

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
БИОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Лазар Д. Жарковић

Микроморфолошке карактеристике,
фитохемијска анализа и биолошки потенцијал
пет самониклих врста рода *Rosa* L. из Србије

Докторска дисертација

Beograd, 2025

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF BIOLOGY

Lazar D. Žarković

Micromorphological characteristics,
phytochemical analysis and biological potential of
five wild-growing species of the genus *Rosa* L.
from Serbia

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2025

МЕНТОР:

др Ана Џамић, ванредни професор
Универзитет у Београду
Биолошки факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

др Милан Вељић, редовни професор
Универзитет у Београду
Биолошки факултет

др Немања Рајчевић, ванредни професор
Универзитет у Београду
Биолошки факултет

др Јелена Матејић, ванредни професор
Универзитет у Нишу
Медицински факултет, Департман за фармацију

др Урош Гашић, научни саветник
Универзитет у Београду
Институт за биолошка истраживања "Синиша
Станковић" Институт од националног значаја за
Републику Србију

др Ксенија Милески, научни сарадник
Универзитет у Београду
Биолошки факултет

Датум одбране: _____

Захвалница:

Експериментални део докторске дисертације је реализован у Фитохемијској лабораторији, Института за ботанику и Ботаничкој башти „Јевремовац“, Биолошког факултета Универзитета у Београду, у лабораторији за Физиологију биљака, Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ у Београду, Института од Националног значаја за Републику Србију као и у Центру за електронску микроскопију, Департмана за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду. Истраживање је финансирано од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру пројекта „Микроморфолошка, фитохемијска и молекуларна истраживања – систематски, еколошки и применљиви аспекти“.

На овом путу подршку ми је пружио доста колега и пријатеља који су учинили да ово путовање буде лакше и изводљиво. Овом приликом желим да се захвалим:

Менторки проф. др Ани Џамић, на темељном подучавању, посвећености, стрпљењу и пруженој прилици да заједничким снагама спознамо и проучимо диверзитет и апликативни потенцијал дивљих ружа. Професорка, хвала Вам на искреном пријатељству и на подршци при свим изазовима које је донео овај академски позив. Уз Ваше савете сваки проблем био је решив и свака одлука била је исправна.

Проф. др Петру Марину на указаном поверењу и прилици да учествујем у пројекту „Микроморфолошка, фитохемијска и молекуларна истраживања – систематски, еколошки и применљиви аспекти“ као и на бројним сугестијама током писања научних публикација.

Проф. др Милану Вељићу на стручном подучавању о таксономији врста рода *Rosa* као и на несебичној подршци и помоћи приликом идентификације сакупљених таксона.

Проф. др Немањи Рајчевићу на увођењу у свет течне хроматографије и на безрезервној подршци приликом развијања нових протокола и метода за квантификацију биоактивних једињења. Захвалан сам му и на бројним практичним саветима у лабораторији који су у многome олакшали експериментална истраживања.

Проф. др Јелени Матејић на бројним смерницама приликом конципирања и израде ове студије. Такође, неизмерно сам јој захванан на сугестијама и речима подршке, приликом писања ове тезе као и других научних радова, које су у великој мери допринеле мојој истрајности и стрпљењу.

Др. Ксенији Милески на дугогодишњој сарадњи и темељном подучавању бројним спектрофотометријским методама за квантификацију специјализованих метаболита биљака и одређивање њихове биолошке активности. Захванан сам јој на позиву и прилици да будем део два пројекта Фонда за иновациону делатност Републике Србије „Природни сируп као ароматичан функционалан прелив“, број ПоЦ-5711 и ТТ-1134 који су значано допринели мом стручном усавршавању.

Др. Урошу Гашићу се срдечно захваљујем на детаљној хемијској анализи биљних екстраката, као и на сугестијама и коментарима који су унапредили наше заједничке публикације и ову докторску дисертацију.

Милошу Бокорову и Марку Раденковићу на доприносу и помоћи током микроморфолошке анализе узорака ружа скенирајућом електронском микроскопијом.

Колегама са Катедре за морфологију и систематику биљака и Института за Ботанику и Ботаничке баште “Јевремовац”, Смиљи, Милици, Јелици, Маји, Тањи, Марији Ћ. и Ђорђу на увек доброј радној атмосфери и успоменама које су настале током свакодневног дружења.

Неизмерно сам захвалан Светлани Крцић – ентузијастки, планинару и ботаничару хобисти на великој помоћи при сакупљању преко потребних узорака самониклих ружа, без којих ова дисертација засигурно не би постојала у презентованој форми.

Желим да изразим посебну захвалност Јовани, Снежи и Душану на безрезервној подршци и искреном пријатељству. Хвала вам на разумевању за хронични недостатак слободног времена као и на стрпљењу за моју неажурност у одговарању на бројне поруке и позиве. Имати вас за пријатеље је привилегија и част.

Највећу захвалност дугујем мојој породици Стани, Дамјану и Јани, као и Жарковићима, Томићима и Бонџићима, јер су веровали у мене и пружили ми подршку током свих година студија, чиме су ми дали снаге и воље да истрајем на овом путу.

Ову дисертацију посвећујем сећању на бака Наду као и будућим генерацијама Жарковића.

Лазар Жарковић

‘The species of the genus Rosa are difficult to distinguish and determine, I have the impression that nature combines just for fun a number of them and then forms a new one out of the lot, those who have seen only some distinguish them more easy than those which have examined a lot’

Linnaeus C. 1753. Species Plantarum, Tomus 1, Holmiae.

Микроморфолошке карактеристике, фитохемијска анализа и биолошки потенцијал пет самониклих врста рода *Rosa* L. из Србије

САЖЕТАК

Услед сличних морфолошких карактеристика и због отежане идентификације таксона, сазнања о самониклим врстама рода *Rosa* L. (Rosaceae) су ограничена. У оквиру ове студије истраживане су микроморфолошке карактеристике ружа (листова, цветова и збирних плодови) као и хемијски састав, антиоксидативна, хипогликемијска и неуропротективна активност екстракта листова и плодова. Теренска истраживања су спроведена широм Србије у циљу проналажења ружа на различитим стаништима, узорковано је пет врста (*R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina*, *R. spinosissima* и *R. tomentosa*) са укупно 60 различитих локалитета. Микроморфолошком анализом површине епидермиса листова, цветова и хипанцијума уочене су вишећелијске жлездане трихоме, чијом морфометријском анализом је показано присуство дугих и кратких форми. Бројне једноћелијске нежлездане трихоме пронађене су на унутрашњој страни пехарастог хипанцијума као и на површини већине проучаваних орашица. Поред тога, истакле су се три врсте орнаментације егзокарпа орашица: лествичаста, мрежаста и мрежасто-глатка. Резултати микроморфолошке анализе су указали на неке добро дефинисане морфолошке карактере који су се у наставку студије користили као додатне карактеристике за идентификацију врста. У овој студији су такође проучавани и фенолни профил и садржај витамина, *in vitro* антиоксидативни потенцијал и инхибиција ензима α -амилазе, α -глукозидазе, тирозиназе и ацетилхолинестеразе. Фитохемијска анализа је показала већи садржај фенолних једињења у екстрактима листова у поређењу са плодовима. Гална, хлорогенска и сиригинска киселина биле су најзаступљеније фенолне киселине, док је катехин био главно једињење из групе флавоноида. Висок садржај α -токоферола је квантификован у орашицама, а висок садржај аскорбинске киселине у хипанцијуму. Највеће вредности антиоксидативног капацитета, као и добри инхибиторни потенцијали ензима α -глукозидазе и α -амилазе, измерени су за екстракте листова ружа. Добијени резултати сугеришу да листови ружа представљају нови извор биоактивних једињења и да се заједно са плодовима могу применити као нови састојци хране.

Кључне речи: микроморфологија, трихоме, феноли, витамини, биоактивна једињења, антиоксидативни потенцијал, ензим инхибиторна активност

Научна област: Биологија

Ужа научна област: Морфологија, фитохемија и систематика биљака

Micromorphological characteristics, phytochemical analysis and biological potential of five wild-growing species of the genus *Rosa* L. from Serbia

ABSTRACT

Due to similar morphological characteristics and complex species identification, there is limited knowledge about wild-growing species of the genus *Rosa* L. (Rosaceae). This study investigated the roses' micromorphology (leaves, flowers, and aggregate fruits) and the chemical composition, antioxidant, hypoglycemic, and neuroprotective activity of the leaves and fruit extracts. Field research was conducted to find roses in different habitats, and five species (*R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina*, *R. spinosissima* and *R. tomentosa*) were sampled from 60 different localities throughout Serbia. Micromorphological analysis revealed multicellular glandular trichomes on the leaves, flower, and hypanthium surfaces, whereas morphometric analysis indicated the presence of long and short-stalked forms. Numerous unicellular non-glandular trichomes were found inside the urceolate hypanthium and on the surface of most studied achenes. In addition, there are three types of achene exocarp ornamentation: scalariform, reticulate, and reticulate-smooth. These results provide well-defined microcharacters used as additional features for species identification. Phenolic and vitamin profiles, *in vitro* antioxidant potential, and enzyme inhibitory activity on α -amylase, α -glucosidase, tyrosinase, and acetylcholine esterase were also studied. Phytochemical analysis showed higher phenolic content in leaf extracts than in those obtained from fruits. Gallic, chlorogenic, and syringic acids were the most abundant phenolic acids, while catechin was the major flavonoid compound. Furthermore, the highest levels of α -tocopherol were quantified in achenes and ascorbic acid in hypanthium. The highest antioxidant capacity, as well as good α -glucosidase and moderate α -amylase inhibitory potential was observed for the *Rosa* leaf extracts. The obtained results suggest that *Rosa* leaves present a new source of bioactive compounds and, together with fruits, could be used as novel food ingredients.

Keywords: micromorphology, trichomes, phenolics, vitamins, bioactive compounds, antioxidative potential, enzyme inhibitory activity

Scientific filed: Biology

Scientific subfield: Micromorphology, phytochemistry and systematics of plants

Листа скраћеница

ABTS – (2,2-азино-бис (3-етилбензотиазолин-6-сулфонска киселина), Диамонијумова со, (енг. 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))

ATCI – ацетилтиохолин јодид, (енг. acetylthiocholine iodide)

BHA – 2(3)-т-бутил-4-хидроксианизол, (енг. butyl-hidroksi-anizol)

DAD – детектор са диодним низом, (енг. diode-array detector)

DPPH – 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил, (енг. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

FRAP – антиоксидативни потенцијал редукције гвожђа, (енг. ferric reducing antioxidant power)

FS – мод потпуног скенирања, (енг. full scanning mode)

HPLC – течна хроматографија под високим притиском, (енг. high-performance liquid chromatography)

IC₅₀ – концентрација екстракта која омогућава 50% од укупне антиоксидативне активности или концентрација која редукује 50% активности ензима, (енг. inhibitory concentration)

L-DOPA – 3,4-дихидроксифенилаланин, (енг. 3-(3,4-Dihydroxyphenyl-2,5,6-d3)-L-alanine)

MS/MS – тандемска масена спектрометрија, (енг. tandem mass spectrometry)

PIS – мод производног скенирања, (енг. production scanning mode)

PNPG – *p*-нитрофенил- β -Д-глюкопиранозида, (енг. *p*-nitrophenyl glucopyranoside)

RCF – релативна центрифугална сила, (енг. relative centrifugal force)

SEM – скенирајућа електронска микроскопија, (енг. scanning electron microscopy)

TPTZ – трис(2-пиридил)-с-триазин, (енг. 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine)

TRIS – трис/Тризма база, (енг. tris/Trizma base)

UHPLC – течна хроматографија под ултра високим притиском, (енг. ultra-high-performance liquid chromatography)

Садржај:

1. Увод	1
1.1. Фамилија Rosaceae Juss.	1
1.2. Род <i>Rosa</i>	2
1.2.1. Врста <i>Rosa arvensis</i> Huds.	3
1.2.2. Врста <i>Rosa gallica</i> L.	3
1.2.3. Врста <i>Rosa pendulina</i> L.	6
1.2.4. Врста <i>Rosa spinosissima</i> L.	6
1.2.5. Врста <i>Rosa tomentosa</i> Sm.	9
1.3. Досадашња морфолошка и микроморфолошка истраживања врста рода <i>Rosa</i> ..	11
1.4. Досадашња фитохемијска истраживања врста рода <i>Rosa</i>	12
1.5. Досадашња истраживања биолошке активности екстракта врста рода <i>Rosa</i> ...	13
1.5.1. Антиоксидативна активност	13
1.5.2. Антимикробна активност	15
1.5.3. Ензим инхибиторни потенцијал	16
2. Циљеви рада	18
3. Материјал и методе	19
3.1. Биљни материјал	19
3.2. Хемикалије и реагенси	19
3.3. Микроморфолошка анализа	20
3.3.1. Скенирајућа електронска микроскопија (SEM)	20
3.3.2. Обрада резултата микроморфолошке анализе	20
3.4. Фитохемијска анализа	20
3.4.1. Екстракција	20
3.4.2. Садржај укупних фенолних једињења (TPC)	21
3.4.3. Садржај укупних флавоноида (TFC)	21
3.4.4. Садржај укупних флавонола (TF)	21
3.4.5. UHPLC MS/MS анализа фенола	22
3.4.6. HPLC-DAD анализа аскорбинске киселине (витамин Це)	22
3.4.7. HPLC-DAD анализа α -токоферола (витамин Е)	23
3.5. Одређивање биолошке активности екстракта	23
3.5.1. Антиоксидативна активност	23
3.5.2. Антидијабетична активност	25
3.5.3. Антинеуродегенеративна активност	26
3.5.4. Обрада резултата	27

4 Резултати и дискусија.....	28
4.1. Разноврсност морфолошке грађе и микроморфолошких карактера на листовима, цветовима и плодовима врста рода <i>Rosa</i>	28
4.1.1 Микроморфолошке карактеристике листа.....	28
4.2. Микроморфолошке карактеристике цвета.....	33
4.2.1. Микроморфологија круничних листова	33
4.2.2. Микроморфологија чашичних листића.....	33
4.2.3. Микроморфологија незрелог хипанцијума	33
4.2.4. Микроморфологија цветне дршке	34
4.3. Микроморфолошке карактеристике збирног плода	41
4.3.1. Микроморфологија зрелог хипанцијума	41
4.3.2. Микроморфологија орашица	41
4.4. Принос екстракције	47
4.5. Садржај укупних фенолних једињења и хемијски састав екстраката.....	48
4.6. UHPLC MS/MS анализа фенола.....	53
4.7. HPLC-DAD анализа аскорбинске киселине (витамин Це) и α -токоферола (витамин Е).....	61
4.8. Антиоксидативна активност	62
4.9. Антидијабетична активност	67
4.10. Антинеуродегенеративна активност	68
4.11. Општа дискусија	76
5. Закључци.....	81
6. Референце.....	83

1. Увод

Од најранијих времена човек је у непосредној интеракцији са природом. Употреба природних производа је пратилац како најранијих култура и цивилизација, тако и савременог човека. Многобројне биљке су захваљујући свом благотворном ефекту на човеково здравље препознате и широко употребљаване у народној медицини. Биљке су све до средине деветнаестог века биле главно терапеутско средство, а касније значајна полазна сировина за справљање многобројних лековитих производа. Лековита својства и апликативни потенцијал врста рода *Rosa* L. препознати су од давних времена. Историјски извори указују на њихову употребу још од 500 година пре нове ере. Најпознатија врста овог рода, *Rosa canina* L., друга је најчешће употребљавана биљка у лечењу средњевековних Срба (Јарић и сар., 2011). Плод (шипак, шипурак, шипина) се одликује високим садржајем витамина, фенолних компоненти, танина и других секундарних (специјализованих) метаболита. Захваљујући овим биоактивним једињењима, различите врсте екстракта и производа припремљених од плодова и листова ружа испољавају бројне биолошке активности (Ercisli, 2007; Ghazghazi и сар., 2010; Demir и сар., 2014).

1.1. Фамилија Rosaceae Juss.

Величанствена једноставност актиноморфних цветова породице ружа препозната је миленијумима. Порекло имена *Rosa* сажето је у речнику америчког наслеђа (енг. American Heritage Dictionary): Енглеска реч ружа (rose) долази из латинског и старофранцуског језика. Сматра се да латинска реч "rose" може бити етрушчанског порекла и да је изведена од Грчке речи "Rhodia" (пореклом са Родоса). У Античкој Грчкој реч за ружу је "rhodon", док је модерна Персијска реч за ружу "gul". У таксономској номенклатури „Rosaceae“ као назив за породицу ружа први је објавио 1763 године Мишел Адансон. Међутим, услед свеобухватног приступа и комбиновања Линеовог концепта биномне номенклатуре са Адансоновом методологијом дефинисања група на основу више карактеристика, међународни код ботаничке номенклатуре (ICBN) означио је Антоана Лорана де Јусијеа (1789) као првог аутора имена ове таксономске категорије (Hummer и Janick, 2009).

Представници фамилије Rosaceae су најчешће шибље, жбунови или вишегодишње зељасте биљке а ређе једногодишње биљке. Лисни распоред је наизменичан, ређе наспраман, а листови могу бити прости, трочлани, перасти или прстасти. Лисни залистци (stipule) су добро развијени и могу бити слободни или срасли са лисном дршком. Цветови су најчешће актиноморфни и обично хермафродитни, могу бити појединачни или чешће градити гроздаст, метличаст или главичаст тип цвасти. Цветни омотач је хетерохламидан, а чашични листићи могу бити редуковани као код врста рода *Alchemilla* и *Sanguisorba*. Чашичних листића је најчешће пет, уз појаву спољашње дупле чашице (calix duplex). Листићи крунице алтернирају са чашицом, са којим су постављени по ободу цветне ложе или хипанцијума. При основи су сужени у нокатац и могу бити беле боје или интензивно обојени. Цветови се одликују великим бројем прашника са слободним и кончастим филаментумима а поленова зрна су триколпатна. Карпела је од једне до великог броја, које могу бити потцветне, средцветне и надцветне. Плодови су орашица (*Potentilla*, *Sanguisorba*), ахенија (*Filipendula*), коштуница (*Prunus*), збирна орашица (*Rosa*) и збирна коштуница (*Rubus*) (Vukićević, 1972).

Фамилија Rosaceae једна је од најбројнијих фамилија скривеносеменица са око 90 родова и 3000 врста. Космополитски су распрострањене, а највећа бројност врста је забележена у умереним и топлијим пределима Северне хемисфере. Руже су се прилагодиле широком спектру срединских фактора, па се тако могу сусрести од

ксероморфних заједница, тропских шума до екосистема тундре (Zhang и сар., 2016). У флори Балканског полуострва распрострањено је 188 врста од којих су њих 13 ендемичне, док је у флори Републике Србије забележено око 145 врста (Vukićević, 1972). Многи од представника у оквиру фамилије Rosaceae су комерцијално значајне врсте попут воћа (јабуке, крушке, кајсије, шљиве, трешње, брескве, малине и јагоде) и украсних биљака и дрвећа (руже, фотиније, глогови). Као еколошки и економски важна група, фамилија ружа је у фокусу истраживања многих ботаничара. На основу грађе плода и цвета у оквиру фамилије описују се четири подфамилије, мада ова подела не осликава прави диверзитет врста (Potter и сар., 2007).

- Подфамилија Spiroideae: Плод је мешак. Тучак је изграђен од пет оплодних листића, може бити средцветан или надцветан, а у плоднику је од два до много семених заметака. У ову подфамилију се убраја око 100 врста.
- Подфамилија Rosoideae: Плод је орашица или коштуница. Тучак може бити изграђен од мономерног до полимерног типа несраслих карпела са једним семеним заметком у плоднику. Обухвата око 850 врста које су космополитски распрострањене.
- Подфамилија Prunoideae: Плод је коштуница. Тучак је монокарпног типа, а у плоднику си смештена два семена заметка. Ова подфамилија обухвата око 200 врста које су распрострањене у северној умереној зони.
- Подфамилија Maloideae: Плод је јабука (pomum). Тучак садржи од 2 до 5 карпела и подцветан је. Карактеристично је срастање леђне стране карпела са зидом удубљене ложе. У плоднику су смештена најмање 2 а ређе већи број семених заметака. Подфамилија обухвата око 350 врста (Tatić и сар., 1988; Hummer и Janick, 2009).

Молекуларна систематика је доста променила поглед на ову фамилију, делећи је на свега три подфамилије: подфамилија Dryadoideae Juel (стубић тучка остаје на плоду) подфамилија Rosoideae Arnott (обухвата већину врста Spiroideae и Rosoideae односно представнике са већим бројем карпела у цвету) и подфамилија Amygdaloideae Arnott. (обухвата подфамилије Prunoideae и Maloideae, са највише пет карпела са по два семена заметка) (Stevens, 2001).

1.2. Род *Rosa*

Род *Rosa* обухвата око 200 врста, које су распрострањене на северној хемисфери (углавном у Азији, Европи и Северној Америци) (Danezan и сар., 2015). Врсте овог рода обухватају животне облике листопадних, зимзелених или полузимзелених грмова, док су пузавице ретке. На стаблу и фертилним гранама могу се диференцирати емергенце (различитог облика и величине) које веома ретко одсуствују. Листови су непарно перасто сложени, спирално распоређени, сачињени од пет до једанаест елиптичних или овалних листића који су просто или двоструко назубљени по ободу. Лисни залистци су добро развијени и најчешће су срасли са лисном дршком. Актиноморфни цветови су појединачни или ређе груписани у цвасти. Чашичних листића је пет, могу бити ланцетасто издужени, целог обода или са перастим додацима. Након сазревања плодова могу рано отпасти или заузимају положај који је специфичан за врсту. Облик плодова може варирати од округластог до јајстог, чија боја може бити у опсегу од црвене до црне (Vukićević, 1972; Basu и сар., 2015; Ayati и сар., 2018). Шипак је збирни плод који се развија из апокарпног гинецеума и састоји се од разрасле цветне ложе (хипанцијума) која окружује већи број појединачних орашица (ахенија) (Zieliński и сар., 2010; Jagodzinski и сар., 2016).

Род *Rosa* се дели на четири подрода: *Rosa* L. (заступљене у Европи, са 115 врста подељених у 10-12 секција), *Hesperhodos* Cockerell (заступљене у Северној Америци, са дубоко тестерасто назубљеним листовима), *Platyrhodon* (Hurst.) Rhed. (заступљене на Далеком истоку, одликују се са великим бројем листова) и *Hulthemia* Dum. (заступљене у Средњој Азији, са простим листовима) (Atienzia и сар., 2005).

1.2.1. Врста *Rosa arvensis* Huds.

Опис врсте

Врста *Rosa arvensis* Huds. (пољска ружа) је жбун са гранама до 1,5 m које могу бити усправне или положене према подлози. На стаблу су диференциране српасто повијене емергенце са проширеном основом, док су на фертилним изданцима оне танке и готово праве. Листови су непарно перасти 7 до 8 cm дугачки, са добро развијеним залисцима који по ободу могу имати жлездане трихоме. Главна лисна оса прекривена је бројним емергенцама, појединачним жлезданим и нежлезданим трихомама. Појединачни листићи (5-7) су издужено јајастог до округластог облика, са наличја ретко длакави и по ободу просто тестерасто назубљени. Цветови су појединачни а цветне дршке су прекривене бројним жлезданим трихомама и неколико пута су дуже од цветне ложе. Крунични листићи су беле боје, стубићи су срасли и образују цев која је у висини прашника или их надвишује (Слика 1). Чашични листићи су 1 до 1,5 cm дугачки, троугластог облика са танко зашиљеним врхом. По ободу су цели или са 2 до 3 пераста додатка, након цветања се повијају и рано опадају. Плодови су мали, наранџасто-црвене боје и округластог или јајастог облика (Vukićević, 1972).

Распрострањење

Насељава лишћарске шуме низијског и брдског појаса, а може се наћи и на пешчару, кречњаку и другим стенама са дубоким и плитким земљиштем. Опште распрострањење врсте је средња и атланска Европа, Балканско полуострво и Мала Азија. У флори Републике Србије широко је распрострањена (Vukićević, 1972).

1.2.2. Врста *Rosa gallica* L.

Опис врсте

Врста *Rosa gallica* L. (галска ружа) је жбун 0,5 до 0,8 m висине са подземним пузећим столонама. На стаблу су диференциране бројне и добро развијене, 4 до 6 mm дуге емергенце као и бројне жлездане трихоме. Листови су са добро развијеним линеарно издуженим залисцима који су по ободу прекривени жлезданим трихомама. Главна лисна оса је танка, прекривена бројним емергенцама и жлезданим трихомама. Појединачни листићи (3-5) су широко елиптични, јајастии или полуокругластии, са наличја длакави и жлездани, а по ободу сложено тестерасто назубљени. Цветови су најчешће појединачни, 4 до 8 cm у пречнику, са цветним дршкама дужине до 3 cm које су прекривене бројним жлезданим трихомама и емергенацама (Слика 2). Крунични листићи су 2 до 3 cm дуги, миришљави и тамноружичасте боје. Стубићи су слободни и густо длакави. Чашични листићи су линеарно ланцетастии, са наличја и по ободу жлездастии. Након цветања се повијају и остају на плоду. Плодови су округластог облика, црвене боје и прекривени су бројним жлезданим трихомама (Vukićević, 1972).

Распрострањење

Насељава светле храстове и четинарске шуме, а може се наћи и на пашњацима и ливадама. Опште распрострањење врсте је јужна Европа, средња и јужна Русија, западна Азија и северна Африка. У флори Републике Србије је широко распрострањена (Vukićević, 1972).



Слика 1. *Rosa arvensis* 1. Хабитус 2. Цвасти са преосталим чашичним листићима 3. Плод (фото Л. Жарковић)



Слика 2. *Rosa gallica* 1. Хабитус 2. Цвет 3. Плод (фото Л. Жарковић)

1.2.3. Врста *Rosa pendulina* L.

Опис врсте

Врста *Rosa pendulina* (планинска ружа) је жбун висине од 0,5 до 2 m. Стабло и фертилне гране одликују се потпуним одсуством емергенци и кором жуто-зелене или пурпурне боје. Уколико су емергенце појединачно пристуње, могу бити танке и игличасте, 2 до 6 mm дуге. Листови су непарно перасто сложеног типа, главна лисна оса је гола или са појединачно присутним жлезданим трихомама и игличастим емергенцама. Појединачни листићи (7-11) су по ободу двоструко тестерасто назубљени са наличја ретко прекривени нежлезданим и жлезданим трихомама. Цветови су најчешће појединачни, а цветне дршке (2 до 2,5 cm) прекривене бројним жлезданим трихомама и након цветања су дуго повијене. Крунични листићи су пурпурне до тамноружичасте боје (Слика 3). Чашични листићи су дужи од круничних листића, уско су ланцетасти без перастих додатака и са листоликим проширењем на врху. Са наличја су прекривени бројним жлезданим трихомама, док су на лицу присутне нежлездане трихоме. Након цветања повијају се ка напред и дуго остају на сазрелим плодовима. Интензивно црвени плодови су јајастог до издужено крушкастог или округластог облика и прекривени су бројним жлезданим трихомама (Vukićević, 1972).

Распрострањење

Насељава планински и субалпијски регион. Општа распрострањеност ове врсте су планине средње и јужне Европе. У флори Републике Србије заступљена је на Старој планини, Златибору, Гочу, Копаонику, Столовима, Проклетијама и Копривнику. Поред свог декоративног изгледа, привредни значај ове врсте огледа се и у високом садржају витамина Це по јединици суве масе плода (Vukićević, 1972).

1.2.4. Врста *Rosa spinosissima* L.

Опис врсте

Врста *Rosa spinosissima* (трновита ружа) је густ жбун до 1 m висине. На стаблу су диференциране бројне, дуге и добро развијене игличасте емергенце док су на фертилним гранама оне краће и мање бројне. Листови су непарно перасто сложеног типа, са пет до једанаест појединачних листића. Главна лисна оса је гола или са појединачним жлезданим трихомама и бројним ситним емергенцама. Залистци су са лица и наличја без нежлезданих и жлезданих трихома, док су по ободу жлездасто трепљасте. Појединачни листићи су 5 до 20 mm дуги и 4 до 9 mm широки, без жлезданих трихома. Цветови су најчешће појединачни, а цветне дршке су изразито дуге од цветне ложе и могу бити прекривене бројним жлезданим трихомама. Крунични листићи су беле или ретко ружичасте боје, до 2 cm дуги (Слика 4). Стубићи плодника су длакави, кратки и обично су сакупљени у форми чврсте главице. Чашични листићи су краћи од круничних листића, уско су ланцетасти и без жлезданих трихома. Након цветања повијају се ка напред и дуго остају и на сазрелим плодовима. Плодови су интензивно црне боје, округластог облика и дијаметра до 10 mm (Vukićević, 1972).

Распрострањење

Насељава брдска и планинска подручја, градећи густе шибљике на ободу шума, као и на ливадама и пашњацима. Општа распрострањеност ове врсте су планине Скандинавије, средње и атланске Европе, Средоземља, Балкана и Мале Азије. У флори Републике Србије заступљена је на Сувој планини, Мирочу, Ртњу, Црном Врху, Озрену, Тари, Тупијници и Златибору. Привредни значај врсте *R. spinosissima* огледа се у њеној употреби у индустрији чајева, а може се применити и као шумско мелиоративна врста за везивање земљишта на каменитим падинама (Vukićević, 1972).



Слика 3. *Rosa pendulina* 1. Хабитус 2. Лист 3. Плод (фото Л. Жарковић)



Слика 4. *Rosa spinosissima* 1. Хабитус 2. Лист 3. Плод (фото Л. Жарковић)

1.2.5. Врста *Rosa tomentosa* Sm.

Опис врсте

Врста *Rosa tomentosa* (длакава ружа) је жбун 0,5 до 2 m висине, са често повијеним и вијугавим фертилним гранама. На стаблу су диференциране бројне и добро развијене српасто повијене емергенце са проширеном основом, које на фертилним гранама могу бити готово потпуно праве. Листови су непарно перасто сложеног типа, са пет до седам појединачних листића. Главна лисна оса је прекривена бројним нежлезданим и жлезданим трихомама. Залисци су добро развијени, до 12 mm дуги и 6 mm широки, са лица и наличја густо прекривени нежлезданим трихомама, док су по ободу жлездасти. Појединачни листићи су 20 до 40 mm дуги и 12 до 20 mm широки, јајастог до елиптичног облика. По ободу су просто или двоструко тестерасто назубљени, са наличја и лица густо прекривени нежлезданим трихомама. Цветови су најчешће појединачни али могу бити у цвастима сачињеним од два до четири цвета. Цветне дршке су дуже од цветне ложе и прекривене су бројним жлезданим трихомама. Крунични листићи могу бити ружичасте или беле боје, до 25 mm дуги (Слика 5). Стубићи плодника су длакави, кратки и обично су сакупљени у форми главице. Чашични листићи су карактеристично дужи од круничних листића, са лица густо прекривени нежлезданим трихомама док су на наличју диференциране бројне жлездане трихоме. Након цветања хоризонтално су постављени и дуго остају на сазрелим плодовима. Плодови су јајастог до округластог облика, интензивно црвене боје и са бројним жлезданим трихомама (Vukićević, 1972).

Распрострањење

Насељава низијска и планинска подручја, светле и термофилне храстове и борове шуме. Општа распрострањеност ове врсте су планине средње и јужне Европе, Мале Азије и Кавказа. У флори Републике Србије заступљена је на Руднику, Тари, Маљену, Проклетијама, као и у Ђердапском подручју и у околини Ужица. Привредни значај врсте *R. tomentosa* је њена употреба за добијање штавних материја и витамина Це. Услед изразите отпорности на сушу и ниске температуре ова врста се користи као подлога за калемљење комерцијалних врста или се сади у форми ограда (Vukićević, 1972).



Слика 5. *Rosa tomentosa* 1. Хабитус 2. Цвасти са преосталим чашичним листићима 3. Плод (фото Л. Жарковић)

1.3. Досадашња морфолошка и микроморфолошка истраживања врста рода *Rosa*

Врсте рода *Rosa* могу бити листопадно, зимзелено или полузимзелено грмље, док су пузавице ретке. Бодље (емергенце) се диференцирају на стабљаци и младим плодним гранама, разликују се по величини, оријентацији и распореду (Gallenmüller и сар., 2015). Емергенце могу бити закривљене (српасто и кукасто) или праве (игличасто) и њихов број и распоред су специфични за врсту (Vukićević, 1972). Збирни плод, познат као шипак, састоји се од потпуно сазрелог хипацијума (рецептакулума) и различитог броја појединачних плодова (орашица) (Zieliński и сар., 2010; Jagodzinski и сар., 2016).

Услед велике морфолошке сличности и сложене идентификације врста, изузев оних најучесталијих таксона (*R. canina*, *R. rugosa* и др.), постоји ограничено знање о осталим самониклим ружама. Конвенционалну таксономију рода *Rosa* дефинисао је (Wissemann, 2003) али детерминација самониклих врста је и даље проблематична. Недостатак стабилних морфо-анатомских карактера за њихово разграничење, различити таксономски третмани, способност врста да међусобно хибридују и компликована еволуциона историја главни су проблеми у таксономији и филогенији ружа (Wissemann и Hellwig, 1997; Wissemann и Ritz, 2005; Bruneau и сар., 2007; Ullah и сар., 2021). Микроморфолошка анализа и морфометријска мерења величине, облика и статистичка анализа квантитативне варијабилности имају значајну улогу у таксономији и систематици биљака, а њихова примењивост наставља да се шири са напретком у методологији других научних дисциплина (Portillo и сар., 2020). Морфолошке студије представљају важно средство за решавање таксономских проблема у породици ружа, за дефинисање проблематичних таксона на нивоу врсте и њихову класификацију одређене групе (Song и Hong, 2018). Неколико аутора указало је на значај микроморфолошких карактера, нежлезданих и жлезданих трихома (жлезданих длака или гландуларних трихома) у таксономији овог веома варијабилног рода (De Cock и сар., 2008; Zuraw и сар., 2015; Adumitresei и Gostin, 2016; Zeng и сар., 2017a; Žarković и сар., 2022a, 2024).

Скенирајућом електронском микроскопијом (SEM) откривен је значај грануларних и троугластих епикутикуларних воскова у оквиру секције *Caninae* (Wissemann, 2000). Sulborska и сар. (2012) и Cheikh-Affene и сар. (2015) су у својим студијама истакли микроморфолошку грађу круничних листића врсте *R. rugosa*. Као главне секреторне структуре на адаксијалној страни листића крунице диференциране су папиле, док су епидермалне ћелије абаксијалне стране равних зидова и могу бити са разноврсном орнаментацијом. De Cock и сар. (2008) су показали да се на цветним дршкама и плодовима врсте *R. tomentosa* (подсекција *Vestitae*) диференцирају бројне жлездане трихоме док су на плодовима врста *R. canina* и *R. corymbifera* (подсекција *Caninae*) и *R. balsamica* (подсекција *Tomentellae*) трихоме углавном одсутне. Wang и сар. (2019, 2021a) су истражили разноврсност и морфологију трихома на цветовима (цветној дршци, хипанцијуму и чашичним листићима) врста *R. roxburghii* и *R. roxburghii* f. '*esetosa*'. Бројне ацикуларне, папиларне и тракасте трихоме присутне су на површини цветне дршке и макроскопске појединачне флагелиформне и ацикуларне трихоме на хипанцијуму *R. roxburghii*. Насупрот томе, врста *R. roxburghii* f. '*esetosa*' поседује само флагелиформне трихоме (цветна дршка) и полиморфне флагелиформне, троугласте, главичасте жлездане и елиптичне жлездане трихоме (хипанцијум). Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014) истакле су да се на базалном абаксијалном и у централном делу епидермиса чашичних листића врсте *R. rugosa* диференцирају кратке и дуге главичасте гландуларне трихоме.

Негландуларне трихоме су морфолошки хомогене структуре, променљиве у броју ћелија, величини и дистрибуцији. Оне обезбеђују механичку заштиту епидермалног ткива и повећавајући рефлексију светлости и регулишући температуру (Ma и сар., 2016). Високу таксономску вредност квалитативних морфолошких карактеристика као што су

присуство или одсуство, дистрибуција и густина нежлезданих трихома претходно су описали Vojnansky и Fargasova (2007). Насупрот бројним морфолошким анализама цветова и плодова, постоји мањи број компаративних таксономских студија о морфологији листова, грана и емергенци ружа (Gallenmüller, 2015; Adumitresei и Gostin, 2016; Zeng и сар., 2017a). Jagodzinski и сар. (2016) детаљно су известили о морфологији орашица 17 таксона ружа. Уочена је униформност присуства једноћелијских нежлезданих трихома на вентралној страни испитиваних орашица. Поред тога, могу бити присутне и на читавој површини орашица (*R. dumalis*, *R. dumalis* var. *caesia*, *R. rubiginosa*, *R. tomentosa*) или концентрисане само на врху или у бази орашица (*R. agrestis*, *R. canina*, *R. pendulina*, *R. sherardii*). Присуство нежлезданих трихома на читавој површини листова *R. agrestis*, *R. pimpinellifolia* и *R. rubiginosa* истакли су Adumitresei и Gostin (2016). Zeng и сар. (2017a) указали су да упркос одсуству јасне правилности у дистрибуцији микроморфолошких карактеристика епидермиса листа 30 проучаваних врста ружа, они ипак могу представљати добру полазну основу за таксономске студије.

1.4. Досадашња фитохемијска истраживања врста рода *Rosa*

Фитохемијска једињења (фитонутријенти) су једињења биљног порекла која испољавају бројна биолошка својства и на тај начин могу утицати на човеково здравље и смањење ризика од појаве хроничних болести. Све веће интересовање и потреба за функционалном храном и природним додацима у исхрани интензивира потрагу за новим биљним сировинама које су добри извори биоактивних једињења (Bhave и сар., 2017). Замена синтетичких антиоксиданата оним природног порекла и њихова употреба у индустрији хране као здравија алтернатива, истакнути су у многим савременим студијама (Fernandes и сар., 2018). Зрели интезивно обојени плодови често се употребљавају као сировина за справљање џемова, мармелада и природних сокова. Осушени листови се користе као додатак чајној смеси, а из свеже убраних цветова процесом дестилације изолује се ружино етарско уље које се користи у козметичи (Nađpal и сар., 2016; Ayati и сар., 2018; Pashazadeh и сар., 2021).

Досадашња фитохемијска истраживања показала су да екстракти листова и плодова врста рода *Rosa* садрже значајне количине полифенолних једињења, од којих су у највећој мери заступљене фенолне киселине (гална, протокатехуинска, хидроксибензојева, ванилинска, сиригинска, кафеинска, хлорогенска, ферулинска и синапинска киселина), затим флавоноиди (катехин, епикатехин, кемпферол, кверцетин, кверцитрин, нарингенин и апигенин) (Ghazghazi и сар., 2010; Adamczak и сар., 2012; Elmastas и сар., 2017). У хипанцијуму плодова такође се синтетишу каротеноиди (ликопен, бета-каротен, зеаксантин и лутеин) и витамини (витамин Це, Е, Ка, Бе₁, Бе₂) (Roman и сар., 2013; Танева и сар., 2016; Žarković и сар., 20226). Поред тога, шипак садржи минерале (калцијум, фосфор и калијум) (Ercisli и сар., 2007), пектине, аминокиселине и етарска уља (Nowak, 2005; Winther и сар., 2016). Високе концентрације полифенолних једињења и витамина у екстрактима плодова и листова ружа представљају снажне антиоксидансе. Многбројне студије показале су да ова једињења имају значајну улогу у енергетском метаболизму и редуковању оксидативног стреса, штитећи липиде од пероксидације и протеине од карбонилације (Sinbad и сар., 2019). У оквиру Европске агенције за безбедност хране на панелу о диететским производима, исхрани и алергијама, закључено је да постоји позитиван ефекат уноса витамина Е и Це исхраном на заштиту протеина и липида од оксидативних оштећења као и на очување ДНК молекула (EFSA NDA панел, 2016; EFSA NDA панел, 2017). Такође, ова једињења испољавају снажан *in vitro* антиинфламаторни, антидијабетски и ензим инхибиторни потенцијал (Orhan и сар., 2007; Demir и сар., 2014).

У орашицама (ахенијама) су депонована и масна уља. Хемијском анализом утврђено је да њихов садржај може бити у опсегу 4,79%–5,37% (узевши у обзир сезонска варирања) при чему је удео незасићених масних киселина од 83,28% (*R. dumalis*) до 91,57% (*R. heckeliana*). Висока концентрација незасићених масних киселина у уљима ружа доприноси повећању синтезе колагена у кожи, бржем зарастању и лечењу рана и ожиљака. Анализом масних уља орашица врста рода *Rosa*, показано је да су олеинска, линолеинска и линолна киселина доминантне масне киселине (Џелић и сар., 2010).

Дестилацијом латица ружа добија се цењено етарско уље, које има широку примену у козметичкој индустрији. Хемијски састав и доминантне компоненте етарског уља могу варирати у зависности од врсте из чијих цветова су изолована (*R. canina*, витиспиран 10,3%; *R. villosa*, α -Е-акаридиал 13,6%; *R. rugosa*, *cis*-3-хексенал 27,5%). Као доминантна компонента најчешће су заступљени цитронелол, гераниол, нерол, фенетил алкохол, линалол, фарнезол, еугенол и еугенол метил етар уз које је идентификовано више од 275 компоненти са мањим уделом (Nowak и сар., 2005). Поред цветова, етарска уља могу бити депонована и у плодовима. У односу на цветове, принос етарског уља добијен дестилацијом плодова је значајно мањи (за врсту *R. villosa* 1,52% и *R. dumalis* sub. sp. *boissieri* 1,85%). Етарско уље врста рода *Rosa* испољава висок антимикуробни, антиоксидативни, анти-ХИВ и антиинфламаторни потенцијал (Sarkic и Stappen, 2018). Цветови ружа садрже и пигменте, међу којима се као група једињења издвајају антоцијанини. Хемијском анализом идентификовано је једанаест антоцијанина (цијанидин-3-глукозид, цијанидин-3,5-диглукозид, цијанидин-3-рутинозид, цијанидин-3-О-кумароилглукозид, цијанидин-3-софорозид, пеларгонидин-3-глукозид, пеларгонидин-3,5-диглукозид, пеонидин-3-глукозид, пеонидин-3,5-диглукозид, пеонидин-3-рутинозид и пеонидин-3-О-кумароилглукозид) који су одговорни за обојеност круничних листића цветова ружа. Њихова заступљеност је специфична за сваку од врста рода *Rosa* (Mikanagi и сар., 2000).

1.5. Досадашња истраживања биолошке активности екстракта врста рода *Rosa*

Биљни екстракти представљају важан извор биоактивних једињења која могу имати значајну улогу у редуковању нивоа слободних радикала и инхибицији активности ензима повезаних са одређеним болестима. Поред своје високе антиоксидативне, антимикуробне и антиинфламаторне активности, фенолна једињења као једна од главних група биљних специјализованих метаболита, имају улогу и у регулацији оксидативног стреса, контроли постпрандијалне хипергликемије и неуродегенеративних промена (Wenzig и сар., 2008; Ghazghazi и сар., 2010; Ali Asgar, 2013; Demir и сар., 2014; Fan и сар., 2014; Elmastas и сар., 2017; Fernandes и сар., 2018). Како би се редуковали нежељени ефекти употребе синтетичких инхибитора који се учестало користе у контроли ових поремећаја, интензивирана је потрага за оним природног порекла из биљака (Moure и сар., 2001; Ochir и сар., 2010).

1.5.1. Антиоксидативна активност

Нестабилни молекули, атоми или јони са слободним електронима у спољашњој орбитали представљају слободне радикале. Ова једињења су јака оксидациона средства и ниске концентрације слободних радикала у нормалним физиолошким процесима представљају значајне носиоце сигнала или регулаторе раста. Међутим, услед повећане продукције слободнорадикалских форми и опадања антиоксидативног потенцијала долази до стања оксидативног стреса. Повећање њихове продукције неминовно доводи до оштећења ћелијских структура, протеина, РНК и ДНК молекула (Demidchik и сар., 2015). Антиоксиданси су хидрофобне или хидрофилне, ензиматске или неензиматске супстанце са улогом заштите ћелијских структура од штетног дејства реактивних

кисеоничних форми (ROS). Својом оксидацијом редукују ниво слободних радикала тако што могу бити донори електрона или водониковог јона. Неензиматски антиоксиданси укључују једињења попут витамина Це, Е, фенолних једињења, каротеноида и др. У ензиматске антиоксидансе се убрајају ензими попут супероксид дисмутаза (SOD), каталазе (CAT), аскорбат пероксидазе (APX), глутатион пероксидазе (GPX) (Gulcin, 2020). Синтетички антиоксиданси су развијани као аналози оним природног порекла и често се додају у прехранбене производе како би продужили њихов рок трајања и побољшали карактеристике. Могућу токсичност и нежељене ефекте синтетичких антиоксиданаса истакле су новије студије. Усмеравањем фокуса на употребу адитива природног порекла у индустрији хране може се утицати на постепену замену синтетичких антиоксиданаса (Carocho и Ferreira, 2013). У групу природних антиоксиданаса убрајају се феноли, терпеноиди, токофероли, глукозинолати и једињења са сумпором која такође поседују и антимуtagenу, антиканцерогену, антиинфламаторну и антимикробну активност (Brewer и сар., 2011).

Познато је да плодови самониклих ружа имају благотворно дејство на човеково здравље и да се вековима широко примењују у народној медицини (Jarić и сар., 2011; Ayati и сар., 2018). Последњих година интензивирани су истраживања фитохемијског састава и антиоксидативног потенцијала врста рода *Rosa* али услед велике морфолошке варијабилности и међусобне хибридизације врста процес је значајно отежан (Adamczak и сар., 2012; Roman и сар., 2013; Demir и сар., 2014; Taneva и сар., 2016). Досадашње студије базиране су на анализи антиоксидативне активности плодова најучесталијих самониклих ружа (*R. canina*, *R. rugosa*, *R. gallica* и др.) док су студије о својствима листова ретке. Roman и сар. (2014) утврдили су DPPH методом висок антиоксидативни потенцијал (18,12-36,6 μg Trolox/mL) плодова врсте *R. canina* узоркованих из спонтане флоре Трансилваније (Румунија). Презентовани резултати су у корелацији са предходним студијама антиоксидативне активности плодова ове врсте (Wenzig и сар., 2008; Ghazghazi и сар., 2010). Висок антирадикални потенцијал врста *R. spinosissima*, *R. rugosa* и *R. gallica* утврђен је FRAP тестом у студији Koczka и сар. (2018). Антирадикалну активност воденог и метанолног екстракта шипка врсте *R. arvensis* предходно су потврдили Nadpal и сар. (2016). Према наведеним резултатима DPPH методе метанолни екстракти плодова и воћне каше испољили су значајан антиоксидативни потенцијал ($\text{IC}_{50}=0,10$ и $0,24 \text{ mg/mL}$), док је џем као традиционални производ имао нешто слабију активност ($\text{IC}_{50}=0,70 \text{ mg/mL}$). Поред самониклих врста предмет анализа су и бројни култивари. Liaudanskas и сар. (2021), су показали да међу тестираним култивисаним врстама најјачи антиоксидативни потенцијал у DPPH и FRAP тестовима имају плодови *R. spinosissima* култивара "Single Cherry" и *R. rugosa* култивара "Adam Chodun".

Насупрот широко распрострањеним тврдњама и веровању у лековитост плодова ружа, о потенцијалу примене листова мало се зна. Baydar и Baydar (2013) су у својој студији истакли висок антиоксидативни потенцијал екстракта листова врсте *R. damascena* и њихову способност редукције DPPH радикала ($\text{IC}_{50}=0,03 \text{ mg/mL}$). Високе вредности DPPH и ABTS редукционог потенцијала ($0,03\text{-}0,08 \text{ mg/mL}$) поседују листови врсте *R. roxurghi* (Wu и сар., 2020) и врсте *R. agrestis* (Bitis и сар., 2010). Статистичком обрадом резултата утврђено је да висок садржај полифенеолних једињења позитивно корелише са антиоксидативним потенцијалом екстракта плодова и листова ружа (Nowak и Gawlik-Dziki, 2007; Wang и сар., 2021в).

1.5.2. Антимикробна активност

Антимикробна активност екстракта и етарског уља представља делимичну или потпуну инхибицију раста гљива или бактерија, при чему тестирани узорци испољавају фунги/бактерио-статичну или фунги/бактери-цидну активност. Полифеноли присутни у биљним екстрактима (фенолне киселине, хинони, флавоноиди, танини и др.) имају тенденцију да се инкорпорирају у ћелијски зид и ћелијски мембрану микроорганизама, резултујући променама у њиховој пропустљивости (Ultee и сар., 2022). Положај и број хидроксилних група на угљеничном прстену представља кључни фактор за активност фенолних једињења (Cai и сар., 2006). Присуство кетона, алкохола или било које групе једињења оксидоване форме у етарским уљима терпеноидне структуре, повећава њихов антимикробни потенцијал (Griffin и сар., 1999). Антимикробна активност екстракта, етарског уља или изолованог чистог једињења корелисана је са његовим начином екстракције, таксоном, хемијским саставом екстракта и етарског уља, структурном конфигурацијом једињења и њиховим синергистичким интеракцијама (Henie и сар., 2009). Већина конвенционално доступних антибиотика испољава ефекте примене при концентрацијама од 10 µg/mL, док се изолована једињења природног порекла сматрају потентним уколико поседују инхибиторни потенцијал у концентрацијама до 100 µg/mL (Rios и сар., 1988). За биљне врсте које се свакодневно користе у исхрани у већим количинама, сматра се да свака антимикробна активност у конзумним дозама представља повољан резултат (Puupponen-Pimia и сар., 2005). Повећан број бактеријских и гљивичних инфекција, код људи са ослабљеним имуним системом, захтева проналазак нових супстанци природног порекла са антимикробним потенцијалом. Научне студије верификовале су етноботаничку употребу врста рода *Rosa* (Simkova и Polesny Karakose, 2015; Karakose и сар., 2019; Ayati и сар., 2021; Sharma и сар., 2023; Matejić и сар., 2024). Многобројне *in vitro* студије показале су да плодови, листови и цветови ружа захваљујући свом хемијском саставу испољавају значајан степен биолошке активности као антимикробне супстанце (Mileva и сар., 2014; Shohayeb и сар., 2014; Deepika и сар., 2019).

Тестирани екстракти листова и плодова врсте *R. canina* показују значајну антимикробну активност на дванаест бактеријских сојева и један квасац, у поређењу са позитивном контролом на три антибиотика (стрептомицин, тетрациклин и хлорамфеникол). Грам-позитивни сојеви (*Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Sarcina lutea*, *Micrococcus flavus*) показали су већу осетљивост на тестиране екстракте у односу на грам-негативне сојеве (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus vulgaris*) (Yi и сар., 2007). Сојеви квасца *Candida albicans* поседују највећу резистенцију на екстракте плодова и листова врсте *R. canina* (MIC 125-250 µg/mL, MBC 390-500 µg/mL) (Milenković-Andelković, 2016).

Експериментално је потврђено да етарска уља цветова и плодова ружа поседују значајан биолошки потенцијал и да су добри антимикробни агенси (Shohayeb и сар., 2014; Gochev и сар., 2014). Етарско уље изоловано из цветова комерцијално узгајане врсте *R. alba* поседује висок антифунгални потенцијал према сојевима *C. albicans* и *C. tropicalis*, при чему цитронелол, гераниол и нерол представљају доминантне компоненте уља (Gochev и сар., 2014). Тестирани екстракти (вода, етанол и хексан) и њихове фракције (хлороформ, етил-ацетат и бутанол) цвета врсте *R. damascena* поседују значајан антифунгални потенцијал према сојевима гљива *Penicilium notatum*, *Aspergillus niger* и *Candida albicans* (Shohayeb и сар., 2014). Упоредном анализом антифунгалног потенцијала водених екстраката цветова врста *Rosa floribunda*, *Aloe vera* и *Butea monosperma* показано је да екстракти руже испољавају највећи инхибиторни потенцијал (Parihar и сар., 2016). Експериментално је утврђено да екстракти листова ружа поседују јачу антимикробну активност у односу на оне припремљене од плодова, што се може

повезати са значајно већим садржајем фенолних киселина и флавонола у екстрактима листа у односу на плод (Yi и сар., 2007).

1.5.3. Ензим инхибиторни потенцијал

Сматра се да су слободни радикали попут високо реактивних кисеоничних врста укључени у етиологију многих болести као што су рак, коронарне болести срца, Алцхајмерова болест, неуродегенеративни поремећаји, атеросклероза, укључујући и инфламације као резултат оксидативног стреса. Упални процеси представљају природну реакцију на инфективни агенс, опекотину, токсин или физичко, хемијско или трауматско оштећење са сврхом заштите места повреде. Екстракти плодова и листова ружа захваљујући свом хемијском саставу испољавају значајан степен биолошке активности као антиинфламаторне супстанце. Испитивањем механизма деловања ових једињења утврђено је постојање неколико молекуларних механизма као што су инхибиција *NF- κ B* сигналног пута, проинфламаторног ензима (MMPs и COX-2) и опадање продукције проинфламаторних цитокина (TNF α , IL-1 β , IL-6 и CCL5). Иако су истраживања још увек на нивоу предклиничких студија, сматра се да су галактолипиди укључени у ову регулацију (Christensen, 2009; Cheng и сар., 2016). Nađpal и сар. (2016) су показали да воћна каша припремљена од плодова врста *R. canina* и *R. arvensis* као и метанолни екстракти сувих плодова врсте *R. canina* испољавају извесну инхибиторну активност према липидним медијаторима арахидонске киселине (COX и LOX). Такође, евидентан је и благотворни утицај примене плодова и листова врста рода *Rosa* на гастроинтестинални тракт, циркулаторни систем, јетру, бубреге и кожу. Традиционална употреба ружа у лечењу гастроинтестиналних проблема има и научну потпору. *In vitro* студије показале су да каротеноди изоловани из плодова врсте *R. canina* представљају носиоце антиулцерогене активности и да имају улогу у заштити желудачне мукозе, лечењу чира или запаљења дуоденалне мукозе. Експериментално је утврђен висок анти-*Helicobacter pylori* потенцијал (MIC=8,2 до 11 μ g/mL), сличан деловању референтног једињења метронидазола (Horvath и сар., 2012). Екстракти плодова се употребљавају и за детоксикацију организма. Водени екстракти плодова *R. canina* (250-750 mg/kg) испољавају хепатопротективни потенцијал тако што могу редуковати ниво оксидативног стреса и спречити оштећења јетре изазвана токсинима. У *in vitro* студијама показан је стимулативни ефекат ових екстраката на раст култура ћелија панкреаса (Sadeghi и сар., 2016; Fattahi и сар., 2017).

Неколико научних студија презентовало је резултате истраживања утицаја употребе врста овог рода на нервни систем. Резултати су показали да екстракти припремљени од плодова ружа поседују неуропротективну активност код исхемије мозга (Vafaee и сар., 2012). Тренутно су актуелна истраживања потенцијалне анти-Алцхајмер активности, при чему се сматра да су изузетно високи антиоксидативни и антиинфламаторни потенцијали екстраката плодова ружа кључни за испољавање неуропротективног ефекта. Неопходно је наставити са експерименталним и клиничким истраживањима како би се утврдила веза између хемијског састава екстраката ружа и њиховог утицаја на нервни систем (Daneshmand и сар., 2016). Експерименталне и клиничке студије показале су да употреба плодова врста рода *Rosa* може значајно смањити ризик од појаве кардиоваскуларних обољења. Њихова употреба у исхрани индукује смањење нивоа холестерола у крви. Током дијете са високим уделом масти, код мишева је запажено повећан ниво холестерола у фекалној масти и повећана експресија гена за рецепторе протеина ниске густине (LDLR гена), гена за реверзни транспорт холестерола (RCT) при чему се смањује крвни притисак и оксидују липопротеини ниске густине (LDL) (Cavaleira и сар., 2017). У оквиру насумично двоструке плацебо студије, употреба плодова врсте *R. canina* у облику праха (40 g, шест недеља) смањује ризик од

кардиоваскуларних обољења код недијабетских индивидуа (Andersson и сар., 2012). Плодови врсте *R. canina* се користи у Турској и Иранској традиционалној медицини као ефикасан лек за лечење дијабетес мелитуса (Fattahi и сар., 2017). Orhan и сар. (2009) су сугерисали да би моносахариди, олигосахариди и пектини могли бити главна антидијабетички активна једињења у плодовима врсте *R. canina*. Поред тога, Wu и сар. (2020) су открили да полисахариди (RLP-1.2 и RLP-2.1) изоловани из листова врсте *R. roxburghi* поседују значајан инхибиторни потенцијал ензима α -амилазе (IC_{50} = 10,16 mg/mL и 8,58 mg/mL). Marmol и сар. (2017) су истакли да екстракти шипка инхибирају активност ензима α -глюкозидазе и α -амилазе на сличан начин као и синтетички инхибитори (акарбоза и миглитол), који се тренутно користе у лечењу дијабетес мелитуса. Употреба препарата на бази екстраката и уља врста рода *Rosa* у већини случајева не изазива токсичне и пропратне нежељене ефекте. Могућа је појава алергијског контактнoг дерматитиса прилоком примене етарског уља (Jang и сар., 1996). У појединим клиничким испитивањима употребе сувих плодова у облику праха, примећени су спорадични дигестивни проблеми (Andersson и сар., 2012).

2. Циљеви рада

Прегледом доступних литературних података истиче се да је у флори Републике Србије забележена 21 врста рода *Rosa*. Узевши у обзир све наводе о морфо-анатомским и фитохемијским анализама као и о студијама биоактивности екстракта ружа са овог простора, намеће се закључак да поред оних најучесталијих врста попут *R. canina*, *R. dumalis* и *R. corymbifera*, постоји недостатак студија оних мање познатих. Такође, последња званична свеобухватна студија о диверзитету ружа на нашим просторима (Род *Rosa* у Флори СР Србије 4, Српска Академија Науке и Уметности, 1972) датира више деценија уназад. На основу истакнутих чињеница изведен је закључак да постоји потреба за детаљним морфолошким и фитохемијским анализама као и за проучавањем биоактивног потенцијала других мање познатих таксона самониклих ружа на простору Републике Србије.

Циљеви овог рада су:

- Теренско истраживање, проналазак и узорковање самониклих ружа у својим природним стаништима;
- Идентификација сакупљених таксона и одабир репрезентативних узорака за даље микроморфолошке анализе;
- Утврђивање варијабилности микроморфолошких карактеристика вегетативних (лист) и репродуктивних (цвет и збирни плод) органа;
- Припрема биљних екстракта (лист, хипанцијум и орашице) применом нетоксичних растварача и њихово процесуирање у даљим анализама;
- Детаљна фитохемијска анализа полифенолног и витаминског састава екстракта;
- Одређивање *in vitro* антиоксидативне активности и ензим инхибиторног потенцијала.

3. Материјал и методе

3.1. Биљни материјал

Биљни материјал сакупљен је са природних станишта током 2018. и 2019 године. Теренска истраживања су осмишљена у циљу проналажења и узорковања самониклих врста рода *Rosa* са различитих локалитета широм Србије. Потпуно развијени листови и цветови ружа сакупљани су током јуна и јула, док су зрели плодови (шипак) узорковани у септембру. Ваучер примерци су припремљени, идентификовани и депоновани у Хербаријуму Института за ботанику и Ботаничкој башти „Јевремовац“, Универзитета у Београду, Биолошки факултет (БЕОУ). Подаци о прикупљеним врстама приказани су у Табели 1.

Табела 1. Врсте рода *Rosa* коришћене у експерименталном раду

Назив врсте	Локалитет	Кординате	Надморска висина (m)	Ваучер (БЕОУ)
<i>Rosa arvensis</i>	Петница, Ваљево	N44,24138 E19,92472	305,5	17824
	Велики Крш, Бор	N44,16829 E22,10432	626,0	17823
	Жељин, Александровац	N43,47781 E20,89385	822,5	17745
	Златибор, Чајетина	N43,63278 E19,64933	1192,5	17822
<i>Rosa gallica</i>	Велики Крш, Бор	N44,16972 E22,10111	626,0	17747
	Шљивово, Александровац	N43,41307 E21,06886	493,5	17876
	Столови, Краљево	N43,61847 E20,70284	511,0	18019
	Гружа, Кнић	N 43,91069 E20,76692	244,0	18020
<i>Rosa pendulina</i>	Бабин Зуб, Стара планина	N43,36794 E22,60261	1409,5	17875
	Копаоник, Брус	N43,31776 E20,80486	1750,0	16865
	Столови, Краљево	N43,59696 E20,64745	796,0	18022
	Гоч, Врњача Бања	N43,56083 E20,66231	722,0	18023
<i>Rosa spinosissima</i>	Столови, Краљево	N43,59696 E20,64745	796,0	18021
	Бољаре, Пештерска висораван	N43,10065 E19,97640	1262,0	17871
	Бабин Зуб, Стара планина	N43,36716 E22,60546	1409,5	17743
	Златибор, Чајетина	N43,60568 E19,64991	1017,0	17872
<i>Rosa tomentosa</i>	Златибор, Чајетина	N43,64965 E19,63621	1192,5	17744
	Округлица, Власинска висораван	N42,67522 E22,34860	1237,5	17873
	Гоч, Врњачка Бања	N43,54277 E20,82014	1023,0	17874
	Рогозна, Нови Пазар	N43,09557 E19,98460	1262,0	17749

3.2. Хемикалије и реагенси

Органски растварачи, динатријум хидроген фосфат додекахидрат ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$) и натријум дихидроген фосфат дихидрат ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) набављени су из VWR Chemicals (Лутерворт, Велика Британија). Глацијална сирћетна киселина, хлороводична киселина и хлороформ набављени су од Zorka Pharma (Шабац, Србија). Стандарди фенола и витамина, мравља киселина (FA), Folin-Ciocalteu фенолни реагенс (FC), 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил (DPPH), трис(2-пиридил)-с-триазин (TPPZ), 2(3)-т-бутил-4-хидроксианизол (БНА), 2,6-ди-терц-бутил-4-метилфенол (БНТ), α -глукозидаза тип I из *Saccharomyces cerevisiae*, α -амилаза из свињског панкреаса,

ацетилхолинестераза из *Electrophorus electricus* (AChE), тирозиназа из *Agaricus bisporus*, ацетилхолин-јодид (ATCI), говеђи серум албумин (BSA), галантамин, п-нитрофенил-β-Д-глюкопиранозид (PNPG), 5,5'-дитио-бис-(2-нитробензојева киселина) (DTNB), гвожђе (II) сулфат хептахидрат ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), гвожђе (III) хлорид хексахидрат ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), натријум ацетат (CH_3COONa), Коична киселина, 3,4-ди-хидрокси-Л-фенилаланин (L-DOPA), Тризма база и Луголов раствор набављени су од Sigma Aldrich Co. (Сент Луис, Сједињене Америчке Државе). Лиолна киселина, Твен 80, β-каротен, 2,2'-азино-бис(3-етилбензотиазолин)-6-сулфонска киселина (ABTS), алуминијум хлорид (AlCl_3), алуминијум нитрат нонахидрат ($\text{AlNO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) и калијум ацетат (CH_3COOK) су купљени од Merck (Дармстадт, Немачка). Анхидровани натријум карбонат (Na_2CO_3) и анхидровани натријум хлорид (NaCl) су из Суперлаба (Београд, Србија), док је 1% раствор скроба купљен од Carl Roth GmbH & Co. KG (Карлсруе, Немачка). Калијум пероксид сулфат је набављен од Thermo Fisher Scientific (Њу Џерси, Сједињене Америчке Државе).

3.3. Микроморфолошка анализа

3.3.1. Скенирајућа електронска микроскопија (SEM)

Током теренских истраживања узорковани су потпуно диференцирани листови, цветови и зрели плодови врста рода *Rosa* у Петри посуде и транспортовани су у преносивом фрижидеру. Свежи узорци су чувани у замрзивачу за дубоко замрзавање (Arctico ULF 390) пре лиофилизације на Christ Alpha 2-4 LSC plus уређају. Мали сегменти сувог биљног материјала (5 mm x 5 mm) постављани су на месингане цилиндричне носаче и напаравани су танким слојем злата у уређају за распршивање (BALTEC-SCD 005). Микроморфолошка анализа обављена је коришћењем JEOL JSM 6460 LV скенирајућег електронског микроскопа (SEM), при високом вакууму на убрзавајућем напону од 20 kV.

3.3.2. Обрада резултата микроморфолошке анализе

На основу репрезентативних микрографија анализирани су типови трихома и структурираност епидермиса. Сва морфометријска мерења ($n=20$) обављена су помоћу софтвера Digimaizer (верзија 4.3.5) при истом нивоу увећања. Резултати су обрађени помоћу Microsoft Office Excel 2016 софтвера. Терминологија и класификација микроморфолошких структура наведена је према литератури Payne (1978), Newson (1988) и Wang и сар. (2019).

3.4. Фитохемијска анализа

3.4.1. Екстракција

Екстракти су припремљени методом ултразвучне екстракције (Džamić и сар., 2013), при чему је као растварач коришћен 70% етанол (v/v). Пре екстракције, узорци листова су осушени на собној температури при условима редуковане светлости, док су свежи плодови раздвајани на омотач (хипанцијум) и појединачне плодиће (орашице) и чувани у замрзивачу (Arctico ULF 390). Биљни материјал је уситњен до fine конзистенције прашка у лабораторијском блендеру (Waring 8010 ES), и по 5 g листова и плодова (хипанцијума и орашица) екстраховано је са 100 mL растварача током 24 сата. Узорци су изложени ултразвуку у ултразвучном купатилу (30°C) првог и последњег сата екстракције. Филтрирани екстракти (Whatman No. 1) упарени су до сува на ротационом вакуум упаривачу (BÜCHI B-480) под редукованим притиском и при максималној температури од 40°C. Суви екстракти су паковани у бочице од тамног стакла и за потребе даљих анализа чувани су на 4°C највише две године.

3.4.2. Садржај укупних фенолних једињења (TPC)

Садржај укупних фенолних једињења квантификован је процедуром коју су описали Singleton и Rossi (1965). Метода је заснована на редукцији Folin-Ciocalteu реагенса (FC) узорком са високим садржајем фенолних једињења, резултујући карактеристичном обојености смеше (фосфомолидбенско плаво). Интезитет обојености реакционе смеше директно је пропорционалан концентрацији фенолних једињења у тестираном узорку. Укратко, 0,1 mL радног раствора екстракта у етанолу (0,5 mg/mL лист и 1 mg/mL хипанцијум и орашице) и 0,5 mL 10% FC раствора (v/v) инкубирани су 6 минута у мраку. Након инкубације у реакциону смешу је додато 0,4 mL 7,5% раствора натријум карбоната (w/v). Сваки узорак је тестиран у три понављања, а негативна контрола је садржала 0,1 mL растварача (70% EtOH) уместо тестираног узорка. Апсорбанца је читавана након инкубације од 120 минута на таласној дужини од 740 nm према бланк узорку (UV-VIS JENWAY 6305 спектрофотометар). Укупан садржај фенола у тестираним екстрактима представљен је у mg еквивалента галне киселине по граму сувог екстракта (mg GaE/g). За конструисање калибрационе криве коришћени су раствори галне киселине у опсегу 10–100 $\mu\text{g/mL}$ ($y=7,063x-0,015$; $R^2=0,9991$). Резултати су представљени као средња вредност три понављања $\pm$ стандардна грешка.

3.4.3. Садржај укупних флавоноида (TFC)

Садржај флавоноида у тестираним узорцима квантификован је методом коју су описали Park и сар. (1997). Реакција заснована на способности флавоноида да гради интезивно жуто обојене комплексе са јонима алуминијума (III) користи се за спекрофотометријско одређивање њихове количине у узорку. Укратко, у 0,6 mL радног раствора екстракта у етанолу (0,5 mg/mL лист и 1 mg/mL хипанцијум и орашице) додато је 0,58 mL реакционе смеше која садржи 80% етанол (v/v), 10% алуминијум нитрат и 1M калијум ацетат (w/v). Сваки узорак је тестиран у три понављања, а негативна контрола је садржала 0,6 mL растварача (70% EtOH) уместо тестираног узорка. Апсорбанца је читавана на таласној дужини од 415 nm према бланк узорку након инкубације од 40 минута (UV-VIS JENWAY 6305 спектрофотометар). Укупан садржај флавоноида у тестираним екстрактима изражен је у mg еквивалента кверцетин хидрата по граму сувог екстракта (mg QuE/g). За конструисање калибрационе криве коришћени су раствори кверцетин хидрата у опсегу 10–100 $\mu\text{g/mL}$ ($y=13x-0,019$; $R^2=0,9995$). Резултати су представљени као средња вредност три понављања $\pm$ стандардна грешка.

3.4.4. Садржај укупних флавонола (TF)

Количина флавонола у тестираним екстрактима одређена је методом коју су описали Mihailović и сар. (2016), уз одређене измене. Укратко, у 0,2 mL радног раствора екстракта у метанолу (0,5 mg/mL лист и 1 mg/mL хипанцијум и орашице) додато је 0,2 mL метанолног раствора алуминијум хлорида (20 mg/mL) и 0,6 mL метанолног раствора натријум ацетата (50 mg/mL). Узорци су тестирани у три понављања, а негативна контрола је садржала 0,2 mL растварача (MeOH) уместо тестираног узорка. Апсорбанца је читавана на 440 nm према бланк узорку након инкубације од 150 минута (UV-VIS JENWAY 6305 спектрофотометар). Укупан садржај флавонола у тестираним екстрактима изражен је у mg еквивалента кверцетин хидрата по граму сувог екстракта (mg QuE/g). За конструисање калибрационе криве коришћени су раствори кверцетин хидрата (0,005–0,2 mg/mL; $y=15,489x-0,0027$; $R^2=0,9998$). Резултати су представљени као средња вредност три понављања $\pm$ стандардна грешка.

3.4.5. UHPLC MS/MS анализа фенола

За потребе хроматографске анализе растворено је по 20 mg сувог екстракта листова, хипанцијума и орашица у 1 mL метанола. Екстракти су филтрирани кроз шприц филтер густине 0,45 μm (Lab Logistics Group GmbH, Meckenheim, Germany). Концентровани раствори стандарда фенолних једињења (1000 $\mu\text{g/mL}$) припремљени су у метанолу и разблажени су до радних концентрација (0,025-1,000 $\mu\text{g/mL}$).

Раздвајање, идентификација и квантификација циљаних једињења изведена је коришћењем течне хроматографије ултра високих перформанси са тандем масеном спектрометријом. Систем се састојао од Dionex Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific, Бремен, Немачка) повезаним са ултравиолетним диодним детектором и масеним спектрометром са три анализатора – троструки квадрупол опремљеним са електроспреј извором јонизације (HESI) (TSQ Quantum Access Max, Thermo Fisher Scientific, Базел, Швајцарска). За хроматографско раздвајање коришћена је аналитичка колона Synchronis C18 (100 $\times$ 2,1 mm, 1,7 μm) при температури од 40°C. Мобилна фаза састојала се из дејонизоване дестиловане воде са 0,1% мравље киселине (v/v) (А) и смеше ацетонитрила са 0,1% мравље киселине (v/v) (Б), при протоку од 0,3 mL/min. Примењен је градијентни мод, са наведеним односима мобилних фаза: у првих 1,0 мин 5% Б; 1,0-16,0 мин 5-95% Б; 16,0-16,2 мин од 95% до 5% Б и до 20. мин 5% Б. Ињекциона запремина узорка подешена је на 5 μL , а таласне дужине детекције на 254 nm и 280 nm. Масени спектрометар је радио у негативном режиму јонизације у опсегу 100-1000 m/z. Додатна подешавања детектора и параметри HESI извора задати су према протоколу који су описали Мишић и сар. (2015). Једињења су праћена у вишеструким режимима масене спектрометрије скенирања, укључујући потпуно скенирање (FS) и производно скенирање (PIS). За контролу инструмента коришћен је Xcalibur софтвер (верзија 2.2). Фенолна једињења су идентификована и квантификована директним поређењем са комерцијалним стандардима. Укупна количина сваког једињења израчуната је интеграљењем површине пикова и изражена је као mg/kg сувог екстракта (Gašić и сар., 2015).

3.4.6. HPLC-DAD анализа аскорбинске киселине (витамин Це)

Квантитативна анализа садржаја аскорбинске киселине урађена је према методи коју су описали Нојаван и сар. (2008). Свежи узорци плодова (хипанцијум и орашице) хомогенизовани су 5 минута у лабораторијском авану помоћу течног азота. Биљни материјал (1 g) екстрахован је са 5 mL 5% метафосфорне киселине (w/v) при условима редуковане светлости и температуре (4°C). Смеша биљног материјала и растварача је центрифугирани на 6000 RCF 10 минута (Hettich EBA 200 S), а затим је супернатант филтриран кроз шприц филтер дијаметра 0,45 μm . Финални екстракти су чувани највише 1 сат пре анализе (4°C). Систем течне хроматографије високих перформанси састојао се од Dionex Ultimate 3000 уређаја опремљеног са Acclaim™ PolarAdvantage II C18 колоном (150 $\times$ 4.6 mm, 3 μm) повезаним са ултравиолетним диодним детектором (HPLC-DAD). Ињекциона запремина узорка подешена је на 20 μL при температури колоне од 30°C. Изократска мобилна фаза, 94% ddH₂O (А) и 1% FA-ACN (Б) (v/v) коришћена је при брзини протока од 1 mL/min. За конструисање калибрационе криве стандарда витамина Це коришћена је детекција пикова на таласној дужини од 245 nm. Витамин Це је идентификован поређењем ретенционих времена непознатих пикова са референтним стандардом. Укупни садржај витамина израчунат је интеграљењем површине пикова и изражен је као mg једињења према јединици свеже масе плода (mg/100g FW).

3.4.7. HPLC-DAD анализа α -токоферола (витамин Е)

Садржај α -токоферола одређен је према методи коју су описали Yorguk и сар. (2008), са незнатним изменама. Свеж биљни материјал хомогенизован је у лабораторијском блендеру до фине конзистенције. Појединачно, 1 g хипанцијума и орашица екстрахован је са 15 mL 66% смеше растварача хлороформ-метанол (v/v) у ултразвучном купатилу 15 минута. Екстракти су филтрирани (Whatman No. 1) и супернатант је три пута подвргнут течно-течној екстракцији са 5 mL dH₂O. Комбиновани органски слој је потом центрифугиран на 3000 RCF 25 минута (Hettich EBA 200 S). Екстракти су упарени до сува на ротационом вакуум упаривачу, растворени у 1 mL метанола и филтрирани кроз шприц филтер од 0,45 μ m. Финални екстракти су чувани највише седам дана на 4°C пре анализе. За детекцију и квантификацију α -токоферола коришћен је исти HPLC-DAD систем као и при квантификацији аскорбинске киселине. Изократска мобилна фаза, 2% ddH₂O (А) и 98% MeOH (Б) (v/v) коришћена је при брзини протока од 1 mL/min. За конструисање калибрационе криве стандарда витамина Е коришћена је детекција пикова на таласној дужини од 290 nm. Витамин Е је идентификован поређењем ретенционих времена непознатих пикова са референтним стандардом. Укупни садржај витамина израчунат је интеграљењем површине пикова и изражен је као mg једињења према јединици свеже масе плода (mg/100g FW).

3.5. Одређивање биолошке активности екстраката

3.5.1. Антиоксидативна активност

Антиоксидативни потенцијал етанолних екстраката листова и плодова врста рода *Rosa* испитан је коришењем DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилхидразил), ABTS (2,2'-азино-бис(3-етилбензотиазолин-6-сулфонска киселина), β -каротен/линолна киселина и FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Power) методе. Спектрофотометријска мерења обављена су на JENWAY 6305 UV/Vis спектрофотометру. Антиоксидативна активност тестираних екстраката у DPPH, ABTS и β -каротен/линолна киселина методи изражена је као IC₅₀ (mg/mL) вредност (концентрација екстракта која омогућава 50% од укупне антиоксидативне активности). Резултати FRAP методе су изражени у Fe (II) еквивалентима (μ mol Fe(II)/mg сувог екстракта) коришењем калибрационе криве конструисане за гвожђе (II) сулфат хептахидрат. Као референтни стандарди коришћени су 2(3)-т-бутил-4-хидроксианизол (BHA), аскорбинска киселина и α -токоферол. Резултати су представљени као средња вредност три понављања $\pm$ стандардна грешка.

3.5.1.1. DPPH метода

Спектрофотометријско утврђивање антиоксидативног потенцијала DPPH тестом рађено је по методи Blois (1958), уз појединачне модификације (Matejić и сар., 2016). DPPH радикал је стабилизован резонанцијом и делокализацијом слободног електрона, љубичасте је боје са максимумом апсорпције на 517 nm. Протоновање слободног радикала антиоксидансом пореклом из тестираног екстракта, резултује његовом редукцијом до хидразина (жуте боје). У епрувете се одмерава 1 mL радног раствора DPPH радикала у метанолу (0,04 mg/mL) и 0,1 mL радног раствора екстракта (лист 0,05-0,2 mg/mL, хипанцијум 0,1-1,5 mg/mL и орашице 0,1-1 mg/mL). Негативна контрола експеримента садржала је метанол уместо тестираног екстракта. Апсорбанца је читавана након инкубације од 30 минута на таласној дужини од 517 nm према бланк узорку. Проценат смањења апсорпције слободног радикала израчунат је једначином (Ј. 1):

$$\text{Интезитет смањења апсорпције (\%)} = (A_k - A_y) / A_k \times 100, \quad (J. 1)$$

где је A_k -апсорбанца контроле и A_y -апсорбанца узорка.

3.5.1.2. ABTS метода

Антиоксидативни потенцијала екстракта одређен је и ABTS методом, коју су претходно описали Miller и Rice-Evanas (1997). Метода се заснива на редукцији ABTS катјона ($ABTS^+$) који је интензивно плавозелене боје до неутралног (молекулског) облика који је безбојан. Дванаест сати пре експеримента извршена је активација радне смеше растварањем 19,2 mg ABTS радикала у 5 mL калијумперсулфата. У епрувете је одмерено 1 mL радног раствора ABTS радикала у води (0,038 mg/mL) и 0,025 mL радног раствора екстракта (лист 0,075-0,3 mg/mL, хипанциум 0,2-1,5 mg/mL и орашице 0,4-1,5 mg/mL). Негативна контрола је садржала етанол уместо тестираног екстракта. Апсорбанца је читавана након инкубације од 30 минута на таласној дужини од 734 nm према бланк узорку. Проценат смањења апсорпције слободног радикала израчунат је једначином (J. 1).

3.5.1.3. β -каротен/линолна киселина метода

Тест инхибиције избељивања емулзије β -каротена и линолне киселине урађен је према модификованој методи коју су описали Miller и сар. (1971). Метода се заснива на одређивању антиоксидативног потенцијала екстракта преко способности неутрализације слободних радикала пореклом од линолне киселине. У фази емулзије, долази до оксидације β -каротена (осетљивог на кисеоник) пероксид радикалима линолне киселине (катализоване топлотом од 50°C). Емулзија је припремљена растварањем радне смеше сачињене од 2 mL раствора β -каротена (5 mg/mL), 40 mg линолне киселине и 80 mg Tween 80 емулгатора у 100 mL оксигенисане дестиловане воде. У епрувете је одмерено 2,4 mL раствора емулзије и 0,1 mL радног раствора екстракта (лист 0,25-2,5 mg/mL, хипанциум 0,5-4 mg/mL и орашице 0,4-3 mg/mL). Негативна контрола експеримента садржала је етанол уместо тестираног екстракта. Апсорбанца је читавана на почетку експеримента ($t=0$ мин) и након инкубације од 120 минута ($t=120$ мин) на таласној дужини од 470 nm према бланк узорку. Проценат инхибиције обезбојавања емулзије израчунат је једначином (J. 2):

$$\text{Инхибиција обезбојавања } \beta\text{-каротена (\%)} = [(A_{k0} - A_{k120}) - (A_{y0} - A_{y120})] / (A_{k0} - A_{k120}) \times 100, \quad (J. 2)$$

где су A_{k0} апсорбанца контроле и A_{y0} апсорбанца узорка у интервалу $t=0$, док су A_{k120} апсорбанца контроле и A_{y120} апсорбанца узорка у интервалу $t=120$.

3.5.1.4. FRAP метода

Укупни антиоксидативни потенцијал екстракта одређен је FRAP методом коју су описали Benzie и Strain (1996). Метода се заснива на редукцији трис(2-пиридил)-с-триазин комплекса (енг. TPTZ) при чему се фери (Fe^{3+}) јони редукују до феро (Fe^{2+}) јона. Реакција се одвија на ниској pH вредности резултујући интензивно плаво обојеним продуктом реакције са максимумом апсорпције на 593 nm. Радни раствор FRAP реагенса припреман је непосредно пре анализа и садржао је 25 mL 0,3M ацетатног пуфера pH=3,6, 0,025 mL 0,01M TPTZ раствора и 0,025 mL 0,02 M гвожђе (III) хлорида. У епрувете се одмерава 0,075 mL радног раствора екстракта (0,5 mg/mL) и 2,25 mL FRAP реагенса. Негативна контрола је садржала етанол уместо тестираног екстракта. Апсорбанца је читавана након инкубације од 10 минута на таласној дужини од 593 nm према бланк узорку. Проценат смањења апсорпције слободног радикала израчунат је на основу

једначине калибрационе криве конструисане за гвожђе сулфат хептахидрат ($y=0,0007x+0,6984$; $R^2 = 0.9987$).

3.5.2. Антидијабетична активност

Антидијабетични потенцијал етанолних екстраката одређен је методом инхибиције активности ензима α -амилаза и α -глюкозидаза. Сва мерења обављена су на читачу микротитрационих плоча Multiscan Sky Thermo Fisher Scientific. Антидијабетична активност тестираних екстраката изражена је као IC_{50} вредност (mg/mL), што представља концентрацију екстракта која инхибира 50% укупне ензимске активности. Резултати су представљени као средња вредност пет понављања $\pm$ стандардна грешка, а као референтни стандард коришћена је акарбоза.

3.5.2.1. Инхибиција активности α -амилазе

Инхибиторни потенцијал екстракта према активности ензима α -амилаза одређен је методом коју су описали Yang и сар. (2012). Метода се заснива на смањењу каталитичке активности ензима α -амилаза под утицајем биљних екстраката, редукујући ендоксидролизу $\alpha(1,4)$ гликозидних веза супстрата (скроба), заустављајући његову дигестију у малтозу. Резултат ове колориметријске реакције је настанак интезивно плаво обојених комплекса након додавања Луголов раствора као индикатора. Интезитет обојености директно је пропорционалан инхибиторном потенцијалу екстракта. Сви реагенси припремљени су у 0,1М фосфатном пуферу (pH 6,9) са додатком 6 mM натријум-хлорида. У сваки од тест бунарића на микротитрационој плочи одмерено је 0,025 mL радног раствора узорка (лист 0,25-5 mg/mL, хипанциум 15-30 mg/mL и орашице 3-20 mg/mL) и 0,05 mL радног раствора ензима (0,5 mg/mL). Након инкубације у трајању од 10 минута на 37°C, у реакцију смешу је додато 0,05 mL 0,1% раствора скроба (v/v). Реакција је заустављена након 10 минута додавањем 0,03 mL 1М хлороводоничне киселине, након чега је додато 0,1 mL Луголог раствора. Контрола експеримента је садржала пуфер уместо екстракта и ензима док је контрола обојености узорка садржала екстракт одговарајуће концентрације и пуфер уместо ензима, супстрата и индикатора. Апсорбанца је мерена на таласној дужини од 620 nm, а проценат инхибиције активности ензима израчунат је једначином (Ј. 3):

$$\text{Инхибиција } \alpha\text{-амилазе (\%)} = [K - (Y - B)] / K \times 100, \quad (J. 3)$$

где Y представља апсорбанцу реакционе смеше, B представља контролу обојености узорка и K представља контролу експеримента.

3.5.2.2. Инхибиција активности α -глюкозидазе

Антидијабетички потенцијал екстракта одређен је и методом инхибиције активности ензима α -глюкозидаза коју су описали Zengin и сар. (2014). Каталитичком активности ензима α -глюкозидаза хидролизује се крајња нередукуюћа $\alpha(1,4)$ гликозидна веза супстрата скроба при чему се ослобађа један мономерни молекул. Резултат ове колориметријске реакције је настанак интезивно жуто обојеног комплекса, при чему је интезитет обојености директно пропорционалан инхибиторном потенцијалу екстракта. Сви реагенси су припремљени у 0,1М фосфатном пуферу (pH 6,8) са додатком 0,2% говеђег серума албумина (w/v). У сваки од тест бунарића на микротитрационој плочи одмерено је 0,120 mL радног раствора узорка (лист 0,05-1 mg/mL, хипанциум 1-10 mg/mL и орашице 1-7 mg/mL) и 0,025 mL радног раствора ензима (0,5 U/mL). Након инкубације

у трајању од 15 минута на 37°C, за почетак реакције додато је 0,025 mL 5mM раствора *p*-нитрофенил- β -D-глюкопиранозид (PNPG). Реакција је заустављена након 10 минута додавањем 0,025 mL 0,2M натријум-карбоната. Контрола експеримента је садржала пуфер уместо екстракта док је контрола обојености узорка садржала екстракт одговарајуће концентрације и пуфер уместо ензима и супстрата. Апсорбанца је мерена на таласној дужини од 405 nm, а проценат инхибиције активности ензима израчунат је једначином (Ј. 3).

3.5.3. Антинеуродегенеративна активност

Антинеуродегенеративни потенцијал етанолних екстраката одређен је методом инхибиције активности ензима ацетилхолинестераза и тирозиназа. Сва мерења обављена су на читачу микротитрационих плоча Multiscan Sky Thermo Fisher Scientific. Антинеуродегенеративна активност тестираних екстраката изражена је као IC₅₀ вредност (mg/mL) што представља концентрацију екстракта која инхибира 50% укупне ензимске активности). Резултати су представљени као средња вредност пет понављања $\pm$ стандардна грешка, а као референтни стандарди коришћени су галантамин и којична киселина.

3.5.3.1. Инхибиција активности ацетилхолинестеразе

Инхибиторна активност екстракта за ензим ацетилхолинестераза одређен је према модификованој методи коју су описали Ellman и сар. (1961). Метода се заснива на смањењу каталитичке активности ензима ацетилхолинестераза редукујући хидролизу ацетилхолина и заустављајући његову дигестију у холин. Резултат ове колориметријске реакције је настанак интезивно жуто обојених комплекса Елмановог реагенса (DTNB) након реакције између DTNB и насталог тиохолина. Интезитет обојености је обрнуто пропорционалан инхибиторном потенцијалу екстракта. Сви неопходни реагенси припремљени су у 0,05M TRIS (pH 8). У сваки од тест бунарића додато је 0,05 mL радног раствора екстракта (лист 0,8-5 mg/mL, хипанциум 4-20 mg/mL и орашице 0,5-10 mg/mL), 0,125 mL и 0,025 mL радног раствора ензима (0,026 U/mL). Након инкубације од 15 минута на 25°C, за почетак реакције додато је 0,025 mL 1,5mM раствора ацетилхолин-јодида (ATCI). Апсорбанца је мерена након инкубације од 10 минута (25°C) на таласној дужини 405 nm. Контрола експеримента садржала је пуфер уместо екстракта док је контрола обојености узорка садржала екстракт одговарајуће концентрације и пуфер уместо ензима и супстрата. Проценат инхибиције активности ензима израчунат је једначином (Ј. 3).

3.5.3.2. Инхибиција активности тирозиназе

Антинеуродегенеративни потенцијал екстракта одређен је и методом инхибиције активности ензима тирозиназа коју су описали Masuda и сар. (2005) уз појединачне модификације (Zengin и сар., 2016). Метода се заснива на редукцији супстрата (L-DOPA) до допахинона, резултујући настанком интезивно наранџасто-црвено обојеног комплекса. Интезитет обојености обрнуто је пропорционалан инхибиторном потенцијалу екстракта. Сви неопходни реагенси припремљени су у 0,025M фосфатном пуферу (pH 6,8). У сваки од тест бунарића на микротитрационој плочи одмерено је 0,025 mL радног раствора узорка (лист 0,2-1 mg/mL, хипанциум 2-8 mg/mL и орашице 1-5 mg/mL), 0,1 mL пуфера и 0,04 mL радног раствора ензима (200 U/mL). Након инкубације од 15 минута на 25°C, за почетак реакције додато је 0,04 mL 2,5mM раствора

3,4-ди-хидрокси-L-фенилаланина (L-DOPA). Апсорбанца је мерена након инкубације од 10 минута (25°C) на таласној дужини 492 nm. Контрола експеримента садржала је пуфер уместо екстракта док је контрола обојености узорка садржала екстракт одговарајуће концентрације и пуфер уместо езима и супстрата. Проценат инхибиције активности ензима израчунат је једначином (Ј. 3).

3.5.4. Обрада резултата

Резултати су израчунати помоћу Microsoft Office Excel 2016 и представљени су као средња вредност три понављања $\pm$ стандардна грешка. Статистички значај добијених вредности анализиран је коришћењем једносмерне анализе варијансе (ANOVA) праћене Тукеијевим ХСД тестом (Tukey's HSD) ($p \leq 0,05$).

4 Резултати и дискусија

4.1. Разноврсност морфолошке грађе и микроморфолошких карактера на листовима, цветовима и плодовима врста рода *Rosa*

Самоникле руже најчешће су форме листопадних, зимзелених или полузимзелених жбунова, док су пузавице ретке. На стаблу и младим плодноносним изданцима могу се диференцирати емергенце (бодље) које се разликују по величини, бројности и облику (Gallenmüller и сар., 2015). Могу бити закривљене (српасто и кукасто) или праве (игличасте), код појединих врста диференциране заједно са нежлездане трихомама (ацикуле), њихов број и распоред су специфични за врсту (Vukićević, 1972). Листови ружа су непарно перасто сложени, поседују изражене залистке (стипуле), листићи су често елиптичног облика и просто или сложено назубљеног обода. На њиховој адаксијалној и абаксијалној страни могу се диференцирати једноћелијске нежлездане трихоме као и жлездане трихоме пелтатног типа (Adumitresei и Gostin, 2012; Zeng и сар., 2017a). Цветови ружа могу бити беле, ружичасте или црвене боје, појединачни или организовани у цвасти. Њихов перијант је углавном сачињен од по пет чашичних и круничних листића, који окружују велик број прашника и апокарпни плодник (пехараст хипанцијум) (Zuraw и сар. 2015). Збирни плод познат као шипак се састоји од потпуно разрасле и сазреле цветне ложе (хипанцијума) и већег броја појединачних плодића (орашица). Агрегатни плодови су првенствено наранџасте или црвене боје, ретко мрко црни, округластог или издуженог облика (Basu и сар. 2015). На њима се могу развијати бројне капитатне гландуларне трихоме које су примарно настале на цветној ложи.

У оквиру микроморфолошке студије предметних таксона уочене су нежлездане трихоме (папиле, ацикуле и једноћелијске трихоме) и жлездане трихоме (пелтатне и капитатне) различите дужине (дуге и кратке форме). Њихово присуство/одсуство на површини вегетативних и репродуктивних органа као и разлика у величини запажани су и бележени.

4.1.1 Микроморфолошке карактеристике листа

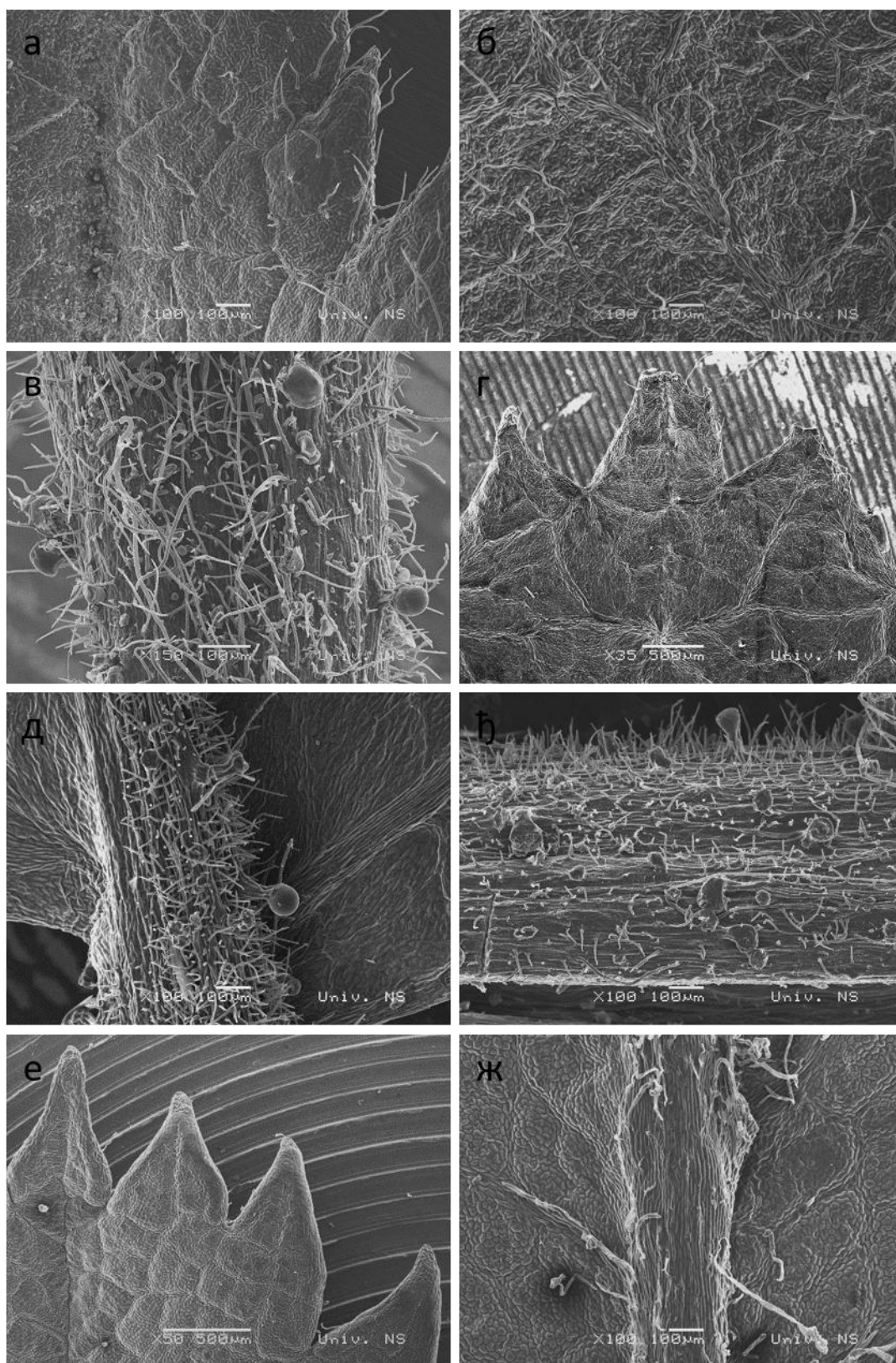
Репрезентативне микрографије микроморфолошких карактеристика листова проучаваних ружа приказане су на сликама 6 и 7. У оквиру анализе диверзитета ових карактера на површини епидермиса адаксијалне и абаксијалне стране листа, лисне дршке и залистака праћено је присуство/одсуство нежлезданих и жлезданих трихома (Табела 2). Присуство дугих, добро развијених и једноћелијских трихома као и жлезданих трихома пелтатног типа забележено је на површини адаксијалне стране листова врсте *R. tomentosa* (Слика 7 д). Оне су биле бројне и присутне читавом површином епидермиса. Појединачно присутне једноћелијске нежлездане трихоме забележене су искључиво на маргинама адаксијалне стране листова врсте *R. arvensis* (Слика 6 а). Насупрот наведеном, код врста *R. gallica* (Слика 6 г), *R. pendulina* (Слика 7 б) и *R. spinosissima* (Слика 6 е) уочено је одсуство свих типова трихома на адаксијалној страни листа. Већи диверзитет проучаваних карактера забележен је на абаксијалној страни листова. Велик број нежлезданих трихома уочен је читавом површином адаксијалне стране епидермиса врста *R. pendulina* (Слика 7 в) и *R. tomentosa* (Слика 7 ђ) док су код врста *R. gallica* (Слика 6 д) и *R. spinosissima* (Слика 6 ж) оне биле присутне само дуж главног нерва. Одсуство жлезданих и нежлезданих трихома одликује абаксијалну страну епидермиса листова врсте *R. arvensis* (Слика 6 б) док су пелтатне жлездане трихоме уочене искључиво код врсте *R. tomentosa* (Слика 7 ђ). Додатно, уочавају се груби зачеци жлезданих трихома на маргинама вишеструко назубљених листова врста *R. arvensis* и *R. tomentosa* (Слика 6 а и Слика 7 д).

Узевши у обзир морфолошку грађу листова ружа (сложено непарно пераст лист), предмет микроморфолошке анализе биле су лисне дршке и залисци. Њиховим проучавањем уочено је присуство капитатних жлезданих и нежлезданих једноћелијских трихома. Оба типа трихома уочена су у великом броју на читавој површини епидермиса лисне дршке врста *R. arvensis* и *R. gallica* (Слика 6 в, ђ). Појединачно, капитатне жлездане трихоме биле су диференциране на лисној дршци врсте *R. pendulina* (Слика 7 г) док су нежлездане трихоме присутне код врсте *R. tomentosa* (Слика 7 ж). Оба типа трихома (нежлездане и жлездане) у потпуности одсуствују на површини епидермиса лисне дршке врсте *R. spinosissima* (Слика 7 а). Уочене микроморфолошке карактеристике епидермиса лисне дршке проучаваних таксона у потпуности одражавају диверзитет трихома на припадајућим лисним залисцима.

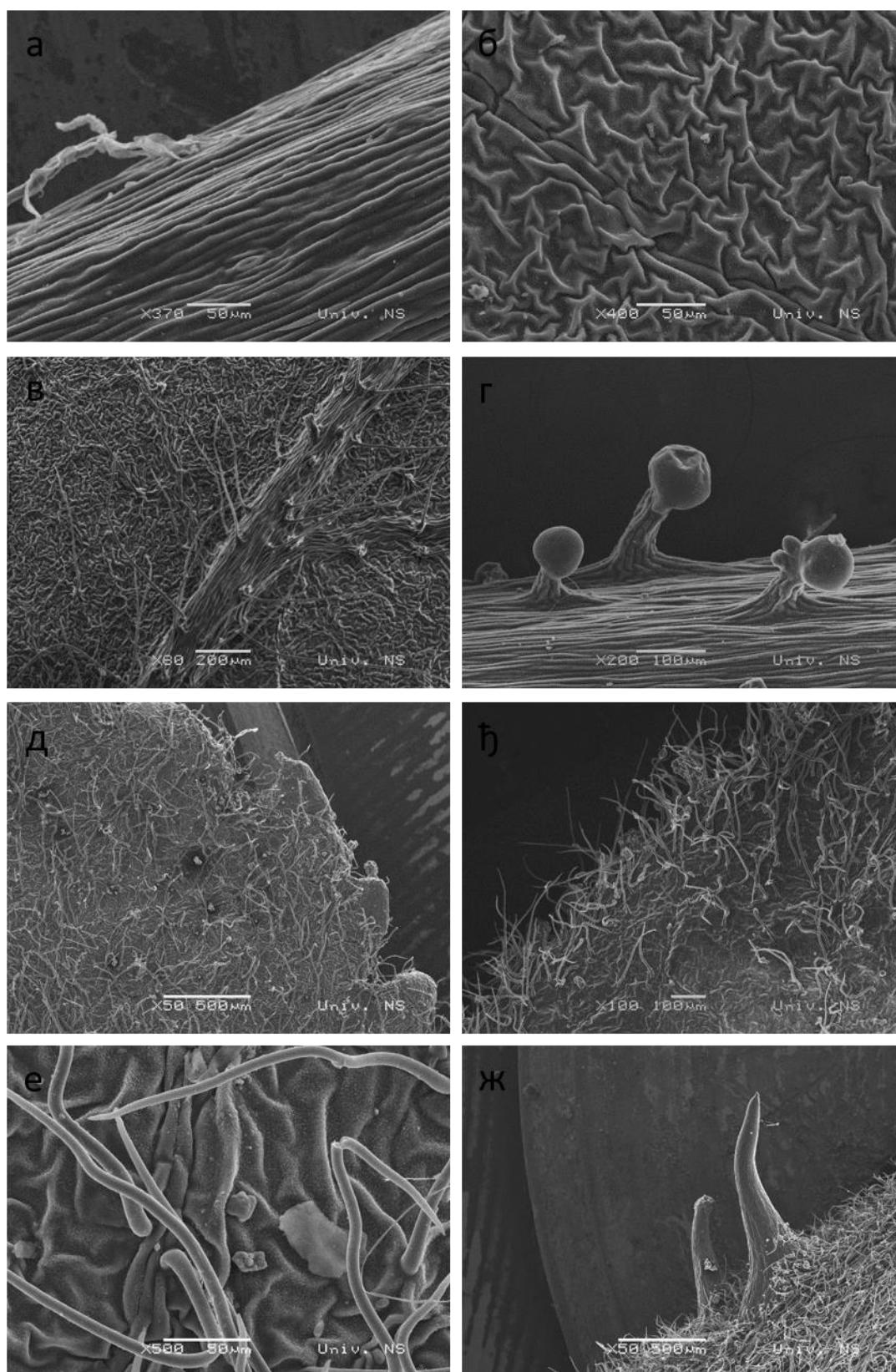
Табела 2. Микроморфолошке карактеристике листова проучаваних врста рода *Rosa*

Биљни орган	Лист-адаксијална страна			Лист-абаксијална страна			Лисна дршка		Залистак	
Тип трихома*	НЖТ	КЖТ	ПЖТ	НЖТ	КЖТ	ПЖТ	НЖТ	КЖТ	НЖТ	КЖТ
<i>R. arvensis</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>R. gallica</i>	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>R. pendulina</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>R. spinosissima</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>R. tomentosa</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+

* + присутне, - нису присутне, НЖТ–једноћелијске нежлездане трихоме, КЖТ– капитатне жлездане трихоме, ПЖТ–пелтатне жлездане трихоме



Слика 6. Микроморфолошке карактеристике листова врста рода *Rosa*. Адаксијална страна листа, одсуство оба типа трихома г) *R. gallica*, е) *R. spinosissima*; појединачно присутне нежлездане трихоме а) *R. arvensis*. Абаксијална страна листа, нежлездане трихоме д) *R. gallica*, ж) *R. spinosissima*; одсуство оба типа трихома б) *R. arvensis*. Лисна дршка, нежлездане и жлездане трихоме в) *R. arvensis*, ђ) *R. gallica*.



Слика 7. Микроморфолошке карактеристике листова врста рода *Rosa*. Адаксијална страна листа, једноћелијске нежлездане и жлездане трихоме д) *R. tomentosa*; одсуство оба типа трихома б) *R. pendulina*. Абаксијална страна листа, нежлездане и жлездане трихоме в) *R. pendulina*, ђ, е) *R. tomentosa*. Лисна дршка, нежлездане трихоме г) *R. pendulina*; жлездане трихоме ж) *R. tomentosa*; одсуство оба типа трихома а) *R. spinosissima*.

Претходне студије су указале на значај микроморфолошких анализа површинских структура диференцираних на епидермису вегетативних органа (листова и фертилних изданака) ружа, као и на њихову употребу у форми допунских карактера при идентификацији таксона. Kultur (2002) је у својој студији указао на значај финих детаља анатомске грађе, опште морфологије листова и полена код самониклих ружа на простору источне Турске. Уз важне одреднице анатомске грађе (структурираност кутикуле и епидермалних ћелија, присуство коленхима и склеренхима) истиче се и значај присуства/одсуства микроморфолошких карактера (нежлезданих и жлезданих трихома). Морфолошким анализом листова врсте *R. pisiformis* уочено је присуство једноћелијских дугих нежлезданих трихома на читавој површини абаксијалне стране епидермиса листа, које су такође појединачно диференциране и на абаксијалној страни. Такође, на абаксијалној страни листа појединачно су присутне и капитатне жлездане трихоме, сачињене од вишећелијске дршке и главе. Уз поменуте детаље анатомске грађе листова, као значајни параметар при идентификацији морфолошки сличних таксона истичу се присуство, бројност и распоред нежлезданих и жлезданих трихома. Fatemi и сар. (2012) су анализирали детаље анатомске и микроморфолошке грађе листова врсте *R. canina* а потом су статистички обрађивали квантификовану варијабилност проучаваних карактера.

Услед широког ареала и високог потенцијала хибридизације ове врсте са другим врстама рода *Rosa* веома је тешко дефинисати стабилне морфо-анатомске карактере који би се користили приликом идентификације поменутог таксона. Посебна пажња је посвећена њиховим серијским варијацијама у оквиру врсте *R. canina* због веома варијабилних карактера индументума листа и лисне дршке. Анализом је показано да наведене морфолошке карактеристике у великој мери могу олакшати процес идентификације посебних форми и подврста проучаване врсте *R. canina*. Резултати приказаних студија су у корелацији са уоченом варијабилношћу микроморфолошких карактера код проучаваних врста ружа сугеришући да су неопходне и додатне анализе на већем броју узорака једне исте врсте или њених форми.

Adumitresei и Gostin (2016) су спровели морфолошка и микроморфолошка испитивања листова врста *Rosa agrestis*, *R. x damascena*, *R. multibracteata*, *R. pimpinellifolia* и *R. rubiginosa*. У овим својим студијама су истакли да се секреторне емергенце диференциране на површини вегетативних органа ружа дефинишу као жлездане трихоме. Њиховом микроморфолошким анализом је показано да се жлездане трихоме са маргина листа састоје из вишећелијске дршке променљиве дужине, која садржи углавном 12 до 13 низова ћелија. Насупрот наведеном, оне диференциране на лисној дршци врста *R. x damascena*, *R. multibracteata* и *R. pimpinellifolia* су имале разгранату дршку сачињену од већег броја ћелија (30-40). Такође, одсуство нежлезданих трихом је забележено на епидермису адаксијалне и абаксијалне стране листа врста *R. x damascena* и *R. multibracteata*, док су на адаксијалној страни листа врста *R. agrestis*, *R. pimpinellifolia* и *R. rubiginosa* биле диференциране само кратке нежлездане трихоме. Додатно, на абаксијалном епидермису листа врста *R. agrestis* и *R. pimpinellifolia* уочене су нежлездане и жлездане трихоме чија је бројност била највећа у нивоу главног нерва. Истакнути резултати микроморфолошких карактеристика листова врсте *R. spinosissima* су у делимичној корелацији са резултатима ове тезе. Произашле разлике у присуству жлезданих трихома могу бити резултат постојања више различитих форми испитиване врсте које при различитим условима срединских фактора могу резултовати другачијим микроморфолошким сетом карактера. Иста група аутора је и у својој предходној студији истакла значај микроморфолошких карактера листова осам комерцијално узгајаних ружа са акцентом на секреторне жлезде (Gostin и Adumitresei 2010).

4.2. Микроморфолошке карактеристике цвета

4.2.1. Микроморфологија круничних листова

Микроморфолошка анализа круничних листова код проучаваних врста ружа указала је на специфичности грађе њиховог епидермиса. Наиме, спољашњи зидови адаксијалне стране епидермиса крунице конвексог су облика и ширећи се конвергентно према врху граде коничне папиле. На њиховим врховима су у виду наслага јасно изражени слојеви кутикуле (Слика 8 а, г, ж; Слика 9 б, ђ). Папиле су присутне читавом површином адаксијалне стране крунице код свих врста које су биле предмет микроморфолошке анализе. Насупрот тога, епидермалне ћелије абаксијалне стране круничних листића су равних зидова и не граде папиле. На површини епидермиса су јасно уочљиви слојеви кутикуле који се пружају уздужно или могу имати неправилни распоред. Они су масивни и густе, покривајући границе између суседних ћелија (Слика 8 б, д). Такође, на адаксијалном епидермису су уочене и зоне са површинама округлог или овалног облика без видљивих слојева кутикуле (Слика 9 а, г, е).

4.2.2. Микроморфологија чашичних листића

Репрезентативне микрографије епидермиса чашичних листића приказане су на сликама 8 и 9. Микроморфолошким анализом утврђено је присуство једноћелијских не жлезданих трихома и капитатних жлезданих трихома на површини чашице. На абаксијалној страни чашичних листића врста *R. gallica* и *R. pendulina* уочене су бројне жлездане трихоме чијом морфометријском анализом је указано на разлику у њиховој величини (Слика 8 ђ, е и Слика 9 б). Просечна дужина дуге форме капитатних жлезданих трихома код врсте *R. gallica* је износила 317,73 μm док је код врсте *R. pendulina* била 390,01 μm . Насупрот наведеног, кратка форма жлезданих трихома је имала просечну дужину од 118,42 μm (*R. gallica*) и 207,46 μm (*R. pendulina*). Појединачно, кратка форма поменутих трихома била је присутна само на абаксалној страни чашице врсте *R. tomentosa* са просечном дужином од 133,38 μm (Табела 3). Обе форме жлезданих трихома у потпуности одсуствују на чашици врста *R. arvensis* и *R. spinosissima*. На абаксијалној страни епидермиса уочене су бројне једноћелијске не жлездане тракасте трихоме. Оне су густо испреплетане и диференциране читавом површином адаксијалне стране врста *R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa* (Слика 8 в, е и Слика 9 ж). док код врсте *R. spinosissima* (Слика 9 д) у потпуности одсуствују.

4.2.3. Микроморфологија незрелог хипанцијума

Цветови врста рода *Rosa* поседују пехарасту цветну ложу. Микроморфолошким студијом показано је присуство ацикула и капитатних жлезданих трихома на површини цветне ложе (незрелог хипанцијума). Морфометријском анализом утврђена је разлика у просечној дужини жлезданих трихома, на основу чега су такође класификоване у две групе (дуга и кратка форма). Обе форме су забележене читавом површином хипанцијума врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa* (Слика 10 б, в, д). Просечна дужина кратке форме била је у опсегу од 219,99 μm (*R. gallica*) до 329,87 μm (*R. tomentosa*) док је просечна дужина дуге форме била од 770,38 μm (*R. tomentosa*) до 1018,3 μm (*R. pendulina*). Појединачно присутне ацикуле уочене су искључиво у базалном делу хипанцијума врсте *R. gallica* (Слика 10 б). Њихова просечна дужина износила је 1314,46 μm (Табела 3). Оба типа трихома (не жлездани и жлездани) у потпуности одсуствују на хипанцијуму врста *R. arvensis* и *R. spinosissima* (Слика 10 а, г).

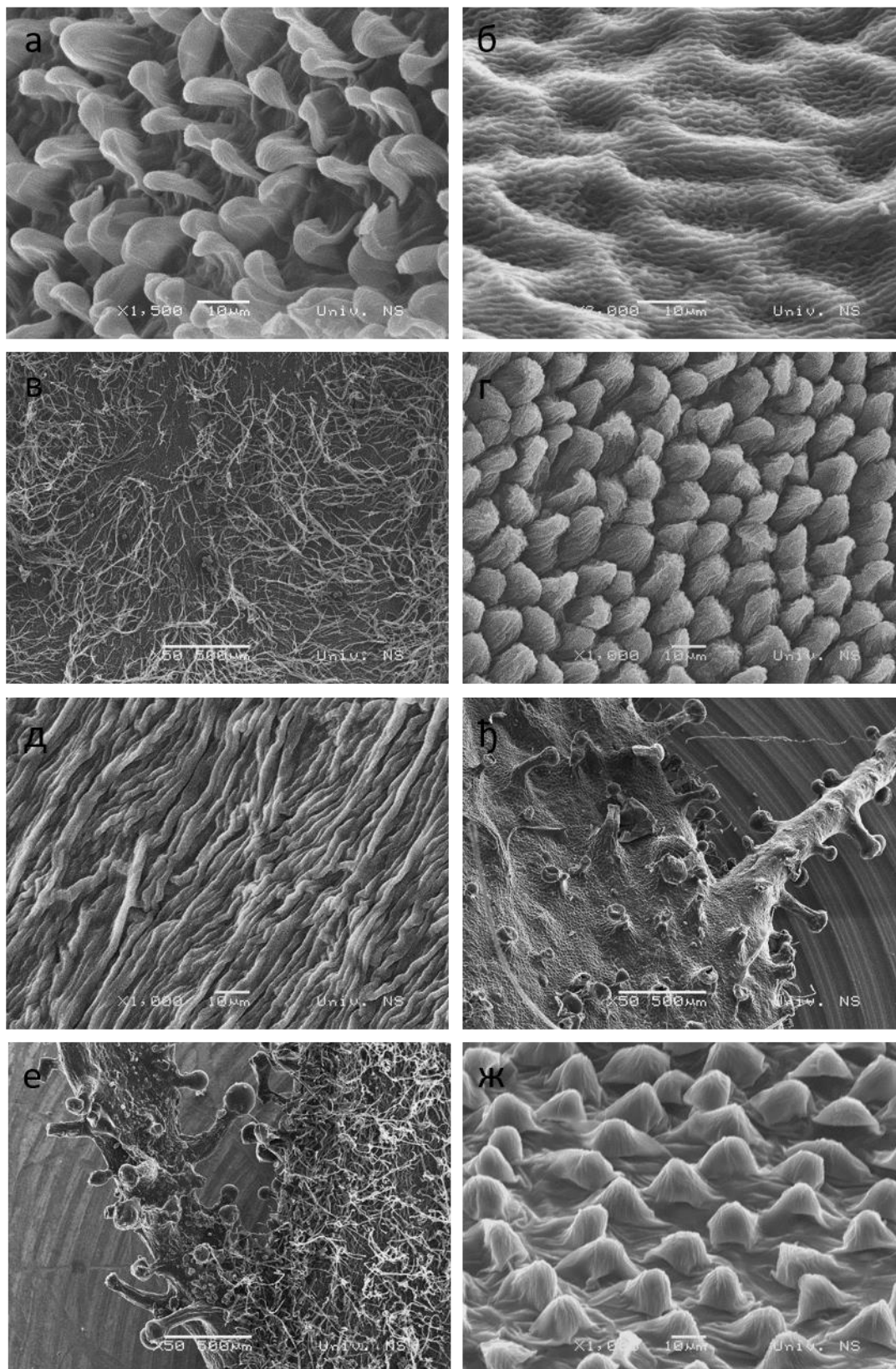
4.2.4. Микроморфологија цветне дршке

Микроморфолошком анализом површинске структурираности цветне дршке узоркованих врста ружа утврђено је присуство/одсуство нежлезданих и капитатних жлезданих трихома (Слика 11). Предходно уочен диморфизам величине капитатних жлезданих трихома на чашичним листовима и незрелим хипанцијумима присутан је и на цветним дршкама (Табела 3). Дуга и кратка форма жлезданих трихома забележена је код врста *R. gallica*, *R. spinosissima* и *R. pendulina* (Слика 11 а, д, е). Измерена је просечна дужина у опсегу од 528,85 μm (*R. spinosissima*) до 922,04 μm (*R. pendulina*) за дугу форму капитатних glandularних трихома и од 217,61 μm до 270,06 μm за кратку форму код истих врста редом. Појединачно, кратка форма је забележена читавом површином епидермиса цветне дршке врсте *R. arvensis* (141,92 μm) док је само дуга форма уочена код врсте *R. tomentosa* (744,09 μm) (Слика 11 в, б). Такође, поред жлезданих трихома на цветној дршци врста *R. gallica* и *R. spinosissima* диференциарне су и бројне и добро развијене ацикуле. Њихова просечна дужина је 1248,49 μm (*R. gallica*) и 489,87 μm (*R. spinosissima*) (Слика 11 г, д).

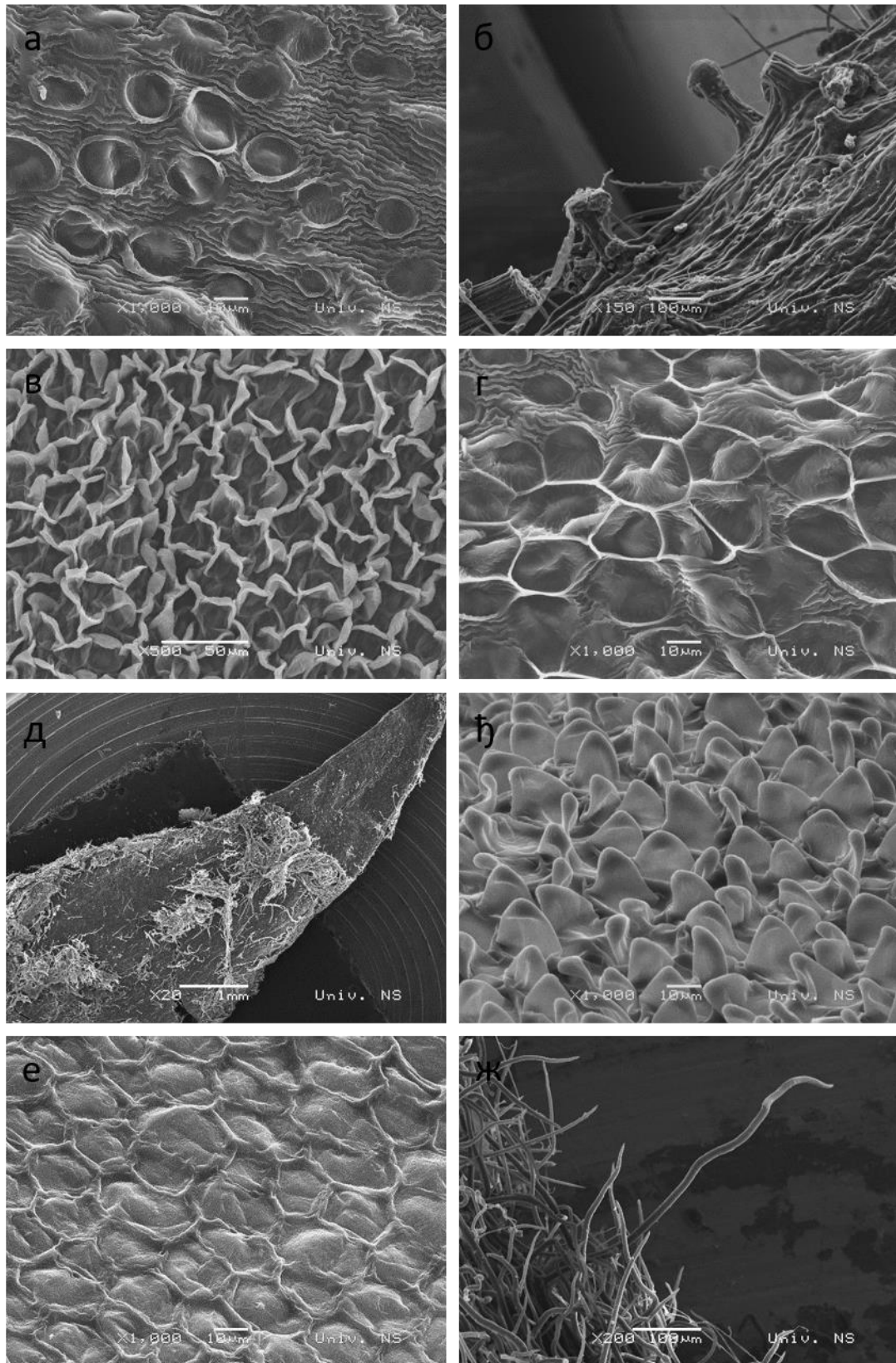
Табела 3. Просечна дужина жлезданих трихома и ацикула на цвету различитих врста рода *Rosa*

Биљни орган	Круница		Чашица			Хипанцијум			Цветна дршка		
	лице	наличје	лице	наличје	наличје	АЦ	ДКЖТ	ККЖТ	АЦ	ДКЖТ	ККЖТ
Тип трихома*	ПА	ПА	ТТ	ДКЖТ	ККЖТ	АЦ	ДКЖТ	ККЖТ	АЦ	ДКЖТ	ККЖТ
<i>R. arvensis</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	141,92 $\pm$ 45,92
<i>R. gallica</i>	+	-	+	317,73 $\pm$ 90,866	118,4 $\pm$ 20,92	1314,46 $\pm$ 159,73	816,73 $\pm$ 170,55	219,99 $\pm$ 47,15	1248,49 $\pm$ 195,56	835,39 $\pm$ 171,42	266,1 $\pm$ 63,79
<i>R. pendulina</i>	+	-	+	390,01 $\pm$ 60,17	207,4 $\pm$ 38,90	-	1018,3 $\pm$ 134,18	271,65 $\pm$ 56,32	-	922,04 $\pm$ 157,95	270,0 $\pm$ 69,3
<i>R. spinosissima</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	489,87 $\pm$ 136,46	528,85 $\pm$ 81,66	217,6 $\pm$ 37,04
<i>R. tomentosa</i>	+	-	+	-	133,3 $\pm$ 39,51	-	770,38 $\pm$ 169,41	329,87 $\pm$ 66,25	-	744,09 $\pm$ 146,25	-

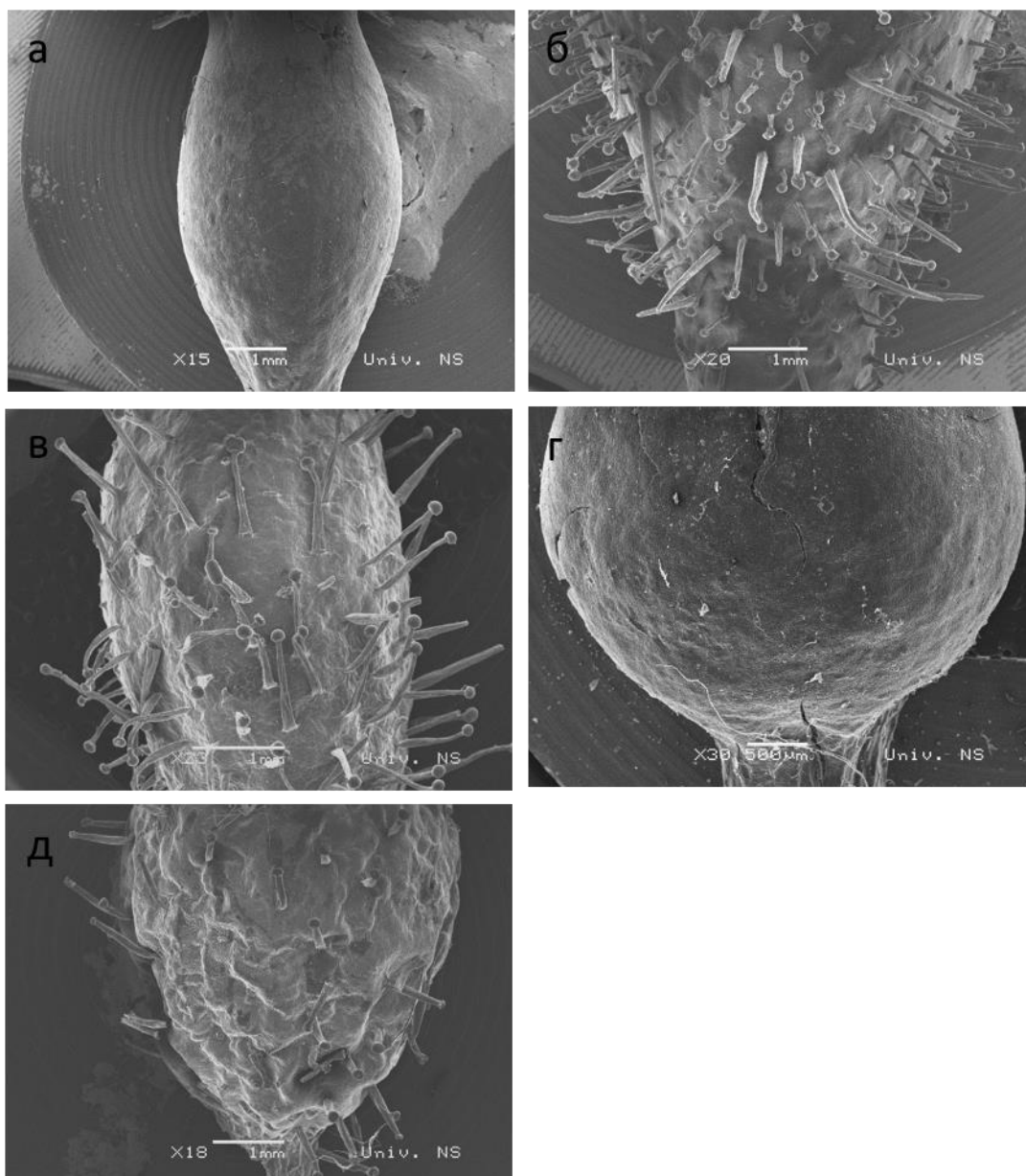
* + присутне, - нису присутне, АЦ–ацикуле, ДКЖТ–дуге капитатне жлездане трихоме, ККЖТ–кратке капитатне жлездане трихоме.



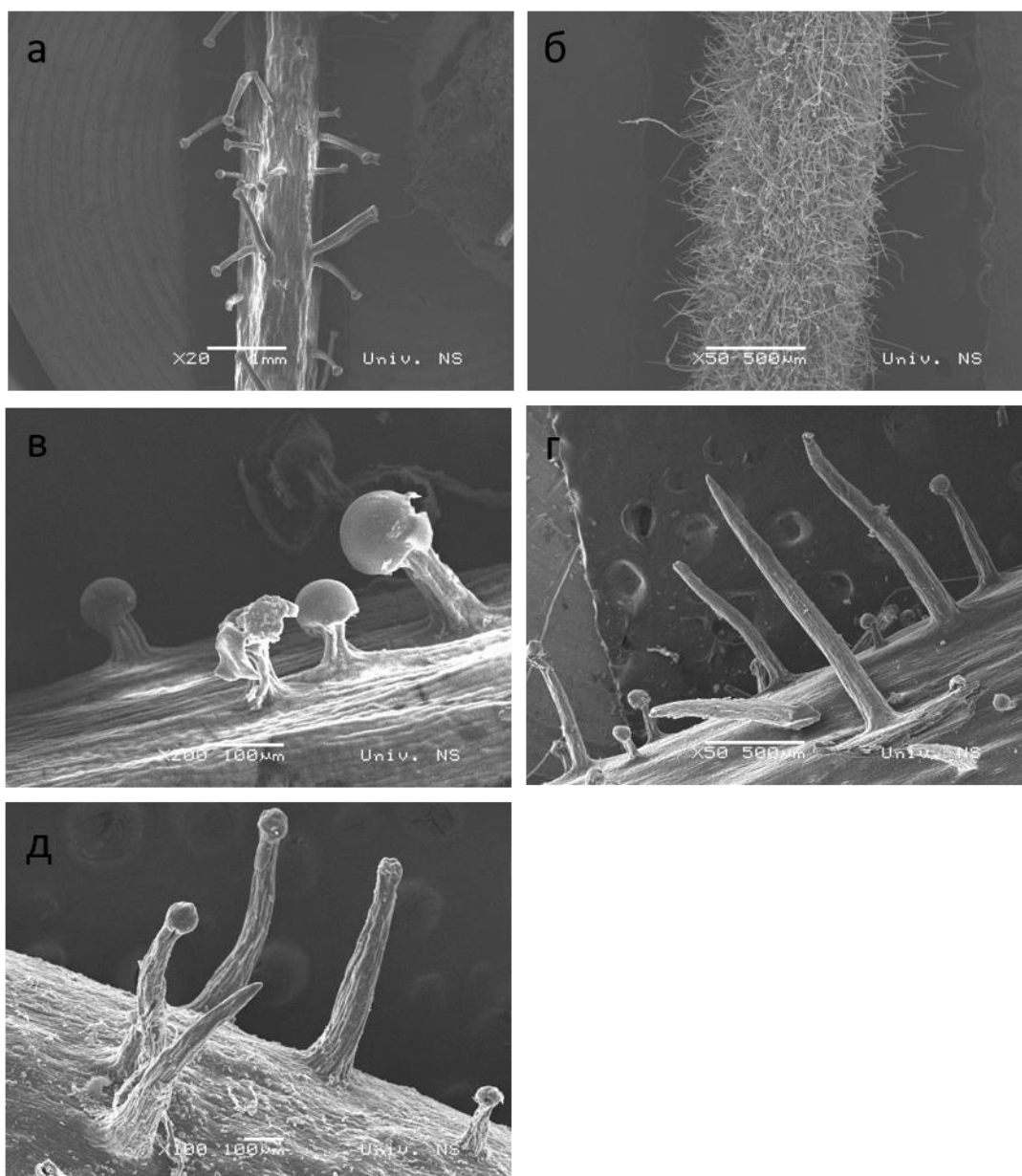
Слика 8. Микроморфолошке карактеристике цветова врста рода *Rosa*. Адаксијална страна круничних листића, папиле а) *R. arvensis*, г) *R. gallica*, ж) *R. pendulina*. Абаксијална страна круничних листића, округласто-овалне површине епидермиса равних зидова б) *R. arvensis*, д) *R. gallica*. Адаксијална страна чашичних листића, једноћелијске нежлездане трухоме в) *R. arvensis*, е) *R. gallica*. Абаксијална страна чашичних листића, капитатне жлездане трихоме ж) *R. gallica*.



Слика 9. Микроморфолошке карактеристике цветова врста рода *Rosa*. Адаксијална страна круничних листића, папиле в) *R. spinosissima*, ж) *R. tomentosa*. Абаксијална страна круничних листића, округласто-овалне површине епидермиса равних зидова а) *R. pendulina*, г) *R. spinosissima*, е) *R. tomentosa*. Адаксијална страна чашичних листића, нежлездане трихоме ж) *R. tomentosa*; одсуство оба типа трихома д) *R. spinosissima*. Абаксијална страна чашичних листића, капитатне жлездане трихоме б) *R. pendulina*.



Слика 10. Микрографије незрелог хипанцијума врста рода *Rosa*. Капитатне жлездане трихоме в) *R. pendulina*, д) *R. tomentosa*; капитатне жлездане трихоме и ацикуле б) *R. gallica*; Одсуство оба типа трихома а) *R. arvensis*, г) *R. spinosissima*.



Слика 11. Микрографије цветне дршке врста рода *Rosa*. Капитатне жлездане трихоме а) *R. pendulina*, в) *R. arvensis*не; жлездане трихоме б) *R. tomentosa*; капитатне жлездане трихоме и ацикуле г) *R. gallica*, д) *R. spinosissima*.

Претходне студије су показале да различите врсте самониклих ружа поседују специфичне фитохемијске профиле (различит састав етарских уља, полифенолних једињења и витамина) који су директно повезани са њиховим лековитим својствима (Nowak и Gawlik-Dziki 2007; Demir и сар., 2014; Bhave и сар., 2017; Zahid сар., 2018). Због свог благотворног ефекта на човеково здравље, цветови и плодови ружа се широко користе у терапији поремећаја који укључују оксидативни стрес и инфламацију (Mármol et al. 2017; Sarkic and Stappen 2018; Kiralan and Yildirim 2019). Поред тога цветови ружа пружају широк спектар морфолошких карактера који су погодна основа за бројне анализе и представљају важан ресурс са аспекта проучавања еволуционе историје цветница (Schonenberg и Balthazar 2012). Претходне фитохемијске анализе неких од врста самониклих ружа из флоре Србије пружају веома мало информација о морфологији испитиваних таксона (Milenković-Andelković и сар., 2016; Nađpal и сар., 2016, 2018).

Презентована микроморфолошка анализа цвета је у основи заснована на предходној студији Bergougnoux и сар. (2007) и чињеници да ћелије адаксијалне и абаксијалне стране епидермиса круничних листића могу синтетисати и емитовати мирисне супстанце. Уопштено, микроморфолошке студије су важан алат у решавању таксономских проблема па су самим тим микроморфолошки карактери (жлездане и нежлездане трихоме) од великог значаја за таксономе и експериментале ботаночаре (Jurišić-Grubešić и сар., 2007). Трихоме на цветовима ружа пружају механичку заштиту епидермалном ткиву и могу синтетисати различите хемијске супстанце које имају улогу у заштити од хербивора и патогена или могу служити као атранктанти опрашивачима (Werker 2000; Wagner и сар., 2004). Song и Hong (2018, 2019) су у својим студијама истакли значај микроморфолошких карактера у идентификацији и класификацији проблематичних таксона фамилије Rosaceae. Уочено је да епидермалне ћелије круничних листова код девет родова трибуса Spiraeae могу бити коничне папиле, наборане нодуларне папиле и таблично наборане папиле са вијугавим или закривљеним антиклиналним зидом и слојевитом и набораном орнаментиком кутикуле. Ови параметри су били од великог значаја у проучавању филогенетских односа унутар овог трибуса и омогућили су каснију имплементацију молекуларне филогеније (Song и Hong 2020). Презентовани резултати о структурираности епидермиса круничних листова унутар фамилије Rosaceae су у корелацији са добијеним резултатима у оквиру ове дисертације (Табела 2). Уочене правилности у бројности, распореду и присуству папила на површини круничних листића врста рода *Rosa* представљају добру полазну основу за будуће анализе сродничких односу у оквиру фамилије ружа. Такође, Sulborska и сар. (2012), Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014) и Żuraw и сар. (2015) су истакли важност микроморфолошких карактеристика цветова врста *R. canina*, *R. x damascena*, *R. gallica* и *R. rugosa* и њихов значај при основним таксономским анализама ружа. Цветови самониклих ружа се састоје од пет круничних листића док код култивисане форми њихов број може прећи и 20 (28 *Rosa x damascena*) (Żuraw и сар., 2015). Према релевантним литературним подацима врсте рода *Rosa* се одликују присуством различитих микроморфолошких структура (орнаментисана кутикула, нежлездане и жлездане трихоме) на површини адаксијалне и абаксијалне стране листова, цветова и плодова (Sulborska и сар., 2012; Adumitresei и Gostin 2016). Sulborska и сар. (2012) су у својој студији истакли детаље микроморфолошке грађе круничних листића врсте *R. rugosa*. Уочене су бројне секреторне папиле читавом површином адаксијалне стране епидермиса крунице као и њихово одсуство на абаксијалној страни. Њен епидермис је био равних зидова са израженом веома разноврсном орнаментацијом кутикуле. Епидермалне ћелије латица дифузно луче мирисне супстанце, чија су главна једињења бензеноид алкохоли и терпеноиди (Sulborska и Weryszko-Chmielewska 2014). Као ентомофилна биљка, ружа својом бојом као и мирисом цвета привлачи инсекте што је уско повезано са биологијом опрашивања (Mayland-Quellhorst и сар., 2012). Према

Whitney и сар. (2011), структурираност епидермиса круничних листића у форми папила поред функције синтезе мириса и рефлексије светлости различитих таласних дужина има и значајну улогу у пружању потпоре опрашивачима приликом њиховог слетања на површину цвета.

Миришне компоненте могу бити синтетисане и на другим деловима цвета (цветна дршка и чашични листићи) али се њихови фитохемијски профили разликују (Żuraw и сар., 2015). Ова група аутора је у својој студији посебно истакла значај присуства нежлезданих и жлезданих трихома на површини епидермиса чашичних листића, цветне ложе (незрелог хипанцијума) и цветне дршке врста *R. canina*, *R. × damascena*, *R. gallica* и *R. rugosa*. Wang и сар. (2019) су изложили значај тракастих нежлездани трихома као значајног одбрамбеног механизма на младим изданцима врсте *R. roxburghii*. Они су такође на површини хипанцијума уочили макроскопске и појединачно диференциране нежлездане издужене бичолике трихоме и ацикуле. Насупрот наведеном, на перикарпу врсте *R. roxburghii* f. 'esetosa' биле су диференциране полиморфне или издужене бичолике трихоме као и троугласте, капитатне и елиптичне жлездане трихоме. Такође, на површини чашичних листића врсте *R. roxburghii* уочене су добро развијене макроскопске негландуларне трихоме (ацикуле) док су на чашици врсте *R. roxburghii* f. 'esetosa' биле диференциране капитатне жлездане трихоме и издужене бичолике трихоме. Према Dobson и сар. (2019) присуство гландуларних трихома је у директној вези са мирисом чашичних листова врсте *R. rugosa*. Њихово присуство се може сагледати кроз призму заштитне функције осталих фертилних делова цета пре фазе цветања. Хистохемијским анализама садржаја гландуларних трихома утврђено је присуство липидних капи у супкутикуларном простору ћелија жлезданог врха трихоме. Поред липида у трихомама су детектовани и полифеноли, флавоноиди, танини и сесквитерпени (Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014). Резултати наведених студија су у корелацији са диверзиетом микроморфолошких карактеристика цветова испитиваних врста ружа у оквиру ове дисертације. Присуство и варијабилност уочених микроморфолошких карактера уз њихово преламање кроз сплет сложених климатско срединских фактора може дати допунске смернице за идентификацију проучаваних таксона. Jagodzinski и сар. (2016) указали су на значај микроморфолошких карактеристика и истакли су да скулптурираност епидермиса може бити допунски дијагностички карактер приликом детерминације врста рода *Rosa*. Уочена варијабилност у величини капитатних гландуларних трихома на цветној дршци и чашичним листићима проучаваних врста је у корелацији са студијом Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014). Према њиховом мишљењу на површини чашице врсте *R. rugosa* диференциране су вишећелијске гландуларне трихоме различитих величина.

4.3. Микроморфолошке карактеристике збирног плода

4.3.1. Микроморфологија зрелог хипанцијума

Микроморфолошка анализа је показала да се на зрелом хипанцијуму ружа могу диференцирати нежлездане и жлездане трихоме (Слика 12). Код врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa* на површини хипанцијума уочене су бројне жлездане трихоме чијом морфометријском анализом је утврђена разлика у њиховој величини (Слика 12 в, г, ђ, е). Просечна дужина дуге форме капитатних жлезданих трихома је била у опсегу од 855,15 μm (*R. tomentosa*) до 1040,25 μm (*R. pendulina*). Наспрам презентованих резултата, просечна дужина кратке форме наведених трихома била је од 276,73 μm (*R. gallica*) до 400,68 μm (*R. tomentosa*) (Табела 4). На основу попречног пресека жлездане трихоме у нивоу дршке уочена је њена вишећелијска структура, док се према добијеним резултатима не може са сигурношћу исто тврдити и за жлездани врх трихоме (Слика 12 ж). Негландуларне трихоме (ацикуле) пронађене су искључиво на хипанцијуму врсте *R. gallica*, чија је просечна дужина била 1285,90 μm (Слика 12 д). Насупрот уочених микроморфолошких карактеристика хипанцијума врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa*, на површини хипанцијума врста *R. arvensis* и *R. spinosissima* није уочен ни један од типова трихома (Слика 12 а, б).

Табела 4. Просечна дужина жлезданих трихома и ацикула на хипанцијуму различитих врста рода *Rosa*

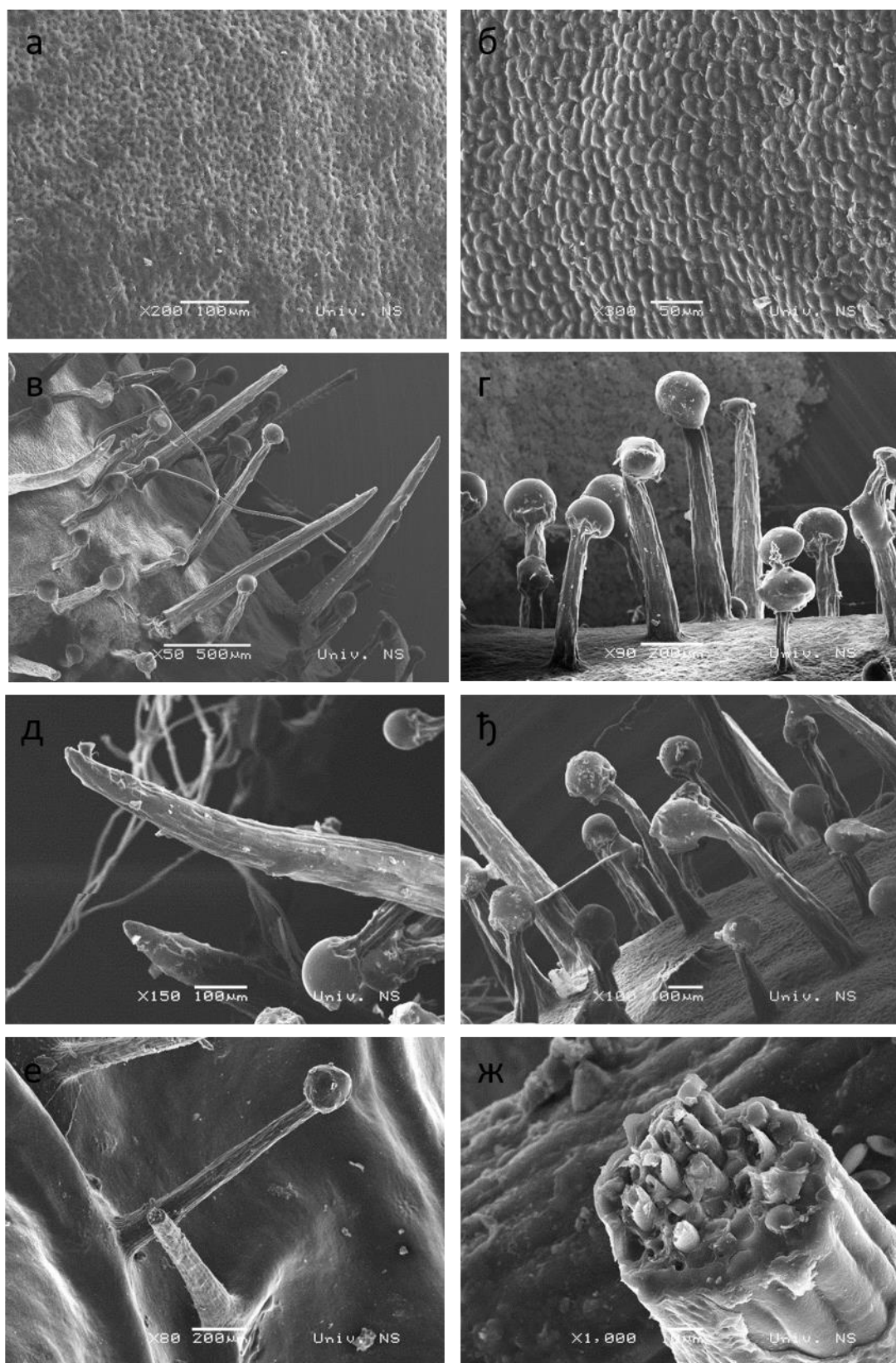
	АЦ (μm)	ДКЖТ (μm)	ККЖТ (μm)
<i>R. arvensis</i>	-	-	-
<i>R. gallica</i>	1285,80 $\pm$ 197,64	913,59 $\pm$ 154,06	276,73 $\pm$ 45,34
<i>R. pendulina</i>	-	1040,25 $\pm$ 124,28	344,36 $\pm$ 79,81
<i>R. spinosissima</i>	-	-	-
<i>R. tomentosa</i>	-	855,15 $\pm$ 172,46	400,68 $\pm$ 85,13

* - нису присутне, АЦ–ацикуле, ДКЖТ–дуге капитатне жлездане трихоме, ККЖТ–кратке капитатне жлездане трихоме

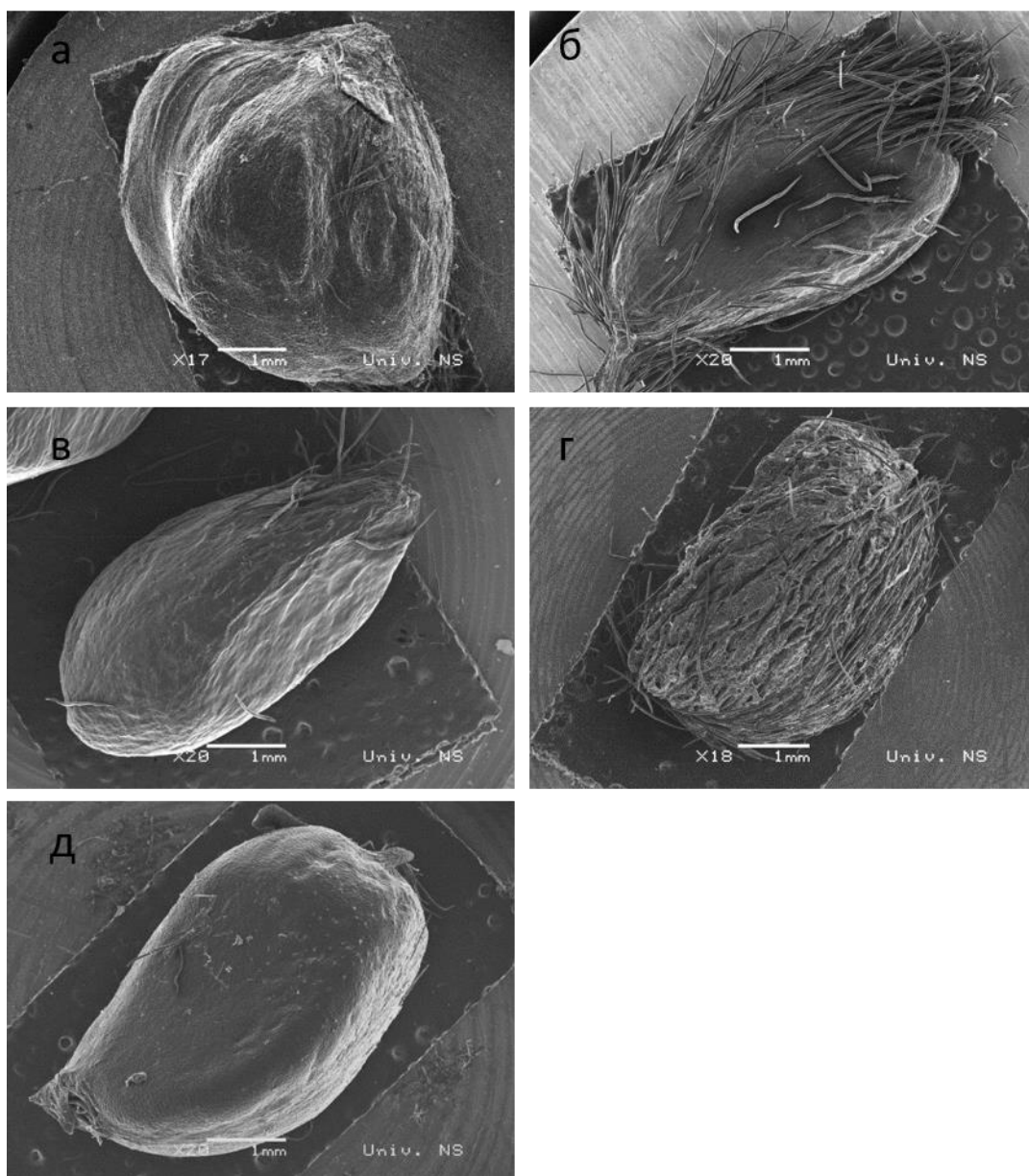
4.3.2. Микроморфологија орашица

Репрезентативне микрографије морфологије орашица приказане су на сликама 13 и 14. Велик број једноћелијских нежлезданих трихома уочен је унутар агрегатних плодова свих испитиваних таксона. Поред тога, исти тип трихома примећен је и на епидермису орашица, али њихов број и положај је зависио од врсте (Слика 13). Бројне једноћелијске негландуларне трихоме присутне су на дорзалној страни орашица врста *R. arvensis* и *R. tomentosa* (Слика 13 б, г). На орашицама врсте *R. pendulina* негландуларне трихоме су диференциране у базалном делу дорзалне стране, док су на орашицама врсте *R. gallica* уочене при бази вентралне стране (Слика 13 а, в). Поред тога, наведени тип трихома није присутан на орашицама врсте *R. spinosissima* (Слика 13 д).

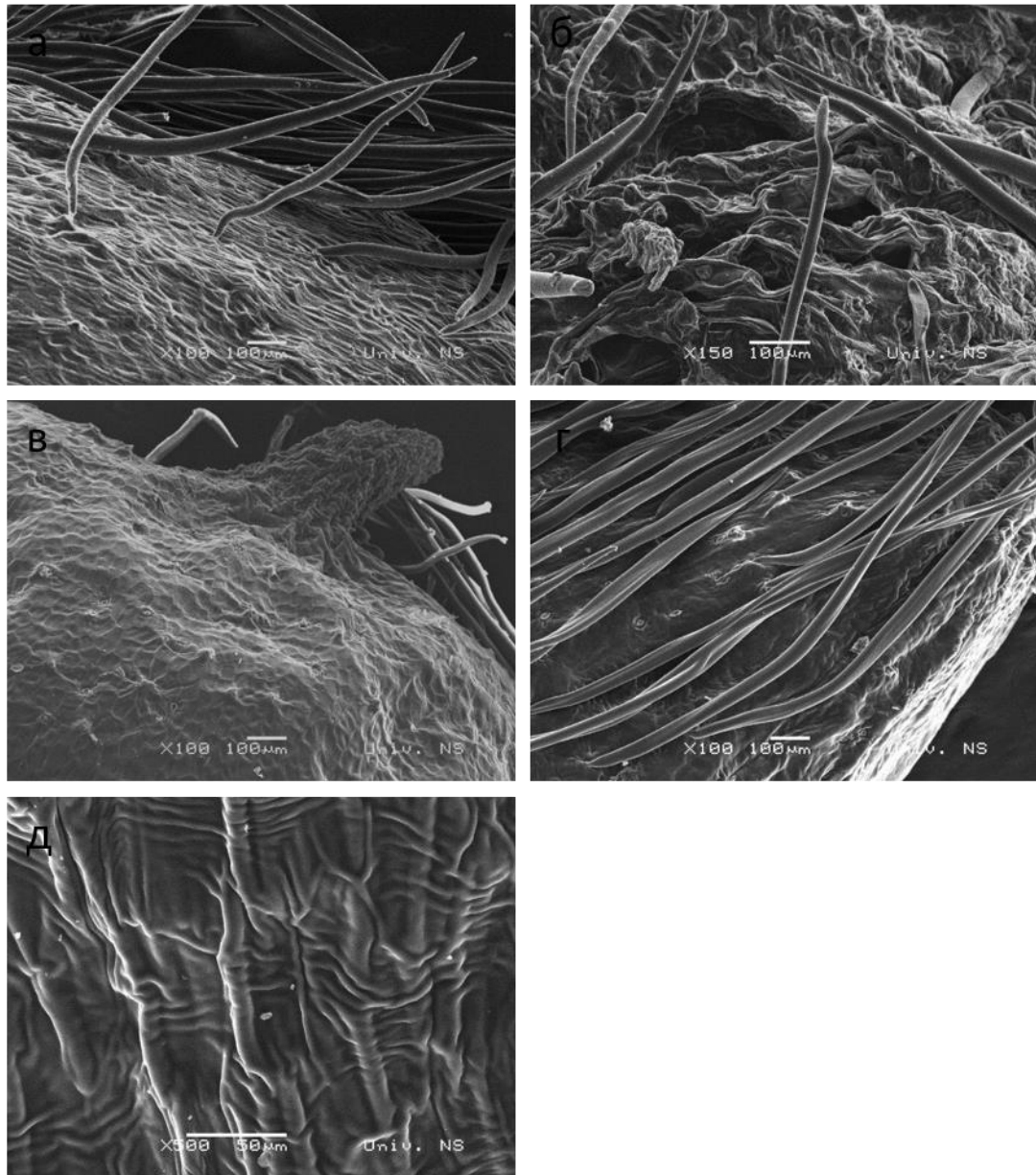
Микроморфолошком анализом откривена су три типа површинске орнаментације егзокарпа орашице (скалариформна, мрежаста и мрежасто-глатка) (Слика 14). Површина егзокарпа је углавном била мрежаста на орашицама врста *R. arvensis*, *R. spinosissima* и *R. gallica* (Слика 14 а, б, в). На орашицама врсте *R. tomentosa* уочен је скалариформни образац орнаментације (Слика 14 д) док је мрежасто-глатки егзокарп био присутан само на орашицама врсте *R. pendulina* (Слика 14 г).



Слика 12. Микроморфолошке карактеристике зрелог хипанцијума врста рода *Rosa*. Одсуство оба типа трихома а) *R. arvensis*, б) *R. spinosissima*; капитатне жлездане трихоме ђ) *R. gallica*, г) *R. tomentosa*, е) *R. pendulina*; попречни пресек дршке жлездане трихоме ж) *R. pendulina*; ацикуле в, д) *R. gallica*.



Слика 13. Микрографије орашица врста рода *Rosa*. Присуство нежлезданих трихома на дорзалној страни б) *R. tomentosa*, в) *R. pendulina*, г) *R. arvensis*; и на вентралној страни а) *R. gallica*; одсуство нежлезданих трихома д) *R. spinosissima*.



Слика 14. Микроморфолошке карактеристике орашица врста рода *Rosa*. Структурираност егзокарпа: Мрежаста орнаментација а) *R. gallica*, б) *R. arvensis*, в) *R. spinosissima*; мрежасто-глатка орнаментација г) *R. pendulina*; лествичаста орнаментација д) *R. tomentosa*.

Презентовани резултати пружају увид у диверзитет морфолошких карактера збирних плодова самониклих врста ружа из флоре Србије. Претходне студије врста рода *Rosa* углавном су биле усмерене ка хемијској карактеризацији и одређивању биолошке активност екстракта плодова (Nađpal и сар., 2018; Paunović и сар., 2018; Pećinar и сар., 2021). Поред тога, постоје и подаци о морфологији хипанцијума и орашица (Jagodziński и сар., 2016) и микроморфологији цвета (Sulborska и сар., 2012; Sulborska и Weryszko-Chmielewska 2014) као и о анатомији перикарпа орашица (Zieliński и сар., 2010; Guzicka и сар., 2012). Значај микроморфолошких карактеристика плодова и орашица при идентификацији таксона у неколико породица као што су Asterace, Chenopodiaceae, Lamiaceae и Rosaceae описали су Rewicz и сар. (2020), De la Fuente и сар. (2013), Celер и сар. (2022), Dowidar и сар. (2003), Tantawy и Naseri (2003), Zieliński и сар. 2010; Guzicka и сар. (2012) и Jagodziński и сар. (2016). Биљне трихоме су специјализоване структуре широко распрострањене код биљка, и имају кључне улоге попут заштитне баријере против УВ зрачења, напада патогена и биљоједа, у заштити семена и привлачењу опрашивача (Werker 2000; Wang и сар., 2021a). Негландуларне трихоме су епидермалног порекла и могу бити једноћелијске или вишећелијске, док жлездане трихоме садрже испарљива једињења (Wang и сар., 2019). Плод ружа (шипак) састоји се од већег броја појединачних плодића (орашица) обично одвојених један од другог дугим и чврстим једноћелијским трихомама који су окружени разраслом цветном ложом (хипанцијум) (Guzicka и сар. 2012; Igual и сар. 2022). De Cock и сар. (2008) указали су на значај glandуларних трихома у таксономији веома варијабилног рода *Rosa*. Показали су да се хипанцијум и цветне дршке врсте *R. tomentosa* (подсекција *Vestitae*) карактеришу присуством жлезданих трихома. Насупрот томе, трихоме (негландуларне и glandуларне) углавном су биле одсутне на хипанцијуму врста *R. canina* и *R. corymbifera* (подсекција *Caninae*) и *R. balsamica* (подсекција *Tomentellae*). Резултати презентоване студије су у складу са уоченим микроморфолошким карактеристикама плодова ружа (подсекције *Vestitae* и *Caninae*). Вишећелијске капитатне жлездане трихоме уочене су на већини анализираних хипанцијума прикупљених из флоре Србије, изузев оних код врста *R. arvensis* и *R. spinosissima*.

Код ружа проучаваних у оквиру ове дисертације поред присуства/одсуства жлезданих трихома, уочена је и разлика у њиховој величини (дужини) на потпуно развијеном плоду наспрам оних на незрелој цветној ложи (хипанцијуму) (Табеле 3 и 4). Поређењем претходно добијених резултата морфометријске анализе дужина капитатних glandуларних трихома на незрелом хипанцијуму са онима за потпуно зреле квантификована је промена у њиховој величини. Уочено је повећање дужине жлезданих трихома у опсегу од 56,74 μm (*R. gallica*) до 72,71 μm (*R. pendulina*) за кратку форму и од 21,86 μm (*R. pendulina*) до 96,86 μm (*R. gallica*) за дугу форму. Ови резултати указују да жлездане трихоме мењају своју величину током зрења плода. Према студији коју су презентовали Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014), на базалном делу абаксијалне стране чашичних листића врсте *R. rugosa* такође су уочене капитатне glandуларне трихоме које су се разликовале у дужини (дуга и кратка форма). Микроморфолошке карактеристике цветова (цветна дршка, цветна ложа и чашични листићи) врста *R. roxburghii* и *R. roxburghii* f. '*esetosa*' испитали су у својој студији Wang и сар. (2019, 2021b). На површини цветне дршке уочене су ацикуларне, папиларне и тракасте трихоме као и макроскопске појединачне флагелиформне и ацикуларне трихоме на хипанцијуму врсте *R. roxburghii*. Насупрот наведеном, плодови врсте *R. roxburghii* f. '*esetosa*' имају само флагелиформне трихоме на површини цветне дршке и полиморфне флагелиформне, троугласте и капитатне жлездане трихоме на хипанцијуму. Што се тиче хемијског састава жлезданих трихома, они синтетишу и луче различите хемијске супстанце (углавном терпеноиде, фенилпропаноиде, флавоноиде, метил кетоне и ацил шећере)

(Huchelmann и сар., 2017), а њихова функција је повезана са одбрамбеним и привлачним механизмима биљке.

Негландуларне трихоме су морфолошки хомогене структуре, променљиве са аспекта броја ћелија, величине и дистрибуције. Оне обезбеђују механичку заштиту епидермалног ткива и повећавају рефлексију светлости, регулишући температуру и одавање воде (Ма и сар., 2016). Високу таксономску вредност квалитативних морфолошких карактеристика као што су присуство или одсуство, дистрибуција и густина негландуларних трихома претходно су описали Bojnansky и Fargasova (2007). На орашицама испитиваних врста *R. arvensis*, *R. pendulina*, *R. tomentosa* уочене су нежлездане једноћелијске трихоме, присутне углавном на дорзалној страни. Насупрот томе, исти тип трихома био је присутан на вентралној страни орашица врсте *R. gallica* и потпуно одсутан код врсте *R. spinosissima*. Узевши у обзир број и присуство једноћелијских негландуларних трихома на површини орашица, постоје значајне разлике између добијених резултата и постојећих литературних података.

Према Jagodziński и сар. (2016), једноћелијске трихоме су учесталије присутне на вентралној него на дорзалној страни орашица код испитиваних врста ружа. Поред тога, исти тип трихома је забележен читавом површином орашица *R. dumalis*, *R. dumalis* var. *caesia*, *R. rubiginosa* и *R. tomentosa* или су биле концентрисане само при апексу или у бази орашица врста *R. agrestis*, *R. canina*, *R. pendulina* и *R. sherardii*. Насупрот наведеном, орашице врста *R. canina* var. *corymbifera*, *R. jundzillii*, *R. micrantha*, *R. rugosa* и *R. zalana* одликују се потпуним одсуством негландуларних трихома. Уочене разлике у дистрибуцији трихома могу бити повезане са развојним процесима трихома и/или њиховим биолошким функцијама.

Микроморфолошка анализа површине епидермиса орашица показала је да су спољашњи зидови епидермалних ћелија (егзокарпа) имали три врсте изразите орнаментације. Уочена мрежаста орнаментација површине егзокарпа орашица врста *R. gallica* и лествичаста врсте *R. tomentosa*, је у корелацији са претходно објављеним резултатима студије Jagodziński и сар. (2016). Ови аутори наводе четири типа површине орнаментације егзокарпа: лествичасте (*R. agrestis*, *R. canina* и *R. tomentosa*), мрежасте (*R. gallica*, *R. sherardii* и *R. villosa*), мрежасто-лествичасте (*R. dumalis*, *R. inodora* и *R. rubiginosa*) и ретко глатке (*R. pendulina*, *R. micrantha* и *R. rugosa*). Приказани резултати указују да је површинска скулптуираност егзокарпа релативно стабилан морфолошки карактер који би могао да се примењује као допунско средство приликом идентификације орашица различитих врста рода *Rosa*. Осим тога, анатомска и морфолошка студија орашица врсте *R. rugosa* указала је на задебљале спољашње зидове егзокарпа са дебилим и јасно израженим слојем кутикуле. Због њиховог присуства и дебљине, није могуће уочити орнаментацију епидермалних ћелија, осим код орашица врста *R. roxburghii*, *R. bracteata* и *R. virginiana* код којих је забележен веома танак слој кутикуле (Zieliński и сар., 2010 и референце у њему).

4.4. Принос екстракције

Екстракција биљног материјала и припрема 70% етанолних екстраката богатих поларним једињењима (фенолне киселине, флавоноиди, флавоноли и др.) извршена је методом ултразвучне екстракције. Принос екстракције (mg/g) је варирао у односу на коришћени биљни орган (лист, хипанцијум и орашице), док је утицај локалитета узорковања био минималан (Табела 5).

Међу екстрахованим узорцима, етанолни екстракти листова имали су највећи принос екстракције. Највиша вредност приноса забележена је код листова врсте *R. spinosissima* (0,462 mg/g масе сувог материјала), а најнижа код листова врсте *R. arvensis* (0,203 mg/g). Насупрот наведеног, екстракти сазрелих збирних плодова су имали мањи принос екстракције. Најниже вредности приноса од 0,04 mg/g (*R. pendulina*) до 0,158 mg/g (*R. arvensis*) су забележене за екстрате орашица, док су они припремљени од хипанцијума имали већи принос у односу на орашице (0,134 - 0,359 mg/g).

Табела 5. Принос екстракције изражен по јединици суве масе биљног материјала (mg/g).

Принос екстракције (mg/g)	Локалитет	Лист	Хипанцијум	Орашице
<i>R. arvensis</i>	Петница	0,203	0,333	0,158
	Велики Крш	0,285	0,312	0,100
	Жељин	0,257	0,228	0,103
	Златибор	0,315	0,359	0,144
<i>R. gallica</i>	Велики Крш	0,310	0,302	0,055
	Шљивово	0,261	0,214	0,043
	Столови	0,270	0,249	0,060
	Гружа	0,363	0,238	0,071
<i>R. pendulina</i>	Стара планина	0,362	0,195	0,059
	Копаоник	0,337	0,145	0,040
	Столови	0,333	0,154	0,053
	Гоч	0,309	0,176	0,059
<i>R. spinosissima</i>	Столови	0,462	0,297	0,112
	Пештер	0,397	0,263	0,139
	Стара планина	0,430	0,185	0,070
	Златибор	0,429	0,275	0,070
<i>R. tomentosa</i>	Златибор	0,275	0,318	0,077
	Власина	0,327	0,221	0,061
	Гоч	0,318	0,134	0,043
	Рогозна	0,283	0,152	0,061

Метода ултразвучне екстракције се заснива на примени ултразвучних таласа на матриксу (биљном материјалу) уроњеном у течни медијум (растварач), изазивајући раскидање ћелијских зидова и ослобађање једињења од интереса. Услед контролисаних температурних услова током читавог поступка екстракције ова техника је корисна за изоловање многих термосензитивних природних биоактивних једињења без нарушавања њиховог интегритета, резултујући високим приносима. Осим тога, овај вид припреме екстраката се сматра зеленом техником, јер захтева мале количине

неутралних растварача и представља ефикасну технологију у смислу потрошње енергије. Штавише, ултразвучна екстракција се често комбинује и са другим методама екстракције како би се побољшало издвајање биоактивних једињења из биљног материјала, укључујући мацерацију, екстракцију помоћу топлоте и микроталасне пећнице (Carreira-Casais и сар. 2021). Добијени резултати (Табела 5) су у сагласности са литературним наводима о приносу екстракције плодова врста рода *Rosa* као и са наводима о предности ултразвучне екстракције у поређењу са другим конвенционалним методама (Um и сар., 2018). Високе вредности приноса екстракције листова ружа забележене су и применом методе мацерације. Ouerghemmi и сар. (2016) су показали да међу проучаваним врстама ружа, највећи принос екстракције у опсегу од 14,36 % до 23,16% поседују метанолни екстракти врсте *R. sempervirens* и *R. canina*. Такође, у оквиру исте студије етилацетатни екстракти су имали вишеструко пута мањи принос (1,53–2,29 %). Овакве разлике могу бити условљене различитим физичким својствима узорака као и типом и поларности употребљених растварача. Nicolescu и сар. (2022) су истакли да употреба ултразвучне екстракције резултира већим кумулативним садржајем фенола и већом антиоксидативном и ензим-инхибиторном активношћу лиофилизованих екстраката плодова ружа, у поређењу са добијеним резултатима приликом комбиновања ове методе са ензимском екстракцијом.

Биљни екстракти упарени до сува чувани су на +4°C максимум две године, узимајући у обзир потенцијални негативни утицај дужине складиштења на делимичну промену хемијског састава екстракта (Chua и сар., 2018) и конверзију једног фенолног једињења у друго (Huynh и сар., 2014).

4.5. Садржај укупних фенолних једињења и хемијски састав екстраката

Садржај укупних фенола, флавоноида и флавонола у растворима екстракта листова (0,5 mg/mL), хипанцијума и орашица (1 mg/mL) одређен је спектрофотометријски и представљен је употребом еквивалената галне киселине (GaE) и кверцетин хидрата (QuE).

Садржај укупних једињења фенолне структуре у припремљеним етанолним екстрактима врста рода *Rosa* приказан је у Табели 6. Највеће количине фенола квантификоване су у екстрактима листова, са опсегом концентрација еквивалента од 164,61 mg GaE/g (*R. tomentosa*) до 285,20 mg GaE/g (*R. gallica*). Насупрот наведеном, значајно нижи ниво испитиване класе једињења измерен је у двоструко већој концентрацији екстраката збирних плодова. Квантитативно сличан садржај фенола је забележен у екстрактима хипанцијума и орашица врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa*. Умерени ниво фенолних једињења је измерен за екстракте хипанцијума врсте *R. arvensis* (49,33 mg GaE/g) и врсте *R. spinosissima* (249,71 mg GaE/g), док су најмање количине ове групе једињења детектоване у екстрактима орашица. Опсег концентрација је био од 65,00 mg GaE/g (*R. arvensis*) до 194,53 mg GaE/g (*R. spinosissima*).

Поред анализе садржаја укупних фенола, експериментални рад је обухватио и квантификацију поједних типских група једињења из ове класе. На првом месту је била анализа садржаја укупних флавоноида, а добијени резултати су приказани у Табели 6. Као и у предходној методи, екстракти листова су садржали највећу количину испитиване класе једињења наспрам оних припремљених од хипанцијума и орашица. Највећа количина флавоноида у екстрактима листова је забележена код врсте *R. gallica* (82,38 mg QuE/g), а најнижа код врсте *R. arvensis* (49,38 mg QuE/g). Насупрот истакнутих резултата, значајно нижи ниво испитиване групе једињења је измерен у екстрактима збирних плодова, међу којима су се према измереној количини флавоноида издвојили екстракти орашица врста *R. arvensis*, *R. gallica* и *R. pendulina*. Умерени ниво флавоноидних једињења у опсегу од 11,10 mg QuE/g (*R. pendulina*) до 43,23 mg QuE/g (*R. tomentosa*) измерен је у

екстрактима хипанцијума, док је најмања количина ове групе једињења детектована у екстрактима орашица врсте *R. spinosissima* (10,31 mg QuE/g).

Уз наведена једињења, у екстрактима листова и збирних плодова врста рода *Rosa* анализиран је и садржај флавонола као подгрупе флавоноида (Табела 6). Највећа количина ових једињења је измерена у екстрактима листова ружа, са опсегом вредности од 12,25 mg QuE/g (*R. spinosissima*) до 25,63 mg QuE/g (*R. pendulina*). Умерени ниво ових фенолних једињења измерен је у екстрактима хипанцијума, у интервалу од 2,46 mg QuE/g (*R. tomentosa*) до 12,59 mg QuE/g (*R. pendulina*), док је најмања количина детектована у екстрактима орашица врсте *R. gallica* (1,81 mg QuE/g). Међу тестираним екстрактима плодова на основу количине флавонола су се издвојили екстракти хипанцијума врсте *R. pendulina*.

Досадашње студије фитохемијског састава листова и плодова ружа указале су на значајан садржај фенолних једињења у њиховим екстрактима (Ghazghazi и сар., 2010; Adamczak и сар., 2012; Elmastas и сар., 2017). Ouerghemmi и сар. (2016) су у својој студији истакли и упоредили фенолни састав и антиоксидативна својства метанолних и етил ацетатних екстраката листова *R. canina*, *R. moschata* и *R. sempervirens* сакупљених из различитих региона Туниса. Утврдили су висок садржај фенолних једињења у екстрактима листова, који се кретао у опсегу од 240,00 mg GaE/g (*R. sempervirens*) до 464,00 mg GaE/g (*R. moschata*) за метанолне екстракте и од 147,00 mg GaE/g (*R. moschata*) до 414,00 mg GaE/g (*R. sempervirens*) за етилацетатне. Уочене квантитативне разлике у садржају фенолних једињења унутар сета узорка исте врсте могу бити резултат интеракције различитих климатских и географских фактора (надморска висина, географска дужина и ширина, састав тла) (Verma и Shukla, 2015). Такође, Turkmen и сар. (2006) су истакли да повећање поларности екстракционих растварача резултује већим садржајем полифенола у финалним екстрактима. Galal и сар. (2022) су у својој студији истражили фитохемијски састав резидбених остатака (листова и изданака) култивара врсте *R. damascene* var. *trigintipetala* и њихову потенцијалну примену у фитомедицини. На основу четири сета узорка листова и изданака истог култивара са четири различита пољопривредна газдинства (провинција Таиф, Саудијска Арабија) уочена је значајна варијабилност у садржају фенолних конституената. Највећа измерена концентрација укупних фенола била је 12,4 mg GaE/g док је најнижа забележена вредност била 3,14 mg GaE/g. Такође, у истим узорцима је измерен и висок садржај флавоноида. У екстрактима листова њихов садржај је био у опсегу од 5,09 mg RuE/g до 8,76 mg RuE/g и у екстрактима изданака од 6,39 mg RuE/g до 9,33 mg RuE/g. Ови резултати су у корелацији са презентованим вредностима садржаја фенола у екстрактима листова испитиваних ружа (Табела 2). Bitis и сар. (2010) су у оквиру своје студије утврдили значајан садржај укупних фенолних једињења (489,70 mg GaE/g) и флавоноида (265,00 mg CaE/g) у екстрактима листова врсте *R. agrestis*. Присутство високих концентрација фенола у листовима самониклих ружа потврдили су и Nowak и Gawlik-Dziki (2007). Анализом екстраката листова 17 таксона (*R. canina* var. *canina*, *R. canina* var. *corymbifera*, *R. canina* var. *puberula*, *R. canina* var. *dumalis*, *R. vosagiaca*, *R. subcanina*, *R. coriifolia*, *R. caryophyllacea*, *R. subcollina*, *R. tomentosa*, *R. rubiginosa*, *R. villosa*, *R. inodora*, *R. agrestis*, *R. jundzilli*, *R. pendulina*, *R. rugosa* и *R. gallica*) утврђен је висок удео фенолних једињења у опсегу вредности 57,00-139 mg GaE/g. Приказане вредности су у корелацији са представљеним резултатима у табели 6, сугершући да поред интерспецијских разлика постоји низ фактора који могу утицати на концентрацију полифенолних једињења у различитим узорцима једне исте врсте ружа.

С друге стране, значајно нижа концентрација фенола измерена је у екстрактима плодова врста рода *Rosa*. Nađpal и сар. (2016) су у свом раду презентовали садржај укупних фенола и флавоноида у метанолним и воденим екстрактима свеже убраних и сувих плодова врсте *R. arvensis* и *R. canina* као и у њиховим концентрованим кашама и џемовима. Највећа количина фенола у узорцима врсте *R. canina* је квантификована у

концентрованој каши плодова (96.2 mg GaE/g), док је код врсте *R. arvensis* то био случај за метанолне екстракте плодова сушених струјањем ваздуха (18,70 mg GaE/g). Када је реч о флавоноидима, у концентрованој каши плодова врсте *R. canina* (2,94 mg QuE/g) и метанолном екстракту свежих плодова врсте *R. arvensis* (4,55 mg QuE/g) измерена је њихова највећа концентрација. Овакав тренд је уочен и у наредној студији плодова три самоникле врсте ружа (*R. dumalis*, *R. dumetorum* и *R. sempervirens*) (Nađpal и сар., 2018). Измерен је значајан садржај укупних фенола плодова врста *R. dumalis* (20,00–61,00 mg GaE/g), *R. dumetorum* (14,5–58,2 mg GaE/g) и *R. sempervirens* (19,5–82,8 mg GaE/g) као и флавоноида *R. dumalis* (0,40–1,01 mg QuE/g), *R. dumetorum* (0,21–0,88 mg QuE/g) и *R. sempervirens* (0,47–4,99 mg QuE/g). У поређењу са претходно поменутих наводима и резултатима приказаним у Табели 6, Demir и сар. (2014) су утврдили значајно нижу концентрацију фенола и флавоноида у екстрактима плодова врсте *R. canina* (31,08 mg GaE/g и 9,48 mg QuE/g). Овакве разлике могу бити последица употребе различитих метода екстракције као и различитим стања биљног материјала (свеж и сув облик). Такође, Bucsa и сар. (2013) су истакли умерен садржај флавоноида у екстрактима орашица врста *R. corymbifera* (14,51 mg CaE/g) и *R. nitidula* (19,22 mg CaE/g). У поређењу са нашом студијом, садржај флавоноида у екстрактима хипанцијума ових врста је био незнатно већи (*R. corymbifera* 57,35 CaE/g и *R. nitidula* 50,25 CaE/g). Liaudanskas и сар. (2021) су испитивали укупни садржај фенолних једињења у плодовима култивара врста *R. rugosa* ("Rudolf", "Dart's Defender", "Marie Bugnet", "Fru Dagmar Hastrup", "Kornik", and "Adam Chodun"), *R. multiflora* ("Nana"), *R. spinosissima* ("Papula" и "Single Cherry") и *R. canina* при чему је највећи садржај ових једињења (50.13 mg GaE/g) детектован у плодовима култивара *R. spinosissima* "Single Cherry". Tabaszewska и Najgebauer-Lejko, (2020) су у својој студији фитохемијског састава екстракта плодова врсте *R. canina* истакли да је садржај анализираних једињења директо пропорционалан условима конзервације плодова пре екстракције. Наспрам процеса лиофилизације, сушења топлим ваздухом и замрзавања, процес сушења је у највећој мери сачувао ова једињења. У припремљеним тинктурама утврђен је висок садржај флавонола (1,97 mg QuE/g). Такође, истакли су и да бројност орашица у плодовима ружа има незнатан утицај на количину флавонола. Презентовани резултати су и у корелацији са предходно презентованом студијом садржаја флавонола у плодовима врсте *R. canina* и цветовима врсте *R. x centifolia* (Leja и сар., 2007). Demir и сар., (2014) истакли су умерене садржај флавонола у плодовима врста *R. canina* (9.48), *R. dumalis* (10.48 mg RuE/g), *R. gallica* (10.81 mg RuE/g), *R. dumalis* subsp. *boissieri* (9.31 mg RuE/g) и *R. hirtissima* (9.65 mg RuE/g).

Табела 6. Спектрофотометријско одређивање укупног садржаја фенола, флавоноида и флавонола у етанолним екстрактима ружа (mg/L еквивалента галне киселине и кверцетин хидрата). Квантификација садржаја витамина Це и Е течном хроматографијом (HPLC) у плодовима врста рода *Rosa* (mg/100g свеже масе плода).

Метода		Укупни феноли (mg GaE/g dw)			Укупни флавоноиди (mg QuE/g dw)			Укупни флавоноли (mg QuE/g dw)			Витамин Це (mg/100g fw)	Витамин Е (mg/100g fw)
Узорак		Лист	Хипанцијум	Орашице	Лист	Хипанцијум	Орашице	Лист	Хипанцијум	Орашице	Хипанцијум	Орашице
R. arvenis	Петница	186,00 ± 2,83 ^{klmno}	50,00 ± 2,83 ^{ac}	96,33 ± 2,89 ^{aaab}	59,05 ± 0,00 ^{fghij}	21,21 ± 0,71 ^s ^{tuvwxyz}	29,41 ± 1,15 ^{opq}	16,36 ± 0,26 ^{fghi}	3,71 ± 0,71 st	3,85 ± 0,52 st	6,59 ± 0,18	TP
	Велики Крш	189,33 ± 2,89 ^{ijklmn}	51,33 ± 4,62 ^{ac}	125,50 ± 2,12 ^{wxyz}	56,90 ± 2,61 ^{ghijk}	30,74 ± 1,44 ^o ^{pq}	40,13 ± 0,04 ^{m n}	18,49 ± 0,88 ^{defg}	2,71 ± 1,16 st	3,75 ± 0,63 st	9,60 ± 0,26	1,94 ± 0,01
	Жељин	206,00 ± 1,41 ^{hij}	54,33 ± 4,93 ^{ac}	111,33 ± 2,52 ^{yaa}	49,38 ± 1,75 ^{kl}	32,31 ± 1,50 ^o ^p	34,36 ± 1,65 ^{no}	18,70 ± 1,27 ^{defg}	4,63 ± 2,44 ^{p q} ^{r s t}	7,47 ± 2,79 ^{n o p q r}	6,33 ± 0,17	1,78 ± 0,01
	Златибор	250,50 ± 3,54 ^{cd}	49,33 ± 1,53 ^{ac}	65,00 ± 1,41 ^{ac}	62,38 ± 1,31 ^{defg}	24,23 ± 2,47 ^q ^{r s t u v w}	28,87 ± 1,75 ^{o p q r}	16,85 ± 1,49 ^{efgh}	4,44 ± 0,34 ^{p q} ^{r s t}	3,73 ± 0,73 st	НД	1,28 ± 0,01
R. gallica	Велики Крш	285,20 ± 10,95 ^a	135,49 ± 3,12 ^{tuvwxy}	120,11 ± 3,93 ^{xyz}	76,23 ± 1,21 ^{a b}	18,85 ± 0,89 ^t ^{u v w x y z a a a b}	19,21 ± 1,38 ^{t u v w x y z a a a b}	18,40 ± 0,47 ^{defg}	1,57 ± 0,29 ^t	3,02 ± 0,00 st	218,91 ± 5,47	1,36 ± 0,03
	Шљивово	205,67 ± 4,48 ^{hijk}	176,08 ± 4,02 ^{lmnop}	135,92 ± 3,12 ^{tuvwx}	64,82 ± 0,44 ^{cdef}	33,82 ± 1,19 ⁿ ^o	20,62 ± 0,58 ^{s t u v w x y z a a}	17,67 ± 0,22 ^{efgh}	2,71 ± 0,04 st	1,81 ± 0,21 st	328,79 ± 8,22	1,69 ± 0,04
	Столови	235,83 ± 8,43 ^{def}	145,78 ± 2,66 ^{stuv}	154,04 ± 12,25 ^{qrst}	82,38 ± 1,22 ^a	24,15 ± 1,83 ^q ^{r s t u v w}	23,08 ± 0,46 ^{q r s t u v w x}	23,44 ± 0,24 ^{ab}	4,56 ± 0,34 ^{p q} ^{r s t}	4,33 ± 1,55 ^{p q r s t}	239,38 ± 5,98	1,51 ± 0,04
	Гружа	229,98 ± 10,12 ^{efg}	168,48 ± 4,17 ^{opqr}	118,98 ± 3,60 ^{xyz}	52,26 ± 0,90 ^{ijk}	13,15 ± 0,58 ^{a a b a c a d}	17,41 ± 0,91 ^{u v w x y z a a a b a c a d}	15,82 ± 0,67 ^{ghij}	4,14 ± 0,05 ^{r s t}	5,05 ± 0,78 ^{o p q r s t}	456,91 ± 11,42	TP
R. pendulina	Стара планина	262,35 ± 3,99 ^{bc}	192,65 ± 0,46 ^{ijklm}	192,98 ± 3,68 ^{ijklm}	65,67 ± 3,65 ^{c d e f}	11,10 ± 0,51 ^{a c a d}	17,31 ± 0,20 ^{v w x y z a a a b a c a d}	25,63 ± 1,44 ^a	12,59 ± 0,97 ^{kl}	4,78 ± 0,36 ^{p q r s t}	1216,39 ± 30,41	2,93 ± 0,07
	Копаоник	256,93 ± 5,24 ^c	175,52 ± 2,29 ^{lmnop}	174,57 ± 7,86 ^{m n o p}	63,72 ± 1,43 ^{c d e f g}	13,64 ± 0,31 ^z ^{a a b a c a d}	17,00 ± 0,34 ^{v w x y z a a a b a c a d}	21,57 ± 0,2 ^{b c d}	7,79 ± 1,12 ^{m n} ^{o p}	11,17 ± 0,39 ^{klm}	1089,65 ± 27,24	3,11 ± 0,08

Табела 6. Спектрофотометријско одређивање укупног садржаја фенола, флавоноида и флавонола у етанолним екстрактима ружа (mg/L еквивалента галне киселине и кверцетин хидрата). Квантификација садржаја витамина Це и Е течном хроматографијом (HPLC) у плодовима врста рода Rosa (mg/100g свеже масе плода) (наставак).

Метода		Укупни феноли (mg GaE/g dw)			Укупни флавоноиди (mg QuE/g dw)			Укупни флавоноли (mg QuE/g dw)			Витамин Це (mg/100g fw)	Витамин Е (mg/100g fw)
Узорак		Лист	Хипанцијум	Орашице	Лист	Хипанцијум	Орашице	Лист	Хипанцијум	Орашице	Хипанцијум	Орашице
<i>R. pendulina</i>	Столови	256,41 ± 10,76 ^c	180,90 ± 3,76 ^{lmnop}	± 173,53 ± 4,14 ^{mnpqr}	71,10 ± 0,84 ^{b c}	13,38 ± 0,20 ^{aa ab ac ad}	18,51 ± 0,31 ^v	22,30 ± 0,71 ^{a b c}	8,46 ± 1,03 ^{m n}	10,01 ± 0,91 ^{l m n}	1077,30 ± 26,93	3,87 ± 0,09
	Гоч	228,47 ± 7,36 ^{fg}	154,28 ± 1,56 ^{qrst}	± 168,72 ± 3,16 ^{opqr}	51,79 ± 0,78 ^{j k}	20,10 ± 1,04 ^t	17,83 ± 0,10 ^v	19,05 ± 1,20 ^{c d e f g}	8,29 ± 1,51 ^{mno}	7,92 ± 0,58 ^{mno p}	730,72 ± 18,27	3,24 ± 0,08
<i>R. spinosissima</i>	Столови	254,57 ± 9,06 ^{cd}	153,95 ± 2,62 ^{qrst}	± 89,57 ± 2,97 ^{ab}	60,49 ± 6,49 ^{efgh}	17,00 ± 1,74 ^{v w x y z aa ab ac ad}	10,31 ± 0,68 ^v	14,23 ± 2,43 ^{h i j k}	5,25 ± 0,94 ^{o p}	3,68 ± 1,70 st	272,70 ± 6,82	2,27 ± 0,06
	Пештер	278,02 ± 3,24 ^{ab}	192,22 ± 1,98 ^{klm}	± 143,23 ± 2,80 ^{uvw}	54,00 ± 1,87 ^{h i j k}	15,62 ± 0,53 ^{x y z aa ab ac ad}	12,05 ± 0,04 ^v	13,30 ± 0,19 ^{i j k l}	4,26 ± 0,36 ^{q r s}	3,83 ± 1,70 st	103,25 ± 2,58	3,99 ± 0,10
	Стара планина	260,28 ± 6,45 ^{bc}	249,71 ± 4,72 ^{cde}	± 194,53 ± 4,87 ^{ijkl}	70,00 ± 2,00 ^{bcd}	25,05 ± 1,39 ^{p q r s t u}	15,67 ± 0,60 ^v	21,29 ± 0,78 ^{b c d}	8,01 ± 1,18 ^{m n}	4,50 ± 0,30 ^{pqrst}	75,51 ± 1,89	1,05 ± 0,03
	Златибор	259,33 ± 3,28 ^{bc}	214,03 ± 0,78 ^{ghi}	± 164,28 ± 7,62 ^{pqrs}	51,95 ± 0,84 ^{jk}	23,23 ± 1,53 ^{q r s t u v w x}	14,90 ± 0,54 ^v	12,25 ± 0,62 ^{k l}	5,15 ± 0,00 ^{o p}	3,62 ± 0,21 st	96,40 ± 2,41	1,04 ± 0,03
<i>R. tomentosa</i>	Златибор	164,61 ± 0,78 ^{pqrs}	133,75 ± 7,75 ^{uvwxy}	± 119,68 ± 1,66 ^{xyz}	59,89 ± 0,27 ^{efghi}	24,62 ± 0,44 ^{q r s t u v}	15,85 ± 3,92 ^v	20,04 ± 0,69 ^{b c d e}	2,86 ± 0,75 st	2,63 ± 0,00 st	348,44 ± 8,71	2,35 ± 0,06
	Власина	170,65 ± 4,91 ^{nopqr}	143,38 ± 4,44 ^{rstu}	± 116,00 ± 1,63 ^{vzaa}	69,46 ± 1,41 ^{bcd}	25,77 ± 0,98 ^{p q r s t}	16,96 ± 5,49 ^v	20,04 ± 0,69 ^{b c d e}	2,86 ± 0,75 st	2,63 ± 0,00 st	112,11 ± 2,80	3,97 ± 0,10
	Гоч	220,21 ± 5,44 ^{fgh}	223,65 ± 8,62 ^{fgh}	± 170,98 ± 4,33 ^{nopqr}	60,35 ± 0,49 ^{cde}	43,23 ± 0,65 ^{l m}	28,12 ± 0,05 ^v	19,00 ± 3,09 ^{c d e f g}	3,94 ± 0,48 st	3,53 ± 0,00 st	43,81 ± 1,09	1,54 ± 0,04
	Рогозна	253,53 ± 3,48 ^{cd}	131,11 ± 3,56 ^{vwxyz}	± 118,08 ± 4,66 ^{xyz}	71,12 ± 0,82 ^{b c}	21,35 ± 0,92 ^{r s t u v w x y}	13,69 ± 0,11 ^v	19,82 ± 0,41 ^{c d e f}	2,46 ± 0,42 st	3,81 ± 0,04 st	137,55 ± 3,44	2,17 ± 0,05

* НД–није детектовано, ТР–испод лимита квантификације; Различита слова изнад вредности указују на статистички значајне разлике међу резултатима за појединачна мерења сваке од метода према Tukey тесту ($p \leq 0,05$).

4.6. UHPLC MS/MS анализа фенола

Идентификација и квантификација 23 фенолна једињења и кининске киселине урађена је UHPLC MS/MS техником. Њихов садржај у екстрактима листова и плодова ружа је представљен у Табелама 7 и 8. Резултати фитохемијске анализе показали су сличан квалитативни састав екстракта са аспекта фенолних конституената. Међутим, значајне квантитавне разлике су уочене у хемијском саставу истог типа екстракта (лист, хипанцијум или орашице) код различитих врста ружа. Поред већински заступљене галне киселине квантификоване у интервалу од 0,15 mg/L (*R. tomentosa*) до 15,36 mg/L (*R. arvensis*) у екстрактима листова биле су у значајној мери заступљене и *p*-кумаринска 0,42 mg/L (*R. spinosissima*)–2,30 mg/L (*R. arvensis*) и хлорогенска фенолна киселина 0,05 mg/L (*R. pendulina*)–9,47 mg/L (*R. tomentosa*). Насупрот наведеног, у екстрактима хипанцијума и орашица квантитативно су највише присутне протокатехуинска (0,60–1,15 mg/L) и сиригинска (0,12–1,63 mg/L) киселина (Табела 7). Анализом одабране групе флавоноида показана је вишеструко пута већа концентрација катехина у екстрактима листова (190,85–886,11 mg/L) наспрам оних од хипанцијума (2,27–76,29 mg/L) и орашица (5,08–76,58 mg/L) (Табела 8). Висок садржај два деривата кверцетина (кверцитрин и изокверцетин) и катехина (галокатехин и епигалокатехин) квантификовани су у анализираним узорцима листова и плодова. Такође, додатних седам флавоноида су идентификовани, од којих су рутин, астрагалин и изорхамнетин-3-О-глукозиди откривени у значајним количинама (Табела 8). Поред наведених фенолних једињења квантификована је и висока концентрација кининске киселине у анализираним екстрактима листова (7,03–51,27 mg/L), хипанцијума (5,09–48,61 mg/L) и орашица (3,66–42,80 mg/L) (Табела 7).

Индивидуалне разлике у квантитавном саставу екстракта листова и плодова ружа могу бити проузроковане разликама у степену диференцираности листова, сазрелости плодова или срединских фактора, који значајно могу утицати на биљни метаболизам као и на процес конверзије фенолних једињења (Сунја и сар., 2015; Demir и сар., 2014). Deng и сар. (2014) су у својој студији истакли присуство квалитативних и квантитативних разлика у фенолном профилу екстракта листова врсте *Vaccinium formosum* узоркованих у три различите фазе сазревања плодова (незрели, полузрели и комерцијално зрели). Утврђено је да протокатехуинска и ферулинска киселине нису заступљене у полузрелим узорцима, док је код зрелих узорака то случај са протокатехуинском, сиригинском и *p*-кумаринском киселином. Такође, квантитативни садржај кверцетина, кемпферола, галне, протокатехуинске, кафеинске, ванилинске, сиригинске, *p*-кумаринске и ферулинске киселине је био директно у зависности од степена зрелости плодова и избора екстракционог растварача. Ouerghemmi и сар. (2016) су обрадом података хемијске анализе екстракта листова врста *R. canina*, *R. moschata* и *R. sempervirens* истакли значај утицаја регионалних фактора (локалитета узорковања) на њихов фенолни састав. Поред наведеног, синтеза секундарних метаболита може бити под контролом и/или утицајем генетских, морфогенетских, онтогнетских и фактора средине (Verma и Shukla, 2015; Moore и сар., 2014; Radusiene et al., 2012), док њихова екстракција зависи од коришћених систем растварача (Dai и Mumper, 2010).

Петнаест фенолних једињења је идентификовано у метанолним и етил ацетатним екстрактима листова врста *R. canina*, *R. moschata* и *R. sempervirens* помоћу HPLC-DAD и HPLC-DAD-ESI-MS анализа. Од којих је једанаест флавонола (кверцетин и деривати кемпферола), три флаван-3-ола (катехин, епикатехин и епикатехин галат) и један флаванон (дериват аромадендрина). Такође, апигенин, метил апигенин, елагинска киселина и деривати цинаминске киселине су детектовани али у врло малим количинама. Показано је да појединачни фенолни профил екстракта врста *R. canina* укључује два деривата кемпферола (кемпферол 3-О-глукозид и кемпферол 7-О-

глюкозид) који нису присутни код врста *R. mochata* и *R. sempervirens*. Додатно, екстракти ових врста су богати дериватима кверцетина (Ouerghemmi и сар., 2016). Nowak и Gawlik-Dziki (2007) су у својој студији испитали садржај елагинске киселине и кверцетина у листовима 17 врста самониклих ружа. Укупан садржај елагичне киселине у биљном материјалу процењен је HPLC-DAD техником и кретао се од 9,37 mg/g до 19,42 mg/g суве масе. Највећа количина пронађена је у свим варијететима врсте *R. canina* и *R. tomentosa* а најнижи садржај је измерен у плодовима врста *R. rubiginosa* и *R. rugosa*. Евалуацијом фитохемијског и фармаколошког потенцијала листова и резидбених остатака врсте *R. damascena* var. *trigintipetala* утврђено је да су елагинска киселина, гална киселина и флороглуцинол главне фенолне компоненте ових екстраката. Поред њих квантификовани су и флавоноиди (лутеолин, апигенин, кверцетин, рутин, кемпферол и хризоеириол) и алкалоиди (бербамина, јатриризин, палматин, ретикулин, изокоридин и болдин) (Galal и сар., 2022). Резултати HPLC-Q-Orbitrap-MS/MS анализе полифенолног профила листова врсте *R. roxurghii* указали су на њихов висок садржај полифенолних конституената. Када је реч о фенолним киселинама у значајним количинама детектоване су глана, хлорогенска, протокатехуинска, кафеинска, хидроксibenзојева и елагинска киселина док су из групе флавоноида идентификовани катехин, епикатехин и изомери кверцетина и кемпферола. Такође, у екстрактима је квантификован је и изомер квининске киселине (Wang и сар., 2021в). До сличних резултата су дошли и Abdelbaky и сар. (2021) у својој студији листова врсте *R. gallica* var. *aegyptiaca*.

Према наводима Cunja и сар. (2015), флавоноли су једна од најучесталијих класа флавоноида међу представницима фамилије ружа (Rosaceae). Значајан садржај деривата кверцетина и катехина у анализираним екстрактима плодова ружа је у корелацији са предходном студијом фенолног састава екстраката плодова врсте *R. arvensis* (Nađpal и сар., 2018). Такође, Elmastas и сар. (2017) су истакли висок ниво катехина у екстрактима плодова ружа у опсегу концентрација од 472 mg/kg (*R. villosa*) до 225 mg/kg (*R. canina*) узоркованих у различитим фазама сазревања. Висок ниво садржаја кининске киселине квантификован у екстрактима ружа у сагласности је са предходном презентованим резултатима студије фитохемијског профила плодова врсте *R. arvensis* (Nađpal и сар., 2016). Неколико аутора је предходно указало на присуство хлорогенске, кафеинске и рузмаринске фенолне киселине у плодовима врста *R. canina*, *R. gallica* и *R. dumalis*, које су такође квантификоване и у проучаваним екстрактима листова и плодова (Табела 7). Према Demir и сар. (2014) количина појединачних фенолних једињења у плодовима ружа кретала се од 1,89 µg/g суве тежине (епикатехин) до 32,18 µg/g суве тежине (4-хидрокси бензојева киселина). У зависности од испитиване врсте уочена је и значајна квантитативна разлика у присуству појединачних полифенолних конституената. Такође, у њиховим плодовима појединачно је квантификована и значајна количина флавоноида укључујући катехин (1,65 до 39,90 µg/g) и епикатехин (1,05–1,85 µg/g). Присуство наведених фенолних киселина и флавоноида потврдили су и Fetni и сар. (2020) у плодовима врсте *R. canina* убраних у Алжиру.

Фенолни профили листова и плодова неких од најучесталијих и најпроучаванијих врста ружа презентованих у предходно наведеним студијама су у корелацији са резултатима ове докторске дисертације. Иако је присутна релативна униформност са аспекта квалитативног састава, значајне су разлике у квантитету поменутих једињења. Уочене разлике могу бити условљене широким спектром срединских и/или морфогенетских фактора. Евидентна је потреба за додатним анализама и других мање познатих врста са аспекта комерцијалне примене.

Табела 7. Квантификација фенолних киселина (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L).

Узорак		Кининска киселина	Гална киселина	Протокат ехуинска киселина	Сиринги нска киселина	Хлорогенск а киселина	Кафеинск а киселина	p- Кумаринск а киселина	Ферулинск а киселина	Розмаринска киселина
<i>R. arvensis</i>	Лист	28,70	15,36	0,37	0,63	1,30	0,03	2,30	НД	НД
	Петница									
	Хипанцијум	27,84	0,35	0,21	0,20	0,07	0,02	НД	НД	0,05
	Орашице	26,56	0,44	0,26	0,4	0,08	0,02	НД	НД	0,04
	Лист	18,31	11,74	0,12	0,21	4,31	0,07	1,65	НД	NF
	Велики Крш									
	Хипанцијум	37,67	0,33	0,69	1,21	0,06	0,02	НД	НД	0,03
	Орашице	36,21	0,57	0,29	0,40	0,11	0,02	НД	НД	НД
	Лист	20,48	4,77	0,17	0,27	4,27	0,11	1,33	НД	НД
	Жељин									
	Хипанцијум	35,62	0,33	0,54	0,91	0,05	0,02	НД	НД	0,03
	Орашице	39,97	0,97	0,3	0,54	0,08	0,02	НД	0,94	НД
<i>R. gallica</i>	Лист	27,59	14,16	0,26	0,52	3,61	0,09	0,92	НД	НД
	Златибор									
	Хипанцијум	27,71	0,42	0,43	0,8	0,09	0,02	НД	НД	0,03
	Орашице	35,61	0,55	0,45	0,82	0,08	0,02	НД	НД	0,03
	Лист	51,27	0,35	0,30	0,3	0,07	0,02	НД	НД	0,03
	Велики Крш									
	Хипанцијум	22,91	0,41	0,14	0,12	0,09	0,04	НД	НД	0,07
	Орашице	42,80	7,07	0,2	0,38	0,26	0,15	0,94	1,91	НД
	Лист	24,08	8,69	0,16	0,25	3,05	0,10	НД	0,41	0,03
	Шљивово									
	Хипанцијум	44,36	1,09	0,18	0,3	0,14	0,02	НД	НД	0,03
	Орашице	29,54	0,80	0,33	0,41	0,15	0,05	НД	НД	0,05
Столови	Лист	42,35	11,63	0,31	0,50	2,31	0,24	НД	1,05	НД
	Хипанцијум	48,61	1,34	0,12	0,20	0,13	0,06	НД	НД	0,03

* НД-није детектовано

Табела 7 Квантификација фенолних киселина (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L) (наставак).

Узорак			Кининска киселина	Гална киселина	Протока те хуинска киселина	Сирингин ска киселина	Хлорогенс ка киселина	Кафеинска киселина	<i>p</i> - Кумаринска киселина	Ферулинска киселина	Розмаринска киселина
<i>R. gallica</i>	Столови	Орашице	32,69	2,58	0,21	0,32	0,22	0,14	НД	0,62	0,05
		Лист	40,6	0,19	0,07	НД	0,05	0,02	НД	НД	0,03
	Гружа	Хипанцијум	25,99	0,58	0,15	0,25	0,09	0,03	НД	НД	0,04
		Орашице	42,35	11,63	0,31	0,5	2,31	0,24	НД	1,05	НД
<i>R. pendulina</i>	Стара Планина	Лист	29,77	26,65	0,68	1,18	1,05	0,17	НД	3,81	0,11
		Хипанцијум	6,14	5,31	0,10	НД	0,1	0,03	НД	НД	0,03
		Орашице	5,22	6,9	0,09	НД	0,05	0,07	НД	НД	0,03
		Лист	7,03	19,86	0,33	0,54	4,92	0,41	НД	5,46	НД
	Копеолик	Хипанцијум	5,55	4,69	0,08	NF	0,14	0,05	НД	НД	0,03
		Орашице	3,66	7,42	0,08	0,28	0,07	0,10	НД	НД	0,05
		Лист	23,99	14,18	0,4	0,81	1,71	0,14	НД	1,61	НД
	Столови	Хипанцијум	6,48	4,49	0,08	НД	0,09	0,04	НД	НД	0,03
		Орашице	4,59	7,28	0,09	НД	0,06	0,13	НД	0,54	0,04
		Лист	17,96	16,16	0,40	0,77	2,21	0,09	НД	0,58	НД
	Гоч	Хипанцијум	5,09	4,68	0,25	0,32	0,12	0,05	НД	НД	0,03
		Орашице	4,73	6,06	0,15	0,17	0,07	0,08	НД	НД	НД
<i>R. spinosissima</i>	Столови	Лист	38,67	6,99	0,74	1,18	2,09	0,24	НД	0,27	НД
		Хипанцијум	18,56	1,19	0,84	1,23	0,18	0,03	НД	1,22	0,03
		Орашице	4,90	2,72	0,71	0,73	0,27	0,10	НД	0,66	0,04
	Пештер	Лист	18,73	8,92	0,43	0,66	1,95	0,45	НД	1,45	НД

* НД-није детектовано

Табела 7 Квантификација фенолних киселина (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L). (наставак).

Узорак			Кининска киселина	Гална киселина	Протока- те хуинска киселина	Сирингин- ска киселина	Хлорогенс- ка киселина	Кафеинска киселина	<i>p</i> - Кумаринска киселина	Ферулинска киселина	Розмаринска киселина
<i>R. spinosissima</i>	Пештер	Хипанцијум	30,41	9,91	0,24	0,39	0,19	0,08	НД	0,86	0,03
		Орашице	9,87	1,22	0,23	0,31	0,10	0,04	НД	1,00	НД
		Лист	7,43	6,01	0,39	0,56	5,40	0,49	НД	0,62	НД
	Стара Планина	Хипанцијум	22,7	1,97	0,45	0,77	0,55	0,03	НД	1,62	НД
		Орашице	8,15	3,52	1,15	1,25	0,15	0,07	НД	НД	НД
		Лист	25,56	10,32	0,27	0,55	2,21	0,35	0,42	НД	НД
	Златибор	Хипанцијум	29,43	7,53	1,10	1,63	0,16	0,04	НД	0,47	0,04
		Орашице	5,61	1,69	0,14	0,23	0,07	0,05	НД	0,65	0,05
<i>R. tomentosa</i>	Златибор	Лист	26,71	13,76	0,23	0,36	7,34	0,55	2,21	6,56	НД
		Хипанцијум	18,93	0,15	0,19	0,33	0,09	0,03	НД	НД	НД
		Орашице	18,3	0,96	0,13	0,24	0,12	0,03	НД	0,98	0,03
		Лист	12,7	13,42	0,25	0,33	9,74	0,51	1,84	9,44	НД
	Власина	Хипанцијум	28,09	0,60	0,15	0,27	0,22	0,03	НД	НД	НД
		Орашице	24,14	0,87	0,18	0,18	0,11	0,04	НД	НД	НД
		Лист	21,18	9,65	0,22	0,39	6,51	0,35	1,86	13,65	0,03
	Гоч	Хипанцијум	18,74	0,96	0,19	0,3	0,21	0,03	НД	НД	0,03
		Орашице	16,45	1,43	0,15	0,28	0,12	0,04	НД	НД	0,05
		Лист	35,82	13,53	0,28	0,5	5,08	0,27	1,55	7,96	НД
	Рогозна	Хипанцијум	41,66	0,25	0,06	НД	0,11	0,03	НД	НД	НД
		Орашице	32,09	0,98	0,10	НД	0,11	0,03	НД	НД	0,04

* НД-није детектовано

Табела 8. Квантификација флавоноида (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L).

	Узорак		Катехин	Катехин галат	Кемпферол	Галокатехин	Епигалокатехин	Кверцетин	Кверцитрин	Изо-кверцетин	Нарингенин	Апигенин	Апигетрин	Изо-рахметин	Астрагалин	Рутин	Хиспидулин
R. arvensis	Петница	Лист	666,37	1,87	0,28	4,34	1,34	1,66	12,71	4,29	0,05	0,04	0,07	0,60	1,37	0,52	0,03
		Хипанцијум	НД	0,04	НД	НД	НД	0,19	0,97	0,81	НД	0,04	0,04	0,15	0,12	0,08	НД
		Орашице	5,48	0,05	НД	НД	НД	0,12	0,46	0,43	0,05	0,04	0,03	0,13	0,23	0,11	0,02
	Велики Крш	Лист	190,83	1,00	НД	5,53	2,31	2,45	14,08	6,88	0,05	0,04	НД	0,81	1,11	0,27	0,04
		Хипанцијум	2,77	0,04	НД	НД	НД	0,41	1,18	1,21	НД	НД	0,03	0,18	0,12	0,15	НД
		Орашице	9,32	0,09	НД	НД	0,27	0,31	1,46	2,35	НД	НД	0,03	0,46	0,48	0,41	НД
	Жељин	Лист	405,14	1,36	НД	7,18	2,74	1,36	12,75	7,90	0,05	0,04	НД	0,75	0,98	0,32	0,04
		Хипанцијум	2,94	0,04	НД	НД	НД	0,37	1,51	1,15	НД	НД	0,03	0,18	0,14	0,23	0,02
		Орашице	12,8	0,21	НД	0,21	0,39	0,21	0,61	0,64	НД	НД	0,02	0,14	0,11	0,23	0,02
	Златибор	Лист	694,43	0,62	0,22	3,77	1,92	2,49	13,41	6,43	0,07	0,05	НД	0,91	1,35	0,80	0,04
		Хипанцијум	3,54	0,04	НД	НД	НД	1,81	3,96	4,65	0,05	0,04	0,07	0,78	0,32	1,38	0,02
		Орашице	5,08	0,05	НД	НД	НД	0,40	1,09	1,42	0,04	0,04	0,04	0,22	0,23	0,44	0,02
R. gallica	Велики Крш	Лист	263,99	0,32	0,30	0,95	4,49	2,32	10,58	7,77	НД	0,05	НД	1,91	1,90	0,70	0,03
		Хипанцијум	13,55	0,07	НД	0,38	1,15	0,27	НД	3,64	НД	0,04	0,03	0,19	0,21	0,41	0,04
		Орашице	11,04	0,07	0,14	0,13	0,35	0,12	0,95	1,30	НД	НД	0,02	0,12	0,18	0,25	0,03
	Шљивово	Лист	225,73	0,44	НД	4,51	4,94	2,07	12,67	6,80	НД	0,04	НД	2,03	1,09	0,45	0,08
		Хипанцијум	31,13	0,08	0,25	0,92	1,20	0,87	НД	3,44	НД	0,04	0,03	0,42	0,23	0,39	0,10
		Орашице	16,34	0,08	0,15	0,18	0,67	0,27	0,76	1,27	НД	НД	0,02	0,30	0,31	0,29	0,04
	Столови	Лист	637,48	0,67	0,14	4,96	3,90	2,50	13,76	5,77	0,07	0,06	НД	1,65	1,17	2,75	0,04
		Хипанцијум	17,43	0,05	НД	0,65	0,43	0,24	НД	1,41	НД	НД	0,02	0,14	0,18	0,5	НД

* НД-није детектовано

Табела 8. Квантификација флавоноида (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L) (наставак).

	Узорак		Катехин	Катехин галат	Кемпф ерол	Галокат ехин	Епигало катехин	Кверц етин	Кверц итрин	Изо- кверцет ин	Нарин генин	Апиге нин	Апиге трин	Изо- рахме тин	Астраг алин	Рутин	Хиспи дулин
<i>R. gallica</i>	Столови	Орашице	44,65	0,06	0,29	НД	0,69	0,51	0,65	2,29	НД	НД	0,03	1,09	2,38	0,51	НД
		Лист	739,35	0,45	0,25	4,07	2,67	3,5	10,84	4,57	0,06	0,10	НД	2,03	1,07	0,40	0,31
	Гружа	Хипанцијум	22,45	0,08	НД	0,92	1,16	0,42	НД	2,84	НД	НД	0,03	0,33	0,18	0,15	0,05
		Орашице	16,82	0,05	НД	НД	0,28	0,21	НД	2,21	НД	НД	НД	0,66	1,66	0,21	0,04
<i>R. pendul ina</i>		Лист	724,96	0,14	0,39	0,13	0,27	3,19	0,3	4,08	0,05	0,04	НД	0,66	1,22	6,99	0,04
	Стара Планина	Хипанцијум	26,99	0,16	0,17	0,84	0,39	1,35	НД	6,42	0,05	0,04	НД	0,29	0,17	1,05	0,02
		Орашице	58,25	0,11	НД	НД	НД	0,36	НД	1,06	0,05	0,04	НД	0,38	0,12	0,21	0,02
		Лист	428,57	0,2	0,30	0,56	1,11	3,71	1,34	2,88	0,05	0,05	НД	0,75	0,58	6,32	0,03
	Копаоник	Хипанцијум	44,27	0,34	0,14	0,6	0,54	1,39	НД	2,74	0,06	0,05	0,04	0,26	0,16	1,06	0,03
		Орашице	58,29	0,14	0,31	НД	НД	1,17	0,09	1,83	0,05	0,04	0,03	1,13	1,30	0,59	НД
		Лист	886,11	0,09	0,21	НД	0,42	2,56	5,05	2,60	0,05	0,04	НД	0,4	0,60	3,17	0,03
	Столови	Хипанцијум	39,38	0,13	НД	0,45	0,44	0,43	0,05	1,13	0,06	0,05	НД	0,11	0,03	0,21	0,02
		Орашице	76,58	0,07	НД	НД	НД	0,18	0,1	0,24	0,05	0,04	0,03	0,11	0,05	0,12	НД
		Лист	532,72	0,59	0,22	1,41	0,59	1,79	0,23	3,91	0,06	0,05	НД	0,44	0,65	7,09	НД
	Гоч	Хипанцијум	35,8	0,14	0,13	0,41	0,33	0,60	НД	1,36	0,07	0,05	НД	0,18	0,09	0,50	0,02
		Орашице	56,69	0,09	НД	НД	НД	0,21	НД	0,26	0,05	0,04	0,03	0,13	0,08	0,17	0,02
<i>R. spinosi ssima</i>		Лист	655,43	0,07	0,30	НД	0,50	1,52	НД	0,41	НД	НД	0,02	0,59	0,18	0,74	НД
	Столови	Хипанцијум	34,91	0,14	НД	5,79	1,93	0,89	НД	5,45	0,05	0,04	НД	0,11	0,04	0,77	НД
		Орашице	22,65	0,13	0,14	0,14	НД	0,45	0,34	1,61	НД	НД	НД	0,13	0,08	0,17	НД
	Пештер	Лист	509,41	0,07	0,22	0,21	0,31	1,75	1,86	1,37	НД	НД	НД	0,73	0,14	0,84	НД

* НД-није детектовано

Табела 8. Квантификација флавоноида (UHPLC-DAD MS/MS) у етанолним екстрактима ружа (mg/L)(наставак).

Узорак			Катехин	Катехин галат	Кемпф ерол	Галокат ехин	Епигало катехин	Кверц етин	Кверц итрин	Изо- кверцет ин	Нарин генин	Апиге нин	Апиге трин	Изо- рахме тин	Астраг алин	Рутин	Хиспи дулин
<i>R. spinosissi ma</i>	Пештер	Хипанцијум	38,87	0,17	НД	0,44	НД	0,46	0,35	1,72	0,06	0,04	НД	0,12	0,07	0,18	НД
		Орашице	66,33	0,25	НД	1,29	1,29	0,66	НД	2,27	НД	НД	НД	0,07	0,04	0,36	НД
		Лист	288,27	0,04	0,26	НД	1,79	2,08	0,31	4,26	0,05	0,04	НД	1,62	1,21	1,44	НД
	Стара Планина	Хипанцијум	76,29	0,41	НД	18,22	3,71	1,16	НД	4,93	0,06	0,05	НД	0,16	0,09	0,40	НД
		Орашице	56,85	0,34	НД	0,51	0,46	0,98	НД	1,23	НД	НД	НД	0,09	0,13	0,19	НД
		Лист	370,27	0,04	0,24	НД	0,31	1,4	0,56	0,99	НД	НД	НД	0,66	0,20	0,91	НД
	Златибор	Хипанцијум	61,13	0,21	НД	0,85	0,44	0,98	0,64	1,46	0,07	0,06	0,02	0,10	0,08	0,18	НД
		Орашице	42,03	0,32	НД	0,38	0,67	0,39	0,6	0,91	0,05	НД	НД	0,07	0,09	0,12	НД
<i>R. tomentos a</i>	Златибор	Лист	351,45	0,19	0,38	1,87	2,04	2,29	0,86	9,07	0,05	0,05	НД	1,8	1,36	6,36	0,06
		Хипанцијум	7,66	0,04	0,19	0,58	0,38	0,7	НД	3,65	НД	0,05	НД	0,25	0,14	0,30	0,02
		Орашице	15,92	0,07	НД	0,43	НД	0,19	НД	1,81	НД	НД	0,03	0,35	0,60	0,12	0,02
		Лист	513,02	0,14	0,24	0,94	2,04	1,6	0,7	13,07	0,07	0,08	НД	2,47	2,70	1,99	0,06
	Власина	Хипанцијум	22,25	0,05	НД	0,71	0,51	0,32	НД	3,97	0,05	0,04	НД	0,22	0,22	0,36	0,03
		Орашице	29,48	0,09	0,16	0,56	0,41	0,14	НД	3,58	НД	НД	0,04	0,6	1,14	0,26	0,02
		Лист	459,67	0,30	1,38	5,42	1,87	4,68	0,97	11,72	0,06	0,05	НД	1,72	2,99	0,16	НД
	Гоч	Хипанцијум	24,04	0,06	0,15	1,19	0,70	1,50	НД	5,53	0,06	0,05	НД	0,48	0,25	0,38	НД
		Орашице	17,33	0,07	0,16	0,26	НД	0,14	НД	1,66	НД	НД	0,03	0,28	1,28	0,09	НД
		Лист	602,42	0,23	0,48	2,54	1,72	3,23	0,97	10,79	0,04	0,04	НД	2,08	2,03	0,19	0,03
	Рогозна	Хипанцијум	13,84	0,06	НД	1,16	0,53	0,29	НД	2,92	НД	НД	НД	0,23	0,17	0,29	0,02
		Орашице	22,66	0,07	0,16	0,54	0,60	0,15	0,12	1,91	НД	НД	0,03	0,32	0,87	0,12	0,02

* НД-није детектовано

4.7. HPLC-DAD анализа аскорбинске киселине (витамин Це) и α -токоферола (витамин Е)

У циљу одређивања садржаја витамина Це у хипанцијуму и витамина Е у орашицама анализираних ружа употребљена је HPLC-UV-VIS/DAD техника, а добијени резултати су презентовани у Табели 6. Уочене су значајне квантитавни разлике у садржају витамина Це, при чему су најмање количине измерене у хипанцијуму врсте *R. arvensis* (6,33–9,60 mg/100g) и *R. spinosissima* (75,51–272,70 mg/100g). Умерени ниво витамина Це је квантификован у хипанцијуму врста *R. gallica* (218,91–456,91 mg/100g) и *R. tomentosa* (43,81–348,44 mg/100g), док је највећа количина детектована код врсте *R. pendulina* (730,72–1216,39 mg/100g). Насупрот овим резултатима концентрација витамина Е у орашицама проучаваних врста је значајно мање варирала, при чему је најнижа количина витамина Е детектована у орашицама врсте *R. arvensis* (1,28–1,94 mg/100g) и *R. gallica* (1,36–1,69 mg/100g). Умерена концентрација циљног једињења квантификована је у орашицама врста *R. pendulina* (2,93–3,87 mg/100g), *R. spinosissima* (1,04–3,99 mg/100g) и *R. tomentosa* (1,54–3,97 mg/100g) (Табела 6).

Плод ружа (шипак) сматра се вредним природним извором витаминна, чији је садржај најчешће проучаван код неких традиционално коришћених врста (*R. canina*, *R. dumalis*, *R. gallica* и *R. villosa*) (Demir и сар., 2014; Nojavan и сар., 2008; Yoruk и сар., 2008). Услед изражене фотосензитивности, термолабилности, и осетљивости витамина на утицај кисеоника и садржај влаге, квантитативна анализа садржаја витамина Це и Е рађена је на свеже припремљеним екстрактима хипанцијума и орашица уместо на сувим етанолним екстрактима (Fauzi и Sarmidi, 2010; Rojas и Gerschenson, 2001). Erenturk и сар. (2005) показали су да сушење зрелих плодова ружа струјањем вадуха доводи до смањења концентрације витаминна Це, при чему је губитак његовог садржаја био мањи код целих плодова наспрам оних који су били подељени на више делова. Повећавање контактне површине приликом конзервирања плодова пропорционално је праћено смањењем садржаја витамина. У поређењу са добијеним резултатима (Табела 6), претходна фитохемијска студија плодова врсте *R. arvensis* показала је већи садржај витамина Це (0,13–0,42 mg/g) (Nađpal и сар., 2016). Уочене разлике могу бити проузроковане употребом различитих техника екстракције и квантификације, степеном зрелости плодова (Nojavan и сар., 2008) као и условима срединских фактора и земљишта (Adamczak и сар., 2012). Roman и сар. (2013) истакли су да је просечна концентрација витамина Це у плодовима врста *R. canina* var. *transitoria* f. *ramosissima* (360,22 mg/100g) и *R. canina* var. *assiensis* (112,20 mg/100g), при чему је њихов садржај био директно корелисан са надморском висином места узорковања врста. Rouhani и сар. (1976) су истакли да је садржај витамина Це највећи у моменту када плодови нису потпуно сазрели, док се процесом дозревања плодова њихова концентрација смањује при чему се концентрација фенолних једињења повећава (Elmastas и сар., 2017). Висок ниво витамина Це у плодовима врста *R. corymbifera* (830,54 mg/100g), *R. rugosa* (575,21 mg/100g), *R. alba* (816,50 mg/100g) и *R. canina* (695,50 mg/100g) истакли су усвојој студији Kayahan и сар. (2023). Наши резултати показали су веома низак ниво садржаја витамина Це у ахенијама анализираних врста ружа, чије вредности су биле испод границе квантификације.

Поред наведеног, значајна количина витамине Е (δ -токоферола) квантификована је у орашицама проучаваних врста ружа. Представљени резултати (Табела 3) указују на значајно већи садржај α -токоферола у орашицама у поређењу са врстама *R. villosa* (0.3 mg/100g), *R. canina* (0.4 mg/100g) и *R. dumalis* (0.7 mg/100g). Са друге стране, незнатно већа количина α -токоферола је измерена у орашицама врста *R. iberica* (1,10 mg/100g) и *R. pisiformis* (1,00 mg/100g). Ова група аутора је додатно квантификовала и значајне количине δ -токоферола у орашицама проучаваних ружа, вредностима у опсегу од 0,07 mg/100g (*R. villosa*) до 0,71 mg/100g (*R. canina*) (Yoruk и сар., 2008). Представљени

результати сугеришу да плодови ружа поред тога што претстављају добар извор витамина Це, садрже и значајне количине витамина Е. Насупрот наведеног, резултати наше студије показали су веома низак ниво α -токоферола у хипанцијуму који су били испод граница квантификације. Andersson и сар. (2012) истакли су да меснати делови плодова ружа (хипанцијум) врста *R. dumalis*, *R. rubiginosa* и *R. spinosissima* садрже само α - и γ -токоферол при чему је њихова количина зависила од тренутка бербе, степена сазрелости плодова и врсте ружа. Узевши у обзир све врсте и различите године сакупљања плодова садржај укупних токоферола варирао је од 116,70 mg/100g до 248,10 mg/100g суве масе плода. Количина α -токоферола је измерена у опсегу од 66,50 mg/100g до 231,10 mg/100g α -токоферола, док је удео γ -токоферола био значајно мањи (102,90 mg/100g). Уочене разлике у садржају витамина Е у приложеним студијама у представљеним резултатима (Табела 3) могу бити проузроковане употребом различитих екстракционих техника и метода квантификације.

4.8. Антиоксидативна активност

У оквиру ове тезе, антиоксидативна активност етанолних екстраката испитана је применом DPPH, ABTS, β -каротен/линолна киселина и FRAP методе, а добијени резултати су приказани у Табели 9. Способност антиоксиданаса да изврше пренос атома водоника или појединачних електрона процењена је DPPH (Blois, 1958) и ABTS тестом (Miller и Rice-Evanas 1997). Антиоксидативни потенцијал на нивоу биомолекула одређен је β -каротен/линолна киселина методом (Miller и сар., 1971), док је укупни редуccionи потенцијал екстраката измерен применом FRAP теста (Benzie и Strain, 1996). Антиоксидативна активност екстраката листова и плодова ружа испитивана је у серијским разблажењима узорача при чему је потвђена пропорционалност између антиоксидативног потенцијала и тестиране концентрације биљног екстракта.

У DPPH тесту највећи антиоксидативни потенцијал испољили су екстракти листова, у опсегу IC₅₀ концентрација од 0,07 mg/mL (*R. arvensis*) до 0,17 mg/mL (*R. tomentosa*). Уочене су извесне разлике у потенцијалу неутрализације слободно радикалских форми при чему је највећи инхибиторни потенцијал измерен за екстракте листова врста *R. arvensis* (IC₅₀ 0,07–0,11 mg/mL), *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,08–0,11 mg/mL) и *R. pendulina* (IC₅₀ 0,09–0,10 mg/mL). Незнатно већи опсег IC₅₀ концентрација одређен је за екстракте листова *R. gallica* (0,08–0,15 mg/mL) и *R. tomentosa* (0,10–0,17 mg/mL). Насупрот презентованим резултатима, екстракти припремљени од плодова ружа остварили су вишеструко пута нижи антиоксидативни потенцијал у DPPH методи. Екстракти хипанцијума испољили су антиоксидативну активност у опсегу IC₅₀ концентрација од 0,30 mg/mL (*R. spinosissima*) до 2,41 mg/mL (*R. arvensis*), при чему је највећи антирадикалски потенцијал утврђен за екстракте врсте *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,30–0,55 mg/mL) и *R. pendulina* (IC₅₀ 0,49–0,57 mg/mL). У оквиру ове методе, хипанцијум врсте *R. arvensis* остварио је најнижи потенцијал (IC₅₀ 2,03–2,41 mg/mL). Орашице анализитаних врста у DPPH тесту показују незнатно слабију антирадикалску активност у поређењу са припадајућим екстрактима хипанцијума *R. tomentosa* (IC₅₀ 0,63–0,99 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,51–1,26 mg/mL), изузев врста *R. pendulina* (IC₅₀ 0,35–0,50 mg/mL) и *R. arvensis* (IC₅₀ 0,44–1,18 mg/mL).

Редуccionи потенцијал екстраката ружа испитан је и ABTS методом. У оквиру овог теста је такође утврђено да највећу антиоксидативну активност поседују екстракти листова, опсега IC₅₀ вредности од 0,13 mg/mL (*R. pendulina*) до 0,32 mg/mL (*R. arvensis*). Међу анализираним врстама уочена је извесна разлика у редуccionиом потенцијалу екстраката листова, при чему је највећи антиоксидативни капацитет одређен за врсте *R. pendulina* (IC₅₀ 0,13–0,16 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,16–0,17 mg/mL). Са друге стране, незнатно слабији антиоксидативни потенцијал измерен је за екстракте врста *R. arvensis* (IC₅₀ 0,21–0,32 mg/mL), *R. gallica* (IC₅₀ 0,15–0,23 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC₅₀ 0,16–0,26

mg/mL). У оквиру ове методе тестирани су и екстракти плодова (хипанцијума и орашица) при чему је измерен значајно нижи антиоксидативни капацитет у односу на листове. Међу тестираним екстрактима хипанцијума приближно исти опсег IC₅₀ вредности измерен је за врсте *R. gallica* (0,55–0,82 mg/mL), *R. tomentosa* (0,42–0,93 mg/mL), *R. pendulina* (0,64–0,85 mg/mL) и *R. spinosissima* (0,50–0,77 mg/mL). Резултати ABTS теста су потврдили налазе DPPH методе истичући да је хипанцијум врсте *R. arvensis* поседовао најнижи антиоксидативни потенцијал (IC₅₀ 2,65–3,28 mg/mL). Орашице анализираних врста ружа су показале умерену антирадикалску активност при чему је највећи понечијал инхибиције измерен за врсту *R. pendulina* (IC₅₀ 0,47–0,63 mg/mL) а најнижи за врсту *R. arvensis* (IC₅₀ 0,98–1,80 mg/mL). Екстракти орашица врста *R. gallica*, *R. spinosissima* и *R. tomentosa* имали су приближне опсеге IC₅₀ вредности (0,74–1,16; 0,81–1,39; 0,63–1,07 mg/mL, редом).

Методом инхибиције липидне пероксидације испитан је антиоксидативни капацитет екстракта ружа на нивоу биомолекула. Редукцијом нивоа деградације β-каротена и количине слободнорадикалских форми насталих у процесу пероксидације липида утврђено је да највећи антиоксидативни потенцијал поседују екстракти листова ружа. Међу тестираним екстрактима, највећи потенцијал је измерен за врсту *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,20–0,47 mg/mL) док је најнижи био код врсте *R. arvensis* (IC₅₀ 4,93–7,44 mg/mL). Умерене вредности антиоксидативног капацитета листова добијене су за екстрате врста *R. gallica* (IC₅₀ 0,36–0,79 mg/mL), *R. pendulina* (IC₅₀ 0,56–1,22 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC₅₀ 0,40–1,22 mg/mL). Екстракти сачињени од плодова ружа (хипанцијум и орашице) остварили су вишеструко пута мањи потенцијал у поређењу са листовима. У оквиру ове методе, хипанцијум врсте *R. tomentosa* остварио је најнижи потенцијал (IC₅₀ 1,88–3,01 mg/mL), док су највећу потентост међу тестираним узорцима остварили екстракти хипанцијума врста *R. spinosissima* и *R. pendulina* (IC₅₀ 0,27–1,70; 0,92–1,88 mg/mL, редом). Орашице анализираних врста у тесту инхибиције липидне пероксидације показују незнатно слабију антирадикалску активност у поређењу са припадајућим екстрактима хипанцијума *R. gallica* (IC₅₀ 1,71–2,31 mg/mL), *R. tomentosa* (IC₅₀ 1,50–1,87 mg/mL), *R. pendulina* (IC₅₀ 1,41–1,91 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,89–2,36 mg/mL), изузев врсте *R. arvensis* (IC₅₀ 8,49–11,15 mg/mL).

Укупни редукциони потенцијал екстракта листова и плодова узоркованих ружа утврђен је FRAP тестом. Резултати ове метода потврдили су налазе из предходно примењених антиоксидативних анализа, истичући редукциони потенцијал екстракта листова ружа. Његове највеће вредности су измерене за врсте *R. pendulina* и *R. spinosissima* (1842,76–2006,57; 1489,90–1712,29 μmol Fe²⁺/mg, редом), док је висок антиоксидативни поренцијал потврђен и за преостале испитиване врсте *R. arvensis* (912,76–1125,14 μmol Fe²⁺/mg), *R. gallica* (1183,71–1581,33 μmol Fe²⁺/mg) и *R. tomentosa* (901,81–1119,43 μmol Fe²⁺/mg). У оквиру ове методе уочена је разлика у редукционом потенцијалу плодова тестираних ружа при чему се по високом интензитету редукције јона гвожђа издавајају хипанцијуми врста *R. pendulina* (917,52–997,52 μmol Fe²⁺/mg) и *R. spinosissima* (498,95–778,48 μmol Fe²⁺/mg) као и орашица врста *R. pendulina* (955,62–1061,63 μmol Fe²⁺/mg) и *R. spinosissima* (282,29–483,24 μmol Fe²⁺/mg).

Услед токсичног ефекта многих синтетичких једињења, потрага за новим супстанцама са антирадикалним и антимикуробним потенцијалом и даље представља изазов за савремену науку. Биљна ткива су природно богата хранљивим или терапеутским једињењима која настају као производ њиховог секундарног метаболизма. Природни антиоксиданси могу утицати на смањење концентрације слободних радикала, хелацију металних јона (катализатора стварања слободних радикала), инхибицију активности оксидационих ензима као и смањење количине производа оксидационих процеса. Многе студије су показале да фенолна једињења и екстракти полифенола припремљени од самониклих биљака могу утицати на процес

старења и продужити животни век код различитих врста. Исхрана богата полифенолима повезана је са смањењем ризика од кардиоваскуларних болести, дијабетеса, неуродегенеративних промена, рака и других болести. Ова једињења испољавају антиоксидативна, антиинфламаторна и антиканцерогена својства (Cendrowski и сар., 2020). Такође, антиоксиданси могу помоћи у неутрализацији реактивних облика кисеоника који настају у људском телу, смањујући оштећење ткива и ублажавајући оксидативни стрес (Landete, 2013). Антиоксидативна својства етанолних екстраката врста рода *Rosa* испитивана су помоћу четири различите методе, при чему су добијени резултати показали да екстракти листова ружа поседују већи антиоксидативни потенцијал у поређењу са хипанцијумом и орашицама, изузев врсте *R. arvensis* у методи инхибиције липидне пероксидације (Табела 9).

Baydar и Baydar (2013) су у својој студији испитали антиоксидативна својства екстракта цветова и листова врсте *R. damascena* помоћу DPPH и FRAP теста. У поређењу са резултатима презентованим у оквиру ове дисертације (Табела 9), метанолни екстракти листова врсте *R. damascena* су поседовали већу антиоксидативну активност у DPPH тесту (IC_{50} 0,03 mg/mL), што је било потврђено и FRAP методом. Они су истакли да висока антирадикалска активност листова ружа може произаћи из њиховог високог садржаја укупних фенола, флаванола и флавонола, укључујући катехин и епикатехин. Презентовани резултати у овој дисертацији исто потврђују позитивну корелацију између укупног садржаја полифенолних једињења и антиоксидативне активности. Такође, аутори наведеног рада су истакли да се у поменутом случају може заључити да су метанолне екстракције при повишеној температури погодније за екстракцију циљне групе једињења, резултујући већим антиоксидативним потенцијалом, насупрот екстракцији при нижој температури. Wu и сар. (2020) су истакли да полисахаридни екстракти добијени из листова *R. roxburghii* у DPPH, ABTS и FRAP методи имају висок ниво антиоксидативног потенцијала. При свакој тестираној концентрацији (0,0005–0,30 mg/mL), пречишћени екстракти (RLP-1.2 и RLP-2.1) имају различит моносахаридни састав (галактуронска киселина, глукоза, галактоза и арабиноза) и моларни однос сахаридних конституената. Екстракт RLP-2.1 је при концентрацији од 0,05 mg/mL ефикасније неутралисао DPPH радикале од екстракта RLP-1.2, и његов потенцијал се није значајно разликовао од потенцијала аскорбинске киселине као референтног једињења. Такође, ови екстракти су поседовали и висок потенцијал уклањања ABTS радикала у тестираном опсегу концентрација (0,0025–0,125 mg/mL), при чему је RLP-2.1 показао већу активност. Тестирана концентрација од 0,05 mg/mL овог полисахаридног екстракта показала је еквивалентну антиоксидативну активност референтној супстанци (аскорбинска киселина). Ови налази су потврђени и FRAP методом при опсегу концентрација 0,015–0,3 mg/mL. Антиоксидативни DPPH и ABTS потенцијал листова врсте *R. roxburghii* (IC_{50} 0,08–0,06 и 0,04–0,03 mg/mL, редом) презентован у Табели 9, је незнатно виши у поређењу са добијеним вредностима за анализиране врсте ружа од стране аутора Wu и сар. (2020). Такође, ови наводи поткрепљују наше резултате методе инхибиције липидне пероксидације сугеришући да листови ружа поред полифенолних једињења садрже и друге класе биомолекула које могу испољавати значајан спектар биолошких активности. Висок потенцијал инхибиције слободних радикала екстраката врсте *R. agrestis* истакли су Bitis и сар. (2010). Њихови резултати су показали да екстракти листова поседују значајну антиоксидативну активност у DPPH методи (IC_{50} 0,05 mg/mL) као и у инхибицији липидне пероксидације и активности хелирања јона гвожђа у FRAP методи. Реактивност према ABTS катјон радикалу и вредности укупног редукционог потенцијала гвожђа биле су еквивалентне 2,30 μ g/mL тролокса (аналога токоферола растворљивог у води) и 1,91 μ g/mL јона двовалентног гвожђа. Nowak и Gawlik-Dziki (2007) су у DPPH тесту, у својој студији, представили високу антиоксидативну активност испитиваних екстраката листова ружа. Вредности

инхибиције су се кретале у опсегу од 83,4% (*R. rugosa*) до 95,7% (*R. canina* var. *corymbifera*) при чему је већина екстраката показала веома јак антиоксидативни одговор (преко 90%). Међу тестираним екстрактима, активност је опадала следећим редоследом: *R. canina* var. *corymbifera*, *R. tomentosa*, *R. coriifolia*, *R. canina* var. *dumalis*, *R. caryophyllacea*, *R. gallica*, *R. rubiginosa*, *R. canina* var. *puberula*, *R. subcanina* и *R. inodora*. Ouerghemmi и сар. (2016) су испитали корелацију фитохемијског профила и антиоксидативне активности метанолних и етилацетатних екстраката листова врста *R. canina*, *R. sempervirens* и *R. moschata*. Јасна варијабилност откривена је међу анализираним врстама ружа, при чему је највећи потенцијал у DPPH и FRAP методама измерен за етилацетатне екстракте листова врсте *R. sempervirens* (0,9 mmol TE/g и 2,0 mmol Fe²⁺/g) и метанолне екстракте врсте *R. canina* (2,4 mmol mmol TE/g и 4,1 mmol Fe²⁺/g). Abdelbaky и сар. (2020) су испитали DPPH редукциони потенцијал екстраката (хексан, хлороформ, метанол, 80% метанол и вода) листова врсте *R. gallica* var. *aegyptiaca*. Највећи потенцијал показали су екстракти припремљени у 80% метанолу (IC₅₀ 0,02 mg/mL) и метанолу (IC₅₀ 0,021 mg/mL). Утврђено је да су ове инхибиторне концентрације значајно веће у поређењу са истраживањима других врста (Dehghan и сар., 2011; Mileva и сар., 2014) као и са резултатима анализираних ружа са простора Србије (Табела 9).

Бројне научне студије базиране су на анализи антиоксидативног потенцијала плодова најучесталијих врста самониклих ружа (*R. canina*, *R. rugosa*, *R. gallica*). Претрагом доступних литературних података утврђено је да у значајној мери постоји неконзистентност навода у погледу истицања информација о припреми биљног материјала за екстракцију и анализе. Наиме, једана група аутора је у свом истраживању процесуирала “плод руже-шипак” подразумевајући под тим целокупан збирни плод заједно са појединачним плодићима (ахенијама) (Ersoy и сар., 2015; Рауновић и сар., 2019; Kim и сар., 2022; Ozdemir и сар., 2022). Насупрот томе, друга група истраживача је збирни плод сагледавала са аспекта његових саставних делова (хипанцијум и орашице) и проучавала сваки од њих појединачно (Demir и сар., 2014; Nađpal и сар., 2016; Koczka и сар., 2018; Liaudanskas и сар., 2021). У оквиру сегмента дискусије презентованих резултата биће разматрани искључиво они наводи где је недвосмислено назначено да су приликом припреме екстраката плодови раздвојени на своје градивне целине.

Антирадикална активност водених и метанолних екстракта, екстраката у форми џема и концентроване каше плодова врста *R. arvensis* и *R. canina* предходно је потврђена DPPH и FRAP методом (Nađpal и сар., 2016). У оквиру наведене студије показано је да хипанцијум врсте *R. canina* поседује значајно већи антиоксидативни потенцијал, наспрам врсте *R. arvensis*. Међу тестираним екстрактима, концентрована каша хипанцијума *R. canina* испољила је висок ниво редукције DPPH радикала (IC₅₀ 11,8 µg/mL), који је био нешто нижи од активности ВНТ (IC₅₀ 9,32 µg/mL). Високе вредности антиоксидативног ефекта потврђене су и FRAP методом где су концентровани кашасти екстракти имали значајну редукциону моћ (88,20 mg еквивалената аскорбинске киселине), незнатно слабију од активности антиоксиданса ВНТ (124 mg еквивалената аскорбинске киселине). Такође, претходна истраживања антиоксидативног потенцијала ружа показала су да плодови врсте *R. canina* поседују значајно већи потенцијал у поређењу са плодовима других самониклих дивљих врста (*Prunus spinosa*, *Arbutus unedo*, *Rubus* spp., *Crataegus monogyna*) (Barros и сар., 2010; Egea и сар., 2010; Barros и сар., 2011; Tumbas и сар., 2012). У поређењу са наведеном анти-DPPH активношћу метанолних екстраката концентроване каше и хипанцијума врсте *R. arvensis* (IC₅₀ 0,10 и 0,24 mg/mL), тестирани екстракти ове врсте у оквиру дисертације показују нижи антиоксидативни капацитет (Табела 9). Demir и сар. (2014) су у својој студији истакли висок антиоксидативни ефекат плодова врста *R. canina*, *R. dumalis*, *R. gallica*, *R. dumalis* subsp. *boissieri* и *R. hirtissima*. Међу тестираним екстрактима највећи потенцијал су поседовали плодови врсте *R. gallica* (IC₅₀ 0,16 mg/mL) и *R. dumalis* subsp. *boissieri* (IC₅₀ 0,17 mg/mL), док

су за преостале врсте забележене ниже IC_{50} вредности у опсегу 0,18 (*R. dumalis*)–0,28 mg/mL (*R. hirtissima*). Вредности антиоксидативног капацитета плодова врсте *R. gallica* у датој студији су веће у односу на вредности узорака плодова ове врсте анализираних у овој тези (IC_{50} 0,45–0,75 mg/mL, Табела 9). Koczka и сар. (2018) су презентовали резултате антиоксидативне анализе плодова четири самоникле руже (*R. canina*, *R. gallica*, *R. rugosa*, *R. spinosissima*) и показало се да су екстракти плодова врсте *R. spinosissima* имали највећи садржај фенолних једињења и највећи антиоксидативни капацитет, значајно већи од осталих испитиваних врста ружа. Такође, етанолни екстракти шипка су показали већу редукциону ефикасност у редукцији FRAP радикала у односу на водене екстракте, при чему је на испитиване параметре локалиет узорковања имао утицаја. Висок ниво антиоксидативног дејства екстракта плодова култивара врста *R. spinosissima* ("Single Cherry") и *R. rugosa* ("Adam Chodun") доказали су у свом истраживању аутори Liaudanskas и сар. (2021). Утврђена је значајна варијабилност редукционог капацитета екстракта у интервалу 188,39–397,20 μ M еквивалента тролокса. Карактеризацију новог полисахарида (RRTP1-1) изолованог из плодова врсте *R. roxburghii* и процену његовог антиоксидативног потенцијала истакли су у својој студији Chen и Kan (2018). Утврђено је да повећање тестиране концентрације изолованог полисахарида са 0,2 mg/mL на 0,6 mg/mL повећава редукциони капацитет екстракта, при чему је одређена IC_{50} вредност од 0,35 mg/mL. Презентовани резултати сугеришу да плодови ружа поред полифенола садрже и друга мање поларна једињења која могу бити носиоци широког спектра биолошких активности. Са тим у вези, умерен антиоксидативни ефекат анализираних врста рода *Rosa* у β -каротен/линолна киселина методи се може приписати овој групи једињења, али су свакако неопходна даља истраживања у правцу њихове карактеризације (Wang и сар., 2018; Wu и сар., 2020).

Ахеније тј. појединачни плодови ружа се често сматрају отпадом и одбацују се након процеса машинске обраде плодова у индустрији хране. Међутим, новије студије фитохемијског састава и биолошке активности указују на њихов значај, омогућавајући један потпуно нов аспект њихове примене. Kizil (2024) је у својој студији презентовао прву синтезу сребрних наночестица коришћењем воденог екстракта ахенија црног шипка (*R. spinosissima*) као потенцијалног фармаколошког агенса. Због свог јединственог својства, широког спектра примене, еколошки прихватљивих и економски исплативих приступа, зелена синтеза сребрних наночестица помоћу биљних екстракта привукла је значајну пажњу научне јавности. За синтетисане честице и припремљене екстракте утврђен је значајан биолошки потенцијал, при чему је у DPPH методи измерен висок ниво њиховог антиоксидативног потенцијала. Поред витамина Це као референтног једињења (IC_{50} 0,01 mg/mL), одређене су високе вредности редукционог ефекта екстракта ахенија врсте *R. spinosissima* (IC_{50} 0,14 mg/mL) и сребрних наночестица (IC_{50} 0,03 mg/mL) према DPPH радикалу. Приказане вредности антиоксидативног потенцијала су више у поређењу са нашим резултатима DPPH теста за орашице врсте *R. spinosissima* (IC_{50} 0,51; 0,54; 0,60 mg/mL). Оваква одступања могу бити резултат различитих техника и услова екстракције, срединских фактора и различитог степена зрелости плодова и орашица што може резултовати променом концентрације биоактивних једињења код анализираних таксона (Nojavan и сар., 2008; Adamczak и сар., 2012). Високе вредности екстракта плодова (хипанцијума и орашица) врсте *R. spinosissima* у DPPH и ABTS методама потврдили су и Zog и сар. (2023). Kumarasamy и сар. (2003) су испитали биоактивност флавоноидних гликозида изолованих из ахенија врсте *R. canina*. Квалитативном анализом екстракта ахенија (антиоксидативни тест коришћењем DPPH спреја на TLC плочи), у њима је показано присуство антиоксидантних компоненти. Даљом квалитативном анализом изолованих фракција 1 (кемпферол 3-О-(6-О-Е-р-кумароил)- β -D-глюкопиранозид) и 2 (кемпферол 3-О-(6-О-З-р-кумароил)- β -D-глюкопиранозид) утврђена је значајна редукциона активност (IC_{50} 1,29 mg/mL) у DPPH

методи. Gao и сар. (2000) и Ozcan (2000) су истакли да је антиоксидативна активност екстраката хипанцијума врсте *R. canina* углавном резултат присуства аскорбинске, лимунске киселине као и разних врста танина (Gao et al., 2000; Ozcan, 2000), док су у екстрактима ахенија изолована једињења носиоци само дела антиоксидативног капацитета.

4.9. Антидијабетична активност

Антидијабетична активност екстраката врста рода *Rosa* испитана је методом *in vitro* инхибиције активности ензима α -амилаза и α -глукозидаза. Ензим инхибиторни потенцијал екстраката листова и плодова ружа испитиван је у серијским разблажењима узорака при чему је потвђена пропорционалност између инхибиторног потенцијала и тестиране концентрације биљног екстракта.

У методи инхибиције активности ензима α -амилаза највећи антидијабетички ефекат су испољили екстракти листова, при IC_{50} концентрацијама од 0,32 mg/mL (*R. tomentosa*) до 27,62 mg/mL (*R. spinosissima*) (Табела 9). Међу тестираним екстрактима листова различитих врста ружа присутна је варијабилност у инхибицији ензима при чему су највише вредности измерене за врсте *R. tomentosa* (IC_{50} 0,32–1,92 mg/mL) и *R. pendulina* (IC_{50} 0,95–2,25 mg/mL). Насупрот томе, врсте *R. arvensis* и *R. gallica* имале су умерену активност (IC_{50} 1,51–12,40 и 4,21–8,69 mg/mL, редом). У поређењу са акарбозом као референтном супстанцом (IC_{50} 0,83 mg/mL), екстракти листова врсте *R. spinosissima* испољили су најслабије дејство на α -амилазу (IC_{50} 22,70–27,62 mg/mL). Са друге стране, екстракти плодова (хипанцијума и орашица) анализираних врста ружа имали су вишеструко пута нижи антидијабетички потенцијал. При анализи узоркованих плодова међу тестираним узорцима издвојили су се екстракти орашица, са интервалом IC_{50} инхибиторних концентрација од 3,01 mg/mL (*R. spinosissima*) до 50,53 mg/mL (*R. gallica*). Тестирани екстракти орашица врста *R. spinosissima* и *R. arvensis* показали су највећу инхибиторни ефекат (IC_{50} 8,90–14,68; 7,25–17,51 mg/mL, редом) док је приближни опсег IC_{50} вредности забележене за екстракте врста *R. gallica* (25,23–50,53 mg/mL), *R. tomentosa* (19,30–41,37 mg/mL) и *R. pendulina* (19,86–32,60 mg/mL). Екстракти хипанцијума врста *R. gallica* (IC_{50} 24,18–73,28 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC_{50} 12,30–58,40 mg/mL) остварили су незнатно боље вредности инхибиторног потенцијала наспрам екстраката хипанцијума врста *R. arvensis*, *R. pendulina* и *R. tomentosa* (95,59–160,58; 58,49–165,69; 40,96–110,24, редом).

У поређењу са резултатима методе инхибиције ензима α -амилаза, испитивани узорци листова, хипанцијума и орашица ружа остварили су значајно већи антидијабетични потенцијал у тесту инхибиције активности ензима α -глукозидаза. Међу тестираним екстрактима, као најјачи антидијабетични агенси показали су се екстракти листова. У поређењу са акарбозом као референтним једињењем (IC_{50} 0,30 mg/mL), најуспешнију инхибицију активности ензима испољили су екстракти листова врста *R. arvensis* (IC_{50} 0,17 mg/mL) и *R. pendulina* (IC_{50} 0,49 mg/mL), док су најниже вредности измерене за екстракте врста *R. spinosissima* (IC_{50} 1,20 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC_{50} 1,25 mg/mL). Плодови анализираних ружа су се показали као мање ефективни у овом тесту (Табела 9). Међу испитиваним узорцима плодова, највећи степен антидијабетичног потенцијала је измерен за екстракте орашица. На основу измерених вредности испитиваних узорака, издвајају се екстракти врста *R. spinosissima* (IC_{50} 0,49 mg/mL) и *R. pendulina* (IC_{50} 0,80 mg/mL), док су најниже вредности измерене код врста *R. tomentosa* (IC_{50} 2,17–4,19 mg/mL) и *R. arvensis* (IC_{50} 2,99–6,05 mg/mL). Са друге стране, међу испитиваним екстрактима хипанцијума се као најпотентнији екстракти издвајају врста *R. spinosissima* (IC_{50} 1,23–3,33 mg/mL) и *R. gallica* (IC_{50} 3,78–5,05 mg/mL). Преостале врсте показују вишеструко нижу ензим инхибиторну активност у поређењу са потенцијалом референтног једињења (Табела 9).

Лuo и сар. (2021) су истакли да инхибиција активности ензима α -глюкозидаза и α -амилаза може ефикасно контролисати концентрацију глукозе у плазми након јела и тиме модулирати постпрандијалну хипергликемију. Услед своје безбедности са аспекта људске употребе, инхибитори природног порекла су од већег интереса у поређењу са синтетичким дериватима. У поменутом контексту су тестирани биљни екстракти врста рода *Rosa* са циљем утврђивања њиховог ензим инхибиторне активности за наведене ензиме и уочен је изванредан степен њихове активности, при чему је постојала значајна разлика у активности између различитих екстраката и врста ружа. Yang и сар. (2022) су истакли висок хипогликемијски потенцијал екстраката листова врсте *R. roxburghii*. Утврђено је да метанолни екстракти листова садрже висок ниво полифенола као и да показују значајну инхибицију ензиму α -глюкозидаза. У поређењу са активношћу акрабозе (IC_{50} 5,98 mg/mL), њихове IC_{50} вредности су биле у опсегу концентрација 39,70–49,00 μ g/mL. Такође, Wu и сар. (2020) су анализирали антидијабетички потенцијал полисахарида изолованих из листова врсте *R. roxburghii*. Утврђено је да полисахатиди (RLP-1.2 и RLP-2.1) изоловани из листова ове врсте показују умерено дејство на активност α -амилазе (IC_{50} 10,16 и 8,58 mg/mL, редом). У поређењу са приказаним резултатима других студија у презентованој студији измерене су вишеструко пута ниже вредности антидијабетичког потенцијала за екстракте испитиваних врста рода *Rosa*. Orhan и сар. (2009) су у својој студији испитивали антидијабетичку активност плодова врсте *R. canina* који се широко примењују у традиционалној медицини Анадолије као терапија дијабетеса. Утврђено је да етанолни екстракти као и њихове фракције (метилен-хлорид, етил-ацетат, н-бутанол и вода) представљају добар извор моносахарида, олигосахарида и пектина, који су показали значајан антидијабетички потенцијал. Потентност етанолних екстраката у презентованој студији, поткрепљује избор етанола као растварача и припрему 70% етанолних екстраката у овој докторској дисертацији. Према Liu и сар. (2017), високу хипогликемијску активност поседују и они екстракти ружа који садрже значајну количину полифенолних једињења. Показано је да плодови врсте *R. rugosa* садрже бројна полифенолна једињења и поседују високу антидијабетичку активност. У тестираним концентрацијама (6,25; 3,13; 1,56 и 0,78 μ g/mL) њихови екстракти су у значајној мери инхибирали активност ензима α -глюкозидазе (86%, 62%, 39% и 27%, редом). На основу добијених резултата пројектована је IC_{50} концентрација (1,89 μ g/mL), која је вишеструко нижа од опсега активности акрабозе као референтног једињења (IC_{50} 1,5 mg/mL). У поређењу са представљеним антидијабетичким потенцијалом, сви тестирани екстракти ружа у оквиру ове студије имају мањи хипогликемијски потенцијал. Штавише, Marmol и сар. (2017) су истакли да екстракти шипка инхибирају активност ензима α -глюкозидаза и α -амилаза на сличан начин као и синтетичка једињења које се тренутно користе као инхибитори у лечењу дијабетеса мелитуса. Taghizadeh и сар. (2018) и Yan и сар. (2022) показали су да етанолни екстракти плодова добијени из култивара врсте *R. canina* могу значајно смањити ниво глукозе у крви код дијабетеса изазваним стрептозотоцином. У презентованим студијама висок садржај фенола и антиоксидативна активност су у корелацији са инхибиторним потенцијалом ензима α -глюкозидаза, док је инхибиција α -амилазе била већа код оних екстраката који су садржали већу количину полисахарида.

4.10. Антинеуродегенеративна активност

Антинеуродегенеративна активност екстраката врста рода *Rosa* испитана је методом *in vitro* инхибиције активности ензима ацетилхолинестераза и тирозиназа. Ензим инхибиторни потенцијал екстраката листова и плодова ружа испитиван је у серијским разблажењима узорака при чему је потврђена пропорционалност инхибиторног потенцијала и тестиране концентрације биљног екстракта.

Методом инхибиције активности ензима тирозиназа утврђен је умерен антинеуродегенеративни потенцијал тестираних екстраката ружа у поређењу са коичном киселином као референтним једињењем (IC_{50} 0,02 mg/mL) (Табела 9). Међу испитиваним узорцима уочен је извешан степен варијабилности инхибиторног потенцијала при чему су највеће вредности измерене за екстракте листова. Њихова антинеуродегенеративна активност је била у опсегу IC_{50} концентрација од 0,42 mg/mL (*R. arvensis*) до 4,47 mg/mL (*R. spinosissima*). Приближне вредности инхибиције ензима измерене су за листове врста *R. arvensis* (IC_{50} 0,42–1,92 mg/mL), *R. gallica* (IC_{50} 0,54–1,54 mg/mL) и *R. pendulina* (IC_{50} 0,71–1,44 mg/mL), док су екстракти листова врста *R. spinosissima* и *R. tomentosa* имали ниже вредности инхибиторне активности на овај ензим (IC_{50} 1,81–4,47 и 1,60–3,86 mg/mL, редом). Екстракти плодова ружа испољили су значајно нижи тирозиназа–инхибиторни потенцијал при чему није постојала униформна дистрибуција резултата активности екстракта хипанцијума и орашица. У случају екстракта врста *R. pendulina* и *R. spinosissima* уочена је значајна варијабилност, код половине узорка је забележен већи потенцијал код екстракта хипанцијума, и обратно (Табела 9). У случају врста *R. arvensis* и *R. tomentosa* одређене су веће вредности ензим инхибиторне активности орашица (IC_{50} 3,76–11,18 и 2,40–11,13 mg/mL, редом) у поређењу са припадајућим хипанцијумима. Међу тестираним екстрактима плодова ружа они припремљени од хипанцијума врсте *R. gallica* имали су јачи инхибиторни ефекат (IC_{50} 1,57–5,64 mg/mL) у односу на екстракте орашица (IC_{50} 5,98–9,71 mg/mL).

Методом инхибиције активности ензима ацетилхолинестераза утврђена је умерена антинеуродегенеративна активност тестираних екстраката ружа у поређењу са галантамином као синтетичком референтном супстанцом (IC_{50} 0,12 mg/mL) (Табела 9). Међу испитиваним узорцима највећи степен инхибиције измерен је за екстракте листова. Уочен је извешан ниво варијабилности у инхибиторном потенцијалу екстраката, при чему су се издвојили листови врста *R. pendulina* (IC_{50} 2,08–3,30 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC_{50} 2,24–4,14 mg/mL). Незнатно ниже вредности антинеуродегенеративног потенцијала измерене су за екстракте листова врста *R. arvensis* (IC_{50} 4,72–5,50 mg/mL), *R. gallica* (IC_{50} 3,21–5,24 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC_{50} 3,50–5,85 mg/mL). Супротно томе, екстракти плодова узоркованих врста ружа имали су вишеструко пута нижу ензим инхибиторну активност. Екстракти хипанцијума су испољили дејство на ензим ацетилхолинестеразу при IC_{50} концентрацијама од 9,47 mg/mL (*R. pendulina*) до 165,90 mg/mL (*R. gallica*). Међу тестираним екстрактима унутар једне врсте као и између различитих врста уочен је висок степен варирања утицаја на активност ацетилхолинестеразе, при чему су најниже вредности измерене за врсте *R. gallica* (IC_{50} 51,17–165,90 mg/mL) и *R. arvensis* (IC_{50} 17,91–75,36 mg/mL). Незнатно бољи потенцијал инхибиције је измерен за хипанцијуме врста *R. pendulina* (IC_{50} 9,47–48,19 mg/mL), *R. spinosissima* (IC_{50} 10,32–49,11 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC_{50} 23,24–53,04 mg/mL). У поређењу са екстрактима хипанцијума, они припремљени од орашица ружа остварили су већи антинеуродегенеративну активност. Највећи инхибиторни потенцијал је измерен за екстракте врсте *R. pendulina* (IC_{50} 6,71–18,78 mg/mL), док су незнатно ниже вредности забележене за орашице врста *R. arvensis* (IC_{50} 10,42–29,45 mg/mL) и *R. spinosissima* (IC_{50} 10,27–26,50 mg/mL). Најниже вредности измерене су за орашице врста *R. gallica* (IC_{50} 29,95–79,55 mg/mL) и *R. tomentosa* (IC_{50} 11,53–47,00 mg/mL).

У оквиру ове дисертације анализом тирозиназа и ацетилхолинестераза инхибиторног потенцијала испитан је антинеуродегенеративни потенцијал екстраката листова, хипанцијума и орашица. Тирозиназа је мултифункционални ензим присутан код гљива, биљака и сисара. Одликује се присуством бакра у активном центру ензима и може имати две ензимске активности (монофенолаза и дифенолаза) (Saanchez-Ferrer и сар., 1995; Kim и Uyama, 2005).

Ren и сар. (2018) су у својој студији истакли тирозиназа инхибиторну активност биоактивних једињења изолованих из нуспроизвода обраде цветова врсте *R. rugosa* var. *plena* Regal. Наиме, током процеса производње чаја или прилоком сушења цветова при сниженим температурама настаје кондензат који је познат под називом ћелијски сок цветова ружа (енг. rose flower cell sap). Сакупљени екстракти су показали висок тирозиназа инхибиторни потенцијал ($IC_{50}=570,00 \mu\text{g/mL}$). Флавоноиди изоловани из ових екстраката (хиперозид, кемпферол-3-О-рутинозид и рутин) били су потентнији инхибитори ($IC_{50}<1 \mu\text{g/mL}$) у поређењу са коичном киселином као референтним једињењем ($IC_{50}=80,00 \mu\text{g/mL}$). Овом студијом је показано да и испарљива једињења, укључујући линалол, фенилетил алкохол, цитронелол и α -бисаболол, такође поседују инхибирају активност тирозиназе у опсегу IC_{50} вредности од 635,00–825,00 $\mu\text{g/mL}$. Solimine и сар. (2015) су указали на биоактивност постдестилационих остатака (ружине воде) цветова врсте *R. damascene*. Захваљујући развоју стратегије за изоловање неиспарљивих компоненти из фракције богате полифенолним једињењима успешно су издојили и хемијски окарактерисали кверцетин, кампферол и елагинску киселину. Генерално, екстракт богат фенолима је испољио високу тирозиназа инхибиторну активност $IC_{50}=0,41 \mu\text{g/mL}$ док су његове фракције имале умерену активност ($IC_{50}=5,81 \mu\text{g/mL}$). Појединачно, свако од изолованих фенолних једињења је имало вишеструко пута већи потенцијал инхибиције тирозиназе $IC_{50}=4,2\text{--}5,5 \mu\text{g/mL}$ у поређењу са стандардом.

Zeng и сар. (20176) су у својој студији приказали тирозиназа инхибиторни потенцијал плодова врсте *R. roxburghii*. Измерена висока активност инхибиције тирозиназе ($IC_{50}=0,17\text{--}0,20 \text{ mg/mL}$) се може претежно приписати значајном садржају фенола, флавоноида и витамина Це у плодовима. Добијене вредности су биле изнад опсега референтног стандарда ($IC_{50}=0,07 \text{ mg/mL}$). Додатно, хидроксил групе фенолних једињења граде водоничне везе са активним местом ензима стварајући његове модификоване конформације при чему је синтеза меланина прекинута. Биолошку активност екстраката плодова врсте *R. canina* испитали су и Fuji и Saito (2009). Истраживали су утицај једињења изолованих из метанолног екстракта плода на биосинтезу меланина у ћелијама меланома миша Б16 и могуће механизме одговорне за инхибицију његове биосинтезе. Уочено је да међу изолованим једињењима, кверцетин представља посебно снажан инхибитор меланогенезе причему је значајно смањио активност интрацелуларне тирозиназе и активност тирозиназе у систему без ћелијске културе. Такође, утврђено је да кверцетин додатно инхибира експресију протеина тирозиназе и да директно утиче на његову концентрацију у ћелији. Nicolescu и сар. (2022) су указали на умерени тирозиназа инхибиторни капацитет екстраката плодова врсте *R. canina* припремљених методом ултразвучне и ензимске екстракције. Добијени екстрактки су имали вишеструко пута слабију активност инхибиције ($IC_{50}=2,83\text{--}4,09$) у поређењу са коичном киселином ($IC_{50}=0,01 \text{ mg/mL}$). Презентовани резултати *in vitro* тестова инхибиције ензима тирозиназа указују на велику варијабилност резултата, сугеришући да начин припреме узорка и одабир биљног материјала могу значајно утицати на биоактивност припремљених екстраката и фракција. У поређењу са истакнутим студијама и активности референтног једињења, на основу измереног потенцијала могу се издвојити екстракти листова свих проучаваних врста ружа. Екстракти хипанцијума и орашица су имали вишеструко пута нижу активност. Насупрот плодова, инхибиторни капацитет листова ружа на активност тирозиназе је недовољно истражен.

Инхибиција активности ензима ацетилхолинестераза представља важан терапеутски приступ у лечењу неуролошких поремећаја попут Алцхајмерове болести. Инхибиторни потенцијал екстраката врста рода *Rosa* је упоређен са галантамином као

референтном супстанцом која је биљног порекла и већ се примењује у терапији Алцхајмерове болести (Nađpal и сар., 2018).

Претрагом доступне литературе утврђено је да се у свега неколико студија испитивала ефикасност екстраката самониклих ружа на централни нервни систем. Akram и сар. (2020) су истакли да етанолни екстракти цветова врсте *R. damascene* имају снажан супресивни ефекат на нервни систем мишева. Овакво дејство доводи до побољшања памћења, што је један од основних задатака у терапији Алцхајмерове болести. Nađpal и сар. (2018) су испитали ацетилхолинестераза инхибиторну активност плодова три самоникле врсте ружа (*R. dumalis*, *R. dumetorum* и *R. sempervirens*). Екстракти све три врсте су генерално показали умерену вредност инхибиције $IC_{50}=1,23-7,97$ mg/mL. Уочен је изванредан степен варијабилности добијених резултата у зависности од типа екстракта. Најефикаснији су били метанолни екстракти у поређењу са одговарајућим воденим екстрактима. Међу обрађеним плодовима издвојили су се екстракти концентрисане каше док екстракти џема нису имали никакву инхибиторну активност. Вођа и сар. (2011) су у својој студији испитали антиоксидативну и антихолинестераза активност за једнаест јестивих биљака. Утврђен је умерен инхибиторни потенцијал дихлорметанских екстраката плодова врсте *R. canina* ($IC_{50}=49,55$ µg/mL) док је за оне припремљене у води и етанолу изостала позитивна реакција (инактивни на тестираној концентрацији од 200 µg/mL). Насупрот наведеног, за сва три типа екстракта је забележен антибутирилхолинестераза инхибиторни потенцијал ($IC_{50}=5,51-32,06$ µg/mL). Евидентно је да резултати презентовани у оквиру ове методе вишеструко пута превазилазе референтне вредности из поменутих студија. На основу увида у методологију експерименталног рада може се закључити да су активни принципи који у значајној мери инхибирају активност ензима ацетилхолинестераза присутни у већој мери код мање поларних екстраката плодова ружа. Према доступним литературним подацима нисмо уочили предходне студија о антиацетилхолин естераза активности листова.

Табела 9. Антиоксидативни потенцијал и ензим инхибиторна активност етанолних екстраката ружа.

Узорак		Антиоксидативни потенцијал (IC ₅₀ mg/mL)			(μmol Fe ⁺² /mg)	Ензим инхибиторна активност (IC ₅₀ mg/mL)			
		DPPH	ABTS	β-Каротен	FRAP	α-Амилаза	α-Глукозидаза	Тирозиназа	Ацетилхолин естераза
R. arvenis	Лист	0,11 ± 0,00 ^{xy}	0,26 ± 0,0 ^{wxy}	7,44 ± 0,29 ^c	912,76 ± 0,03 ^{kl}	5,73 ± 0,10 ^{tu vwx}	0,66 ± 0,03 ^{qrs}	0,76 ± 0,05 ^{acad}	4,86 ± 0,48 ^l
	Петница								
	Хипанцијум	2,39 ± 0,13 ^a	3,28 ± 0,02 ^a	1,53 ± 0,41 ^{hijkl mno}	129.43 ± 0.02 ^{xyz}	160,58 ± 9,01 ^a	6,28 ± 0,04 ^b	14,17 ± 0,76 ^{cd}	75,36 ± 2,77 ^{bcd}
	Орашице	0,70 ± 0,05 ^{ijk}	1,24 ± 0,01 ^f	11,15 ± 0,76 ^a	175.14 ± 0.00 ^{wxy}	9,35 ± 1,50 ^{stuvwx x}	5,69 ± 0,12 ^{bcd e}	6,17 ± 0,08 ^{mno p}	15,35 ± 3,40 ^{kl}
	Лист	0,11 ± 0,00 ^{xy}	0,30 ± 0,0 ^{vwx}	4,93 ± 0,06 ^d	1022.29 ± 0.04 ^{ij}	12,40 ± 0,66 ^{p qrs tu vwx}	0,62 ± 0,01 ^{qrs}	1,92 ± 0,02 ^{wxyz aaabacad}	4,72 ± 0,00 ^l
	Велики Крш								
	Хипанцијум	2,03 ± 0,02 ^b	3,24 ± 0,04 ^a	2,35 ± 0,04 ^{efgh}	54.67 ± 0.02 ^z	101,41 ± 12,91 ^{cd}	5,79 ± 0,41 ^{bcd e}	15,05 ± 1,31 ^{bc}	17,91 ± 1,41 ^{fghijkl}
	Орашице	0,44 ± 0,02 ^{stu}	0,98 ± 0,01 ^{hi}	8,49 ± 0,68 ^b	247.52 ± 0.03 ^{uvw}	7,25 ± 0,25 ^{rstuv wx}	2,99 ± 0,01 ^{klm}	4,12 ± 0,11 ^{opqrs tuvw}	10,42 ± 1,73 ^{ijkl}
	Лист	0,12 ± 0,01 ^{xy}	0,32 ± 0,00 ^{vw}	4,97 ± 0,18 ^d	947.05 ± 0.03 ^{ijkl}	8,23 ± 0,15 ^{stuvwx x}	0,74 ± 0,03 ^{p qrs}	1,28 ± 0,11 ^{aaabac ad}	5,49 ± 0,23 ^l
	Жељин								
Хипанцијум	2,33 ± 0,03 ^a	2,65 ± 0,03 ^c	1,75 ± 0,11 ^{ghijkl m}	69.90 ± 0.01 ^z	125,52 ± 10,58 ^b	6,14 ± 0,04 ^{bc}	13,54 ± 0,36 ^{cde}	35,45 ± 6,31 ^{efghijkl}	
Орашице	0,59 ± 0,00 ^{lnmo}	1,08 ± 0,00 ^{gh}	8,60 ± 0,31 ^b	227.52 ± 0.01 ^{vw}	10,18 ± 0,47 ^{nopq rstuv}	3,41 ± 0,08 ^{ijkl}	3,76 ± 0,14 ^{qrstu vwxyz}	11,89 ± 0,25 ^{efghijkl}	
Лист	0,07 ± 0,00 ^y	0,21 ± 0,0 ^{wxy}	6,85 ± 0,25 ^c	1125.14 ± 0.01 ^{gh}	1,51 ± 0,05 ^{wx}	0,17 ± 0,04 ^s	0,42 ± 0,07 ^{ad}	5,50 ± 1,80 ^l	
Златибор									
Хипанцијум	2,41 ± 0,02 ^a	3,01 ± 0,10 ^b	1,57 ± 0,13 ^{hijkl mno}	69.43 ± 0.02 ^z	95,59 ± 12,40 ^d	4,57 ± 0,84 ^{fgh}	12,11 ± 0,34 ^{def}	21,84 ± 0,30 ^{efghijkl}	
Орашице	1,18 ± 0,00 ^c	1,80 ± 0,02 ^d	8,92 ± 0,38 ^b	85.14 ± 0.01 ^{yz}	17,51 ± 5,56 ^{ijkl mn}	6,05 ± 0,08 ^{bcd}	11,18 ± 0,83 ^{fghi}	29,45 ± 1,42 ^{bc}	
R. gallica	Лист	0,08 ± 0,00 ^y	0,15 ± 0,01 ^y	0,79 ± 0,14 ^{opqrs tuv}	1581.33 ± 32.15 ^{d e}	4.21 ± 0.08 ^{vwx}	0,72 ± 0,04 ^{p qrs}	0.86 ± 0.03 ^{acad}	5,18 ± 1,39 ^l
	Велики Крш								
	Хипанцијум	0,75 ± 0,00 ^{hi}	0,82 ± 0,07 ^{klm n}	2,71 ± 0,19 ^{ef}	358,95 ± 4,12 ^{qrst}	58.03 ± 2.16 ^g	5,05 ± 0,72 ^{efg}	5.20 ± 0.09 ^{nopqr st}	165,90 ± 26,15 ^a
	Орашице	1,03 ± 0,03 ^d	1,16 ± 0,15 ^{fg}	2,31 ± 0,30 ^{efghi}	221,81 ± 41,83 ^{vw x}	28.62 ± 0.04 ^{klmn opq}	3,46 ± 0,48 ^{ijkl}	9.71 ± 0.34 ^{ghij}	79,55 ± 0,68 ^{defghijk}
	Лист	0,15 ± 0,00 ^{xy}	0,23 ± 0,00 ^{wxy}	0,44 ± 0,04 ^{rstuv g}	1183,71 ± 22,86 ^f	7.17 ± 0.24 ^{stuvwx x}	0,85 ± 0,04 ^{p qrs}	1.54 ± 0.01 ^{yzaaab acad}	5,24 ± 0,44 ^l
	Шљивово								
	Хипанцијум	0,45 ± 0,01 st	0,55 ± 0,02 ^{rstu opq}	2,26 ± 0,27 ^{efghi mn}	499,43 ± 20,60 ^o	24.18 ± 0.94 ^{klmn opq}	3,82 ± 0,29 ^{hijk}	5.02 ± 0.06 ^{nopqr stu}	81,15 ± 22,18 ^b
	Орашице	0,71 ± 0,02 ^{ij}	0,81 ± 0,14 ^{ijklm n}	1,71 ± 0,16 ^{ghijkl mn}	315,62 ± 4,12 ^{stuv}	25.23 ± 0.12 ^{ijk}	2,93 ± 0,35 ^{klm}	5.98 ± 0.47 ^{mno p qr}	42,43 ± 5,38
Лист	0,12 ± 0,00 ^{xy}	0,20 ± 0,01 ^{wxy}	0,36 ± 0,02 ^{tuv g}	1203,24 ± 28,37 ^f	4.64 ± 0.69 ^{uvwx}	0,81 ± 0,01 ^{p qrs}	0.54 ± 0.01 ^{acad}	3,21 ± 0,14 ^l	
Столови									
Хипанцијум	0,67 ± 0,01 ^{ijkl}	0,80 ± 0,03 ^{klmn o}	2,14 ± 0,08 ^{efghij}	372,29 ± 9,37 ^{qrst}	51.57 ± 3.00 ^g	3,78 ± 0,64 ^{hijk}	5.64 ± 0.08 ^{mno p qrs}	134,26 ± 49,48 ^a	

Табела 9. Антиоксидативни потенцијал и ензим инхибиторна активност етанолних екстраката ружа (наставак).

Узорак			Антиоксидативни потенцијал (IC ₅₀ mg/mL)		($\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{mg}$)	Ензим инхибиторна активност (IC ₅₀ mg/mL)				
			DPPH	ABTS	β -Каротен	FRAP	α -Амилаза	α -Глукозидаза	Тирозиназа	Ацетилхолин естераза
<i>R. gallica</i>	Столови	Орашице	0,71 $\pm$ 0,03 ^{ij}	0,74 $\pm$ 0,05 ^{no} pq	2,25 $\pm$ 0,03 ^{ef} ghi	342,29 $\pm$ 1,43 ^{rstu}	33,67 $\pm$ 0,78 ^{gh}	1,37 $\pm$ 0,21 ^{nopqr}	6,88 $\pm$ 0,28 ^{kl} mn	45,17 $\pm$ 21,94 ^{defghi}
		Лист	0,12 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,20 $\pm$ 0,01 ^{wx} y	0,46 $\pm$ 0,06 ^{rs} tuv	1257,05 $\pm$ 65,06 ^f	8,69 $\pm$ 2,39 ^{stuv} wx	0,62 $\pm$ 0,04 ^{qrs}	0,62 $\pm$ 0,00 ^{ac} ad	4,58 $\pm$ 0,11 ^l
	Гружа	Хипанцијум	0,62 $\pm$ 0,01 ^{ij} kl	0,80 $\pm$ 0,01 ^{kl} mno	1,25 $\pm$ 0,02 ^{kl} mnopqr	397,05 $\pm$ 0,82 ^{pqrs}	73,28 $\pm$ 7,49 ^{ef}	4,38 $\pm$ 0,03 ^{fghi}	1,57 $\pm$ 0,25 ^{yz} aaabacad	51,17 $\pm$ 1,29 ^{bcd ef}
		Орашице	0,93 $\pm$ 0,04 ^{ef}	0,79 $\pm$ 0,05 ^{lm} no	2,09 $\pm$ 0,24 ^{ef} ghij	246,57 $\pm$ 1,43 ^{uvw}	50,53 $\pm$ 5,41 ^{ijkl} mn	3,30 $\pm$ 0,42 ^{ijkl}	9,12 $\pm$ 1,67 ^{ijk}	28,95 $\pm$ 0,53 ^{efghijkl}
<i>R. pendulina</i>	Стара Планина	Лист	0,09 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,14 $\pm$ 0,01 ^y	0,84 $\pm$ 0,09 ^{op} qrstuv	1842,76 $\pm$ 36,74 ^b	0,97 $\pm$ 0,05 ^x	0,59 $\pm$ 0,00 ^{qrs}	1,44 $\pm$ 0,11 ^z aaabacad	3,30 $\pm$ 0,03 ^l
		Хипанцијум	0,57 $\pm$ 0,01 ^{kl} mn	0,64 $\pm$ 0,04 ^p qr	1,56 $\pm$ 0,05 ^d	997,52 $\pm$ 19,40 ^{ij} kl	165,69 $\pm$ 3,65 ^a	7,45 $\pm$ 0,01 ^a	3,66 $\pm$ 0,05 ^{rs} tuvwxyzaa	48,19 $\pm$ 7,13 ^{bcd efgh}
		Орашице	0,35 $\pm$ 0,00 ^{vw}	0,47 $\pm$ 0,04 ^{tu}	1,91 $\pm$ 0,07 ^{fg} hijk	1061,33 $\pm$ 37,53 ^h i	29,34 $\pm$ 0,51 ^{lmn} opqrs	0,80 $\pm$ 0,06 ^{pqrs}	2,87 $\pm$ 0,06 ^{tu} vwxyzaa abac	10,20 $\pm$ 0,58 ^{kl}
		Лист	0,10 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,16 $\pm$ 0,00 ^y	0,66 $\pm$ 0,45 ^{pq} rstuv	1875,62 $\pm$ 43,20 ^b	2,25 $\pm$ 0,05 ^{wx}	0,49 $\pm$ 0,00 ^{rs}	1,30 $\pm$ 0,07 ^{ab} acad	2,08 $\pm$ 0,05 ^l
	Копаоник	Хипанцијум	0,49 $\pm$ 0,01 ^{mn} op	0,64 $\pm$ 0,02 ^{pq} r	0,92 $\pm$ 0,43 ^{mn} opqrstuv	953,71 $\pm$ 27,14 ^{ijkl}	78,20 $\pm$ 10,22 ^e	6,04 $\pm$ 0,82 ^{bcd e}	3,46 $\pm$ 0,18 st uvwxyzaa ab	21,01 $\pm$ 7,48 ^{efghijkl}
		Орашице	0,47 $\pm$ 0,01 ^{qr} st	0,58 $\pm$ 0,05 ^{rs} t	1,68 $\pm$ 0,04 ^{hij} klmn	956,10 $\pm$ 5,41 ^{ijkl}	19,86 $\pm$ 0,03 ^{ijkl}	1,21 $\pm$ 0,07 ^{opqr}	3,34 $\pm$ 0,00 st uvwxyzaa ab	18,78 $\pm$ 1,53 ^{fghijkl}
		Лист	0,09 $\pm$ 0,01 ^{xy}	0,13 $\pm$ 0,00 ^y	0,56 $\pm$ 0,28 ^{qr} stuv	2006,57 $\pm$ 98,67 ^a	1,36 $\pm$ 0,05 ^{wx}	0,53 $\pm$ 0,00 ^{qrs}	0,71 $\pm$ 0,05 ^{ac} ad	2,18 $\pm$ 0,05 ^l
	Столови	Хипанцијум	0,59 $\pm$ 0,01 ^{pq} rs	0,85 $\pm$ 0,03 ^{ijk} lmn	1,40 $\pm$ 0,00 ^{kl} mnop	994,67 $\pm$ 9,07 ^{ijkl}	58,49 $\pm$ 2,56 ^g	5,26 $\pm$ 0,03 ^{cdef}	4,17 $\pm$ 0,02 ^{op} qrstuvw	25,91 $\pm$ 6,95 ^{efghijkl}
		Орашице	0,50 $\pm$ 0,00 ^{pq} rs	0,63 $\pm$ 0,02 ^{qr} s	1,51 $\pm$ 0,33 ^{ijk} lmno	1002,29 $\pm$ 18,68 ^{ij} k	32,60 $\pm$ 0,56 ^{klm} nopqr	1,31 $\pm$ 0,09 ^{nopqr}	7,70 $\pm$ 0,75 ^{ijkl} m	6,71 $\pm$ 0,46 ^l
		Лист	0,10 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,16 $\pm$ 0,01 ^y	1,22 $\pm$ 0,10 ^{kl} mnopqrs	1915,62 $\pm$ 54,39 ^b	0,95 $\pm$ 0,02 ^x	0,59 $\pm$ 0,03 ^{qrs}	1,23 $\pm$ 0,10 ^{ab} acad	2,66 $\pm$ 0,02 ^l
	Гоч	Хипанцијум	0,50 $\pm$ 0,01 ^{lm} no	0,67 $\pm$ 0,07 ^{op} qr	1,88 $\pm$ 0,29 ^{fg} hijkl	917,52 $\pm$ 4,12 ^{kl}	60,66 $\pm$ 9,77 ^g	4,35 $\pm$ 0,16 ^{fghi}	3,97 $\pm$ 0,10 ^{pq} rstuvw	9,47 $\pm$ 2,16 ^{kl}
		Орашице	0,46 $\pm$ 0,05 ^{rs} t	0,58 $\pm$ 0,04 ^{rs} t	1,41 $\pm$ 0,13 ^{kl} mnop	955,62 $\pm$ 25,41 ^{ijkl}	22,70 $\pm$ 0,51 ^{stu} vw	1,71 $\pm$ 0,02 ^{nop}	6,35 $\pm$ 0,38 ^{lm} no	17,22 $\pm$ 3,34 ^{ghijkl}
<i>R. spinosissima</i>	Столови	Лист	0,11 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,17 $\pm$ 0,00 ^{xy}	0,20 $\pm$ 0,09 ^y	1489,90 $\pm$ 48,33 ^e	26,17 $\pm$ 0,48 ^{klm} no	1,20 $\pm$ 0,06 ^{opqr}	2,16 $\pm$ 0,23 ^{vw} xyzaaabacad	4,14 $\pm$ 0,16 ^l
		Хипанцијум	0,55 $\pm$ 0,02 ^p qrs	0,77 $\pm$ 0,04 ^{mn} op	1,70 $\pm$ 0,43 ^{gh} ijklmn	498,95 $\pm$ 21,44 ^o	12,30 $\pm$ 0,67 ^{qrs} tuvw	3,33 $\pm$ 0,16 ^{ijkl}	6,05 $\pm$ 0,65 ^{mn} opq	49,11 $\pm$ 29,83 ^{bcd efgh}
	Пештер	Орашице	1,26 $\pm$ 0,01 ^c	1,39 $\pm$ 0,03 ^e	2,36 $\pm$ 0,21 ^{ef} gh	282,29 $\pm$ 10,00 ^{tu} v	8,90 $\pm$ 2,07	2,94 $\pm$ 0,29 ^{klm}	17,88 $\pm$ 0,26 ^a	10,27 $\pm$ 0,01 ^{kl}
		Лист	0,08 $\pm$ 0,00 ^y	0,16 $\pm$ 0,00 ^y	0,29 $\pm$ 0,00 ^{uv}	1580,86 $\pm$ 44,35 ^d e	22,70 $\pm$ 0,07 ^{klm} nopqr	0,92 $\pm$ 0,07 ^{pqrs}	1,81 $\pm$ 0,07 ^{xy} zaa abacad	3,95 $\pm$ 0,04 ^l

Табела 9. Антиоксидативни потенцијал и ензим инхибиторна активност етанолних екстраката ружа (наставак).

Узорак			Антиоксидативни потенцијал (IC ₅₀ mg/mL) (μmol Fe ⁺² /mg)				Ензим инхибиторна активност (IC ₅₀ mg/mL)			
			DPPH	ABTS	β-Каротен	FRAP	α-Амилаза	α-Глукозидаза	Тирозиназа	Ацетилхолин естераза
<i>R. spinosissima</i>	Пештер	Хипанцијум	0,35 ± 0,01 ^{mno} _{pq}	0,60 ± 0,03 ^{qrst}	0,96 ± 0,08 ^{lmn} _{opqrstuv}	658,48 ± 12,48 ⁿ	58,40 ± 0,26 ^{fg}	3,28 ± 0,02 ^{ijklm}	17,46 ± 1,46 ^{ab}	11,04 ± 2,95 ^{hij} _{kl}
		Орашице	0,54 ± 0,02 ^{nop} _{qr}	0,92 ± 0,02 ^{ijkl}	1,15 ± 0,03 ^{klm} _{nopqrst}	451,33 ± 17,86 ^o _{pq}	17,94 ± 0,06 ^{mnpq} _{rstu}	1,19 ± 0,07 ^{nopq}	9,42 ± 0,20 ^{hij}	23,04 ± 0,89 ^{efg} _{hijkl}
		Лист	0,10 ± 0,00 ^{xy}	0,16 ± 0,00 ^v	0,47 ± 0,00 ^{rstu} _v	1712,29 ± 66,44 ^c	27,62 ± 7,92 ^{klmno}	0,58 ± 0,09 ^{qrs}	4,47 ± 1,87 ^{opqr} _{stuv}	2,24 ± 0,11 ^l
	Стара Планина	Хипанцијум	0,30 ± 0,00 ^{uvw}	0,50 ± 0,03 ^{stu}	1,05 ± 0,07 ^{lmn} _{opqrst}	778,48 ± 13,73 ^m	19,15 ± 0,02 ^{mnpq} _{qrst}	1,23 ± 0,08 ^{opqr}	13,07 ± 0,55 ^{cd} _{ef}	10,32 ± 2,90 ^{kl}
		Орашице	0,51 ± 0,01 ^{opqr} _s	0,81 ± 0,03 ^{ijklm} _n	1,31 ± 0,07 ^{klm} _{nopq}	483,24 ± 6,60 ^{op}	3,01 ± 0,71 ^{wx}	0,49 ± 0,26 ^{rs}	12,82 ± 1,10 ^{cd} _{ef}	26,50 ± 2,67 ^{efg} _{hijkl}
		Лист	0,09 ± 0,00 ^{xy}	0,16 ± 0,01 ^y	0,41 ± 0,0 ^{stuv}	1628,95 ± 78,46 ^{cd}	25,83 ± 0,10 ^{klmno} _p	0,91 ± 0,01 ^{pqrs}	2,82 ± 2,07 ^{uvw} _{xyzaa abac}	3,92 ± 0,28 ^l
	Златибор	Хипанцијум	0,32 ± 0,01 ^w	0,57 ± 0,01 ^{rst}	0,27 ± 0,04 ^{uv}	698,00 ± 19,33 ^m _n	31,00 ± 0,76 ^{ijklm}	2,78 ± 0,06 ^{lm}	11,59 ± 0,14 ^{ef} _{gh}	13,05 ± 0,09 ^{ef} _{ghijkl}
		Орашице	0,60 ± 0,01 ^{lmn}	0,92 ± 0,01 ^{ijkl}	0,89 ± 0,13 ^{nop} _{qrstuv}	412,76 ± 9,07 ^{opq} _r	14,68 ± 0,43 ^{opqrst} _{uvw}	0,96 ± 0,16 ^{pqrs}	12,11 ± 1,49 ^{def}	17,70 ± 1,21 ^{ghi} _{ijkl}
<i>R. tomentosa</i>		Лист	0,17 ± 0,00 ^x	0,24 ± 0,02 ^{wxy}	0,96 ± 0,26 ^{mno} _{pqrstuv}	901,81 ± 34,41 ^l	1,92 ± 0,68 ^{wx}	0,74 ± 0,02 ^{pqrs}	3,86 ± 0,01 ^{pqrs} _{tuvwxy}	4,71 ± 1,81 ^l
	Златибор	Хипанцијум	0,83 ± 0,02 ^{vw}	0,87 ± 0,04 ^{ijkl} _{mn}	3,01 ± 0,02 ^e	430,86 ± 0,00 ^{opq} _r	98,92 ± 4,71 ^{cd}	5,29 ± 0,29 ^{bcdefg}	9,26 ± 0,01 ^{ghij} _k	23,51 ± 1,87 ^{efg} _{hijkl}
		Орашице	0,99 ± 0,01 ^{de}	1,07 ± 0,05 ^{gh}	1,70 ± 0,06 ^{ghij} _{klmn}	328,48 ± 10,72 ^{rs} _{tu}	19,30 ± 0,09 ^{lmnop} _{qrs}	4,19 ± 0,15 ^{ghij}	2,40 ± 0,00 ^{vwxy} _{zyaa ab acad}	11,59 ± 1,86 ^{ijkl}
		Лист	0,17 ± 0,01 ^x	0,26 ± 0,0 ^{wxy} _{stuv}	0,84 ± 0,26 ^{opqr} _{stuv}	956,57 ± 42,39 ^{kl} _l	1,62 ± 0,51 ^{wx}	1,25 ± 0,06 ^{opqr}	2,62 ± 0,33 ^{vwxy} _{zyaa ab acad}	3,50 ± 0,05 ^l
	Власина	Хипанцијум	0,73 ± 0,03 ^{gh}	0,75 ± 0,00 ^{nop} _q	2,52 ± 0,48 ^{efg}	499,90 ± 16,50 ^o	110,24 ± 2,12 ^c	5,11 ± 0,09 ^{defg}	11,80 ± 0,27 ^{ef} _g	23,24 ± 0,21 ^{bc} _{de}
		Орашице	0,86 ± 0,01 ^{fg}	0,90 ± 0,02 ^{ijklm}	1,87 ± 0,16 ^{ghij} _{kl}	350,86 ± 3,78 ^{rst}	27,67 ± 0,60 ^{ijklmno}	2,96 ± 0,26 ^{klm}	8,97 ± 0,19 ^{ijk}	11,53 ± 0,37 ^{ijkl}
		Лист	0,13 ± 0,00 ^{xy}	0,22 ± 0,0 ^{wxy}	1,22 ± 0,10 ^{klm} _{nopqrs}	1119,43 ± 61,33 ^{gh}	1,20 ± 0,03 ^x	0,63 ± 0,0 ^{qrs}	1,68 ± 0,03 ^{aaab} _{acad}	3,75 ± 0,21 ^l
	Гоч	Хипанцијум	0,39 ± 0,01 ⁱ	0,42 ± 0,02 ^{uv}	1,88 ± 0,29 ^{fghi} _{ijkl}	702,29 ± 11,16 ^{mn}	40,96 ± 1,06 ^{hij}	2,25 ± 0,03 ^{mn}	8,69 ± 0,17 ^{ijkl}	53,04 ± 13,58 ^d _{efghij}
		Орашице	0,63 ± 0,01 ^{ijklm}	0,63 ± 0,1 ^{qrs}	1,50 ± 0,0 ^{ijklm} _{no}	382,76 ± 8,61 ^{qrs}	41,37 ± 0,35 ^{hi}	2,17 ± 0,3 ^{mno}	11,13 ± 0,29 ^{fghi} _i	47,00 ± 0,01 ^{cd} _{efgh}
		Лист	0,10 ± 0,00 ^{xy}	0,16 ± 0,01 ^y	0,40 ± 0,20 ^{stuv}	1276,10 ± 17,86 ^f	0,32 ± 0,02 ^x	0,69 ± 0,05 ^{qrs}	1,60 ± 0,03 ^{zyaa} _{abacad}	5,85 ± 0,57 ^l
	Рогозна	Хипанцијум	0,83 ± 0,03 ^{tuv}	0,93 ± 0,04 ^{ijk}	2,82 ± 0,01 ^e	448,00 ± 8,69 ^{opq}	101,52 ± 1,17 ^{cd}	4,57 ± 0,08 ^{fgh}	14,56 ± 2,23 ^c	44,83 ± 7,29 ^{hij} _{kl}
		Орашице	0,94 ± 0,05 ^{ef}	0,95 ± 0,05 ^{hij}	1,58 ± 0,02 ^{hijk} _{lmno}	339,43 ± 3,78 ^{rst} _u	30,07 ± 0,13 ^{ijklmn}	2,91 ± 0,99 ^{klm}	9,45 ± 0,46 ^{hij}	22,36 ± 8,15 ^{efg} _{hijkl}

Табела 9. Антиоксидативни потенцијал и ензим инхибиторна активност етанолних екстраката ружа (наставак).

Узорак	Антиоксидативни потенцијал (IC ₅₀ mg/mL)				Ензим инхибиторна активност (IC ₅₀ mg/mL)			
	DPPH	ABTS	β -Каротен	FRAP	α -Амилаза	α -Глукозидаза	Тирозиназа	Ацетилхолин естераза
ВНА	0,13 ± 0,05	0,09 ± 0,02	0,01 ± 0,01	797,05 ± 1,00	-	-	-	-
Витамин Е	0,15 ± 0,00	0,31 ± 0,01	0,01 ± 0,01	109,18 ± 5,27	-	-	-	-
Витамин Це	0,07 ± 0,02	-	0,11 ± 0,01	348,48 ± 2,00	-	-	-	-
Акарбоза	-	-	-	-	0,83 ± 0,06	0,30 ± 0,01	-	-
Коична киселина	-	-	-	-	-	-	0,020 ± 0,01	-
Галантамин	-	-	-	-	-	-	-	0,12 ± 0,05

Различита слова изнад вредности указују на статистички значајне разлике међу резултатима за појединачна мерења сваке од метода према Tukey тесту ($p \leq 0,05$).

4.11. Општа дискусија

У оквиру презентоване дисертације испитивана је варијабилност микроморфолошких карактера, фитохемијског профила и биолошког потенцијала пет самониклих врста ружа (*R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina*, *R. spinosissima* и *R. tomentosa*). Бројним лабораторијским анализама предходила су опсежна теренска истраживања која су у највећој мери обухватила флору планина Копаоник, Гоч, Жељин, Столови, Голија, Рогозна, Златибор, Тара, Велики Крш, Борски Стол, Стара планина као и Власинску и Пештерску висораван. Теренска истраживања су планирана и спроведена у циљу обезбеђивања адекватне количине биљног материјала неопходног за све аспекте морфолошких и фитохемијских истраживања и испитивања биолошких активности. Том приликом је уочено да су у флори Србије поред најучесталије врсте ружа (*R. canina*) подједнако присутне и друге мање познате врсте овог рода. Теренским истраживањима су у већој мери потврђени литературни наводи (Vukićević, 1972) о распрострањењу врста, док су поједини таксони према нашим сазнањима забележени на новим локалитетима. Након идентификације сакупљених таксона за предстојеће лабораторијске анализе је издвојено 20 узорак (за сваку од пет врста узорци су издвојени са по четири локалитета).

Микроморфолошка анализа је показала значајан степен варијабилности морфолошких карактера на површини вегетативних и репродуктивних органа ружа. На листовима, цветовима и плодовима проучаваних ружа могу се разликовати нежлездане и жлездане трихоме (Табеле 2, 3, 4). Сагледавањем њихових образаца присуства може се значајно олакшати карактеризација таксона. Такође, добијени резултати сугеришу да проучавани микроморфолошки карактери представљају добар допунски критеријум за идентификацију врста рода *Rosa* и њихово међусобно разликовање.

Различити обрасци дистрибуције трихома присутни су на адаксијалној страни листова врста *R. arvensis* и *R. tomentosa*, док су на абаксијалној страни униформно распоређени изузев врста *R. gallica* и *R. tomentosa*. Одсуством оба типа трихома може се окарактерисати адаксијална страна листова врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. spinosissima* као и абаксијална страна листова врсте *R. arvensis*. Микроморфолошке карактеристике површине епидермиса лисне дршке и залистака свих проучаваних таксона имају идентичан образац заступљености карактера.

Презентована микроморфолошка анализа цвета је у основи заснована на предходној студији Vergougnoux и сар. (2007) и чињеници да ћелије адаксијалне и абаксијалне стране епидермиса круничних листића могу синтетисати и емитовати мирисне супстанце. Анализом цветова (цветне дршке, хипанцијума, чашице и крунице) утврђено је присуство нежлезданих трихома (једноћелијске тракасте и ацикуларне трихоме) и жлезданих трихома (капитатне жлездане трихоме кратке и дуге форме) (Табела 3). Микроморфолошка анализа је показала униформан план грађе површине епидермиса круничних листића, указујући на њихов мали значај при идентификацији таксона. На адаксијалној страни крунице код свих проучаваних врста уочене су бројне папиле, док је на абаксијалној страни забележено њихово одсуство. Са аспекта информативности могу се издвојити абаксијална страна чашице као и цветна дршка и хипанцијум. Код врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa*, диференциране су капитатне гландуларне трихоме, чија је морфометријска анализа показала да су те присутне трихоме различитих величина. Иако је код поменутих таксона забележена униформна дистрибуција трихома, сваки од њих се може окарактерисати са различитим обрасцима величине жлезданих трихома. Насупрот истакнутих резултата, цветови врста *R. arvensis* и *R. spinosissima* не могу бити дефинисани поменутих обрасцима и одликују се одсуством проучаваних морфолошких карактера. Такође, приказани резултати су у корелацији са предходним студијама Sulborska и сар. (2012), Sulborska и Weryszko-Chmielewska (2014)

и Żuraw и сар. (2015) које су истакле важност микроморфолошких карактеристика цветова врста *R. canina*, *R. x damascena*, *R. gallica* и *R. rugosa*.

Уочене микроморфолошке карактеристике цветова ружа се добрим делом рефлектују и на сазрелим плодовима (Табела 4). Према студији у којој је указано да се капитатне жлездане трихоме могу разликовати у дужини (Sulborska и Weryszko-Chmielewska, 2014), конципиране су даље морфометријске анализе. Поређењем претходно добијених резултата морфометријске анализе дужина капитатних glandularних трихома на незрелом хипанцијуму са онима резултатима добијеним за потпуно зреле, квантификована је промена у њиховој величини. Уочено је повећање просечне дужине жлезданих трихома у опсегу од 56,74 μm (*R. gallica*) до 72,71 μm (*R. pendulina*) за кратку форму и од 21,86 μm (*R. pendulina*) до 96,86 μm (*R. gallica*) за дугу форму. Ови резултати указују да жлездане трихоме мењају своју величину током зрења плода и да могу бити добар допунски карактер приликом разликовања морфолошки сличних врста. Генерисани резултати микроморфолошке анализе су олакшали идентификацију и ревизију узоркованих таксона чиме су се испунили предуслови за даље фитохемијске анализе и истраживања биолошке активности.

Истраживања хемијског састава листова и плодова ружа показала су сличне квалитативне профиле витамина и полифенолних једињења, док је њихов квантитативни састав значајно варирао. У плодовима ружа уочене су значајне разлике у садржају витамина Це, при чему су најмање количине измерене у хипанцијуму врсте *R. arvensis* (6,33–9,60 mg/100g), док је највећа концентracија садржана у плодовима врсте *R. pendulina* (730,72–1216,39 mg/100g). У поређењу са добијеним резултатима, претходна фитохемијска студија (Nađpal и сар., 2016) указала је на већи садржај витамина Це у плодовима врсте *R. arvensis* (0,13–0,42 mg/g). Уочене разлике могу бити резултат употребе различитих техника екстракције и квантификације, степеном зрелости плодова (Nojavan и сар., 2008) као и условима срединских фактора и земљишта (Adamczak и сар., 2012). Roman и сар. (2013) истакли су да је просечна концентрација витамина Це у плодовима врста *R. canina* var. *transitoria* f. *ramosissima* (360,22 mg/100g) и *R. canina* var. *assiensis* (112,20 mg/100g), при чему је њихов садржај био директно корелисан са надморском висином места узорковања врста. Rouhani и сар. (1976) су истакли да је садржај витамина Це највећи у моменту када плодови нису потпуно сазрели, док се процесом дозревања плодова њихова концентрација смањује при чему се концентрација фенолних једињења повећава (Elmastas и сар., 2017). Висок ниво витамина Це у плодовима врста *R. corymbifera* (830,54 mg/100g), *R. rugosa* (575,21 mg/100g), *R. alba* (816,50 mg/100g) и *R. canina* (695,50 mg/100g) истакли су усвојој студији Kayahan и сар. (2023). Насупрот наведеним резултатима, садржај витамина Е у орашицама проучаваних врста је значајно мање варирао. Најнижа количина витамина Е квантификована је у орашицама врсте *R. arvensis* (1,28–1,94 mg/100g), док је умерена концентрација циљног једињења квантификована у орашицама врста *R. pendulina* (2,93–3,87 mg/100g), *R. spinosissima* (1,04–3,99 mg/100g) и *R. tomentosa* (1,54–3,97 mg/100g) (Табела 6). Приказани резултати сугеришу значајно већи садржај витамина Е у поређењу са литературним наводима за врсте *R. villosa* (0,3 mg/100g), *R. canina* (0,4 mg/100g) и *R. dumalis* (0,7 mg/100g) (Yoguk и сар., 2008). Са друге стране, незнатно већа количина α -токоферола је измерена у орашицама врста *R. iberica* (1,10 mg/100g) и *R. pisiformis* (1,00 mg/100g). Садржај витамина у плодовима ружа је варирао интер- и интраспецијски, при чему се могу издвојити значајно веће интерспецијске разлике. Као што је предходно истакнуто, на садржај витамина, поред генетске контроле, могу у широкој мери утицати и бројни еколошки фактори (Adamczak и сар., 2012) или различити приступи и методологије квантификације (Rojas и Gerschenson, 2001; Erenturk и сар., 2005; Fauzi и Sarmidi, 2010).

Резултати фитохемијске анализе показали су сличан квалитативни састав екстракта листова и плодова (хипанцијум и орашице) ружа са аспекта фенолних конституената. Значајне квантитативне разлике уочене су у хемијском саставу истог типа екстракта код различитих врста ружа. Индивидуалне разлике у квантитативном саставу могу бити проузроковане различитим степеном диференцираности листова, сазрелости плодова или срединским факторима, који могу значајно утицати на биљни метаболизам (Cunja и сар., 2015; Demir и сар., 2014). Идентификовано и квантификовано је 23 фенолних једињења и квининска киселина (Табеле 7 и 8). У екстрактима листова проучаваних таксона уз већински заступљену галну киселину, у значајној мери су присутне и *p*-кумаринска и хлорогенска фенолна киселина. Насупрот наведеног, у екстрактима хипанцијума и орашица свих врста квантитативно су највише заступљене протокатехуинска и сиригинска фенолна киселина. Свака од проучаваних врста може се окарактерисати различитим уделом поменутих фенолних киселина, што је у предходним студијама дефинисано термином “фенолни отисак” (Kumar и сар., 2009; Dabić Zagorac и сар., 2020). Приказани резултати упућују на потребу за даљом статистичком обрадом резултата. Анализом одабране групе флавоноида показана је вишеструко пута већа концентрација катехина у екстрактима листова од концентрација детектованих у узорцима хипанцијума и орашица. Ови резултати се могу повезати и са предходним истраживањима фитохемијског састава ружа који су истакли да се у процесу сазревања плодова садржај фенолних једињења повећава на рачун количине витамина (Rouhani и сар., 1976; Elmastas и сар., 2017). Такође, висок садржај два деривата кверцетина и катехина као и рутин, астрагалин и изорхамнетин-3-О-глукозиди су откривени у значајним количинама (Табела 8). Поред наведених фенолних једињења квантификована је и висока концентрација кининске киселине у анализираним екстрактима листова (7,03–51,27 mg/L), хипанцијума (5,09–48,61 mg/L) и орашица (3,66–42,80 mg/L) (Табела 7). Према Ouerghemmi и сар. (2016) фенолни профили ружа су били у директној зависности од срединских фактора (локалитета узорковања) и степена зрелости плодова. Поред наведеног, синтеза секундарних метаболита може бити под контролом и/или утицајем генетских, морфогенетских и онтогенетских фактора (Verma и Shukla, 2015; Moore и сар., 2014; Radusiene и сар., 2012). Резултати анализа садржаја полифенола су у корелацији са вредностима спектрофотометријског одређивањем укупног садржаја фенола, флавоноида и флавонола у поменутих екстрактима Табела 6.

Након хемијске карактеризације серијом анализа одређен је и биолошки потенцијал припремљених екстракта. У DPPH, ABTS, β -каротен/линолна киселина и FRAP методи највећи антиоксидативни потенцијал испољили су екстракти листова ружа. Приказани резултати су у корелацији са предходним студијама антиоксидативног потенцијала листова ружа (Nowak и Gawlik-Dziki, 2007; Bitis и сар., 2010; Wu и сар., 2020). Уочене су извесне разлике у потенцијалу неутрализације слободно радикалских форми при чему је највећи потенцијал редукције DPPH радикала измерен за екстракте листова врста *R. arvensis* (IC₅₀ 0,07–0,11 mg/mL), *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,08–0,11 mg/mL) и *R. pendulina* (IC₅₀ 0,09–0,10 mg/mL). Код проучаваних врста високе вредности редукционог потенцијала имале су изразито мали опсег варирања вредности интер- и интраспецијски. Висок антиоксидативни потенцијал листова наведених врста је потврђен ABTS методом и методом инхибиције липидне пероксидације. Високе вредности антирадикалске активности екстракта листова су у корелацији са укупним редукционим потенцијалом у FRAP тесту. Највеће вредности су измерене за листове врста *R. pendulina* (1842,76–2006,57 μ mol Fe²⁺/mg) и *R. spinosissima* (1489,90–1712,29 μ mol Fe²⁺/mg). У предходним студијама истакнуто је да висока антирадикалска активност листова ружа може бити корелисана са садржајем фенола, флаванол и флавонола, укључујући катехин и епикатехин (Baydar и Baydar, 2013). Презентовани резултати упућују на позитивну корелацију између укупног садржаја полифенолних једињења и

антиоксидативне активности као и на потребу за опширном статистичком обрадом резултата.

Насупрот презентованих резултата, екстракти припремљени од плодова ружа остварили су вишеструко пута нижи редукциони потенцијал. Истакнути резултату су конзистентни са ранијим студијама редукционог потенцијала плодова ружа (Demir и сар., 2014; Nađpal и сар., 2016; Koczka и сар., 2018; Liaudanskas и сар., 2021). Највећи антиоксидативни капацитет у DPPH методи измерен је за екстракте хипанцијума врсте *R. spinosissima* (IC₅₀ 0,30 mg/mL). Такође, орашице наведене врсте у DPPH тесту показују незнатно слабију антирадикалску активност у поређењу са припадајућим екстрактима хипанцијума. Међу тестираним екстрактима хипанцијума у ABTS методи приближно исти опсег антиоксидативне активности измерен је за врсте *R. gallica*, *R. tomentosa*, *R. pendulina* и *R. spinosissima*. Орашице анализираних врста ружа показале су умерену антирадикалску активност при чему је највећи понецијал инхибиције измерен за врсту *R. pendulina*, а најнижи за врсту *R. arvensis*. Узевши у обзир предходно истакнуту чињеницу да је количина фенолних конституената у директној корелацији са антиоксидативним потенцијалом, презентовани резултати у потпуности одговарају припадајућим фенолним профилима. Описане разлике у квантитативном саставу фенола у различитим типовима екстракта ружа корелишу са чињеницом да плодови ружа садрже значајно мању количину полифенола и већу количину витамина наспрам оних припремљених од листова. Резултати β -каротен/линолна киселина теста сугеришу да плодови ружа поред полифенола садрже и друга мање поларна једињења која могу бити носиоци биолошке активности. Умерен ниво антиоксидативног потенцијала плодова анализираних врста рода *Rosa* у методи липидне пероксидације може се приписати овој групи једињења, али су свакако неопходна даља истраживања у правцу њихове карактеризације (Wang и сар., 2018; Wu и сар., 2020).

Поред антиоксидативног капацитета за припремљене екстракте одређен је и инхибиторни потенцијал према ензимима α -амилаза, α -глукозидаза, ацетилхолинестераза и тирозиназа. У поређењу са приказаним резултатима других истраживања (Liu и сар., 2017; Marmol и сар., 2017; Yang и сар., 2022; Taghizadeh и сар., 2018; Yan и сар., 2022) у презентованој студији измерене су вишеструко пута ниже вредности антидијабетичког потенцијала испитиваних врста рода *Rosa*. Уочен је изванредан степен инхибиторне активности испитиваних екстракта, при чему је постојала значајна разлика у активности између различитих врста ружа. Међу тестираним узорцима они припремљени од листова испољили су највећу антидијабетичну и неуропротективну активност. Према Liu и сар. (2017), високу хипогликемијску активност поседују и они екстракти ружа који садрже значајну количину полифенолних једињења. У методи инхибиције активности ензима α -амилаза и α -глукозидаза, највећи антидијабетички потенцијал испољили су екстракти листова врсте *R. tomentosa*, *R. arvensis* и *R. pendulina*. Међутим, екстракти плодова ружа показују вишеструко пута нижи потенцијал инхибиције ензима α -амилаза што упућује на чињеницу да фенолна једињења нису главни носиоци инхибиторног потенцијала када је у питању наведени ензим. Насупрот истакнутим резултатима, плодови ружа су имали вишеструко пута бољи антидијабетични утицај на активност ензима α -глукозидаза, а међу испитиваним узорцима највећи степен активности измерен је за екстракте орашица.

Када је реч о антинеуродегенеративној активности, методом инхибиције активности ензима тирозиназа и ацетилхолинестераза утврђен је умерен антинеуродегенеративни потенцијал тестираних екстракта ружа. Међу испитиваним узорцима уочен је изванредан степен варијабилности инхибиторног дејства у поређењу са референтним једињењима. Највеће вредности инхибиторне активности измерене су за екстракте листова. Утврђено је да екстракти листова врста *R. arvensis*, *R. gallica* и *R.*

pendulina имају сличне тирозиназа инхибиторне потенцијале, при чему су квантификоване сличне интер- и интраспецијске разлике у њиховој активности. Када је реч о ацетилхолинестераза инхибиторном потенцијалу, уочене су значајно веће разлике у активности екстракта листова, при чему су се издвоји листови врста *R. pendulina* и *R. spinosissima*.

Екстракти плодова ружа испољили су значајно нижи тирозиназа инхибиторни ефекат при чему није постојала униформна дистрибуција резултата активности екстракта хипанцијума и орашица. У случају екстракта врста *R. pendulina* и *R. spinosissima*, уочена је значајна варијабилност где је код половине сета узорака већи потенцијал забележен код екстракта хипанцијума и обратно. У случају врста *R. arvensis* и *R. tomentosa* одређене су веће вредности инхибиторног потенцијала орашица у поређењу са припадајућим хипанцијумима. Литературни наводи истичу умерени тирозиназа инхибиторни потенцијал плодова (Zeng и сар., 20176; Nicolescu и сар., 2022) и цветова ружа (Solimine и сар., 2015; Ren и сар., 2018).

Претрагом доступне литературе утврђено је да се у свега неколико студија испитивала ефикасност екстракта самониклих ружа на централни нервни систем (Nađpal и сар., 2018; Akram и сар., 2020). Када је реч о ацетилхолинестераза инхибиторној активности, екстракти плодова су имали веома широк опсег активности. У случају екстракта врсте *R. pendulina* измерене су умерене вредности инхибиторног потенцијала, док је у случају врсте *R. gallica* он био више десетина пута слабији. Међу тестираним екстрактима једне врсте, као и између различитих врста, уочен је висок степен варирања активности екстракта, при чему су најниже вредности измерене за екстракте врста *R. gallica* (IC₅₀ 51,17–165,90 mg/mL) и *R. arvensis* (IC₅₀ 17,91–75,36 mg/mL). Вођа и сар. (2011) су у својој студији испитали анти-ацетилхолинестераза активност при чему је утврђен умерен инхибиторни потенцијал дихлорметанских екстракта плодова врсте *R. canina* (IC₅₀=49,55 µg/mL) док је код водене и етанолне фракције изостала позитивна реакција (инактивни на тестираној концентрацији од 200 µg/mL). У поређењу са екстрактима хипанцијума, они припремљени од орашица ружа остварили су већи степен антинеуродегенеративне активности према ензиму ацетилхолинестераза. Највећи потенцијал измерен је за екстракте врсте *R. pendulina*, док су незнатно ниже вредности забележене за орашице врста *R. arvensis* и *R. spinosissima*. Презентовани резултати за екстракте вишеструко пута превазилазе референтне вредности, док се на основу увида у методологију експерименталног рада може закључити да су активни принципи инхибиције активности ензима ацетилхолин естеразе присутни у већој мери код мање поларних екстракта плодова ружа.

Презентовани резултати сугеришу да поред плодова ружа и листови поседују значајан апликативни потенцијал. Бројна фитохемијска и етноботаничка истраживања указала су на лековита својства плодова док су својства листова мало истражена. Добијени резултати сугеришу да листови ружа могу представљати подједнако важан извор биоактивних једињења која се могу применити као састојак у исхрани људи.

5. Закључци

- На основу постављених циљева и извршеног теренског истраживања, може се извести закључак да су у флори Републике Србије поред најучесталије врсте ружа (*R. canina*) подједнако присутни и други таксони овог рода.
- Узорковано је пет врста самониклих ружа (*R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina*, *R. spinosissima* и *R. tomentosa*) са 20 локалитета широм Србије.
- Листа узоркованих таксона одражава реалну слику диврезитета самониклих ружа у истраживаном подручју и сугерише да је неопходна ревизија и ажурирање база и литературе о њиховој распрострањености. Такође, неопходна су додатна теренска истраживања предела који нису били предмет ове дисертације.
- Микроморфолошка анализа је показала присуство трихома (нежлезданих и жлезданих) на адаксијалној и абаксијалној страни епидермиса листова, цветова као и на површини плодова ружа.
- Из групе нежлезданих трихома уочене су једноћелијске трихоме, тракасте трихоме и ацикуле. Велик број дугих једноћелијских трихома диференциран је на абаксијалној страни листова врсте *R. tomentosa* као и на већини лисних дршки и залистака, изузев код врста *R. spinosissima* и *R. tomentosa*.
- Густо испреплетане и добро диференциране тракасте трихоме присутане су читавом површином адаксијалне стране врста *R. arvensis*, *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa*, док код врсте *R. spinosissima* у потпуности одсуствују.
- Спољни зидови адаксијалних ћелије епидермиса крунице су конвексног облика и формирају коничне папиле које су присутне код свих проучаваних таксона. Абаксијалне епидермалне ћелије имају равне зидове, не диференцирају папиле, са израженим слојевима кутикуле који стварају уздужну или неправилну орнаментацију.
- Када је реч о жлезданим трихомама забележено је присуство капитатног и пелтатног типа. Пелтатни тип трихома је уочен искључиво на листовима врсте *R. tomentosa*.
- Капитатне glandуларне трихоме су забележене на површини незрелог хипанцијума, зрелог збирног плода и чашице врста *R. gallica*, *R. pendulina* и *R. tomentosa*. Додатно, исти тип трихома уочен је и на површини епидермиса цветне дршке свих проучаваних врста.
- Морфометријском анализом капитатних glandуларних трихома указано је на промену њихове дужине приликом процеса сазревања плодова. Уочене су дуге и кратке форме капитатних трихома.
- Микроморфолошке структуре диференциране на површини листова, цветова и плодова представљале су важан допунски таксономски карактер који је примењен приликом идентификације проучаваних таксона.
- Употреба ултразвучне екстракције применом 70% етанола као растварача резултовала је довољним количинама хомогеног и стабилног екстракта, који је употребљен у даљим анализама хемијског састава и биолошког потенцијала.
- Највећи принос екстракције су имали узорци листова, а најмањи екстракти припремљени од орашица.

- Хемијска анализа је указала на богат квалитативни и квантитативни састав екстракта листова и плодова ружа. У тестираним екстрактима квантификована је значајна количина полифенолних једињења, а према њиховом виском садржају издвајају се екстракти листова.
- Највећи садржај укупних полифенолних једињења је измерен за екстракт листова врсте *R. gallica* са локалитета Велики Крш (285,20 mg/g GaE).
- Фитохемијска анализа показала је да су гална, хлорогенска и сиригинска киселина биле најзаступљеније фенолне киселине, док је катехин био главно једињење из групе флавоноида.
- Висок ниво витамина Це је детектован у плодовима ружа. Највећа концентрација је квантификована у хипанцијуму врсте *R. pendulina* узорковане на Старој Планини (1216,39 mg/100g свежег плода).
- Такође, значајна количина витамина Е квантификована је у орашицама проучаваних ружа. Највећа вредност је забележена у узорцима врсте *R. spinosissima* сакупљеним на Пештерској висоравни (3,99 mg/100g свежег плода).
- Анализом редукционог потенцијала екстракта ружа измерен је висок ниво антиоксидативне активности, који је за екстракте листова био у опсегу референтних супстанци.
- У тестовима редукције DPPH и ABTS радикала издвојили су се екстракти листова врста *R. arvensis*–Жељин ($IC_{50}=0,07$ mg/mL), *R. gallica*–Велики Крш ($IC_{50}=0,08$ mg/mL), *R. pendulina*–Стара Планина и Стол ($IC_{50}=0,09$ mg/mL), *R. spinosissima*–Пештерска висораван ($IC_{50}=0,08$ mg/mL).
- Испитивањем ензим инхибиторне активности утврђен је висок антидијабетични и антинеуродегенеративни потенцијал екстракта листова ружа.
- Измерен је умерен потенцијал инхибиторне активности екстракта ензима α -амилаза, док је ниво инхибиције ензима α -глукозидаза био вишеструко већи, у опсегу акарбозе као референтне супстанце ($IC_{50}=0,30$ mg/mL).
- Антинеуродегенеративна активност тестираних узорака се огледа у високом потенцијалу инхибиције ензима тирозиназа као и умереној инхибиторној активности ензима ацетилхолинестеразе. Међу тестираним екстрактима су се издвојили екстракти листова врста *R. arvensis*, *R. gallica* и *R. pendulina*.
- Добијени резултати сугеришу да поред плодова ружа, који су надалеко познати са аспекта традиционалне медицине и апликативног потенцијала, листови представљају нови извор биоактивних једињења која се могу применити као нови састојци хране.

6. Референце

- Abdelbaky, A. S., Mohamed, A. M., Alharthi, S. S. (2021): Antioxidant and antimicrobial evaluation and chemical investigation of *Rosa gallica* var. *aegyptiaca* leaf extracts. *Molecules*, 26, 6498.
- Adamczak, A., Buchwald, W., Zielinski, J., Mielcarek, S. (2012): Flavonoid and organic acid content in rose hips (*Rosa* L., sect. *Caninae* dc. Em. Christ.). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 54, 105–112.
- Adumitresei, L., Gostin I. (2016): Morphological and micromorphological investigations regarding the leaves of several *Rosa* L. species. *Journal of Plant Development*, 23.
- Akram, M., Riaz, M., Munir, N., Akhter, N., Zafar, S., Jabeen, F., Shariati, M. A., Akhtar, N., Riaz, Z., Altaf S. H., Daniyal M., Zahid R., Khan F. S., Said Khan, F. (2020): Chemical constituents, experimental and clinical pharmacology of *Rosa damascena*: a literature review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 72, 161-174.
- Andersson, S. C., Olsson, M. E., Gustavsson, K. E., Johansson, E., Rumpunen, K. (2012): Tocopherols in rose hips (*Rosa* spp.) during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2116–2121.
- Bhave, A., Schulzova, V., Chmelarova, H., Hajslova, J., Mrnka, L. (2017): Assessment of Rose hips based on the content of their biologically active compounds. *Journal of Food Drug Analysis*, 25, 681–690.
- Barros, L., Carvalho, A. M., Morais, J. S., Ferreira, I. C. F. R. (2010): Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterization in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chemistry*, 120, 247–254.
- Barros, L., Carvalho, A. M., Ferreira, I. C. F. R. (2011): Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of *Rosa canina* fruits in Portugal. *Food Research International*, 44, 2233–2236.
- Basu, S., Zandi, P., Cetzal-Ix, W., Sengupta, R. (2015): The genus *Rosa*: an aristocrat from the plant family with class, color and fragrance. *Iranian Society of Environmentalists Newsletter*, 1–9.
- Baydar, N. G., Baydar, H. (2013): Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts. *Industrial Crops and Products*, 41, 375–380.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70–76.
- Bergougnoux, V., Caissard, C., Jullien, F., Magnard, L., Scalliet, G., Cock, M., Hugueney, P., Baudino, S. (2007): Both the adaxial and abaxial epidermal layers of the Rose petal emit volatile scent compounds. *Planta*, 226, 853–866.
- Bitis, L., Kultur, S., Melikoglu, G., Ozsoy, N., Can, A. (2010): Flavonoids and antioxidant activity of *Rosa agrestis* leaves. *Natural Product Research*, 24, 580–589.
- Blois, M. S. (1958): Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199–1200.
- Boğa, M., Hacıbekiroğlu, I., Kolak, U. (2011): Antioxidant and anticholinesterase activities of eleven edible plants. *Pharmaceutical Biology*, 49, 290–295.

- Bojnansky, V., Fargasova, A. (2007): Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora. In: The Carpathian Mountains region. Dordrecht: Springer Science and Business Media, 243–297.
- Brewer, M. S. (2011): Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 221–247.
- Bucsa, C., Atofani, D., Oprică, L. (2013): Contributions on the biochemical composition in fruits of two *Rosa* L. taxa from the spontaneous flora. *Horticulture Series*, 56, 41–45.
- Carreira-Casais, A., Otero, P., Garcia-Perez, P., Garcia-Oliveira, P., Pereira, A. G., Carpena, M., Soria-Lopez, A., Simal-Gandara, J., Prieto, M. A. (2021): Benefits and drawbacks of ultrasound-assisted extraction for the recovery of bioactive compounds from marine algae. *International journal of environmental research and public health*, 18, 9153.
- Cai, Y. Z., Sun, M., Xing, J., Luo, Q., & Corke, H. (2006): Structure–radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life sciences*, 78, 2872–2888.
- Celep, F., Kahraman, A., Guerin, G. R., Karabacak, E., Akaydin, G., Doğan, M. (2022): Nutlet micromorphology and its taxonomic and phylogenetic significance in *Salvia* (Lamiaceae). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 156, 271–283.
- Cendrowski, A., Kraśniewska, K., Przybył, J. L., Zielińska, A., Kalisz, S. (2020): Antibacterial and antioxidant activity of extracts from rose fruits (*Rosa rugosa*). *Molecules*, 25, 1365.
- Cunja, V., Mikulic-Petkovsek, M., Zupan, A., Stampar, F., Schmitzer, V. (2015): Frost decreases content of sugars, ascorbic acid and some quercetin glycosides but stimulates selected carotenes in *Rosa canina* hips. *Journal of Plant Physiology*, 178, 55–63.
- Chua, L. S., Lau, C. H., Chew, C. Y., Ismail, N. I. M., Soontorngun, N. (2018): Phytochemical profile of *Orthosiphon aristatus* extracts after storage: Rosmarinic acid and other caffeic acid derivatives. *Phytomedicine*, 39, 49–55.
- Dai, J., Mumper, R.J. (2010): Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15, 7313–7352.
- Dabić Zagorac, D. Č., Fotirić Akšić, M. M., Glavnik, V., Gašić, U. M., Vovk, I., Tešić, Ž. L., Natić, M. M. (2020): Establishing the chromatographic fingerprints of flavan-3-ols and proanthocyanidins from rose hip (*Rosa* sp.) species. *Journal of separation science*, 43, 1431–1439.
- De Cock, K., Mijnsbrugge, V., Breyne, P., Van Bockstaele, E., Van Slycken, J. (2008). Morphological and AFLP-based differentiation within the taxonomical complex section *Caninae* (subgenus *Rosa*). *Annals of botany*, 102, 685–697.
- Dehghan, K. A., Rasooli, I., Rezaee, M. B., Owlia, P. (2011): Antioxidative properties and toxicity of white rose extract. *Iranian journal of Toxicology*, 5, 415–425.
- De la Fuente, V., Oggerin, M., Rufo, L., Rodríguez, N., Ortuñez, E., Sánchez-Mata, D., Amils, R. (2013): A micromorphological and phylogenetic study of *Sarcocornia* A. J. Scott (Chenopodiaceae) on the Iberian Peninsula. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 147, 158–173.

- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M., Hayaloglu, A. A. (2014): Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT - Food Science and Technology*, 57, 126–133.
- Deng, Y., Yang, G., Yue, J., Qian, B., Liu, Z., Wang, D., Zhong, Y., Zhao, Y. (2014): Influences of ripening stages and extracting solvents on the polyphenolic compounds, antimicrobial and antioxidant activities of blueberry leaf extracts. *Food Control*, 38, 184-191.
- Dobson, H., Bergstrom, G., Groth, I. (1990): Differences in fragrance chemistry between flower parts of *Rosa rugosa* Thunb. (Rosaceae). *Israel Journal of Plant Sciences*, 39, 143–156
- Dowidar, A. E., H. A. Loutf, M., Kamel, E. A., M. Ahamed, A. H., Hafez, H. H. L. (2003): Studies on the Rosaceae, seed and/or achene macro and micromorphology. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 6, 1778–1791.
- Džamić, A. M., Soković, M. D., Novaković, M., Jadranin, M., Ristić, M. S., Tešević, V., Marin, P. D. (2013): Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *pilifer* (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts. *Industrial Crops and Products*, 51, 401–407.
- Egea, I., Sánchez-Bel, P., Romojaro, F., Pretel, M. T. (2010): Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 121–129.
- Ersoy, N., Bagci, Y., Zenginbal, H., Ozen, M. S., Elidemir, A. Y. (2015): Antioxidant properties of Rosehip fruit types (*Rosa canina* sp.) selected from Bolu-Turkey. *International Journal of Science and Knowledge*, 4, 51–59.
- Erenturk, S., Gulaboglu, M. S., Gultekin, S. (2005): The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying. *Journal of Food Engineering*, 68, 513–518.
- Elmastas, M., Demir, A., Genç, N., Dölek, Ü., & Güneş, M. (2017): Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. *Food Chemistry*, 235, 154–159.
- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V., Featherstone, R.M. (1961): A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7, 88-95.
- Fauzi, N. A. M., Sarmidi, M. R. (2010): Storage stability of α -tocopherol extracted from heated and unheated palm oil mesocarp. *Journal of Science and Technology*, 2, 111–120.
- Fatemi, N., Attar, F., Zaeifi zadeh, M., Hamzeh'ee, B., Assareh, M. H. (2012): Morphological and micromorphological study within the taxonomical complex section *Caninae*, subsection *Caninae* *Rosa canina* L. *Taxonomy and Biosystematics*, 11, 33–45.
- Fetni, S., Bertella, N., Ouahab, A., Zapater, J., Fernandez, S. (2020): Composition and biological activity of the Algerian plant *Rosa canina* L. by HPLC-UV-MS. *Arabian Journal of Chemistry*, 13, 1105–1119.
- Fujii, T., Saito, M. (2009): Inhibitory effect of quercetin isolated from rose hip (*Rosa canina* L.) against melanogenesis by mouse melanoma cells. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73, 1989-1993.
- Galal, T. M., Al-Yasi, H. M., Fawzy, M. A., Abdelkader, T. G., Hamza, R. Z., Eid, E. M., Ali, E. F. (2022): Evaluation of the phytochemical and pharmacological potential of taif's

rose (*Rosa damascena* Mill var. *trigintipetala*) for possible recycling of Pruning Wastes. Life, 12, 273.

- Griffin, S. G., Wyllie, S. G., Markham, J. L., Leach, D. N. (1999): The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. Flavour and Fragrance Journal, 14, 322-332.
- Huchelmann, A., Boutry, M., Hachez, C. (2017): Plant glandular trichomes: natural cell factories of high biotechnological interest. Plant Physiology, 175, 6-22.
- Hummer, K. E., Janick, J. (2009): Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics. Genetics and genomics of Rosaceae, 1-17.
- Huynh, N. T., Van Camp, J., Smagghe, G., Raes, K. (2014): Improved release and metabolism of flavonoids by steered fermentation processes: a review. International Journal of Molecular Sciences, 15, 19369-19388.
- Igual, M., García-Herrera, P., Cámara, R. M., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., Cámara, M. (2022): Bioactive compounds in rosehip (*Rosa canina*) powder with encapsulating agents. Molecules, 27, 4737.
- Gostin, I., Adumitresei L. (2010): Micromorphological aspects regarding the leaves on some roses with emphasis on secretory glands. Journal of Plant Development, 17, 29-36.
- Jurišić-Grubešić, R., Vladimir-Knežević, S., Kremer, D., Kalodera, Z., Vuković, J. (2007): Trichome micromorphology in *Teucrium* (Lamiaceae) species growing in Croatia. Biologia, 62, 148-156.
- Gallenmüller, F., Feus, A., Fiedler, K., Speck, T. (2015): Rose prickles and asparagus spines—different hook structures as attachment devices in climbing plants. PLoS One. 10, e0143850.
- Gašić, U., Natić, M., Mišić, D., Lušić, V., Milojković-Opsenica, D., Tešić, Ž., Lušić, D. (2015): Chemical markers for the authentication of unifloral *Salvia officinalis* L. honey. Journal of food composition and analysis, 44, 128-138.
- Ghazghazi, H., Miguel, M. G., Hasnaoui, B., Sebei, H., Ksontini, M., Figueiredo, A. C., Pedro, L., Barroso, J. G. (2010): Phenols, essential oils and carotenoids of *Rosa canina* from Tunisia and their antioxidant activities. African Journal of Biotechnology, 9, 2709-2716.
- Guzicka, M., Zieliński, J., Tomaszewski, D., Gawlak, M. (2012): Anatomical study on the developing pericarp of selected *Rosa* species (Rosaceae). Dendrobiology, 68, 77-87.
- Kayahan, S., Ozdemir, Y., & Gulbag, F. (2022): Functional compounds and antioxidant activity of *Rosa* species grown in Turkey. Erwerbs-Obstbau, 65, 1079-1086.
- Kiralan, M., Yildirim, G. (2019): Rosehip (*Rosa canina* L.) Oil. In: Ramadan, M. (ed) Fruit Oils: Chemistry and Functionality. Springer, Berlin, 803-814.
- Kim, Y. J., Uyama, H. (2005): Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the future. Cellular and Molecular Life Sciences, 62, 1707-1723.
- Koczka, N., Stefanovits-Bányai, É., Ombódi, A. (2018): Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. Medicines, 5, 84.
- Kultur, S. (2002): Morphological and palynological studies on *Rosa pisiformis* in Eastern Turkey. Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 35, 111-119.

- Kumar, N., Bhandari, P., Singh, B., Bari, S. S. (2009): Antioxidant activity and ultra-performance LC-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for phenolics-based fingerprinting of *Rose* species: *Rosa damascena*, *Rosa bourboniana* and *Rosa brunonii*. *Food and chemical toxicology*, 47, 361-367.
- Leja, M., Mareczek, A., Nanaszko, B., Roslin, K. K. F. (2007): Antioxidant properties of fruits of certain wild tree and bush species. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogrodnictwo* (Poland), 41383.
- Liu, L., Tang, D., Zhao, H., Xin, X., Aisa, H. A. (2017): Hypoglycemic effect of the polyphenols rich extract from *Rose rugosa* Thunb on high fat diet and STZ induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 200, 174–181.
- Liaudanskas, M., Noreikiene, I., Zymone, K., Juodyte, R., Zvikas, V., Janulis, V. (2021): Composition and antioxidant activity of phenolic compounds in fruit of the genus *Rosa* L. *Antioxidants*, 10, 545.
- Ma, ZY., Wen, J., Ickert-Bond, S. M., Chen, L. Q., Liu, X. Q. (2016): Morphology, structure, and ontogeny of trichomes of the grape genus (*Vitis*, Vitaceae). *Frontiers in Plant Science*, 7, 704.
- Marmol, I., Sanchez-de-Diego, C., Jimenez-Moreno, N., Ancín-Azpilicueta, C., Rodríguez-Yoldi, M. J. (2017): Therapeutic applications of rose hips from different *Rosa* species. *International Journal of Molecular Sciences*, 18, 1137.
- Masuda, T., Yamashita, D., Takeda, Y., Yonemori, S. (2005): Screening for tyrosinase inhibitors among extracts of seashore plants and identification of potent inhibitors from *Garcinia subelliptica*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 69, 197-201.
- Matejić, J., Dzamić, A., Mihajilov-Krstev, T., Ristic, M., Randelovic, V., Krivošej, Z., Marin, P. (2016): Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of essential oil and extracts from *Heracleum sphondylium* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19, 944–953.
- Matejić, J., Jovanović, M., Žarković, L., Stojanović-Radić, Z., Gašić, U., Stanojković, T., Đurić, A., Džamić, A. (2024): Ethnopharmacological survey of *Rosa* L. species from the Vlasina plateau (southeastern Serbia): Comparative phytochemical and pharmacological screening of *R. canina*, *R. corymbifera*, and *R. dumalis*. *Food Bioscience*, 105158.
- Mayland-Quellhorst, E., Föller, J., Wissemann, V. (2012): Biological Flora of the British Isles: *Rosa spinosissima* L. *Journal of ecology*, 100, 561–576.
- Mihailović, V., Kreft, S., Benković, E. T., Ivanović, N., Stanković, M. S. (2016): Chemical profile, antioxidant activity and stability in stimulated gastrointestinal tract model system of three *Verbascum* species. *Industrial Crops and Products*, 89, 141–151.
- Mileva, M. M., Kusovski, V. K., Krastev, D. S. (2014): Chemical composition, *in vitro* antiradical and antimicrobial activities of Bulgarian *Rosa alba* L. essential oil against some oral pathogens. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 11–20.
- Miller, H. E. (1971): A simplified method for the evaluation of antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48, 91.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C. A. (1997): Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS•+ radical cation assay. *Free radical research*, 26, 195–199.

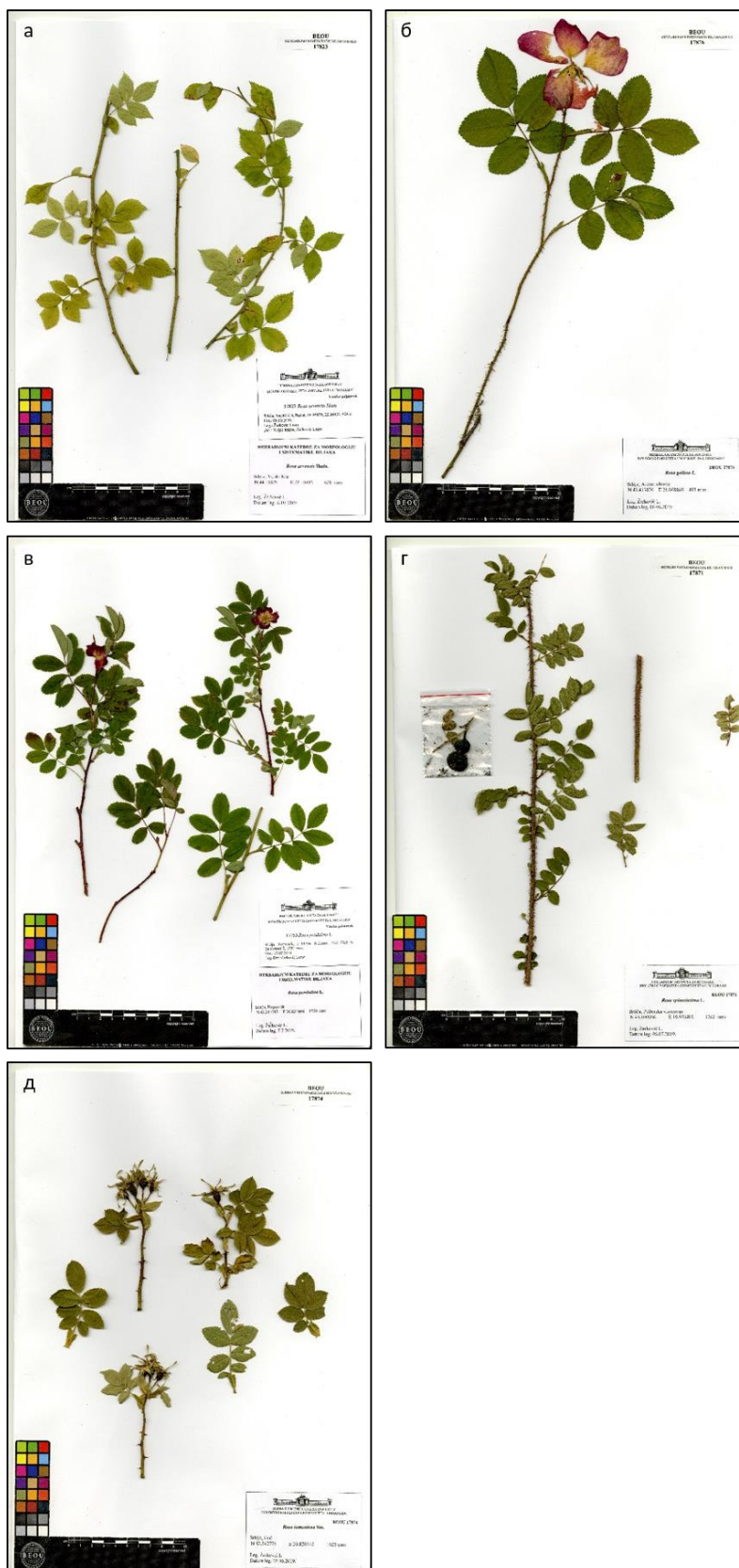
- Milenković Anđelković, A., Andjelković, M., Radovanović, V., Randjelović, B., Radovanović, A. (2016): Phenol composition, radical scavenging activity and antimicrobial activity of berry leaf extracts. *Bulgarian Chemical Communications*, 1, 27–32.
- Mišić, D., Šiler, B., Gašić, U., Avramov, S., Živković, S., Nestorović Živković, J., Milutinović, M., Tešić, Ž. (2015): Simultaneous UHPLC/DAD/(+/-) HESI-MS/MS analysis of phenolic acids and nepetalactones in methanol extracts of *Nepeta* species: a possible application in chemotaxonomic studies. *Phytochemical Analysis*, 26, 72–85.
- Moore, B. D., Andrew, R. L., Kulheim, C., Foley, W. J. (2014): Explaining intraspecific diversity in plant secondary metabolites in an ecological context. *New Phytologist*, 201, 733–750.
- Nowak, R., Gawlik-Dziki, U. (2007): Polyphenols of *Rosa* L. leaves extracts and their radical scavenging activity. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62, 32–38.
- Nojavan, S., Khalilian, F., Kiaie, F. M., Rahimi, A., Arabanian, A., Chalavi, S. (2008): Extraction and quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of *Rosa canina* L. fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 300–305.
- Nađpal, J., Lesjak, M., Šibul, F., Anačkov, G., Četojević-Simin, D., Mimica-Dukić, N., Beara, I. (2016): Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds. *Food Chemistry*, 192, 907–914.
- Nađpal, J., Lesjak, M., Mrkonjić Z., Majkić T., Četojević-Simin, D., Mimica-Dukić, N., Beara I. (2018): Phytochemical composition and *in vitro* functional properties of three wild rose hips and their traditional preserves. *Food Chemistry*, 241, 290–300.
- Nicolescu, A., Babotă, M., Zhang, L., Bunea, C. I., Gavrilas, L., Vodnar, D. C., Mocan, A., Crisan, G., Rocchetti, G. (2022): Optimized ultrasound-assisted enzymatic extraction of phenolic compounds from *Rosa canina* L. pseudo-fruits (rosehip) and their biological activity. *Antioxidants*, 11, 1123.
- Orhan, N., Aslan, M., Hosbas, S., Deliorman, O. D. (2009): Antidiabetic effect and antioxidant potential of *Rosa canina* fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 5, 309–315.
- Ouerghemmi, S., Sebei, H., Siracusa, L., Ruberto, G., Saija, A., Cimino, F., Cristani, M. (2016): Comparative study of phenolic composition and antioxidant activity of leaf extracts from three wild *Rosa* species grown in different Tunisia regions: *Rosa canina* L., *Rosa moschata* Herrm. and *Rosa sempervirens* L. *Industrial Crops and Products*, 94, 167–177.
- Ozdemir, N., Pashazadeh, H., Zannou, O., Koca, I. (2022): Phytochemical content, and antioxidant activity, and volatile compounds associated with the aromatic property, of the vinegar produced from rosehip fruit (*Rosa canina* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 154, 112716.
- Park, Y. K., Koo, M. H., Ikegaki, M., Contado, J. O. (1997): Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. *Arquivos de biologia e tecnologia*, 97–106.
- Paunović, D., Kalušević, A., Petrović, T., Urošević, T., Djinić, D., Nedović, V., Popović-Djordjević, J. (2019): Assessment of chemical and antioxidant properties of fresh and dried rosehip (*Rosa canina* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47, 108–113.

- Pećinar, I., Krstić, D., Caruso, G., Popović-Djordjević, J. B., (2021): Rapid characterisation of hypanthium and seed in wild and cultivated rosehip: application of Raman microscopy combined with multivariate analysis. *Royal Society Open Science*, 8, 202064.
- Radusiene, J., Karpaviciene, B., Stanius, Z., (2012): Effect of external and internal factors on secondary metabolites accumulation in St John's wort. *Botanica Lithuanica*, 18, 101–108.
- Rewicz, A., Marciniuk, J., Marciniuk, P. (2020): Achene micromorphology and its taxonomic significance in some species in *Taraxacum* sect. *Palustria* (Asteraceae). *PhytoKeys*, 166, 1–28.
- Ren, G., Xue, P., Sun, X., Zhao, G. (2018): Determination of the volatile and polyphenol constituents and the antimicrobial, antioxidant, and tyrosinase inhibitory activities of the bioactive compounds from the by-product of *Rosa rugosa* Thunb. var. *plena* Regal tea. *BMC complementary and alternative medicine*, 18, 1-9.
- Rojas, A. M., Gerschenson, L. N. (2001): Ascorbic acid destruction in aqueous model systems: An additional discussion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1433–1439.
- Rouhani, I., Khosh-Khui, M., Bassiri, A. (1976): Changes in ascorbic acid content of developing rose hips. *Journal of Horticultural Science*, 51, 375-378.
- Saanchez-Ferrer, A., Rodríguez-López, J. N., García-Cánova, F., García-Carmona, F. (1995): Tyrosinase: a comprehensive review of its mechanism. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1247, 1–11.
- Sarkic, A., Stappen, I. (2018): Essential oils and their single compounds in cosmeticsa critical review. *Cosmetics*, 5, 11.
- Schonenberg, J., Balthazar, M. (2012): Modern plant morphological studies. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 169, 565–568.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Sulborska, A., Weryszko-Chmielewska, E., Chwil, M. (2012): Micromorphology of *Rosa rugosa* Thunb. Petal epidermis secreting fragrant sunstances. *Acta Agrobotanica*, 65, 21–28.
- Sulborska, A., Weryszko-Chmielewska, E. (2014): Characteristics of the secretory structures in the flowers of *Rosa rugosa* Thunb. *Acta Agrobotanica*, 67, 13–24.
- Solimine, J., Garo, E., Wedler, J., Rusanov, K., Fertig, O., Hamburger, M., anassov, I., Butterweck, V. (2016): Tyrosinase inhibitory constituents from a polyphenol enriched fraction of rose oil distillation wastewater. *Fitoterapia*, 108, 13–19.
- Song, J., Roh, H., Hong, S. (2020): Petal micromorphology and its systematic implications in Rosaceae tribe *Spiraeae*. *Brittonia*, 72, 111– 122.
- Stevens, P. F. (2001 onwards): Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017.
- Tantawy, M. E., Naseri, M. (2003): A contribution to the achene knowledge of Rosoideae (Rosaceae) LM, SEM. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5, 105–112.
- Tabaszewska, M., Najgebauer-Lejko, D. (2020): The content of selected phytochemicals and *in vitro* antioxidant properties of rose hip (*Rosa canina* L.) tinctures. *NFS Journal*, 21, 50-56.

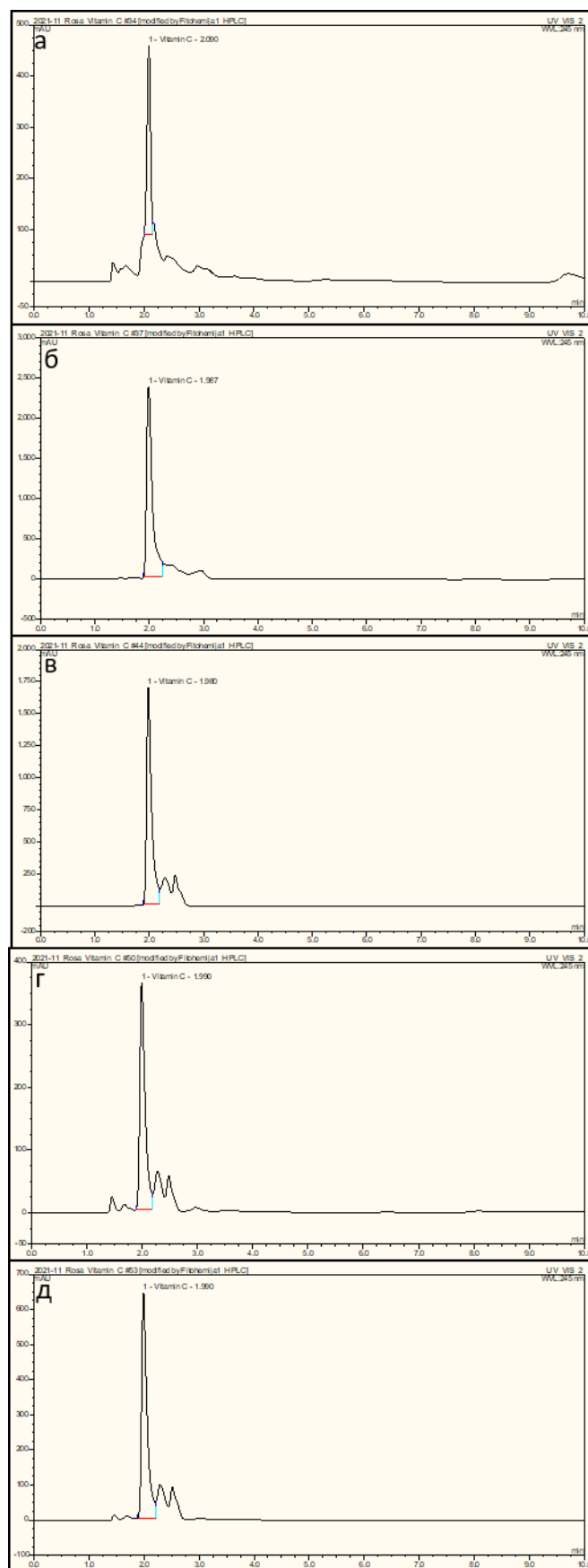
- Taghizadeh, M., Rashidi, A. A., Taherian, A. A., Vakili, Z., Mehran, M. (2018): The protective effect of hydroalcoholic extract of *Rosa canina* (Dog Rose) fruit on liver function and structure in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Journal of Dietary Supplements*, 15, 624–635.
- Tatić, B., Blečić, V., Vidović, V., Čuković, S., & Varajić, D. (1988): *Sistematika i filogenija viših biljaka*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Tumbas, V., Čanadović-Brunet, J., Četojević-Simin, D., Četković, G., Đilas, S., Gille, L. (2012): Effect of rosehip (*Rosa canina* L.) phytochemicals on stable free radicals and human cancer cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 1273–1281.
- Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S. (2006): Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, 99, 835–841.
- Um, M., Han, T. H., Lee, J. W. (2018): Ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid from rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.) fruit. *Food science and biotechnology*, 27, 375–382.
- Verma, N., Shukla, S. (2015): Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2, 105–113.
- Vukićević, E. (1972). *Rod Rosa*. U M. Josifović (Ed.), *Flora SR Srbije IV*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti, 29-62.
- Wagner, G. J., Wang, E., Shepherd, R. W. (2004): New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany*, 93, 3–11.
- Wang, D. J., Zeng, J. W., Ma, W. T., Lu, M., An, H. M. (2019): Morphological and structural characters of trichomes on various organs of *Rosa roxburghii*. *HortScience*, 54, 45–51.
- Wang, X., Shen, C., Meng, P., Tan, G., Lv, L. (2021a): Analysis and review of trichomes in plants. *BMC Plant Biology*, 21, 70.
- Wang, D. J., Lu, M., Ludlow, R. A., Zeng, J. W., Ma, W.T., An, H.M. (2021b): Comparative ultrastructure of trichomes on various organs of *Rosa roxburghii*. *Microscopy Research and Technique*, 84, 2095–2103.
- Wang, R., He, R., Li, Z., Lin, X., & Wang, L. (2021b): HPLC-Q-Orbitrap-MS/MS phenolic profiles and biological activities of extracts from roxburgh rose (*Rosa roxburghii* Tratt.) leaves. *Arabian Journal of Chemistry*, 14, 103257.
- Werker, E. (2000): Trichome diversity and development. *Advances in Botanical Research. Plant Trichomes/Academic Press*, 31:1–35.
- Wu, H., Li, M., Yang, X., Wei, Q., Sun, L., Zhao, J., Shang, H. (2020): Extraction optimization, physicochemical properties and antioxidant and hypoglycemic activities of polysaccharides from roxburgh rose (*Rosa roxburghii* Tratt.) leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 517–529.
- Yan, Y., Luo, Z., Deng, T., Cui, X., Yang, J., Pan, X., Yang, L., Wang, Y., Li, L., Li, L., Gao, M., Yang, X. (2022): Effect on hypoglycemic activity and UPLC–MS/MS profiling of *Rosa roxburghii* fruit fermented with Chinese traditional distiller's yeast. *Food Science and Technology*, 42, e41822.

- Yang, X. W., Huang, M. Z., Jin, Y. S., Sun, L. N., Song, Y., Chen, H. S. (2012): Phenolics from *Bidens bipinnata* and their amylase inhibitory properties. *Fitoterapia*, 83, 1169–1175.
- Yang, Y., Li, W., Xian, W., Huang, W., Yang, R. (2022): Free and bound phenolic profiles of *Rosa roxburghii* Tratt leaves and their antioxidant and inhibitory effects on α -glucosidase. *Frontiers in nutrition*, 9, 922496.
- Yoruk, I. H., Turker, M., Kazankaya, A., Erez, M. E., Batta, P., Celik, F. (2008): Fatty acid, sugar and vitamin contents in rose hip species. *Asian Journal of Chemistry*, 20, 1357–1364.
- Zahid, K., Ahmed, M., Khan, F. (2018): Phytochemical screening, antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of seven local varieties of *Rosa indica* L. *Natural Product Research*, 32, 1239–1243.
- Zeng Ni., Z. N., Zhang JianRu, Z. J., Chang Zhao Yang, C. Z. (2017a): Micromorphological characteristics of leaf epidermis and systematic significance of *Rosa* L. from China. *Guangxi Zhiwu / Guihaia*, 169-185.
- Zeng, F., Ge, Z., Limwachiranon, J., Li, L., Feng, S., Wang, Y., Luo, Z. (2017b): Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of *Rosa roxburghii* fruit and identification of main bioactive phytochemicals by UPLC-Triple-TOF/MS. *International Journal of Food Science & Technology*, 52, 897–905.
- Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A., Ceylan, R. (2014): *Sideritis galatica* Bornm.: A source of multifunctional agents for the management of oxidative damage, Alzheimer's's and diabetes mellitus. *Journal of Functional Foods*, 11, 538–547.
- Zengin, G., Locatelli, M., Carradori, S., Mocan, A. M., & Aktumsek, A. (2016): Total phenolics, flavonoids, condensed tannins content of eight *Centaurea* species and their broad inhibitory activities against cholinesterase, tyrosinase, α -amylase and α -glucosidase. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44, 195–200.
- Zuraw, B., Sulborska, A., Stawiarz, E., Weryszko-Chmielewska, E. (2015): Flowering biology and pollen production of four species of the genus *Rosa* L. *Acta Agrobotanica*, 68, 267–278.
- Zieliński, J., Guzicka, M., Tomaszewski, D., Maciejewska-Rutkowska, I. (2010): Pericarp anatomy of wild roses (*Rosa* L., Rosaceae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205, 363–369.
- Žarković, L. D., Stanković, S. S., Veljić, M. M., Marin, P. D., & Džamić, A. M. (2022a): Flower micromorphology of eight wild-growing *Rosa* species (Rosaceae) from Serbia. *Biologia*, 77, 351–359.
- Žarković, L. D., Mileski, K. S., Matejić, J. S., Gašić, U. M., Rajčević, N. F., Marin, P. D., Džamić, A. M. (2022b): Phytochemical characterisation, *in vitro* antioxidant and antidiabetic activity of *Rosa arvensis* Huds. extracts. *Food Bioscience*, 50, 102125.
- Žarković, L. D., Hinić, S. S., Matejić, J. S., Veljić, M. M., Marin, P. D., Džamić, A. M. (2024): Fruit micromorphology and morphometry of eight wild-growing roses in Serbia. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 158, 823–835.

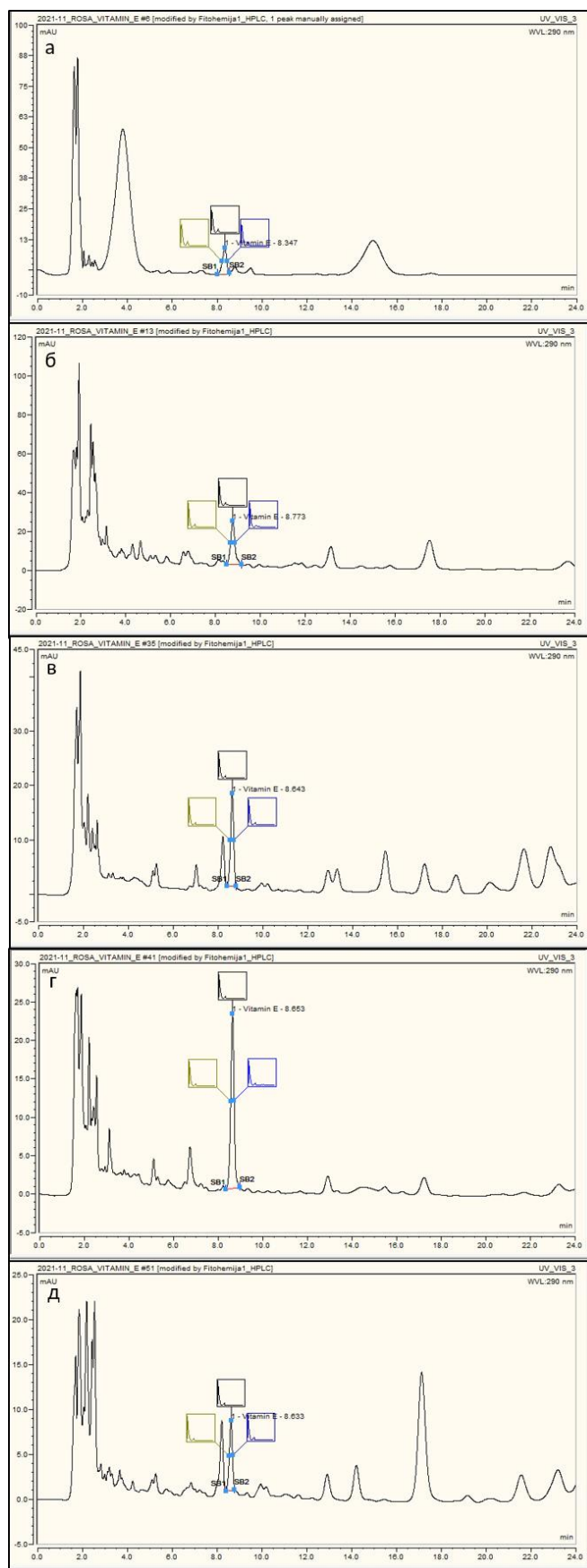
ПРИЛОГ 1. Депоновани ваучер примерци одабраних узорака ружа: а) *R. arvensis* (лок. Велики Крш), б) *R. gallica* (лок. Александровац), в) *R. pendulina* (лок. Копаоник), г) *R. spinosissima* (лок. Пештерска висораван), д) *R. tomentosa* (лок. Гоч).



ПРИЛОГ 2. HPLC-DAD хроматограми квантификације садржаја витамина Ц у хипанцијуму ружа: а) *R. arvensis* (лок. Велики Крш), б) *R. gallica* (лок. Александровац), в) *R. pendulina* (лок. Стара Планина), г) *R. spinosissima* (лок. Стара Планина), д) *R. tomentosa* (лок. Рогозна).



ПРИЛОГ 3. HPLC-DAD хроматограми квантификације садржаја витамина Е у орашицама ружа: а) *R. arvensis* (лок. Велики Крш), б) *R. gallica* (лок. Александровац), в) *R. pendulina* (лок. Стара Планина), г) *R. spinosissima* (лок. Пештерска), д) *R. tomentosa* (лок. Рогозна).



Биографија аутора

Лазар Д. Жарковић, је рођен 21.07.1992. у Крушевцу, Република Србија. Након завршене основне школе и гимназије школске 2011 уписује Биолошки факултет Универзитета у Београду. Основне академске студије завршава 2017. године са просечном оценом 8,16 и уписује мастер академске студије на студијском програму Биологија модул Експериментална и примењена ботаника. Мастер академске студије завршио је 2018. године, са просечном оценом 10 и одбраном мастер рада под називом „Микроморфолошке карактеристике и антиоксидативни потенцијал екстракта *Rosa pendulina* L. и *R. tomentosa* Sm. (Rosaceae)“ на Биолошком факултету Универзитета у Београду. Школске 2018/2019. године уписује докторске студије на студијском програму Биологија, модул Експериментална и примењена ботаника. Од маја 2019. године запослен је као истраживач-приправник на Биолошком факултету Универзитета у Београду на Катедра за морфологију и систематику биљака на пројекту „Микроморфолошка, фитохемијска и молекуларна истраживања биљака – систематски, еколошки и применљиви аспекти“, (ОИ 173029), Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. У звање истраживач сарадник изабран је марта 2022 док је у звање асистента изабран марта 2023. Поред ангажовања на пројекту финансираном од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ев. бр. 451-03-68/2020-14/200178), од 2020. ангажован је и на пројекту „Природни сируп као ароматичан функционалан прелив“, број ПоЦ-5711, Фонда за иновациону делатност Републике Србије. Од децембра 2022. ангажован је на пројекту из програма Трансфер технологије Фонда за иновациону делатност, број, ТТ-1134, чији је руководилац др Ксенија Милески, научни сарадник Биолошког факултета Универзитета у Београду.

Објавио је три научна рада као први аутор у међународним часописима (1 – M21, 1 – M22, 1 – M23). Као коаутор је објавио 3 публикације (1 – M21, 2 – M22). Члан је Српског Биолошког друштва.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Лазар Жарковић

Број индекса Б3015/2018

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**Микроморфолошке карактеристике, фитохемијска анализа и биолошки
потенцијал пет самониклих врста рода *Rosa* L. из Србије**

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

У Београду, 02.04.2025.

Потпис аутора

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Лазар Жарковић

Број индекса Б3015/2018

Студијски програм Биологија; модул: Експериментална и примењена ботаника

Наслов рада Микроморфолошке карактеристике, фитохемијска анализа и биолошки потенцијал пет самониклих врста рода *Rosa* L. из Србије

Ментор проф. др Ана Цамић

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

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

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

У Београду, 02.04.2025.

Потпис аутора

Изјава о коришћењу

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

Микроморфолошке карактеристике, фитохемијска анализа и биолошки потенцијал пет самониклих врста рода *Rosa* L. из Србије

која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

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

У Београду, **02.04.2025.**

Потпис аутора

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.