Пре чувања семена забележен је проценат скроба од 42,15, 42,12 и 44,27 скроба, а након периода чувања садржај скроба је незнатно смањен на 39,04%, 38,24% и 40,51%. Минимални просечан садржај скроба у семену уочен је у семену генотипа БП₂ (32,35% пре и 29,76% након чувања семена).

Семе генотипова са високим садржајем скроба (БП₄, БП₅ и БДС₂) имало је високе вредности теренске клијавости и процента преживљавања сејанаца. Обзиром да скроб представља значајну резервну материју у семену дивљег кестена претпоставља се да има утицаја на успех клијавости.

Посматрано на нивоу локалитета значајне разлике су се јавиле између генотипова са локалитета Нови Сад у односу на остала два локалитета.

Укупне просечне вредности садржаја скроба кретале су се од 37,48% пре и 32,81% након чувања са ниским вредностима стандардне девијације (3,16 односно 3,38) и коефицијентима варијације од 8,66% пре и 10,01% након периода чувања семена.

Поред скроба, који је највише заступљена органска супстанца у семену дивљег кестена, значајну улогу имају и масти. У семену експерименталних стабала дивљег кестена просечан садржај масти пре стављања семена на чување се кретао од 4,21% (БП₁) до 8,31% (БДС₁). Након периода чувања, проценат масти се незнатно смањило, тако да је минимална вредност уочена код генотипа БП₁ и износила је 3,95, а максимална код генотипа БДС₁ (8,14).

Поред генотипа БДС₁, са високим садржајем масти издваја се семе осталих генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₂, П₁, П₃, П₄, П₅ и П₆), те се може констатовати да су предиспонирани за плантажно гајење за потребе у фармацеутској и хемијској индустрији.

Просечна укупна вредност садржаја масти у семену је износила 6,56% пре, односно 6,15% након периода чувања, док се значајније издвајају укупни коефицијенти варијације са вредностима од 18,23% пре и 20,53% после чувања семена.

Из екстракта семена генотипова дивљег кестена изоловано је и детерминисано 16 масних киселина у облику њихових метил естара. Ради лакшег објашњења у даљем тексту ће се њихов садржај изражавати као садржај масних киселина.

Најмањи удео у семену чине засићене масне киселине, затим полинезасићене, док највећи проценат чине незасићене масне киселине. Од засићених масних киселина доминира палмитинска, са укупним просечним садржајем од 8,12%, а најмање је заступљена октанска киселина са укупним просечним садржајем од 0,22% (табела 28).

Генотип са највишим садржајем палмитинске киселине је БДС₂ (10,8%). Генотипови са локалитета Бачка Паланка и Сремски Карловци одликују се већим бројем детерминисаних масних киселина који су пронађени у траговима или потпуно одсуствују.

Табела 28. Засићене масне киселине у семену дивљег кестена

Масне киселине	Генотип												
	Р _T	БП ₂	БП ₄	БП ₂₇	БДС ₁	БДС ₂	П ₁	П ₄	П ₅	СК ₁	СК ₃	СК ₉	\bar{x}
Октанска киселина	5,97	тр*	/	/	0,1	тр	0,4	0,3	0,1	/	/	/	0,22
Миристинска киселина	9,77	0,1	тр	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,13
8-оксо-октанска киселина	10,32	/	/	/	0,3	0,4	0,1	0,1	/	/	тр	/	0,22
9-оксо-нонанска киселина	11,39	0,3	тр	/	2,0	3,4	1,4	1,8	0,8	тр	0,3	/	1,43
Палмитинска киселина	11,66	8,2	6,1	8,0	10,3	10,8	8,9	9,2	6,2	6,6	8,3	6,7	8,12
Хептадеканска киселина	12,73	тр	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,17
Стеаринска киселина	13,13	1,9	3,6	2,5	7,0	6,3	2,7	2,5	3,0	3,1	1,9	3,0	3,41
Арахидинска киселина	16,62	тр	0,3	тр	0,7	0,6	0,2	тр	0,2	0,3	тр	0,4	0,38
Гондоична киселина	17,04	5,8	7,0	5,8	7,3	7,2	6,3	6,4	6,7	6,0	5,7	6,8	6,45

* у траговима

Незасићене масне киселине учествују са великим уделом у укупном садржају масних компоненти семена дивљег кестена (табела 29). У узорцима семена највише је заступљена олеинска киселина са укупним просечним садржајем од 53,46%. Олеинска киселина је једна од есенцијалних мононезасићених масних киселина. Следи линолна киселина просечног садржаја од 17,21% и еручна киселина са просечним садржајем од 3,23%.

Генотип са локалитета Нови Сад (БДС₁) се издваја са највишим садржајем олеинске киселине од 59,40%. Са веома блиском вредношћу забележени су и генотипови П₁ и П₄ са садржајем олеинске киселине од 57,60% односно 58,70%. Најнижи садржај уочен је код генотипа СК₉ (46,20%).

Данкан тестом уочене су разлике међу генотиповима. Код доминантне олеинске киселине са значајним статистичким разликама издвајају се индивидуе БП₄, БДС₁, БДС₂, П₁, П₄ и П₅ у односу на остале испитиване генотипове. Обзиром на редовно и обилно плодношеће и повољан садржај олеинске киселине, семе издвојених генотипова дивљег кестена може послужити као сировина за екстракцију масних киселина.

Табела 29. Незасићене масне киселине екстраховане из котиледона генотипова дивљег кестена

Масне киселине	Р. време	Генотип											\bar{x}
		БП ₂	БП ₄	БП ₂₇	БДС ₁	БДС ₂	П ₁	П ₄	П ₅	СК ₁	СК ₃	СК ₉	
Олеинска киселина	14,38	50,60 ^{d*}	56,30 ^a	46,30 ^c	59,40 ^e	56,40 ^a	57,60 ^{ab}	58,70 ^{be}	57,10 ^{ab}	48,60 ^f	50,90 ^d	46,20 ^c	53,46
Линолна киселина	15,02	23,60 ^a	18,70 ^d	27,80 ^e	1,80 ^b	0,70 ^b	13,20 ^c	11,90 ^c	19,30 ^d	24,10 ^a	23,70 ^a	24,50 ^a	17,21
γ-линолеинска киселина	15,58	0,50 ^b	0,50 ^b	0,70 ^d	/ ^a	/ ^a	0,10 ^{ac}	/ ^a	0,20 ^c	0,40 ^b	0,50 ^b	0,70 ^d	0,45
Линолеинска киселина	15,89	2,30 ^b	1,10 ^{ab}	2,30 ^b	/ ^a	/ ^a	0,40 ^a	тра	0,60 ^a	1,20 ^{ab}	2,30 ^b	1,90 ^b	1,51
Палмитолеинска киселина	11,93	0,20	тр	тр	0,30	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20
Еручна киселина	19,91	3,20 ^{ab}	3,40 ^{ab}	3,20 ^{ab}	2,40 ^a	3,40 ^{ab}	2,70 ^a	3,30 ^{ab}	3,30 ^{ab}	2,80 ^a	3,00 ^{ab}	4,80 ^b	3,23
Нервонична киселина	22,93	2,60 ^{ab}	2,70 ^{ab}	2,60 ^{ab}	1,70 ^a	2,80 ^{ab}	1,80 ^a	3,10 ^{ab}	1,90 ^a	2,70 ^{ab}	2,60 ^{ab}	4,10 ^b	2,60

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

Поред садржаја у котиледонима семена дивљег кестена, веома је важан и однос масних киселина (табела 30). Мононезасићене масне киселине су заступљеније у котиледонима генотипова дивљег кестена у односу на засићене масне киселина. Удео мононезасићених масних киселина, без значајног варирања, креће се од 52,10% (БП₂₇) до 65,10% (П₄). Значајније варирање око средње вредности уочено је код полинезасићених масних киселина чији се удео креће од 0,70% (БДС₂) до 30,80% (БП₂₇). Садржај засићених масних киселина је у распону од 16,40% (СК₁) до 29,20% (БДС₂).

У односу незасићених и засићених масних киселина уочава се доминантност незасићених масних киселина. У испитиваним котиледонима се однос незасићених и засићених масних киселина креће од 2,14 (БДС₂) до 3,65 (БП₄), што се може сматрати позитивним, јер су за потребе фармацеутске индустрије значајније незасићене масне киселине. Однос полинезасићених и засићених масних киселина је нешто нижи и креће се од 0,02 (БДС₂) до 1,84 (БП₂₇).

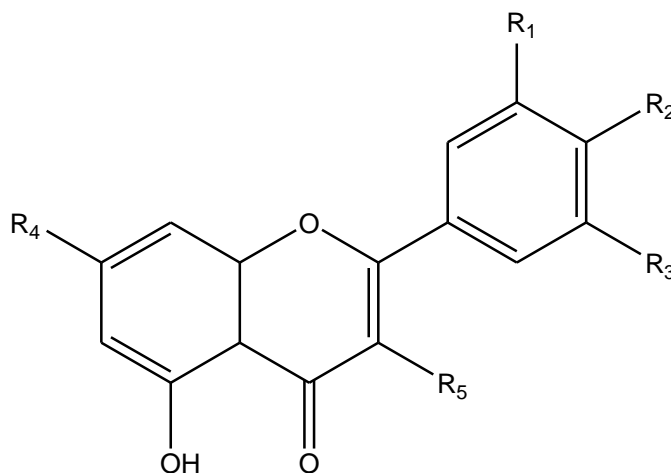
Табела 30. Садржај и међусобни однос засићених, незасићених и полинезасићених масних киселина у семену дивљег кестена

Генотип	Засићене масне киселине	Незасићене масне киселине	Полинезасићене масне киселине	Н/З*	П/З*
БП ₂	16,60	56,40	26,40	3,39	1,59
БП ₄	17,10	62,40	20,30	3,65	1,18
БП ₂₇	16,70	52,10	30,80	3,12	1,84
БДС ₁	28,50	63,50	1,80	2,23	0,06
БДС ₂	29,20	62,60	0,70	2,14	0,02
П ₁	20,60	62,10	13,70	3,01	0,66
П ₄	20,70	65,10	11,90	3,14	0,57
П ₅	17,50	62,30	20,10	3,56	1,14
СК ₁	16,40	54,10	25,70	3,30	1,56
СК ₃	16,70	56,50	26,50	3,38	1,58
СК ₉	17,70	55,10	27,10	3,11	1,53

* Н/З-однос незасићених и засићених масних киселина; П/З-однос полинезасићених и засићених масних киселина

8.4.2. Садржај секундарних метаболита у семену дивљег кестена

Из изабраних 11 генотипова дивљег кестена анализом семена утврђено је присуство следећих компонената: кверцетина, кемферола и рутина. Изоловане су још три непозате компоненте под бројевима 7, 8 и 13. Позната је њихова молекулска формула, структура (слика 35) и ретенционо време (табела 31).



Једињење	R1	R2	R3	R4	R5
7	H	OH	H	OH	Xyl(1-2)[Glc(1-3)]Glc
8	H	OH	H	OH	Xyl(1-2)Glc
13	H	OH	H	OH	Glc-Rha

Слика 35. Структура једињења 7, 8 и 13

Табела 31. Ретенционо време изолованих компонената из семена дивљег кестена (мин.)

Локалитет	Генотип	Кверцетин	Кемферол	Рутин	7	8	13
Бачка Паланка	БП ₂	29,76	31,32	24,41	24,82	25,04	26,83
	БП ₄	29,84	31,47	24,41	24,82	25,12	26,76
	БП ₂₇	29,77	31,32	24,56	24,82	25,04	26,76
Нови Сад	БДС ₁	/	31,32	24,41	24,82	25,04	26,76
	БДС ₂	/	/	24,71	24,75	25,04	26,75
	П ₁	29,77	/	24,49	24,75	25,04	26,83
	П ₄	29,84	/	24,49	24,82	25,12	26,76
	П ₅	29,76	31,32	24,41	24,75	25,12	26,83
Сремски Карловци	СК ₁	29,69	31,32	24,71	24,82	25,04	26,75
	СК ₃	29,84	31,47	24,49	24,82	25,19	26,75
	СК ₉	/	/	24,56	24,82	25,12	26,75
Стандарди		29,61	31,31	24,71	/	/	/

На основу релативног садржаја издвојених једињења анализирана је варијабилност између генотипова и локалитета (табела 32). На нивоу локалитета највиши просечан садржај кверцетина износио је 0,325µg/g (Сремски Карловци). Уочено је да није било значајних статистичких разлика у садржају кверцетина између локалитета, али су забележена висока варирања између генотипова и на укупном нивоу (Cv_{ук} 91,61%). Разлог је одсуство кверцетина у узорцима семена генотипова БП₂ и СК₉.

Стабла ознаке СК₁ и П₅ одликују се просечно највишим садржајем кверцетина у семену који је износио 0,806 µg/g, односно 0,538 µg/g, те се значајно разликују од осталих генотипова.

Кемферол је издвојен из семена 7, од укупно 11 генотипова. Највиши просечни садржај забележен је за семе генотипова СК₁ (0,227 µg/g) и П₅ (0,429 µg/g). На нивоу локалитета нису уочене статистички значајне разлике у садржају кемферола у семену, али је забележен веома висок укупан коефицијент варијације од 95,66%.

Рутин је флавонол који је изолован из семена свих генотипова, осим генотипа БП₂. Више просечне вредности су забележене на локалитету Нови Сад у односу на остала

два локалитета (9,305 $\mu\text{g/g}$). Издваја се генотип П₅ са просечно највишим садржајем рутина у семену од 25,784 $\mu\text{g/g}$. Најниже вредности забележене су у семену генотипа СК₃ (0,982 $\mu\text{g/g}$).

Уочени су високи коефицијенти варијације на нивоу локалитета који су се кретали од 61,15% (Сремски Карловци) до 96,79% (Нови Сад). Разлог високе варијабилности су велике разлике за садржај рутина у семену дивљег кестена.

Табела 32. Садржај флавона изолованих из котиледона дивљег кестена ($\mu\text{g/g}$)

Локалитет	Генотип	Кверцетин	Кемферол	Рутин
Бачка Паланка	БП ₂	^{/a*}	0,155 ^{bc}	^{/e}
	БП ₄	0,363 ^{de}	0,129 ^{abc}	5,569 ^{cd}
	БП ₂₇	0,413 ^{ef}	0,119 ^{abc}	4,279 ^b
	\bar{x}	0,259 ^A	0,134 ^A	3,282 ^A
	Cv(%)	80,26	65,57	76,93
Нови Сад	БДС ₁	0,084 ^{ab}	0,060 ^{ab}	9,961 ^g
	БДС ₂	0,098 ^{ab}	^{/a}	1,155 ^a
	П ₁	0,241 ^{cd}	^{/a}	4,567 ^b
	П ₄	0,538 ^f	^{/a}	5,162 ^c
	П ₅	0,283 ^{cde}	0,429 ^d	25,784 ^h
	\bar{x}	0,246 ^A	0,097 ^A	9,305 ^B
Cv(%)	74,55	98,20	96,79	
Сремски Карловци	СК ₁	0,806 ^g	0,227 ^c	5,878 ^d
	СК ₃	0,170 ^{bc}	0,019 ^a	0,982 ^a
	СК ₉	^{/a}	^{/a}	3,553 ^f
	\bar{x}	0,325 ^A	0,082 ^A	3,47 ^A
	Cv(%)	90,88	96,44	61,15
	$\bar{x}_{\text{ук}}$	0,271	0,103	6,071
	Cv(%)	91,61	95,66	93,15
	Sd	0,248	0,14	6,87

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

*Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима

Есцин се сматра најзначајнијим секундарним метаболитом који је екстрахован из семена дивљег кестена (табела 33).

У испитивањима семена 11 одабраних генотипова садржај есцина се кретао од 0,82% (СК₉) до 4,04% (БП₂ и П₅). На нивоу локалитета са највишом просечном вредношћу садржаја есцина из семена издвајају се стабла из Бачке Паланке. На локалитету Нови Сад уочено је највише просечно варирање у садржају ове компоненте од 57,09%. Укупна средња вредност у садржају есцина износила је 2,07%, са коефицијентом варијације од 52,03%.

Табела 33. Садржај есцина у семену дивљеог кестена

Генотип	Маса семена (g)	Маса етанолног екстракта (g)	Етанолни екстракт у семену (%)	Есцин у етанолном екстракту (%)	Есцин у семену (%)
БП ₂	11,09	2,09	18,93	21,32	4,04 ^{c*}
БП ₄	6,97	1,04	15,01	15,29	2,29 ^b
БП ₂₇	7,81	1,41	18,10	9,25	1,67 ^{ab}
\bar{x}	8,62	1,50	17,34	15,28	2,66
Cv(%)	21,90	65,39	10,71	34,22	51,45
БДС ₁	9,52	1,46	14,99	12,88	1,93 ^{ab}
БДС ₂	7,52	1,37	18,22	11,97	2,18 ^b
П ₁	11,70	1,51	12,94	7,16	0,93 ^a
П ₄	8,11	1,91	23,55	7,85	1,85 ^{ab}
П ₅	8,80	1,78	20,24	15,28	4,04 ^c
\bar{x}	9,15	1,60	17,98	11,02	2,18
Cv(%)	16,60	54,18	21,72	29,03	57,09
СК ₁	6,11	1,44	23,70	7,60	1,80 ^{ab}
СК ₃	21,68	0,78	3,60	13,14	1,26 ^a
СК ₉	5,00	0,77	15,56	5,24	0,82 ^a
\bar{x}	10,93	1,00	14,28	8,66	1,23
Cv(%)	74,03	61,83	61,83	40,73	51,79
$\bar{x}_{ук}$	9,48	1,41	16,80	11,54	2,07
Sd	4,50	0,42	5,57	4,70	1,07
Cv(%)	47,52	29,97	33,15	40,77	52,03
min	5,00	0,77	3,60	5,24	0,82
max	21,68	2,09	23,70	21,32	4,04

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

8.4.2.1. Мултиваријациона анализа главних компонената секундарних метаболита семена дивљеог кестена

Да би се утврдило које од особина носе највећи део варијабилности обављена је анализа главних компонената за садржај секундарних метаболита у семену дивљеог кестена. Највећи значај (вредност главне компоненте $\geq 0,700$) уочен је за три компоненте (садржај кемферола, рутина и есцина). Издвајају се на првој оси, а друга оса дефинише садржај кверцетина у семену (табела 34).

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле ГК₁ и ГК₂ износи 85,66%. Варијанса главне компоненте (ГК₁) је 58,74%, а варијанса (ГК₂) 26,92%.

Вредности секундарних метаболита у семену груписане у трећу главну компоненту (ГК₃), испољавају одступања од граничне вредности коефицијента $p \geq 0,700$, са укупном варијансом од 12,09%.

Табела 34. Мултиваријациона анализа главних компонената секундарних метаболита семена дивљег кестена

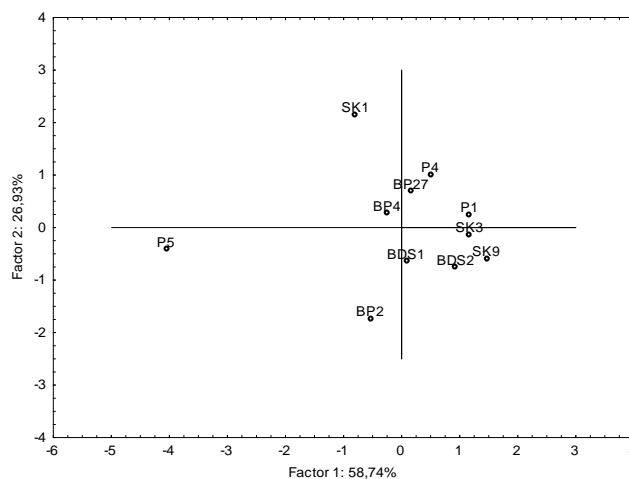
Параметар	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
Кверцетин	-0,24	0,94*	-0,20
Кемферол	-0,96*	0,07	-0,05
Рутин	-0,85*	0,03	0,51
Есцин	-0,79*	-0,42	-0,42
Својствена вредност	2,35	0,71	0,48
Укупна варијанса	58,74	26,92	12,09
Кумулативна пропорција	58,74	85,66	100,00

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

На основу мултиваријационе анализе за садржај секундарних метаболита у семену дивљег кестена урађен је графички прилог 15. Уочава се груписање генотипова на основу садржаја издвојених хемијских компоненти из семена. Генотип П₅ издваја се у односу на остале испитиване генотипове по високој варијабилности фенолних једињења и вредностима рутина и есцина.

Високе вредности есцина забележене су и код генотипа БП₂, који се не групише са осталим стаблима. Поред садржаја есцина, издваја се и по ниским вредностима кемферола и одсуством кверцетина и рутина из узорка семена.

На графикону се уочавају групе индивидуа БП₄, БП₂₇ и П₄, затим БДС₁, БДС₂ и СК₉, као и пар П₁ и СК₃. Прву групу карактеришу блиске вредности кверцетина и рутина, другу веома ниске вредности кверцетина, док се пар генотипова П₁ и СК₃, груписао на основу вредности за садржај кверцетина и есцина у семену.



Графикон 15. Груписање генотипова на основу садржаја изолованих секундарних метаболита из семена дивљег кестена

На основу добијених резултата уочава се повезаност повољних микроклиматских услова у којима су експериментална стабла гајена, оптималног времена одвијања фенофаза цветања, образовања плодова и сазревања семена са позитивним садржајем секундарних метаболита. Генотипови са високим садржајем кверцетина, кемферола, рутина и есцина у семену имају значајне вредности теренске клијавости, те је могуће извршити масовну репродукцију и селекцију за потребе фармацеутске и хемијске индустрије.

8.4.3. Садржај тешких метала у семену дивљег кестена

Из узорка 11 експерименталних стабала дивљег кестена изоловани су и одређен је садржај 7 елемената, који се сматрају тешким металима (табела 35). Укупне просечне вредности указују на висок садржај цинка (10,11 μg) и бабра (9,23 μg), док је у узорку најмање заступљен хром (0,07 μg). Коефицијенти варијације показују висока одступања од средње вредности за садржај алуминијума (78,04%) и хрома (73,01%).

На нивоу локалитета статистички значајне разлике забележене су у садржају гвожђа и никла. Генотипови са локалитета Бачка Паланка значајно се разликују од генотипова са локалитета Сремски Карловци по нижим вредностима садржаја гвожђа и никла.

Највише вредности изолованих тешких метала у семену имали су генотипови са локалитета Нови Сад. Издваја се генотип П₅ са највишим просечним садржајем алуминијума (2,88 μg) и хрома (0,10 μg), док су највише вредности у садржају бабра (13,00 μg), гвожђа (13,20 μg), мангана (3,20 μg), никла (0,80 μg) и цинка (18,10 μg) забележене у семену генотипа П₁.

Најниже вредности алуминијума (0,50 μg) и хрома (0,05 μg) забележене су код генотипова БП₂₇, СК₁ и СК₃. Ниске вредности бабра (5,50 μg) и гвожђа (6,20 μg) одређене су у семену генотипа БДС₂, мангана (1,80 μg) код стабла ознака БП₂ и СК₃, а цинка (7,40 μg) у семену генотипа БП₄.

Табела 35. Садржај тешких метала у семену дивљег кестена (μg)

Генотип	Al	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
БП ₂	1,77 ^{abcd*}	0,05 ^a	8,60 ^{abc}	7,60 ^{ab}	1,80 ^a	0,50 ^a	9,00 ^{abcd}
БП ₄	0,59 ^{ab}	0,05 ^a	6,60 ^{cd}	6,50 ^a	2,30 ^a	0,50 ^a	7,40 ^a
БП ₂₇	0,50 ^a	0,05 ^a	10,0 ^b	7,80 ^{abc}	3,10 ^a	0,50 ^a	8,50 ^{abc}
\bar{x}	0,95 ^A	0,05 ^A	8,40 ^A	7,30 ^A	2,40 ^A	0,50 ^A	8,30 ^A
Cv(%)	84,35	17,32	20,41	14,48	43,15	17,32	13,48
БДС ₁	0,70 ^{ab}	0,05 ^a	7,00 ^{cde}	6,90 ^{ab}	2,20 ^a	0,50 ^a	9,80 ^{bcd}
БДС ₂	1,40 ^{abc}	0,05 ^a	5,50 ^c	6,20 ^a	2,00 ^a	0,50 ^a	8,00 ^{ab}
П ₁	1,02 ^{ab}	0,20 ^b	13,00 ^f	13,20 ^f	3,20 ^a	0,80 ^{bc}	18,10 ^f
П ₄	2,54 ^{cd}	0,10 ^a	8,00 ^{ade}	7,20 ^{ab}	2,50 ^a	0,50 ^a	7,90 ^a
П ₅	2,88 ^d	0,10 ^a	11,70 ^f	9,50 ^{cd}	2,50 ^a	0,60 ^{ab}	10,80 ^d
\bar{x}	1,70 ^A	0,10 ^A	9,04 ^A	8,60 ^{AB}	2,28 ^A	0,58 ^{AB}	10,92 ^A
Cv(%)	64,32	73,38	33,91	32,25	38,10	27,80	36,42
СК ₁	0,50 ^a	0,05 ^a	9,80 ^{ab}	8,40 ^{bc}	2,10 ^a	0,60 ^{ab}	10,0 ^{cd}
СК ₃	0,50 ^a	0,05 ^a	9,00 ^{ab}	11,30 ^e	1,80 ^a	0,60 ^{ab}	8,10 ^{ab}
СК ₉	1,9 ^{bcd}	0,10 ^a	12,4 ^f	10,40 ^{de}	3,10 ^a	0,85 ^c	13,60 ^e
\bar{x}	0,97 ^A	0,07 ^A	10,40 ^A	10,03 ^B	2,33 ^A	0,68 ^B	10,57 ^A
Cv(%)	90,18	54,08	16,98	15,45	44,90	23,71	24,31
$\bar{x}_{\text{ук}}$	1,30	0,07	9,23	8,63	2,33	0,59	10,11
Cv _{ук} (%)	78,04	73,01	27,00	26,65	40,2	26,73	31,55

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

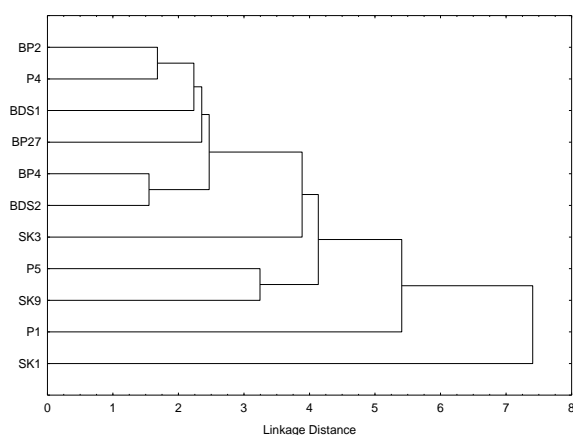
*Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима, за $p < 0,05$

Обзиром да се секундарне популације дивљег кестена налазе у климатски и еколошки сличним условима, као разлог значајности разлика издваја се интензитет саобраћаја у близини стабала. Генотипови код којих су забележене највише вредности тешких метала налазе се у непосредној близини изузетно прометне саобраћајнице, регионалном путу који повезује Петровадин и Сремске Карловце.

8.4.3.1. Мултиваријациона кластер и анализа главних компонената за садржај тешких метала у семену дивљег кестена

Кластер анализом уочено је груписање генотипова дивљег кестена у седам субкластера (графикон 31). Издваја се индивидуа П₁ са највишим вредностима за садржај бакра, гвожђа, мангана, никла и цинка, што је потврђено Данкан тестом.

Уочава се груписање парова генотипова БП₂ и П₄, БДС₁ и БП₂₇ и пара БП₄ и БДС₂ на основу блиских вредности у садржају тешких метала у семену.



Графикон 31. Кластер анализа за садржај тешких метала у семену експерименталних стабала дивљег кестена

На основи садржаја тешких метала у семену дивљег кестена обављена је анализа главних компонената. Највећи значај (вредност главне компоненте $\geq 0,700$) уочен је за све испитиване елементе. На првој оси издваја се садржај хрома, бакра, гвожђа, мангана, никла и цинка, а друга оса дефинише садржај алуминијума у семену (табела 36).

Анализа главних компонената указује да кумулативна пропорција за варијабле ГК₁ и ГК₂ износи 81,92%. Варијанса главне компоненте (ГК₁) је 66,96%, а варијанса (ГК₂) 14,96%. Вредности издвојене на главној компоненти (ГК₃) одступају од коефицијента $p \geq 0,700$ и износе 8,50% од укупне варијансе.

Табела 36. Мултиваријациона анализа главних компонената за садржај тешких метала у семену дивљеог кестена

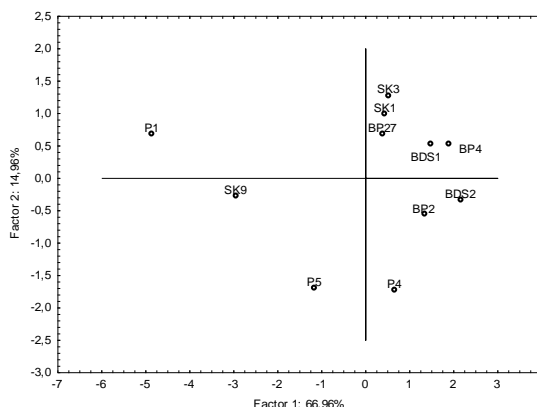
Параметар	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
Al	-0,21	-0,96*	0,15
Cr	-0,89*	-0,18	-0,05
Cu	-0,91*	-0,02	0,06
Fe	-0,87*	0,23	0,35
Mn	-0,74*	-0,04	-0,64
Ni	-0,91*	0,12	0,14
Zn	-0,94*	0,09	/
Својствена вредност	4,68	1,04	0,59
Укупна варијанса	66,96	14,96	8,50
Кумулативна пропорција	66,96	81,92	90,43

*Вредности значајне за дату осу, за $p \geq 0,700$

На основу мултиваријационе анализе за садржај тешких метала у семену експерименталних стабала дивљеог кестена урађен је графички прилог 32.

Груписањем генотипова потврђује се кластер анализа. Као индивидуални уочавају се генотипови са локалитета Нови Сад (П₁, П₄ и П₅) и генотип са локалитета Сремски Карловци (СК₉), који је најближи х-оси, односно има најмање варирање вредности.

Даље од осе групишу се генотипови СК₁, СК₃ и БП₂₇, са значајно ниским садржајем тешких метала у семену. Као стабилнија, издваја се група генотипова БП₂, БП₄, БДС₁ и БДС₂ са блиским вредностима за садржај гвожђа, мангана, никла и цинка у семену.



Графикон 32. Распоред и груписање експерименталних стабала дивљеог кестена за садржај тешких метала у семену

На основу добијених резултата, уочава се значајно нижи проценат садржаја тешких метала у семену генотипова са локалитета Бачка Паланка и Сремски Карловци, у односу на семе пореклом са локалитета Нови Сад.

Садржај тешких метала у семену дивљеог кестена није утицао на клијавост, што указују вредности од 90,44% за локалитет Нови Сад. Генотипови БДС₂, П₃, П₆ имали су висок проценат клијавости, што је омогућило повољан склоп биљака у сејалишту и позитиван развој сејанаца у расаднику.

8.5. Карактеристике *half-sib* потомства експерименталних стабала дивљег кестена

8.5.1. Клијавост семена и преживљавање сејанаца дивљег кестена

8.5.1.1. Клијавост семена

Семе дивљег кестена је стратификовано у влажном песку и чувано у хладној комори при температури од 4 до 6°C и релативној влажности ваздуха од 90%:

- од 15.10.2010. до 20.03.2011. године,
- од 10.10.2012. до 23.03.2012. године и
- од 17.10.2012. до 15.04.2013. године

Сетва семена дивљег кестена у расаднику на Римски Шанчевима Департмана за воћарство, виноградарство, хортикултуру и пејзажну архитектуру, Пољопривредног факултета у Новом Саду, је обављана марта-априла.

Приликом руковања стратификованим семеном утврђена је укупна просечна клијавост од 28,19%. Највишу клијавост након стратификације имало је семе генотипова из Новог Сада (34,09%), а најнижу генотипова из Сремских Карловаца (23,71%).

Теренска клијавост семена је важан показатељ употребне вредности семенског материјала дивљег кестена (табела 37).

Највише просечне вредности теренске клијавости семена за све три године уочене су на локалитету Нови Сад (91,41% у 2011. години, 90,39% у 2012. години и 89,53% у 2013. години), а најмање на локалитету Сремски Карловци (82,40% у 2011. години, 81,80% у 2012. години и 74,53% у 2013. години). Коефицијент варијације за клијавост семена био је највиши у 2012. години (13,30%), а најнижи у 2011. години (11,75%).

У почетној години испитивања генотипови БП₄, П₃ и СК₄ имали су највише вредности теренске клијавости семена која је износила 93,25% (БП₄), 93,86% (П₃) и 94,30% (СК₄).

Током 2012. године по високим вредностима истичу се генотипови са локалитета Нови Сад (БДС₂, П₃ и П₆) које су износиле 94,20%, 94,12% и 94,15%. Исти генотипови показали су значајне вредности теренске клијавости семена и у 2013. години.

Најниже вредности у све три године испитивања забележене су за генотипове П₄ и СК₃. Генотип П₄ имао је најнижу просечну клијавост, у првој години 87,15%, у другој 73,49% и у трећој години 74,33%, у односу на клијавост семена осталих експерименталних стабала. Обзиром да је маса семена наведеног генотипа била ниска (8,33 g), може се констатовати да је била од утицаја на успех клијавости семена.

У корелацији са осматраним фенолошким појавама и морфолошким особинама семена, најповољније резултате теренске клијавости показала су експериментална стабла издвојена у Новом Саду.

Данкан тестом вишеструких интервала (табела 37) забележене су статистички значајне разлике између генотипова и између локалитета. У почетној години испитивања формирале су се групе које чине генотипови блиски по забележеним вредностима теренске клијавости. То су БП₁, СК₁ и СК₇, затим БП₄ и П₆ и пар генотипова БП₅ и П₅. У другој години сличне вредности клијавости семена имали су

следећи генотипови: БП₁ и БП₂; П₄ и СК₉; БП₅ и П₁; БДС₁, БДС₂, П₃ и СК₄. На истом прагу значајности у трећој години испитивања уочене су групе генотипова: БП₁, СК₁ и СК₇; БП₄, БП₅ и БДС₁; БДС₂, П₅ и СК₄.

Табела 37. Клијавост семена и проценат преживљавања сејанаца дивљег кестена на крају вегетационог периода (средње вредности за период од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	2011. година		2012. година		2013. година	
		Клијавост (%)	Преживљавање (%)	Клијавост (%)	Преживљавање (%)	Клијавост (%)	Преживљавање (%)
Бачка Паланка	БП ₁	74,14 ^c	68,50 ^a	70,55 ^b	60,20 ^a	71,12 ^c	69,30 ^b
	БП ₂	71,52 ^b	70,45 ^c	71,05 ^{bc}	67,88 ^c	67,25 ^b	69,15 ^{cd}
	БП ₄	93,25 ⁱ	87,65 ^g	92,18 ^h	88,60 ^j	90,55 ^g	90,10 ^l
	БП ₅	90,40 ^g	89,56 ^h	89,90 ^g	86,22 ⁱ	91,20 ^g	89,54 ^g
	БП ₂₇	86,33 ^e	80,50 ^e	84,29 ^f	75,40 ^g	84,66 ^e	79,30 ^h
	\bar{x}	83,12 ^B	77,73 ^C	81,59 ^B	75,66 ^B	80,94 ^B	79,48 ^B
	Cv(%)	10,87	14,92	11,66	16,49	12,72	13,77
Нови Сад	БДС ₁	91,15 ^h	95,63 ^{lm}	93,50 ⁱ	90,53 ^k	91,00 ^g	90,65 ^j
	БДС ₂	93,05 ^j	96,12 ^m	94,20 ^{ij}	91,25 ^k	92,68 ^h	93,54 ⁿ
	П ₁	91,50 ^h	94,55 ^k	90,48 ^g	85,60 ⁱ	89,50 ^f	88,60 ^k
	П ₃	93,86 ^j	90,25 ⁱ	94,12 ^{ij}	87,15 ^e	93,18 ^k	90,50 ^l
	П ₄	87,15 ^f	68,45 ^b	73,49 ^d	67,10 ^a	74,33 ^d	65,23 ^a
	П ₅	90,45 ^g	95,18 ^{kl}	92,80 ^j	92,18 ^k	92,56 ^h	92,78 ^m
	П ₆	92,74 ⁱ	85,76 ^f	94,15 ^k	80,70 ^h	93,45 ⁱ	84,35 ⁱ
\bar{x}	91,41 ^A	89,42 ^A	90,39 ^A	84,93 ^A	89,53 ^A	86,52 ^A	
Cv(%)	10,55	14,19	12,02	16,62	11,55	14,74	
Сремски Карловци	СК ₁	74,18 ^c	80,33 ^e	75,60 ^e	72,55 ^f	70,55 ^c	76,80 ^f
	СК ₃	67,22 ^a	75,40 ^d	65,35 ^a	68,80 ^d	65,12 ^a	70,23 ^e
	СК ₄	94,30 ^j	93,20 ^j	94,12 ^{ij}	87,35 ^e	92,25 ^h	92,40 ^m
	СК ₇	73,92 ^c	67,50 ^b	71,50 ^c	70,20 ^e	70,80 ^c	69,55 ^{de}
	СК ₉	75,60 ^d	70,80 ^c	73,82 ^d	63,86 ^b	73,92 ^d	68,73 ^c
	\bar{x}	82,40 ^B	81,78 ^B	81,80 ^B	76,30 ^B	74,53 ^C	79,56 ^B
Cv(%)	11,75	14,09	13,06	15,44	13,30	14,01	
$\bar{x}_{ук}$	85,64	82,98	81,66	81,85	84,59	78,96	
Cv(%)	11,75	14,09	13,30	14,01	13,06	15,44	

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

**Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима, за $p < 0,05$

Између година испитивања нису запажене статистички значајне разлике у клијавости семена. У почетној години испитивања просечна клијавост је била 85,64%, док је најмања просечна клијавост забележена у 2013. години (81,66%).

Ниска просечна температура ваздуха од 5,40°C у току пролећа 2013. године утицала је на успешност клијавости семена. Обзиром да је семе дивљег кестена рекалцитрантно, веома га је тешко складиштити и чувати дуже од 6 месеци. Клија хипогеично, а поник је могуће евидентирати након избијања првих правих листова изнад површине земљишта (слика 36). Одлагање рока сетве због неповољних временских услова у одређеној мери се негативно одразило на клијавост семена и проценат преживљавања сејанаца на крају и почетку новог вегетационог периода.

8.5.1.2. Преживљавање сејанаца

У почетној години развоја на крају вегетационог периода вредности преживљавања сејанаца дивљег кестена кретале су се од 77,73% на локалитету Бачка Паланка до 89,42% на локалитету Нови Сад (табела 37). Обзиром да је семенски материјал сакупљен са експерименталних стабала у Новом Саду имао просечно највишу клијавост, склоп младих биљака је био повољан за развој и успех преживљавања.

Највише вредности преживљавања сејанаца на крају вегетационог периода 2011. године забележене су за генотипове БДС₂ (96,12%), БДС₁ (95,63%) и П₅ (95,18%). Сејанци генотипова П₄ и БП₁ имали су најниже просечне вредности за преживљавање (68,45%, односно 68,50%) у почетној години испитивања.

На крају вегетационе сезоне 2012. године сејанци генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂ и П₅) су показали високе вредности за преживљавање (90,53%, 91,25%, односно 92,18%). Генотипови са локалитета Бачка Паланка (БП₁) и Сремски Карловци (СК₉) имали су најниже вредности за преживљавање сејанаца од 60,20%, односно 63,86%.

Током 2013. године по високим вредностима преживљавања сејанаца истичу се генотипови БДС₂ (93,54%), П₅ (92,78%) и СК₄ (92,40%). Најниже вредности уочене су код генотипова П₄ (65,23%) и СК₉ (68,73%).

Данкан тест групише генотипове блиске по вредностима преживљавања сејанаца на крају вегетационог периода: БДС₂, БДС₁ и П₅, БП₂ и СК₉, затим БП₂₇ и СК₁. Између осталих генотипова су забележене значајне статистичке разлике.

Уочавају се значајне разлике на крају почетне године испитивања у односу на другу и трећу годину. Током 2011. године проценат преживљавања је био највиши (82,98), током 2012. године је износио 81,85, а у 2013. години 78,96, када је запажена највиша варијабилност за преживљавање сејанаца дивљег кестена од 15,44%.



Слика 36. Сејанац дивљег кестена у почетној фази раста (извор: Чукановић, 2012)



Слика 37. Сејанци дивљег кестена у току друге вегетације (извор: Чукановић, 2013)

Квалитет семенског материјала, одговарајућег начина складиштења и чувања и висок проценат клијавости условили су успешан развој сејанаца у првом вегетационом периоду, а висок проценат преживљавања указао је на велики број јединки и у другој години развоја сејанаца (слика 37).

8.5.2. Показатељи раста сејанаца дивљег кестена

Показатељи раста сејанаца дивљег кестена старости једне године (слика 38) указују да је укупна просечна висина износила 12,26 cm, коефицијенат варијације 25,24% и стандардна девијација 2,52 (табела 38).

На нивоу локалитета највишу просечну висину (13,75 cm) имали су сејанци из секундарних популација Новог Сада, а најнижу из Бачке Паланке (10,65 cm).

Просечне вредности за висину једногодишњих сејанаца кретале су се од 8,80 cm (БП₁) до 19,20 cm (БДС₁). Данкан тестом установљене су значајне статистичке разлике, те се као група издвајају сејанци генотипова БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂, П₃, П₄, П₅, и СК₄ са сличним вредностима за висину.

Сејанци генотипова са локалитета Нови Сад издвајају се по значајно вишим просечним вредностима за дужину корена (13,89 cm) у односу на остала два локалитета. Највише просечне вредности за дужину корена забележене су за сејанце генотипова БДС₁ и П₃ (17,51 cm, односно 16,20 cm), а најниже (9,14 cm и 9,82 cm) за сејанце генотипова са локалитета Сремски Карловци (СК₃ и СК₇).

Највише просечне вредности пречника кореновог врата уочене су на сејанцима генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₂ и П₆) од 11,73 mm и 12,60 mm. Сејанци генотипова са локалитета Бачка Паланка (БП₁ и БП₄) имали су најниже вредности пречника кореновог врата од 8,19 mm и 8,79 mm.

Коефицијент варијације за пречник кореновог врата се кретао од 12,62% (локалитет Нови Сад) до 6,10% (локалитет Бачка Паланка).

Сејанци генотипова БП₂₇, БДС₁ и БДС₂ се издвајају по високим вредностима за масу надземног дела (4,32 g, 4,40 g и 4,63 g). Истичу се и по високим вредностима за масу корена (5,96 g, 6,80 g и 6,84 g). Просечно најнижа маса надземног дела и корена забележена је за сејанце генотипова БП₁ (2,55 g и 5,18 g) и СК₁ (2,74 g и 4,56 g).

Данкан тестом је установљено да нема статистички значајних разлика у просечним вредностима за масу надземног дела и корена на нивоу локалитета. Забележени су високи коефицијенти варијације на локалитету Бачка Паланка за масу надземног дела (18,14%) и на локалитету Нови Сад за масу корена (20,92%).

Број коренова I реда даје ближу слику о обезбеђености сејанаца водом и хранљивим материјама и индиректно указује на степен развијености биљака. Просечна вредност броја коренова I реда износила је 26,20, а коефицијент променљивости 11,74%.

Сејанци генотипова СК₄ и БДС₂ имали су највећи просечан број коренова I реда (32,12, односно 31,25), а најмањи сејанци генотипа БП₁ (19,50).

На нивоу локалитета издвајају се генотипови пореклом из Новог Сада, чији се просечан број коренова I реда статистички значајно разликује у односу на генотипове са локалитета Бачка Паланка и Сремски Карловци.

Повољни микроклиматски услови на позицији експерименталних стабала у Новом Саду, обилно цветање и плодношење условили су квалитетан семенски материјал значајне масе семена. Успешна клијавост семена и густ склоп биљака у сејалишту разлог су оптималног развоја и повољних показатеља раста једногодишњих сејанаца генотипова са локалитета Нови Сад.

Табела 38. Показатељи раста једногодишњих сејанаца дивљег кестена (средње вредности за период од 2011. до 2013. године)

Локалитет	Генотип	Висина стабла (cm)	Дужина корена (cm)	Пречник кореновог врата (mm)	Маса надземног дела (g)	Маса корена (g)	Број коренова I реда
Бачка Паланка	БП ₁	8,80 ^{*a}	10,20 ^c	8,19 ^a	2,55 ^a	5,18 ^e	19,50 ^a
	БП ₂	11,16 ^c	11,92 ^f	9,54 ^{cde}	4,02 ^g	5,25 ⁱ	24,68 ^d
	БП ₄	11,20 ^c	13,10 ^h	8,79 ^b	4,25 ^{hi}	5,21 ^e	27,16 ⁱ
	БП ₅	10,12 ^b	11,00 ^d	9,63 ^{def}	3,85 ^f	5,57 ^f	26,55 ^h
	БП ₂₇	12,00 ^d	12,38 ^g	9,20 ^{bcd}	4,32 ^{ij}	5,96 ^g	26,12 ^g
	\bar{x}	10,65 ^B	11,72 ^A	9,07 ^B	3,80 ^A	5,43 ^A	24,80 ^C
Cv(%)	11,32	9,04	6,10	18,14	7,90	11,61	
Нови Сад	БДС ₁	19,20 ^j	17,51 ^m	10,84 ^{efg}	4,40 ^j	6,84 ^k	27,20 ⁱ
	БДС ₂	13,60 ^{fg}	15,45 ⁱ	11,73 ^{ef}	4,63 ^k	6,80 ^k	31,25 ^l
	П ₁	10,64 ^{bc}	11,15 ^d	9,30 ^a	2,80 ^b	4,92 ^a	24,86 ^e
	П ₃	15,70 ⁱ	16,20 ^l	10,05 ^{fg}	3,97 ^{fg}	5,25 ^b	26,13 ^g
	П ₄	13,70 ^g	13,21 ^h	9,13 ^{bc}	3,18 ^{cd}	5,00 ^a	22,30 ^b
	П ₅	13,02 ^{ef}	14,55 ^j	10,31 ^g	3,86 ^f	5,89 ^d	29,55 ^k
	П ₆	10,40 ^b	10,18 ^a	12,60 ⁱ	3,22	4,90 ^a	28,92 ^j
\bar{x}	13,75 ^A	13,89 ^A	10,56 ^A	3,65 ^A	5,65 ^A	27,17 ^A	
Cv(%)	20,88	19,87	12,62	16,82	20,92	11,03	
Сремски Карловци	СК ₁	14,00 ^{gh}	15,25 ^k	10,00 ^{efg}	2,74 ^b	4,56 ^c	25,18 ^f
	СК ₃	12,80 ^e	9,14 ^f	11,40 ^h	4,15 ^h	6,10 ^h	26,56 ^k
	СК ₄	10,40 ^b	11,47 ^e	9,80 ^{ef}	3,12 ^{cd}	5,64 ^f	32,12 ^m
	СК ₇	10,30 ^b	9,82 ^b	9,60 ^{cdef}	3,31 ^e	5,13 ^e	24,87 ^e
	СК ₉	14,40 ^h	13,27 ^l	11,60 ^h	3,30 ^c	6,47 ^j	24,45 ^c
	\bar{x}	12,38 ^B	13,00 ^{AB}	10,48 ^A	3,42 ^A	5,60 ^A	26,63 ^B
Cv(%)	14,89	19,18	9,14	16,91	13,12	10,13	
$\bar{x}_{ук}$	12,26	12,87	10,04	3,62	5,56	26,20	
Cv(%)	25,24	18,4	11,51	27,66	28,08	11,74	
Sd	2,52	2,37	1,13	0,64	0,97	3,11	

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

**Малим словима означене су разлике између генотипова, а великим словима разлике међу локалитетима, за $p < 0,05$



Слика 38. Једногодишњи сејанци дивљег кестена (извор: Чукановић, 2012)

Корелациона анализа показатеља раста једногодишњих сејанаца приказана је у табели 39. Највише вредности коефицијента корелације уочене су између висине стабла и дужине корена ($r=0,90$), односно масе надземног дела и масе корена ($r=0,73$).

Ниже вредности коефицијента корелације, али статистички значајне забележене су између дужине корена и масе надземног дела ($r=0,57$) и између масе корена и броја коренова I реда ($r=0,50$).

Најниже вредности корелационог коефицијента које се сматрају статистички значајним, уочене су између висине стабла и пречника кореновог врата ($r=0,47$), односно између масе надземног дела и броја коренова I реда ($r=0,49$).

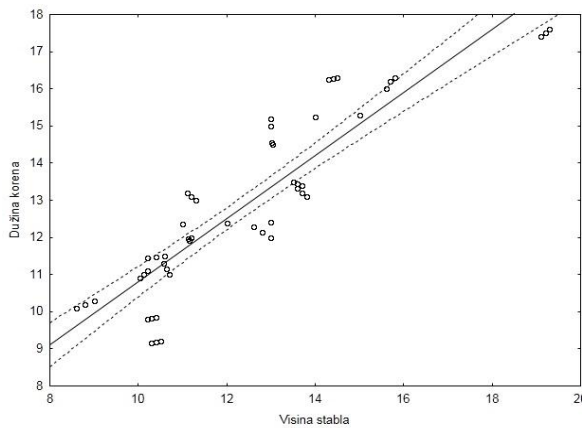
На графиконима од 18 до 21 приказани су односи најзначајнијих показатеља раста једногодишњих сејанаца дивљег кестена.

Коефицијенти корелације показатеља раста једногодишњих сејанаца указују на интензитет раста и развића биљака. На основу корелација издвајају се експериментална стабла дивљег кестена чији семенски материјал даје потомство позитивних особина за селекцију у смеру школовања садног материјала за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

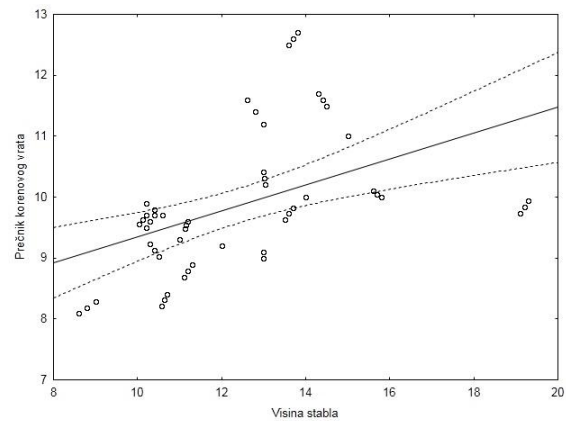
Табела 39. Коефицијенти корелације показатеља раста једногодишњих сејанаца дивљег кестена

Параметар	Дужина корена	Пречник кореновог врата	Маса стабла	Маса корена	Број Коренова I реда
Висина стабла	0,90*	0,47*	0,46*	0,18	0,44*
Дужина корена		0,42*	0,57*	0,27	0,45*
Пречник кореновог врата			0,33*	0,01	0,24
Маса надземног дела				0,73*	0,49*
Маса корена					0,50*

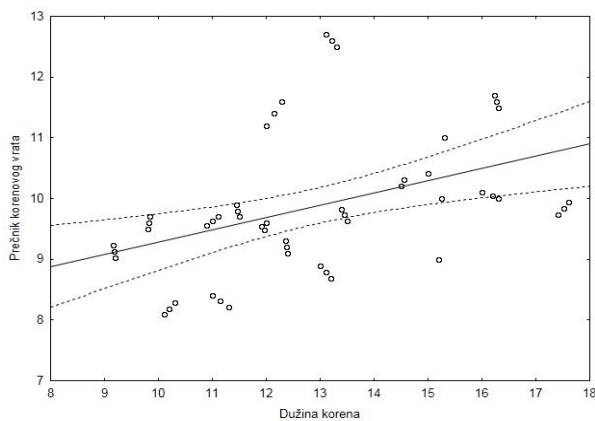
*Означене вредности представљају статистички значајне коефицијенте корелације, за $p < 0,05$



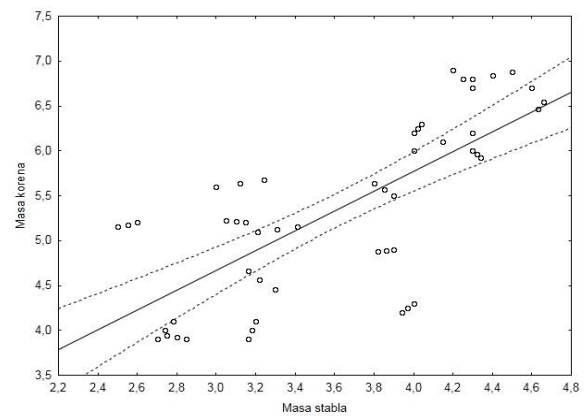
Графикон 18. Корелације висине стабла и дужине корена



Графикон 19. Корелације висине стабла и пречника кореновог врата



Графикон 20. Корелације дужине корена и пречника кореновог врата



Графикон 21. Корелације масе надземног дела и масе корена

На двогодишњим и трогодишњим сејанцима обављено је мерење висине и пречника при основи стабла *in situ* (табела 40).

Забележена је укупна просечна вредност висине двогодишњих сејанаца од 27,43 cm, коефицијент варијације од 22,45% и стандардна девијација од 7,32.

Нису уочене статистички значајне разлике за висину између локалитета. Највеће стандардно одступање око средње вредности за висину стабла забележено је на локалитету Сремски Карловци (24,88%), а најмање код генотипова са локалитета Нови Сад (4,39%).

Забележене су статистички значајне разлике између генотипова. Издвајају се сејанци индивидуа са локалитета Нови Сад (БДС₁ и БДС₂) и локалитета Сремски Карловци (СК₄) са високим вредностима за висину (30,20 cm, 35,80 cm и 35,68 cm). Статистички се значајно разликују у односу на остале сејанце (слика 38, а). Исти сејанци су имали највише просечне вредности за пречник при основи стабла (18,10 mm, 19,20 mm, и 19,33 mm).

Најниже вредности за висину двогодишњих сејанаца (20,18 cm) и пречника при основи стабла (13,82 mm) уочене су за сејанце генотипа са локалитета Бачка Паланка (БП₂₇). Обзиром на ниже вредности теренске клијавости семена (85,09%) и процента преживљавања биљака на крају вегетационог периода (78,40), за очекивати је да у другој години развоја сејанци генотипа БП₂₇ имају ниже вредности висине и пречника при основи стабла.

Просечне вредности висине трогодишњих сејанаца указују на значајно интензивирање раста биљака у току трећег вегетационог периода у расаднику. Установљена је укупна просечна вредност за висину надземног дела сејанаца од 79,84 cm и за пречник при основи стабла од 26,54 mm.

У трећој години развоја сејанаца дивљег кестена високе вредности за висину и пречник при основи стабла имали су сејанци генотипова са локалитета у Новом Саду, БДС₁ (92,00 cm и 24,50 mm), БДС₂ (90,80 cm и 31,27 mm) и П₆ (91,30 cm и 29,05 mm). Снага раста двогодишњих сејанаца издвојила је сејанце наведених генотипова, који су имали изузетан пораст и треће године развоја у сејалишту (слика 39, а и б).

Просечно најниже вредности за висину (64,18 cm) и пречник при основи стабла (20,25 mm) забележене су за сејанце генотипа са локалитета Сремски Карловци (СК₇)

Данкан тестом и вредностима коефицијената варијације уочена је значајно мања променљивост трогодишњих сејанаца у односу на једногодишње и двогодишње сејанце. Након друге године раста у расаднику уочава се уједначен развој сејанаца што води ка производњи квалитетнијег садног материјала дивљег кестена.

Високе вредности теренске клијавости и преживљавања сејанаца са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂, П₃ и П₆) условиле су повољан склоп биљака за развој у другом и трећом вегетационом периоду у расаднику.

Табела 40. Показатељи раста двогодишњих и трогодишњих сејанаца дивљег кестена

Локалитет	Генотип	Висина (cm)		Пречник при основи стабла (mm)	
		Двогодишњи сејанци	Трогодишњи сејанци	Двогодишњи сејанци	Трогодишњи сејанци
Бачка Паланка	БП ₄	26,35 ^{1*}	70,64 ^{ab}	15,80 ^c	29,55 ^d
	БП ₅	25,04 ^d	75,40 ^{bc}	15,45 ^c	24,80 ^b
	БП ₂₇	20,18 ^a	72,15 ^b	13,82 ^a	25,46 ^c
	\bar{x}	25,05 ^A	72,73 ^B	15,02 ^A	26,60 ^B
	Cv(%)	17,47	20,56	14,50	10,09
Нови Сад	БДС ₁	30,20 ^g	92,00 ^c	18,10 ^c	24,50 ^b
	БДС ₂	35,80 ^b	90,80 ^d	19,20 ^c	31,27 ^c
	П ₅	26,40 ^f	67,15 ^a	17,00 ^d	23,14 ^b
	П ₆	23,90 ^a	91,30 ^{de}	16,90 ^d	29,05 ^d
	\bar{x}	29,07 ^A	85,31 ^A	17,80 ^A	27,00 ^A
Cv(%)	4,39	15,23	5,66	8,12	
Сремски Карловци	СК ₁	25,94 ^e	89,60 ^d	14,56 ^b	29,35 ^d
	СК ₄	35,68 ^b	90,50 ^d	19,33 ^c	28,45 ^d
	СК ₇	23,75 ^c	64,18 ^a	14,23 ^b	20,25 ^a
	\bar{x}	27,26 ^A	81,69 ^A	16,04 ^A	26,02 ^A
	Cv(%)	24,88	25,18	15,42	14,87
	\bar{x}	27,43	79,84	16,25	26,54
	Cv(%)	22,45	18,92	12,13	10,02
	Sd	2,14	1,80	1,97	1,54

*Разлике између средњих вредности означених истим словом нису статистички значајне, према Данкановом тесту, за $p < 0,05$.



Слика 39. а) Двогодишњи и б) трогодишњи сејанци у расаднику (извор: Чукановић, 2012)

Показатељи раста усмерили су селекцију сејанаца осам генотипова који су послужили као подлога за калемљење хибрида црвеног кестена (*Aesculus* × *carnea* Наупе.). Подлоге су две и три године старо потомство генотипова БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂, П₅, П₆, СК₁ и СК₄.

У току 2012. и 2013. године вршено је прикупљање племки хибрида црвеног кестена, чување у условима хладне коморе на температурама оптималним за чување калем гранчица и калемљење по наступању вегетационог периода подлога дивљег кестена (слика 40 а, б, в, г).

У табели 41 приказан је успех калемљења у току двогодишњег периода. Нису уочене значајније разлике у проценту пријема калемова између генотипова на шта указују веома ниски коефицијенти варијације од 0,61% у првој и 1,50% у другој години. Просечне вредности пријема калемова по годинама су износиле 80,84% (2012. година) и 84,53% (2013. година).

У потпуности је испољена компатибилност подлога са племкама. Истичу се генотипови са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂ и П₆) са виским просечним пријемом калемова (84,32%, 82,95% и 82,72%).

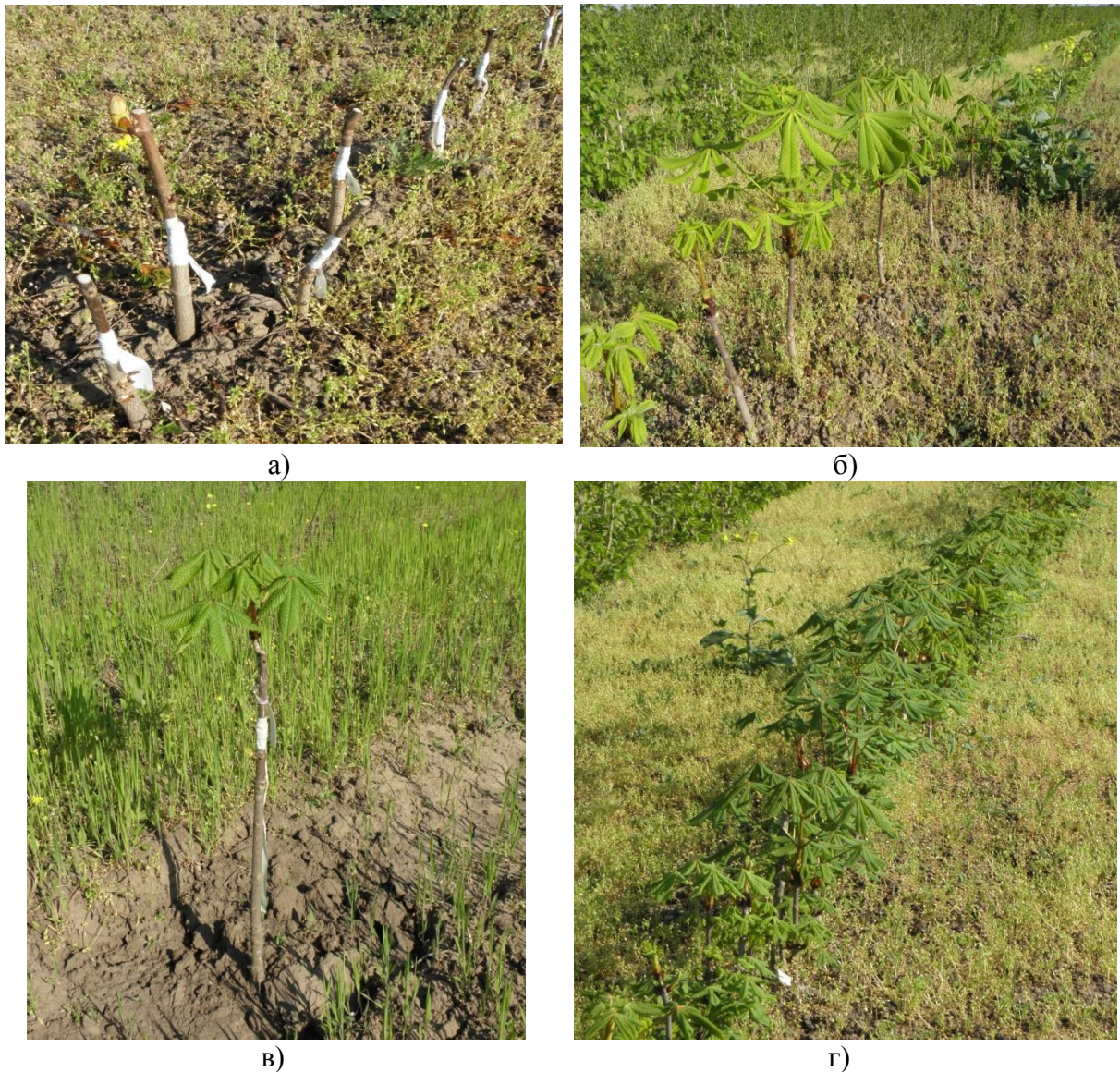
Може се констатовати да подлога генотипова дивљег кестена нема утицаја на успех калемљења, а временски услови у моменту калемљења погодовали су пријему племки и испољавању компатибилности.

Табела 41. Успех калемљења хибрида црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Hayne.) на подлози дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.)

Генотип	2012. година (%)	2013. година (%)	$\bar{x}_{\text{ген}}$
БП ₄	80,90	85,00	82,95
БП ₅	81,20	85,15	83,17
БДС ₁	82,75	85,90	84,32
БДС ₂	80,39	85,52	82,95
П ₅	79,83	82,30	81,06
П ₆	80,75	84,70	82,72
СК ₁	80,24	82,75	81,49
СК ₄	80,68	84,92	82,80
$\bar{x}_{\text{год}}$	80,84	84,53	
Cv(%)	0,61	1,50	

Примењена метода енглеског спајања показала је добре резултате као вегетативна метода за производњу садног материјала хибрида црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Hayne.).

Окалемљене саднице на почетку новог вегетационог периода пренете су на простор расадника намењен школовању. Посађене су на међуредни размак од 1,20 m што омогућује механизовану обраду земљишта, док је размак између садница износио 0,80 m. Предвиђено време за школовање садница добијених калемљењем је 3 године уз адекватне мере неге предвиђене за производњу садног материјала за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.



Слика 40. а) Умножавање хибрида црвеног кестена путем калемљења; б, в и г) Пријем калемова на двогодишњим и трогодишњим подлогама дивљег кестена (извор: Чукановић, 2013)

8.5.3. Размножавање дивљег кестена резницама

У току двогодишњег периода обављено је испитивање могућности вегетативног размножавања дивљег кестена путем зрих и зелених резница (слика 41, а и б).

Иако су зреле и зелене резнице третиране фитохормонима и ожиљавање вршено у условима пластеника, може се закључити да нису добијени задовољавајући резултати. Процент ожиљених резница по генотипу био је занемарљиво мали, тако да резултати размножавања дивљег кестена зрелим и зеленим резницама неће бити разматрани.



а) б)
Слика 41 (а и б). Зреле резнице дивљег кестена постављене на ожиљавање
(извор: Чукановић, 2012)

8.6. Садржај водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту на коме су одгајени линијски засади дивљег кестена

8.6.1. Садржај водорастворљивих соли у земљишту

Садржај водорастворљивих соли у земљишту одређиван је у току двогодишњег периода, на почетку вегетационог периода (април) и на крају летњег периода године (август) на две дубине (од 0 до 30 cm и од 30 до 60 cm). Испитивано је земљиште у зони кореновог система стабала дивљег кестена на прометној саобраћајници (Булевар Јаше Томића, Нови Сад) у циљу одређивања степена адаптивности на садржај водорастворљивих соли (слика 42, а и б и слика 43).

Узорци земљишта сондирани у априлу имали су ниже просечне вредности за садржај водорастворљивих соли од узорка сондираних у августу (табела 42).

Током априла 2011. године на дубини од 0 до 30 cm забележена је концентрација соли од 0,11%, а током 2012. године 0,10%.

Узорци сондирани при дубини од 0 до 30 cm и од 30 до 60 cm имали су просечну вредност садржаја водорастворљивих соли незнатно нижу у 2011. години (0,09%) у односу на 2012. годину (0,14%). Значајније вредности коефицијента варијације су забележене у 2012. години 70,86% (на дубини од 0 до 30 cm) и 36,72% (на дубини од 30 до 60 cm).

Током 2011. године просечне вредности садржаја укупних водорастворљивих соли за август се налазе на горњој граници, која износи 0,15% по (Шкорић и сар., 1985).

У 2012. години забележене су просечне вредности значајно изнад детерминисаног садржаја соли и износе 0,24% (у узорку са дубине од 0 до 30 cm) односно 0,27% (у узорку са дубине од 30 до 60 cm). Разлог је асцендентно кретање соли изазвано одсуством падавина, односно сушом.

Према подацима РХМЗ Србије у 2011. години у августу је пало 1,5 mm талога, а у 2012. години 3,5 mm талога. Обе године сматрају се изузетно сушним са високим просечним температурама ваздуха за август које су износиле 23°C (2011. година), односно 24,6°C (2012. година).

Према подацима РХМЗ Србије у 2011. години за месец август пало је 1,5 mm талога, а у 2012. години 3,5 mm талога. Обе године сматрају се изузетно сушним са високим просечним температурама ваздуха које су износиле 23°C (2011. година), односно 24,6°C (2012. година).



а)

б)

Слика 42. (а, б): Узорковање земљишта са простора на коме су одгајени линијски засади дивљег кестена на Булевару Јаше Томића (извор: Чукановић, 2011)



Слика 43. Сушење узорка земљишта за одређивање садржаја водорастворљивих соли (извор: Чукановић, 2011)

Контролни узорци земљишта сондирани су у зони кореновог система стабала дивљег кестена на локалитету Футошког парка у Новом Саду. Анализа водорастворљивих соли контролних узорка указује на веома ниску концентрацију, без

значајнијих разлика између дубина узимања узорака и термина испитивања. Садржај соли се кретао од 0,02% (април, 2012. године) до <0,01% (април и август, 2011. године).

Табела 42. Садржај водорастворљивих соли (%) у земљишту

Узорак	Дубина (cm)	2011. година		2012. година	
		Април	Август	Април	Август
1	30	0,09	0,12	0,15	0,20
	60	0,06	0,24	0,16	0,29
2	30	0,10	0,13	0,12	0,18
	60	0,11	0,11	0,16	0,23
3	30	0,13	0,14	0,04	0,24
	60	0,11	0,09	0,09	0,27
\bar{x}	30	0,11	0,13	0,10	0,21
	60	0,09	0,15	0,14	0,26
Cv(%)	30	37,91	36,61	70,86	13,47
	60	41,84	50,64	36,72	10,57
Контрола	30	<0,01	<0,01	0,02	0,01
	60	<0,01	<0,01	0,02	0,01

Резултати анализе земљишта око контролних стабала указују да је висока концентрација водорастворљивих соли у испитиваном земљишту пореклом од индустријске соли која се користи за посипање саобраћајница у зимским месецима. Обзиром да се дрворед дивљег кестена налази непосредно уз саобраћајницу на Булевару Јаше Томића, долази у директан контакт са присутном соли, може се констатовати негативан утицај на виталност стабала и значајно смањење функција. На то указују и биометријски параметри стабала дивљег кестена.

У моменту анализе у дрвореду је евидентирано 90 индивидуа дивљег кестена. Одраслих је забележено 78, а младих јединки 12. Биометријска анализа обухватила је само одрасла стабла која су достигла пуну физичку и репродуктивну зрелост.

Мерењима су утврђене просечне вредности висине стабала од 7,13 m и висине до првих грана од 2,1 m. Уочене су средње вредности пречника дебла од 37,07 cm и ширине крошње од 5,96 m.

Евидентирано је присуства трулежи, сломљених, сувих и исечених дебелих грана, механичких оштећења, фитопатолошких и ентомолошких обољења. На већини стабала уочене је појава трулежи и сувих грана средње јачине.

У току година осматрања уочена је појава секундарног цветања, као одговор биљака на стрес и неповољне еколошке услове.

Средње вредности оцене за виталности и декоративности указују на незадовољавајуће до средње добро здравствено стање дрворедних стабала дивљег кестена.

Контролна стабла дивљег кестена на локалитету Футошког парка не показују присуство негативних појава (трулеж дебла и грана, суве гране, фитопатолошка и ентомолошка обољења). Евидентирани оцене виталности и декоративности указују на одлично здравствено стање и декоративност контролних индивидуа.

8.6.2. Садржај тешких метала у земљишту

Анализа тешких метала, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Co, Ni, Pb и Cr, у узорцима земљишта показала је њихово присуство у укупном и приступачном облику (табела 43). Граничне вредности (ГР) су дефинисане према Уредби о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма (Службени гласник Републике Србије, бр. 88/2010).

У узорцима земљишта укупан садржај гвожђа кретао се од 4767,56 mg/kg (узорак 3) до 5232,03 mg/kg (узорак 2). Установљен је низак удео лакоприступачног гвожђа у односу на укупни садржај (од 0,09 до 0,17%).

Садржај укупног цинка варирао је у границама од 28,48 mg/kg (узорак 2) до 31,29 mg/kg (узорак 1), а мангана од 234,53 mg/kg (узорак 3) до 266,62 mg/kg (узорак 2). Вредности лакоприступачног цинка кретале су се од 3,83 mg/kg (узорак 1) до 4,71 mg/kg (узорак 2) са уделом у односу на укупни од 12,24% до 16,54%. Забележене вредности за лакоприступачни манган од 7,62 mg/kg до 13,92 mg/kg, учествовале су у укупном садржају у ниском проценту, од 3,25 до 5,43.

Најниже вредности укупног бабра (12,32 mg/kg) забележене су у узорку 1, а највише (14,82 mg/kg) у узорку 3. Нису прелазиле граничну вредност која за бакар износи 36 mg/kg. Уочава се висок удео лакоприступачног у односу на укупни бакар (од 37,26% до 50,58%) са садржајем од 4,59 mg/kg до 6,34 mg/kg.

Укупни садржај кадмијума и кобалта такође је био испод граничних вредности (0,8 mg/kg, односно 9 mg/kg), а кретао се од 0,320 mg/kg (узорак 3) до 0,407 (узорак 1), односно 6,34 mg/kg (узорак 3) до 7,30 mg/kg (узорак 2). Вредности за лакоприступачни кадмијум биле су у границама од 0,009 mg/kg до 0,025 mg/kg, са уделом у укупно садржају од 2,65% до 6,14%. Лакоприступачни кобалт имао је знатно нижег удела у укупном садржају (од 2,41% до 2,85%), а кретао се од 0,161 mg/kg до 0,202 mg/kg.

Никл, олово и хром имали су укупан садржај испод граничних вредности. Укупни садржај никла се кретао од 9,47 mg/kg (узорак 3) до 13,04 mg/kg (узорак 1), олова од 43,13 mg/kg (узорак 2) до 60,10 mg/kg (узорак 3) и хрома од 12,21 mg/kg (узорак 3) до 13,19 mg/kg (узорак 1). Удео лакоприступачног никла и хрома у односу на укупни је био веома низак. Значајније се истиче удео лакоприступачног олова у укупном садржају, који се кретао од 23,37% до 30,64%. Вредности лакоприступачног олова кретале су се у границама од 10,08 mg/kg до 14,15 mg/kg.

Контролни узорци земљишта (К) нису се значајније разликовали од узорака узетих из непосредне близине саобраћајнице.

Табела 43. Укупан и лакоприступачан садржај тешких метала у земљишту дрвореда дивљеог кестена

Бр. узорка	Fe (mg/kg)			Zn (mg/kg)			Mn (mg/kg)			Cu (mg/kg)			Co (mg/kg)		
	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног
	1	5232,03	8,96	0,17	31,29	3,83	12,24	256,22	13,92	5,43	12,32	4,59	37,26	7,10	0,202
2	5141,10	4,48	0,09	28,48	4,71	16,54	266,62	10,96	4,11	12,51	6,34	50,58	7,30	0,176	2,41
3	4767,56	6,10	0,13	30,11	4,63	15,38	234,53	7,62	3,25	14,82	5,90	39,81	6,34	0,161	2,54
К*	5371,57	4,22	0,08	16,38	1,43	8,73	253,28	11,73	4,62	7,11	2,20	30,94	6,98	0,144	2,06
ГР(mg/kg)**	-			140			-			36			9		

Бр. узорка	Cd (mg/kg)			Ni (mg/kg)			Pb (mg/kg)			Cr (mg/kg)		
	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног	Укупни	Приступачни	% од укупног
	1	0,407	0,025	6,14	13,04	0,088	0,67	43,54	13,34	30,64	13,19	0,105
2	0,340	0,009	2,65	12,12	0,015	0,12	43,13	10,08	23,37	12,51	0,026	0,21
3	0,320	0,017	5,31	9,47	0,019	0,20	60,10	14,15	23,54	12,21	0,031	0,25
К	0,314	0,008	2,55	11,47	0,173	1,51	15,25	1,95	12,79	14,20	0,155	1,09
ГР(mg/kg)	0,8			35			85			100		

*К-контрола

**ГР: граничне вредности према Уредби о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма (Службени гласник Републике Србије, бр. 88/2010).

Данкан тестом одређене су разлике између узорака земљишта (табела 44). Установљене су у садржају лакоприступачног облика никла, олова и хрома. Уочене су статистички значајне разлике у укупном садржају мангана, бакра, кадмијума, никла, олова и хрома.

Код свих елемената у лакоприступачном облику, уочена су висока варирања око средње вредности, која су се кретала од 29,70% (Co) до 87,41% (Ni). Код укупног садржаја тешких метала у земљишту степен варијације је био знатно нижи и без веће значајности.

Контролни узорци земљишта нису се значајније разликовали од узорака узетих из непосредне близине саобраћајнице.

Табела 44. Садржај тешких метала у земљишту (mg/kg) у лакоприступачном и укупном облику

Облик	Бр. узорка	Fe	Zn	Mn	Cu	Cd	Co	Ni	Pb	Cr
Лакоприступачни	1	8,96 ^{a*}	3,83 ^a	13,92 ^a	4,59 ^a	0,025 ^a	0,202 ^a	0,088 ^b	13,24 ^b	0,105 ^c
	2	4,48 ^a	4,71 ^a	10,96 ^a	6,34 ^a	0,009 ^a	0,176 ^a	0,015 ^{ab}	10,08 ^a	0,026 ^b
	3	6,10 ^a	4,63 ^a	7,62 ^a	5,90 ^a	0,017 ^a	0,161 ^a	0,019 ^a	14,15 ^{ab}	0,031 ^a
	\bar{x}	6,51	4,39	10,84	5,61	0,016	0,180	0,04	12,49	0,05
	Sd	4,78	1,96	3,95	2,60	0,011	0,053	0,07	5,05	0,04
	Cv (%)	73,34	44,56	36,44	46,39	66,66	29,70	87,41	40,50	78,45
	K	4,22 ^a	1,43 ^a	11,73 ^a	2,20 ^a	0,008 ^a	0,144 ^a	0,173 ^a	1,95 ^a	0,155 ^a
Укупан	1	5232,03 ^a	31,29 ^b	256,22 ^a	12,32 ^{ab}	0,407 ^b	7,10 ^a	13,04 ^a	43,54 ^{ab}	13,19 ^{ab}
	2	5141,10 ^a	28,48 ^b	266,62 ^a	12,51 ^{ab}	0,340 ^a	7,30 ^a	12,12 ^a	43,13 ^{ab}	12,51 ^a
	3	4767,56 ^a	30,11 ^b	234,53 ^b	14,82 ^b	0,320 ^a	6,34 ^a	9,47 ^b	60,10 ^b	12,21 ^a
	\bar{x}	5046,88	29,96	252,46	13,22	0,356	6,91	11,54	48,92	12,64
	Sd	4,86	3,37	15,46	3,14	0,049	0,77	1,87	21,25	0,78
	Cv (%)	9,62	11,24	6,12	23,78	13,91	11,21	16,19	43,43	6,15
	K	5371,57 ^a	16,38 ^a	253,28 ^a	7,11 ^a	0,314 ^a	6,98 ^a	11,47 ^a	15,25 ^a	14,20 ^b

*Разлике између средњих вредности означене истим словом нису статистички значајне, за $p < 0,05$

9. ДИСКУСИЈА

9.1. Биометријска анализа експерименталних стабала дивљег кестена

Први корак упознавања са биологијом врсте представља одабир узорка на основу фенотипа и квантитативно испитивање. Према **Анастасијевићу (2007)** евалуација стабала обухвата низ задатака који се тичу конкретних индивидуа и анализе околине у којима се налазе. Да би се постигао највиши степен објективности потребно је узети у обзир све елементе простора: климу, земљиште, абиотске и биотске факторе, који имају утицај на простор и биљке. Тиме би се добили релевантни и објективни резултати и јасна слика прилагодљивости одређене врсте на локалитетима.

Остварени резултати испитивања биометријских података матичних стабала дивљег кестена пореклом из секундарних популација у складу су са резултатима из литературе. Према наводима аутора **Вукићевић (1997), Оцокољић и Нинић-Тодоровић (2003)**, дивљи кестен на свом природном станишту достиже висину до 30 m и пречник дебла до 1 m.

Обзиром да експериментална стабла дивљег кестена расту и развијају се у измењеним условима средине и да су достигла значајну старост од 50 година, очекивано је да су вредности за висину стабла, пречник дебла и ширину крошње ниже у односу на вредности која стабла дивљег кестена достижу на природном станишту.

Укупна просечна висина експерименталних стабала износи 13,64 m, пречник дебла 50,84 cm и ширина крошње 6,24 m. Истичу се генотипови, БП₄, БП₅, П₁, П₃, П₄, П₆ са значајним вредностима за висину од 15,00 m до 15,50 m.

Генотипови са локалитета Сремски Карловци издвојени су на основу високих вредности за пречник дебла (61,14 cm) и ширину крошње (7,50 m). Налазе се у дрвореду на растојању 5 m у односу на објекат Богословије, што је омогућило правилан развој крошње.

Уочена одступања биометријских параметара у односу на литературне податке нису значајна, те се може констатовати да услови урбане средине нису негативно утицали на раст и развој експерименталних стабала дивљег кестена на локалитетима Бачка Паланка, Нови Сад и Сремски Карловци.

Биолошко упознавање врсте узима у обзир и променљивост параметара раста генотипова дивљег кестена, која служи за селекцију и умножавање индивидуа са жељеним особинама.

Литературни подаци везани за биометријске особине стабала дивљег кестена у секундарним популацијама су недовољни. Поједина истраживања доводе у везу утицај температуре ваздуха и температурних екстрема на раст и развој стабала дивљег кестена у урбаним срединама (**Gannibal i Lovelius, 1996; Sefrova i Laštuvka, 2001; Salleo i sar., 2003; Seneta i Dolatowski, 2005**). Ефекат температура на раст и развој дрвенстих врста изучава се у циљу разумевања биометријских података за стабала која расту изван природног ареала распрострањања (**Buckley i sar., 1997; Pedersen, 1998; Briffa i sar., 2001; Cook i sar., 2001; LeBlanc i Terrell, 2001**).

Природна станишта дивљег кестена карактеришу се вишим просечним температурама ваздуха у односу на забележене вредности у областима умерено-континенталне и континенталне климе. Станишта имају карактер рефугијума, због велике количине релативне влаге у ваздуху, што погодује правилном расту и развоју стабала дивљег кестена. Иако је распрострањен у секундарним популацијама широм Европе, научници су уочили његову ређу заступљеност на северу континента због лоше

прилагодљивости условима средине (Seneta i Dolatowski, 2005; Wilczynski i Podlaski, 2007).

У склопу оцењивања експерименталних стабала дивљег кестена вршено је евидентирање присуства лисног минера (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić). На сва три испитивана локалитета уочен је слаб интензитет појаве минера, што није значајно угрозило нормалан раст, цветање и плодношење стабала. Може се констатовати извесна толерантност експерименталних стабала на напад минера листа и оправданост укључивања у процес селекције и умножавања за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

Брза колонизација лисног минера, са пет генерација годишње и неколико стотина мина по листу, чини изузетно угроженим стабла дивљег кестена у секундарним популацијама (Skuhravy, 1999). Аутори Oleksyn i sar. (2007) су констатовали убрзано ширење ове штеточине на тлу Европе у последњих неколико година.

Експериментална стабла дивљег кестена редовно и обилно плодносе. Обзиром да се ради о индивидуама значајне класе старости, уочено је да на продукцију семена старост није била од значаја. Адаптивност издвојених стабала се може констатовати и на основу чињенице да постојећи еколошки услови, клима и земљиште, нису у већој мери утицали на принос семена експерименталних стабала дивљег кестена.

На основу високих просечних оцена за виталност (4,20) и декоративност (4,60) издвајају се генотипови БП₄, БДС₁, БДС₂, П₄, П₅ и СК₄, што представља одраз адаптације на услове урбане средине.

9.2. Фенофазе дивљег кестена у секундарним популацијама

Фенолошким осматрањима дрвенастих врста на нашим просторима бавили су се домаћи аутори (Бунушевац, 1961; Јовановић, 1971; Нинић-Годоровић, 1990; Батос, 2010 и др.). Аутор Kremer (2001) пратио је цветање дивљег кестена на локалитету Ботаничког врта у Загребу. Двогодишњим осматрањем уочено је да није било разлике у почетку, пуном цветању и крају цветања у годинама осматрања. Наводи да је дивљи кестен цветао од 21. априла (1998. године), односно 20. априла (1999. године), са пуним цветањем 5. маја (1998. године), односно 4. маја (1999. године). Крај цветања осматраних стабала забележен је 19. маја прве године и 18. маја друге године осматрања. Као разлог мале разлике у времену цветања између година осматрања аутор наводи подједнаке температуре ваздуха у периоду почетка, пуног цветања и краја цветања.

Исти аутор је пратио цветање хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Хаупе) и уочио раније цветање за недељу дана у првој години испитивања. Закључио је да је за цветање важнија дужина периода током кога су заступљене више температуре ваздуха, него појава температурних екстрема.

Резултати везани за фенолошка осматрања цветања експерименталних стабала дивљег кестена у секундарним популацијама Бачке Паланке, Новог Сада и Сремских Карловаца у потпуности се подудару са литературним подацима. Период цветања за све три године осматрања трајао је у просеку од 17. априла, када су се појавили цветни пупољци, до 17. маја, када је забележен просечан крај цветања.

Врхунац пуног цветања у просеку је забележен 29. априла. Уочен је знатно дужи период цветања у односу на доступне литературне податке, што се може сматрати позитивном особином за експериментална стабла дивљег кестена.

Апсолутно најдуже трајање фенофазе цветања уочено је код генотипова БП₁, БП₂ и БП₂₇ (22 дана), а најкраће код генотипова П₅ и СК₉ (13 дана). По задовољавајућој

дужини цветања истичу се и генотипови БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂ и СК₄. Дуго трајање фенофазе цветања повећава естетску вредност стабала дивљег кестена, што је један од разлога честе примене у секундарним популацијама.

Вишегодишња истраживања везана за фенологију цветања дивљег кестена изван нашег климатског подручја објавили су **Tryjanowski i sar. (2006)**. Испитивали су почетак цветања дивљег кестена на два различита локалитета са истом географском ширином (Пољска и Велика Британија) и утицај температуре ваздуха на појаву осматране фенофазе. Уочили су да је просечно цветање стабала дивљег кестена за период од 1970. до 1995. године било од 5. априла до 15. маја на локалитету у Великој Британији и од 25. априла до 15. маја на локалитету у Пољској. Каснији почетак цветања у Пољској аутори образлажу адаптивношћу дивљег кестена на постојеће климатске услове. Потврђују висок степен прилагодљивости и могућност примене дивљег кестена изван природног ареала.

Уочена је зависност појаве и дужине трајања фенофаза осматраних експерименталних стабала дивљег кестена од температуре ваздуха. Више просечне температуре ваздуха у току марта и априла довеле су до знатно ранијег почетка вегетационог периода. Током 2013. године која се карактерисала ниским вредностима за температуру ваздуха у последњој декади марта и првој декади априла (3,6°C, односно 6,7°C), забележено је знатно каснији почетак листања и цветања у односу на 2011. годину у којој су се у посматраном периоду температуре ваздуха кретале око просека (10,1°C, односно 13,1°C).

Уочене су значајне разлике у суми температура ваздуха за период почетка листања и цветања. Док је у 2011. години сума температура за март износила 186°C, у 2013. години је била значајно нижа (167°C), те се може сматрати да је утицала на касније формирање и појаву цветних пупољака. Међутим, нису уочене разлике у трајању фенофазе цветања у годинама осматрања.

У току трогодишњег периода уочиле су се значајне статистичке разлике у појави листања, образовања плодова и сазревања семена на нивоу генотипова, локалитета и година испитивања, што може да послужи у селекцији и оплемењивању дивљег кестена.

Просек за трајање међуфазе пуног листања је износио 135,04 дана, са највећим одступањем у 2013. години (150,15 дана). У 2012. години међуфаза пуног листања је трајала временски најкраће (124,08 дана).

Укупно просечно трајање међуфазе опадања листова износило је 76,52 дана, са максимумом у 2012. години (88,28 дана), односно минимумом у 2013. години (69,23 дана).

Образовање плодова наступило је одмах по престанку цветања, а најраније је уочено на локалитету Нови Сад. У 2011. години забележено је 20. маја, у 2012. години један дан касније (21. маја), док је 2013. години било за 10 дана касније него у почетној години испитивања на истом локалитету (30. маја). На образовање плодова температура ваздуха није утицала.

Почетак опадања семена у току три испитиване године у просеку је био прилично уједначен посматрајући локалитете (од 18. септембра 2011. године до 23. септембра 2012. године). Значајније разлике су се јавиле између генотипова. Најраније опадање семена у 2011. години, уочено је код генотипова БДС₁ и БДС₂ (15. септембра), док је у другој и трећој години осматрања први одбацио семе генотип П₅ (18. септембра 2012. и 16. септембра 2013. године).

Високе температуре у јесењим месецима, што је случај последњих неколико година, знатно одлажу почетак опадања листова, продужавају вегетациони период и

негативно утичу на припрему биљака за зиму. Као последица топлог јесењег периода јавља се слабљење виталности биљке и измрзавање младих грана.

Према класификацији IPG (*International Phenological Gardens*), фенолошке мреже Европе конституисане од стране Schnelle i Vilkert 1957 године, подручје Војводине спада у регион 10, који обухвата Мађарску и низије уз реке Дунав и Саву (**Chmielewski, 1996**). Деценијским фенолошким осматрањима установљен је просечан почетак вегетације од 101. календарског дана, крај вегетације од 303., а дужина вегетационог периода износи 202 дана.

У 2011. години почетак вегетације, односно појава лисних пупољака осматраних експерименталних стабала дивљег кестена, уочена је 70. календарског дана, у 2012. 75., а у 2013. години 84. календарског дана. Крај вегетације забележен је 331. календарског дана у 2011. години, 334. у 2012. години, односно 336. календарског дана у 2013. години. Уочава се знатно ранији почетак и дужи вегетациони период у односу на резултате поменутих аутора.

Разлог одступања могу да буду климатске промене. Просечно трајање вегетационе сезоне у Европи је дуже за 10,8 дана у односу на 60-те године XX века (**Menzel i Fabian, 1999; Menzel, 2000**). Аутори **Walther i sar. (2002)** констатују да је у последњих 30 година на простору Европе топлији период на почетку пролећа довео до ранијег почетка вегетационог периода у просеку за 8 дана. Наводе да неуобичајено високе температуре ваздуха у јесен узрокују у просеку за 4,5 дана каснију промену боје листова.

Према наводима аутора **Chmielewski i Rötzer (2002)** у оквиру средњих географских ширина динамика фенолошких појава биљака је веома зависна од температуре ваздуха.

Иако се температура ваздуха сматра најзначајнијим фактором који утиче на одвијање фенолошких појава код биљака, бројна истраживања указују на велики утицај напада економски значајних инсеката, загађења ваздуха и земљишта и антропогеног фактора.

На локалитету Бачка Паланка уочена је појава поновљеног листања и цветања генотипова дивљег кестена (БП₂ и БП₂₇). Појава је забележена у августу током све три године осматрања. Претпоставља се да је разлог поновљеног листања и цветања корелација радијационе температуре, суша, повећан садржај соли и тешких метала у земљишту и напад лисног минера дивљег кестена (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić).

Поновљено листање и цветање дивљег кестена уочено је у немачким градовима, Минхену и Франкфурту, од стране аутора **Heitland i Freise (2001)**. Као разлог наводе суво и топло лето. У последњих неколико година ова појава је уочена и у Словенији. На том подручју поред суше и високих летњих температура поновљено листање и цветање дивљег кестена је узроковано нападом патогена *Guignardia aesculi* Peck. (**Menzel i sar., 2008**).

Вишегодишњи мониторинг фенофаза дивљег кестена и њихова зависност од температуре ваздуха у урбаној средини издвојио је генотипове који су се успешно прилагодили на температурне екстреме, редовно и обилно цветају и плодносе (БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂, П₃, П₆ и СК₄). Укључивање у процес размножавања допринео би производњи висококвалитетног садног материјала за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре.

9.3. Биохемијске карактеристике семена дивљег кестена

Поред великог значаја дивљег кестена као орнаменталне врсте у секундарним популацијама Европе, вредност увећава богат биохемијски састав семена. Као најзаступљеније компоненте семена истичу се угљени хидрати, односно скроб са садржајем од 30 до 40%, протеини од 2,4 до 10%, масти од 2 до 6% и пепео од 1,3 до 2,51% (Туцовић, 1983; Лемајић и сар., 1985; Станковић, 1995; Baraldi i sar., 2007; Ocokoljić i sar., 2011; Cukanović i sar., 2011).

У семену дивљег кестена су највише заступљени угљени хидрати. Представљају резервну материју, извор енергије у току хетеротрофне исхране и значајни су градивни материјал за младу биљку, јер користе за синтезу других органских супстанци. Разградњом скроба обезбеђује се енергија која је потребна за сложене физиолошко-биохемијске процесе у току чувања и клијања семена.

Непосредно по сазревању семена скроба има највише. Садржај незнатно опада током периода чувања, али не утиче на успех клијавости. Укупна забележена средња вредност за садржај скроба у семену експерименталних стабала пре и након периода стратификације кретала се од 37,48% до 32,81%, што је у сагласности са литературним подацима. У зависности од аутора процентуални удео скроба у семену дивљег кестена износио је 34% (Туцовић, 1983), 40-60% (Лемајић и сар., 1985) и 30-40% Станковић (1995).

Семе генотипова БП₄, БП₅ и БДС₂ имало је највише просечне вредности за садржај скроба (39,04%, 38,24% и 40,51) након чувања, што се доводи у везу са високим вредностима теренске клијавости семена наведених генотипова.

У семену дивљег кестена за потребе фармацеутске индустрије значајнију улогу имају масти и масне киселине. Бројни аутори указују на драгоцену лековитост свих органа дивљег кестена, нарочито семена, и повезују је са садржајем масти и масних киселина.

Анализом семена експерименталних стабала утврђен је садржај масти на почетку и на крају периода стратификације који се у просеку кретао од 6,56% односно 6,15%. Опадање процентуалног садржаја масти у семену током чувања није значајније утицало на проценат клијавости и квалитет сејанаца. Семе генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂, П₁, П₃, П₄, П₅ и П₆) издваја се са високим садржајем масти. Највише вредности забележене су код генотипова БДС₁ (8,31%), П₁ (8,05%) и П₅ (8,20%).

Издвојене су и детерминисане масне киселине у семену и одређен је њихов процентуални садржај. У литературним подацима указује се на присуство великог броја масних киселина у семену дивљег кестена, од којих се у већини научних радова истиче доминантност олеинске киселине. Аутори Baraldi i sar. (2007) наводе садржај масних киселина у семену дивљег кестена: олеинске киселине од 49,7%, линолеинске од 35,2%, палмитинске од 7,1% и линолне од 5,9%.

У референци (Ocokoljić i sar., 2011) приказана је идентификација и анализа масних киселина семена дивљег кестена. Аутори су забележили доминацију олеинске масне киселине у просечном садржају од 44,7% до 52,4% на свим испитиваним локалитетима, затим линолеинске киселине (26,9%-30,6%), палмитинске (6,5%-7,6%) и еикозенске (4,4% до 6,2%). Установљена су значајна варирања између испитиваних генотипова која могу да се употребе у смеру позитивне селекције за потребе фармацеутске индустрије.

Упоређујући резултате са литературним подацима у погледу садржаја масти и масних киселина у семену експерименталних стабала дивљег кестена, уочава се потпуна подударност. Од засићених масних киселина доминантна је палмитинска са просечним садржајем од 8,12%, а од незасићених олеинска са 53,46%. Са високим учешћем незасићених масних киселина, а нарочито олеинске, може се издвојити семе генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁ од 59,4%; П₁ од 57,6% и П₄ од 58,7%).

У односу незасићених и засићених масних киселина уочава се доминантност незасићених масних киселина.

Детаљнија анализа семена испитиваних генотипова довела је до идентификације флавоноида и за дивљи кестен значајног тритерпенског сапонозида, есцина. Издвојени су кверцетин, кемферол, рутин и још три неидентификована једињења, са познатом молекулском формулом и структуром. Са највишим садржајем кверцетина издваја се семе стабала СК₁ и П₅ (0,806, односно 0,538 µg/g), кемферола СК₁ (0,227 µg/g) и П₅ (0,429 µg/g), а рутина П₅ (25,784 µg/g).

Истраживања везана за флавоноиде у семену дивљег кестена интензивирала су се средином прошлог века. Према наводима **Hubner i sar. (1999)** по први пут су детектовани различити олигосахариди који чине део флавоноида. Поменути аутори наводе да је садржај рутина у испитивањима био низак и износио 0,3%. Међутим, **Каpуста i sar. (2007)** наводе податак да садржај флавоноида у екстракту семена може достићи и до 10% суве материје, што представља повољну концентрацију за употребу у фармацеутској индустрији.

Аутори **Zhang i sar. (2010)**, потврђују да флавоноиди и њихови деривати представљају једну од главних компонената семена, не само дивљег кестена, већ и других врста из рода *Aesculus* L. Наводе број од укупно 49 флавоноида, укључујући флавоноле и њихове гликозиде, који су успешно изоловани. Као најчешћи појављују се кверцетин и кемферол, који су уједно и најпожељнији флавоноиди због њихове антиоксидантне активности (**Burda i Oleszek, 2001**). Поменути аутори издвајају дивљи кестен од осталих врста рода *Aesculus* L, као извор битних супстанци које се користе у традиционалној, али и у конвенционалној медицини.

Савремена фармакологија указује на значај есцина као још једне компоненте семена дивљег кестена. Према ауторима **Bombardelli i sar. (1996)** сапонини чине од 24-28% суве масе семена дивљег кестена, где се од 3 до 6% приписује есцину. Биолошка и фармаколошка активност есцина повезује се са његовим анти-инфламаторним, антиканцерогеним, антивирусним и антиоксидативним особинама (**Facino i sar., 1991; Yoshikawa i sar., 1994, 1996, 1998, Zhang i sar., 2010**).

Изолација и идентификација мешавина сапонина представљају главни циљ многих истраживања новијег датума (**Zhang i sar., 2010**).

Садржај есцина је утврђен у семену свих експерименталних стабала дивљег кестена. Кретао се у границама од 0,82% (СК₉) до 4,04% (БП₂ и П₅), што је у сагласности са подацима у литератури.

Поједини аутори истичу да се супстанце као што је есцин, могу синтетизовати и екстраховати из ткива биљака дивљег кестена добијених културом ткива, односно у *in vitro* условима. Аутори **Dameri i sar. (1986)** развили су методологију за добијање калуса и ембриона из лисних експлантата ове врсте. Створили су селекцију ћелијског материјала из које може да се добије висок ниво есцина.

У каснијим истраживањима, соматски ембриони настали на поменути начин синтетизовали су есцин у количини која је била идентична или чак виша од оне изоловане из котиледона (**Profumo i sar., 1990**), за које исти аутори наводе податак да је износила 11% (**Profumo i sar., 1994**).

Садржај свих компоненти (скроба, масти, масних киселина, флавоноида и есцина) у семену експерименталних стабала дивљег кестена указује на значајан потенцијал семенског материјала који је могуће искористити за потребе фармацеутске индустрије. Обзиром на високе вредности изолованих компоненти и уједно високе вредности клијавости семена и преживљавања сејанаца, оправдано је масовно умножавање изабраних генотипова дивљег кестена.

9.4. Производне карактеристике дивљег кестена

Експериментална стабла дивљег кестена из секундарних популација која су користила као извор семенског материјала издвојена су на основу позитивних фенотипских и квантитативних особина, хемијског састава семена и успеха лабораторијске и теренске клијавости у предселекцији.

Семенски материјал дивљег кестена је специфичан. Семе је рекалцитрантно и захтева посебно руковање у периоду складиштења и чувања до момента сетве. Основне карактеристике семена су кратак животни век и осетљивост на губитак воде (**Farrant i sar., 1988, 1993; Vertucci i Farrant, 1995; Pammamenter i Berjak, 1999**).

Да би се очувала енергија клијања и виталност семена потребни су посебни услови чувања који су испитивани од стране бројних аутора (**Berjak i sar., 1996; Ouedraogo i sar., 1996; Gosling, 2007**).

Аутори **Daws i sar. (2003)** наводе да успешно клијање семена дивљег кестена зависи од низа фактора, пре свих температуре ваздуха, односно суме температура и локалитета са којег је семе сакупљано. Наводе распон температура ваздуха потребних за клијање семена, који се креће од 19°C до 24°C, у зависности од локалитета. Могуће је клијање семена дивљег кестена у јесењим месецима у појединим регионима Европе (Грчка), нарочито уз довољну количину падавина. Као предност јесење сетве аутори су навели већу успешност преживљавања сејанаца током следеће вегетационе сезоне који су током јесењег и пролећног периода стекли кондицију за превазилажење сушног периода.

У нашим климатским условима семе дивљег кестена успешно клија у пролеће, након чувања у хладној комори на температури од 2 до 6°C. На тај начин превазилази се дормантност и подстиче клијавост семена.

Према литературним подацима проценат клијавости семена дивљег кестена износи: 50-70% (**Стилиновић, 1985**), 40-80% (**Pritchard i sar., 1999**) и 50-90% (**Исајев и Манчић, 2001**). Забележене просечне вредности теренске клијавости семена експерименталних стабала дивљег кестена су у оквиру наведених резултата, а кретале су се од 81,66% (2012. година) до 85,64% (2011. година).

Истичу се генотипови са локалитета Нови Сад (БДС₂, П₃ и П₅) са највишим просечним вредностима за теренску клијавост у све три године испитивања (92,68%, 93,81% и 93,36%). Упоредјујући успех клијавости и морфолошка својства семена може се констатовати да семе које има већу масу има и већу клијавост. Наведени генотипови одликују се релативно великом масом семена (10,04 g, 17,63 g и 17,18 g), те је за очекивати да имају високе вредности за теренску клијавост.

Најниже просечне вредности клијавости у све три године испитивања забележене су за генотип П₄ (у почетној години 87,15%, у другој 73,49% и у трећој години 74,33%), који је уједно имао и значајно малу масу семена (8,33 g).

У корелацији са осматраним фенолошким појавама и морфолошким особинама семена, најповољније резултате теренске клијавости показала су експериментална стабла издвојена у Новом Саду. Узимајући у обзир и ниске вредности коефицијента

варијације (од 10,55% до 12,02%) констатована је уједначена клијавост семена експерименталних стабала дивљег кестена у расаднику, што потврђује висок квалитет семенског материјала као последицу адаптивности на услове урбане средине.

Аутори **Takos i sar.** (2008) забележили су проценат клијавости семена дивљег кестена од 92,25 пореклом са стабала која нису инфицирана лисним минером (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić), односно од 97 пореклом са стабала која су инфицирана лисним минером. Као могуће објашњење наводе да је семе са стабала нападнутих овим инсектом, након превремене дефолијације и ранијег опадања са стабала, имало знатно дужи период сазревања у поређењу са семеном са здравих стабала, што је омогућило успешнију клијавост.

Поред теренске клијавости, веома је важан податак о преживљавању сејанаца на крају вегетационог периода. У литератури има мало података о степену преживљавања. Поједини аутори наводе проценат виталних биљака након првог вегетационог периода до 100, док се на крају другог кретао у просеку од 74,28 до 88,57 (**Осоколјић, 2006; Takos i sar., 2008**).

Укупна средња вредност за преживљавања сејанаца на крају вегетационог периода и почетка новог од 82,98% (2011. година), 81,85% (2012. година) и од 78,96% (2013. година) у границама је са приказаним литературним подацима. Уочено је да је највећи број сејанаца страдао између шездесетог и деведесетог дана од ницања, а као разлог наводи се суша и утицај високих температура у периоду јул-август у све три испитиване године. Добијени резултати преживљавања потврђују високу адаптивност сејанаца на еколошке услове Војводине.

Највише вредности за преживљавања сејанаца на крају вегетације у све три године забележене су за генотипове БДС₁ (92,27%), БДС₂ (93,63%), П₅ (93,38%) и СК₄ (90,98%). Обзиром да су наведени генотипови имали високе вредности клијавости семена у расаднику, формирањем густог слопа биљака омогућен је и висок проценат преживљавања сејанаца.

Наведени подаци већ у првој производној години омогућавају издвајање супериорног потомства и даље укључивање у селекциони и производни процес.

Истраживања раста садница дрвенастих врста аутора (**Нинић-Тодоровић, 1990; Туцовић и Исајев, 1991; Грбић, 1992; Осоколјић, 2006**) потврђују потребу да се пре интензивне производње претходно одаберу индивидуе са најквалитетнијим и најпродуктивнијим потомством, које ће се користити у производњи садног материјала за потребе у хортикултури и пејзажној архитектури. Из тог разлога извршена је анализа показатеља раста једногодишњих, двогодишњих и трогодишњих сејанаца. Применом одговарајуће технологије производње на сејанцима старијим од 3 године могуће је произвести садни материјал високог квалитета, за садњу на различитим категоријама зелених површина (линијским засадама, парковским површинама, ветрозаштитним појасевима и др).

Укупна просечна висина сејанаца старости једне године указује на вредност од 12,26 cm, дужину корена од 12,87 cm и пречника у кореновом врату од 10,04 mm. Истиче се генотип БДС₁ са значајно вишим просечним вредностима показатеља раста у односу на остале генотипове (19,20 cm за висину, 17,51 cm за дужину корена, 4,40 g за масу надземног дела и 6,84 g за масу корена).

Највише просечне вредности пречника кореновог врата уочене су на сејанцима генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₂ и П₆) од 11,73 mm и 12,60 mm.

Сејанци генотипова СК₄ и БДС₂ имали су највећи просечан број коренова I реда (32,12, односно 31,25).

Посматрајући локалитете уочавају се значајне вредности за показатеље раста једногодишњих сејанаца генотипова из Новог Сада. Разлог су успешна прилагодљивост

експерименталних стабала на микроклиматске услове, обилно цветање и плодношење, висока теренска клијавост семена и оптималан склоп биљака у расаднику.

Двогодишњи сејанци показали су значајан пораст у висину и дебљину. Забележена је укупна просечна вредност за висину двогодишњих сејанаца од 27,43 cm и за пречник при основи стабла од 16,25 mm. Издвајају се сејанци генотипова БДС₁, БДС₂ и СК₄ значајно високих вредности за висину (30,20 cm, 35,80 cm и 35,68 cm). Исти сејанци су имали највише просечне вредности за пречник при основи стабла (18,10 mm, 19,20 mm, и 19,33 mm).

Просечне вредности висине трогодишњих сејанаца указују на интензивирање раста биљака у току трећег вегетационог периода у расаднику. Установљена је укупна просечна вредност за висину надземног дела од 79,84 cm и за пречник при основи стабла од 26,54 mm.

Трогодишњи сејанци генотипова БДС₁, БДС₂ и П₆ су се истакли по највишим вредностима за висину (92,00 cm, 90,80 cm и 91,30 cm) и пречник при основи стабла (24,50 mm, 31,27 mm и 29,05 mm).

Током треће године у расаднику уочава се уједначен раст и развој сејанаца што води ка производњи квалитетног садног материјала дивљег кестена. Високе вредности теренске клијавости и преживљавања сејанаца генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂, и П₆) условиле су повољан склоп биљака за развој у другом и трећом вегетационом периоду у расаднику.

Веома су оскудни литературни извори који се односе на показатеље раста сејанаца дивљег кестена. Аутор **Оцокољић (2006)** наводи висину једногодишњих садница дивљег кестена која се кретала у просеку од 10,46 cm до 15,67 cm и пречник кореновог врата од 7,48 mm до 9,36 mm.

Забележена висина једногодишњих сејанаца експерименталних стабала дивљег кестена у складу је са наведеним литературним подацима, док је пречник кореновог врата изнад објављених вредности.

Аутори **Takos i sar. (2008)**, су приказали резултате мерења једногодишњих и двогодишњих сејанаца дивљег кестена и поређење сејанаца пореклом са здравих и инфицираних стабала лисним минером. Мерили су масу надземног дела и корена, висину надземног дела, дужину корена и пречник кореновог врата. Забележили су вредности за просечну висину једногодишњих сејанаца од 15,12 cm код инфицираних стабала и 16,91 cm код сејанаца са здравих стабала. Пречник кореновог врата је варирао од 7,23 mm до 9,66 mm.

Код сејанца старости две године исти аутори су уочили знатно већу разлику у показатељима раста. Висина се кретала од 23,17 cm (инфицирани сејанци) до 30,96 cm (здрави сејанци), а пречник кореновог врата од 10,78 mm (инфицирани сејанци) до 13,03 mm (здрави сејанци). Као разлог значајне разлике аутори наводе малу масу семена пореклом са инфицираних стабала.

Лисни минер (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić), узрокује превремену дефолијацију стабала (**Raimondo i sar., 2003**), која резултира негативним ефектом на продукцију фотосинтезе инфицираних биљака (**Nardini i sar., 2004**). У семену пореклом са стабала нападнутим од стране минера листа, редукован је садржај угљених-хидрата и хранљивих материја усвојених путем корена. Значајно веће резерве за раст сејанаца евидентирани су у семену пореклом са здравих стабала. Аутори **Naegle i sar. (2005)** наводе да је млада биљка у потпуности ослоњена на резерве у котиледонима за дужи временски период, обзиром да семе дивљег кестена клија хипогеично. Констатују да семе које садржи веће количине резервних материја у котиледонима даје и виталније сејанце.

Размножавање резницама узетих са експерименталних стабала дивљег кестена није дало позитивне резултате.

Значајан успех вегетативног начина размножавања постигнут је калемљењем, применом методе енглеског спајања. Обављено је калемљење хибрида црвеног кестена (*Aesculus x carnea* Hayne) на двогодишње и трогодишње подлоге дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) добијене генеративним путем. Избор генотипова извршен је на основу позитивних вредности теренске клијавости семена, степена преживљавања и показатеља раста једногодишњих сејанаца.

Испољена је компатибилност подлога са племкама, а просечан пријем калемова је био 80,84% (2012. година) и 84,53% (2013. година). Највећи проценат пријема калемова забележен је на подлогама БДС₁, БДС₂ и П₆ (84,32%, 82,95% и 82,72%). Уједно су сејанци наведених генотипова имали високе вредности клијавости семена и преживљавања, формирали повољан склоп биљака што је условило позитивне вредности показатеља раста *half-sib* потомства које су од утицаја на пријем калемова.

У литературним изворима нису пронађени подаци о успеху калемљења хибрида црвеног кестена на подлози дивљи кестен, те резултати представљају полазну основу за даља истраживања.

9.5. Утицај соли и тешких метала из земљишта на адаптивност стабала дивљег кестена

Урбани развој и са њим повезане све људске активности, носе са собом низ негативних утицаја на зеленило у урбаној средини. Биљке су изложене константном стресу због повећане концентрације соли и тешких метала у земљишту. Јони соли, која се користи за посипање саобраћаница у зимским месецима, мењају физичко-хемијска својства земљишта уништавајући његову структуру, блокирајући приступачност хранљивих материја и доприносећи алкализацији (**Bach i sar., 2009**).

Велики део индустријске соли падавинама доспева у зону кореновог система изазивајући поремећаје у физиолошким процесима биљака. Према **Munns-у (1993)**, у првој фази контаминације јони натријума и хлора онемогућавају биљкама да усвајају воду и са њом растворене минералне материје, те изазивају физиолошку сушу. У другој фази долази до токсичности услед високе концентрације јона у биљним ткивима. Наступа хлороза као последица смањења продукције хлорофила, која је праћена некрозом рубних делова лиске, чиме се значајно смањује асимилациона површина. Услед поремећеног процеса фотосинтезе, биљка не може да се на одговарајући начин исхрани, долази до трошења резерви хранљивих материја, успореног раста и до потпуног пропадања индивидуа (**Kayama i sar., 2003; Slabu i sar., 2009**). У овој фази могуће је уочити да ли су поједини генотипови резистентни на присуство водорастворљивих соли у земљишту.

Многи аутори наводе да дивљи кестен има веома високу толеранцију на садржај соли у земљишту (**Wymann, 1955; Dirr, 1976; Chaney, 1995**). Такође, **Mekdaschi i sar. (1988), Balder (1990)** и **Leh (1990)** указују да су штете услед прекомерне концентрације соли у земљишту, које се јављају на стаблима дивљег кестена, минималне, а биљци је потребан период од две до три године да их отклони и да се опорави. У односу на остале лишћарске врсте, којима је потребно од пет до десет година за опоравак од штетног утицаја соли из земљишта, како наводе исти аутори, дивљи кестен се може сматрати толерантном врстом.

Према резултатима **Jitareanu i sar. (2010)** метаболички поремећаји на испитиваним стаблима дивљег кестена, изразили су се кроз одумирање рубних делова

лисне плоче које је уочено средином јула месеца, а недостатак падавина је убрзао ову појаву. Као узрок некрозе наводе вишак натријума у ћелијама листа, који спречава правовремено затварање стома и узрокује неконтролисани губитак воде. На вегетативним органима дивљег кестена уочавају појаву хлорозе, коју узрокују јони хлора у сувишку, потпомогнути јонима натријума.

Резултати биометријских параметара стабала дивљег кестена на Булевару Јаше Томића у Новом Саду, у потпуности се подударају са литературним подацима. Уочени симптоми хлорозе и некрозе листова повезују се са садржајем водорастворљивих соли у земљишту на којем су одгајени линијски засади.

Анализом земљишта установљен је садржај водорастворљивих соли изнад детерминисане границе од 0,15% у августовском термину испитивања у обе године. Највиши садржај забележен је током 2012. година у узорцима земљишта сондираних при 30 cm (0,24%) и при 60 cm дубине (0,27%). Узорци земљишта сондирани у априлу имали су ниже просечне вредности (од 0,09% до 0,14%).

Као разлог разлике у садржају соли између два термина испитивања, може се навести асцендентно кретање соли у земљишту изазвано одсуством падавина у летње периоду године.

Вредности садржаја водорастворљивих соли у контролним узорцима крећу се од 0,02% (април, 2012. године) до 0,01% (април и август, 2011. године), што указује да је висока концентрација соли пореклом од посипања саобраћајнице које се врши у зимским месецима.

Аутори **Johnson i Sucoff (1999)** указују да је резистентност на салинитет веома важна особина дрвенастих биљака, јер висок садржај соли у земљишту представља ограничавајући фактор за раст у урбаним срединама. Уколико је у земљишту присутна и повећана концентрација јона тешких метала, долази до још већих потешкоћа у физиолошким процесима биљака. Веома често земљиште урбаних средина, тзв. „урбисол“, има повећане вредности концентрације тешких метала пореклом од саобраћаја или индустрије (**Bullock i Gregory, 1991**).

У последњих неколико година интензивно се врше испитивања присутности и садржаја тешких метала у земљишту градова и њихов утицај на вегетацију. Према **Манојловић и сар. (2014)** узроци у повећаном садржају тешких метала у земљишту могу да буду индустријска постројења, коришћење фосилних горива у термоелектранама, индустрији и домаћинствима, као и саобраћај. Проблем представљају издувни гасови аутомобила, који загађују земљиште металима у непосредној близини путева (до 100 m). Услед поменутих активности човека, тешки метали се ослобађају у ваздух, и у виду кише, гасова и чађи доспевају на површину земљишта.

У бројним истраживањима установљена је висока концентрација појединих елемената у земљишту урбаних средина. Изучавајући ову проблематику у европским градовима (Рим, Варшава, Хамбург, Мадрид и Лондон), инострани аутори наводе следеће концентрације тешких метала: олова од 57 до 330,80 mg/kg, цинка од 166 до 516 mg/kg, бакра од 31 до 146,6 mg/kg, кадмијума од 0,31 до 2,0 mg/kg, хрома од 32 до 95,4 mg/kg, никла од 12 до 62,5 mg/kg и мангана од 337 до 750 mg/kg (**Angelone i sar., 1995; Czarnowska, 1980; Lux, 1986; De Miguel i sar., 1998; Thornton, 1991**).

Аутори **Paterson i sar. (1996)** закључују да су најзаступљенији тешки метали у земљишту градова Шкотске олово, цинк и бакар. Највише их има у земљишту непосредно уз саобраћајнице, али је њихово присуство такође евидентирано и у земљиштима паркова. Висок проценат заступљности бакра, олова и цинка у земљиштима паркова у Шпанији бележе аутори **Madrid i sar. (2002)**.

Упоређујући резултате са подацима наведених аутора уочава се виши садржај олова (лакоприступачни 12,49 ppm; укупни 48,92 ppm), цинка (лакоприступачни 4,39 ppm; укупни 29,96 ppm), мангана (лакоприступачни 10,84 ppm; укупни 252,46 ppm) и никла (лакоприступачни 0,04 ppm; укупни 11,54 ppm) на локалитету у Новом Саду, док је садржај бабра (лакоприступачни 5,61 ppm; укупни 13,22 ppm) незнатно нижи од наведених литературних података. На локалитетима Велике Британије и Француске, од стране аутора **Sun i sar. (2001)**, наводе се ниже вредности цинка, кадмијума, бабра и олова у испитиваном земљишту градова у односу на испитивани локалитет у Новом Саду. Забележени удео лакоприступачног цинка, бабра и олова у укупном садржају је висок, те се наведени тешки метали сматрају значајним као контаминанти земљишта.

На нашим просторима **Тomašević i sar. (2004)** у оквиру испитивања акумулације тешких метала у листовима липе (*Tilia sp.*) и дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum L.*) на зеленим просторима Београда, испитивали су и концентрацију тешких метала у земљишту. Садржај олова, бабра, цинка, кадмијума, хрома и никла забележен на локалитету Студентски парк био је виши у односу на испитиване узорке земљишта на локалитету Булевар Јаше Томића у Новом Саду. Уочава се нижа концентрација мангана и гвожђа у истраживању наведених аутора.

У поменутој референци истиче се да добијени резултати не прелазе референтне вредности за зону становања детерминисане на светском нивоу од стране Министарства за заштиту животне средине у провинцији Квебек, од 100, 500 и 500 μg за бабар, олово и цинк. Међутим, указују на значајно накупљање тешких метала у вегетативним органима дивљег кестена, али без већих последица по нормално одвијање физиолошких процеса, те је сматрају веома толерантном и погодном врстом за садњу у урбаним срединама.

Анализа садржаја водорастворљивих соли и тешких метала у земљишту локалитета у Новом Саду имплицира закључак да лоше стање виталности индивидуа дивљег кестена у линијском засаду потиче великим делом од високе концентрације соли, а да је утицај тешких метала који су присутни у земљишту знатно мањи.

Обзиром на резултате потребно је предузети адекватне мере у циљу смањења негативног утицаја соли на дендрофлору. Примена прихватљивијих облика соли за посипање саобраћајница у зимским месецима, као што су калцијум-хлорид, магнезијум-хлорид или калијум-хлорид, било би једно од решења. Такође, откривени су субституенти за NaCl као што је калцијум магнезијум ацетат (CMA), који има велики потенцијал, јер не нарушава животну средину (**Robidoux i Delisle, 2001**). Аутори **Hartl i Erhart (2000)** наводе као решење употребу калијум-карбоната (K_2CO_3) као оптималну алтернативу NaCl-у. Доза од 200 g/m^2 коришћена је на подручју Аустрије и није негативно утицала на околну вегетацију.

Са друге стране, адекватно планирање зелених простора, нарочито уз саобраћајнице, представља решење за заштиту стабала од негативног утицаја соли. Када се планирају места за садњу потребно је поштовати минимално одстојање од 2 m од саобраћајнице (**Pederson i sar., 2000**). Аутори **Sieghart i sar (2005)** предлажу постављање механичке заштите око стабала у зимским месецима, висине 0,5 m, која би се уклањала у пролеће. На овај начин у значајној мери редуковала би се акумулација водорастворљивих соли у зони кореновог система биљака. Инвестиције у систем за наводњавање и аерацију земљишта са високом концентрацијом соли, према подацима **Kosmala (2005)**, биле би вредне разматрања. Здравствено стање биљака било би унапређено апликацијом калцијум-сулфата (CaSO_4), испирањем соли из земљишта, употребом органског малча и заменом супстрата у зони кореновог система (**Dobson, 1991; Craul, 1992; Sieghart i sar., 2005**).

10. ЗАКЉУЧАК

Изучавањем биолошких и производних карактеристика генотипова дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) у секундарним популацијама обављено је детаљно упознавање са потенцијалима ове врсте лишћара у научном и практичном смислу. Из вишегодишњег мониторинга секундарних популација дивљег кестена и осматрања 50 генотипова добијени су резултати из којих могу да се изведу следећи закључци:

-Стабла дивљег кестена кроз испитивања биометријских особина, показала су да чине добру полазну основу за прикупљање семенског материјала и умножавање за потребе хортикултуре и пејзажне архитектуре. Без обзира што се налазе у секундарним популацијама, просечне вредности висине (13,64 m), пречника дебла (50,84 cm) и ширине крошње (6,24 m), оцене виталности (4,23) и декоративности (4,70) указују на веома блиске вредности са параметрима за стабла која расту у природним популацијама. Обзиром на забележене резултате, потврђена је висока адаптивност дивљег кестена на измењене и отежане еколошке услове урбане средине и дата позитивна оцена за примену на различитим категоријама зелених простора.

-На основу обрађених вишегодишњих биометријских података могуће је издвојити супериорна стабла која се особинама издвајају од осталих. То су генотипови са ознакама БП₄, БДС₁, БДС₂, П₄, П₅ и СК₄, те представљају интересантну основу за даље истраживање.

-Фенолошким осматрањем листања, цветања и плодношења у периоду од 2011. до 2013. године установљене су значајне статистичке разлике у времену почетка и трајању фенофаза међу годинама испитивања и генотиповима.

-Најранији почетак осматраних фенолошких појава забележен је у 2011. години. Следи 2012. година, која се одликовала са неколико дана каснијег наступања фенолошких појава. Издвојила се 2013. година по дугом периоду ниских зимских температура ваздуха, који се задржао до половине априла након чега је уследило значајно одлагање вегетационог периода у просеку за 2-3 недеље у зависности од генотипа. Најуочљивије разлике забележене су између 2011. године и остале две испитиване године, а најмања између 2012. и 2013. године. Просечно трајање вегетационог периода код дивљег кестена у 2011. години износило је 223,85 дана, а у 2012. и 2013. години 237 дана.

-Пратећи фенофазу листања са међуфазама уочавају се генотипови код којих су се у трогодишњем периоду најраније уочила појав размицања љуспи, први листови и пуно листање (БДС₁, БДС₂). Индивиде са знатно каснијим ступањем у фенофазу листања су БП₄, СК₄ и СК₇. Као врло уједначени по питању појаве и трајања листања истичу се генотипови са локалитета Петроварадин (П₁, П₃, П₄ и П₆) и парови генотипова са малом варијабилношћу и сличним вредностима осматраних међуфаза листања (БП₂₇ и БДС₁, БП₅ и СК₁, односно П₅ и СК₉).

-Осматрање фенофазе цветања дивљег кестена пружа битне информације о биологији врсте, прилагодљивости у секундарним популацијама и могућностима

селекције. Дивљи кестен је врста лишћара која је цењена због обилног, дугог и уједначеног цветања, што је разлог оправдано широке примене у урбаним срединама.

-Осматрана експериментална стабла су у трогодишњем периоду цветала од прве декаде априла (најраније 10. априла 2011. године) до краја друге декаде маја (најкасније 20. маја 2013. године). Код генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂ и П₅) забележено је просечно најраније ступање у фазу цветања за све три године осматрања, док су се генотипови са локалитета Бачка Паланка и Сремски Карловци (БП₄, БП₅, СК₄, СК₇) одликовали значајно каснијим цветањем. Забележено трајање цветања у просеку се кретало од 27,02 дана (2012. година) до 31,52 дана (2011. година), те се дивљи кестен може сматрати у потпуности прилагођеном врстом у урбаној средини по питању обилности, интензитета, уједначености и дуготрајности цветања.

-На уочене разлике у цветању међу годинама осматрања, значајно су утицали климатски фактори, нарочито температура ваздуха. Док су прве две године биле са уобичајеним вредностима температуре ваздуха за посматрани период, 2013. година се истакла по неуобичајено дугом задржавању ниских зимских температура у току априла, што је значајно утицало на одлагање фенофазе цветања. Температуре ваздуха нису негативно утицале на обилност и дужину цветања у току 2013. године, тако да се може закључити да су се испитивани генотипови дивљег кестена прилагодили постојећим температурним екстремима у нашим климатским условима.

-Трајање фенофазе образовања плодова у просеку за све три осматране године износило је 112,38 дана, са просечно најмањим трајањем у 2011. години (107 дана) и просечно најдужим трајањем у 2012. години (119,19 дана). Упоређујући године испитивања, најкасније образовање плодова дешавало се у 2013. години, што се може објаснити кашњењем почетка вегетације због ниских температура ваздуха у току марта и априла.

-Плодови су најпре уочени на генотиповима са локалитета Нови Сад (БДС₁ и П₅), а најкасније на генотиповима са локалитета Бачка Паланка (БП₁, БП₂, БП₄ и БП₅).

-Почетак сазревања, односно опадања семена, се у прве две године најраније уочио на генотиповима са локалитета Сремски Карловци (18. и 22. септембра), а у 2013. години почетак ове фазе је био уједначен на сва три локалитета, без значајнијих разлика међу генотиповима.

-Фенолошким осматрањем, које је обухватило листање, цветање, образовање плодова и сазревање семена дивљег кестена на локалитетима Бачка Паланка, Нови Сад и Сремски Карловци, установљене су статистички значајне разлике између година осматрања, локалитета и између генотипова. Поред варијабилности која је последица генетичке конституције стабала, веома велики утицај на време и дужину трајања појединих фенолошких фаза и међуфаза имали су климатски фактори, пре свега температура ваздуха. Као додатни, биотички фактор истиче се минер листа дивљег кестена, (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimić) који напада асимилационе органе дивљег кестена и у значајној мери утиче на појаву, интензитет и трајање осматраних фенофаза.

-Експериментална стабла дивљег кестена редовно плоносе и имају велику продукцију семена. Морфолошки показатељи семенског материјала издвајају генотип П₆ са високим вредностима дужине (29,83 mm), ширине (35,56 mm) и дебљине семена

(30,92 mm) и генотип П₃ са високим вредностима масе семена (17,63 g). Маса семена дивљег кестена у расадничкој производњи се показала као битно својство за успешност теренске клијавости. Високе вредности масе у вези су са садржајем воде у семену, што је битно за рекалцитрантни тип семена. Просечне вредности за теренску клијавост за генотипове П₃ и П₆ износиле су 93,81%, односно 93,36% што у односу на масу семена потврђује претпоставку да је теренска клијавост семена дивљег кестена зависна од масе.

-Уочено је да маса семена представља најваријабилнију мерену особину, а као најмање променљиви могу се издвојити генотипови БП₄, БДС₁, БДС₂, П₃, П₆ и СК₁ узимајући у обзир морфолошке карактеристике семена.

-Биолошко упознавање са вредним генотиповима дивљег кестена укључило је испитивање хемијског састава семена. Важност познавања компоненти семена је у вези са разумевањима складиштења, чувања и процеса клијања, а интересантно је и са аспекта примене у фармацеутској индустрији.

-У семену генотипова дивљег кестена садржај воде се у просеку кретао од 32,33% (СК₁) до 46,34% (БП₄). Уочена су веома мала одступања у садржају воде пре и након периода чувања, те се може закључити да су температуре од 4 до 6°C и релативна влага од 85% до 90% у хладној комори погодовале очувању воде у семену.

-Највиши просечан садржај скроба уочен је код генотипова БП₄ и БП₅ и БДС₂ (39,04%, 38,24% и 40,51%), што објашњава високе вредности теренске клијавости семена наведених генотипова.

-За потребе фармацеутске индустрије значају улогу имају масти и масне киселине. Утврђен је садржај масти на почетку и на крају периода складиштења и чувања (6,56% односно 6,15%). Опадање садржаја масти у семену током периода чувања није утицало на успех теренске клијавости. Семе генотипова са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂, П₁, П₃, П₄, П₅ и П₆) има висок садржај масти (од 8,31% до 6,35%), те се издваја за плантажно гајење за потребе хемијске и фармацеутске индустрије.

-Из екстракта семена експерименталних стабала изоловано је и детерминисано 16 масних киселина. Детаљнија хемијска анализа указује на висок удео незасићених масних киселина у укупној масној компоненти. Доминантна је олеинска киселина са просечним садржајем у укупном узорку од 53,46%. Спада у есенцијалне мононезасићене масне киселине, те је њено учешће од значаја у укупној масној компоненти узорка. Следи линолна киселина просечног садржаја од 17,21%. Од засићених масних киселина доминантна је палмитинска киселина са просечним садржајем од 8,12%.

-Највиши садржај олеинске киселине од 59,40% забележен је код генотипа БДС₁. Са веома блиским вредностима издвајају се и генотипови П₁ и П₄, чији је садржај олеинске киселине био 57,60% односно 58,70%.

-Да су незасићене масне киселине доминантне у испитиваним котиледонима, доказује и њихов однос са засићеним масним киселинама који се кретао од 2,14 (БДС₂)

до 3,65 (БП₄), док је однос полинезасићених и засићених масних киселина био нижи и кретао се од од 0,02 (БДС₂) до 1,84 (БП₂₇).

-Веома важна компонента семена дивљег кестена су различити секундарни метаболити од којих су најзаступљенији биофлавоноиди: кверцетин, кемферол, рутин, и есцин.

-У семену експерименталних стабала дивљег кестена уочене су значајне разлике у садржају секундарних метаболита. Кемферол је издвојен из 7, од укупно 11 анализираних генотипова.

-Генотипови СК₁ и П₅ одликовали су се просечно највишим садржајем кверцетина (0,806 µg/g, односно 0,538 µg/g) и кемферола у семену (0,227 µg/g и 0,429 µg/g).

-Рутин је флавор који је изолован из семена већине генотипова, изузев генотипа БП₂. На локалитету Нови Сад издвојен је генотип (П₅) са просечно највишим садржајем рутина у семену који износи 25,784 µg/g. У садржају рутина уочени су веома високи коефицијенти варијације на нивоу локалитета (од 61,15% - локалитет Сремски Карловци до 96,79% - локалитет Нови Сад).

-Есцин је присутан у семену свих испитиваних генотипова, са највишим просечним садржајем код генотипова БП₂ и П₅ (4,04%).

-Хемијска анализа обухватила је испитивања присутности тешких метала у семену. Забележена је присутност Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni и Zn. Средње вредности укупног узорка указују на висок садржај цинка (10,11 µg) и бакра (9,23 µg), док је у узорку најмање заступљен хром (0,07 µg). Генотипови са локалитета Нови Сад имали су највише вредности изолованих тешких метала у семену. Највише вредности бакра (13,00 µg), гвожђа (13,20 µg), мангана (3,20 µg), никла (0,80 µg) и цинка (18,10 µg) забележене у семену генотипа П₁. Генотипови СК₁, СК₃ и БП₂₇ истичу се са значајније нижим вредностима испитиваних елемената.

-Забележене разлике у садржају тешких метала које су се јавиле између генотипова могу се приписати утицају урбане средине. Више вредности у семену са локалитета Нови Сад у односу на остале локалитете указују на веће загађење ваздуха и земљишта, које значајно утиче на садржај тешких метала у семену. Без обзира на присутност тешких метала закључак је да они не угрожавају продукцију експерименталних стабала и виталност семена дивљег кестена.

-Генотипови који се могу издвојити са значајним вредностима незасићених масних киселина и секундарних метаболита у семену су БДС₁, П₄, П₅ и СК₁. Обзиром да немају високу акумулацију тешких метала у семену, препоручују се за употребу у фармацеутској индустрији.

-По сакупљању, семе дивљег кестена је складиштено и чувано у условима хладне коморе на температури од 4 до 6°C и релативној влази од 85-90%. Обављена је пролећна сетва и установљена висока просечна теренска клијавост (85,64% током 2011. године, 81,66% током 2012. године и 84,59% током 2013. године).

-Највише просечне вредности теренске клијавости семена уочене су на локалитету Нови Сад (91,41% у 2011. години, 90,39% у 2012. години и 89,53% у 2013. години), а најмање на локалитету Сремски Карловци (82,40% у 2011. години, 81,80% у 2012. години и 74,53% у 2013. години).

-У почетној години испитивања генотипови БП₄, П₃ и СК₄ имали су највишу теренску клијавост семена која је износила 93,25% (БП₄), 93,86% (П₃) и 94,30% (СК₄). Током 2012. године издвајају се генотипови са локалитета Нови Сад (БДС₂, П₃ и П₆) са вредностима за теренску клијавост од 94,20%, 94,12% и 94,15%. Исти генотипови показали су значајне резултате теренске клијавости семена и у 2013. години.

-Повољни микроклиматски услови на локалитету наведених експерименталних стабала узроковали су оптимално одвијање фенолошких фаза, редовно цветање и плодоношење. Резултат су позитивна морфолошка својства семенског материјала и високе вредности масе семена (10,04 g, 17,63 g и 17,18 g), што је условило успешну клијавост. Један од разлога високе теренске клијавости је повољан садржај воде и скрба у семену генотипова са локалитета Нови Сад.

-Забележен је висок ниво преживљавања сејанаца на крају вегетационог периода (од 82,98% у 2011. години, 81,85% у 2012. години и 78,96% у 2013. години), који указује на квалитет семенског материјала и одговарајућег начина складиштења и чувања семена дивљег кестена.

-Обзиром да је семенски материјал сакупљен са експерименталних стабала у Новом Саду имао просечно највишу клијавост, склоп младих биљака је позитивно утицао на развој и успех преживљавања. Највише вредности преживљавања сејанаца на крају вегетације 2011. године забележене су за генотипове БДС₂ (96,12%), БДС₁ (95,63%) и П₅ (95,18%). На крају вегетационе сезоне 2012. године сејанци истих генотипова показали су високе вредности за преживљавање (90,53%, 91,25%, односно 92,18%), а током 2013. године по високим вредностима преживљавања сејанаца истичу се генотипови БДС₂ (93,54%), П₅ (92,78%) и СК₄ (92,40%).

-Показатељи раста једногодишњих сејанаца експерименталних стабала дивљег кестена указују на укупну просечну вредност за висину од 12,26 cm, дужину корена од 12,87 cm, пречник у кореновом врату од 10,04 mm, масу надземног дела од 3,62 g, масу корена од 5,56 g и за број коренова I реда од 26,20.

-Истичу се једногодишњи сејанци генотипа БДС₁ по највишим вредностима за висину и дужину корена (19,20 cm и 17,51 cm), а сејанци генотипа БДС₂ по значајним вредностима за пречник кореновог врата (11,73 mm), масу надземног дела (4,63 g) и масу корена (6,84 g). Највише вредности броја коренова I реда (32,12) забележене су за сејанце генотипа СК₄.

-Успешна клијавост семена и густ склоп биљака у сејалишту разлог су оптималног развоја и повољних показатеља раста једногодишњих сејанаца генотипова са локалитета Нови Сад.

-Двогодишњи сејанци показали су значајан пораст у висину и дебљину. Укупна просечна вредност за висину била је 27,43 cm, а за пречник при основи стабла 16,25 mm. Сејанци генотипова БДС₁, БДС₂ и СК₄ имали су значајно високе вредности за

висину (30,20 cm, 35,80 cm и 35,68 cm) и за пречник при основи стабла (18,10 mm, 19,20 mm, и 19,33 mm).

-Просечне вредности висине трогодишњих сејанаца указују на значајно интензивирање раста биљака у току трећег вегетационог периода у расаднику. Установљена је укупна просечна вредност за висину надземног дела сејанаца од 79,84 cm и за пречник при основи стабла од 26,54 mm. У трећој години развоја сејанаца дивљег кестена високе вредности за висину и пречник при основи стабла имали су сејанци генотипови са локалитета у Новом Саду, БДС₁ (92,00 cm и 24,50 mm), БДС₂ (90,80 cm и 31,27 mm) и П₆ (91,30 cm и 29,05 mm).

-Показатељи раста усмерили су селекцију сејанаца осам генотипова који су послужили као подлога за калемљење хибрида црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Наупе.). Подлоге су две и три године старо потомство генотипова БП₄, БП₅, БДС₁, БДС₂, П₅, П₆, СК₁ и СК₄.

-Нису уочене значајније разлике у проценту пријема калемова између генотипова на шта указују веома ниски коефицијенти варијације од 0,61% у првој и 1,50% у другој години. Просечне вредности пријема калемова по годинама су износиле 80,84% (2012. година) и 84,53% (2013. година).

-У потпуности је испољена компатибилност подлога са племкама. Истичу се генотипови са локалитета Нови Сад (БДС₁, БДС₂ и П₆) са виским просечним пријемом калемова (84,32%, 82,95% и 82,72%).

-Обзиром на успешност и висок проценат пријема калемова хибрида црвеног кестена (*Aesculus × carnea* Наупе.) на подлози дивљи кестен (*Aesculus hippocastanum* L.), примењена метода енглеског спајања показала је добре резултате као вегетативни начин размножавања у производњи садног материјала хибрида црвеног кестена.

-Испитивање секундарних популација дивљег кестена које су присутне у урбаним срединама обухватило је педолошку анализу. Одабран је линијски засад дивљег кестена на прометној саобраћајници (Булевар Јаше Томића, Нови Сад) и контролна стабла на простору Футошког парка, знатно удаљена од утицаја саобраћајнице. На стаблима дивљег кестена у дрвореду примећени су знакови лисне хлорозе и некрозе, као и значајно смањење виталности и декоративности.

-Највиши проценат водорастворљивих соли у земљишту у обе испитиване године забележен је у августу (0,24%, односно 0,27%). Разлог су високе температуре ваздуха, као и изузетно сушан период, што је довело до асцендентног кретања и нагомилавања соли у зони кореновог система. У 2012. години забележен је садржај соли од 0,24% на дубини од 0 до 30 cm и 0,27% на дубини од 30 до 60 cm што је значајно изнад детерминисане горње границе од 0,15%.

-У узорцима земљишта сондираним у априлу констатоване су ниже просечне вредности у односу на вредности концентрације соли из узорака сондираних у августу. У просеку у двогодишњем периоду садржај соли се кретао од 0,10% на дубини од 0 до 30 cm, односно од 0,12% на дубини од 30 до 60 cm.

-Контролни узорци имали су веома ниску концентрацију водорастворљивих соли, без значајних разлика између дубина и термина испитивања. Износила је од

0,02% (април, 2012. година) до <0,01% (април и август, 2011. година). Резултати су очекивани обзиром да су узорци узимани из земљишта које није у директном контакту са посипањем индустријске соли. Контролна стабла дивљег кестена не показују симптоме лисне хлорозе и некрозе, у доброј су кондицији и задовољавају естетске критеријуме, што доводи до закључка о негативном утицају водорастворљивих соли из земљишта на виталност стабала дивљег кестена на Булевару Јаше Томића у Новом Саду.

-Анализом узорака земљишта на коме је одгајен линијски засад дивљег кестена установљен је укупни и лакоприступачни садржај тешких метала (Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Co, Ni, Pb и Cr). Највећи удео лакоприступачног облика у односу на укупни установљен је за цинк (од 12,24% до 16,54%), бакар (од 37,26% до 50,58%) и олово (од 23,37% до 30,64%). Обзиром на значајан садржај лакоприступачних облика тешких метала, са акцентом на олово, може се закључити да у значајној мери делују загађујуће на земљиште на коме је одгајен линијски засад дивљег кестена.

-Контролни узорци земљишта нису се значајније разликовали од узорака узетих из непосредне близине саобраћајнице. Разлог томе може да буде у чињеници да су испитивани тешки метали доспели у земљиште из ваздуха који није статичан, те под утицајем ваздушних струјања доспева и до простора који нису у непосредној близини оптерећених саобраћајница.

-Забележене вредности испитиваних тешких метала у земљишту нису изнад прописаних граничних вредности према Уредби о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма (Службени гласник Републике Србије, бр. 88/2010), те се може закључити да немају пресудан утицај на виталност посматраних стабала дивљег кестена. Намеће се закључак да је лоше здравствено стање индивидуа дивљег кестена узроковано високим концентрацијама водорастворљивих соли које су присутне у зони кореновог система.

Наведени закључци истичу прилагодљивост секундарних популација дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) у еколошким условима Војводине. Широка примена на различитим категоријама зелених простора допринела би побољшању квалитета животне средине. Високи потенцијал биолошких и производних карактеристика дивљег кестена може се искористити за потребе у хортикултури и пејзажној архитектури. Обзиром да је семе богато хемијски значајним материјама, нарочито есцином, оправдано је гајење ове врсте за коришћење у фармацеутској и хемијској индустрији.

11. ЛИТЕРАТУРА

1. Avtzis, N. (2001): *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae), the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leafminer in Greece. Proceedings of the 9th National Congress of Entomology, November 13–16, Ioannina, Greece.
2. Akbar, K.F., Headley, A.D., Hale, W.H.G., Athar, M. (2006): A comparative study of de-icing salts (Sodium Chloride and Calcium Magnesium Acetate) on the growth of some roadside plants of England. J. Appl. Sci. Environ., Vol. 10 (1): 67 – 71.
3. Akbari H., Pomerantz M., Taha H. (2001): Cool surface and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. Solar Energy, 70(3): 259–310.
4. Akbari, H. (2002): Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants. Environmental Pollution, 116: 119-126.
5. Akimov, I.A., Zerova, M.D., Gershenson, Z.S., Narolsky, N.B., Kochanez, O.M., Sviridov, S.V. (2003): First record of horse-chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) in Ukraine. Vestnik Zoologii 1: 3–12.
6. Анастасијевић, Н. (2007): Подизање и неговање зелених површина. Шумарски факултет, Универзитет у Београду.
7. Angelone M, Corrado T, Dowgiallo G. (1995): Lead and cadmium distribution in urban soil and plants in the city of Rome: a preliminary study. Proceedings of the Third International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements: 23 –24.
8. Aničić, M., Spasić, T., Tomašević, M., Rajšić, S., Tasić, M. (2011): Trace elements accumulation and temporal trends in leaves of urban deciduous trees (*Aesculus hippocastanum* and *Tillia* spp.). Ecological Indicators, 11: 824-830.
9. Arthur, M.A., Siccama, T.G., Yanai, R.D. (1999): Calcium and magnesium in wood of northern hardwood forest species: relations to site characteristics. Canadian journal of Forest Research, 29 (3): 339-346.
10. Balder, H. (1990): Investigations of the revitalization of trees damaged by deicing salt. Gesunde Pflanzen, 42(10): 356-361.
11. Baraldi, C., Bodecchi, L.M., Cocchi, M., Durante, C., Ferrari, G., Foca, G., Grandi, M., Marchetti, A., Tassi, L., Ulrici, A. (2007): Chemical composition and characterisation of seeds from two varieties (pure and hybrid) of *Aesculus hippocastanum*. Food Chemistry, 104: 229-236.
12. Bargagli, R. (1998): Trace elements in terrestrial plants: An ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Springer-Verlag, Berlin.
13. Barrick, W.E., Flore, J.A., Davidson, H. (1979): De-icing salt spray injury in selected *Pinus* spp. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 617-622.
14. Batos, B. (2010): Populaciona i individualna varijabilnost hemijskih markera - flavonoida i morfo - anatomskih karakteristika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
15. Batos, B., Miljković, D., Ninić-Todorović, J. (2012): Length of vegetation period as parameter of common oak (*Quercus robur* L.) phenological variability. Genetika, Vol. 44, No.1: 139-152.
16. Bach, A., Pawlowska, B., Pietrzak, M. (2009): Eco-friendly methods of reducing the consequences of winter maintenance in urban green areas. Folia Horticulturae, 21/12: 99-109.
17. Baycu, G., Onal, M. (1992): The effects and the accumulation of cadmium in *Ailanthus altissima*. Physiologia Plantarum, 85 (3), A74, (part 2).

18. Baycu, G., Tolunay, D., Ozden, H., Sureyya, G. (2006): Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environmental Pollution*, 143: 545-553.
19. Beaubien, E.G., Freeland, H.J. (2000): Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. *Int J Biometeorol*, 44: 53–59.
20. Bergmann, B.A., Hackett, W.P., Pellett, H. (1988): Comparison of rootability of stem cuttings from seedlings of *Aesculus* sp. and mature *Aesculus x arnoldiana* 'Autumn Splendor'. *Journal of Environmental Horticulturæ*, 6(2): 69-71.
21. Bergmann, B.A., Pellett, H.M., Hackett, W.P. (1989): *Aesculus* 'Autumn Splendor'. *Hortscience* 24(1): 180-181.
22. Berjak, P., Mycock, D.J., Wesley-Smith, J., Dumet, D., Watt, M.P. (1996): strategies for in vitro conservation of hydrated germplasm. U: In vitro Conservation of plant genetic resources, Plant Biotechnology Laboratory, University Kebangsaan, Malaysia, Kuala Lumpur: 19-52.
23. Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H., Taylor, G. (1998): Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution*, 99 (3): 347-360.
24. Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H., Taylor, G. (2000): Effective tree species for local air quality management. *J. Arboriculture*, 26 , pp. 12–19.
- 25.
26. Bir, R. (1992): Growing and propagating showy native woody plants. University of North Carolina Press, Chapel Hill, N.C.
27. Bisio, A., Carli, S., Gastaldo, P., Profumo, P. (1996): Callus formation and somatic embryogenesis from pith explants of *Aesculus hippocastanum* L. *Phytotherapy Res.* 10: 79-80.
28. Bisler, H., Pfeifer, R., Kluken, N., Pauschinger, P. (1986): Effects of horse-chestnut seed extract on transcapillary filtration in chronic venous insufficiency. *Dtsch Med Wochenschr*, 111(35): 1321-1329.
29. Blaser, R.E. (1976): Plants and de-icing salts. *Amer. Nurseryman*, 143, pp. 48-53.
30. Bombardelli, E., Morazzoni, P., Griffini, A. (1996): *Aesculus hippocastanum* L. *Fitoterapia*, 67(6): 483-511.
31. Bonner, F.T.(1978): Storage of hardwood seeds, *Forest Genetic Resources Information No.7*, FAO Corporate Document Repository.
32. Bonner, F.T., Vozzo, J.A., Elam, W.W., Land Jr., S.B. (1994): Tree seed technology training course, Instructor's manual. USDepartment of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station, New Orleans, Louisiana, General Technical Report, SO-106.
33. Brack, CL. (2002): Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution*, 116: 195-200.
34. Braslavská, O., Kamensky, L. (1999): Leafing of forest trees and shrubs in the period 1986–1999. *Atmosféra Stor Organiz Ekosyst*, 21: 67–71.
35. Briffa, K.R., Osborn, T.J., Schweingruber, F.H., Harris, I.C., Jones, P.D., Shiyatov, S.G., Vaganov, E.A. (2001): Low-frequency temperature variations from a northern tree ring density network, *J. Geophys. Res.*, 106 (D3): 2929–2941.
36. Browse, P.M. 1970. The propagation of *Aesculus*. *Gardener.s Chronicle*. 167(7): 35-36.
37. Bukurov, B. (1953): Geomorfološki prikaz Vojvodine. *Zbornik Matice srpske, sekcija prirodnih nauka*, sv. 4, Novi Sad.
38. Bullock, P., Gregory, J.P. (1991): Soils: A neglected resource in urban areas, In: *Soils in the urban environment*. Soil Survey and Land Research Centre, Silsoe, UK.

39. Bunuševac, T. (1961): Rezultati istraživanja fenoloških i drugih pojava na dendroflori zelenih površina Novog Beograda u 1959. godini. Univerzitet u Beogradu, Glasnik Šumarskog fakulteta-Knjiga 25, pp.69-126.
40. Burda, S., Oleszek, W. (2001): Antioxidant and antiradical activity of flavonoids. J. Agric. Food Chem, 49: 2774-2779.
41. Burtwell, M. (2001): Assessment of the performance of pre-wetted salt for snow removal and ice control. Transportation Research Record 1741, Paper No. S00-0052. Berkshire, United Kingdom.
42. Buckley, B.M., Cook, E.R., Peterson, K.J., Barbetti, M. (1997): A changing temperature response with elevation for *Lagarostrobos franklinii* in Tasmania, Australia. Clim Change, 36: 477-498.
43. Velagic-Habul, E., Lazarev, V. Custovic, H. (1991): Evaluation of emission of SO₂ and occurrence of pathogenic fungi of forest tree species. Zastita Bilja 42(2): 153-164.
44. Vertucci, C.W., Farrant, J.M. (1995): Acquisition and loss of desiccation tolerance. U: Seed development and germination, Marcell Dekker, New York: 69-87.
45. Villalva, S., Del Estal, P. (2003). Presencia en España de *Cameraria ohridella* Deska & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae) plaga del castaño de Indias. III. Congreso Nacional de Entomología Aplicada. IX. Jornadas científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada, Avila, España, 20 October, 2003–24 October, 2003. Universidad Católica de Avila publication service, Avila, Spain.
46. Vukićević, E. (1997): Dekorativna dendrologija, II dopunjeno izdanje, Univerzitet u Beogradu.
47. Gannibal, B.K., Lovelius, N.V. (1996): Ecological analysis of radial increment of trees in the Kondara Gorge (Tadjikistan). Bot Zhur, 81: 105-118.
48. Gastaldo, P., Caviglia, A.M., (1996): Somatic embryogenesis and esculin formation in calli and embryoids from bark explants of *Aesculus hippocastanum* L. Plant Sci Shannon, 119: 157-162.
49. Gastaldo, P., A.M. Caviglia, S. Carli, and P. Profumo. 1996. Somatic embryogenesis and esculin formation in calli and embryoids from bark explants of *Aesculus hippocastanum* L. Plant Sci. Limerick 119(1/2): 157-162.
50. Gibbs, J.N., Palmer, C.A. (1994): A survey of damage to roadside trees in London caused by application of de-icing salt during the 1990/1991 winter. J. Arboric. 18: 321-343.
51. Gibson-Watt, A. (1997): An experiment with buckeyes. Quarterly J. For., 91(2): 145-148.
52. Gilbertson, P., Bradshaw, A.D. (1985): Tree survival in cities: the extent and nature of the problem. Arboric. J. 9: 131-142.
53. Gosling, P. (2007): Raising trees and shrubs from seed. Forestry Commission Practice Guide, Edinburgh, UK.
54. Grbić, M (1992): Unapređenje rasadničke proizvodnje nekih brestova (*Ulmus* L.) autovegetativnim metodama razmnožavanja. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet, Beograd.
55. Грбић, М. (2004): Вегетативно размножавање украсног дрвећа и жбуња. I.K.P.Ne&Bo, I.P.Трагови, Београд.
56. Grimm, N.B., Faeth, S., Golubiewski, N.E., (2008): Global change and the ecology of cities. Science, 319: 756-760.
57. Gross, H.L. (1991): Dieback and growth loss of sugar maple associated with defoliation by the forest tent caterpillar. For. Chron. 67: 33–42.
58. Guichard, S., Augustin, S. (2002): Acute spread in France of an invasive pest, the horse chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). J. Pest. Sci. 75: 145–149.

59. Guillaume, M., Padioleau, F. (1994): Veinotonic effect, vascular protection, antiinflammatory and free radical scavenging properties of horse chestnut extract. *Arzeimittelforschung*, 44: 25-35.
60. Gumilevskaya, N.A., Azerkovich, M.I. (2007): Physiological and biochemical characteristics of the recalcitrant seeds having dormancy: A Review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol.43, No.3: 332-340.
61. Davidov, D. (2007): Fruška gora. Zavod za udžbenike, Beograd, Srbija.
62. Davison, A.W. (1971): The effect of de-icing salt on roadside verges. *J. Appl. Ecol.* 8: 555-561.
63. Damm, A. (2008): Hyperspektrale Fernerkundung zur Ableitung Pflanzphysiologischer Parameter von Stadtbäumen-Strahlungstransfermodellierung für Berliner Kastanienbestände. PhD thesis. Humboldt-Universität zum Berlin, Geographisches Institut.
64. Dameri, R.M., Caffaro, L., Gastaldo, P., Profumo, P. (1986): Callus formation and embryogenesis with leaf explants of *Aesculus hippocastanum* L. *J. Plant Physiol.* 126: 93-96.
65. Daws, M.I., Lydall, E., Chmielarz, O., Matthews, S., Thanos, C.A., Pritchard, H.W. (2003): Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist*, 162: 157-166.
66. Deli, J., Molnar, P., Matus, Z., Toth, G., Steck, A., Niggli, U.A. (1998): Aesculaxanthin, a new carotenoid isolated from pollens of *Aesculus hippocastanum* L. *Helvetica Chimica Acta*, 81: 1815-1820.
67. Deli, J., Matus, Z., Toth, G. (2000): Comparative study on the carotenoid composition in the buds and flowers of different *Aesculus* species. *Chromatographia*, 51: 179-182.
68. Deschka, G., Dimic, N. (1986): *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, eine Gefahr für die Roßkastanie *Aesculus hippocastanum* L. (*Insecta*, *Lepidoptera*, *Lithocolletidae*). *Linzer Biologische Beiträge* 25: 141-148.
69. De Miguel, E., Jmenez de Grado, M., Llamas, J.F., Martin-Dorado, A., Mazadiego, L.F. (1998): The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). *Sci Total Environ*: 113 -122.
70. Dirr, M. (1976): Selection of trees for tolerance to salt injury. *Journal of Arboriculture*, 2(11): 209-216.
71. Dobson, M.C. (1991): Diagnosis of De-icing Salt Damage to Trees. *Arboric. Res. Note*, 96-91-Path., *Arboricultural Advisory and Information Service*, Surrey.
72. Dobson, M.C. (1991): De-icing salt damage to trees and shrubs. *Forestry Commission Bull.* 101, London.
73. Em, H. (1959): Diviot ili konskiot kosten vo Nr Makedonija. *God. zbornik., Zemj.-sum.fak.,12*, Skopje.
74. Em, H. (1967): Pregled na dendroflorata na Makedonija, Sojuz na inženeri i tehničari po šumarstvo i industrija za preradbotka na drvoto bo SR Makedonija, Skopje: 71-101.
75. Живковић, Б., Нејгербауер, В., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Л., Дрезгић, П. (1972): Земљишта Војводине. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
76. Zajączkowski, P. (2001): Zagraniczni goście w polaskich lasach, czyli o introdukcji obcych gatunkow drzew. *Poznajmy Las*, 2: 14-15.
77. Zhang, Z., Li, S., Lian, X.Y. (2010): An overview of Genus *Aesculus* L.: Ethnobotany, Phytochemistry and Pharmacological Activities. *Pharmaceutical Crops*, 1: 24-51.
78. Исајев, В., Манчић, А. (2001): Шумско семенарство. Шумарски факултет Универзитета у Бања Луци, Шумарски факултет Универзитета у Београду.

79. Jitareanu, C.D., Slabu, C., Toma, D.L., Marta, A.E., Radu, M. (2010): Physiological response of chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) roadside trees to pollution. *Lucrari Stiintifice*, vol. 53, No. 2, seria Agronomie: 36-41.
80. Jovanović, B. (1971): *Dendrologija sa osnovima fitocenologije*. Naučna knjiga, Beograd.
81. Johnson, G.R., Sucoff, E. (1999): *Minimizing de-icing salt injury to trees*. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension Service.
82. Johnston, W.R., Harrison, R.M. (1984): Deposition of metallic and organic pollutants alongside the M6 motorway. *Sci. Tot. Environ.*, 3: 119-127.
83. Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (1986): *Trace elements in soils and plants*. CRC press Inc., Boca Ration, Florida.
84. Kamenicka, A., Rypak, M. (1989): Tissue cultures in woody plants propagation (in Slovak). *Acta Dendrobiologica*. 160(44): 124-159.
85. Kapusta, I., Janda, B., Szajwaj, B., Stochmal, A., Piacente, S., Pizza, C., Franceschi, F., Franz, C., Oleszek, W. (2007): Flavonoids in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) seeds and powdered waste water byproducts. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55 (21): 8485-8490.
86. Karsholt, O., Kristensen, N.P. (2003): Kastaniemøllet: et smukt nyt skadedyr I Danmark. *Dyr I Natur Og Museum* 1: 9–11.
87. Kayama, M., Quoreshi, A.M., Kitaoka, S., Kitahashi, Y., Sakamoto, Y., Maruyama, Y., Kitao, M., Koike, T. (2003): Effects of de-icing salt on the vitality and health of two spruce species, *Picea abies* Karst. and *Picea glehnii* Masters planted along roadsides in northern Japan. *Environmental pollution*, 124: 127-137.
88. Kehrlí, P., Bacher, S. (2003): Date of leaf liter removal to emergence of *Cameraria ohridella* in the following spring. *Entomol. Exp. Appl.* 107:159–162.
89. Kim, N.D., Fergusson, J.E. (1994): Seasonal variations in the concentrations of cadmium, copper, lead and zinc in leaves of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). *Environmental Pollution*, 86 (1): 89-97.
90. Konoshima, T., Lee, KH. (1986): Antitumor agents, cytotoxic sapogenols from *Aesculus hippocastanum*. *Journal of Natural Products*, Vol. 49, No. 4: 650-656.
91. Kosmala, M. (2005): Najnowsze technologie poprawiające warunki rozwoju drzew przyulicznych w miastach. *Architektura. Wyd. Politechniki Krakowskiej*: 65-72.
92. Kosola, K.R., Dickmann, D.I., Paul, E.A., Parry, D. (2001): Repeated insect defoliation effects on growth, nitrogen acquisition, carbohydrates, and root demography of poplars. *Oecologia* 129: 65–74.
93. Kramer, P.J. (1957): Thermoperiodism in Trees. In: *The Physiology of Forest Trees*. The Ronald Press Company, New York: 573-580.
94. Kramer, P.J., Kozlowski, T.T. (1979): *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, Orlando.
95. Kremer, D. (2001): Fenološka zapažanja cvatnje nekih drvenastih vrsta u botaničkom vrtu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. *Šumarski list*, br.9-10, str. 475-486.
96. Krüssman, G. (1984): *Manual of cultivated broad-leaves trees and shrubs*. Timber Press, in cooperation with the American Horticultural Society, Beaverton, Or.
97. Kukava, A.A. (1988): Flowering biology and productivity in some hazel cultivars in the Kolhida lowlands. *Subtropicheskie Kultury, Georgia*, No. 5: 25-31.
98. Lagerwerf, J.V., Specht, A.W (1970): Contamination of roadside vegetation with cadmium, nickel, lead and zinc. *Environ. Sci.Technol.*, 4: 583-586.

99. LeBlanc, D., Terrell, M. (2001): Dendroclimatic analyses using Thornthwaite-Mather-Type evapotranspiration models: a bridge between dendroecology and forest simulation models. *Tree-Ring Res*, 57: 55-66.
100. Leiss, J. (1967): Grafting, outdoors, deciduous and broadleaf. *Comb. Proc. Intl. Plant. Prop. Soc.* 17: 303-305.
101. Leith, H. (1974): Phenology and seasonality modelling. Chapman and Hall, London, pp. 444.
102. Lemajić, Lj., Savin, K., Ivanić, R., Lalić, Ž. (1985): Masno ulje semena divljeg kestena. *ArArh. far.*, 36 (6): 295-300.
103. Leh, H.O. (1990): Investigations on health condition of street trees after discontinued use of de-icing salts on streets in Berlin (in German). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, 42(9): 134-142.
104. Lorenz, D., Marek, M.L. (1960): Das therapeutische wirksame prinzip der rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*). *Arzneimittelforschung*, 10: 263-272.
105. Lux W. (1986): Shhwermetallgehalte und isoplethen in Boden, subhydrishen Ablagerung und Pflanzen im Sudosten Hamburgs. *Hamburger Bodenkudliche Arbeiten*;5: 249.
106. Madrid, L., Encarnacion, D.B., Fernando, M. (2002): Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. *Chemosphere*, 49: 1301-1308.
107. Maksimov, N.A. (1961): Fiziologija bilja. *Dnevnik, Novi Sad*: 467.
108. Manojlović, M., Bogdanović, D., Lazić, S., Nešić, Lj. (2014): Plodnost i opterećenost zemljišta u pograničnom području. *Univerzitet u Novom sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*: 11-58.
109. Markert, BA. (1992): Establishing of „reference plants“ for inorganic characterisation of different plant species by chemical fingerprinting. *Water, Air and Soil Pollution*, 64: 533-538.
110. Matsuda, H., Li, Y., Murakami, T., Ninomiya, K., Yamahara, J., Yoshikawa, M. (2007): Effects of escins Ia, Ib, IIa, and IIb from horse chestnut, the seeds of *Aesculus hippocastanum* L., on acute inflammation in animals. *Biological & pharmaceutical bulletin*, Vol. 20, No. 10: 1092-1095.
111. MacDonald, B. (1986): Practical woody plant propagation for nursery growers. Timber press. Portland OR.
112. May, C. (1963): Note on storage of buckeye and horsechestnut seed. *American Horticulture Magazine*, 42 (4): 231-232.
113. Meier U., Graf H., Hack H., Hess M., Kennel W., Klose R., Mappes D., Seipp D., Stauss R., Streif J., Van Den Boom T. (1994): Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.) des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.), *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 46: 141-153.
114. Mekdaschi, R., Horlacher, D., Schultz, R., Marschner, H. (1988): Damage to street trees in Stuttgart by de-icing salt and improved measures to reduce the effects of de-icing salt (in German) *Angewandte-Botanik.* 62: 355-371.
115. Menzel, A., Fabian, P. (1999): Growing season extended in Europe. *Nature* 397: 659–663.
116. Menzel, A. (2000): Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *Int. J Biometeorol*, 44: 76–81.
117. Menzel, A., Estrella, N., Heitland, W., Susnik, A., Schleip, C., Dose, V. (2008): Bayesian analysis of the species-specific lengthening of the growing season in two european countries and the influence of an insect pest. *Int. J. Biometeorology*, 52: 209-218.

118. Merck & Co., Inc. (2001): The Merck index: An encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals, 13th Edition. Merck Research Laboratories, Whitehouse Station.
119. Милошевић, М., Михаљев, И., Ђировић, М., Докић, П. (1996): Опште семенарство. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
120. Mitchell, A. (1987): The trees of North America. Facts on File Publications, New York.
121. Monaci, F., Moni, F., Panciotti, E., Greche, D., Bargagli, R. (2000): Biomonitoring of airborne metals in urban environments: new tracers of vehicle emission, in place of lead. *Environmental Pollution*, 107: 321-327.
122. More, D., White, J. (2002): The illustrated encyclopedia of trees. Timber Press, Portland, OR.
123. Munns, R. (1993): Physiological processes limiting plant growth in saline soils: Some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.*, 16: 15-24.
124. Naidoo, R., Lechowicz, M.J. (1999): Radial growth losses in preferred and avoided host species during gypsy moth outbreaks. *North. J. For.* 16: 11–18.
125. Naegle, E.R., Burton, J.W., Carter, T.E., Ruffy, T.W. (2005): Influence of seed nitrogen content on seedling growth and recovery from nitrogen stress. *Plant Soil* 271 (1/2): 329–340.
126. Nardini, A., Raimondo, F., Scimone, M., Salleo, S. (2004): Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on whole-plant photosynthetic productivity of *Aesculus hippocastanum*: insights from a model. *Trees* 18: 714–721.
127. Neely, D. (1976): Iron deficiency chlorosis of shade trees. *J. Arboric.*, 2: 128-130.
128. Nejgebauer V, Živković B, Tanasijević ĐM, Miljković N (1971) Pedološka karta Vojvodine. Institut za poljoprivredna istraživanja- Novi Sad.
129. Ninić-Todorović, J. (1990): Istraživanje uticajnih činilaca i utvrđivanje optimalnih tehnoloških metoda za proizvodnju visokokvalitetnih sadnica mečje leske (*Corylus colurna* L.). Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.
130. Ninić-Todorović, J., Cerović, S., Ognjanov, V., Gološin, B., Bijelić, S., Kurjakov, A. (2010): Rootstocks of *Corylus colurna* L. for nursery production. *Acta Horticulturae*, Vol. 1, No. 845: 273-279.
131. Ninić-Todorović, J., Cerović, S., Ognjanov, V., Gološin, B., Bijelić, S., Čukanović, J., Kurjakov, A., Mladenović, E. (2011): Characteristics of different hazel cultivars grafted on Turkish filbert rootstocks (*Corylus colurna* L.). 22. International Symposium Food Safety Production, Trebinje, Faculty of Agriculture.
132. Ninić-Todorović, J., Čukanović, J., Kurjakov, A., Mladenović, E., Lazović, R., Todorović, I., Todorović, D. (2012): Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) seedling characteristics as rootstock for hazelnut cultivar grafting. *Savremena poljoprivreda*, Vol. 61, No. 3-4: 240-246.
133. Ninić-Todorović, J., Tešević, V., Cerović, S., Kurjakov, A., Čukanović, J., Todorović, I., Todorović, D. (2012): Oil characteristics of different Turkish filbert (*Corylus colurna* L.) genotypes. 16. International Eco-conference, Novi Sad, 26-29. Septembar: 511-518.
134. Ninić-Todorović, J., Ognjanov, V., Keserović, Z., Cerović, S., Bijelić, S., Čukanović, J., Kurjakov, A., Čabilovski, R. (2012): Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) offspring variability as a foundation for grafting rootstocks production. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 18 (No. 6): 865-870.
135. Nowak, DJ., Crane, DE., Stevens, JC. (2006): Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4: 115-123.
136. Oda, K., Matsuda, H., Murakami, T., Katayama, S., Ohgitani, T., Yoshikawa, M. (2000): Adjuvant and haemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants. *Biological Chemistry*, 381: 67-74.

137. Ozden, H., Baycu, G. (2004): Cadmium exposure and changes in some physiological parameters of *Quercus robur spp. robur* L. (common oak) and *Acer negundo* L. (Box Elder) seedlings. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13 (3B): 268-273.
138. Oleksyn, J., Kloeppe, B.D., Lukaszewicz, S., Karolewski, P., Reich, P.B. (2007): Ecophysiology of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in degraded and restored urban sites. *Polish Journal of Ecology*, 55 (2): 245-260.
139. Ocokoljić, M., Ninić-Todorović, J. (2003): Priručnik iz dekorativne dendrologije. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
140. Ocokoljić, M. (2006): Najstarija stabla na zelenim površinama Beograda kao polazni materijal u proizvodnji sadnica ukrasnog drveća. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
141. Ocokoljić, M., Nikić, Z., Medarević, M., Čavlović, D. (2011): Effect of horse chestnut tree genotype on production of fatty oil and fatty acids in seeds cotyledons. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10 (10): 1932-1935.
142. Ocokoljić, M., Stojanović, N. (2009): Phenotypic characteristics of trees and seeds as the base for improvement and conservation of the horse chestnut gene pool. *Journal: Arch. Biol. Sci.*, 61 (4): 619-622.
143. Ouedraogo, A.S., Poulsen, K., Stubsgaard, F. (1996): Intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome: 3-147.
144. Pammenter, N.W., Berjak, P. (1999): A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation tolerance mechanisms. *Seed Science Research*, 9: 13-37.
145. Paoletti, E. (2009): Ozone and urban forests in Italy. *Environmental Pollution*, 157: 1506-1512.
146. Parmesan, C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.* 37: 637-669.
147. Parmesan, C., Yohe, G. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
148. Pachey, C.J., Sinnett, D., Wilkinson, M., Morgan, G.W., Freer-Smith, P.H., Hutchings, T.R. (2009): Deposition and solubility of airborne metals to four plant species grown at varying distances from two heavily trafficked roads in London. *Environmental Pollution*, 157: 2291-2299.
149. Pedersen, B.S. (1998): The role of stress in the mortality of midwestern oaks as indicated by growth prior to death. *J. Arboric.* 29: 253-258.
150. Pelov, V., Tomov, R., Trench, G. (1993): *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic (Gracillariidae, Lepidoptera)—a new pest of *Aesculus hippocastanum* in Bulgaria. *National Conference for Forest Protection*, Sofia: 95-99.
151. Penuelas, J., Filella, Comas, P. (2002): Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8: 531-544.
152. Petersen, A., Eckstein, D. (1988): Roadside trees in Hamburg—their present situation of environmental stress and their future chance for recovery. *Arboric. J.*, 12: 109-117.
153. Peterson, E., Sanka, M., Clark, L. (1996): Urban soils as pollutant sinks—a case study from Aberdeen, Scotland. *Appl. Geochem.*, 11: 129-131.
154. Piczak, K., Lesniewicz, A., Zyrnicki, W. (2003): Metal concentrations in deciduous tree leaves from urban areas in Poland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 86: 273-287.
155. Pritchard, H.W., Steadman, K.J., Nash, J.V., Jones, C. (1999): Kinetics of dormancy release and the high temperature germination response in *Aesculus hippocastanum* L. seeds. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 50, No. 338: 1507-1514.
156. Profumo, P., Caviglia, A.M., Gastaldo, P., Dameri, R.M. (1990): Aescin content in embryogenic callus and in embryoids from leaf explants of *Aesculus hippocastanum*. *Planta Medica*, 57: 50-52.

157. Profumo, P., Caviglia, A.M., Gastaldo, P. (1994): Aescin formation in calli, and embryoids from cotyledon and stem explants of *Aesculus hippocastanum* L. J. of Pharmacy and Pharmacol. 46(11): 924-925.
158. Radojević, Lj. (1978): *In vitro* induction of androgenic plantlets in *Aesculus hippocastanum*. Protoplasma, 96: 369-374.
159. Raimondo, F., Gharardelli, L.A., Nardini, A., Salleo, S. (2003): Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on photosynthesis, water relations and hydraulics of *Aesculus hippocastanum* leaves. Trees, Vol.17, No. 4: 376-382.
160. Rajšić, S., Mijić, Z., Tasić, M., Radenković, M., Joksić, J. (2008): Evaluation of the levels and sources of trace elements in urban particulate matter. Environmental Chemistry Letters, Vol. 6, No. 2: 95-100.
161. Randrup, B.T., McPherson, G., Simpson, R.J. (2000): Urban forest benefit/cost analysis. Draft program for the implementation of an urban forest benefit/cost model in Denmark. Danish Forest and Landscape Research Institute: 1-64.
162. Rathubun, S.W., Kirkpatrick, A.C. (2007): Treatment of chronic venous insufficiency. Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine, 9: 115-126.
163. Robidoux Y.P., Delisle E.C. (2001): Ecotoxicological evaluation of tree deicers (NaCl, NaFo, CMA) effect on terrestrial organisms. Ecotoxicol. Environ. Safety 48(2): 128-139.
164. Robinson, B.H., Mills, T.M., Petit, D., Fung, L.E., Green, S.R., Clothier, B.E. (2000): Natural and induced cadmium-accumulation in poplar and willow: implications for phytoremediation. Plant and Soil, 227: 301-306.
165. Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C., Pounds, J.A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature 421, pp. 57–60.
166. Rudolf, P. O. (1974): *Aesculus* L.: Buckeye: Horsechestnut: 195-200.
167. Ruml, M., Vulić, T. (2005). Importance of phenological observations and predictions in agriculture. Journal of Agricultural Sciences, Belgrade, 50 (2): 217-225.
168. Saebo, A., Benedikz, T., Randrup, T.B. (2003): Selection of trees for urban forestry in the Nordic counties. Urban Forestry & Urban Greening, 2(2): 101-114.
169. Salleo, S., Nardini, A., Raimondo, F., Gullo, M., Pace, F., Giacomich, P. (2003): Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy. Trees 17: 367–375.
170. Sawidis, T., Chettri, M.K., Papaioannou, A., Zachariadis, A., Stratis, J. (2001): A study of metal distribution from lignite fuels using tree as biological monitors. Exotoxicology and Environmental Safety, 48: 27-35.
171. Seneta, W., Dolatowski, J. (2005): Dendrologia. PWN, Warsaw.
172. Sefrova, H., Laštuvka, Z. (2001): Dispersal of the horse-chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986. in Europe: its source, way and causes. Entmol Z., 111: 194-198.
173. Szszeapanowska, H.B. (2001): Drzewa w miescie. Hortpress, Warszawa.
174. Sieghart, M., Mursh-Radlgruber, E., Paoletti, E., Couenberg, E., Dimitrakopoulos, A., Rego, F., Hatzistathis, A., Randrup, B.T. (2005): The abiotic urban environment: Impact of urban conditions on urban vegetation. [In:] Urban Forests and Trees: 281-323.
175. Singh, G. (2004): Plant systematics: an integrated approach. Science Publishers, Enfield, NH.
176. Simonović, D. (1959): Botanički rečnik naučnih i narodnih imena biljaka sa imenima na ruskom, engleskom, nemačkom i francuskom jeziku. Srpska akademija nauka, posebno izdanje. Naučno delo, Beograd.
177. Sirtori R. Cesare (2001): Aescin: pharmacology, pharmacokinetics and therapeutic profile. Pharmacological Research, Vol.44, No. 3: 183-193.

178. Skurhavy, V. (1999): An overview of knowledge about the horse chestnut miner *Cameraria ohridella* Desch.&Dim. (Lep., Gracillariidae). Anz. Schädling, 72: 95-99.
179. Slabu, C., Jitareanu, C.D., Toma, L.D., Robu, T., Marta, A.E., Radu, M. (2009): Ecological impact of deicing salt on *Tilia cordata* Mill. plants from roadside environment. Lucr. st., seria Agronomie, vol. 51: 40-44.
180. Smiley, E.T., Hart, J.B., Kielbaso, J.J. (1985): Foliar nutrient diagnosis of urban sugar and red maples in the Great Lakes Region. J. Environ. Hort., 3: 104-107.
181. Smiley, E.T., Kielbaso, J.J., Nguyen, P.V. (1986): Soil factors associated with manganese deficiency of urban sugar and red maples. J. Arboric. 12: 169-173.
182. Sparks, T.H., Jeffree, E.P., Jeffrey, C.E. (2000): An examination of relationships between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological record from the UK. Int J Biometeorol, 44: 82-87.
183. Stanković, S. (1995): Hemijski sastav semena divljeg kestena *Aesculus hippocastanum* L. Monografija, Leskovac.
184. Starshova, N.P. (1972): The „antheology“ of *Phellodendron amurense* in Middle Volga region. Ecology of flowering. Botanicheskii Zhurnal, 57 (11): 1402-1412.
185. Stilinović, S., Tucović, A. (1977): Prilog razmatranju kriterijuma za izdvajanje hortikulturnih semenskih objekata. Glasnik Šumarskog fakulteta, Pejzažna arhitektura, Serija C, Br. 51: 107-121.
186. Stilinović, S., (1985): Semearstvo šumskog i ukrasnog drveća i žbunja. Institut za šumarstvo Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
187. Straw, N.A., Tilbury, C. (2006): Host plants of the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella*), and the rapid spread of the moth in the UK 2002-2005. Arboricult. J. 29 (2): 83-99.
188. Sun, B., Zhao, F.J., Lombi, E., McGrath, S.P. (2001): Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. Environmental pollution, 113: 111-120.
189. Suszka, B., Muller, C., Bonnet-Masimbret, M. (1994): Seeds of forest broadleaves from harvest to sowing. Institut National De La Recherche Agronomique, INRA, Paris.
190. Schmidt O, Dujesiefken D, Stobbe H, Moreth U, Kehr R, Schroder T. (2008): *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* associated with horse chestnut bleeding canker in Germany. For Pathol 38: 124-128.
191. Schrader, E., Schwanki, W., Sieder, C.H., Christoffel, V. (1995): Vergleichende untersuchung zur bioverfügbarkeit von β -aescin nach oraler einmalverabreichung zweier rosskastaniensamenextrakt enthaltender, gelenisch unterschiedlicher derreichungsformen. Pharmazie, 50: 623-627.
192. Scott, N.E., Davison, A.W. (1982): De-icing salt and the invasion of road verges by maritime plants. Watsonia 14: 41-52.
193. Takos, I., Varsamis, G., Avtizis, D., Galatsidas, Sp., Merou, Th., Avtizis, N. (2008): The effect of defoliation by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. Forest Ecology and Forest Management, 255: 830-835.
194. Tilbury, C., Straw, N., Evans, A.H. (2004): Recent establishment of horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella*, in the UK. Proceedings of the 1st International Cameraria Symposium, 2004, Prague, March 24-27.
195. Tomanek, J. (1994): Botanika leśna. PWRiL, Warsaw.
196. Tomašević, M., Rajšić, S., Đorđević, D., Tasić, M., Krstić, J., Novaković, V. (2004): Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas. Environ Chem Lett, 2: 151-154.
197. Tripathi, L., Tripathi, J.N. (2003): Role of biotechnology in medicinal plants. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2 (2): 243-253.

198. Trenchev, G., Tomov, R., Trencheva, K. (2000). Current pest status of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 in Bulgaria and strategy of control. *Nauka Za Gorata* 37 (2/3): 55–61.
199. Tryjanowski, P., Panek, M., Spark, T. (2006): Phenological response of plants to temperature varies at the same latitude: case study of dog violet and horse chestnut in England and Poland. *Climate Research*, Vol.32: 89-93.
200. Tucakov, J. (2010): Lečenje čajevima lekovitog bilja. *Zapis*, Beograd, pp.123-125.
201. Tucović, A. (1983): Oplemenjivanje šumskog drveća. *Šumarska enciklopedija*. Sveska 2. Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb.
202. Tucović, A., Isajev, V. (1991): Perspektive oplemenjivanja drveća i žbunja u Srbiji. *Glasnik Šumarskog fakulteta* br.73, Beograd.
203. Thalmann, C., Freise, J., Heitland, W., Bacher, S. (2003): Effects of defoliation by horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees* 17: 383–388.
204. Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145–148.
205. Thompson, J.R., Rutter, A.J., Ridout, P.S. (1986): The salinity of motorway soils II. Distance from the carriage way and other sources of local variation on salinity. *J. Appl. Ecol.*, 23: 269-280.
206. Thornton I. (1991): Metal contamination of soils in urban areas. In: Bullock P, Gregory PJ, editors. *Soils in the urban environment*, London: Blackwell: 47 –75.
207. Tyrvaäinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., Vries, D.S. (2005): Benefits and uses of urban forests and trees. *Urban Forestry and Urban Greening*: 81-114.
208. Čalić-Dragosavac, D., Stevović, S., Zdravković-Korać, S. (2010): Impact of genotype, age of tree and environmental temperature on androgenesis induction of *Aesculus hippocastanum* L. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 9, No.26: 4042-4049.
209. Čalić-Dragosavac, D., Zdravković-Korać, S., Jevremović, S., Guć-Ščekić, M., Radojević, L.J. (2003): Efficient haploid induction in microspore suspension culture of *Aesculus hippocastanum* and karyotype analysis. *Biologia Plantarum*, 47(2): 289-292.
210. Čalić-Dragosavac, D., Zdravković-Korać, S., Miljković, D., Radojević, L.J. (2009): Comparative analysis of microspore size variability in the genus *Aesculus* (Hippocastanaceae). *Arch. Biol. Sci.*, 61 (4): 795-800.
211. Čalić-Dragosavac, D., Zdravković-Korać, S., Pemac, D, Radojević, L.J. (2005): The effect of low temperature on germination of androgenic embryos of *Aesculus hippocastanum* L. *Biologia Plantarum*, 49 (3): 431-433.
212. Čalić-Dragosavac, D., Pemac D, Dragičević, I., Radojević, L.J. (2008): Variability and bimodal distribution of size in uninuclear microspores of *Aesculus flava* Marshall. *Arch. Biol. Sci.* 60 (1): 3-4.
213. Urbani, N. (1914): Fenološke biljepke. *Šum. list*, 1 (38): 16-20.
214. Unger, J., Sumeghy, Z., Zoboki, J. (2001): Temperature cross-section features in an urban area. *Atmos. Res.*, 58: 117-127.
215. Fant, F., Vranken, W.F., Borremans, F.A.M. (1999): The treedimensional solution structure of *Aesculus hippocastanum* antimicrobial protein 1 determined by H-1 nuclear magnetic resonance. *Proteins Structure Function and Genetics*, 37: 388-403.
216. Farrant, J.M., Pammenter, N.W., Berjak, P. (1988): Recalcitrance –a current assessment. *Seeds Science and Technology*, 16: 155-166.
217. Farrant, J.M., Pammenter, N.W., Berjak, P. (1993): Seed development in relation to desiccation tolerance: a comparison between desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina* and desiccation tolerant types. *Seeds Science Research*, 3: 1-13.

218. Facino, R. M.; Carini, M.; Moneti, G.; Arlandini, E.; Pietta, P.; Mauri, P. (1991): Mass spectrometric characterization of horse chestnut saponins (Escin). *Org. Mass. Spectrom.*, 26: 989.
219. Facino, R.M., Carini, M., Stefani, R., Aldini, G., Saibene, L. (1995): Anti-elastase and antihyaluronidase activities of saponins and sapogenins from *Hedera helix*, *Aesculus hippocastanum* and *Ruscus aculeatus*: factors contributing to their efficacy in the treatment of venous insufficiency. *Arch Pharm (Weinheim)*, 328: 720-724.
220. Fergusson, J.E. (1990): *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. Pergamon Press, Oxford.
221. Fitter A.H, Fitter R.S.R, Harris I.T.B, Williamson M.H. (1995): Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Funct Ecol* 9: 55–60.
222. Forest, F., Drouin, J.N., Charest, R., Brouillet, L., Bruneau, A. (2001): A morphological phylogenetic analysis of *Aesculus* L. and *Billia* Pery. (Sapindaceae). *Can. J. Bot.* 79: 154-169.
223. Fostad, O., Pedersen, P.A. (1998): Progeny testing in street trees subjected to roadside soil pollution. *J. Arboriculture*. 24(3): 127-134.
224. Freer-Smith, P.H., Beckett, K.P., Taylor, G. (2005): Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* x *trichocarpa* 'Beaupre', *Pinus nigra* and *Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environmental Pollution*, 133 (1): 157-167.
225. Freise, J., Heitland, W. (2001): Neue Aspekte zur Biologie und Ökologie der Roßkastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (1986) (Lep., Gracillariidae), einem neuartigen Schädling an *Aesculus hippocastanum*. *Mitt Dtsch Ges Allg Angew Entomol*, 13: 135–139.
226. Fuller D. Geo (1930): *Vegetation of the Balkan Peninsula*. Ecology, Ecological Society of America, Vol. 11, No. 4: 783-785.
227. Furlow, J.J. (1991): *What is a buckeye: The story of the Ohio Buckeye tree*, the Ohio State University, Columbus, Ohio.
228. Hardin, J. (1957a): A revision of the American Hippocastanaceae. *Brittonia*. 9(3/4), pp. 145-171.
229. Hardin, J. (1957b): A revision of the American Hippocastanaceae II. *Brittonia*. 9(3/4), pp. 173-195.
230. Hardin, J. (1960): *Studies in the Hippocastanaceae, V. species of the old world*. *Brittonia*. 12: 26-38.
231. Harrel, M.O., Pierce, P.A., Mooter, D.P., Webster, B.L. (1984): A comparison of treatment for chlorosis of pin oak and silver maple. *J. Arboric.*, 10: 246-249.
232. Harrison, R.M., Laxen, D.P.H., Wilson, J. (1981): Chemical associations of lead, cadmium, copper and zinc in street dusts and roadside soils. *Environ.Sci. & Technol.* 15: 1378-1383.
233. Harrison, R.M., Tilling, R., Romero, M.S.C., Harrad, S., Jarvis, K. (2003): A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment. *Atmos. Environ.*, 37: 2391-2402.
234. Hartl, W., Erhart, E. (2002): Effects of potassium carbonate as an alternative road de-icer to sodium chloride on soil chemical properties. *Ann. Appl. Biol.* 140(3): 271-277.
235. Hadživuković, S. (1991): *Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima*. Poljoprivredni fakultet Novi Sad-Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela: 1-517.
236. Hadžić, V., Belić, M., Nešić, J. (2004): *Praktikum iz pedologije*. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu: 1-79.

237. Heitland, W., Freise, J. (2001): Verbreitung der Roßkastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae) in Deutschland (Distribution of the horse chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae) in Germany). Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 13 (1/6): 131–134.
238. Hemery, G. E., Savill, P. S. and Thakur, A. (2005): Height growth and flushing in common walnut (*Juglans regia* L.): 5-year results from provenance trials in Great Britain. Forestry 78 (2): 121-133
239. Holmes, F.W., Baker, J.H. (1965): Salt injury to tress. II. Sodium and chloride in roadside sugar maples in Massachusetts. Phytopath. 56: 633-636.
240. Hostettman, K. и Marston, A. (1995): Chemistry and pharmacology of natural products: Saponins. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
241. Howard, A.L. (1945): The horse-chestnut tree (*Aesculus hippocastanum*). Nature, 155: 521-522.
242. Hübner, G, Wray, V., Nahrstedt, A. (1999): Flavonol oligosaccharides from the ceeds of *Aesculus hippocastanum*. Planta Medica, 65: 636-642.
243. Huling, E.E., Hollocher, T.C. (1972): Groundwater contamination by road salt: steady state concentrations in east central Massachusetts. Science 176: 288-290.
244. Hutchinson, F.E. (1970): Environmental pollution from de-icing compounds. J. Soil Water Conserv. 25: 144-146.
245. Candau, P. Gonzales-Minero, F., Romero, F. (1994): Aeropalynology of *Fraxinus* (ash) in an urban area of southwestern Spain. Aerobiologia, 10 (1): 47-51.
246. Capusta, I., Janda, B., Szajwaj, B., Stochmal, A., Piacente, S., Pizza, C., Franceschi, F., Franz, C., Oleszek, W. (2007): Flavonoids in Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum*) Seeds and Powdered Waste Water Byproducts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (21): 8485-8490.
247. Cerović, S., Ninić-Todorović, J., Gološin, B., Bijelić, S. (2007): Production technology of young hazelnut trees grafted on Turkish filbert (*Corylus colurna* L.). Acta Horticulturae, No. 732: 355-358.
248. Czarnowska K. (1980): Akumulacja metali ciezick w glebach, oslinach i niektoych zwieretach na erenie. Warzawy Rocz Glebozn, 31: 77 –115.
249. Czerwieniec, M., Lewinska, J. (1996): Zielen w miescie. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
250. Constantini, A. (1999): Escin in pharmaceutical oral dosage forms: quantitative densitometric HPTLC determination. Il Farmaco, 54: 728-732.
251. Cook, E.R., Glitzenstein, J.S., Krusic, P.J., Harcombe, P.A. (2001): Identifying functional groups of trees in west Gulf Coast forests USA: A tree ring approach. Ecol Appl, 11: 883-908.
252. Chalupa, V. (1987): Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Picea*, *Quercus*, *Betula*, *Tilia*, *Robinia*, *Fagus*, and *Aesculus*. Communicationes Instituti Forestalis Cechosloveniae, 15: 133-148.
253. Chalupa, V. (1990): Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Tillia platyphyllos* Scop., and *Aesculus hippocastanum* L. Lesnictvi, 36: 599-604.
254. Chaney, R.L., Sterrett, S.B., Mieckle, H.W. (1984): The potential for heavy metal exposure from urban gardens and soils. Proceedings of the Symposium on Heavy Metals in Urban Soils, University District Columbia, Washington, DC: 37-84.
255. Chaney, W.R. (1995): Horse chestnut: *Aesculus hippocastanum*. Arbor Age 15 (5): 31-32.

256. Chanon, A.M. (2005): Studies on the reproductive capacity of *Aesculus parviflora* and *Aesculus pavia*: opportunities for their improvement through inerspecific hybridization. PhD Thesis, The Ohio State University: 1-305.
257. Chen J. (2004): The role of green structures in development of the sustainable city. Master Thesis, The Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
258. Chettri, M.K., Cook, C.M., Vardaka, E., Sawidis, T., Lanaras, T. (1998): The effect of Cu, Zn and Pb on the chlorophyll content on lichens *Cladonia convoluta* and *Cladonia rangiformis*. Environmental and Experimental Botany, 39 (1), pp. 1-10.
259. Chmielewski, F.M. (1996): The International Phenological Gardens across Europe: present state and perspectives. Phenol Seasonal 1:19–23.
260. Chmielewski, F.M., Rötzer, T. (2002): Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. Clim. Res., 19 (1): 257-264.
261. Craul, P.J. (1999): Urban Soils: applications and Practices. New York, John Wiley & Sons, Inc.: 1-336.
262. Crick, H.Q., Dadley, C., Glue, D.E. (1997): UK birds are laying eggs earlier. Nature, 388: 526.
263. Čukanović, J. (2010): Varijabilnost populacije divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) u uslovima urbanih cenoza. Magistrska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
264. Čukanović, J., Ninić-Todorović, J., Ognjanov, V., Mladenović, E., Ljubojević, M., Kurjakov, A. (2011): Biochemical composition of the horse chestnut seed (*Aesculus hippocastanum* L.). Archives of biological sciences, vol. 63, No. 2: 345-351.
265. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo.
266. Šućur, K., Aničić, M., Tomašević, M., Antanasijević, D., Perić-Grujić, A., Ristić, M. (2010): Urban deciduous trees leaves as biomonitors of trace element (As, V and Cd) atmospheric pollution in Belgrade, Serbia. Journal of Serbian Chemical Society, 75 (10): 1453-1461.
267. Qui, Y., Guan, D., Song, W., Huang, K. (2009): Capture of heavy metals and sulfur by foliar dust in urban Huizhou. Chemosphere, 75: 447-452.
268. Walkovszky, A. (1998): Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. Int J Biometeorol, 41: 155–160.
269. Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389–395.
270. Walz, K.L. (1991): Roskastanien auch im Wald wünschenswert. AFZ Wald, 46: 224.
271. Wang, D.T. (1939): Karyokinetic study on *Aesculus chinensis* Bunge. Bull Fan Mem. Inst. Biol. Bot. Ser. 9(3): 195-200.
272. Ware, G. (1990): Constraints to tree growth imposed by urban soil alkalinity. J. Arboric., 16: 35-38.
273. Wei, F., Ma, L.Y., Cheng, X.L., Lin, R.C., Jin, W.T., Khan, I.A., et al. (2005): Preparative HPLC for purification of four isomeric bioactive saponins from seeds of *Aesculus chinensis*. Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies, 28: 763-773.
274. Wielgolaski, F.E. (1999): Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. Int J Biometeorol, 42: 158–168.
275. Wilczynski, S., Podlaski, R. (2007): The effect of climate on radial growth of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in the Swietokrzyski National Park in central Poland. J For Res., 12: 24-33.

276. Willkinson, J.A., Brown, A.M.G. (1999): Horse chestnut-*Aesculus hippocastanum*: potential applications in cosmetic skin-care products. *Int. J. Cosmetic Sci.*, 21: 437-447.
277. Wright, D. (1985): *Aesculus* in the garden. *The Plantsman*, 6(4): 228-247.
278. Whitcomb, C.E. (1986): Solving the iron chlorosis problem. *J. Arboric.* 12: 44-48.
279. Whitlow, T.H., Bassuk, N.L. (1987): Trees in difficult sites. *J. Arboric.*, 13: 10-17.
280. WHO (2000): Air hygiene report no. 10. Biomonitoring of Air quality using plants, Geneva.
281. Wyman, D. (1955): Trees for American gardens. Macmillan, New York.
282. Yang, X.W., Zhao, J., Cui, Y.X., Liu, X.H., Ma, C.M., Hattori, M. (1999): Anti-HIV-1 protease triterpenoid saponins from the seeds of *Aesculus chinensis*. *Journal of Natural Products*, 62: 1510-1513.
283. Yoshikawa, M.; Harada, E.; Murakami, T.; Matsuda, H.; Wariishi, N.; Yamahara, J.; Murakami, N.; Kitagawa, I. (1994): Escins Ia, Ib, IIa, IIb, and IIIa, bioactive triterpene oligoglycosides from the seeds of *Aesculus hippocastanum* L.: their inhibitory effects on ethanol absorption and hypoglycemic activity on glucose tolerance test. *Chem. Pharm. Bull.*, 42(6): 1357-1359.
284. Yoshikawa, M.; Murakami, T.; Matsuda, H.; Yamahara, J.; Murakami, N.; Kitagawa, I. (1996): Bioactive saponins and glycosides. III. Horse chestnut. (1): the structures, inhibitory effects on ethanol absorption, and hypoglycemic activity of escins Ia, Ib, IIa, IIb, and IIIa from the seeds of *Aesculus hippocastanum* L. *Chem. Pharm. Bull.*, , 44(8): 1454-1464.
285. Yoshikawa, M.; Murakami, T.; Yamahara, J.; Matsuda, H. (1998): Bioactive saponins and glycosides. XII. Horse chesnut. (2): Structures of escins IIIb, IV, V, and VI and Isoescins Ia, Ib, and V, acylated polyhydroxyoleanene triterpene oligoglycosides, from the seeds of horse chestnut tree (*Aesculus hippocastanum* L., Hippocastanaceae. *Chem. Pharm. Bull.*, 46(11): 1764-1769.

Законска документа

1. Уредба о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма. Службени гласник Републике Србије, број 88/2010.

Интернет извори:

1. <https://www.google.rs/maps>

БИОГРАФИЈА

Јелена Чукановић је рођена 20.03.1978. године у Новом Саду. Основну школу је завршила у Бачкој Паланци, где је такође уписала и завршила Гимназију.

На Пољопривредни факултет у Новом Саду, смер за хортикултуру уписала се школске 1997/98. године. Дипломирала је 2005. године са оценом 10 и просеком основних студија 8,36. Постдипломске студије на Пољопривредном факултету у Новом Саду уписала је школске 2005/2006. године, смер Семенарство са производњом садног материјала украсног дрвећа и жбуња. Магистарску тезу под називом „Варијабилност популација дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) у условима урбаних ценоза“ одбранила је септембра 2010. године.

Од октобра 2006. године ради као волонтер у настави на смеру за хортикултуру и пејзажну архитектуру. Радни однос на Пољопривредном факултету засновала је у јануару 2007. године, прво као сарадник у настави, а затим од 2011. и као асистент. До сада је била ангажована на једном технолошком пројекту Министарства за образовање и науку Републике Србије. Учествовала је у изради Студије зелених и рекреативних површина града Новог Сада, као и на пројектима финансираним од стране Градске управе за заштиту животне средине (Методологија за израду катастра зелених површина Новог Сада и Стратегија развоја система зелених простора Града Новог Сада). Објавила је 28 научних радова на којима је први аутор или коаутор.

Говори, чита и пише енглески језик.

Удата је и мајка троје деце.