

Latvijas Universitāte

Bioloģijas fakultāte



Anta Sparinska

**Rugosa grupas rožu hibrīdu bioloģiskā
daudzveidība**

Promocijas darbs

Bioloģijas doktora zinātniskā grāda iegūšanai

Apakšnozare – Augu fizioloģija

Darba vadītājs: Dr. biol. Nils Rostoks

Darba recenzenti:

Dr. hab. biol. Ģederts Ieviņš (LU)

Vad. pētn., Dr. biol. Gunta Jakobsone (NBD)

Dr. biol. Ina Alsīņa (LLU)

Rīga

2014

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes
Augu fizioloģijas katedrā laika posmā no 2007. līdz 2013. gadam.



Projekta „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē - 2” Vienošanās Nr.
011/0054/1DP/1.1.2.1.2/11/IPIA/VIAA/002 LU reģistrācijas Nr. ESS2011/131

Kopsavilkums

Rozes ir viens no pasaulē pazīstamākajiem un vairāk audzētajiem dekoratīvajiem augiem. Latvijas apstākļos pilsētu apstādījumiem, parkiem un dārziem par vispiemērotākajām atzītas rugosas hibrīdu grupas šķirnes. Pētījumos izmantotas 20 rugosas hibrīdu šķirnes, kas aug Latvijā, Nacionālajā botāniskajā dārzā. Tās iepriekš pārbaudītas kā apstādījumos izmantojams materiāls, bet līdz šim nav bijis pētījumu par savvaļas sugas īpašību pārnesi selekcijas ceļā, kā arī par tajās sastopamajām bioloģiski aktīvajām vielām, kas varētu prognozēt šo augu plašāku izmantošanu.

Šī darba gaitā ar DNS testu palīdzību ir pārbaudīta rugosas hibrīdu šķirņu un pamatsugas iedzimtība, kā arī novērtēta izturība pret *Diplocarpon rosaea* izraisīto tumšplankumainību, pētīta antiradikālā aktivitāte, pigmentu daudzums un gaistošo savienojumu saturs un sastāvs dažādās auga daļās. Lai noskaidrotu Eiropā arvien vairāk izplatītās sugas un to hibrīdu pielietojamības potenciālu, par modeļiem izvēlētas reģistrētas un Nacionālajā botāniskajā dārzā vismaz piecus un vairāk gadus augušas Dr. agr. Dzidras Riekstas selekcionētās šķirnes un to vecākaugi. rugosa hibrīdi satur plašu spektru bioloģiski aktīvu vielu, kas nosaka lapu un vainaglapu krāsu un smaržu. Augļi ir bagāti ar karotinoīdiem un askorbīnskābi. Līdz šim Latvijā nav veikti pētījumi par krokainās rozes un tās hibrīdu gaistošo savienojumu saturu un sastāvu. Rugosas hibrīdu ziedos un hidrosolos dominējošie gaistošie savienojumi ir citronelols, nerols, geraniols un feniletilspirts. Šīs vielas nosaka vainaglapu un hidrosola potenciālo ārstniecisko kvalitāti. Neatkarīgi no daudzām būtiskām fenotipiskām un fizioloģiskām atšķirībām visiem hibrīdiem piemīt augsta antiradikālā aktivitāte. Gan savvaļā izplatītā suga, gan dārzos audzētie rugosas hibrīdi ir daudzsološs bioloģiski aktīvo vielu avots.

Abstracts

Roses are among the world's best-known and most grown ornamental plants. Under Latvian conditions the most appropriate roses for urban landscapes, parks and gardens are the Hybrid Rugosa. Hybrid Rugosa have previously been tested for use in landscape designing, but so far there have been no studies about transferring properties of wild species through breeding, as well as about biologically active substances that may suggest further use of these plants. For this purpose 20 officially registered Hybrid Rugosa varieties bred by Dr. agr. Dzidra Rieksta and grown in the National Botanical Garden for at least five years were chosen as models along with their parental varieties. During this study inheritance of Hybrid Rugosa and the base-species was tested with DNA markers; the resistance against black spot caused by *Diplocarpon rosaea* was evaluated, the antiradical activity, quantity of pigments and content of volatile compounds was examined in different parts of the plants to determine the use of the species and its hybrids.

R. rugosa contains a wide spectrum of biologically active ingredients which determine the colour and fragrance of leaves and petals. In the Middle and Far East ethnopharmacology *R. rugosa* has been acknowledged for its biologically active properties. Until now there have not been any studies in Latvia about the content of the biologically active compounds in *R. rugosa* and its hybrids. The fruits are rich with carotenoids and ascorbic acid. Hybrid Rugosa flowers contain a great quantity of volatile compounds. The dominant volatile compounds in Hybrid Rugosa's flowers and hydrosols are citronellol, nerol, geraniol and phenylethyl alcohol. These substances determine the potential medical use of the flowers and hydrosols. Independent of several substantial phenotypic and physiological differences all hybrids have a high antiradical activity. The characteristics of Hybrid Rugosa allow a wide economic use. Each cultivar has a different set of qualitative and useful characteristics.

Saturs

Tabulu saraksts.....	7
Attēlu saraksts	7
Pielikumu saraksts.....	8
Darbā izmantotie saīsinājumi	9
Ievads	10
1. Literatūras apskats	11
1.1. Rozes augu sistemātikā	11
1.2. Botāniskais raksturojums	13
1.3. Krokainās rozes izplatība	15
1.4. Krokainās rozes adaptācijas spējas	17
1.5. Dārzkopībā izmantotā rožu klasifikācija	19
1.6. Selekcijas attīstība, tendences un nozīme	21
1.7. Rožu ģenētiskais raksturojums	25
1.8. Tumšplankumainība un tās rezistence	29
1.8.1. Sēnes attīstības cikls	29
1.8.2. Slimības izplatība	30
1.8.3. Slimības rezistences raksturojums	31
1.9. Rugosa rožu audzēšanas agrotehnika	33
1.10. Bioloģiski aktīvie savienojumi	34
1.10.1. Pigmentu saturs un daudzums	36
1.10.2. Askorbīnskābes saturs augļos	39
1.10.3. Antiradikālās īpašības	40
1.10.4. Gaistošie organiskie savienojumi vainaglapās	42
2. Metodes un materiāli	43
2.1. Pētījumā izmantoto šķirņu raksturojums	43
2.2. Audzēšanas tehnoloģija	49
2.3. DNS mikrosatelītu analīze	50
2.4. Tumšplankumainības (<i>Diplocarpon rosae</i>) novērtējums	51
2.5. Antiradikālās aktivitātes noteikšana	52
2.6. Pigmentu noteikšanas metodes	53
2.7. Askorbīnskābes analīzes paaugļos	55
2.8. Gaistošo savienojumu noteikšana rožu vainaglapās un hidrosolā	56
3. Rezultāti.....	57

3.1. Ģenētiskās daudzveidības analīze	57
3.2. Tumšplankumainības skrīnings	59
3.3. Antiradikālā aktivitāte	60
3.4. Antociānu saturs vainaglapās	61
3.5. Hlorofilu un karotinoīdu saturs lapās	62
3.6. Askorbīnskābe augļos	64
3.7. Karotīnu saturs augļos	64
3.8. Gaistošie savienojumi vainaglapās	65
4. Diskusija	69
4.1. Ģenētiskās daudzveidības analīze	69
4.2. Tumšplankumainības novērtējums	70
4.3. Antiradikālā aktivitāte	71
4.4. Antociānu saturs vainaglapās	73
4.5. Hlorofilu saturs lapās	74
4.6. Karotinoīdi rugosa hibrīdu lapās un paaugļos	75
4.7. Askorbīnskābe paaugļos	76
4.8. Gaistošie savienojumi vainaglapās un hidrosolā	77
4.9. Rugosa hibrīdu šķirņu salīdzināšana	79
Secinājumi.....	80
Literatūras saraksts.....	81

Tabulu saraksts

1. tabula. Pētījumu veikšanas laika grafiks	43
2. tabula. Izturēšanas laika un temperatūras programma	54
3. tabula. Tumšplankumainības (<i>Diplocarpon rosae</i>) rezistences novērtējums 10 ballu sistēmā un ziedēšanas sākums rugosa hibrīdiem un to vecākaugiem.	59

Attēlu saraksts

1. attēls. Rožu ģints iedalījums četrās apakšģintīs un desmit sekcijās	12
2. attēls. Krokainās rozes audze Papes pļavās	13
3. attēls. Krokainās rozes lapa	14
4. attēls. <i>R. rugosa</i> zieds un auglis	15
5. attēls. <i>R. rugosa</i> izplatība Eiropā	16
6. attēls. Pirmā tējhibrīdroze 'La France'	20
7. attēls. Rožu klasifikācija vecajās rozēs un modernajās rozēs	21
8. attēls. Tumšplankumainības vizuālās pazīmes uz rozes lapas virsmas	29
9. attēls. Krokainās rozes paaugļi ir bagāts C vitamīna avots	39
10. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes	44
11. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes	46
12. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes	47
13. attēls. Hlorofilu un antociānu šķīdumi pirms spektrofotometrijas analīzēm	52
14. attēls. Neighbour-Joining dendrogramma	57
15. attēls. SSR genotipu datu analīze	58
16. attēls. Antiradikālā aktivitāte lapās un vainaglapās	60
17. attēls. Antociānu saturs $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ <i>R. rugosa</i> un tās hibrīdu vainaglapās	61
18. attēls. Hlorofila un karotinoīdu daudzums rožu lapās $\text{mg } \text{g}^{-1}$	62
19. attēls. Askorbīnskābes saturs augļos $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$	63
20. attēls. Karotinoīdu daudzums rožu paaugļos $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$	64
21. attēls. Gaistošie savienojumi rugosa hibrīdiem	65
22. attēls. Gaistošo savienojumu daudzums vainaglapās un hidrosolā	66
23. attēls. No <i>R. rugosa</i> vainaglapām izdalītais gaistošo savienojumu	67

Pielikumu saraksts

1. pielikums. Pētījumā izmantoto varietāšu raksturojuma kopsavilkums	104
2. pielikums. Tumšplankumainības novērtējums, 2005.– 2007. gads	106
3. pielikums. Mikrosatelītu lokusi ģenētiskās daudzveidības analīzei	107
4. pielikums. Antiradikālās aktivitātes dispersijas analīze	109
5. pielikums. Vainaglapu antociānu satura dispersijas analīze	110
6. pielikums. Lapu pigmentu dispersijas analīze	111
7. pielikums. Askorbīnskābes dispersijas analīze	113
8. pielikums. Augļos noteikto karotīnu statistiskā analīze	115
9. pielikums. Gaistošo savienojumu daudzums pēc gāzu hromotogrāfa	117
10. pielikums. Gaistošo savienojumu daudzums un sastāvs vainaglapās	119
11. pielikums. Gaistošo savienojumu daudzums un sastāvs no rožu vainaglapām iegūtā hidrosolā, 2012. gads	120
12. pielikums. Gaistošo savienojumu daudzums un sastāvs, 2013. gads	121

Darbā izmantotie saīsinājumi

- AFLP – amplificēto fragmentu garuma polimorfisma DNS marķieris
BEAT – gēns, kas kodē benzilacetiltransferāzi
BEBT – gēns, kas kodē benzilspirta benzoiltransferāzi,
BTH – acibenzalor-S-metils,
DPPH – 2-difenil-1-pikrilhidrazil – radikālis
DFR – enzīms dihidro-flavonola reduktāze
DHK – antociāns dihidrokamferols
DNS – dezoksiribonuklīnskābe
DVB/Car/PDMS – divinilbenzēna/karboksēna/polidimetilsiloksāna šķiedru.
GC/MS – gāzu hromatogrāfs ar masu selektīvo detektoru
HIV-1 RT – vīrusa 1 reversa transkriptāzes
ISR – inducēta sistēmas rezistence
muRdr1H – *R. multiflora* gēns, kas nosaka tumšplankumainības rezistenci
PCo – SSR genotipu datu principiālo koordināšu analīze
PR – patoģenēzei raksturīgu proteīnu saimes
QTL – kvantitatīvo pazīmju lokusi
RAPD – nejauši amplificētas polimorfās DNS marķieris
Rdr1 – *R. rugosa* tumšplankumainības izturības gēns
RFLP – restrikcijas fragmentu garuma polimorfismu DNS marķieris
RHS – Karaliskā dārzkopības biedrība (Royal Horticulture Society)
SAR – sistēmiski iemantota slimības rezistence
SCAR – amplificētu rajonu ar raksturotu sekvenci marķieriem
SD – integrētā novērtējuma vērtība
SNP – punktveida mutācijas (single nucleotide polymorphism)
SSR – mikrosatelītu marķieris

Ievads

Rozes ir viens no pasaulē pazīstamākajiem un vairāk audzētajiem dekoratīvajiem augiem. Ilgstošā selekcijas darbā ir radīts daudz dažādu grupu šķirņu, tomēr vairums no tām nav piemērotas Latvijas klimatiskajiem apstākļiem. Latvijā pilsētu apstādījumos, parkos un dārzos par vispiemērotākajām atzītas rugosa hibrīdu grupas šķirnes. Pētījumos izmantotas 20 rugosa hibrīdu šķirnes, kas aug Latvijā, Nacionālajā botāniskajā dārzā. Tās iepriekš ir pārbaudītas kā apstādījumos pielietojams materiāls, bet līdz šim nav bijis pētījumu par savvaļas sugas īpašību pārnesi selekcijas ceļā, kā arī par tajās sastopamajām bioloģiski aktīvajām vielām, kas varētu prognozēt šo augu plašāku izmantošanu. Tuvo un Tālo Austrumu etnofarmokoloģijā *Rosa rugosa* Thunb. guvusi plašu atzinību, pateicoties bioloģiski aktīvajām īpašībām un “šķidrā zelta” – rožu eļļas – ieguvei. Darba mērķis ir noskaidrot krokainās rozes (*Rosa rugosa*) un tās hibrīdu ģenētisko un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzveidību, lai veicinātu auga lietderīgu izmantošanu. Šī darba gaitā tika veikti sekojoši uzdevumi: ar DNS testu palīdzību ir pārbaudīta rugosa hibrīdu šķirņu un pamatsugas iedzimtība, kā arī novērtēta izturība pret *Diplocarpon rosae* Wolf izraisīto tumšplankumainību, pētīta antiradikālā aktivitāte, pigmentu daudzums un gaistošo savienojumu saturs un sastāvs dažādās auga daļās, lai noskaidrotu Eiropā arvien vairāk izplatītās sugas un to hibrīdu pielietojamības potenciālu. Par modeļiem izvēlētas reģistrētas un Nacionālajā botāniskajā dārzā vismaz piecus un vairāk gadus augušas Dr. agr. Dzidras Riekstas selekcionētās šķirnes un to vecākaugi. *R. rugosa* satur plašu spektru bioloģiski aktīvu vielu, kas nosaka lapu un vainaglapu krāsu un smaržu. Augļi ir bagāti ar karotīnu un askorbīnskābi. Rugosa hibrīdu ziedos un hidrosolos dominējošie gaistošie savienojumi ir citronelols, nerols, geraniols un feniletilspirts. Šīs vielas nosaka vainaglapu, hidrosola un eļļas potenciālo ārstniecisko kvalitāti. Līdz šim Latvijā nav veikti pētījumi par krokainās rozes un tās hibrīdu gaistošogaistošo savienojumu saturu sastāvu. Izņēmums ir dažu šķirņu augļiem noteiktais askorbīnskābes un karotinoīdu daudzums. Bioloģiski aktīvo vielu apzināšana ir būtisks posms Latvijā augošo rugosa hibrīdu plašāka izmantojamības potenciālā un vērtības apzināšanā. Pirmo reizi Latvijā pārbaudīta rugosa hibrīdu šķirņu pēctecība. Pirmo reizi noteikta rugosa hibrīdu lapu un vainaglapu antiradikālā aktivitāte. Noteikti gaistošie savienojumi, kas izdalās no rugosa hibrīdu vainaglapām un no tām gatavota hidrosola. Pētījuma rezultāti paplašina pašreizējo priekšstatu par krokainās rozes un tās hibrīdu pielietojumu.

1. Literatūras apskats

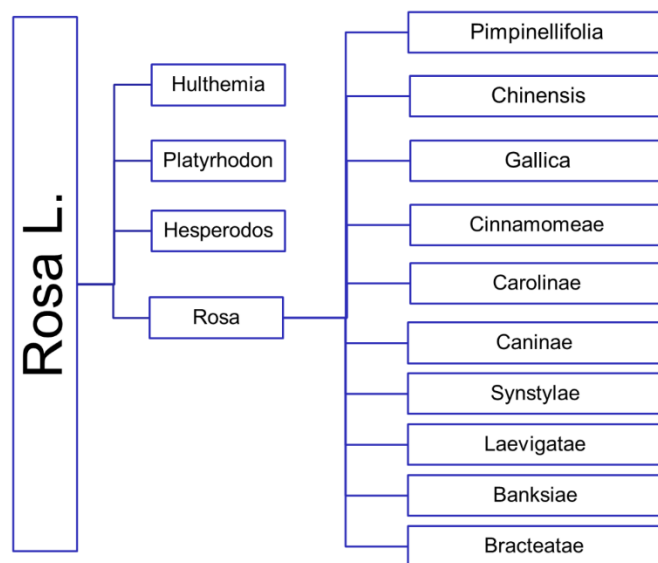
Lai iegūtu vispārīgu priekšstatu par krokainās rozes (*Rosa rugosa*) un rugosa hibrīdu dabu, audzēšanas un pētniecības tendencēm, literatūras apskatā ir aplūkota *R. rugosa* vieta dārzkopības un klasiskajā sistemātikā, botāniskais un ģenētiskais raksturojums, spēja pielāgoties augšanai apstākļos ar dažādiem augiem kritiskiem priekšnosacījumiem, iezīmēts selekcijas ceļš uz slimībizturīgiem un dekoratīviem rugosa hibrīdiem, apskatīti pamatnosacījumi šo kultūraugu veiksmīgas audzēšanas agrotehnikai. Lai izprastu slimības rašanās un rezistences cēloņus, apkopota informācija par postošās tumšplankumainības slimības ierosinātājas patogēna sēnes *Diplocarpon rosea* inficēšanas, attīstības, izplatības un ierobežošanas mehānismiem. Lai izprastu agronomisko, fizioloģisko un farmaceitisko procesu norisi un saistības, izzināta lapās esošo hlorofilu, karotinoīdu, augļos sastopamās askorbīnskābes un karotinoīdu, vainaglapu krāsu noteicošo antociānu, kā arī gaistošo savienojumu nozīme auga attīstībā un apkopoti dati par to izmantojamību.

1.1. Rozes augu sistemātikā

Taksonomiski krokaino rozi *R. rugosa* iedala segsēkļu (magnolijaugu) apakšnodalījuma divdīgļlapju klases rožu dzimtā. Sēklaugu nodalījumā *Rosaceae* atkarībā no augļu veida iedalās četrās apakšdzimtās: *Spiraeoideae*, *Amygdaloideae*, *Maloidea*, *Rosoideae*. *R. rugosa* pieder vienai no lielākajām augu valsts dzimtām, kurā ir apmēram 100 ģinšu un 3000 sugu. Deviņdesmit no tām ir ekonomiski nozīmīgas, piemēram, ābeles, bumbieres, plūmes, zemenes, rozes (Cairns, 2000). Rožu ģintī ir daudz savvaļas sugu, to varietāšu un kultūraugu formu, kas izplatītas gandrīz visā pasaulē (Āboliņš, 1912). Tā kā rožu ģints ir ļoti polimorfa, sugu norobežošana kļūst gandrīz neiespējama un sugu skaits ir visai nenoteikts (Rieksta, 2003). Pēc I. Riekstiņa pētījumiem, Latvijā sastopamas 11 vietējās floras sugas, bet kopā ar introducētajāmvarētu būt ap 100 rožu sugu (Rieksta, 1983).

Pēc atjaunotās Rēdera 1940. gadā izdotās rožu sistemātikas, kas labota XVII Starptautiskajā botānikas kongresā Vīnē 2005. gadā (Young & Schorr, 2007), apmēram 120 rožu sugu ir sakārtotas četrās apakšģintīs: *Hulthemia*, *Platyrhodon* un *Hesperodos*, kurā katrā ir viena suga, un *Rosa*, kurā iekļautas visas īstās rozes, kas savukārt iedalītas desmit sekcijās (1. attēls). Lielākās un svarīgākās no tām ir *Pimpinellifolia* – di- un tetraploīdi, *Chinensis (Indicae)* – diploīdi, *Gallicanae* – tetraploīdi, *Cinnamomeae = Rosa*, kurā dažkārt iekļauj arī *Carolinae* – di- līdz oktaploīdi, *Caninae* – tetra- līdz

heksaploīdi un *Synstylae* – diploīdi. Vēl ir trīs sekcijas ar vienu līdz divām rožu sugām: *Laevigatae*, *Banksiae* un *Bracteatae*. Pēdējām trim sugām nav lielas nozīmes dārza rožu attīstībā. *Cinnamomeae* – kanēļrožu jeb īsto rožu sekcija – ir lielākā Āzijas izcelsmes rožu grupa, kurā iekļauta arī *R. rugosa*. Aprakstos tā atrodama arī ar sinonīmiem *Rosa ferox* Lawrance, *R. kamtchatica* Red, *R. pubescens* Baker, kā arī *R. x hollandica* un *R. regeliana*.



1. attēls. Rožu ģints iedalījums.

Latvijā savvaļā (Kļaviņš, 2012) ir sastopamas divu sekciju vietējās sugas: kanēļrožu (*Cinnamomeae*) sekcijas piederīgā rudā roze (*Rosa majalis* Herrm.) un suņu rožu (*Caninae*) sekcijas pārstāves potcelmu roze (*Rosa subcanina* (H.Christ) Vuk.), Vogēzijas roze (*Rosa dumalis* Bechst.), suņu roze (*Rosa canina* L.), pakalnu roze (*Rosa subcollina* Dalla Torre & Sarnth), pelēkzilā roze (*Rosa caesia* Sm.), smaržlapu roze (*Rosa rubiginosa* L.), ābolu roze (*Rosa pomifera* Herrm.), mīkstā roze (*Rosa mollis* Sm.), tūbainā roze (*Rosa sherardii* Davies) un raupjā roze (*Rosa scabriuscula* Winch ex Sm.) (Riekstiņš, 1980). Visā Latvijas teritorijā ir sastopama tikai rudā roze un potcelmu roze. Pārējās sugas sastopamas reti, pa vienai vai nelielās grupās mežmalās, krūmājos un dažkārt atklātās vietās. Šerarda roze, ābolu roze un mīkstā roze ir ierakstītas Latvijas Sarkanajā grāmatā. Visas šīs sugas zied vienu reizi augšanas sezonā

1.2. Botāniskais raksturojums

R. rugosa ir 0.5–2 metrus augsts, bagātīgi zarots krūms (Pētersone, Birkmane 1980), (2. attēls). Sliktos apstākļos vai pēkšņu negadījumu, piemēram, ugunsgrēka, gadījumā rozes augums samazinās, nereti veidojot klājenisku audzi, bet, kad apstākļi uzlabojas, dzinumu daudzums strauji palielinās.



2. attēls. Krokainās rozes audze Papes plāvās.

R. rugosa ir nanofaneroģīts – krūms, kam nav virszemes stumbra, bet zari atzaro no pazemes stumbra tuvu pie zemes vai zemē. Dzinumi līdz 4 cm diametrā, blīvi klāti ar taisniem dažāda garuma dzeloņiem. Dzeloņi ir īpaši rožu dzinumu segaudu veidojumi un dabisks auga aizsardzības līdzeklis. Garākie dzeloņi ir ap 1 cm gari, apmatoti, pie pamatnes konusveidīgi. Lapas ir nepāra, plūksnaini saliktas no 5–9 biezām, eliptiskām, 2–6 cm garām, 0.8–2 cm platām lapiņām. Lapas kāts tūbains vai dzeloņains. Lapiņas krokainas, ar iedziļinātām dzīslām, mala zobaina, plātnes virspuse spīdīgi zaļa, kaila, apakšpuse blāvi pelēkzaļa, dažreiz dziedzeraina (3. attēls). Lapas dzīslējums tīklveida, katra dzīsla (vadaudu kūlītis) beidzas ar divām traheīdām. *R. rugosa* hibrīdiem lapu apakšpusē ir īpaši dziedzeri, kas izdala ēteriskās eļļas. Atvārsnīšu lapas virspusē nav, tās ir grūti pamanīt arī pūkainajā lapas apakšpusē. Pie lapas pamata ir plati trīsstūrainas ausainas pielapes. Unikālais rievējums ļauj noēnot daļu lapu plātnes, samazinot iztvaikošanu, kā arī iegūt lielāku virsmu ūdens, t. sk. rasas uztveršanai, kas dažkārt var būt vienīgais mitruma avots. Ziedi un augļi veidojas uz garākajiem dzinumiem. Ziedi 4–

5.5 cm lieli, ar piecām kauslapām un karmīnsarkanām vainaglapām (4. attēls), pa vienam vai mazskaitlīgos sastatos zaru galos. Ziedu smaržu rada ēteriskās eļļas vainaglapās. Zieda kāts 0.5–2.5 cm garš. Kauslapas garas, ar lapveidīgām pielapēm, ārpusē ar sarainiem dziedzermatiņiem. Ziedi divdzimumu, ar daudzām atsevišķām, savstarpēji nesaaugušām auglenīcām un putekšņlapām, kas atrodas uz stipri padziļinātas lodveida, olveida vai krūzveida ziedgultnes (Henker, 2000). Putekšņi ir garenī, trīsdaivaini, jomoti, ar attālumu starp garenvirziena asīm 30–50 μm, 15–40 μm. Strijoti, ar izteiktu pirkstu nospiedumiem līdzīgu rievojumu, kas piebārstīts ar pacilām atverēm (Ueda & Tomita, 1989).

Tīra diploīda suga ir svešapputes augs, dabā apputeksnējas anemofīli un entomofīli, bet krustojumos, iegūstot tetraploīda īpašības, hibrīdi kļūst pašauglīgi. Auglis liels (1.5–3 cm diametrā), lodveida, no galiem nedaudz saspiests, kails riekstiņu kopauglis, ko apņem sulīga augļsedze. Ziedgultne, saaugot kopā ar auglenīcām, izveido augli – cinarodiju. Uz ziedgultnes ieliektās virsmas attīstās daudzi riekstiņi, ko praksē sauc par sēklām, kas ieslēgtas sulīgā vai miltainā papildaugļapvalkā.



3. attēls. Krokainās rozes lapa – nepāra plūksnoti salikta.

Ziedgultne augšā pāriet pieclapainā kausā. Kauslapas ir garas, ievērojami pārsniedz ziedgultni, veselas, dažreiz 2–3 ārējās kauslapas plūksnaini šķeltas. Auglenīcas parasti brīvas, katra beidzas ar sēklaizmetni. Gatavs auglis ir oranžsarkans, kauslapas stāvas,

paliekošas. Augļi izveidojas pēc noziedēšanas, pakāpeniski kļūst oranžsarkani. Paaugļa saspīestās lodveida formas un biezā augļapvalka dēļ suga ir atšķirīga no visām citām sugām (4. attēls). Sēklu perikarps sastāv no sīkšūnu epidermas jeb eksokarpa, 0.6 mm bieza mezokarpa un šaura sīkšūnaina endokarpa. Mezokarps sastāv no irdenās parenhīmas šūnām (Brunn, 2005). Tās ir relatīvi lielas, izodiametriskas, ar plānu, porainu šūnapvalku. Gatavās sēklās parenhīmas šūnas kļūst par aerenhīmām. Negatavu augļu epidermas šūnu sienīgas ir relatīvi plānas, līdzenas, iekšējā epidermas slānī šūnas tikai nedaudz lielākas kā ārējā kārtā. Arī augļi zem iekšējās epidermas kārtas satur neregulāri



**4.attēls. *R. rugosa* zieds – vienkāršs, divdzimumu –
un auglis – riekstiņu kopauglis.**

izkļiedētas zvaigžņveida drūzas. Tādas drūzas ir raksturīgas tikai krokainajai rozei. Drūzas un to izkārtojums krokainās rozēs atšķir no suņu rozēs paaugļiem.

Uz *R. rugosa* krūmiem vienlaikus var novērot ziedpumpurus, ziedus un jau nogatavojušos augļus. Zied no jūnija vidus līdz salam, jo ziedi veidojas ne tikai uz iepriekšējā gada zariem, bet arī uz jaunajiem, strauji augošajiem dzinumiem. Pēc krokainajām lapiņām, raksturīgā zieda un augļa no citām Latvijā sastopamajām rozēm *R. rugosa* atšķirama nekļūdīgi.

1.3. Krokainās rozēs izplatība

Oriģināli rozēs aug tikai ziemeļu puslodē. Par visu rožu dzimteni pirms 60–70 miljoniem gadu, eocēna ērā, tiek uzskatīta centrālā Āzija (Nesaule, 1975), no kuras

rozes uzsāka savu ceļojumu pa ziemeļu puslodi un tālāk ar cilvēku gādību nonāca arī dienvidu puslodē. Savvaļā tagad rozes aug no Norvēģijas un Aļaskas ziemeļos līdz Meksikai un Ziemeļāfrikai (Randall, 2002).

Mūsdienās par krokainās rozes dabiskās izplatības areālu uzskata Japānu (Hokaido un Honsju dienvidi), Korejas pussalu, Ķīnas ziemeļaustrumus, Krievijas Tālos Austrumus – Kamčatku, Sahalīnu, Kuriļus, Habarovskas un Primorskas reģionus. Lai arī Eiropā roze ieviesta tieši no Japānas, iespējams, ka šajā salā tā nonākusi no Ķīnas un naturalizējusies (Brunn, 2005). Pēdējā gadsimtā krokainā roze ir strauji izplatījusies Eiropā un Amerikā. Neierasti blīvo audžu dēļ, kas saaugušas jūrmalas kāpās, daudzās valstīs tā tiek uzskatīta par invazīvu (Kowarik, 2003). Savukārt krokainās rozes dzimtajās vietās tās izplatība strauji sarūk (Wen, 2007). Kaut arī daudzas tās formas tiek plaši kultivētas visā Ķīnā, savvaļā sugas augtenes strauji samazinās, tā ir iekļauta aizsargājamo augu sarakstos, ir aizliegts krokaino rozi plūkt vai izrakt (Fu, 1992, Ochir et al., 2010a, Yang et al., 2009). Ķīnā roze aug smilšu kāpās un oļainās jūras pludmalēs (Yang et al., 2009), Japānā visbiežāk to var atrast krūmu zonā starp zālainām kāpām un mežu (Weidema, 2006).

Arī citur *R. rugosa* visbiežāk ir sastopama smilšainās un grants augsnēs, pH 4.7–7.7. Pakalnos gar jūras krastu, smilšainos liedagos un piekrastes salās tā aug līdz 100 m virs jūras līmeņa. Roze veido audzes kāpās, kā arī akmeņainos ličos un piejūras pļavās. Anglijā *R. rugosa* nav sastopama augstāk kā 435 m virs jūras līmeņa (Brunn, 2005).

Krokaino rozi ar dažādiem nosaukumiem Eiropā ievada jau 18. gs. beigās, bet tā neizpelnījās īpašu ievērību un neiekļāvās moderno rožu radīšanas procesos. Atkārtoti ievesta no Japānas 19. gs. beigās, *R. rugosa* izpelnījās selekcionāru un dārznieku ievērību. Sastopoties ar grūtībām hibridizācijas procesā un nesasniedzot tūlītējus panākumus dekoratīvu šķirņu selekcijā, dārzkopji sugai meklē citus izmantojuma veidus. Divdesmitajā gadsimtā roze audzēta potcelmiem, stādīta ne tikai apstādījumos, bet arī dzelzceļu un maģistrāļu uzbērums nostiprināšanai, kāpu stiprināšanai un paaugļu ražošanai. Līdz šim pasaulē ir reģistrētas apmēram 160 šķirnes (Young et al., 2007), kuras ir radušās, krustojumos izmantojot *R. rugosa*.

Drīz pēc introdukcijas dārzos parādās pirmās ziņas par dārzebģļiem (Brunn, 2005). Mūsdienās suga aug kāpās, ceļmalās, parku apkaimē, nezālienēs, tīrumu malās un sausās mežmalās apdzīvotu vietu tuvumā, kur ir jūtama aktīva antropogēna ietekme. Vairojoties ar sēklām un sakņu atvasēm, *R. rugosa* ir plaši izplatījusies arī Britu salās.

Anglijas urbānajā vidē un Skotijas dienvidos lielākoties sastopams *R. rugosa* bezdzeloņu hibrīds *R. x hollandica*, kas daudzviet audzēts potcelmu ražošanai.



5.attēls. *R. rugosa* izplatība Eiropā. Par invazīvu sugu krokaino rozi dēvē Atlantijas okeāna ziemeļdaļā, valstīs pie Ziemeļjūras un Baltijas jūras, ieskaitot Nīderlandi, Vāciju, Norvēģiju, Zviedriju un Baltijas valstis.

Par invazīvu sugu krokaino rozi dēvē Atlantijas okeāna ziemeļdaļā, valstīs pie Ziemeļjūras un Baltijas jūras, ieskaitot Nīderlandi, Vāciju, Norvēģiju, Zviedriju un Baltijas valstis (5. attēls), (Isermann, 2008).

1.4. Krokainās rozes adaptācijas spējas

Priekšnosacījums krokainās rozes izmantošanai un izplatībai ir tās spēja izturēt ekstrēmus vides apstākļus, kuros citas sugas neizdzīvotu, kā arī spēja izplesties ar sakņu dzinumiem.

Dažkārt nelabvēlīgās ziemās var nosalt rožu krūma virszemes daļa, bet no sakņu dzinumiem tā ātri atjaunojas, veidojot jaunu, vēl spēcīgāku krūmu (Braslis, 1970). *R. rugosa* piemīt augsta ziemcietība, slimībizturība, Eiropā un Amerikā tai nav dabisko kaitēkļu. *R. rugosa* labi vairojas arī ģeneratīvi. Sēklas var peldēt jūrā līdz pat 15 mēnešiem un saglabāt dīgtspēju, līdz tās tiek izskalotas krastā (Тахтаджян, 1981).

Auga sēklas labāk dīgst tīrās smiltīs nekā vietās ar blīvu sūnu, ķērpju, viršu vai zālienāžu segumu. Dārznieki krokaino rozi iecienījuši, jo tā ir ļoti salcietīga un izturīga pret sausumu, sāls koncentrāciju augsnē, karstumu un sēņu slimībām (Brunn, 2005).

Pat lielā sausumā *R. rugosa* lapas saglabā turgoru (Brunn, 2005). Eksperimentos novērots, ka dēsti, kam nācās paciest vairākus sausuma periodus, bijuši ar augstāku ūdens saturu lapās, augstāku lapas ūdens potenciālu un simplastisko osmolīzi nekā kārtīgi laistītie stādi. Par spīti aizkavētai augšanai un hlorozei, nesaņemot papildu slāpekli, sausumā turētajiem stādiem bija spēcīgāks turgors un simplasta osmozes spēja nekā augiem, kas saņēma pietiekami daudz ūdens un barības vielu. Līdz ar to var konstatēt, ka slāpekļa trūkums palielina *R. rugosa* sausumizturību, turklāt vietās, kur var draudēt applūšana, šī roze veido seklu sakņu sistēmu.

Vērtējot rožu izturību pret nelabvēlīgas vides apstākļiem, ir zinātniski (Yang et al., 2010) pierādīta *rugosa* grupas šķirnes 'Zi Yan' izturība pret augstu sāls koncentrāciju. Ir veikti pētījumi par sāls koncentrācijas radītu stresa ietekmi uz hlorofila un malondialdehīda daudzumu šūnās un membrānu caurlaidību. Palielinoties sāls koncentrācijai, hlorofila saturs vispirms palielinās, tad samazinās, savukārt malondialdehīda daudzums pieaug un ievērojami palielinās membrānu caurlaidība (Weidema, 2006). Sējeņu aplaistīšana ik dienu ar 250 ml 0.25% NaCl podu kultūrā neuzrādīja nekādas izmaiņas vai fizioloģisku traucējumu pazīmes. Tāpēc arī *R. rugosa* labi aug ziemā ar sāli bagātīgi kaisītu autoceļu malās Skandināvijā un Vācijā.

Pieradusi augt kāpās, *R. rugosa* ir izturīga arī pret regulāru apbēršanu ar smiltīm (Brunn, 2005). Ikgadējs smilšu pienesums līdz 30 cm tikai veicina rozes augšanu, tā ātrāk plaukst un labāk pacieš sausumu.

Viena no ievērojamākajām *R. rugosa* īpašībām ir izturība pret uguns postījumiem un virszemes daļas atjaunošanās pēc ugunsgrēkiem (Weidema, 2006). Japānā, Hokaido, veiktie mērījumi liecina – ja pirms rudens ugunsgrēka *R. rugosa* ir vidēji 8.9 dzinumi uz m², otrā augšanas sezonā pēc virszemes daļas nodedzināšanas dzinumu skaits sasniedz vidēji 23,3 dzinumus uz m² un turpmākajos gados atkal pakāpeniski samazinās. Pirmajos gados gan dzinumu augstums ir tikai 24–30 cm, nākamajās sezonās pakāpeniski pieaugot, līdz piektajā gadā sasniedz iepriekšējo 1.5 m augstumu un vēl blīvāku krūmu zarojumu. Līdzīgi novērojumi bija, *R. rugosa* iznīcināšanai lietojot herbicīdus – nākamajā sezonā augšana atsākās ar jaunu spēku. Vienīgi apstrāde ar glifosātu preparātiem augustā izraisīja arī rizomu un sakņu bojājumus. Arī augu sakņu izrakšana trīs reizes gadā divus gadus pēc kārtas ietekmē *R. rugosa* vitalitāti, bet uz īsu laiku, jo augsne palikušās sakņu daļas drīz atjauno audzi iepriekšējā kvalitātē. Jāpiezīmē, ka rezultātā teritorija kļūst vēl vairāk degradēta nekā pirms rožu ieviešanās.

Pētot dārza rožu ziemcietības anatomiskos priekšnosacījumus, Maskavas pētnieki konstatējuši, ka *R. rugosa* viengadīgo dzinumu pieaugums sezonā sasniedz tikai apmēram 30 cm un izveido desmit lapas, aktīvā augšana beidzas 2–4 reizes ātrāk nekā neziemcietīgām rozēm (Furst, 1984). Rudenī dzinumu peridermā veidojas suberinētas kolenhīmas šūnas ar lielu cukuru un niecīgu cietes saturu. Koksnes trahejas satur lielu F-lignīna daudzumu, bet nemaz tajās nav sastopams M-lignīns, savukārt traheīdas nelielos daudzumos satur abus lignīna veidus. Koksne atrodas arī perforētas starveida šūnas (drūzas) (Eom & Chung, 1995).

1.5. Dārzkopībā izmantotā rožu klasifikācija

Dekoratīvā dārzkopība ir tā lauksaimniecības joma, kurā sastopama vislielākā sugu daudzveidība un tirgū nonāk vislielākais jaunu produktu, respektīvi, augu sugu, šķirņu un līniju skaits. Ziemeļamerikā vien dārzniecībās un stādaudzētavās audzē ap 60 000 taksonu (Niemiera, 2009).

Visas puķkopības industrijas pamats ir jaunu kultūraugu izplatīšanu, vēlams – tādu, kam ir plašs izmantojums un kas piemērotas audzēšanai plašā agroekoloģisko parametru spektrā (Anderson, 2006). Pirms 15 gadiem tirgū nebija pazīstamas tādas augu kultūras kā *Diascia*, *Gaura*, *Scaevola*, *Bacopa*. Neviens pat neiedomājās, ka daudzus tropiskus augus var audzēt kā viengadīgu dārza kultūraugu un pavairot ar spraudņiem. No 1851. līdz 1960. gadam ražošanā ieviesa vienu jaunu sugu katrās 55 nedēļās, tātad apmēram viena jauna augu kultūra gadā. Kopš 1961. gada šis laiks ir sarucis līdz 14 nedēļām, nemaz nerunājot par šķirnēm, jo ik gadu tirgū parādās simts un vairāk jaunu šķirņu.

Straujā no sugām arvien vizuāli attālāku šķirņu veidošanās radīja nepieciešamību veidot dārza rožu klasifikatoru, par pamatu ņemot nevis botānisko klasifikāciju, bet komerciālus principus, pēc kuriem rozes iedala pēc to pielietojuma veida dārzkopībā (Harkness, 1978). Pasaules rožu biedrību federācija (WFRS) izstrādāja klasifikācijas sistēmu, pēc kuras visas rozes iedala trīs grupās: savvaļas rozes, vecās dārza rozes un modernās rozes (7. attēls), (Cairns, 2000).

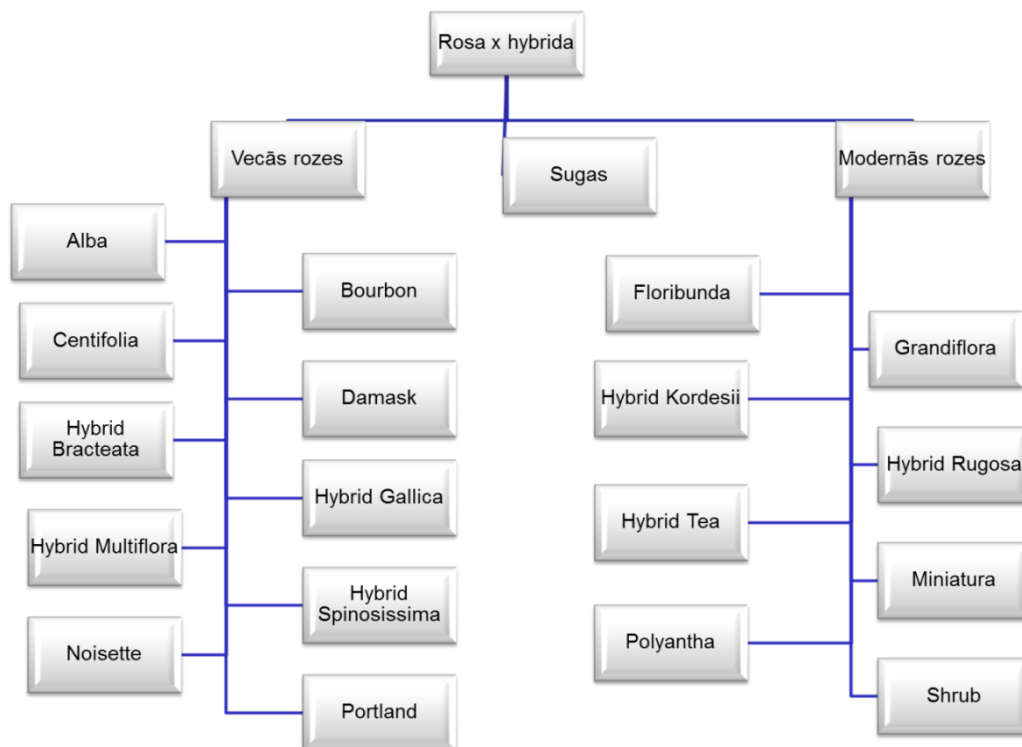
Vecās dārza rožu šķirnes ir radītas pirms 1867. gada, kad tika introducēta pirmā tējhibrīdu apakšgrupas šķirne ‘La France’ (6. attēls), (Brent, 2000). Lielākoties šīs šķirnes zied tikai vienu reizi sezonā, ziedi ar izteiktu spēcīgu smaržu, vēlāk nogatavojas paaugļi. Grupā iekļautas no Eiropas sugām veidotās šķirnes, piemēram, simtslapu,

Damaskas, baltās, sūnu rozes, kā arī pirmie Eiropas un Āzijas sugu krustojumi, kas spēj ziedēt atkārtoti, kā Burbonu grupa, Ķīnas hibrīdu, Tējas rožu grupa.



6. attēls. Pirmā tējhibrīdroze ‘La France’. Autors Žans Batists Gilots, 1867.gada introdukcija, pirmais rezultatīvais krustojums starp Ķīnas un Eiropas rožu sugu genofondiem. Visas rozes, kas radušās pēc šīs šķirnes izveidošanas, tiek dēvētas par modernajām rozēm.

Attiecīgi modernās rozes ir selekcionētas pēc 1867. gada. Tās sīkāk tiek iedalītas pēc šķirņu izskata un augšanas paradumiem, vairs nesaistot ar izcelšanos no vienas vai otras sugas. Lielākoties triploīdas vai tetraploīdas. (Rout, 1999). Tās ir tējhibrīdu rozes, floribundrozes, poliantrozes, lielziedu rozes, stīgotājrozes, miniatūrās, sīkziedu rozes un krūmi, no krūmiem izdalot vēl šķirnes, kurām ir kopīgas raksturīgas pazīmes, kā tas ir rugosa hibrīdu krokoto lapu gadījumā (Cairns, 2000).



7. attēls. Rožu šķirņu dārzkopības klasifikācija vecajās rozēs un modernajās rozēs.

Vecās rozes ir no Eiropā sastopamajām sugām līdz 19. gs. vidum veidotās šķirnes. Moderno rožu gēnos ir Eiropas un Ķīnas pamatsugu gēni. Šajā grupā ietilpst arī rugosa hibrīdi.

1.6. Selekcijas attīstība, tendences un nozīme

No visā pasaulē sastopamajām 150 rožu sugām 84 savvaļā atrastas tieši Ķīnā. Jau Tango dinastijas (618.–907. g.) augu aprakstos var pazīt krokaino rozi. No turpmākajiem gadsimtiem saglabājušās vairāk nekā 30 grāmatas, kurās rakstīts par rožu klasifikāciju, audzēšanu un izmantošanu medicīnā. (Dindonis, 1960). Krokaino rozi medicīnā sāka izmantot ap 1500. gadu, Mingu dinastijas laikā. Ap to laiku bija sastopama arī vismaz 41 rožu varietāte, ko audzēja dārzos. *R. rugosa* vēl aizvien ir saglabājusi savu nozīmi Tālo Austrumu tautu medicīnā. Četrās Ķīnas provincēs krokaino rozi audzē eļļas un drogu ieguvei. *Mei gui*, kas tika ieviesta Japānā 1698. gadā, izrādījās identiska Japānas floras savvaļas rozei (Park, 2007). Ķīnas florā un ķīniešu medicīnas vārdnīcā *Mei gui* zinātniskais nosaukums ir *R. rugosa*, kas ir tā pati Japānas savvaļas roze. Japānā tā izplatījies ziemeļu daļā, kur 1755. gadā to atrada zviedru

botāniķis C. P. Tunbergs (1743–1828). Savā darbā „Flora Japonica”, kuru izdeva Leipcigā 1784. gadā, Tunbergs pirmais Eiropā aprakstīja *R. rugosa* (Galenieks, 1932). Tajā pašā gadā Murejs to ierindoja Linneja *Systema Vegetabilium*. Viņš arī krokaino rozi ieveda Eiropā, un tā savu īpašību dēļ ir kļuvusi par mātesaugu daudzām šķirnēm Eiropā un Amerikā (Park et al, 2007). Holandē krokaino rozi pirmo reizi no Japānas ieveda Filips Francis Baltazars fon Zībolds (Philipp Franz Balthasar von Siebold) tikai 1830. gadā.

Eiropieši dekoratīvās dārzkopības stafeti ir pārņēmuši tikai pēdējo trīs simt gadu laikā un, pateicoties no Ķīnas atvestajām sugām, 19. gs. izveidoja pirmo slavenu tējhibrīdu rožu šķirni ‘La France’, kas tagad tiek minēta kā visu moderno rožu sākums (Dēritzs, 1903).

Eiropā rožu audzēšanas kultūrai ir simtiem gadu sena vēsture, tomēr visu rožu kultivācijas vēsturi iedala divos posmos – pirms un pēc 1800. gada, t. i., pirms un pēc Ķīnas rožu sugu ieviešanas Eiropā (Clements, 1999).

Pasaulē pilnīgākajā audzējamā, kā arī botāniski un vēsturiski nozīmīgo rožu sarakstā *Modern Roses 12* minēti aptuveni 160 rugosa hibrīdi. Daudzas šķirnes ir ar lokālu nozīmi un nav izplatījušās tālāk par selekcijas valsti, citas ir izmantotas tālākos krustojumos un no tām radītas daudzas labas dārza rozes, vairs pat nepieņemot izcelšanos no krokainās rozes (Cairns, 2007).

1879. gadā Rēgels Krievijā izveidoja šķirni ‘Shogun’ sin. Kaisarin des nordes, Francijā pirmo rugosa hibrīdu ‘Souvenir de Yeddo’ 1874. gadā izveidoja Morlets. Īsts uzplaukums *R. rugosa* izmantošanā krustošanai sākās 19. gs. astoņdesmitajos gados, kad Francijas dārzkopībā nāca modē japāņu kultūra. Šajā periodā selekcionēti tādi hibrīdi kā ‘Madame Georges Bruant’ (1887), ‘Monsieur Hélye’ (1889), ‘Madame Charles Frédéric Worth’ (1889) u. c. (Philips, 1994). Šis uzplaukums nepārprotami ir novērojams arī izdevumā *Modern Roses*, kurā 1900. gadā reģistrēti 20 *R. rugosa* hibrīdi (Cairns, 2007). Pēc *R. rugosa* ieviešanas Eiropā tika izsludināts, ka tā kļūs par jaunu dārza rožu līnijas aizsācēju. Tālaika selekcionāri Gravero un Kohets ar entuziasmu ķērās pie krustošanas, bet radītie hibrīdi bija sievišķi sterili – daži pirmajā, citi otrajā paaudzē. *R. rugosa* īpašības pārmantojas pa mātes līniju. Hibrīdiem, kuru veidošanai *R. rugosa* izmantota kā putekšņu devējs, sugas īpašības ir recesīvas un vizuāli nav pamanāmas (Nicolas, 1926). Atpakaļkrustojot jaunās dekoratīvās šķirnes ar *R. rugosa*, iespējams iegūt dekoratīvas šķirnes, kas ir izturīgas pret slimībām un nelabvēlīgiem laika apstākļiem.

No krokainās rozēs tālāk veidotas daudzas modernās rozēs, piemēram, *R. kordesii*, kas ir remontanto stīgotājrožu aizsākums. Veiksmīgs izrādījās Vilhelma Kordesa atradums kādā Amerikas dārzā. Tā bija vītenroze ar izteiktu *R. rugosa* lapojumu – iespējams, krokainās rozēs krustojums ar *R. wichurana* Crep. (Christopher, 1999). Katrā ziņā augu rezistence pret tumšplankumainību bija augsta un stīgojošie dzinumi deva iedvesmu jauna pielietojuma rožu grupas – augsnes sedzēju – izveidē. Jauniegūto perspektīvo šķirni nosauca par ‘Max Graf’. Diemžēl tās putekšņi bija sterili un sēklas veidojās reti un maz. Tikai pēc vairākiem gadiem neatlaidīgais Kordess ieguva dažus augļus, no kuru sēklām izauga divi sējeņi – viens līdzīgs krokainajai rozei, bet tas nosala pirmajā ziemā, otrs ļoti izturīgs, turklāt labi veidoja sēklas un bija saderīgs ar modernajām rozēm, jo izrādījās tetraploīds, tāpat kā liela daļa tējhibrīdu un floribundrožu. Jaunā roze, saukta *R. x kordesii*, kļuva par daudzu izturīgu un populāru šķirņu vecākaugu, radot gan tējhibrīdus, piemēram, ‘Silver Jubille’, gan daudzas stīgotājrozes, piemēram, ‘Leverkussen’, ‘Parkdirektor Riggers’. *R. x kordesii* selekcijas darbā izmantoja arī selekcionāri Harknesa, Mūrs, Brauvneli un Svejda (1974), kas, krustojot ar *rugosa* hibrīdiem, izveidoja Kanādā populāro un izturīgo *Explorer* rožu sēriju (Osborne, 2002). Lielajām Vācijas un Francijas selekcijas firmām, gadu desmitiem un pat simtiem veicot ikgadējus krustojumus tik lielā apjomā, lai iegūtu vismaz 100 000 sējeņu, ir pietiekami plaša atlases iespēja, lai ik gadu uzsāktu 5–10 jaunu šķirņu realizāciju (Janick et al., 2000).

Joprojām ik gadu pasaulē parādās jaunas šķirnes, jo nav tādas sugas, kas varētu pārspēt *R. rugosa* ziemcietības, pieticīgo augšanas apstākļu un slimībizturības ziņā. Diemžēl Eiropā vispirms ievēroja tikai *R. rugosa* dekoratīvās īpašības, atstājot novārtā daudzas ārstniecībā un tautsaimniecībā izmantojamās īpašības (Joyaux, 2008). Izņēmums ir Zviedrijas dienvidi – Zviedrijas Lauksaimniecības universitātes paspārnē Balsgardē notiek rožu augļu ražošanas un kvalitātes procesu izpēte. No Krievijas Urālu reģiona arī nākušas *rugosa* hibrīdu šķirnes, kas paredzētas speciāli augļu ražošanai: ‘Nektar’ (*R. rugosa*), ‘Besshipnyjj’ (*R. webbiana x R. rugosa*), ‘Pozdnjespelyij’, ‘Uralskij Champion’, ‘Voroncovskij’ (Ugla, 2005).

Rugosa hibrīdi ir vienīgā rožu grupa, ar kuru Latvijā veikts nozīmīgs selekcijas darbs. Savu vērtīgo īpašību dēļ *R. rugosa* bieži izvēlēta par īpašību donoru un vecākaugu dažādu selekcijas mērķu sasniegšanai, tomēr lielākoties kādas nesaderības problēmas ir kavējušas plašu tās izmantošanu selekcijā. Pateicoties stādaudzētājiem valsts augļkopības selekcijas saimniecībā ‘Iedzēni’, Latvijas dārzos izplatās J. Āboliņa

un A. Maizīša radītā, bet vēl neregistrētā rugosa hibrīdu šķirne 'Lidija Freimane' (nepublicēti dati).

Visbagātīgāko šķirņu klāstu Nacionālajā botāniskajā dārzā radījusi Dr. agr. Dzidra Rieksta. Pašlaik reģistrētas 23 parka rožu šķirnes. Tās ir pazīstamas arī Eiropas, Amerikas un Skandināvijas valstu rožu audzētāju aprindās un var iegādāties ārzemju stādaudzētavās. Divpadsmit šķirnes ir iekļautas pasaules rožu šķirņu sarakstā *Modern Roses 12*. Lielākā daļa moderno rožu šķirņu ir tetraploīdas, tāpēc to turpmāka savstarpēja krustošana ir daudz vieglāka nekā krustošana sugu starpā (Graham, 1994). Tetraploīdi hibrīdi spēj veidot sēklas gan pašapputes, gan svešapputes ceļā, sēklas labi aizmetas un ātri sadīgst, turklāt šīs rozes sāk ziedēt jau pirmajā gadā. Veikt starpsugu krustojumus ir krietni grūtāk, jo variācijas no diploīda līdz oktoploīdam hromosomu komplektam var būt šķērslis zigotu veidošanai, arī pirmā ziedēšana dažkārt ir jāgaida pat 5–6 gadus. Ja diploīdais vecākaugs ir putekšņdevējs, parasti augs ir spēcīgāks un lielāka auguma, turklāt gigantisms no šāda krustojuma izpaužas labāk nekā no autotriploīda.

Vecākaugu saderība ir vērtējama trīs kritiskajos posmos: apputeksnēšanās, sēklu nogatavošanās, sēklu dīgstspēja. Krustojot ģenētiski attālus vecākaugus, pastāv risks, ka izpaudīsies vai nu pirmsapaugļošanās nesaderība, kad putekšņi nespēj sadīgt vai to dīgļstobrs nerasniedz ovāriju, vai pēcapaugļošanās nesaderība, kas veidojas starp zigotu un endospermu (Graham, 1994).

Salīdzinot sugu un hibrīdu putekšņu kvalitāti, jau pirms dažiem simtiem gadu pētnieki secinājuši, ka augsta putekšņu dīgstspēja ir tīras sugas pazīme, savukārt hibrīdiem putekšņi dīgst daudz sliktāk. Līdz ar to iespējams, ka daudzas tā sauktās rožu sugas, ieskaitot *R. kamchatica* (dīgstspēja 40–50%), ir radušās, *R. rugosa* krustojoties ar kādu citu sugu (Cole, 1917). Tīrai *R. rugosa* sugai faktiski nav nekvalitatīvu putekšņu. Tie gandrīz visi ir regulāri, pareizas formas, pilni ar protoplazmu. Savukārt jau *R. rugosa* 'Plena' vairāk nekā 90% putekšņu ir nekvalitatīvi un sterili. Pārbaudot rugosa hibrīdu putekšņu dīgstspēju, konstatēts, ka lielākajai daļai hibrīdu putekšņu dīgstspēja ir zema.

1.7. Rožu ģenētiskais raksturojums

Rožu ģints sugu hromosomu skaits variē no $2n = 2x = 14$ līdz $2n = 8x = 56$ un $2C$ DNS daudzums variē no 0.83 pg *R. ecae* Aitchison ($2x = 2x = 14$) gadījumā līdz 3.99 pg *R. acicularis* Lindl. ($2n = 8x = 56$). DNS daudzums pārsvarā labi korelē ar ploīditāti, izņemot atsevišķus paraugus *Caninae* grupā (Roberts et al., 2009). Atkarībā no ploīditātes rožu genoma izmēri variē no aptuveni 392 Mbp (miljoni bāzu pāru) diploīdajās sugās, kā *R. persica* Michx. ex J.F.Gmel, *R. sericea* Lindl., *R. stellata* Woot. un *R. xanthina* Lindl., līdz aptuveni 1470 Mbp heksaploīdajās *R. acicularis* un pentaploīdajās *R. canina* (Bennet et al., 2000; Yokoya et al., 2000). Diploīdajai *R. rugosa* ir viens no mazākajiem genomiem rožu dzimtā – $2C = 0.98 \pm 0.08$ pg vai aptuveni 490 Mbp (Bennet et al., 2000; Yokoya et al. 2000). Lai arī rozes ir komerciāli ļoti nozīmīgi dekoratīvie augi, to genomu sekvences līdz šim vēl nav publiski pieejamas. No rožu dzimtas augiem pilnas genomu sekvences ir pieejamas tikai ābelei ‘Golden Delicious’ (*Malus x domestica* Borkh., $2n = 2x = 34$) (Velasco et al., 2010), meža zemenei (*Fragaria vesca* L., $2n = 2x = 14$) (Shulaev et al., 2011), parastajam persikam persikam ‘Lovell’ (*Prunus persica* L., $2n = 2x = 16$) (The International Prunus Genome Initiative et al., 2012), Bretšneidera bumbierei (*Pyrus bretschneideri* Rehd., $2n = 2x = 34$) (Wu et al., 2013), japānas aprikozei (*Prunus mume*, $2n = 2x = 16$) (Zhang et al., 2012), bet saldā ķirša šķirnes (*Prunus avium* ‘Stella’), parastās bumbieres šķirnes (*Pyrus communis* ‘Doyenne du Comice’) un mandeles (*Pyrus amygdalus* L.) genomi ir gaidāmi tuvākajā nākotnē (nepublicēti dati). Ņemot vērā, ka gēnu kārtība (sintēnija) radniecīgu sugu hromosomās saglabājas, un samērā augsto ģenētisko radniecību, citu *Rosaceae* dzimtas augu genomu sekvences ir noderīgas arī *Rosa spp.* pētījumos, piemēram, autotetraploīdās *R. hybrida* ($2n = 4x = 28$) ģenētiskā karte tika validēta, izmantojot meža zemenes genoma sekvenci (Gar et al., 2011), bet tumšplankumainības rezistences gēna *Rdr1* lokusa struktūra un evolūcija tika pētīta, salīdzinot *R. rugosa* un *R. multiflora* Thunb. ex Murr. sekvences ar ortologajām sekvencēm meža zemenes, ābeles un persika genomā (Terefe-Ayana et al., 2012).

Rožu ģints pētījumos kā pirmais solis ceļā uz genoma sekvenci ir izveidotas vairākas ģenētiskās kartes, izveidotas gan diploīdām, gan poliploīdām rozēm. Tradicionālā ģenētiskā kartēšana pamatojas uz divu homozigotisku indivīdu krustojumu ar sekojošu molekulāro marķieru genotipu un fenotipu skaldīšanās analīzi F_2 vai dubultoto haploīdu populācijās. Šī stratēģija labi strādā gan tādās pašapputes sugās kā

mieži vai zirņi, gan arī svešapputes sugās, kurām nav izteikta pašnesaderība un inbrīdinga izraisīta sterilitāte, kā, piemēram, kukurūza. Tāpat jāņem vērā, ka rozēs ir daudzgadīgi augi, kas nezied pirmajā gadā pēc krustojumu iegūšanas. Tādējādi, no vienas puses, rožu ģenētiskā analīze ir laikietilpīgs process, kas prasa vairākus gadus, tikai, lai izveidotu kartēšanas populāciju. No otras puses, kad populācija ir izveidota, vienus un tos pašus indivīdus ir iespējams izvērtēt fenotipiski vairāku gadu garumā, kā arī, veģetatīvi pavairojot, iegūt ģenētiski identiskas kartēšanas populācijas kopijas.

Rožu genoma ģenētisko analīzi apgrūtina to augstais heterozigotitātes līmenis, atšķirīgā ploīditāte, kā arī problēmas dzimumvairošanās procesā, kas traucē iegūt eksperimentālas kartēšanas populācijas un veikt to analīzi (Gudin, 1996; Jacob, 1996; Crespel et al., 2002). Diploīdās sugas nereti ir pašnesaderīgas, tādējādi arī šajā gadījumā nav iespējams iegūt homozigotiskus indivīdus, kurus tālāk izmantot kartēšanas populāciju veidošanā. Jaunu šķirņu veidošana vairumā gadījumu balstās uz F₁ hibrīdu iegūšanu un vēlamo indivīdu izlasi ar sekojošu veģetatīvo pavairošanu (Debener and Mattiesch, 1999).

Ģenētisko karšu veidošanai savukārt iespējams izmantot divkāršo pseidotestkrustojumu (double-pseudotestcross) stratēģiju, saskaņā ar kuru tiek krustoti divi indivīdi ar augstu heterozigotitāti un marķieru skaldīšanās tiek novērtēta F₁ populācijā (Grattapaglia & Sederoff, 1994). Izmantojot šādu stratēģiju, populācijā katram gēnam vai molekulārajam marķierim iespējams novērot līdz četrām alēlēm. Pirmā šāda ģenētiskā karte, izmantojot amplificēto fragmentu garuma polimorfisma (AFLP) un nejausi amplificētas polimorfas DNS (RAPD) marķierus, tika izveidota diploīdajai *R. multiflora*, kas ļāva kartēt arī divas rožu dekoratīvajam pielietojumam būtiskas fenotipiskās pazīmes –vainaglapu skaitu un ziedu krāsu (Debener and Mattiesch, 1996; Debener and Mattiesch, 1999). Šī ģenētiskā karte tika papildināta 2001. gadā ar AFLP, mikrosatelītu (SSR), restrikcijas fragmentu garuma polimorfismu (RFLP) un amplificētu rajonu ar raksturotu sekvenci (SCAR) marķieriem, kartējot šajā populācijā arī tumšplankumainības izturības gēnu *Rdr1*, kas nosaka izturību pret patogēno sēni *Diplocarpon rosae* (Debener et al., 2001). Pamatojoties uz šo pašu populāciju, 2005. gadā tika izveidota pirmā integrētā rožu ģenētiskā karte, kas turpmāk kalpoja kā pamats diploīdo un tetraploīdo rožu ģenētisko karšu salīdzinājumam (Yan et al., 2005). Pirmā tetraploīdo rožu F₂ kartēšanas populācija tika izveidota, krustojot amfidiploīdu līniju 86-7, kas satur pilnus diploīdo *R. wichurana* ‘Basye’s Thornless’ un *R. rugosa* var. *rubra* genomus, ar tetraploīdu šķirni ‘Basye’s Blueberry’, kura cēlusies

no *R. carolina* un *R. virginiana* P. Mill (Rajapakse et al., 2001; Zhang et al., 2006). Nozīmīgi, ka šajā krustojumā tika izmantota arī *R. rugosa*, kas kalpoja kā tumšplankumainības izturības donors (Byrne et al., 1996). Šajā populācijā, izmantojot AFLP un SSR marķierus, tika kartēta tāda pazīme kā dzeloņu klātbūtne uz lapas kātiņa, kā arī izvērtēta molekulāro marķieru iedzimtība sarežģītā tetraploīdā populācijā (Rajapakse et al., 2001). Šī pati kartēšanas populācija tika izmantota vēlāk, lai veidotu rozēm specifiskus SSR marķierus un papildinātu tetraploīdo rožu ģenētisko karti (Zhang et al., 2006). AFLP marķieru ģenētiskā karte, kas tika izveidota F1 populācijai no krustojuma starp dihaploīdo līniju H190, kas izveidota no tetraploīdās *R. hybrida* ‘Zambra’ un diploīdās *R. wichurana*, ļāva kartēt gan kvalitatīvas pazīmes, piemēram, atkārtotu ziedēšanu sezonas laikā un pildītus ziedus, gan arī kvantitatīvo pazīmi – dzeloņu blīvumu uz stumbra (Crespel et al., 2002). Šī pati karte vēlāk tika papildināta ar SSR marķieriem, un populācijas atkārtota fenotipēšana ļāva kartēt kvantitatīvo pazīmju lokusus, kuri nosaka ziedēšanas pazīmes, piemēram, vainaglapu skaitu un ziedēšanas laiku (Oyant et al., 2008). Dugo et al. (2005) izmantoja pseidotestkrustojumu stratēģiju, lai F1 kartēšanas populācijā, kas bija veidota no diploīdās rozes ‘Blush Noisette’ krustojuma ar *R. wichurana*, kartētu kvantitatīvo pazīmju lokusus (QTL), kas kontrolē ziedu izmēru, ziedēšanas laiku, lapu izmēru un izturību pret miltrasas izraisītāju sēni *Podospaera pannosa*. Vēl citā pētījumā, kurā tika kartēti miltrasas izturības QTL, izmantoja diploīdo rožu kartēšanas populāciju, kuru izveidoja, sakrustojot diploīdas līnijas, kas bija cēlušās, tetraploīdai dārza rozei apputeksnējot *R. multiflora* (Linde et al., 2006). Atsaucoties uz iepriekšminētajām diploīdo rožu ģenētiskajām kartēm, Spiller et al. (2011) izveidoja nākamās paaudzes integrēto (konsensus) rožu ģenētisko karti, pamatojoties uz vairāk nekā 1000 marķieru, no kuriem vairāk nekā 200 ir zināma DNS sekvenca. Integrētajā kartē bija norādītas vairāku dekoratīvās pazīmes nosakošo gēnu un QTL atrašanās vietas rozes genomā, piemēram, pašnesaderība, tumšplankumainības izturība (*Rdr1*), smarža un atkārtota ziedēšana (Spiller et al., 2011). Pirmo ģenētisko karti autotetraploīdajai *R. hybrida* izveidoja Gar et al. (2012), izmantojot dubultpseidotestkrustojuma stratēģiju F1 populācijā, ko izveidoja, krustojot šķirnes ‘Golden Gate’ un ‘Fragrant Cloud’, dodot iespēju kartēt gēnus un QTL, kas nosaka antociānu uzkrāšanos un ziedu krāsu, smaržu un griezto ziedu uzglabāšanas ilgumu. Rožu ģenētisko karšu veidošana turpinās, un salīdzinoši nesen ir izveidota jauna karte, izmantojot diploīdu F1 populāciju, kura iegūta no *R. wichurana* un šķirnes ‘Yesterday’,

kas ļāva kartēt jaunus QTL, kas nosaka patotipa atkarīgu miltrasas izturību. (Moghaddam et al., 2012).

Ģenētiskās kartes ir ļāvušas kartēt daudzas rožu selekcijā svarīgas pazīmes, izveidot molekulāros marķierus, kurus iespējams izmantot rožu selekcijā vēlamu alēli saturošu pēcnācēju izlasei, kā arī klonēt noteiktas pazīmes nosakošus gēnus (Byrne, 2009; Debener, 2012). Piemēram, jau viena no pirmajām ģenētiskajām analīzēm ļāva noteikt molekulāros marķierus, kas saistīti ar tumšplankumainības izturības gēnu *Rdr1* (Malek et al., 2000), kas vēlāk ļāva izveidot lokusa fizisko karti (Kaufman et al., 2003) un noslēgumā klonēt un sekvenēt *Rdr1* lokusu un identificēt *Rosa multiflora* gēnu *muRdr1H*, kas nosaka izturību pret noteiktiem *D. rosae* patotipiem (Terefe-Ayana et al., 2011). Mikrosatelītu marķieris no *Rdr1* gēna ir noderīgs rožu selekcijā, lai atlasītu pret tumšplankumainību izturīgus indivīdus ne tikai šajā sugā, bet arī citās rožu ģints sugās (Terefe and Debener, 2011). Molekulārie marķieri ir noderīgi jaunu šķirņu veidošanā, izlasot pēcnācējus, kas satur noteiktas alēļu kombinācijas, taču tiem ir arī citi pielietojumi (Debener, 2012). Ģenētiskās analīzes un molekulārie marķieri tiek izmantoti arī augu taksonomijā, šķirņu identifikācijā, kā arī ģenētiskās daudzveidības pētījumos sugas ietvaros un starp sugām (Debener, 2012). Tā, piemēram, Vukosavljev et al. (2013) izmantoja 24 SSR marķierus, lai pētītu ģenētisko daudzveidību un diferenciaciju dārza rozēs, kas būtiski korelēja ar to izcelsmi. Modernās rožu šķirnes ir cēlušās no salīdzinoši neliela skaita savvaļas sugu, un ģenētiskās daudzveidības līmenis tajās ir salīdzinoši zems, tādēļ molekulāro marķieru pielietojums paver iespēju salīdzināt ģenētisko daudzveidību savvaļas sugās un šķirnēs un potenciāli var veicināt jaunu šķirņu veidošanu, izmantojot savvaļas sugas (Akond et al., 2012).

Lai arī rožu selekcijas mērķis ir šķirņu veidošana ar noteiktām morfoloģisko pazīmju kombinācijām, tomēr tieši molekulārie marķieri ir tas rīks, ar kuru iespējams šo mērķi sasniegt ātrāk un mērķtiecīgāk. Ne vienmēr iespējams noteikt šķirnes piederību tikai pēc morfoloģiskajām pazīmēm, tāpēc plašu pielietojumu ieguvusi šķirnes identificēšana, izmantojot molekulāros marķierus, piemēram, RFLP (Hubbard et al., 1992; Rajapakse et al., 1992; Torres et al., 1993; Ballard et al., 1995), RAPD (Cubero et al., 1995; Gallego & Martinez, 1996; Matsumoto & Fukui, 1996; Millan, 1996), AFLP (de Riek et al., 1997 & 2001; Zhang et al., 2000) un mikrosatelītus (SSR) (Esselink et al., 2003; Babaei et al., 2007; Baydar et al., 2004). Hloroplastu genoma un kodola genoma ribosomālās RNS gēnu sekvenēšana ir lietota, lai precizētu *Rosa* ģints taksonomiju gan globālā mērogā (Bruneau et al., 2007), gan arī tādos reģionos kā Ķīna

(Qiu et al., 2012). Molekulāri ģenētiskās analīzes iespējams kombinēt ar metabolītu analīzi, lai atšķirtu savvaļas sugu ekotipus, kuri piemēroti noteiktam pielietojumam, piemēram, rožu augļu iegūšanai (Ghose et al., 2013). Pēdējā laikā plašu pielietojumu gūst jaunas marķieru sistēmas, tādas kā punktveida mutācijas (single nucleotide polymorphism, SNP), kas ļauj precīzāk analizēt iedzimtību tetraploīdajās kultivētajās rozēs (Koning-Boucoiran et al., 2012). Tāpat jāatzīmē rožu gēnu ekspresijas pētījumi, kas dod iespēju novērtēt gēnu ekspresijas atšķirības dažādos organisma audos un šūnās, kā arī ekspresijas izmaiņas biotiskā un abiotiskā stresa ietekmē (Dubois et al., 2012). Noslēgumā jāatzīmē, ka molekulāro marķieru pielietojums ir devis būtisku ieguldījumu rožu ģenētiskajos pētījumos, taču, ņemot vērā rožu daudzveidību un atšķirīgos izmantojumus, interesantākie pētījumi vēl ir priekšā, lai identificētu gēnus un gēnu kompleksus, kas nosaka rožu noderīgās īpašības un atvieglotu selekcionāru darbu (Debener, 2012).

1.8. Tumšplankumainība un tās rezistence

1.8.1. Sēnes attīstības cikls

Tumšplankumainība ir viena no postošākajām dārza rožu slimībām, uruko izraisa askomicetes sēnes *Diplocarpon rosae* Wolf telomorfā jeb *Marssonina rosae* (Lib) Lind., *Dermateaceae* (Baker, 1948) anomorfā attīstības fāzē; sinonīmi: *Asteroma rosae*, *Actinonema rosae*. Mērenā klimata joslā pirmos pavasara bojājumus rada konīdijas jeb askusporas, kas ir pārziemojušas stublājos, dzeloņos, nobirušajās lapās un pumpuros (Cook, 1981). Konīdijas izplatās ar vēju, lietus lāsēm, iespējams, ar dzīvniekiem, ieskaitot kukaiņus un zirnekļus (Palmer et al, 1978). Apotēcijs satur astoņas askusporas.

Vidējais konīdijas izmērs 2.48 μm–5.87 μm. Deviņas stundas pēc konīdijas inokulēšanas dīgst viens vai vairāki dīgststobri. Dīgšana var notikt no jebkuras konīdijas virsmas vietas. Dīgļstobri var būt gari, kas sniedzas pāri vairākām rozes šūnām, un pavisam īsi, kas redzami kā nelieli izaugumi, vai pat gandrīz nemaz nav saskatāmi ar gaismas mikroskopu (Gachamo, 2005). Dīgļstobra gals palielinās un noapaļojas, lai veidotu apresoriju, vai arī nekavējoties iekļūst caur kutikulu (Gachamo, 2005). Vietā, kur apresorijs satiekas ar kutikulu, izveidojas iekļūšanas āķis ar ļoti mazu diametru. Ar tā palīdzību caur poru, kas ir platāka nekā konīdijas šūnapvalks, patogēns iekļūst saimniekaugā. Visa tālākā sēnes attīstība notiek lapas iekšpusē. Uz lapas virsmas

neviena hifa neparādās. Iekļūvis kutikulā, dīgļstobrs dod ceļu infekcijas pūslītim, kas atrodas subkutikulārajā telpā un tieši uz leju daļēji ielaužas epidermas šūnas apvalkā. Epidermas šūnapvalka iekšpusē veidojas papilas.



8. attēls. Tumšplankumainības vizuālās pazīmes uz rozes lapas virsmas.

Uz lapas virsmas vizuāli parādās dzelteni, vēlāk melni plankumi, lapas plātne nodzeltē un nobirst.

No infekcijas pūslīša aug hifa. Tā veidojas zem kutikulas un epidermas šūnu starpšūnu telpā, bet reti – šūnas iekšpusē. Par patogēnu invāziju augos liecina tas, ka augu šūnu biotiskā stresa rezultātā uz lapām parādās dzelteni, vēlāk melni plankumi (8. attēls).

1.8.2. Slimības izplatība

Slimība pirmo reizi aprakstīta 1815. gadā Zviedrijā, pēc tam citās valstīs un kontinentos, līdz 1948. gadā tā bija zināma visā pasaulē. Tumšplankumainība ir viena no postošākajām dārza rožu slimībām, kas sākumā izpaužas kā dzeltenī, pēc tam tumši plankumi uz lapām, lapu dzeltēšana un priekšlaicīga nobiršana. Visvairāk augus novājina defoliācija. Tumšplankumainības izpausmes simptomi variē atkarībā no rases, varietātes, klimatiskajiem apstākļiem. Jau 1998. gadā Maleks un Debeners definēja piecas *D. rosae* rases. Visaugstākā rezistence ir *R. banksiae* Ait., *R. carolina* L., *R. leavigata* Michx., *R. multiflora*, *R. rugosa*, *R. roxburgii* Trat., *R. virginiana* un *R.*

wichurana. Rezistences mehānisms darbojas ar kutikulas mehānisko rezistenci, difūzām substancēm un aizsardzību pēc patogēna iekļūšanas organismā.

Līdz 20. gs. septiņdesmitiem gadiem *R. rugosa* skaitījās pilnīgi izturīga pret tumšplankumainību, bet tad uz šķirnes ‘Martin Frobisher’ Otavā atrada jaunu tumšplankumainības rasi (Svejda, 1979). *Rugosa* hibrīdu ieņēmību apstiprināja arī Debenera eksperimenti Vācijā. Arī citu rožu sugu kloni ir uzrādījuši rezultātus no pilnīgas izturības pret visām rasēm līdz pilnīgai slimību ieņēmībai (Bringloe et al., 2010). Tas attiecas arī uz miltrasas, sakņu vēža un nematožu iedarbību.

D. rosea inficē tikai rozes, tā nav sastopama uz citām ģintīm. Tā ir hemibiotrofiska, tātad dzīvo audu parazīts, bet ar zināmām spējām attīstīties saprofitiski (Gachamo, 2005).

Kaut gan jaunās lapiņas ir slimību ieņēmīgas, vecās un līdz ar to zemākās lapas inficējas pirmās. Iespējams, to var pamatot ar to, ka uz apakšējām lapām nonākušais ūdens lēnāk iztvaiko. Savukārt sēnes sporu dīgšanai un izkļūšanai caur epidermu ir vajadzīgs brīvs ūdens pat tad, ja gaisa mitrums ir 100 procentu. Pirmos saslimšanas simptomus ar neapbruņotu aci var pamanīt jau ceturtajā dienā pēc inficēšanās. 10.–14. dienā veidojas spilventiņiem līdzīgi bojājumi, seko lapu dzeltēšana un nobiršana. *In vitro* hifas aug lēnām, un sporas var nebūt dīgspējīgas.

1.8.3. Slimības rezistences raksturojums

Raksturojot tumšplankumainības izturību, rozes iedala specifisku rasu izturīgās vai daļēji izturīgās. Debeners (2005) šķirni par ieņēmīgu uzskata, ja sēne aug ārpus oriģinālās sporu suspensijas piles un caurauž lapas virsmu. Rezistentā reakcijā neko no iepriekšminētā nevar novērot. Debeners ir izdalījis arī divus hipersensitīvās reakcijas veidus: mirst viena šūna vai mirst lielāki šūnu klāsteri. Pēdējā reakcija ir novēlota, kad sēne jau ir sākusi attīstīties saimniekauga šūnās (Blechert, Debener, 2005).

Vienas sporas izolāti ir nepieciešami, lai pētītu rases specifisko vai daļējo rezistenci. Ja izolāts nav ņemts no vienas sporas, inokulācijas rezultāts var būt neviendabīgs – atkarībā no tā, kādas kombinācijas rasu kokteilis ir savākts uz lauka.

Auga atbildes reakcijā uz patogēna uzbrukumu ir iesaistīts liels daudzums patogēnu receptoru, signāla transdukcijas procesu, ar aizsardzību saistītu gēnu produktu. Daži aizsardzības mehānismi ir konstitutīvas, citas tiek inducētas tikai pēc slimības

uzbrukuma. Piemēram, tumšplankumainības infekcijas laikā palielinās polifenola un fitoaleksīna sintēze. (Gachomo, 2005).

Dažas patoģenēzei raksturīgu PR proteīnu saimes ir identificētas kā aktīvas dažādu sugu rezistences procesu dalībnieces. PR proteīni ir saistīti ar SAR, nevis ar ISR. PR proteīnu saimes PR-1, PR-2, PR-3 un PR-5 uzkrājas inficētās rožu lapās, un visi, izņemot PR-1, ir sistemātiski inducēti neinficētajās augšējās lapās (Suo, Leung, 2002). Tur parādās arī divi specifiski PR proteīnu tipi: β -1,3-glukanāze un hitināze samazina tumšplankumainības simptomus *in vitro* rožu stādos. Šie pretsēņu savienojumi ir zināmi kā sēņu šūnu sieniņu noārdītāji īsos oligosaharīdos, kas var kalpot kā signāli citām aizsardzības reakcijām.

Lai pārnestu slimībizturību no diploīda uz tetraploīdu, izmanto vairākas metodes. Savvaļas sugu ģeneratīvo šūnu hromosomas dubulto ar kolhicīnu un tad krusto ar tetraploīdu (Malek, Debener, 1998). Selekcijas programmās pēc atkārtotas atpakaļkrustošanas hibrīdiem ir novērojama inbrīdinga depresija. Lai izvairītos no šāda rezultāta, katram atpakaļkrustošanas ciklam labāk izmantot citu īpatni, nevis lietot vienu klonu kā atkārtotu vecāku (Debener, 2000). Cita pieeja ir sakrustot divas sugas un tad dubultot sēklaudžu hromosomas, radot amfidiploīdu. Šie amfidiploīdi ir auglīgāki nekā sākotnējie diploīdi, tomēr auglība tik un tā ir zema vai vidēja.

Rezistentu augu iegūšana no sugām ir salīdzinoši ilgs process, kas prasa vairāku paaudžu darbu to radīšanā un pārbaudē. Lai gan kultūršķirnes lielākoties ir triploīdi un tetraploīdi, tās mēdz būt rezistentas pret kādām konkrētām slimību rasēm. Turpinot krustojumus, ir jāiegūst hibrīds, kas ir rezistents pret iespējami vairāk slimību rasu. Šķirnes, kas ir tuvākas pamatsugai, ir arī izturīgākas pret vairākām slimībām. Rezistenci mēģina saglabāt, iekrustojot sugas kultūršķirnēs, un tas noved pie rezistentas F1 paaudzes, bet rezistence pazūd pirmajā atpakaļkrustošanas mēģinājumā. Šo rezultātu var skaidrot ar gēna pāra trūkumu mejozes laikā (Walker, 1994).

Ir pieejamas tikai dažas publikācijas par ģenētisko transformāciju, izmantojot *Agrobacterium tumefaciens* (Kim et al, 2004) un šūnu bombardēšanu ar DNS daļiņām (Marchant et al, 1998a). Marchant et al (1998b) un Li et al (2003) lieto ģenētisko transformēšanu, lai paaugstinātu tumšplankumainības un miltrasas rezistenci slimību ieņēmīgās rozēs, piemēram, 'Glad Tiding' kallusā ievada hitināzi kodējošu rīsa gēnu un 'Carefree Beauty' ar *Agrobacterium* starpniecību antimikrobiālā proteīna Ace-AMP1 gēnu.

1.9. Rugosa rožu audzēšanas agrotehnika

Rugosa hibrīdu rozes stāda soliteros vai nelielās grupās. Rugosa hibrīdi lielākoties veido 1.5–2 m augstus, spēcīgus, vairāk vai mazāk izplestus krūmus, tāpēc stādīšanas attālums krūmam no krūma ir 1–1.5 m. Augsnes sedzējus stāda 70 cm attālumā vienu no otra. Sagatavojot dobi, vēlams augsni ielabot visā dobes platībā, nevis tikai tajā vietā, kur tiks stādīta roze. Noderēs 10 kg satrudējušu kūtsmēslu vai komposta uz kvadrātmetru, sevišķi, ja ir viegla smilts augsne. Arī ļoti smagu māla augšņu ielabošanai izmanto kompostu ar smiltīm, granti vai kūdru. Dobi vēlams sastrādāt rudenī, bet stādīt pavasarī. Pārrokot zemi vismaz divu lāpstu dziļumā, apakšējā slānī ierok velēnu, ieber arī kārtu ar nobirušām lapām. Lēnām trūdot, lapas un velēna nodrošinās rožu vajadzības pēc barības vielām, kad komposts būs jau izlietojies. Ja nav pieejams trūdvielas saturošs mēslojums, lieto pamatmēslojumam paredzētus, lēni šķīstošus minerālmēslus, tomēr organiskais mēslojums rozēm ir ieteicamāks (Browne, 1995).

Labākais laiks rožu stādīšanai ir maija beigas, jūnija sākums – pēc pavasara salnām. Stādīšanai piemērotāks ir apmācies laiks, jo tas novērš strauju sakņu apkalšanu un lapu apdegšanu. Patsakņus stāda, nedaudz iedziļinot sakņu kakliņu; potējumus stāda tā, lai potes vieta būtu pāris cm zem augsnes virskārtas (Braslis, 1970). Virs potes vietas sāk veidoties saknes, un ar laiku potcelms var atmirt, turpmāk stādam augot kā patsaknim. Ņemot vērā rugosa hibrīdu izcilo ziemcietību, gadās, ka potcelms ir neizturīgāks par potzaru. Ar spraudņiem apsakņotās rozes var stādīt tikpat dziļi, kā tās augušas, vai arī nedaudz dziļāk. Pēc stādīšanas stādus apgriež. Viengadīgam stādam ar vienu diviem dzinumiem atstāj 3–4 pumpurus no zemes. Divus trīs gadus veciem stādiem ar trim zariem var nogriezt tikai 1/3 dzinuma. Pavasarī stādus mēslo ar kompleksiem minerālmēsliem, reizi pāris gados ieteicams nomulčēt ar lapām, kūtsmēsliem u. tml. Ir dažas šķirnes, kurām, lai veicinātu nepārtrauktu ziedēšanu, ieteicams nogriezt izziedējušos ziedus, tomēr lielākoties ziedi nobirst. Ir vairākas šķirnes, kurām, turpinoties ziedēšanai, veidojas un nogatavojas augļi. Ziemā rugosa hibrīdi nav jāsedz (Nereta, 2010). Pat ja ziemā, kad temperatūra pazeminās līdz -30 un vairāk grādiem, dzinumi nosalst līdz zemei, pēc nogriešanas krūmi pilnībā atjaunojas un zied vēl bagātīgāk kā neapsaluši. Potētiem ceriem vēlā rudenī, pirms sala, ap krūma pamatni jāveic profilaktiska dobes substrāta apraušana, kas pasargā tur snaudošos pumpurus no izsalšanas.

Latvijā rozēs (Nereta, 2010) parasti apgriež pavasarī, izgriežot vājos un šķībos, vecos un neplaukstošos dzinumus, kā arī visiem dzinumiem garumu saīsina par trešdaļu. Ja apgriezto dzinumu griezuma vietā serde nav bāli zaļa, bet gan apbrūnējusi – cietusi no sala vai zars ir novecojis, to nogriež līdz vietai, kur redzami zaļi audi. Vietās, kur nav ērti audzēt lielus krūmus, piemēram, dobēs vai jauktos stādījumos, pavasarī var arī nogriezt visus zarus līdz pašai zemei. Stādījumi zied bagātīgi, bet augumā ir zemāki un kompaktāki. Visa krūma nogriešana, nevis dzeloņaino zaru selektīva izgriešana, ir arī vienkāršāk paveicams uzdevums. Dzīvžogiem var apgriezt tikai nokaltušos zarus – šajā gadījumā, jo blīvāka dzeloņaino zaru biežņa, jo labāk (Brace, 1999).

Atšķirībā no citām krūmu rozēm, kā arī floribundrozēm, tējhibrīdiem un poliantiem, rugosa hibrīdiem griešanu veic nevis tūlīt pēc sala beigām, bet vēlāk, kad sākušas plaukt lapas, jo pārkoksnētajiem dzinumiem no skata nav iespējams noteikt ziemas bojājumu pakāpi. Pārējām modernajām rozēm uz stumbra var redzēt sala un/vai slimību bojājumu pēdas – tumšus plankumus vai posmus, kas norāda uz to, ka zars ir bojāts un to nepieciešams izgriezt (Rieksta, 1983). Ja rugosa hibrīdu dzinumi ir pārkoksnējušies, bojājumu var redzēt tikai šķērsgriezumā vai konstatēt, ja dzinums neplaukst. Karaliskās dārzkopības dārzā Vizlijā pēdējos gados veic mehānizētu visu krūmu auguma samazināšanu, dzinumus apgriežot ar trimmeri. Noziedējušie ziedi rugosa hibrīdiem nav jāizgriež. Neauglīgajām šķirnēm vainaglapas nobirst un ziedkopas nokalst, jaunie dzinumi tās pāraug, ziedot atkārtoti. Ir šķirnes, kas briedina augļus, nepārtraucot ziedēt, un tām rudens pusē uz krūma var redzēt gan ziedus, gan augļus dažādās gatavības pakāpēs. (Rieksta, 2003).

1.10. Bioloģiski aktīvie savienojumi

Par bioloģiski aktīviem savienojumiem sauc organiskus savienojumus, kas būtiski sekmē optimālu attīstību un augšanu un, lai arī cilvēku un dzīvnieku uzturā ir nepieciešami ļoti niecīgā daudzumā salīdzinājumā ar galvenajām uzturvielām (olbaltumvielām, taukiem, ogļhidrātiem, minerālvielām), tomēr spēj izraisīt organisma atbildes reakciju, iniciējot bioķīmisku un/vai psiholoģisku reakciju organisma, orgānu, audu vai šūnu līmenī (Vert et al., 2012). Pie bioloģiski aktīvajiem savienojumiem ir pieskaitāmi tādi darbā aplūkoti savienojumi kā hlorofili, karotinoīdi, antociāni, askorbīnskābe, kā arī plašais gaistošo savienojumu spektrs.

Atsaucoties uz *R. rugosa* plašo izmantošanu tautas medicīnā, zinātnieki ir veikuši virkni pētījumu, kas pamato šos lietošanas veidus, un atrod arvien jaunas unikālas krokainās rozes izmantošanas iespējas. No auga ir izolēti tādi fitoķīmiski elementi kā tanīni, katehīni, flavonoīdi un terpenoīdi (Park, et al, 2004). *R. rugosa* sakņu metanola ekstrakts samazina holesterīna daudzumu un triglicerola koncentrāciju peļu aknās. *In vitro* pētījumos konstatēts, ka rozei piemīt 1,1-difenil-2-pikrilhidrazila radikāļu atlikumu saistīšanas spēja. Visaugstākā šī spēja ir saknēs, tāpēc no saknēm tika izdalīti divi fenola savienojumi un flavonoīdi, kas veic šo uzdevumu. Rozes saknēs atrastais triterpenoīdglukoziāds rozamultīns metanola izvilkumā pasargā žurku aknas no ķīmisko savienojumu, piemēram, bromobenzēna, izraisītiem bojājumiem. No *R. rugosa* ir izdalīti sekundārie metabolīti: no lapām un vainaglapām –tanīni, no saknēm – katehīnu derivatīvi, lapās ir flavonoīdi, divi fenoksihromoni, ziedos un lapās – monoterpēni, lapās – seskviterpēni (sevišķi dziedzermaņos), lapās un saknēs – triterpēni (Hashidoko, 1998). Seskviterpēnu daudzums rožu lapās pozitīvi korelē ar dziedzermaņņu blīvumu (Hashidoko et al, 2001). *R. rugosa* sugai reprezentīvie seskviterpēni bisaborozols A un karota-1,4-dialdehīds ir daudz, turpretī *rugosa* hibrīdos bez dziedzermaņņiem šīs vielas ir pavisam nedaudz. Novērots, ka nākamajās paaudzēs seskviterpēni iedzimst paralēli ar fenotipisko dziedzermaņņu attīstību. Turpmākajās paaudzēs hibrīdos dominē viens (Purple Pavement) vai otrs (David Thompson), vai pavisam cits (Martin Fosbisher) terpēns. Pārbaudot vainaglapu pulvera ietekmi uz zarnu un patogēno baktēriju darbību (Kamijo et al, 2008), izrādījās, ka, pievienojot barotnei 0.01, 0.5, 0.1 un 0.05% vainaglapu, bifidobaktēriju un *Lactobacilli* attīstība netiek traucēta, savukārt *Bacteroides vulgatus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* un *Bacillus cereus* augšana tika pilnībā apturēta. Šķidrā barotnē ar 0.5% rožu vainaglapu *Bifidobacterium breve* augšana bija labāka un *Lactobacillus salivarius* tikai nedaudz traucēta, bet *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* un *Salmonella sp* augšana palēninājās par 50 procentiem. No *R. rugosa* izdalītie hidrolizējošie tanīni, piemēram, rugosīns D un telimagradīns, uzrādīja antibakteriālu ietekmi uz *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* un *Salmonella sp.*, betniecīgu efektu – uz *Bifidobacterium breve* un *Lactobacillus salivarius*.

Antioksidantu aktivitāte ir arī rožu ziedos esošajiem polisaharīdu peptīdu kompleksiem un polimēriem, kas sastāv no akteosaida un tā atvasinājumiem. Šīs vielas ir imūndeficīta vīrusa 1 reversa transkriptāzes (HIV-1 RT) darbības inhibitors (Ng, Fu et al, 2006). Metanola izvilkums no *R. rugosa* ir histona acetiltransferāzes aktivitātes inhibitors, kas samazina prostatas vēža šūnu augšanu (Lee et al, 2008).

1.10.1. Pigmentu saturs un daudzums

Hlorofilu saturs

Hlorofils ir aromātisks nepiesātināts makrociklisks porfirīna savienojums, kas sastāv no četriem pirola gredzeniem, no kuriem katrs satur četrus oglekļus un vienu slāpekli; tie ir savienoti ar viena oglekļa saitēm. Visi slāpekļi vērsti uz iekšpusi, veidojot vidi metāla jona piesaistei. Hlorofila centrālais metāls ir magnijs. Centrālajai daļai nemainoties, hlorofilus sīkāk klasificē pēc to sānu grupām (Scheer 2004). Gan hlorofils a, gan hlorofils b absorbē zili violeto un sarkano gaismas spektra daļu, attiecīgi augstāko absorbciju uzrādot pie 665 un 645 nm. Šie abi pigmenti ir nodarbināti fotosintēzes procesā, pārvēršot saules gaismu enerģijā, kas tiek uzglabāta ķīmisku saišu veidā un tālāk izmantota atmosfēras ogļskābās gāzes reducēšanā par ogļhidrātiem. Gaismas daļa, kas absorbējas hlorofilā b un karotinoīdos ar proteīnu palīdzību, nekavējoties tiek pārnesta uz hlorofilu a un tālāk uz citiem antenas pigmentiem.

Gaismas fotona absorbcijas procesā notiek pigmentu atoma elektronu pāreja no pamatenerģijas stāvokļa uz ierosinātu stāvokli, elektroniem pārvietojoties no atoma kodolam tuvas orbītas uz nākošo vai aiznākošo orbītu no atoma centra. Tā īslaicīgais pieskāriens ierosina hlorofila elektronu uz dažām nanosekundēm; membrānas potenciāls ir stabils jau dažas sekundes, tālākā procesā enerģijas nesēji ATP un NADH var eksistēt stundām, līdz rezerves barības vielas, piemēram, ciete, var saglabāt šo saules enerģiju gadiem. Hlorofila daudzums augā raksturo auga apgādi ar minerālelementiem, kā arī auga fizioloģisko stāvokli caur fotosintēzes aktivitāti (Mintāle, 2010; Marschner, 1999).

Lapu hlorofila saturs stipri korelē ar slāpekļa pietiekamību, fotosintēzes kapacitāti. Jo mazāks hlorofila daudzums, jo zemāka fotosintēzes intensitāte, jo augam grūtāk attīstīties, ražot sēklas (Crop, 2012). Hlorofila saturs lapās var variēt no 0.05% līdz 0.30% no svaigas lapas masas. Šis daudzums mainās arī auga organoģenēzes procesā un agroekoloģisko apstākļu ietekmē. Visaugstākais hlorofila daudzums lapās ir auga ziedēšanas laikā – 4–5 mg cm⁻¹. Lapās vizuāli redzamā krāsa ne vienmēr korelē ar eksperimentos noteiktā hlorofila daudzumu (Bojovic & Stojanovic, 2005). Dažādu augu sugu izturību pret nelabvēlīgiem vides apstākļiem nosaka atšķirīgu morfoloģisku, anatomisku un fizioloģisku īpašību kopums.

Karotinoīdu saturs

Karotinoīdi darbojas kā hlorofila atbalsta grupa, kas novada lieko saules enerģiju no hlorofiliem, pasargājot enerģijas uzkrāšanas mehānismu no fotooksidācijas. Karotinoīdi ir tetraterpenoīdi, kas neuztver dzelteni un oranžo gaismu, toties spēj absorbēt violeto, zilo un zaļo gaismu. Šie pigmenti darbojas fotosintēzes procesā, pasargā hlorofilu no oksidācijas gaismas ietekmē un kļūst redzami, noārdoties hlorofilam. α , β -karotīns un β kriptoksantīns ir A vitamīna jeb retinola provitamīni; karotinoīdiem piemīt arī šūnu bojāeju kavējošā antioksidatīvā aktivitāte (Scheer, 2004).

Ir zināmi vairāk nekā 600 karotinoīdu, kurus iedala divās klasēs: skābekli saturošie – ksantofili – un skābekli nesaturošie nepiesātinātie ogļūdeņraži – karotīni. Visi karotinoīdi ir tetraterpenoīdi, kas sastāv no astoņām izoprēnu molekulām un satur 40 oglekļa atomus. Parasti karotinoīdi ir lipofili, pateicoties garu, alifātisku nepiesātināto ķēžu klātbūtnei to struktūrā, līdzīgi kā tas ir dažām taukskābēm (Hornero Mendez, Mínguez-Mosquera, 2000).

Tieši α karotīns ir tas, kas, pateicoties molekulas simetrijai, ļauj brīvāk pārvietoties elektroniem un novērš hlorofila oksidēšanos (Andersson, 2009).

Paaugļiem nogatavojoties, hloroplasti audos pārveidojas par hromoplastiem. Pilnīgi attīstījušies, tie ir sakārtoti ap mikrocaurulītēm, kas satur daudz karotīnu. Rožu paaugļu riekstiņu kopaugļu ziedgultnēs karotīnu saturs ir ievērojams. Tā kā šūnu līmenī lapu mezofilā un augļu mezokarpā esošo pigmentu hlorofila un karotinoīdu izcelšanās ir līdzīga (Šnē et al., 2013), iespējams, ka arī rožu lapās karotinoīdu saturs ir augstāks nekā citiem augiem.

Karotinoīdiem piemīt antioksidatīvas īpašības. Karotinoīdus izmanto arī preparātos, kas aizsargā ādu pret saules radiāciju, acīs novērš fotooksidatīvo reakciju metabolismu (Andersson, 2009).

Antociānu saturs

Lielākā daļa ziedu un augļu pigmentu ir atvasināta no antociāniem ar zināmu daļu dzelteni karotinoīdu piejaukuma. Rožu selekcionāru *Svētais Grāls* – zilās rozes iegūšana – nodarbina selekcionāru prātus vismaz kopš 1840. gada, kad Anglijas un Beļģijas dārzkopības biedrības izsludināja 500 000 franku lielu atlīdzību pirmajam, kas radīs zilu rozi (Csiro, 2005). Par zilās rožu grupas pārstāvēm sauc vairākas rožu šķirnes, tostarp Dzidras Riekstas rugosa hibrīdus ‘Zilga’ un ‘Violeta’, kā arī ārzemju

tējhibrīdrozes ‘Blue Moon’, ‘Rhapsody in Blue’ un citas. Tomēr tikai cilvēki ar niansētu krāsu uztveri var saukt šos ziedus par ziliem. Rožu ziedu krāsu sārti rožaini zilgano toni nosaka antociānu klātbūtne vainaglapās. Galvenokārt krāsu rada pelargonidīni, peonidīni, cianidīni un to atvasinājumi. Peonidīnu atklāja 1961. gadā *R. rugosa* un tās hibrīda ‘Rosarie la Hay’ vainaglapās, pēc tam arī daudzās kanēļrozēs un citu grupu rozēs (Mikanagi, 2000). 1957. gadā tika ziņots par delfinidīna atklāšanu dažās purpura un zilganās tējhibrīdrožu vainaglapās, tomēr, pārbaudot pētījuma rezultātus, pēc dažiem gadiem nācās precizēt, ka zilgano toni rada cianīna vai peonīna koppigmentācijas process.

Trīs primārie augu pigmenti – cianidīns, pelargonidīns un delfinidīns – veidojas no antociāna dihidrokamferola (DHK). Cianidīna gēns kodē enzīmu, kas modificē DHK, iekļaujot to cianidīna veidošanas procesos, kas veido tumši sarkanu, rozā un ceriņkrāsu. Delfinidīna gēns, kas dabā rozēs nav sastopams, līdzīgi kodē enzīmu, kas nosaka delfinidīna veidošanos. Cits enzīms dihidro-flavonola reduktāze (DFR) tālāk modificē pigmentu prekursorus visiem trim pigmentiem. Līdz tam prekursoru pigmenti ir bezkrāsaini, tāpēc jebkāda mutācija, kas pārtrauc DFR gēna darbību, rada baltus ziedus (Tanaka, 2009).

Antociāni veido lielāko ūdenī šķīstošo augu pigmentu grupu. Ķīmiski tie pieder flavonoīdiem, kas veido fenolu savienojumu grupu, kas ir atbildīga par ziedu, augļu, dārzeņu, dažu gumu un sakņu krāsojumu rozā, sarkanā, purpura un zilā krāsā.

Ķīmiski antociāni ir glikolizēti 2-fenilbenzopirila sāļu polihidroksi vai polimetoksi atvasinājumi. Dažiem antociāniem hidroksilgrupa ir acetilēta. Parasti oglekļi ir saistīti ar anglikonu trešajā vai trešajā un piektajā pozīcijā, turklāt kā ogļhidrāta atlikums gan kā monosaharīds (glikoze, ramnoze, galaktoze), gan kā di- un trisaharīds.

Tūlīt aiz hlorofiliem tā ir cilvēku acīm vislabāk redzamā pigmentu grupa. Ķīmisko struktūru variācijas veido ap 600 dabā sastopamu antociānu (Andersen, 1995). Antociānu ķīmiskajai struktūrai ir noteicoša loma vielas bioloģiskajā aktivitātē, kā arī atstarotā gaismas spektra krāsā.

Spektrofotometriski kopējo antociānu daudzumu var identificēt ar viļņu garumu 510 nm, ņemot vērā, ka cianidīna atvasinājumi absorbē gaismu ar viļņu garumu 515–526, bet pelargonidīns ar viļņu garumu 505 nm (Lee et al., 2011).

Komerčiāli antociānu saturošas dabīgās krāsvielas iegūst no sarkano vīnogu mizām, kā arī plūškokiem, mellenēm, avenēm, sarkanajiem kāpostiem u. c. (Mazza et

al., 1993, Kirca et al., 2006). No dažādiem avotiem iegūtās krāsvielas atšķiras ar krāsas toni un stabilitāti. Tas ir atkarīgs no variācijām antociānu glikozīdu sastāvā un acetilējošu molekulu klātbūtnes un veida. Krāsu stabilitāte ir ļoti nozīmīgs faktors. Nereti, lai nodrošinātu stabilitāti, nākas veikt antociānu ķīmisko modifikāciju. Dabīgo vielu nestabilitāte gaismas, temperatūras, skābekļa, vides skābuma izmaiņu ietekmē ir noteicošais faktors, kas veicina mākslīgo krāsvielu izmantošanu, jo tām šādu trūkumu nav.

Dabīgie antociāni nenoārdās pasterizēšanas procesā (~ 80 °C) vai arī, īsu brīdi karsējot 120 °C temperatūrā. Stabilāki antociāni ir skābā vidē, kur pH ir 1–3, kad tie substrātu iekrāso sarkanu ar spēju uz reversu maiņu uz zilivioletiem toņiem, pH paaugstinoties (Cabrita et al., 2000).

Antociāni cilvēku uzturā savu antioksidatīvo īpašību dēļ novērš dažādu saslimšanu rašanos. Piemēram, „Franču paradokss”, t. i., negatīvā korelācija starp vīna patēriņu un sirds asinsvadu saslimšanu, lielā mērā ir sarkanvīnā esošo antociānu nopelns (Viegas, 2009). Antociāni piedalās arī brīvo radikāļu saistīšanā, metālu jonu helatēšanā, lipīdu peroksidēšanas inhibēšanā, vēža veidošanās procesu palēnināšanā (Meiers et al., 2001).

1.10.2. Askorbīnskābes saturs augļos

L-askorbīnskābe ir augu un gandrīz visu dzīvnieku organismu biosintēzes produkts, kas darbojas kā antioksidants un elektronu donors oksidēšanās reducēšanās reakcijās. Cilvēku un dažu citu zīdītāju organisms neveido šo skābi jeb C vitamīnu, jo neražo L-gulono-1,4-laktona oksidāzi – vienu no enzīmiem, kas nepieciešams askorbīnskābes sintēzē. Tomēr organismā šis vitamīns ir nepieciešams, lai nodrošinātu dažādus fizioloģiskus procesus (Sanahuja et al., 2013).

Nepieciešamo askorbīnskābes daudzumu cilvēkiem visvieglāk uzņemt no augu valsts produktiem. Visbagātākais C vitamīnu avots ir no Dienvidamerikas nākušās *Malpighia emarginata* DC. un *Myrciaria dubia* Mc Vaugh, kas satur 1500–2000 mg un vairāk vērtīgās vielas uz 100 mg. Tām seko rozes, kuru augļi satur ap 1000 mg uz 100 g, un smiltsērķšķi. Citroni, upenes un citi parasti lietoti C vitamīna avoti satur ap 100 mg 100 g augļa. Visbagātākie ar C vitamīnu paaugļi ir pirms rudens salnām, nepārgatavojušies (9. attēls). Pēc sala augļi ir saldāki, bet vitamīnu saturs tajos ir zemāks (Kolesnikov, 2008).



9. attēls. Krokainās rozēs košais krāsojums liecina uz bagātīgu karotīnu daudzumu augļapvalkā.

Rožu paaugļi ir visbagātīgākais C vitamīna avots, pat salīdzinot ar citrusaugļiem, un arī pektīnvielu un karotīnu daudzums tajos ir ievērojams. Paaugļi satur arī A, D, K vitamīnus, flavonoīdus un citus antioksidantus (Han, 1991). Otrā pasaules kara laikā Anglijā no dzīvžogiem ievāktu rožu augļu sīrups kļuva par būtisku citrusaugļu aizvietošanu. Kad vēl nebija izgudrotas C vitamīna dražejas, rožu augļi bija neatņemama jūrnieku ēdienkartes sastāvdaļa cingas profilaksei (Hick et al., 2011).

1.10.3. Antiradikālās īpašības

Ikvienā dzīvā organismā notiek nemitīgs process starp tajā esošajiem brīvajiem radikāļiem, kas ir dažādu reakciju iniciācijas avots, tajā skaitā izraisa šūnu bojāeju un organismu novecošanos, un antiradikāļiem, kas, savienojoties ar brīvajiem radikāļiem, pārtrauc, reakciju ķēdes. Antiradikālā aktivitāte raksturo spēju reaģēt ar brīvajiem radikāļiem, savukārt antioksidatīvā aktivitāte uzrāda spēju palēnināt oksidēšanās procesus, kas ir citu reakciju kopums (Tirzītis & Bartosz, 2010). Brīvie radikāļi ir nestabili ķīmiski savienojumi, kas rodas oksidēšanās rezultātā, ko izraisa organismam nevēlami faktori. Reaģēšanas procesu izraisa radikālī esošais nesapārotais elektrons, kuru antiradikālā viela neitralizē, ziedojot ūdeņraža atomu (Isfahlan et al., 2010).

Iedarbojoties tādiem ārējiem faktoriem kā gaisa piesārņojums, tabakas dūmi, mazgāšanas līdzekļi, pesticīdi, herbicīdi u. c., organismā uzkrājas vairāk brīvo radikāļu, piemēram, superoksīds un hidroksil radikālis, karbēns, un ir nepieciešami papildu antiradikāļu avoti, kas palīdz pretoties nelabvēlīgo apstākļu iedarbībai. Kā dabīgi antiradikāļi darbojas pigmenti, fenolu savienojumi u. c. organismā esošas vai papildus uzņemamas vielas (Tirzitis & Bartosz, 2010).

Tirgū ir plašs piedāvājums antiradikāļu preparātiem, kas ražoti, mākslīgi sintizējot vajadzīgos savienojumus. Pārtikā iekļauj arī radikāļu ķēžu reakciju palēninātājus, metālu helatorus, oksidatīvo enzīmu inhibitorus un antioksidantu enzīmu kofaktorus (Huang et al., 2005). Diemžēl, lietojot sintētiskos antiradikāļus, novērojamas blaknes, kas degradējošos vai slimību izraisošos procesus nesamazina, drīzāk otrādi. Dabīgajiem antiradikāļiem polifenoliem, pigmentiem šādu blakusparādību, nav, un, uzņemti organismā tie uzsūcas asinsritē, kur veic brīvo radikāļu darbības līdzsvarošanu. Pēdējā desmitgadē secināts, ka radikāļi prevalējot var sekmēt cilvēka organisma straujāku novecošanos, ierosināt tādas deģeneratīvos procesus un saslimšanas kā mutāģenēze, šūnu pārveidošanās, vēzis, ateroskleroze, sirds un asinsvadu darbības traucējumi, reimatiskais artrīts u. c. iekaisumi, katarakta, centrālās nervu sistēmas traucējumi kā Alcheimera slimība un parkinsonisms (Veigas, 2009).

Antiradikālās aktivitātes noteikšanai var izmantot dažādus eksperimentus. Tos pamatā var iedalīt divās grupās: reakcijas, kas balstītas uz ūdeņraža atoma pārneši, un reakcijas, kas pamatojas viena elektrona pārnesei pārbaudē. Elektronu pārnesei reakcijās būtība ir red-oks starp antiradikāli un radikāli. Piemēram, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil- (DPPH) savienojuma reakcijās elektrona pārnesei rezultātā mainās parauga absorbcijas spēja, līdz ar to spektrofotometriski var noteikt reakcijas efektivitāti (Huang et al., 2005).

Rožu ziedi, augļi, lapas un pat saknes ir bagāts fenolu un flavonoīdu savienojumu avots, kas promotē auga antiradikālās īpašības. Šo augu daļu lietošana samazina risku saslimt ar tādām deģeneratīvām slimībām kā vēzis, ateroskleroze, hepatīts, AIDS, palēnina organisma novecošanos (Lee, 2011; Sroka, 2006; Ding, 2011). *R. rugosa* ziedos ir atrastas vielas ar antiradikālām īpašībām: kamferols, kvercetin, juglanīns, avikularīns, arabinoze, astralgīnskamferols-3-O-(22-O-D-glikopiranosils)-D-glikopiranozīds, kvercetin-3-O-(22-O-D-glikopiranosils)-D-galaktopiranozīds, 2-feniletīl-O-D-glikopiranozīds, galikskābe un protokatehuīkskābe (Zhong et al, 2009).

Arī gaistošo savienojumu un antociānu klātbūtne auga daļās paaugstina šķīduma antiradikālās īpašības (Sanchez et al., 2010).

1.10.4. Gaistošie organiskie savienojumi vainaglapās

Rožu smaržas analīzēs ir noteikts vairāk nekā 400 dažādu ēterisko vielu, kas pārstāv tādas grupas kā ogļūdeņražus, spirtus, esterus, aromātiskos ēterus u. c., piemēram, tādas aldehīdus kā geranials, rožu oksīds, nonanāls. No krokainās rozes ir izdalītas 108 vielas (Ueyama et al, 1990). Līdz šim noskaidroti tikai daži gēni, kas darbojas smaržas sintēzes pamatā. Acetāta esteru veidošanā ir iesaistīts acetiltransferāzes enzīms, ko kodē divi gēni. BEAT kodē benzilacetiltransferāzi, un BEBT kodē benzilspirta benzoiltransferāzi, kas attiecīgi veido benzilacetātu un benzilbenzoātu (Shalit et al, 2003). Hibridizācijas rezultātā, kombinējot rožu ģenētisko materiālu no visas pasaules, ir zudusi bioķīmisko reakciju virkne, ko stimulē orcinol-O-metiltransferāze un kas oriģināli nodrošināja smaržu Ķīnas sugām. Kaut gan Eiropas izcelsmes sugām ir konstatēta orcinol-O-metiltransferāzi kodējošā gēna sekvenca, enzīma aktivitātes pēdas to vainaglapās neparādās (Scalliet, 2006; Bechec et al, 2006). Līdz ar to genotipiskā līmenī ir novērojamas atšķirības rožu smaržu bioķīmijā un kvalitātē (Condliffe, 2003). Tātad modernās rozes satur gēnus, kas transkribē smaržvielu veidošanos, lai arī ne visas šo gēnu izmanto. *R. rugosa* ziedi neveido nektāru, tāpēc tās apputeksnētājus kukaiņus, piemēram, kameņes (*Bombus terrestris* L.), pievilina ar vainaglapu aromātu (Dobson, 1999).

Vainaglapas ir aktīvākais smaržvielu ražošanas avots. Vislielākā enzīmu aktivitāte un līdz ar to aktīvākā smaržu biosintēze ir ziedos, kas tikko atvērušies. Par galveno smaržas sastāvdaļu ražotni kalpo vainaglapu iekšējās (adaksiālās) epidermas koniskās sekrēcijas šūnas, kurās ir visaugstākā smaržas biosintēzes procesos iesaistīto vielu koncentrācija (Bechec et al, 2006). Krokainās rozes bagātīgās smaržas pamatā ir aromātiskais feniletilspirts, monoterpēna spirti betacitronelols un nerols, kā arī citi monoterpēni un seskviterpēni. Rožūdens ir hidrosols (koloidāla suspensija), kuru iegūst, destilējot rožu ziedus. To lieto kā smaržu, ēdiena aromāta uzlabošanai, kosmētikas un medicīnas preparātos, reliģiskās ceremonijās gan Āzijā, gan Eiropā.

Latvijā līdz šim nav pētīta šeit augošo un selekcionētu rugosa hibrīdu pēctecība, kā arī tādu bioloģiski aktīvu vielu kā pigmenti, saturs augu lapās, augļos un vainaglapās. Gaistošo savienojumu noteikšana un antiradikālās aktivitātes analīze papildina priekšstatus par rožu izmantošanu hidrosola ieguvei. Šī pētījuma rezultāti var būt priekšnoteikums plašākai rugosa hibrīdu un sugas izmantošanai.

2. Metodes un materiāli

Darbā apkopoti pētījumi par rugosa hibrīdiem laika posmā no 2005. gada līdz 2013. gadam.

1.tabula. Pētījumu veikšanas laika grafiks

Darba uzdevums	Gads								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tumšplankumainības novērtējums									
DNS analīzes									
Hlorofilu, antociānu, karotīnu analīzes									
Rožu augļu analīzes									
Gaistošo savienojumu analīzes									
Hidrosolu analīzes									

2.1. Pētījumā izmantoto šķirņu raksturojums

Pētījumā izmantoja Nacionālajā botāniskajā dārzā (N 56.863346, E 24.352065) augošas rugosa hibrīdu šķirnes. Visas pētījumā izmantotās šķirnes ir ļoti ziemcietīgas, nav jāpiesedz. Izturīgas pret sēņu slimībām un kaitēkļiem. Pieticīgas augšanas apstākļu ziņā. Labi aug, zied un ziemo kā patsakņu rozes. Visi rožu krūmi, no kuriem ņemti paraugi, auguši smilšmāla augsnē, ir vecāki par pieciem gadiem, spēcīgi augoši un bagātīgi ziedoši. Suga *R. rugosa* augusi savvaļā 200 m² lielā audzē, koordinātas N 56.944778, E 24.275461. Tā ir Nacionālajam botāniskajam dārzam tuvākā apzinātā savvaļas populācija, atrodas 13 km no dārza, pie Ērgļu P4 un Ogres P5 šoseju krustojuma.

Pētījumā izmantoto šķirņu apraksti

‘**Ābeļzieds**’. Šķirne izaudzēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāri Dr. agr. Dzidra Rieksta un Ilmārs Riekstiņš. Reģistrēta 1957. gadā. Vecākaugi *R. rugosa* x ‘Poulsen’s Pink’. Līdz 1.5 m augsts, ļoti dzeloņains. Ziedi vidēji lieli, pusplūdīti, rozā ar baltu vidu (10. attēls), viegla smarža, sakārtoti pa 5–20 lielās ziedkopās. Šķirnei piemīt sievišķā sterilitāte, paaugļi neveidojas. Visvecākā Latvijā radītā šķirne, bet vēl arvien ļoti iecienīta un pieprasīta.

‘**Rītausma**’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Iegūta krustojot *R. rugosa* ‘Plena’ un ‘Ābeļzieds’ kā putekšņu devējs. Reģistrēta 1971. gadā. Krūms piramidāli izplests, biezi zarots, kompakts, līdz 2

m augsts, dzinumi ļoti dzeloņaini. Ziedi lieli, puspildīti, 20–27 vainaglapas, maigi rozā ar tumšāku vidu (10. attēls), smaržīgi, sakopoti pa 5–25 lielās ziedkopās. Noziedējušie ziedi laikus jānogriež. Apstādījumos visbiežāk sastopamā šķirne. Paaugļi neveidojas. Zied bagātīgi un gandrīz nepārtraukti no jūnija vidus līdz salam.

‘Pārsla’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr.agr. Dzidra Rieksta, reģistrēta 1980. gadā. Šķirne iegūta, krustojot *R. rugosa* ‘Plena’ un ‘Ābeļzieds’. Krūms stāvs, spēcīgi zarots, robusts, 1.5–2 m augsts, dzinumi biezi klāti lieliem un sīkiem dzeloņiem. Lapas lielas, tumši zaļas, ādainas maz spīdīgas rievainas. Ziedi lieli, vienkārši, balti, ar spēcīgu smaržu, pa 5–30 ziedkopā (10. attēls). Ziedi viegli nobirst. Paaugļi neveidojas. Zied ļoti bagātīgi līdz salam.



10. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes, 1- ‘Ābeļzieds’, 2- ‘Rītausma’, 3- ‘Pārsla’, 4- ‘Guna’, 5- ‘Zaiga’ un 6- Agra

‘Guna’. Šķirne izaudzēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, autore Dr.agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 1981. gadā. Selekcionēta, krustojot *R. rugosa* ‘Plena’ ar stīgotājrozēs ‘Parkdirektor Riggers’ un ‘Ābeļzieds’ putekšņu maisījumu. Krūms piramidāli izplests, zarots, 1–1.3 m augsts, dzinumi klāti vidēji bieziem dzeloņiem. Lapas tumši zaļas, spīdīgas, nedaudz rievainas. Ziedi lieli, 8–10 cm diametrā, ar 16–18 vainaglapām,

puspildīti, sarkani ar purpura nokrāsu (10. attēls), nedaudz balo, ar vāju smaržu, 5–15 ziedkopā. Sāk ziedēt jūnija pirmajā pusē, zied intensīvi 2–3 nedēļas un turpina ziedēt mazāk intensīvi līdz salam. Pumpuri viegli atveras, pēc noziedēšanas ziedi viegli nobirst. Vissarkanākā no vietējās selekcijas šķirnēm.

‘Zaiga’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta, reģistrēta 1982. gadā. Selekcionēta, krustojot *R. rugosa* ‘Plena’ ar stīgotājrozes ‘Flammentanz’ un ‘Ābeļzieds’ putekšņu maisījumu. Krūms piramidāli izplests, līdz 1.3 m augsts, spēcīgi zarots, dzinumi gaiši zaļi. Viena no retajām šķirnēm, kurai dzinumi tikai nedaudz klāti ar dzeloņiem. Ziedi lieli, pildīti, koši rozā (10. attēls), ar vāju smaržu, pa 5–25 ziedkopā. Pilnzieda laikā ziedi gandrīz nosedz lapojumu un atgādina rozā ziedu kupenu. Noziedējušos ziedus ieteicams laikus nogriezt. Paaugļi neveidojas.

‘Agra’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta, reģistrēta 1999. gadā. Iegūta, *R. rugosa* ‘Alba’ krustojot ar ‘Ābeļzieda’ un floribundrozes ‘Feurmeer’ putekšņu maisījumu. Krūms izplests, labi zarots, 1–1.2 m augsts, dzinumi klāti lieliem un sīkiem gaiši zaļiem dzeloņiem. Lapas lielas, tumši zaļas, spīdīgas, rievainas, smaržīgas. Ziedi lieli, pildīti, bāli rozā ar violetu nokrāsu, pa 6–30 ziedkopā (10. attēls). Saulē nedaudz izbalo. Pumpuri viegli, atveras, noziedējušie ziedi vidēji ātri nobirst. Paaugļi neveidojas.

‘Līga’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta, reģistrēta 1999. gadā. Šķirne iegūta, krustojot *R. rugosa* ‘Plena’ un ‘Ābeļzieds’. Krūms piramidāli izplests, 1.2–1.5 m augsts, dzinumi ļoti dzeloņaini, lielo dzeloņu gali noliekti uz leju, daudz sīku dzeloņu. Ziedi lieli, pildīti, bāli rozā ar tumšāku vidu (11. attēls), pa 6–25 ziedkopā. Viegla ābolu smarža. Paaugļi neveidojas. Zied ļoti bagātīgi līdz salam.

‘Sniedze’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 1999. gadā. Atlasīta no ‘Schneezwerg’ sējeņiem. Krūms piramidāls, 1.5–2 m augsts, biezi zarots, ar īsiem, dzeloņainiem dzinumiem. Lapas sīkas, tumši zaļas, ādainas, rievainas. 1.5–2 m augsts krūms, īsi, ļoti dzeloņaini dzinumi. Ziedi vidēji lieli, 5.5–6.5 cm diametrā, pildīti, 27–30 vainaglapas, tīri balti (11. attēls), pa 7–15 ziedkopā, ļoti smaržīgi. Sāk ziedēt jūnija sākumā, zied bagātīgi un gandrīz nepārtraukti līdz salam. Paaugļi neveidojas.



11. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes, 1- ‘Līga’, 2-‘Sniedze’, 3- ‘Zilga’, 4- ‘Raita’, 5- ‘Agnese’ un 6- ‘Alise’

‘Zilga’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Valsts šķirņu pārbaude pabeigta 1997. gadā. Atlasīta no ‘Schneezwerg’ sējeņiem. Krūms izplests, biezi zarots, 0.7–1 m augsts, ar īsiem, stipri dzeloņainiem dzinumiem. Dzeloņi gaiši zaļi, taisni uz leju noliektiem galiem. Daudz sīku dzeloņu. Lapas sīkas, tumši zaļas, spīdīgas, rievainas, dekoratīvas. Ziedi vidēji lieli, 6–7 cm diametrā, puspildīti, 16–18 vainaglapas, spilgti tumšā aveņkrāsā (11. attēls), mazliet balo, pa 7–9 ziedkopā. Maigs mežrožu aromāts. Pumpuri veidojas viegli, noziedējušie ziedi ātri nobirst. Sāk ziedēt jūnija vidū, zied 2–3 nedēļas intensīvi, tad turpina mazāk bagātīgu ziedēšanu līdz salam. Atsevišķi noziedējušie ziedi veido pa kādam paauglim.

‘Raita’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 2002. gadā. Iegūta, krustojot ‘Schneezwerg’ x ‘Sniedze’. Līdz 1.5 m augsts, piramidāli izplests krūms ar spēcīgiem, dzeloņainiem dzinumiem. Dzinumi ātri atjaunojas. Lapas sīkas, spīdīgas, ādainas, rievainas. Ziedi puspildīti, vidēji lieli, amaranrozā (11. attēls), smaržīgi, pa 6–18 ziedkopā. Zied bagātīgi un nepārtraukti no jūnija vidus līdz salam. Noziedējušos ziedus nevajag nogriezt, jo tiem aizmetas augļi. Vasaras otrajā pusē uz krūma vienlaikus var redzēt jaunus ziedpumpurus, izplaukušus ziedus, kā arī zaļus un oranžus rožu augļus.

‘Agnese’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 2005. gadā. Iegūta, krustojot ‘Schneezwerg’ x ‘Sniedze’. Zems, kompakts, 40–60 cm augsts krūms, labi zarots, kupls, ar dzeloņainiem dzinumiem. Ziedi lieli, tīri balti, pildīti (11. attēls), sakārtoti pa 5–15 ziedkopā. Zemā auguma dēļ šo rozi var izmantot stādījumos kā augsnes sedzēju. Veido paaugļus.

‘Alise’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 2005. gadā. Iegūta, krustojot ‘Schneezwerg’ x ‘Raita’. Līdz 60 cm augsts, kupls, bagātīgi zarots krūms, dzinumi stipri dzeloņaini, ar tieksmi noliekties. Ziedi vidēji lieli, balti, pildīti, pa 7–20 ziedkopā (11. attēls). Veido paaugļus.

‘Violeta’. Šķirne selekcionēta Nacionālajā botāniskajā dārzā, selekcionāre Dr. agr. Dzidra Rieksta. Reģistrēta 2005. gadā. Iegūta, krustojot ‘Frau Dagmar Hastrup’ x ‘Zilga’. Līdz 1.5 m augsts krūms ar spēcīgiem, dzeloņainiem dzinumiem. Ziedi lieli, tumši sarkanīgi purpura (12. attēls), pildīti, smaržīgi, pa 5–15 ziedkopā. Viena no vistumšākajām vietējās selekcijas šķirnēm. Paaugļi neveidojas.



12. attēls. Darbā pētītās rožu šķirnes, 1. – ‘Schneezwerg’, 2.- Frau Dagmar Hastrup’, 3.- ‘Parkdirektor Riggers’, 4.- ‘Violeta’, 5. ‘Poulsen’s- ‘Poulsen’s Pink’, 6.- ‘Flammentanz’.

‘Schneezwerg’ (sin. ‘Snow Dwarf’, ‘Snowdwarf’). Selekcionārs Lamberts, Vācija, 1912. Vecāki, iespējams, *R. rugosa* × polianta hibrīds. Krūms 1–1.20 m augsts. Ziedi sniegbalti, ar zeltaini dzelteniem putekšņiem, nelieli, puspildīti, plakani (12. attēls), ziedkopās, maiga smarža, zied nepārtraukti. Lapas tumšas, spīdīgas, krokainas. Dzeloņaina. Mazi, sarkani paaugļi.

‘Dagmar Hastrup’ (‘Frau Dagmar Hartopp’, ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Fru Dagmar Hartopp’, ‘Fru Dagmar Hastrup’). Selekcionārs Hastrups, reģistrēta 1914. gadā Vecāki *R. rugosa* × nezināms. Krūms plašs. Ziedi sudrabaini rozā (12. attēls), vienkārši, lapas izteikti krokainas, augļi lieli.

‘Flammentanz’. Selekcionēts rožu audzētavā W. Kordes' Söhne, 1955. gadā, *Rosa eglanteria* L. hibrīds × *Rosa kordesii* H. Wulff. Stīgotājroze, vidēji sarkani (12. attēls), vidēji lieli līdz lieli pildīti ziedi, lielās ziedkopās, vāja smarža, zied tikai uz iepriekšējā gada dzinumiem. Dzinumi stīgo līdz 2 m. Augļus neveido.

‘Poulsen’s Pink’. Selekcionārs Poulsens, Dānija, reģistrēta 1941. gadā. ‘Golden Salmon’ krustojums ar dzeltenu tējhibrīdrozi. Floribundroze. Krūms stāvs, 0.60–0.75 m augsts, 0.6 m plats. Lapas spīdīgas, gaiši zaļas. Ziedi maigi rozā ar dzeltenu vainaglapu pamatni (12. attēls), 4–5 ziedus lielās ziedkopās, kausveida, 9–16 vainaglapas, pildīti, ar vāju smaržu, 4–5 cm lieli. Atveroties redzams zieda centrs ar zeltainiem putekšņiem. Spīdīgas, gaiši zaļas lapas. Tetraploīds. Piemērota stādīšanai dobēs.

‘Parkdirektor Riggers’, selekcionējis Reimes Kordess, 1957. gads *R. kordesii* × Our Princess. Stīgotājroze. Ziedi puspildīti, tumši sarkani, lielās ziedkopās (13. attēls). Labvēlīgos apstākļos sasniedz 2 un vairāk metru augstumu. Augļus neveido.

Latvijā veidotās šķirnes ir reģistrētas pakāpeniski, vairākas šķirnes reģistrētas laikā no 2008. līdz 2010. gadam, tās pakāpeniski izvietotas stādījumos Nacionālajā botāniskajā dārzā un audzētas vairākus gadus, kamēr var uzskatīt par briedumu sasniegušām. Līdz ar to šķirnēm, ar kurām sākām pētījumus par slimību rezistenci un ģenētisko daudzveidību, ir nākušas klāt šķirnes, kuras veidotas, atlasot augus no iepriekš pārbaudīto šķirņu sējeņiem, tāpēc nevar sniegt jaunus izziņas avotus ģenētiskās daudzveidības aspektā, bet papildus iemantojušas spēcīgu ziedu smaržu un spēju ražot augļus, un vēlākajos pētījumos modeļaugi izvēlēti, balstoties uz šīm īpašībām. Bioloģiski aktīvo vielu noteikšanai izvēlēti modeļi, kuri, pēc ģenētiskajām analizēm spriežot, pārstāvēja plašāku pazīmju dažādību. Šķirņu rezultāti ir salīdzināti ar to izejas sugas *R. rugosa* un pildītās šķirnes ‘Plena’ īpašībām. Visām darbā aprakstītajām

šķirnēm veica fenoloģiskos novērojumus vismaz trīs gadu garumā, lai varētu veiksmīgāk izvēlēties šķirnes – modeļus optimālai īpašību raksturošanai.

Iesākumā fenoloģiskos novērojumus un tumšplankumainības skrīningu veica šķirnēm: ‘Ābeļzieds’, ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Guna’, ‘Līga’, ‘Parkdirektor Riggers’, ‘Pārsla’, ‘Poulsen's Pink’, ‘Schneezweg’, ‘Violeta’, ‘Zaiga’, ‘Flammentanz’, ‘Rītausma’, ‘Zilga’. Izejot no tumšplankumainības pētījumu rezultātiem, izvēlējās šķirnes, kas demonstrē atšķirīgu slimības izturību un habitusu.

DNS materiāla salīdzināšanai izmantoja *R. rugosa* un šķirnes: ‘Ābeļzieds’, ‘Flammentanz’, ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Guna’, ‘Parkdirektor Riggers’, ‘Pārsla’, ‘Plena’, ‘Poulsen's Pink’, ‘Rītausma’, ‘Schneezweg’, ‘Violeta’, ‘Zaiga’, ‘Zilga’.

Antiradikalitātes rādītājus un pigmentus noteica taksoniem, kas uz eksperimenta veikšanas brīdī bija vienādā auga attīstības stadijā, bet pārstāvēja dažādus pēc DNS analizēm noteiktos klāsterus: ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Līga’, ‘Plena’, *R. rugosa*, ‘Rītausma’, ‘Sniedze’, ‘Zaiga’.

Gaistošo savienojumu analīzes raksturoja *R. rugosa* un šķirnēm ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Līga’, ‘Plena’, ‘Raita’, ‘Rītausma’, ‘Schneezweg’, ‘Sniedze’, ‘Violeta’, ‘Zaiga’. Tās izvēlējās pēc fenoloģiskajos novērojumos gūtajām zināšanām par smaržas esamību.

Kad reģistrāciju bija izgājušas Latvijas šķirnes, kuras atlasītas, pateicoties spējai veidot sēklas, paaugļu analīzes tika izdarītas: ‘Alise’, ‘Schneezweg’, ‘Agnese’, ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Plena’, ‘Raita’, ‘Zilga’.

2.2. Audzēšanas tehnoloģija

Stādījumus ierīkoja 2000. gadā un daļēji atjaunoja, nomainot un papildinot šķirņu sortimentu ar jaunākajām Latvijā reģistrētajām šķirnēm 2006. gadā. Augus sāka izmantot pētījumiem, kad tie bija sasnieguši piecu gadu vecumu. Rožu stādus izstādīja uz paaugstinātas dobes, kas pārklāta ar melno austro augsnes pārklāju. Tas ierobežo nezāļu augšanu un ātrāk pavasarī sasilda augsni, tā veicinot augu ātrāku augšanu un ziedēšanu. Stādījumu vietas ielabotas ar satrūdējušiem kūtsmēsliem un kūdru. Augi stādīti 1 m attālās kvadrātligzdās. Pēc stādīšanas potējumu vieta atradās 3 cm zem augsnes virskārtas. Pēc stādīšanas augus apgrieza, vienam zaram atstājot 3–4 lapas. Stādījumus nelaistīja. Ja pavasarī, straujas augšanas periodā, uz jaunajiem dzinumiem konstatēja kaitēkļus un to daudzums pārsniedza kritisko sliekšni, krūmus apstrādāja ar insekticīdiem, preparātus

mainot, lai nerodas rezistence pret vienas grupas preparātu. Ziemas periodā augus nepiesedza. Pavasarī samazināja dzinumus par vienu trešdaļu, izgrieza nokaltušos un sala bojātos zarus. Spēcīgu bojājumu gadījumā visu krūmu nogrieza līdz zemei. Augi savu briedumu sasniedza piecu gadu vecumā, kad krūmi bija bagātīgi zaroti, ziedoši, dzinumi sasnieguši maksimālo augstumu. Pavasarī mēsloja ar komplekso mēslojumu Novatec classic COMPO, 12-8-16, 30 g uz krūmu, vai atkarībā no augsnes analīzēm. Noziedējušos ziedus negrieza. Stādījumus ierīkoja 2000. gadā un daļēji atjaunoja, nomainot un papildinot šķirņu sortimentu ar jaunākajām Latvijā reģistrētajām šķirnēm 2006. gadā. Augus sāka izmantot pētījumiem, kad tie bija sasnieguši piecu gadu vecumu.

2.3. DNS mikrosatelītu analīze

Genomisko DNS izolēja no viena krūma randomizēti ievāktām, un pie $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sasaldētām un uzglabātām lapām saskaņā ar Xu et al (2004). Apmēram 5 g ar slāpekli sasaldētu lapu pietā smalki saberza, pulveri iebēra sterilā 50 ml mēģenē, pievienoja 20 ml mazgāšanas bufera (100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 5 mM etilendiamintetraetiķskābe (EDTA) (pH 8.0), 0.35 M glukoze, 2% polivinilpirolidons (PVP), 4% merkaptotetanolis).

Rūpīgi vorteksēja un 30 min inkubēja uz ledus, pēc tam centrifugēja ar 2800 apgr. 10 minūtes. Nolēja supernatantu. DNS izdalīšanai pievienoja 20 ml ekstrakcijas bufera (100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1.5 M NaCl, 50 mM EDTA (pH 8.0), 4% merkaptotetanolis, 3% (w/v) CTAB). Inkubēja siltā ūdens peldē $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 30 minūtes, 3–4 reizes vorteksējot. Ekstraģēja ar hloroforma izoamilspirta maisījumu (24:1) un 5 M kālija acetātu. Rūpīgi kratīja līdz audi, buferis un hloroforms bija homogenizējušies. Centrifugēja 5000 apgr. 15 minūtes istabas temperatūrā.

Attīrīšanai pārvietoja supernatantu jaunā 50 ml mēģenē, pievienoja 15 ml hloroforma-izoamilspirta (24:1), centrifugēja un pārlēja tāpat kā iepriekš. Supernatantam pielēja izopropanolu un 3 M nātrija acetātu. Rūpīgi apvēršot, samaisīja un inkubēja $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 30 minūtes. Turpmāk centrifugēja 4000 apgriezīnos 10 minūtes un skaloja nogulsnes 3 reizes pa stundai ar 70% etanolu. Žāvēja 20 minūtes istabas temperatūrā, tad atkal suspendēja ar 2 ml TE bufera (pH 8.0: 10 mM Tris-HCl, 1 mM autoklāvēta EDTA) un pievienoja $10\text{ }\mu\text{l}$ no 10 mg ml^{-1} DN-āzes brīvu RN-āzi A. Inkubēja 3 stundas $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā.

DNS koncentrāciju pārbaudīja spektrofotometriski, paraugu integritāti – ar elektroforēzi, lietojot 1% w v⁻¹ 1 x TBE agarozes gēlu. Dažādiem paraugiem DNS koncentrāciju pielīdzināja līdz 25 ng, PCR reakcijai izmantoja apmēram 50 ng DNS.

Četrpadsmit rugosa hibrīdu DNS analizēja ar 21 mikrosatelītu marķieri (Yan et al., 2005). PCR reakcijas šķīduma 20 µl saturēja apmēram 50 ng genoma DNS, 0.2 mM dNTPs, 0.5 µM katra praimera, vienu vienību Maxima Hot Start Taq DNA polimerāzes (Fermentas, Viļņa, Lietuva) un reakcijas buferi, kas satur 2 mM MgCl₂. PCR reakciju veica pēc Esselinka et al. (2003) apraksta, 5 min 95°C, tad 35 cikli 1 min 94 °C, 1 min 58°C un 1 min 72 °C, beidzamajai sintēzei – 30 min 72 °C. Amplificētos fragmentus sadalīja natīvā 10% w v⁻¹ 1 x TAE poliakrilamīda gēlā (akrilamīda: bis- akrilamīda attiecība 37.5 : 1). DNS fragmentu izmērus aprēķināja pēc molekulārā masas standartlīknēm, kas konstruētas, lietojot FastRuler DNA Ladder (Fermentas, Viļņa, Lietuva).

Mikrosatelītu fragmentus uzskaitīja binārajā sistēmā pēc to esamības (1) vai neesamības (0) poliakrilamīda gēlā. Datu matricu izmantoja, lai DARwin 5.0 programmatūrā (<http://darwin.cirad.fr/darwin/Home.php>) aprēķinātu distanču matricu, ko tālāk lietoja, lai veiktu galveno koordinātu (PCo) analīzes un konstruētu NJ (*Neighbour-Joining*) dendrogrammu.

Ņemot vērā, ka mikrosatelītu praimeri bija izveidoti tējhibrīdrozēm *R. hybrida* (Yan et al., 2005), izmantojot tos rugosa hibrīdu un to izcelsmes pētījumos, tikai 15 no 21 praimeru pāra deva labi izšķiramus un atkārtojami amplificējamus DNS fragmentus. Pārējiem amplificējās vai nu viens monomorfs DNS fragments, vai liels fragmentu skaits, kas to uzskaiti padarīja komplicētu.

Katrs praimeru pāris amplificēja 2–7 fragmentus. Kopumā tika iegūts 51 DNS fragments, kas PCo analīzēs identificēja vairākas varietāšu grupas.

2.4. Tumšplankumainības (*Diplocarpon rosae*) novērtējums

Rezistenci pret tumšplankumainības izraisītāju patogēnu (*Diplocarpon rosae*) pārbaudīja trīs gadus smilšmāla un smilts augsnes, Nacionālā botāniskā dārza rozārijā. Pētījumā vērtētajiem augiem netika veikti patogēna kontroles pasākumi. Kultūraugu kopšanā neizmantoja apstrādes ar fungicīdiem. Slimības pazīmes vērtēja, tās katru gadu pieciem krūmiem no šķirnes divas reizes sezonā – 5. jūlijā un augšanas sezonas beigās, 25. septembrī – desmit ballu sistēmā pēc šādiem kritērijiem:

- 1 = nav slimības simptomu;
 2 = daži dzelteni plankumi uz vecākajām lapām;
 3 = vecāko lapu dzelte un tumši plankumi, dzelteni plankumi krūma centrā;
 4 = uz apakšējiem zariem novērota neliela lapbire, izklīdēti plankumi visā krūmā;
 5 = plankumi uz gandrīz visām lapām, lapbire;
 6 = daudz plankumu, lapu dzeltēšana, lapbire > 30%;
 7 = lapbire >50%;
 8 = lapbire 75%;
 9 = gandrīz pilnīga defoliācija, 90%, nedaudz slimības skartas lapas dzinumumu galos;
 10 = augs bez lapām, dzinumumu galos novērojama jaunu, novājinātu lapiņu plaukšana.

Iegūtie dati apstrādāti datu statistiskā analīzē Microsoft Excel datu analīžu pakotnes divfaktoru dispersijas un korelācijas analīzi.

2.5. Antiradikālās aktivitātes noteikšana

Pētījumā antioksidantu aktivitātes noteikšanai paraugos izmantoja 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil- (DPPH) radikāli. Šis radikālis raksturo substrātā esošo savienojumu (fenoli, vitamīni) spēju saistīt brīvos radikāļus, kuri rodas oksidēšanās procesos. DPPH radikālis veido spilgti violetas krāsas šķīdumu, kas kļūst bezkrāsains, kad antioksidanti paraugā to neitralizē. Šī īpašība dod iespēju spektrofotometriski uzraudzīt reakcijas, un sākotnējos radikāļus var kvantitatīvi izteikt no izmaiņām optiskā absorbcijā pie 515 nm (Dabiņa-Bicka, 2013). Antiradikālās aktivitātes noteikšanu veikta, pamatojoties uz Yu et al. (2003).

Kā augu materiāla šķīdinātāju izmantoja ar 1% triflouretiķskābi skābinātu metanolu, tā atbrīvojot flavonoīdus un fenolus, kas šķīst spirtā. Trīs dienas augu materiālu ekstrahēja spirtā, tumsā, 4 °C temperatūrā. Pēc tam materiālu filtrēja, ļaujot spirtam iztvaikot pazemināta spiediena apstākļos 25 °C temperatūrā, un iegūto frakciju attaukoja ar etilacetātu. (Lee, 2011).

Ekstrakcijas rezultātu aprēķināja:

$$Y\% = \frac{C_e \times 100\%}{w_r} \quad (1)$$

kur Y% ir ekstrakcijas produkts, C_e – kopējais ekstrakta daudzums gramos, w_r – izejmateriāla svars.

Kad DPPH radikāļu šķīdumu sajauc ar auga lapu izvilkumu, DPPH reducēja, samazinot šķīduma absorbciju, kā rezultātā šķīdums no sākotnējā violetā kļuva bezkrāsains. Sajaucot DPPH radikāļus ar *R. rugosa* izvilkumu (uz 3 ml DPPH ņemts 0.1 un 0.3 ml rožu

vainaglapu vai lapu spirta izvilkuma), tā absorbcija samazinājās, norādot uz brīvo radikāļu aktivitātes bloķēšanu.



Augu materiāla aktivitāti izteica antiradikālās aktivitātes vienībās AAV, ko aprēķināja uz 1 mg ekstrakta. Iesvara antiradikālo aktivitāti aprēķināja ar vienādojumu

$$\text{AA}_{515} = \text{A}_p - \text{A}_k \quad (3)$$

AA – izvilkuma antiradikālā aktivitāte,

A_p – parauga optiskais blīvums,

A_k – kontroles optiskais blīvums pie 515 nm spektrālās plūsmas viļņu garuma DPPH šķīdumā bez auga daļiņu klātbūtnes.

Antiradikālo vienību skaitu (AVS) uz 1 mg izvilkuma aprēķina formula:

$$\text{AVS}_{515} = \frac{\text{AA}_{515}}{I_e} \quad (4)$$

I_e ir pievienotā izvilkuma daudzums paraugā mg.

Tad aprēķināja kopējo antiradikālās aktivitātes vienību skaitu 1 g izejmateriāla.

$$\text{KAA} = \frac{C_e \times \text{AA}}{I_e} \quad (5)$$

C_e – kopējais izvilkuma daudzums mg;

I_e – izvilkuma daudzums mērāmajā paraugā.

Mērījumus veica ar spektrofotometru Perkin Elmer LAMBDA 25.

Uzskatāmības dēļ demonstrēts grafiski, cik % no kopējā DPPH daudzuma saista rožu lapu preparāti.

Iegūtie dati apstrādāti datu statistiskā analīzē ar Microsoft Excel datu analīžu pakotnes divfaktoru dispersijas un korelācijas analīzi, noteiktas standartnovirzes (n=3).

2.6. Pigmentu noteikšanas metodes

Pigmentu absorbcijas spektru noteica spektrofotometriski, nosakot absorbciju pie dažādiem viļņu garumiem (Ермаков, 1987).

Hlorofilu un karotinoīdu noteikšanai lapas ievāca ziedēšanas kulminācijā no ziedošu zaru galiem, izmantojot otro vai trešo lapu, skaitot no ziedkopas. Vainaglapas ievāca ziedēšanas laikā no daļēji vai pilnīgi izplaukušiem ziediem. No lapām izspieda diskus 0,5 cm diametrā, tos nosvēra, smalki saberza, pievienoja 20 mL etilspirta (Benvenuti, 2004). Augļus novāca oktobra vidū pilnīgi gatavus. Laboratorijā augļus pārgrieza, izņēma sēklas, mizu, mīkstumam homogenizēja un sagatavoja preparātu kā iepriekš.



13. attēls. Sagatavotie hlorofilu un antociānu paraugi pirms spektrofotometrijas analizēm.

Tad šķīdumu pārnesa centrifūgas stobriņā un centrifugēja 1000 apgr. min. x 5 minūtes. Mērījumus veica ar spektrofotometru Perkin Elmer LAMBDA 25 attiecīgi ar viļņu garumiem: karotīns lapās 440 nm, karotīns augļos 453 nm, antociāni 520 nm, hlorofils b 649 nm, hlorofils a 665 nm, un aprēķināja pigmentu daudzumu:

$$\text{Hlorofils a} \quad 13,7 \times X - 5,76 \times Y \quad (6)$$

$$\text{Hlorofils b} \quad 25,8 \times Y - 7,6 \times X \quad (7)$$

$$\text{Karotinoīdi lapās un augļos} \quad 4,695 \times Z - 0,263 \times W \quad (8)$$

$$\beta \text{ karotīns augļos} \quad 0,452 \times A - 0,304 \times B \quad (9)$$

Vainaglapas antociānu noteikšanai, ievāca ziedēšanas kulminācijā no pilnīgi vai daļēji izplaukušiem ziediem. No vainaglapām izspiestos 0,5 cm diametrā lielos diskus homogenizēja pietā, nosvēra 1 g, pievienoja 20 ml etilspirta un 1.5 M HCl, centrifugēja 5 min 1000 apgriezīnos minūtē. Antociānu daudzumu noteica ar 520 nm viļņu garumu un aprēķināja pēc Giovanelli un Buratti (2009) formulas:

$$\frac{A \times v \times d \times 1000}{980 \times m} \quad (10)$$

X – parauga absorbcija pie 665 nm;

Y – parauga absorbcija pie 649 nm;

Z – parauga absorbcija pie 440 nm;

A – parauga absorbcija pie 453 nm

B – parauga absorbcija pie 505 nm

U – parauga absorbcija pie 520 nm

W – vienāds ar kopējo hlorofila daudzumu, tas ir hlorofils a + b

Visi mērījumi veikti trīs atkārtojumos. Iegūtie dati apstrādāti datu statistiskā analizē ar Microsoft Excel datu analīžu pakotnes vienfaktora dispersijas un korelācijas analīzi, noteiktas standartnovirzes (n=3).

2.7. Askorbīnskābes analīzes paaugļos

Lai noteiktu askorbīnskābes daudzumu paaugļos, pētījumā izmantoja sešas *rugosa* hibrīdu šķirnes, kuras bagātīgi ražo augļus, kā arī sugu *R. rugosa*. No izvēlētajām šķirnēm četras bija vietējās selekcijas darba rezultāts – ‘Raita’, ‘Zilga’, ‘Alise’ un ‘Agnese’ – un divas to vecākaugi ‘Frau Dagmar Hastrup’ un ‘Schneezweg’, kuru augļu bagātība ar C vitamīnu varētu veicināt to turpmāku izmantošanu jaunu šķirņu selekcijā, kā arī palīdzēt novērtēt, kāda ir bijusi askorbīnskābes satura pārnese uz jau esošajiem hibrīdiem. Diemžēl lielākā daļa no Latvijā reģistrētajām *rugosa* hibrīdu šķirnēm paaugļus un sēklas nenobriedina vai arī raža ir ļoti niecīga.

Savukārt, lai selekcijā izmantotu neauglīgas šķirnes, jāizmanto komplicētas biotehnoloģijas (Canli et al., 2009). Tāpēc šķirnes, kuras ražo augļus, ir izmantojamas ne tikai dekoratīviem mērķiem, bet arī kā C vitamīna avots un kā mātesaugs tālākas selekcijas procesā. Augļus novāca oktobra vidū pilnīgi gatavus.

Askorbīnskābes (C vitamīna) saturs (mg 100 g⁻¹) svaigos audos noteikts ar joda metodi (T-138-15-01:2002), 5 g homogenizēta paaugļu augļapvalka mīkstumam pievienojot 50 ml 1% HCl un 5% H₃PO₄ maisījuma un centrifugējot. Pēc 30 minūtēm preparāti tika filtrēti.

Askorbīnskābes satura noteikšanai ņemti 10 ml filtrāta, ko titrēja ar 0,005 molāru joda šķīdumu cietes klātbūtnē līdz šķīduma krāsas maiņai. Analīzes veiktas trīs atkārtojumos. Askorbīnskābes saturs aprēķināts pēc formulas (Arya et al, 2000)

$$\frac{C_{I_2} \times V_{I_2} \times 500}{m_{iesvars}} \quad (11)$$

C_{I_2} – joda molārā koncentrācija šķīdumā, mmol ml⁻¹;

V_{I_2} – titrēšanai patērētais joda tilpums, ml;

176.12 – askorbīnskābes molmasa, mg mmol⁻¹;

500 – lielums pārrēķināšanai uz 100 g;

$m_{iesvars}$ – parauga svars, g.

Iegūtā statistiskā analīze veikta ar Microsoft Excel datu analīžu pakotnes vienfaktora dispersijas un korelācijas analīzi, noteiktas standartnovirzes (n=3).

2.8. Gaistošo savienojumu noteikšana rožu vainaglapās un hidrosolā

Vainaglapas ievāca trīs gadus aktīvā ziedēšanas periodā – ik gadu 27. jūnijā ap astoņiem no rīta. No vienas šķirnes novāca apmēram 200 g tikko uzplaukušū vai plaukstošu ziedu. Augu materiālu ievietoja maisiņā, marķēja un nekavējoties nogādāja laboratorijā analīzēm. Gaistošos savienojumus noteica 5 g vainaglapu parauga.

Hidrosolu gatavoja, 35 g ievāktos ziedus pārlejot ar 350 ml ūdens un hidrodestilēšanas aparātā destilējot 2 stundas. Rezultātā no katras šķirnes ieguva aptuveni 175 ml hidrosola, ko uzglabāja ledusskapī līdz analīžu veikšanai.

Gaistošo savienojumu ekstrakciju ar cietās fāzes mikroekstrakcijas šķiedrām un injekciju veica ar automātisko paraugu ievadīšanas sistēmu MP-2. Mikroekstrakcijas šķiedras atšķiras pēc to pārklājuma materiāliem un to spējas absorbēt savienojumus ar noteiktām īpašībām, piemēram, polārus vai nepolārus savienojumus. Pētījumā izmantoja divinilbenzēna / karboksēna / polidimetilsiloksāna (Divinylbenzene / Carboxen / Polydimethylsiloxane – DVB/Car/PDMS) šķiedru. Rožu vainaglapās esošo gaistošo savienojumu noteikšanai izmantoja gāzes hromatogrāfijas metodi, lietojot Perkin Elmer Clarus 500 GC/MS gāzu hromatogrāfu ar masu selektīvo detektoru un Elite-Wax ETR kapilāro kolonu (60 m x 0.25 mm i d ; DF 0.25 μm)-MS. Darba apstākļi: inžektors 250 °C; transфера līnija uz MSD 260 °C; krāsns režīmi parādīti 2. tabulā. Kā nesējgāze izmantots hēlijs ar plūsmas ātrumu 1 ml min⁻¹; ievadīšanas režīms – *splitless*.

2. tabula. Izturēšanas laika un temperatūras programma

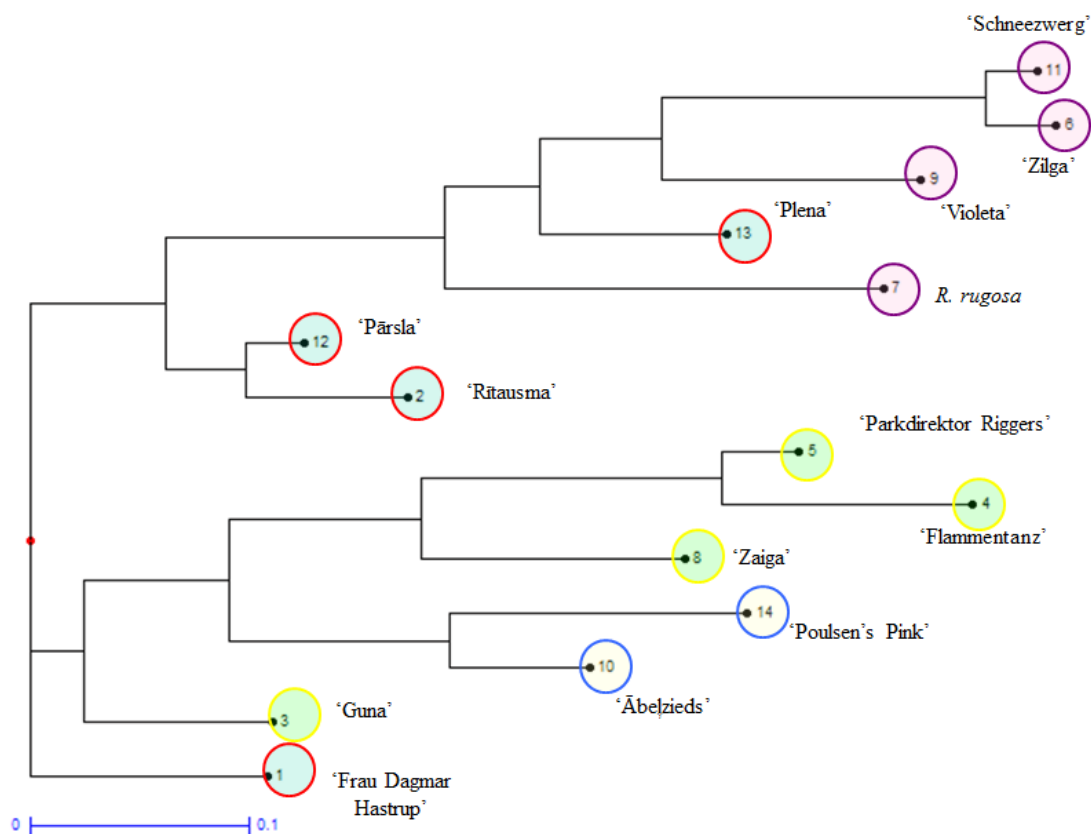
Temperatūras pacelšanas ātrums, °C min ⁻¹	Krāsns temperatūra, °C	Izturēšanas laiks, min
0	40	10
2	60	0
20	250	5

Savienojumus identificēja, salīdzinot to masu spektrus ar masu spektru bibliotēkām (Nist98 un Wiley 6th), kā arī aprēķinot aiztures indeksu un salīdzinot to ar literatūras datiem (Cho et al., 2006). Iegūtie dati apstrādāti datu statistiskā analīzē ar Microsoft Excel datu analīžu pakotnes vienfaktora dispersijas ANOVA un korelācijas analīzi, noteiktas standartnovirzes (n=3).

3. Rezultāti

3.1. Ģenētiskās daudzveidības analīze

Lai analizētu Latvijā radīto šķirņu ģenētisko daudzveidību, vecākaugu klātbūtni un ietekmi uz īpašību pārmantojamību, pētījumos Latvijas Universitātē izmantoja 21 *Rosa x hybrida* mikrosatelītu marķieri (Yan et al., 2005). *Rugosa* hibrīdu ģenētiskās daudzveidības analīzei izmantojami izrādījās tikai 15 no tiem, kuri uzrādīja atkārtotamu amplifikāciju (3. pielikums). Katrs praimeru pāris amplificēja 2–7 fragmentus. Kopumā tika iegūts 51 DNS fragments, kas tālāk tika izmantots PCo un filoģenētiskajās analīzēs.

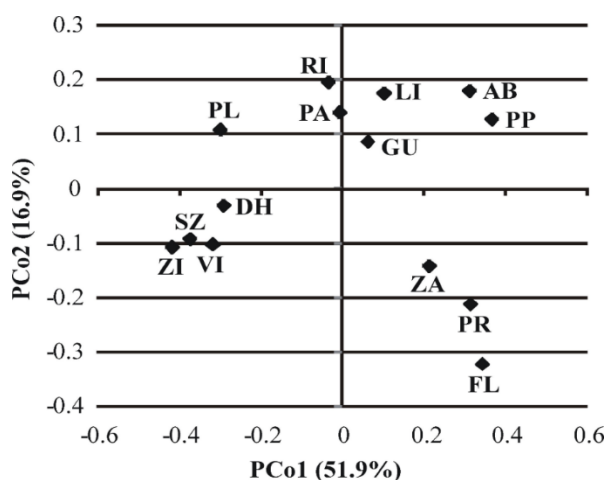


14. attēls. Neighbour-Joining dendrogramma veidota no 14 rugosa hibrīdu SSR datiem, izmantojot DARwin 5.0 programmu. Novērojami divi klāsteri. Augšējā grupējuma auglīgās un smaržīgās šķirnes, apakšējā – dekoratīvās šķirnes, kas veidojušās krustojumos ar floribundrozēm un stīgotājrozēm.

Selekcijas programmā Nacionālajā botāniskajā dārzā ir realizējies krustojums ar floribundozi 'Plena' x 'Poulsen's Pink', iegūstot šķirni 'Ābeļzieds' (14. attēls). Šķirnes 'Ābeļzieds' putekšņu maisījums ar stīgotājrozēs 'Flammentanz' ir rezultējies ar šķirnes

‘Zaiga’ – izveidošanu; tajā ir novērojama līdzība ar stīgotājrožu genomu. Pārējie krustojumi ir notikuši *rugosa* hibrīdu grupas ietvaros vai brīvās apputes rezultātā.

Izmantojot SSR genotipus izveidotajā Neighbour-Joining dendrogrammā, šķirnes veido klāsterus saskaņā ar domātajiem vecākiem, piemēram, ‘Violeta’ izvietojas kopā ar vecākiem ‘Schneezwerg’ un ‘Zilga’. Lai arī SSR marķieru dati ir izmantojami kā labs instruments vecākaugu piederības precizēšanai un šķirnes identificēšanai, tie nav tik precīzi, lai konstatētu atšķirības starp viena krustojuma īpatņiem, kā tas ir šķirņu ‘Rītausma’ un ‘Pārsla’ gadījumā.



15. attēls. SSR genotipu datu analīze Principal Coordinate (PCo) veikta ar DARwin 5.0 programmatūru. PCo1 un PCo2 uzrāda 51.9% un 16.9 % genotipu datu variācijas. Šķirnes: LI – ‘Līga’, RI – ‘Rītausma’, GU – ‘Guna’, FL – ‘Flammentanz’, PR – ‘Parkdirektor Riggers’, ZI – ‘Zilga’, DH – ‘Frau Dagmar Hastrup’, ZA – ‘Zaiga’, VI – ‘Violeta’, AB – ‘Ābeļzieds’, SZ – ‘Schneezwerg’, PA – ‘Pārsla’, PL – ‘Plena’, PP – ‘Poulsen’s Pink’.

Arī tad, ja sējenis veidojies pašapputes apstākļos, kā tas ir ‘Schneezwerg’ un tā sējeņa ‘Zilga’ gadījumā, tas uzrāda ar vecākaugu līdzīgu genotipu, bet fenotipiski ir novērojamas ievērojamas atšķirības pat ziedu krāsā, respektīvi, sniegbalta vai tumši purpursārta. Šķirne ‘Zaiga’ ir pārlicinošs piemērs, ka stīgotājrozēs ‘Flammentanz’ gēni ir pārmantojušies un krustojums, izmantojot ‘Ābeļzieds’ putekšņus, lai veicinātu ‘Flammentanz’ putekšņu dīdztību, ir vainagojies ar auglības apaugļaušanu ar ‘Flammentanz’ putekšņiem. Ne tikai vizuāla un fenotipiska augu analīze ļauj pieņemt, ka krustojums starp rožu grupām ir izdevies, bet arī SSR genotipu dendrogramma liecina par domāto vecākaugu klātbūtni šķirnē ‘Zaiga’ (15. attēls), (Sparinska, 2008).

Diemžēl šķirnes ‘Guna’ potenciālie putekšņdevēji ‘Ābeļzieds’ un ‘Parkdirektor Riggers’, lai arī atrodas tajā pašā klāsterī, tomēr vienlīdz atstatu, lai varētu vilkt ciešas saites ar vienas vai otras šķirnes dalību apaugļošanās procesā.

3.2. Tumšplankumainības novērojumi

Visos trīs novērojumu gados pirmās slimības pazīmes floribundrožu šķirnei ‘Poulsen’s Pink’ parādījās jau jūnija sākumā, vispirms dzeltenu plankumu veidā. Ar laiku tie nekrotizējās, līdz augusta beigās sekoja pilnīga lapbire, atstājot vasu galos vien ziedus. Rudenī varēja novērot jauno dzinumus veidošanos no pumpuriem, līdz ar to augi ziemošanas periodā iegāja nenobrieduši, novājināti, kas sekmēja dzinumus ziemcietības pazemināšanos un stiprāku slimības attīstīšanos nākošajā gadā. Rugosa hibrīdiem slimības pazīmes varēja novērot uz vecākajām lapām vasaras otrajā pusē, bet šie bojājumi būtiski neietekmēja ne augu vizuālo izskatu, ne ziemošanas kvalitāti. Visspilgtākais piemērs, kas raksturo slimībizturības īpašību pārnesi konvencionālās selekcijas ceļā, tika novērots, salīdzinot mātesaugu šķirni ‘Poulsen’s Pink’ ar tās nākamās paaudzes krustojumu – šķirni ‘Ābeļzieds’. ‘Poulsen’s Pink’ tumšplankumainības pazīmes novērojamas uz visām lapām, tā strauji izplatījās, rezultējoties ar gandrīz pilnīgu lapbiri, tai pašā laikā šķirne ‘Ābeļzieds’ neuzrādīja nekādas vizuālas saslimšanas pazīmes (2. tabula)

2. tabula. Tumšplankumainības (*Diplocarpon rosae*) rezistences novērtējums 10 ballu sistēmā un ziedēšanas sākums rugosa hibrīdiem un to vecākaugiem

Šķirne	Tumšplankumainība (ballēs)	Ziedēšanas sākums
‘Poulsen's Pink’	8.7	28.–30. jūnijs.
‘Parkdirektor Riggers’	5.8	30. jūnijs – 1. jūlijs
‘Flammentanz’	5.2	24.–27. jūnijs
‘Guna’	1.8	8. jūnijs.
‘Violeta’	1.7	15.–19. jūnijs
‘Zaiga’	1.6	15.–16. jūnijs
‘Ābeļzieds’	1	1. jūnijs

‘Frau Dagmar Hastrup’	1	1. jūnijs.
‘Līga’	1	12.–15. jūnijs
‘Pārsla’	1	2.–5. jūnijs.
<i>R. rugosa</i>	1	1.–2. jūnijs.
‘Plena’	1	1.–2. jūnijs.
‘Rītausma’	1	7. jūnijs
‘Schneezwerg’	1	15. jūnijs.
‘Zilga’	1	8.–9. jūnijs

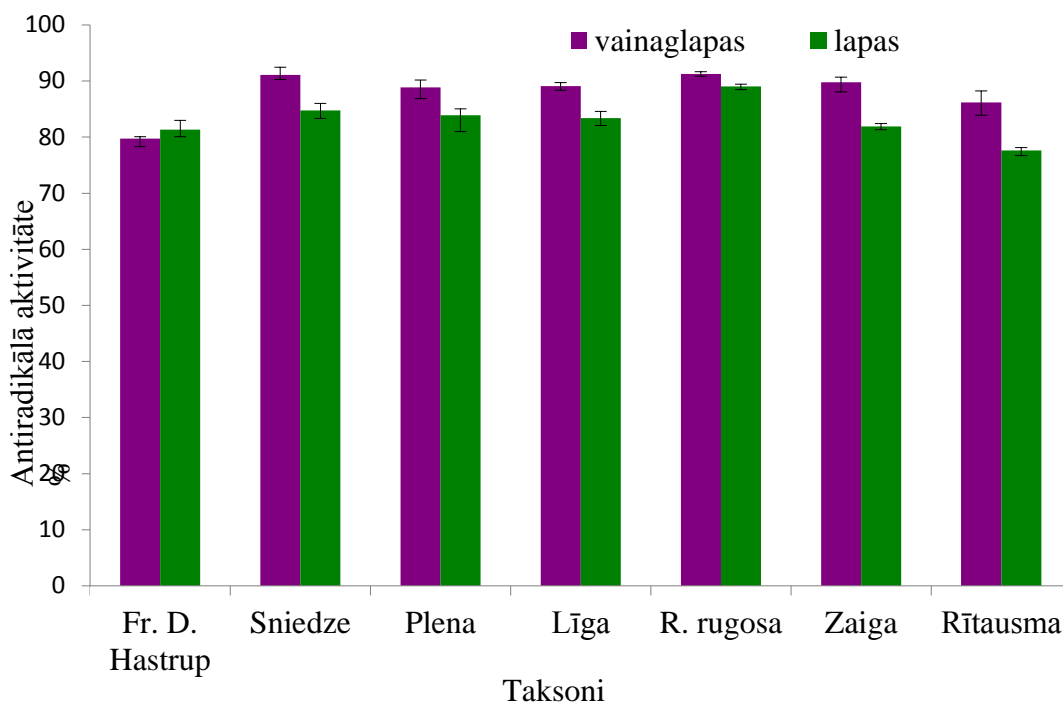
Visas pētījumā aplūkotās Latvijā radītās un reģistrētās šķirnes, pateicoties no krokainās rozes pārmantotajiem gēniem, ir izturīgas pret Latvijā sastopamajām tumšplankumainības rasēm (2. pielikums).

3.3. Antiradikālā aktivitāte

Salīdzinot četras Latvijas selekcijas *rugosa* hibrīdus, to vecākaugus un savvaļas sugu *R. rugosa*, varēja konstatēt, ka visaugstākā antiradikālu aktivitāte gan lapās, gan ziedos bija pamatsugai *R. rugosa* – attiecīgi 6.10 un 10.93 antiradikālās aktivitātes vienības lapās un vainaglapās. Visām kultūršķirnēm antiradikālu aktivitātes vienību saturs lapās bija no 5.36 līdz 7.80. Tas nozīmē, ka visos variantos rozēs esošās aktīvās vielas saistīja no 79 līdz 91% brīvā radikāļa (16. attēls).

Šajā pētījumā nav novērota statistiski būtiska korelācija ne ar antociānu saturu vainaglapās, ne ar karotīnu daudzumu lapās, attiecīgi $r=0.39$ un $r=0.59$. Tātad *rugosa* hibrīdu antiradikālo aktivitāti bez antociāniem nosaka citi fenolu un aktīvo vielu savienojumi. Skat. 3.3. un 3.5. apakšnodaļu.

Uzsākot selekciju, kas orientēta uz dekoratīvo īpašību uzlabošanu, var tiessamazināties auga daļu antiradikālo īpašību apjoms, tomēr šajā selekcijas posmā ietas saglabājies pietiekoši, lai varētu augus izmantot ārstniecības mērķiem



16. attēls. Antiradikālā aktivitāte Latvijā audzētiem rugosa hibrīdiem lapās un vainaglapās. Noteikta spektrofotometriski un izteikta procentos.

Pēc divfaktoru dispersijas analīzes ar P vērtību $7.47E^{-04}$ var secināt, ka atšķirības starp šķirņiem ir būtiskas, korelācija starp antiradikālo aktivitāti lapās un vainaglapās ir vāja: 0.59. Augstākā antiradikālā aktivitāte piemīt *R. rugosa*, kā arī šķirņu ‘Sniedze’ un ‘Guna’ ziedu vainaglapās.

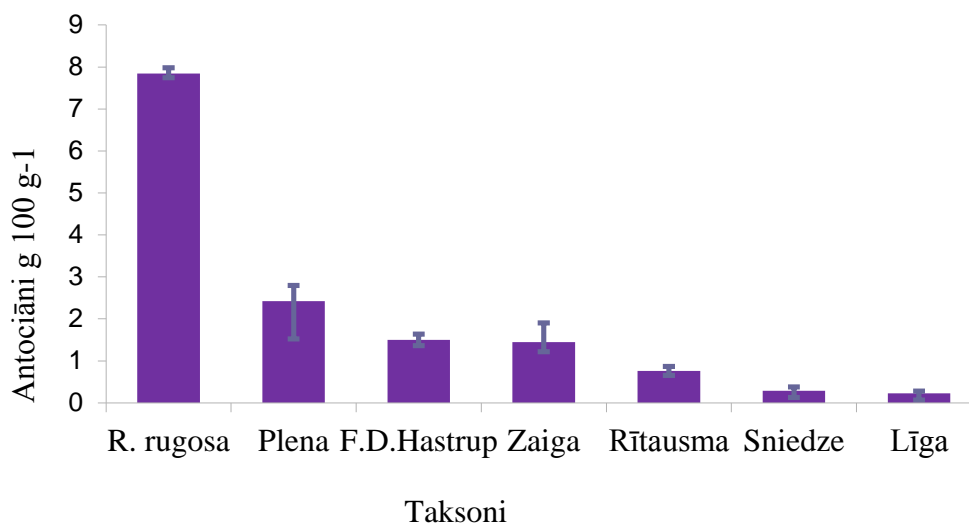
Labākie rezultāti DPPH saistīšanā ir sugai *R. rugosa*, bet kļūdas robežās 90% barjerai tuvu atrodas arī ‘Sniedze’ un ‘Zaiga’. *R. rugosa* lapas satur radikāli saistošās fizioloģiski aktīvās vielas tikai par 2% mazākā apjomā nekā vainaglapās. Pārējām šķirņiem atšķirība ir līdz 8%, kas gan salīdzinoši nav būtiska, lai izvērtētu dažādu augu daļu izmantošanu preparātos ar augstu antiradikālu aktivitāti.

Dispersijas analīze norāda uz to, ka antiradikālās aktivitātes atšķirības lapās un ziedos ir būtiskas, attiecīgi P ir $7.47E^{-04}$ un $4.94E^{-09}$, (4. pielikums). Savukārt korelācija starp antiradikālo aktivitāti rožu ziedos un lapās ir vāja $r^2=0.59$.

3.4. Antociānu saturs vainaglapās

Augstākais antociānu saturs bija *R. rugosa* ziedos. Šajā izmēģinājumā ir redzamas būtiskas atšķirības starp sugu, kuras vainaglapās antociānu daudzums sasniedz $117 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ un šķirņiem.

Piemēram, pat šķirne ‘Plena’, kas pēc RHS krāsu skalas neatšķiras no pamatsugas, antociānu daudzuma ziņā uzrāda, ka atšķirība ir būtiska ($36 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) $P = 1.82E^{-16}$ (5. pielikums). Zaiga’ un ‘Frau Dagmar Hastrup’ uzrāda nelielu antociānu daudzumu, bet šķirnēm ‘Rītausma’ un ‘Līga’, neskatoties uz ziedā redzamo krāsojumu, tāpat kā šķirnei ‘Pārsla’, antociānu daudzums ir minimāls (17. attēls).



17. attēls. Antociānu saturs $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ *R. rugosa* un tās hibrīdu vainaglapās.

Augstākais saturs sugai *R. rugosa*. Atšķirība starp *R. rugosa* un šķirnēm ir būtiska ar P vērtību $1.82E^{-16}$, pielietota standartnovirze ($n=3$)

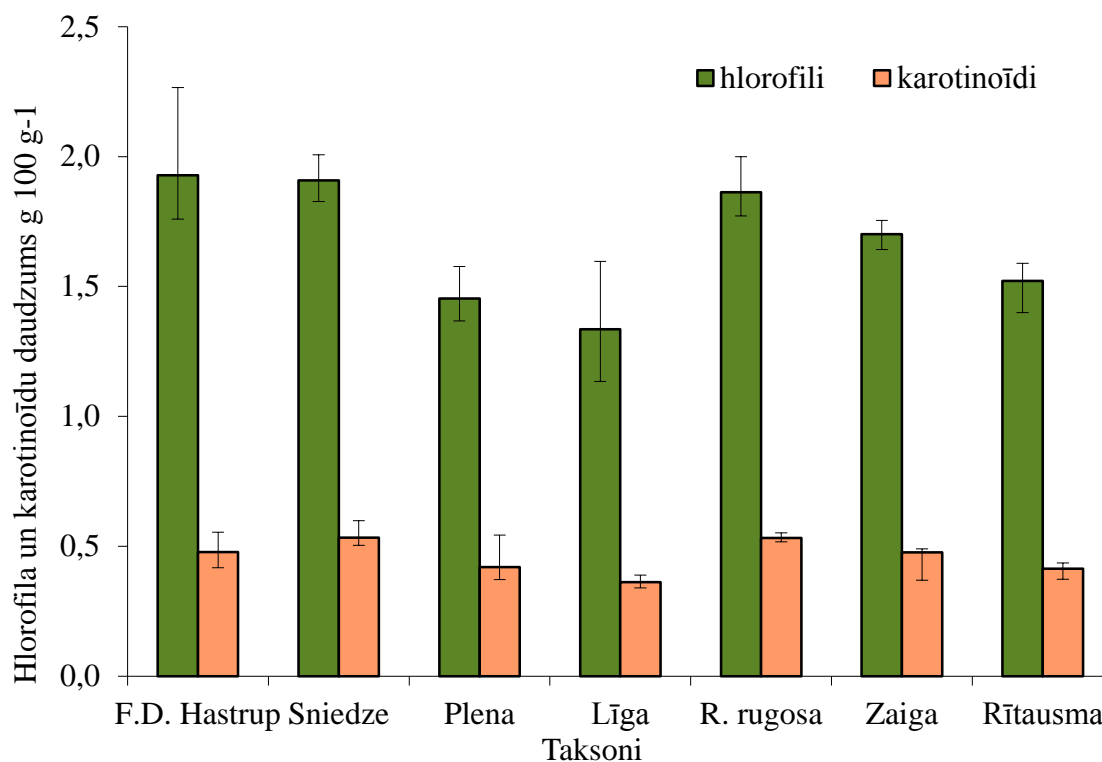
Diemžēl netika novērotas sakarības starp gaistošo savienojumu apjomu, antociānu daudzumu un brīvo radikāļu saistīšanas spēju, jo korelācija starp šiem rādītājiem svārstās no 0.2–0.5, līdz ar to var pieņemt, ka šajās analizēs neparādās pilns aktīvo vielu un brīvos radikāļus saistošo savienojumu spektrs. Fizioloģiskajos procesos piedalās arī bagātīgs citu fenolu klāsts.

‘Zaiga’ un ‘Dagmar Hastrup’ uzrādīja nelielu antociānu daudzumu, bet šķirnēm ‘Rītausma’ un ‘Līga’, neskatoties uz ziedā redzamo krāsojumu, tāpat kā šķirnei ‘Pārsla’ atšķirības bija kļūdas robežās.

3.5. Hlorofilu un karotinoīdu saturs lapās

Dispersijas analīze norāda uz to, ka šķirnēm hlorofila daudzuma atšķirības lapās ir bijušas būtiskas $P = 1.47E^{-03} < 0.05$. (6.pielikums) tātad augu fotosintēzes procesa produktivitāte atšķirās, kas savukārt ietekmē izturību pret tādiem ārējiem faktoriem kā

slimības un agrekoloģisko apstākļu izmaiņas. Šis ir vienīgais no pētītajiem raksturlielumiem, kurā pamatsuga *R. rugosa* nebija izteikta līdere (18. attēls), bet kļūdas robežās ierindojās vienā grupā ar ‘Frau Dagmar Hastrup’ un ‘Sniedze’ (hlorofila daudzums 1.9 mg g^{-1}).

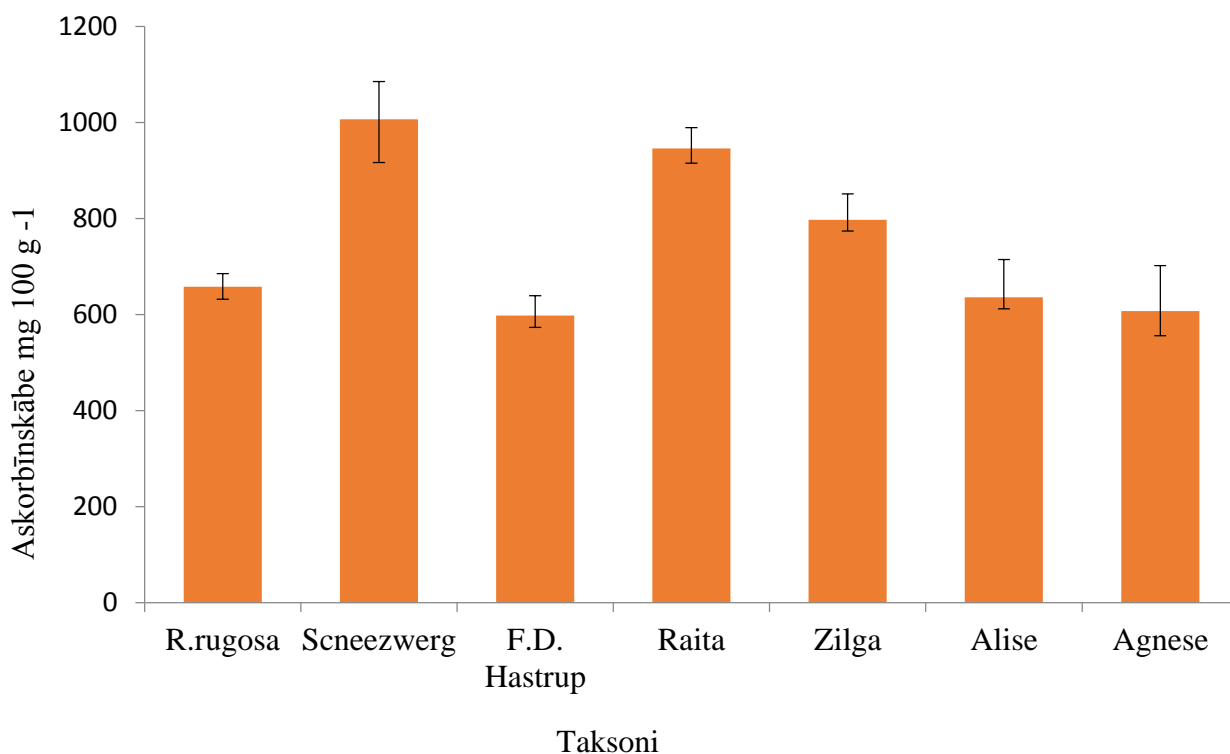


18. attēls. Hlorofila un karotinoīdu daudzums rožu lapās mg g^{-1} . Vienfaktoru dispersijas analīze ļauj teikt, ka atšķirības starp šķirnēm ir būtiskas, P vērtība ir attiecīgi $1.47\text{E}-03$ un $3.51\text{E}-04$. Hlorofilu un karotinoīdu saturs lapās cieši korelē $r^2=0.9$. Atzīmēta standartnovirze ($n=3$).

Tikai šķirne ‘Plena’ un šķirne ‘Līga’ izceļas ar zemāku hlorofila saturu – 1.4 mg g^{-1} . Arī karotinoīdu daudzums šīm šķirnēm ir zemāks nekā pārējām aplūkotajām šķirnēm. Karotinoīdu satura izmaiņas lapās ir robežās no 0.42 līdz 0.53 mg g^{-1} lapas. Var secināt, ka salīdzinoši šķirnēm ‘Plena’ un ‘Līga’ ir zemāka fotosintēzes aktivitāte. Šajā pētījumā hlorofila b daudzums atkarībā no šķirnes svārstās no 0.36 līdz 0.5 mg g^{-1} . Savstarpējā hlorofila a un hlorofila b attiecība šķirnēm ir mainīga un var būt no 2.5 kā šķirnei ‘Līga’ līdz 3.5 šķirnei ‘Sniedze’. Starp paraugu hlorofilu un karotinoīdu daudzumiem lapās pastāv cieša korelācija 0.92 .

3.6. Askorbīnskābe augļos

Visi augļus ražojošie *rugosa* hibrīdi satur lielu daudzumu askorbīnskābes. No visām pētījumā analizētajām šķirnēm augstākais askorbīnskābes saturs konstatēts ‘Schneezweg’ un ‘Raita’, attiecīgi 1007 un 945 mg 100 g⁻¹. Šķirnei ‘Zilga’ C vitamīna saturs sasniedza 797 mg 100 g⁻¹, bet krokainā roze un pārējie tās hibrīdi saturēja no 605 līdz 650 mg 100 g⁻¹ (19. attēls). Atšķirības starp šķirnēm askorbīna satura ziņā bija būtiskas – ($P=7.73E-10 < 0.05$) (7. pielikums).

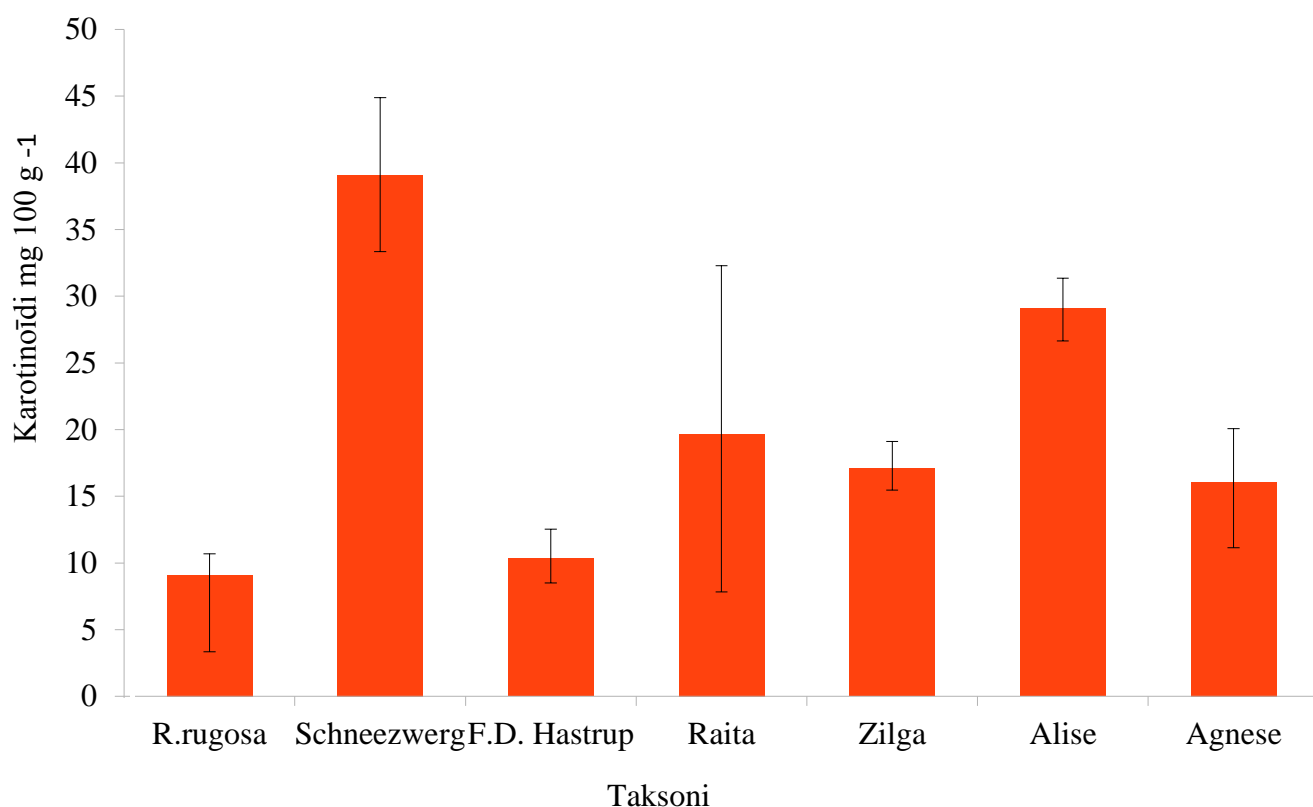


19. attēls. Askorbīnskābes saturs augļus ražojošo šķirņu un pamatsugas augļos, mg 100 g⁻¹. Vienfaktora dispersijas analīze norāda, ka atšķirības starp šķirnēm ir būtiskas, P vērtība $7.73E^{-10}$. Standartnovirze $n=3$. Šķirnes ‘Schneezweg’ augļi satur visvairāk askorbīnskābes.

3.7. Karotīnu saturs augļos

Rožu augļos esošajiem karotīniem piemīt antioksidatīvas īpašības. Hlorofila noārdīšanās un karotīnoīdu krāsas parādīšanās raksturo arī augļu gatavību.

Dispersijas analīze uzrāda, ka karotinoīdu saturs starp šķirņu paaugļiem būtiski atšķiras ($P=7,01304E-05 < 0.05$) (8. pielikums). ‘Schneezweg’ paaugļos konstatēja arī augstāko karotinoīdu saturu – $53 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$. Viszemākais karotīnu saturs izrādījās sugai *R. rugosa* – tikai $12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (20. attēls). No Latvijas šķirnēm visaugstākais karotīniem saturs ir šķirnei ‘Alise’ – $29 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, tai sekoja šķirnes ‘Raita’, ‘Agnese’ un visbeidzot ‘Zilga’. Šķirne ‘Frau Dagmar Hastrup’ saturēja tikai nedaudz vairāk, karotīna kā *R. rugosa* – $13.76 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$.

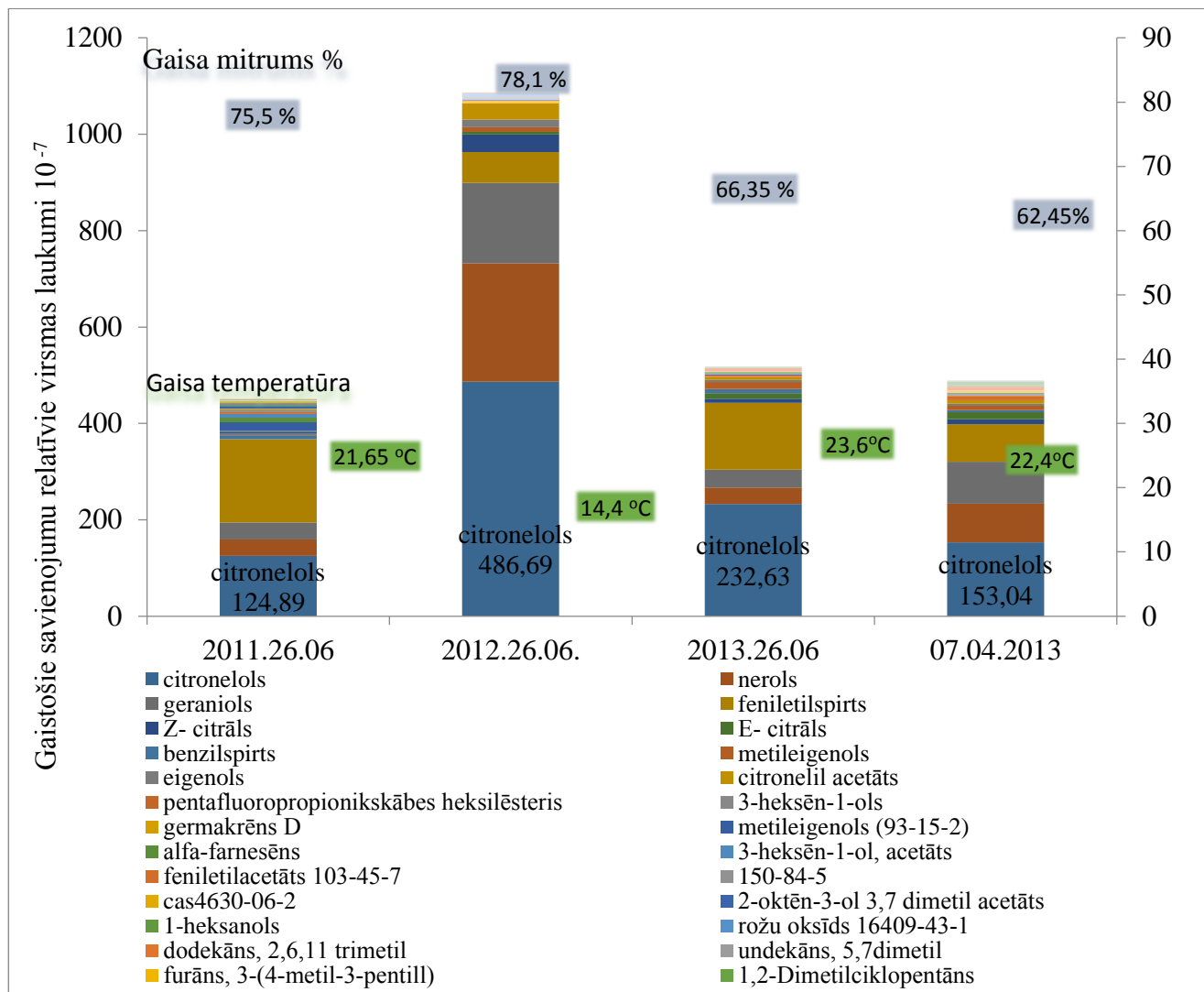


20. attēls. Karotinoīdu daudzums rožu paaugļos, $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$. Vienfaktoru dispersijas analīze ļauj teikt, ka atšķirības starp šķirnēm ir būtiskas, P vērtība $7,01304E-05$. Attēlota standartnovirze $n=3$. Šķirnes ‘Schneezweg’ augļi satur visvairāk karotinoīdu.

3.8. Gaistošie savienojumi vainaglapās

Lai novērtētu rugosa hibrīdu piemērotību rožūdens iegūšanai, ar gāzu hromatogrāfijas – masas spektrometrijas metožu palīdzību tika noteikts gaistošo savienojumu daudzums rožu vainaglapās un rožūdenī (hidrosolā). Pētījums tika veikts 3 gadu laikā, no 2011. līdz 2013. gadam (9.–12. pielikums). Rugosa hibrīdu rožu

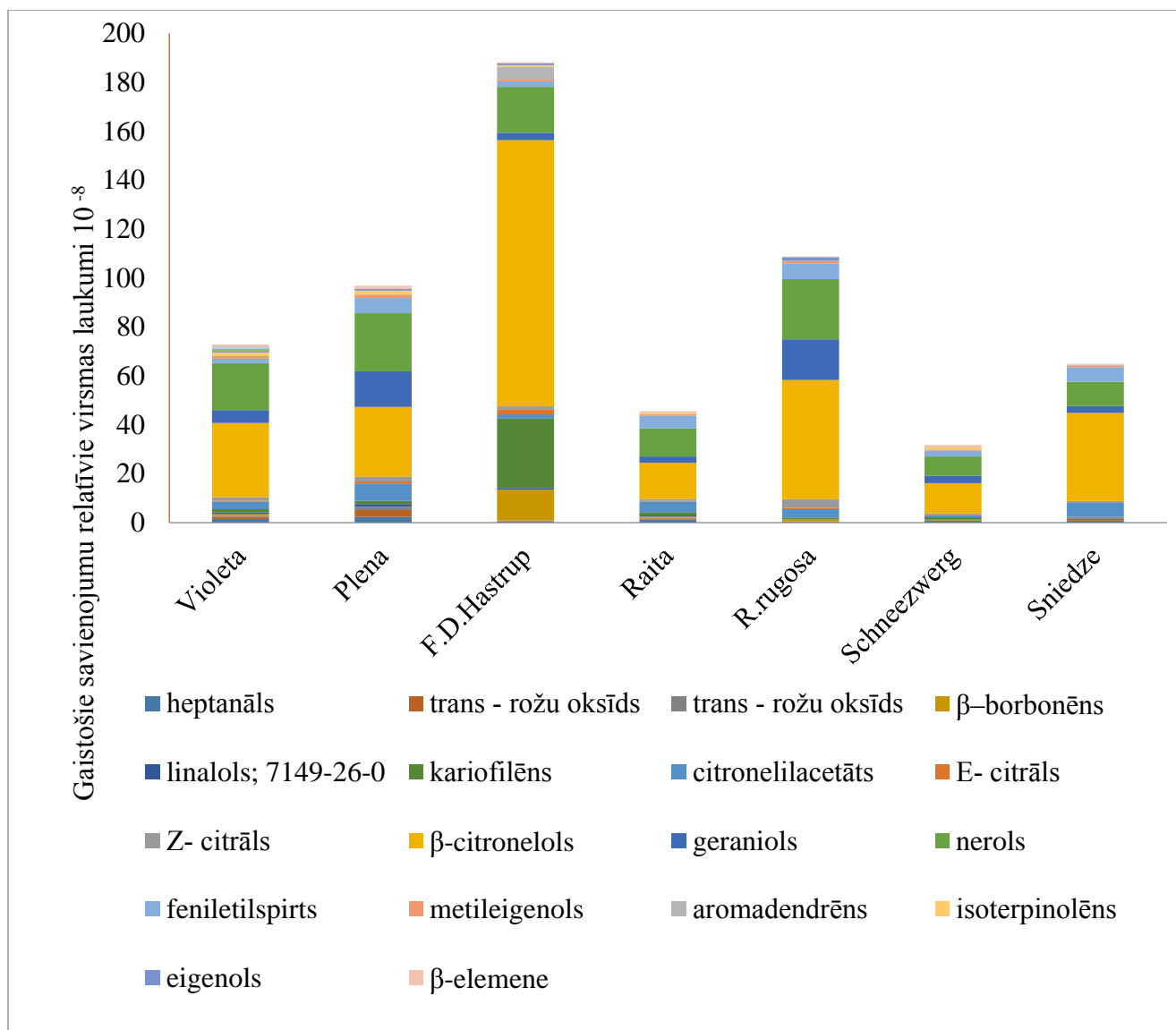
vainaglapās visvairāk pārstāvēti monoterpēni citronelols un nerols, arī metileiganols un aromātiskais feniletilspirts (22. attēls).



21. attēls. No *R. rugosa* vainaglapām izdalītais gaistošo savienojumu daudzums un sastāvs attiecībā pret gaisa mitrumu % un temperatūru °C (noteikta dienu pirms paraugu ievākšanas). 2011., 2012. un 2013.gada 27.jūnijā un 2013.gada 4.jūlijā pēc GH virsotņu laukuma. Atšķirības ir būtiskas $P=0.004<0.05$. Korelācija starp gaisa mitrumu, temperatūru un gaistošo savienojumu daudzumu ir ļoti cieša 0.985 un 0.854. attiecīgi.

Pētījuma laikā no rožu ziedu smaržas izdalīti un noteikti 64 gaistošie savienojumi. Pēc pirmā pētījuma gada (2011.) par neperspektīvām atzītas un pētījumi smaržas jomā netika turpināti ar šķirnēm 'Rītausma', 'Zaiga' un 'Līga', jo tās saturēja salīdzinoši nelielu smaržas daudzumu un gaistošo savienojumu dažādību. To vietā ņemtas 'Violeta', 'Raita' un 'Schneezwerg'. 2011. gadā rožu vainaglapās konstatēti 32 gaistoši savienojumi.

2012. gadā kopējais gaistošo savienojumu apjoms trīskāršojās. 2012.gada mērījumos no vainaglapām izdalīti 15 gaistošie savienojumi, taču kopumā no visām šķirnēm tika izdalīti tikai 15 savienojumi, kas sastopami praktiski visās šķirnēs. (21. attēls). 2013. gada vasarā tikai noteiktas 28 gaistošas vielas un to daudzums bija līdzīgs 2011. gada rādītājiem.

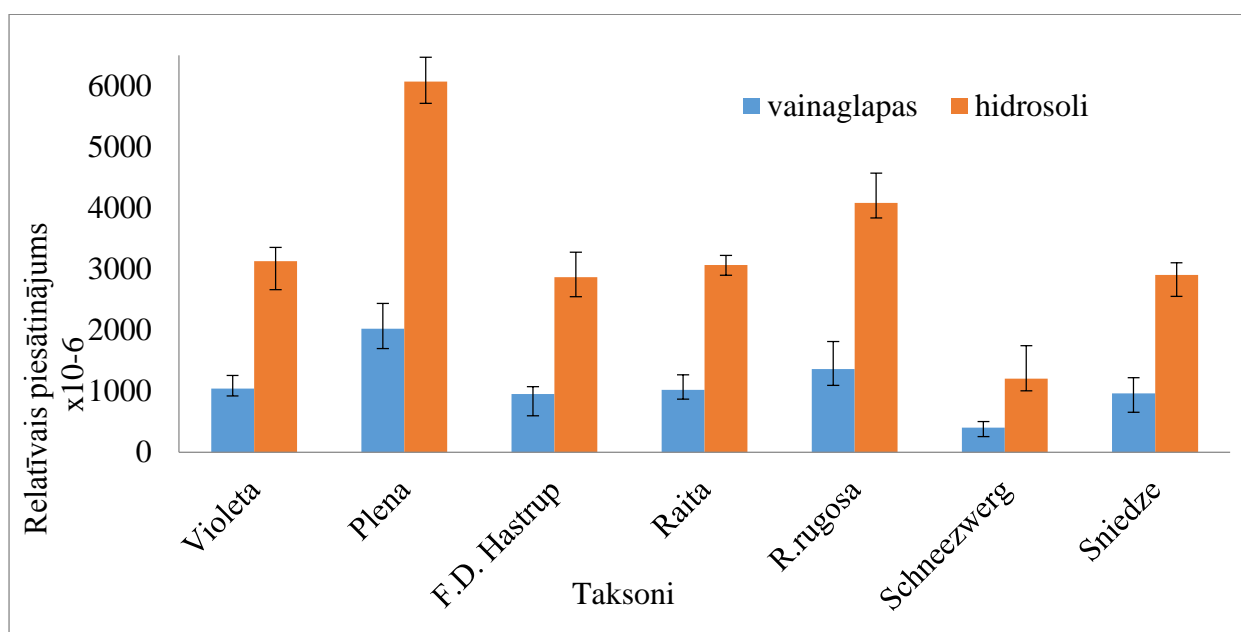


22. attēls. Gaistošie savienojumi rugosa hibrīdiem (2012. gada dati), salīdzināti relatīvie virsmas laukumi x 10⁻⁸. Gaistošo savienojumu daudzums un sastāvs starp šķirnēm būtiski atšķiras. Dispersijas analīzēs P<0.05.

Būtiskākie savienojumi, kas tika atrasti visu šķirņu vainaglapās, bija citronelols (10–57%), nerols (līdz 39%), geraniols (līdz 8%) un feniletilspirts (28–80%). Visvairāk gaistošo savienojumu visus trīs gadus bija *R. rugosa* un šķirnēs ‘Plena’ un ‘Frau Dagmar Hastrup’. No Latvijas šķirnēm daudzsoļošanas izrādījās ‘Violeta’ un ‘Raita’. Aktīvo smaržu

veidojošo vielu daudzums starp šķirnēm būtiski atšķiras $P=0,02115<0.05$ un savā starpā nekorelē. Piemēram, lai arī 'Rītausma' un 'Līga' pēc fenoloģiskajām pazīmēm ir līdzīgas, betacitronelola saturs izplaukušos ziedos, tām attiecīgi ir 57% un 10%. Tas apstiprina jau iepriekš novēroto šķirņu ģenētisko dažādību.

Destilētajā rožūdenī jeb hidrosolā 2012. gadā konstatētas 16 vielas. Salīdzinot ar šajā gadā iegūto gaistošo savienojumu daudzumu vainaglapās, hidrosolā gaistošo savienojumu apjoms gandrīz divkārtšojies (23. attēls). To varētu izskaidrot ar destilācijas procesā notiekošo šūnu noārdīšanos, rezultātā atbrīvojot savienojumus. Arī starp šķirnēm atšķirības kopējā smaržas apjoma ziņā bija būtiskas $P=7.71E-024<0.05$. Visās šķirnēs un visos pētījuma gados ir noteikti vieni un tie paši dominējošie savienojumi – citronelols, geraniols, nerols un feniletilspirts.



23. attēls. Gaistošo savienojumu daudzums vainaglapās un hidrosolā; salīdzināti relatīvie virsmas laukumi $\times 10^{-6}$. Gaistošo savienojumu daudzums vainaglapās un hidrosolā cieši korelē, 0.93, tāpat atšķirības starp šķirnēm 2012. gadā gaistošo savienojumu daudzuma ziņā ir būtiskas, $P=7.71E-02<0.05$

4. Diskusija

4.1. Ģenētiskās daudzveidības analīze

Lai arī *R. rugosa* Eiropā un Ziemeļamerikā ir pazīstama jau vairāk nekā 100 gadu, tās ģenētiskajai izpētei liela uzmanība nav veltīta. Vienā no nedaudzajiem pētījumiem par *R. rugosa* ģenētisko daudzveidību Eiropā minēts, ka šeit atrodamās populācijas ir salīdzinoši mazāk ģenētiski diferencētas nekā populācijas Austrumāzijā un ka ģenētiskie dati norāda uz vismaz trim neatkarīgiem introgresijas gadījumiem, kurus, visticamāk, ir veicinājusi cilvēku darbība (Kelager et al., 2013). Jāatzīmē, ka *R. rugosa* introgresija un ekspansija Eiropā ir notikusi, nezaudējot ģenētisko daudzveidību, iespējams, pateicoties tādiem pielāgojumiem kā sēklu izplatīšanās lielā attālumā, piekrastes biotopu savienotībai un svešapputes vairošanās sistēmai, kas, ļoti ticams, arī turpmāk veicinās sugas izplatību Eiropā (Kelager et al., 2013), Vācijā novērots, ka *R. rugosa* var apputeksnēt natīvo *R. mollis* sugu, tādējādi ietekmējot tās ģenētisko daudzveidību un apdraudot tās pastāvēšanu (Kellner et al., 2012), Savukārt Ziemeļamerikā novērota hibridizācija starp *R. rugosa* un vietējo sugu *R. blanda*, kas varētu novest pie *R. blanda* ģenētiskās asimilācijas, kā arī pie invazīvu hibrīdo genotipu veidošanās (Mercure and Bruneau, 2008). Sugas dabiskajā izplatības areālā Ķīnā, Korejā un Japānā ir veikti vairāki pētījumi, lai analizētu ģenētisko daudzveidību sugas ietvaros. Fluorescentā AFLP analīze parādīja augstu ģenētisko daudzveidību piecās savvaļas *R. rugosa* līnijās, kā arī salīdzinoši augstu ģenētisko līdzību starp 25 *R. rugosa* hibrīdiem un izcelšanos no šaura ģenētiskā fona (Feng et al., 2011). Līdzīgs pētījums norādīja uz augstu ģenētisko daudzveidību Dienvidkorejas *R. rugosa* savvaļas indivīdos. (Joung et al., 2008). Hloroplastu *matK* gēna sekvencēšana tika lietota, lai noskaidrotu ģenētisko radniecību eļļas iegūšanai izmantoto rožu starpā (Wang et al., 2012). *Rugosa* hibrīdu šķirnes veidoja ģenētiski nošķirtu klasteri, taču *R. rugosa* savvaļas sugas indivīdi uzrādīja ģenētisko līdzību arī ar citiem klasteriem, kas liecina, ka *R. rugosa* varētu būt izmantota šo šķirņu veidošanā (Wang et al., 2012) DNS analīzes tiek plaši pielietotas rožu šķirņu identifikācijā (Esselink et al., 2003).

Šajā pētījumā galvenais uzdevums bija precizēt vecākaugu genoma klātbūtni selekcijas galarezultātā. Vispirms nepieciešams pārliecināties, vai šķirne 'Ābeļzieds' ir 'Poulsen's Pink' F1 paaudzes sējenis, vai arī tas ir radies citas tīšas vai netīšas apputeksnēšanās rezultātā. Selekcijas procesā, lai veicinātu putekšņu dīgstību, izmantoja

putekšņu maisījumu, līdz ar to bez DNS analīzēm nav iespējams noteikt, kuras šķirnes putekšņu maisījumā esošais puteksnis bija veicis apaugļošanās procesu. Savukārt šķirnēm, kas radītas brīvās apputes ceļā, pārbaudīja, vai nav notikusi svešappute, kas krasi izmainījusi ģenētisko mantojumu. Pamatojoties uz mikrosatelītu analīzēm, var konstatēt, ka šķirnes 'Ābeļzieds', 'Guna' un 'Zaiga' ir veidojušās attālā hibridizācijā, saplūstot krokainās rozes un stīgotājrožu vai floribundrožu genomiem. Šajā attālajā krustojumā ir zaudētas tādas *R. rugosa* īpašības kā sēklu un augļu veidošana, ziedu un lapu smarža, toties saglabāta augsta rezistence pret tumšplankumainību.

Pēc DNS analīzēm veidotajā dendrogrammā uzskatāmi var redzēt saistību starp *rugosa* hibrīdiem un to vecākiem – stīgotājrozēm. Pirmais veiksmīgais starpgrupu krustojums starp diploīdo *R. rugosa* 'Plena' un tetraploīdo floribundrozi 'Poulsen's Pink' izrādījies veiksmīgs, radot populāro šķirni 'Ābeļzieds', kas kā putekšņu devējs izmantota turpmākajos krustojumos. Diemžēl šī šķirne ir apveltīta ar sievišķo sterilitāti, kas norāda uz tās iespējamo triploīdo dabu (Rieksta. 1983).

Šie vērojumi pamato Latvijas rožu šķirņu iedalījumu divās grupās atkarībā no to potenciālo vecāku tipiem, kā arī izdala šķirnes 'Rītausma' un 'Pārsla', kuru radīšanā iesaistīti vecāki no abām grupām.

4.2. Tumšplankumainības novērtējums

Kopš sabiedriskajos apstādījumos Eiropā augu aizsardzības līdzekļu lietošana tiek ierobežota, tiek pētīti stādu rezistences mehānismi pret būtiskākajām dārza rožu slimībām – tumšplankumainību, miltrasu un rūsu (Gudin. 2003). Pēdējās desmitgadēs vairākas zinātnieku grupas ir veikušas būtiskus pētījumus vertikālās un horizontālās rezistences procesos (Jones et al., 2006; Dangl et al., 2013). Dažas augu aizsardzības reakcijas ir balstītas uz specifisku patogēna molekulu atpazīšanu (Tuzun, 2001). Šāda rezistences gēna meklējumi ir bijuši sekmīgi – Vācijas federālā selekcijas centra Dekoratīvo augu selekcijas institūta pētnieku grupa Tomasa Debenera vadībā ir identificējusi dominanto tumšplankumainības rezistences gēnu *Rdr1* un sekvencējusi *R. rugosa* genoma daļu, kas ietver šo gēnu (Terefe-Ayanaet al., 2011). Šis darbs ir liels sasniegums rožu slimībizturības izzināšanā.

Lai identificētu un aprakstītu patogēnus, tiek lietotas molekulārās tehnikas. Šim nolūkam izmanto gēnu sekvencēšanu, RAPD un AFLP metodes. Patogēnu populācijas ģeogrāfiskā dažādība ir nosakāma, tikai izmantojot ekstensīvu paraugu pārbaudi un

salīdzināšanu ar esošajiem ģenētiskajiem marķieriem. No patogēnu populācijas struktūras ir atkarīgi arī faktori, kas nosaka saimniekauga rezistenci. Ja, pārbaudot rezistenci, inokulē tikai vienā vietā esoša patogēna genotipu, var gadīties, ka, šķirnei nonākot citā vidē (valstī) un saskarē ar citu patogēnu rasi, tās rezistence zūd. Tāpēc, uzsākot pētījumus, vispirms jānosaka patogēna ģenētiskā daudzveidība (Whitaker et al., 2007).

Patogēnu populācijās jāveic regulārs monitorings, lai atklātu jaunu genotipu ienākšanu teritorijā un to izmaiņas laika gaitā.

Pārbaudot 15 *Diplocarpon rosae* izolātus no Vācijas, Ziemeļamerikas, Anglijas, Itālijas un Beļģijas uz 15 rožu šķirnēm, izrādījās, ka neviena šķirne nav rezidenta pret visiem kloniem. Rugosa hibrīdi 'Hansa' un 'Mrs Doreen Pike' bija ieņēmīgi tikai pret Minesotas rasi, bet šķirne 'Baby Love' bija jutīga pret Apvienotajā Karalistē ņemtās sēnes paraugu (Whitaker et al., 2007). Vēl 34 šķirnes tika pārbaudītas ar četrām tumšplankumainības rasēm, Rezistentās *R. rugosa* cv, Scabrosa un jutīgās *R. rugosa* f. *alba* krustojumā visi pārbaudītie pēcnācēji izrādījās ieņēmīgi pret slimību. No tā var secināt, ka labi aprakstītais *Rdr1* gēns ir recesīvs. *D. rosae* dažādību pierāda gan fenotipiskās, gan ģenētiskās studijas. Dažādiem izolātiem konīdiju morfoloģija un koloniju krāsa ir ļoti atšķirīga, rDNS analīzēs RFLP desmit izolāti ir izdalīti trīs dažādās grupās. Britu zinātnieki, izanalizējot 50 izolātus, ievāktus 14 vietās Ziemeļamerikā, Vācijā un Anglijā ar SSR un AFLP, konstatēja nozīmīgu daudzveidību – vairāk nekā piektā daļa AFLP fragmentu bija polimorfiski (Debener et al., 1998). Latvijas selekcijas šķirnes pagaidām uzrāda teicamu izturību pret lokāli sastopamajām tumšplankumainības rasēm. Trīs gadu novērojumos, visas sezonas griezumā salīdzinot 13 šķirnes, var konstatēt, ka Latvijā jaunveidotie rugosa hibrīdi ir daudz izturīgāki pret tumšplankumainību, salīdzinot ar siltākos klimatiskajos apstākļos selekcionētajām dārza rozēm. Tuvākajos pētījumos būtu jāizvērtē šo šķirņu rezistences mehānisms.

4.3. Antiradikālā aktivitāte

Antiradikālās augu īpašības var izmantot medicīnā, kosmētikā un pārtikā. Pretdarbojoties šūnu brīvajiem radikāļiem un reducējot metālu jonus, antiradikāļi pārtrauc oksidēšanās ķēžu reakcijas, pirms vēl ir nodarīti bojājumi šūnu līmenī (Sroka, 2006; Ding, 2011).

Āzijā *R. rugosa* medicīnā un kosmētikā lieto ļoti daudz, turklāt izmanto visas auga daļas. Ķīnas tradicionālajā medicīnā tas ir ļoti populārs ārstniecības augs. Šis valsts ziemeļrietumos krokainā roze tiek audzēta kultūrā. Dažādas rozes daļas var palīdzēt pret ļoti plašu slimību spektru. Eiropā pazīst tikai augļus kā C vitamīna avotu, kā arī rožu eļļu.

Rožu vainaglapu tēja, tāpat kā rūpnieciski destilētas rožu vainaglapas kas izmantotas eļļas ražošanai, ir bagātīgs polifenolu – flavonoīdu avots ar spēcīgām antioksidatīvām īpašībām (Vinokurov et al., 2006). Vainaglapu ekstraktam antibakteriālā aktivitāte piemīt, pateicoties tādiem savienojumiem kā galikskābe, protokatehuiskābe, elagikskābe, juglanīns, astralgīns, avikularīns, kamferols un 25 fenoli (Zhong et al., 2009).

Krokainās rozes vainaglapas satur hidrolizējamus tanīnus, piemēram, galoilu, heksahidroksidifenoilu un valoneoilu (Ochir et al., 2010b). Krokainajās rozēs esošā galikskābe inhibē un apspiež dažādus enzimatiskus procesus A549 plaušu vēža šūnās, tai ir arī nozīmīga loma iekaisuma procesu novēršanā (Choi et al., 2009). Antiradikāla aktivitāte ir arī rožu ziedos esošajiem polisaharīdu peptīdu kompleksiem un polimēriem, kas sastāv no akteosaida un tā atvasinājumiem. Šīs vielas ir imūndeficīta vīrusa 1 reversa transkriptāzes (HIV-1 RT) darbības inhibitori (Ng, 2006; Fu et al., 2006). Metanola izvilkums no *R. rugosa* ir potenciāls histona acetiltransferāzes aktivitātes inhibitors, kas samazina androgēna receptora un histona acetilēšanas vadīto androgēna receptora transkripcijas regulāciju un samazina prostatas vēža šūnu augšanu (Lee et al., 2008). Ik gadu no dažādām krokainās rozes daļām izdala arvien jaunas, dažkārt pat līdz šim nepazītas vielas ar citotoksiskām spējām, kas pretdarbojas dažādiem slimību ierosinātājiem, piemēram, 2,2-dimetil-4-okso-8-(2-oksopropil)-hroman-6-ilacetāts, rugosaflavonoīdi A-G (2-8), rugaurones A-C (1-3) (Hu et al., 2013). Baltās krokainās rozes heksāna izvilkumu antiradikālās īpašības ir tikpat spēcīgas kā ķīmiski ražotiem antioksidantiem. Tas novērš udeņraža peroksidāzes radīto stresu zīdītāju šūnās, kā arī efektīvi palēnina lipīdu peroksidēšanos (Park et al., 2009).

R. rugosa un tās hibrīdu pielietojums medicīnā Eiropā līdz šim ir maz pētīts, tāpat kā šķirņu antiradikālās īpašības.

Visas Latvijas apstākļos augušās šķirnes eksperimentos uzrāda augstu antiradikālo aktivitāti gan augu vainaglapās, gan lapās. Rožu lapu un vainaglapu preparāti saistīja 80–90% no pievienotā DPPH. No visiem Cho (2003) pārbaudītajiem rožu dzimtas augiem vislielākā DPPH antiradikālā aktivitāte ir *R. rugosa*. Nepieciešams tikai 1.23 µg

ml⁻¹ rozes saknes izvilkuma, lai nobloķētu pusi brīvo DPPH radikāļu. Arī citas rozes, piemēram, *Rosa davurica* Pall., *R. acicularis* Lindl. un *R. wichurana*, daudz neatpaliek, bet lielākajai daļai eksperimentā iesaistīto Korejas tradicionālo ārstniecības augu, kuru efektivitāte ir eksperimentāli pārbaudīta, antiradikālā aktivitāte bija būtiski zemāka.

Tējas (*Camelia sinensis* L.) lapu, žeņšeņa (*Panax notoginseng* Burk.) sakņu un ginko (*Gingko biloba* L.) ekstrakta antiradikālā aktivitāte ir tikai 50%, tuvāk rugosa hibrīdu rožu rezultātiem ir granātābolu (*Punica granatum* L.) augļu miza un vīnogu (*Vitis vinifera* L.) izspiedas ar attiecīgi 95% un 90% (Sroka et al., 2006).

4.4. Antociānu saturs vainaglapās

Starpmolekulārā koppigmentācija ir viens no faktoriem, kas nosaka antociānu krāsas intensitāti un stabilitāti. Piemēram, rožu vainaglapu fenolu maisījuma pievienošana nodrošina zemeņu konservu ilglaicīgu krāsas stabilitāti (Mollov et al., 2007).

Cilvēki dienā ar pārtiku uzņem apmēram 180–215 mg antociānu, kas ir vairāk par citiem fenolu savienojumiem. Katrā ziņā dabīgi antociānu avoti ir izmantojami gan medicīnā, gan pārtikas ražošanā.

Rožu vainaglapiņas nav pasaulē bagātākais antociānu avots. Tādi antociānu krājumi, kādi ir mellenēs, upenēs (230 mg 100 g⁻¹) vai kazenēs (141 mg 100 g⁻¹), ir unikāls krāsvielu resurss (Moyer et al., 2002). Tomēr pamatsuga *R. rugosa* ir apveltīta ar pietiekamu antociānu daudzumu, lai tas būtu interesanti pārstrādei. Selekcijas procesos radītajos rugosa hibrīdos antociānu līmenis strauji krītas; pat pēc RHS krāsu standartiem tuvu esošajai šķirnei 'Plena' antociānu saturs ir trīsreiz mazāks nekā sugai *R. rugosa*. Izmaiņas vizuālajā krāsojumā, nemainoties antociānu daudzumam, var būt atšķirīga vainaglapu šūnu vakuolu skābuma rezultāts. Savukārt antociānu antiradikālā darbība ir vērtējama kopā ar fenolu un citu sekundāro metabolītu, tai skaitā gaistošo savienojumu kompleksu ziedos. Šķirnēm ar dominējošu balto ziedu krāsu antociānu daudzums tuvojas nullei. Rezultātā netiek veidoti pigmentu prekursori un rožu vainaglapiņas paliek bezkrāsainas, respektīvi, baltas.

4.5. Hlorofilu saturs lapās

Augā esošo bioloģiski aktīvo vielu daudzums mainās atkarībā no dzimtas, šķirnes, genotipa, attīstības stadijas, kā arī no augšanas substrāta, klimata un pat patogēniem (Weston & Barth, 1997). Samazinoties augu nodrošinājumam ar barības vielām, izmaiņas fluorescences emisijā spēcīgi korelē ar kopējā hlorofila daudzuma samazināšanos (Cavender-Bares & Bazzaz, 2004). Savukārt, jo augstāks hlorofilu daudzums auga lapās, jo tas labāk ietekmē auga vitalitāti un ražu. Hlorofila saturs ir labs indikators rožu izturības noteikšanai pret dažādiem augšanu un attīstību limitējošiem faktoriem, piemēram, sausumu, salnām, pārmērīgu izgaismojumu, sāls koncentrāciju (Valencia, 2009). Augstākais hlorofila daudzums lapās novērojams ziedēšanas periodā vasarā augšējās lapās. Floribundrožu šķirnei 'Betty Prior', strauji samazinoties apkārtējās vides temperatūrai, hlorofila daudzums strauji pazeminājās, līdz pat 50% no sākotnējā daudzuma, tajā pašā laikā rugosa hibrīdam 'Ottava' hlorofila saturs samazinājās tikai par 10% (Hakam et al., 2000). Citviet, salīdzinot hlorofilu daudzumu sugās un modernajās rozēs, konstatēts, ka savvaļas sugu lapās hlorofila saturs ir augstāks; novērojama klasiska hlorofilu a un b attiecība 3/1 līdz 4/1, toties ir zems karotinoīdu daudzums. Šis pigments, iespējams, aizstāts ar antociāniem. Hlorofila a daudzums sugās ziedēšanas laikā svārstās no 2.4 līdz 2.1 mg. hlorofila b daudzums – no 0.5 līdz 0.7 mg. Savukārt moderno rožu šķirņu lapās hlorofilu attiecība variē no 0.038/1 līdz 1.27/1, uzrādot augstu hlorofila b saturu, 1.297 mg 100 g⁻¹ līdz 2.264 mg g⁻¹, tai pašā laikā hlorofila a daudzums bija attiecīgi 0,050 mg 100 g⁻¹ līdz 0,272 mg g⁻¹. Turklāt kopējais hlorofila daudzums šķirņu lapās bija būtiski zemāks. Lai arī veģetācijas perioda gaitā kopējā hlorofilu daudzumā novērojamas ievērojamas svārstības, tomēr starp taksoniem to proporcija saglabājās (Adumitresei et al., 2011).

Salīdzinot ar iepriekšējo pētījumu, hlorofilu daudzums rugosa hibrīdu lapās ir zemāks, tikai 1.3–1.9 mg g⁻¹, kur hlorofila a saturs ir lielāks nekā sugām, bet mazāks nekā šķirnēm – no 0.9 līdz 1.4 – un hlorofils b – 0.4-0.5 mg g⁻¹. Rezultātā attiecība starp hlorofiliem a un b bija no 2.5 līdz 3.5.

Šajā pētījumā nav novērojamas krasas atšķirības starp sugu *R. rugosa* un šķirnēm – iespējams, tāpēc, ka selekcijas procesā suga no šķirnēm atdala tikai viena vai pāris paaudzes.

Pētījumos, salīdzinot rožu šķirņu un sugu hlorofila fluorescenci lapās, novērots, ka fotoinhibēšana notiek visu rožu lapās, tomēr sugas ir jutīgākas pret pārāk intensīvu

gaismu, tāpēc tās aktivāk fotosintēzē no rīta, savukārt šķirnes efektīvāk darbojas tieši pēcpusdienā (Linguo, 2007). Otrajā fotosistēmā daļa enerģijas tiek izkliedēta bez ķīmisko savienojumu veidošanas, tā pasargājot fotosintēzes centrus un lapas no spēcīgas gaismas bojājumiem (Feng et al., 2007).

Kviešiem ziedēšanas fāzē visaugstākais hlorofilu un karotinoīdu saturs ir novērojams augšējās dzinuma lapās (Bojovic & Stojanovic, 2005). Šajā pētījumā lapu paraugi tika vākti un analizēti no rīta, ziedēšanas fāzē, no dzinumu galiem, līdz ar to domājams, ka fotosintēze salīdzinoši bija visintensīvākā.

Ja augsnē barības elementi ir pietiekamā daudzumā, hlorofila a lapās ir ievērojami vairāk nekā hlorofila b. B hlorofila daudzums visās šķirnēs paliek līdzīgā proporcijā neatkarīgi no mēslošanas apjoma vai citiem apstākļiem, un tas svārstās ap 0.5 mg g^{-1} . Attiecīgi svārstās kopējais hlorofilu daudzums. Toties pieaug hlorofila b daudzuma attiecība pret hlorofilu a.

Hlorofilu daudzums lapās var kalpot kā indikators auga spējai intensīvi darboties stresa apstākļos, tā izturībai sausuma, pārlietas sāls koncentrācijas vai barības vielu trūkuma apstākļos (Bojovic & Stojanovic, 2005). Dārza rozes ir minētas pie augiem, kuriem labai augšanai nepieciešams pilns saules apgaismojums. Sugas nav tik prasīgas un aug arī starp krūmiem vai nelielā koku paēnā (Krüssman, 1981). Ja hlorofilu a un b attiecība tuvojas 2, tad augi ir piemēroti augšanai noēnotās vietās. Šķirnes 'Līga' un 'Rītausma' no visām aplūkotajām šķirnēm ir vislabāk spējīgas augt ēnā, pat labāk par sugu. Līdz ar to audzēšanai dekoratīvos nolūkos tās var izmantot plašāk. Nacionālajā botāniskajā dārzā augošo rugosa hibrīdu hlorofila saturs neuzrāda krasas atšķirības starp šķirnēm, tomēr pēc statistikas analīzes datiem tās ir būtiskas, līdz ar to šķirņu prasības pēc optimāliem augšanas apstākļiem variē. Šķirnes gan neuzrāda tik lielu attiecību starp hlorofilu a un b daudzumu. Tas norāda, ka fotosintēzes process ir līdzsvarots un šķirnes vēl nav tik ļoti izmainītas selekcijas procesā, lai ļoti atšķirtos no pamatsugas.

4.6. Karotinoīdi rugosa hibrīdu lapās un paaugļos

Zaļajos augos hlorofila pigmentus pavada karotinoīdi. Līdzīgi kā askorbīnskābe un antociāni, karotinoīdi tiek pieskaitīti pie vielām, kurām piemīt antiradikālā aktivitāte. tāpat tie atstāj iespaidu uz auga vitamīnu saturu, piemēram, darbojoties kā A provitamīns (Kidmose et al., 2001).

Arī karotinoīdi visvairāk koncentrējas lapas plātnē, tomēr to ir daudz mazāk nekā hlorofilu. To kopējais daudzums ir 0.4–0.6 mg g⁻¹ atkarībā no auga nodrošinājuma ar barības elementiem un genotipa (Lisiewska et al., 2006).

Gan hlorofilu, gan karotinoīdu saturs visaugstākais ir diļļu, ipomeju lapās, līdz pat divām un vairāk reizēm pārsniedzot augā kopumā esošo šo pigmentu daudzumu. Augam augot un attīstoties, karotinoīdu saturs lapu plātnēs pakāpeniski pieaug, kamēr visā augā samazinās. Visaugstākais karotinoīdu daudzums ir konstatēts arī vecākajās salātu un kāpostu lapās. Svaigas diļļu lapas satur 4.48–5.62 mg 100g⁻¹ betakarotīnu, un tā daudzums nemainās, augam nobriestot (Kmiecik, 2006).

Hlorofili aktīvas darbības periodā gan var nomākt karotinoīdu radīto krāsu, bet intensīvas fotosintēzes periodā karotinoīdi aktīvi piedalās fotonu saistīšanā fotosistēmā II, kā arī novērš hlorofilu gaismas pārslodzi, tas ir, saules radītu apdegumu veidošanos intensīvā saules starojuma laikā.

Dažādu sugu rožu augļi satur būtiski atšķirīgu karotīnu daudzumu; tas var variēt *R. canina* no 0.8 līdz 42.5 mg 100 g⁻¹. Šis rādītājs ir augsts, salīdzinot ar citām ogām un augļiem. *R. rubiginosa* satur 6.7 mg 100 g⁻¹. *R. dumalis* – 6.7 un *R. pimpinelifolia* attiecīgi 18.1 mg 100 g⁻¹ (Andersson, 2009). Līdz ar to var konstatēt, ka Latvijā audzētās rugosa hibrīdu šķirnes ‘Alise’ un ‘Raita’ satur lielu daudzumu karotīnu, tāpēc ir lietderīgāk izmantojamas nekā pati *R. rugosa*. Jāpiezīmē, ka tādos Latvijā augošos karotīnu avotos kā pīlādžos karotīnu daudzums nepārsniedz 13 mg 100 g⁻¹ (Berņa, 2013).

Lai arī rožu lapās kopējais karotinoīdu saturs ir augstāks, augļos karotinoīdu saturs ir ievērojams. Tomēr jāpiezīmē, ka lapas ziedēšanas periodā satur vairāk karotinoīdu nekā gatavi paaugļi, kā, piemēram, šķirnei ‘Frau Dagmar Hastrup’, kam augļos ir attiecīgi 13 mg 100 g⁻¹, bet lapās – 43 mg 100 g⁻¹.

4.7. Askorbīnskābe paaugļos

Runājot par rožu paaugļu izmantošanu, Viskrievijas ārstniecības augu institūtā (ВИИП) un Viskrievijas zinātniski pētnieciskajā vitamīnu institūtā ir izveidoti augļus ražojoši rugosa hibrīdi, kuros ir 2000–2500 mg 100 g⁻¹ askorbīnskābes (Kolesnikov, 2008). Zviedrijas dienvidos uzmanību pievērš *R. canina* augļus ražojošu stādījumu veidošanai, jo tās augļi, kaut arī nav visproduktīvākie, tomēr ienākas vienlaicīgi,

atvieglojot ražas novākšanas tehnoloģisko procesu. Suņu rozēs C vitamīna saturs var sasniegt 1252 mg 100 g⁻¹.

Latvijā rugosa hibrīdi nav pasaulē augstākais C vitamīna avots, tomēr salīdzinoši ir vairakkārt vērtīgāks par citiem klasiskajiem C vitamīna avotiem, piemēram, meža zemenēm – 81 mg 100 g⁻¹, upenēm – 150–200 mg 100 g⁻¹ (Romero Rodriguez et al., 1992). Ķīnas pētnieki *R. rugosa* augļos noteica 1857–2027 mg 100 g⁻¹ askorbīnskābes (Jianjun et al., 1992).

Latvijas selekcijas šķirnēs noteiktais C vitamīna daudzums sasniedz līdz pat 1007 mg 100 g⁻¹, kas ir augstākais no visiem Latvijā audzēto augļu askorbīnskābes rādītājiem, līdz ar to rožu augļi ir vērtīgs uztura bagātinātājs. Rievainās rozēs un tās hibrīdu augļi ir ērti izmantošanai, jo atšķirībā no citiem rožu ģints augļiem tiem ir visbiezākais un ērtāk nolobāmais augļapvalks. (Wegg, 1983).

Šķirne ‘Schneezweg’ ir mātesaugš gan šķirnei ‘Raita’, gan tālāk ‘Raita’ un ‘Schneezweg’ ir vecāki šķirnei ‘Alise’ (Nereta, 2010), tomēr ar katru tālāku krustojumu var novērot, ka askorbīnskābes daudzums augļos samazinās. Likās īpatnēji, ka ‘Schneezweg’ augļos askorbīnskābes ir gandrīz divreiz vairāk nekā sugai *R. rugosa*, kas izskaidrojams ar to, ka ‘Schneezweg’ vecāki ir *R. rugosa* un *R. beggeriana* – suga, kas izmantota C vitamīna ieguvei pagājušā gadsimta sākumā Ukrainā, jo askorbīnskābes saturs sausos augļos ir no 7 līdz 14% (Christopher, 1999).

4.8. Gaistošie savienojumi vainaglapās un hidrosolā

Visas rožu zieda daļas no kauslapām līdz putekšņiem satur gaistošos terpēnu savienojumus. Tomēr ziedu smaržu galvenokārt emitē vainaglapas (Hashidoko, 1996), Krokainās rozēs ziedos galvenās aromāta sastāvdaļas veidojas, ziedam atveroties, un smaržu piesātinājuma maksimumu sasniedz laikā, kad zieds ir pusatvēries līdz pilnībā izplaucis. Šajā laikā rugosa hibrīdu rožu šķirnē ‘Tang Purple’ noteica β-citronelolu, citronelola acetātu, feniletilspirtu, geranilacetātu, geraniolu, feniletilacetātu, nerolu, n-heksilacetātu, α-mircēnu u. c. (Feng, 2010). Spirti, esteri un terpēni ir galvenās smaržas sastāvdaļas. Spirtu daudzums pieaug strauji un maksimumu sasniedz, kad zieds ir pusatvēries. Esteru daudzums palielinās visātrāk, bet maksimumu sasniedzot, kad zieds ir pusatvēries, savukārt terpēnu koncentrācija vislielākā ir pumpuros. Ziedam plaukstot, esteru daudzums strauji samazinās un atkal palielinās noziedot. Aldehīdu daudzums palielinās pirmais, tad pakāpeniski samazinās. Maksimumu sasniedz pusizplaukušā

ziedā (Feng, 2008). Citos rugosa hibrīdos gaistošo vielu dažādība variēja no 7 līdz 14 vielām, lielākoties spirti ar feniletilspirtu kā dominējošo savienojumu (Feng, 2010). Vecajās dārza rozēs noteiktas 30 sastāvdaļas, no kurām lielākā daudzumā bija feniletilspirts (Antonelli et al., 1997),

Krokainās rozēs bagātās smaržas pamatā ir aromātiskais feniletilspirts, monoterpēni betacitronelols, nerols un citi monoterpēni un seskviterpēni. Vislielākais apjoms ir citronelolam (60 %), seko geraniols (8.6 %), nerols (2.8 %), citronelilacetāts (2.7 %), E-farnesols (2.4 %) un tridecan-2-ons (2.3 %), kas kopā veido 78 % aromātisko savienojumu. Savukārt rožūdenī un vainaglapu aromāta sastāvā ir feniletilspirts, kas šķīst ūdenī un tiek zaudēts destilācijas ceļā, līdz ar to eļļā nav sastopams, bet ievērojamos daudzumos ir atrodams hidrosolā (Ueyama et al., 1990).

Visu pētījumā apskatīto šķirņu vainaglapās bija citronelols (10–57%), nerols (līdz 39%), geraniols (līdz 8%) un feniletilspirts (28–80%). Pārējās vielas variēja atkarībā no šķirnes vai citiem faktoriem.

R. rugosa, kā arī tās hibrīdos esošo gaistošo savienojumu sastāvs un daudzums pa gadiem būtiski mainījies. Visticamākais izskaidrojums šādai mainībai ir ārējo klimatisko apstākļu ietekme, jo katru gadu analizēti vieni un tie paši augi. Izvērtējot klimatiskos apstākļus šajā laika periodā, var konstatēt, ka 2012. gads bijis vēss un lietains. Salīdzinot vidējo gaisa temperatūru un mitruma daudzumu gaisā ar iegūto gaistošo savienojumu daudzumu, visām šķirnēm novērojama spēcīga korelācija ar tādu temperatūru un mitrumu, kāda bija dienu pirms paraugu vākšanas – $r=0.99$.

No rožu ziediem destilētai Damaskas rožu eļļai ir jāsaturs 20–50% citronelola, 3–12% nerola, 15–29% geraniola un 1–16% parafīnu heptadekāna, nonadekāna un heneicosāna (ISO 9842:2003). Analizētās krokainajās rozēs un tās smaržīgāko hibrīdu vainaglapu smaržā identificētie spirti atbilda eļļas atrodamajam galveno sastāvdaļu daudzumam; salīdzinoši smagie un lēni izdalošies parafīni netika konstatēti, kas gan neizslēdz to identificēšanu koncentrētākā substancē – eļļā.

Ņemot vērā Bakkali (2008) atzinumu, ka minoritātē esošo savienojumu mainība neietekmē gala produkta antioksidatīvās un citotoksiskās spējas, var teikt, ka no šīm rozēm var iegūt ēteriskās eļļas un rožūdeni.

4.9. Rugosa hibrīdu šķirņu salīdzināšana

Katrai šķirnei ir sava būtiski atšķirīga bioloģiski aktīvo vielu kompozīcija un apjoms. Līdz ar to bija lietderīgi noskaidrot, kuras šķirnes ir labāk izmantojamas tikai dekoratīviem nolūkiem un kuras ir potenciāls bioloģiski aktīvu vielu avots.

Līdzšinējā rugosa hibrīdu selekcijā par primāro atlases kritēriju izmantoja to habitusu, ziedu krāsu un formu. Tā kā šīs īpašības nosaka tirgus pieprasījums pēc lielākas dažādības, kā arī piemērotības audzēšanai dažādos apstādījumu modeļos, tad tās var novērtēt tikai subjektīvi. Savukārt, vērtējot bioloģisko savienojumu daudzumu, slimībizturību, antiradikālo aktivitāti, gaistošo savienojumu apjomu u. c., lietderīgo īpašību uzskatāma salīdzināšana objektīvi pamato vienas vai otras šķirnes izmantošanu.

Tāpat ikvienas šķirnes vērtību un izmantojamību ceļ tas, ka dekoratīvais augs ir arī noderīgs pārtikas bagātinātājs. Pēc agronomisko īpašību potenciāla vislabākās šķirnes izrādījās ‘Guna’, ‘Sniedze’, ‘Violeta’ un ‘Zaiga’, kuru ziedēšanas paradumi, fotosintēzes potenciāls, ko izsaka hlorofilu daudzums lapās, un vitalitāte, ir būtiska apstādījumiem. Agronomisko vērtējumu līmenī *R. rugosa* atpaliek no šķirnēm. Savukārt, analizējot bioloģiski aktīvo vielu daudzumu, antiradikālo aktivitāti un citas īpašības, kas augiem un cilvēkiem ļauj pretoties apkārtējās vides negatīvajai ietekmei. *R. rugosa* ir nepārspējama līdere. ‘Raita’, ‘Violeta’, ‘Frau Dagmar Hastrup’, ‘Plena’ ir izmantojamas kā lielisks gaistošo savienojumu avots, kas turpmāk noderētu hidrosola ražošanā. Šķirne ‘Schneezwerg’ un no tās sēklām atlasītā šķirne ‘Raita’ ir ievēribas cienīgi askorbīnskābes avoti, to lapām piemīt augsta antiradikālā aktivitāte.

Aplūkojot visas trīspadsmit pazīmes kopā, konstatēts: lai arī *R. rugosa* nav agronomiski visefektīvākā, tomēr kopvērtējumā, pateicoties smaržai un bioloģiski aktīvo savienojumu darbībai, tā ieņem vērtīgākās rozes vietu; no selekcionētajām šķirnēm par labām atzīstamas ‘Violeta’, ‘Sniedze’, ‘Raita’.

Secinājumi

1. Šķirnes 'Ābeļzieds', 'Guna' un 'Zaiga' ir veidojušās attālā hibridizācijā, saplūstot krokainās rozes un stīgotājrožu vai floribundrožu genomiem. Pārējās šķirnes ir veidojušās kā *R. rugosa* un tās šķirņu krustojumi un nākošo paaudžu sēklaudži, atlasot vērtīgākos, dekoratīvākos, izturīgākos eksemplārus.
2. Latvijā radītās un reģistrētās šķirnes 'Ābeļzieds', 'Līga' 'Rītausma', 'Pārsla' 'Zilga' ir izturīgas pret pētījuma laikā Latvijā sastopamajām tumšplankumainības rasēm.
3. Neatkarīgi no daudzām būtiskām fenotipiskām un fizioloģiskām atšķirībām visiem hibrīdiem piemīt augsta antiradikālā aktivitāte, īpaši šķirnēm 'Sniedze' un 'Zaiga'.
4. *R. rugosa* satur bagātīgu antociānu daudzumu, taču šķirņu selekcijas procesā antociānu daudzums ir samazinājies.
5. Šķirnes 'Schneezwerg', 'Raita' un 'Zilga' ir bagātīgs askorbīnskābes avots.
6. Pamatsuga *R. rugosa* un šķirne 'Plena' satur visbagātīgāko un daudzveidīgāko gaistošo savienojumu kompozīciju. Visos pētītajos rugosa hibrīdu ziedos un hidrosolos dominējošie gaistošie savienojumi ir citronelols, nerols, geraniols un feniletilspirts.
7. Rugosa hibrīdu īpašības pieļauj to plašu saimniecisku izmantošanu. Katrai šķirnei ir atšķirīgs kvalitatīvo, lietderīgo īpašību kopums.

Literatūras saraksts

Āboliņš, A. 1902. *Rozes (vēsture, pavairošana, agrotehnika, slimības un kaitēkļi)*. No: Ķeizariskās Krievijas dārzkopības biedrības Rīgas nodaļas gada grāmata. 73.–88. lpp.

Adumitresei, L., Zamfirache, M. M. , Olteanu, Z., Boz, I. 2011. Observations on the foliar assimilating pigments content for wild and garden roses. *Journal of Plant Development*. 18(7): 47–54.

Akond, M., Jin, S., Wang, X. 2012. Molecular characterization of selected wild species and miniature roses based on SSR markers. *Scientia Horticulturae*. 147: 89–97.

Antonelli, A., Fabbri, C., Giorgioni, M. E., Bazzocchi, R. 1997. Characterization of 24 old garden roses from their volatile compositions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(11): 4435–4439.

Andersen, O. M, Viksund, R. I., Pedersen, A. T. 1995. Malvidin 3-(6-acetylglucoside)-5-glucoside and other anthocyanins from flowers of *Geranium sylvaticum*. *Phytochemistry*. 38: 1513–1517.

Anderson, N. O. 2009. *Prevention of Invasiveness in Floricultural Crops*. In: flower breeding & genetics: issues, challenges, and opportunities for the 21st century. Anderson, N.O. ed. Dordrecht: Springer, pp. 177–214.

Andersson, N. O., Staffan, C. 2009. *Chlorophylls in sea buckthorn berries (Hippophae rhamnoides) and Rose hips (Rosa Sp.)*. Doctoral thesis. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences. 61 pp.

Arya, S. P, Mahajan, M., Jain, P. 2000. Non- spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. *Analytica Chimica Acta*. 417: 1–14.

Babaei, A., Tabaei-Aghdai, S. R., Khosh-Khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M. R., Esselink, D., Smulders, M. J. M. 2007. Microsatellite analysis of Damask rose (*Rosa damascene* Mill.) accessions from various regions reveals multiple genotypes. *BMC Plant Biology*. 7(12): 79-85.

Baydar, G. N., Baydar, H., Debener, T. 2004. Analysis of genetic relationships among *Rosa damascena* plants grown in Turkey by using AFLP and microsatellite markers. *Journal of Biotechnology*. 111: 263–267.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*. 46 (2): 446–475.

Ballard, R., Rajapakse, S., Abbot, A., Byrne, D. H. 1996. DNA markers in rose and their use for cultivar identification and genome mapping. In: *ISHS Acta Horticulturae 424:II International Rose Symposium*. France, Antibes, 01.07.1996. Leuven: ISHS, 424: 265–268.

Behec, L., Dutron, L., Magnard, J., Scalliet G., Lionnet, C., Chambrier, P., Vergne, P., Dumas, C., Cock, J. M., Huguene, P. 2006. Role of petal-specific orcinol O-methyltransferases in the evolution of rose scent 1. *Plant Physiology*. 140(1): 18–29.

Ben-Meir, H. and Vainstain, A. 1994. Assessment of genetic relatedness in roses by DNA fingerprint analysis. *Scientia Horticulturae*. 58: 115–121.

Bennett, M. D., Bhandol, P., Leitch, I. J. 2000. Nuclear DNA amounts in angiosperms and their modern uses: 807 New Estimates. *Annals of Botany*. 86: 859–909.

Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M., Bertelli, D. 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *Journal of Food Science*. 69: 164–169.

Berņa, E. 2013. Pīlādžu augļi jaunu produktu ieguvei. Promocijas darba kopsavilkums. Jelgava: LLU Pārtikas tehnoloģiju fakultāte, 50 lpp.

Biber, A., Kaufmann, H., Linde, M., Spiller, M., Terefe, D., Debener, T. 2010. Molecular markers from a BAC contig spanning the *Rdr1* locus: a tool for marker-assisted selection in roses. *Theory of Applied Genetic*. 120(4): 765–773.

Blechert, O., Debener, T. 2005. Morphological characterisation of the interaction between *Diplocarpon rosae* and various rose species. *Plant Pathology*. 54: 82–90.

Bleidere, M., Gaile, Z. 2009. Latvijā selekcionēto miežu šķirņu novērtējums pēc to atbilstības augstvērtīgas lopbarības ieguvei atgremotājiem mājdzīvniekiem. *Zinātnisko rakstu krājums*. Vecauce. 19–22.

Bojovic, B., Stojanovic, J. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Science*. 57(4): 283–290.

Brace, L. 1999. *The Roseaie at Bayfields, Practical Roses for Hard Places*. Woldoboro Maine: Welcome Rain Publishers 234 pp.

Braslis, J. 1970. Vēlreiz par patsakņu rozēm. *Dārzs un Drava*, 10: 22.–23.

Brent, C. D. 2000. Roll Call, The Old Rose Breeder. *Old Rose Researcher*. London: Authors Choice Press. 1, 608 pp.

Bringloe, D. H., Roberts, A. V. 2010. Interactions of four pathotypes of *Diplocarpon rosae* with species and hybrids of *Rosa*. *Plant Pathology*. 59 (3): 516–522.

Browne, J. 1995. *Rose Gardening*. New York: Pantheon Books, Knoph Publishing. 157 pp.

- Bruneau, A., Starr, J. R., Joly, S. 2007. Phylogenetic relationships in the genus *Rosa*: New evidence from chloroplast DNA sequences and an appraisal of current knowledge. *Systematic Botany*. 32: 366–378.
- Brunn, H. H. 2005: *Rosa rugosa* Thunb. ex. Murray. Biological flora of the British Isles 239. *Journal of Ecology*. 93: 441–470.
- Cabrita, L, Fossen, T, Andersen, O.M. 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3- glucosides in aqueous solutions. *Food Chemistry*. 68: 101–107.
- Cairns, T. 2000. Modern Roses XI. London: *Academic Press*. 642 pp.
- Canli, F., Kazaz, S. 2009. Biotechnology of roses: progress and future prospects. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. A, 1: 167–183.
- Cavender-Bares, J., Bazzaz, F. A. 2004. From leaves to ecosystems: using chlorophyll fluorescence to assess photosynthesis and plant function in ecological studies. In: Papageorgiou, G.C., Govindjee (Ed.) *Chlorophyll a fluorescence: a signature of photosynthesis*. The Netherlands, Dordrecht: Springer, 737–755.
- Cho, S. Y., Cho, H. I., Park, J. H., Chun, K. H. 2006. Analysis of fragrance volatiles of Korean *Rosa hybrida* using gas chromatography-mass spectrometry. *Agricultural Chemistry & Biotechnology*. 49(4): 180–185.
- Cho, E. J., Yokozawa, T., Yokozawa, T., Rhyu, D.Y., Rhyu, D. Y., Kim, S. C., Shibahara, N., Park, J.C., Park, J. C. 2003. Study on the inhibitory effects of Korean medicinal plants and their main compounds on the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Phytomedicine*. 10(6–7): 544–551.
- Choi, K.C., Lee, Y. H., Jung, M.G., Jung, M. G., Kwon, S.H., Kim, M. J., Jun, W. J., Lee, J., Lee, J.M., Lee, J. M., Yoon, H. G. 2009. Gallic acid suppresses lipopolysaccharide-induced nuclear factor-kappaB signaling by preventing RelA acetylation in A549 lung cancer cells. *Molecular Cancer Research*. 7(12): 2011–2021.
- Christopher, T. 1999. *Easy roses for North American Gardens*. Montreal: Reader's Digest Association. 224 pp.
- Clements, J. 1999. *Heirloom Roses: A Passion for Roses*. St.Paul, Oregon: Chronicle Books. 96 pp.
- Cole, R. D. 1917. Imperfection of pollen and mutability in the genus *Rosa*. *Botanical Gazette*. 63: 110–123.
- Condliffe, P. C., Davey, M. R., Brian, P. J., Koehorst-van Putten, H., Visser, P. B., 2003. An optimised protocol for rose transformation applicable to different cultivars. *Acta Horticulturae*. 612: 115–120.

Cook, R. T. A. 1981. Overwintering of *Diplocarpon rosae* at Winsley. *Transactions of the British Mycological Society*.77: 549–556.

Crespel, L., Gudin, S., Meynet, J., Zhang, D. 2002. AFLP-based estimation of 2n gametophytic heterozygosity in two parthenogenetically derived dihaploids of *Rosa hybrida* L. *Theoretical and Applied Genetics*. 104: 451–456.

Crop, A., Society, S., Guendouz, A., Maamari, K. 2012. Grain-filling, chlorophyll content in relation with grain yield component of *Durum* wheat in a Mediterranean environment. *African Crop Science Journal*. 20(1): 31–37.

CSIRO Enquiries. 2005. World's first blue rose information sheet. Australia: Clayton South. 2 p.

Dabiņa-Bicka, I. 2013. *Antioksidantu dinamika iesala un alus ražošanā*. Promocijas darbs. Jelgava: Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Pārtikas tehnoloģijas katedra. 149. lpp.

Dangl, J. L., Horvath, D. M., Staskawicz, B. J. 2013. Pivoting the plant immune system from dissection to deployment. *Science*. 341: 746–751.

Debener, T., Drewes-Alvarez, R., Rockstroh, K. 1998. Identification of five physiological races of blackspot, *Diplocarpon rosae* Wolf, on roses. *Plant Breeding*. 117: 267–270.

Dēritzs, A. 1903. Smalku rožu sugu pavairošana. *Ķeizariskās Krievijas dārzkopības biedrības Rīgas nodaļas gada grāmata*. 4, 111.–113. lpp.

Dindonis, P. 1960. Rozes. *Puķkopība*. Rīga: LVT 134.–141. lpp.

Ding, H. 2011. Extracts and constituents of *Rubus chingii* with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity. *International Journal of Molecular Sciences*. 12(6): 3941–3949.

Dubey, S. P., Lahtinen, M., Sillanpaa, M. 2010. Green synthesis and characterizations of silver and gold nanoparticles using leaf extract of *Rosa rugosa* Colloids Surfaces. *Physicochemistry*. 364(1-3): 34–41.

Dobson, H., Danielson, E. M., Wesep, van, D. I. 1999. pollen odor chemicals as modulators of bumble bee foraging on *Rosa rugosa* Thunb. (*Rosaceae*). *Plant Species Biology* 14 (2): 153–166.

Dubois, A., Carrere S., Raymond, O., Pouvreau, B., Cottret, L., Rocchia, A., Onesto, J. P., Sakr, S., Atanassova, R., Baudino, S., Foucher, F., Bris, M. L., Gouzy, J., Bendahmane, M. 2012. Transcriptome database resource and gene expression atlas for the rose. *BMC Genomics*. 13: 638.

Dugo, M. L., Dohm, A., Ludwig, C., Schilling, D., Debener, T. 2002. Transformation of roses with genes for antifungal proteins to reduce their susceptibility to fungal diseases. *Acta Horticulturae*. 572: 105–111.

Dugo, M. L., Satovic, Z., Millan, T., Cubero, J. I., Rubiales, D., Cabrera, A. and Torres, A. M. 2005. Genetic mapping of qtls controlling horticultural traits in diploid roses. *Theoretical and Applied Genetics*. 111: 511–520.

Eom, Y. G., Chung, Y. J. 1995. Perforated ray cells in Korean *Rosaceae*. *Journal of Korean Forestry Society*. 84: 432–436.

Esselink, G. D., Smulders, M. J. M., Vosman, B. 2003. Identification of cut rose (*Rosa hybrida*) and rootstock varieties using robust sequence tagged microsatellite site markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 106: 277–286.

Feng, L., Chen, C., Li-Xia, S., Ping, L., Jun, T., Jia-Le, S., Lan-Yong, Z. 2010. Comparative analysis of headspace volatiles of chinese *Rosa rugosa*. *Molecules*. 15: 8390–8399.

Feng, L., Shao, D., Sheng, L., Zhao, L., Yu, X. 2009. Study on investigation and morphological variation of wild *Rosa rugosa* in China. *Journal of Shandong Agricultural University*. 4: 154–166.

Feng, L., Sheng, L., Zhao, L., Yu X., Shao D., He X. 2008. Changes of aroma constituents and contents in the course of *Rosa rugosa* Thunb. flower development. *Scientia Agricultura Sinica*. 12: 97–103.

Fu, M., Ng, T. B., Jiang, Y., Pi, Z. F., Liu, Z. K., Li, L., Liu, F. 2006. Compounds from Rose (*Rosa rugosa*) flowers with human immunodeficiency virus type 1 reverse transcriptase inhibitory activity. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 58(9): 1275–1280.

Fu, L. K. 1992. *China Plant Red Data Book: Rare and Endangered Plants*. Marrickville:Science Press. 741 pp.

Furst, G. 1984. Xylem histogenesis in one-year-old shoots of Yan, species differing in winter-hardiness [in Russian]. *Folia Dendrologica*. 11: 141–177.

Gachomo, E.W. 2005. *Studies of the life cycle of Diplocarpon rosae wolf on roses and the effectiveness of fungicides on pathogenesis*. Summary of Promotion Thesis. Göttingen : Cuvillier Verlag, 147 pp.

Galenieks, P. 1932. Rozēm ziedot (Rozes vēsturē un tagad). Rīga: Daugava. 8, 888.–896. lpp.

- Gar, O., Sargent, D. J., Tsai, C. J., Pleban, T., Shalev, G., Byrne, D. H., Zamir, D. 2011. An Autotetraploid linkage map of rose (*Rosa hybrida*) validated using the strawberry (*Fragaria vesca*) genome sequence. *Plos One*. 6(5): 735–748
- Ghose, K., McCallum, J., Fillmore, S., Kirby, C., Sanderson, K., Joly, S., Bruneau, A., Fofana, B. 2013. Structuration of the genetic and metabolite diversity among prince edward island cultivated wild rose ecotypes. *Scientia Horticulturae*. 160: 251–263.
- Giovanelli, G., Buratti, S. 2009. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*. 112(4): 903–908.
- Grattapaglia, D., Sederoff, R. 1994. Genetic Linkage Maps of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* using a pseudo-testcross: mapping strategy and RAPD markers. *Genetics* 137: 1121–1137.
- Gudin, S. 1998. Improvement of rose varietal creation in the world. In: ISHS Acta Horticulturae 01.09.1999. Rome, Italy. 495. WCHR - World Conference on Horticultural Research. Leuven: ISHS. 424: 265–268.
- Gudin, S., Mouchotte, J. 1996. Integrated research in rose improvement - A Breeder's Experience. *Acta Horticulturae*. 424: 285–292.
- Hakam, N., Khanizadeh, S., Deell, J. R., Richer, C., Prior, B. 2000. Assessing chilling tolerance in roses using chlorophyll fluorescence. *HortScience*. 35(2): 184–186.
- Han, Y. 1991. Wild rose nutritional analysis of fruit. *Food Science*. 12. 348–359.
- Harkness, J. 1978. *Roses*. London: J. M. Dent & Sons. 290 pp.
- Hashidoko, Y. 1996. The Phytochemistry of *Rosa rugosa*. *Phytochemistry*. 43 (3): 535–549.
- Hashidoko, Y., Endoh, K., Kudo, T., Tahras, 2001. Capability of wild *Rosa rugosa* and its varieties and hybrids to produce sesquiterpene components in leaf glandular trichomes. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 65(9): 2037–2043.
- Hashimoto, S., Furukawa, K. 2006. The essential oil from the flowers of *Rosa rugosa* Thunb. var. *Plena* Regel. *Flavour and Fragrance Journal*. 5(4): 219–222.
- Henker, H., 2000. Rosa. In: Hegi, G. (Begr.) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Berlin: Band IV Teil 2C. 80 pp.
- Hick, E., Doyle, E., Niccraith, A., Doyle, J., Lenon, W., B. 2011. *The wild rose hip*. Wild food template Wild and Slow. 9(13), 12 p.

Hornero-Mendez, D. & Minguez-Mosquera, M. I. 2000. Carotenoid pigments in *Rosa mosqueta* hips, an alternative carotenoid source for foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 825–828.

Huang, D., Ou, B., Prior, R. L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (3) 23: 1841–1856.

Hu, Q., Zhou, B., Huang, J., Jiang, Z., Huang, X., Yang, L., Gao, X., Yang, G., Che, C. 2013. Cytotoxic oxepinochromenone and flavonoids from the flower buds of *Rosa rugosa*. *Journal of Natural Products*. 76(10): 1866–1872.

Isermann, M. 2008. Classification and habitat characteristics of plant communities invaded by the non-native *Rosa rugosa* Thunb. in NW Europe. *Phytocoenologia*. 38 (1–2): 133–150.

ISO Copyright Office. International Standard ISO 9842. 2003. Oil so Rose (Rose x damascena Miller). Second edition. Switzerland. 7 p.

Hubbard, M., Kelly, J., Rajapakse, S., Abbott, A., Ballard, R. 1992. Restriction fragment length polymorphisms in rose and their use for cultivar identification. *Horticulturae Science*. 27: 172–173.

Isfahlan, A. J., Mahmoodzadeh, A., Hassanzadeh, A., Heidari, R., Jamei, R. 2010. Antioxidant and antiradical activities of phenolic extracts from Iranian almond (*Prunus amygdalus* L.) hulls and shells. *Turkish Journal of Biology*. 34: 165–173.

Jacob, Y., Teyssier, C., Reynders-Aloisi, S., Brown, S. C. 1996. Use of flow cytometry for the rapid determination of ploidy level in the genus *Rosa*. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 424: 273–278.

Janick, J., Gudin, S. 2000. Rose: genetics and breeding. *Plant Breeding Reviews* 17: 159–189.

Jones, J. D., Dangl, J. L. 2006. The plant immune system. *Nature*. 444: 323–329.

Joung, Y. H., Kim, S. T., Kim, G. J., Lee, J. H., Gi, G. Y., Han T. H. 2010. Genetic relationship of genus *Rosa* germplasm and genetic diversity of *Rosa rugosa* in Korea. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*. 28: 1003–1013.

Joyaux, F. 2008. *Enzyklopädie der Alten Rosen*. Germany: Ulmer Eugen Verlag, 312 pp.

Jianjun, C., Jinhui, W., Yadong, L., Dongsheng, W. 1992. Analysis of nutrition components in the fruits of wild *Rosa rugosa* Thunb. *Acta Nutrimenta Sinica*. 1992-04: 233–241

Kamijo, M., Kanazawa T., Funaki M., Nishizawa M., Yamagishi T., Kanazawa, T., Funaki, M., Nishizawa, M., Yamagishi, T. 2008. Effects of *Rosa rugosa* petals on intestinal bacteria. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 72(3): 773–777.

Kampuse, S. 2006. *Latvijā audzēto aveņu, upeņu un jāņogu šķirņu ogu piemērotība saldēšanai*. Promocijas zinātniskā darba kopsavilkums. Jelgava: LLU Lauksaimniecības fakultāte. 43 lpp.

Kampuss, K. 2005. *Upeņu un jāņogu (Ribes L.) ģenētisko resursu izpēte Latvijā*. Promocijas zinātniskā darba kopsavilkums. Jelgava: LLU Lauksaimniecības fakultāte. 52 lpp.

Kaufmann, H., Mattiesch, L., Loerz, H. and Debener, T. 2003. Construction of a BAC library of *Rosa rugosa* Thunb. and assembly of a contig spanning *Rdr1*, a gene that confers resistance to blackspot. *Molecular Genetics Genomics*. 268: 666–674.

Kelager, A., Pedersen, J. S., Bruun, H. H 2013. Multiple introductions and no loss of genetic diversity: invasion history of Japanese Rose, *Rosa rugosa*, in Europe. *Biological Invasions*. 15: 1125–1141.

Kellner, A., Ritz, C. M., Wissemann, V. 2012. Hybridization with invasive *Rosa rugosa* threatens the genetic integrity of native *Rosa mollis*. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 170: 472–484.

Kidmose, U., Knuthsen, P., Edelenbos, M., Justesen, U., Hegelund, E. 2001. Carotenoids and flavonoids in organically grown spinach (*Spinacia oleracea* L.) genotypes after deep frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 918–923.

Kirca, A., Ozkan, M., Cemeroglu, B. 2006. Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. *Food Chemistry*. 97: 598–605.

Kim, C. K., Chung, J. D., Park, S. H., Burrell, A. M., Kamo, K. K., Byrne, D. H., 2004. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of *Rosa hybrida* using the green fluorescent protein (GFP) Gene. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 78(2): 107–111(5).

Kļaviņš, A. 2012. *Latvijas Daba*. Rīga: Gandrs [skatīts 2012. gada septembrī]. Pieejams: www.latvijasdaba.lv.

Kmiecik, W., Lisiewska, Z., Slupski, J. 2006. Relationship between the yield and quality of green dill and the height of plants. *Folia Horticulturae*. 17(2): 37–52.

Kollmann, J., Brink-Jensen, K., Frandsen, S., Hansen, M. 2011. Uprooting and burial of invasive alien plants: a new tool in coastal restoration? *Restoration Ecology*. 19(3): 371–378.

- Koning-Boucoiran, C. F. S., Smulders, M. J. M., Krens, F. A., Esselink, G. D., Maliepaard, C. 2012. SNP genotyping in tetraploid roses. *Acta Horticulturae*. 953: 351–356.
- Kowarik, I. 2003. Biologische Invasionen. In: *Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Stuttgart: Ulmer, 238–241.
- Krussman, G. 1981. *The Complete Book of Roses*. Portland, Oregon: Timber Press, 436 pp.
- Lee, Y. H., Jung, M. G., Kang, H. B., Choi, K. C., Haam, S., Jun, W., Kim, Y. J., Cho, H. Y., Yoon, H. G. 2008. Effect of anti-histone acetyltransferase activity from *Rosa rugosa* Thunb. (*Rosaceae*) extracts on androgen receptor-mediated transcriptional regulation. *Journal of Ethnopharmacology*. 13, 118(3): 412–417.
- Lee, J. H., Lee, H. J., Choung, M. G. 2011. Anthocyanin compositions and biological activities from the red petals of korean edible rose (*Rosa hybrida* cv. Noblered). *Food Chemistry*. 129: 272–278.
- Leus, L. 2008. *Resistance breeding for powdery mildew (Podosphaera pannosa) and black spot (Diplocarpon rosae) in roses*. Promotion Thesis. Ghent: Faculty of bioscience Engineering. 148 pp.
- Li, X., Gasic, K., Cammoe, B., Brockaert, W., Korban, S. S. 2003. Transgenic rose lines harbouring an antimicrobial protein gene, Ace-AMP1, demonstrate enhanced resistance to powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*). *Planta*. 218: 226–232.
- Linde, M., Hattendorf, A., Kaufmann, H., Debener, T. 2006. Powdery mildew resistance in roses: QTL mapping in different environments using selective genotyping. *Theoretical and Applied Genetics*. 113: 1081–1092.
- Liguo, F., Zhen, F., Lanyong, Z., Lixia, S. 2007. Comparison of photosynthetic characteristics between wild plants and cultivars of *Rosa rugosa*. *Scientia Silvae Sinicae*. 2007-2. 34–48.
- Lisiewska, Z. A., Kmiecik, W., Korus, A. 2006. Content of vitamin c, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height. *The Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 134–140.
- Macoboy, S. 1993. *The Ultimate Rose Book (Including Miniature, and Wild-All Shown in Color and Selected for Their Beauty, Fragrance)*. New York: Harry Abrams. 472 pp.
- Malek, B. V., Debener, T. 1998. Genetic analysis of blackspot (*Diplocarpon rosae*) in Tetraploid roses. *Theoretical and Applied Genetics*. 96: 228–231.

Malek, B. V., Weber, W. E., Debener, T. 2000 Identification of molecular markers linked to *Rdr1*, a gene conferring resistance to blackspot in roses. *Theoretical and Applied Genetics*. 101: 977–983.

Marchant, R., Davey, M. R., Lucas, J. A., Lamb, C. J., Dixon, R. A., Power, J. B. 1998a. Expression of a chitinase transgene in rose (*Rosa hybrida* L) reduces development of black spot disease (*Diplocarpon rosae* Wolf). *Molecular Breeding*. 4: 187–194.

Marchant, R., Power, J. B., Lucas, J. A., Davey, M. R. 1998b. Biolistic transformation of rose (*Rosa hybrida* L.). *Annals of Botany*. 81: 109–114.

Marschner, H. 1999. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London: Academic Press. 889 pp.

Mazza, G., Miniati, E. 1993. *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains*. Boca Raton: CRC Press. 120–145.

Meiers, S., Kemeny, M., Weyand, U., Gastpar, R., von Angerer, E., Marko, D. 2001. The anthocyanidins, cyanidin and delphinidin are potent inhibitors of the epidermal growth-factor receptor. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 49: 958–962.

Mercure, M., Bruneau, A. 2008. Hybridization between the escaped *Rosa rugosa* (*Rosaceae*) and native *R. blanda* in eastern North America. *American Journal of Botany*. 95: 597–607.

Mikanagi, Y., Saito, N., Yokoi, M., Tatsuzawa, F. 2000. Anthocyanins in flowers of genus *Rosa*, sections *Cinnamomeae* (=Rosa), *Chinenses*, *Gallicanae* and some modern garden roses. *Biochemical Systematics and Ecology*. 28(9): 887–902.

Millan, T., Osuma, F., Cobos, S., Torres, A. M. and Cubero, J. I. 1996. Using RAPDs to study phylogenetic relationships in *Rosa*. *Theoretical and Applied Genetics*. 92: 273–277.

Mintāle, Z., Vikmane, M. 2010. Slāpekļa un sēra mēslojuma ietekme uz hlorofila afluorescenci vasaras rapša *Brassica napus* L. lapās un sēklu ražu. No: *Zināšanas – visdrošākais ieguldījums darbam un dzīvei: Zinātniska semināra rakstu krājums*. Vecauce, 54.–55. lpp.

Moghaddam, H. H., Leus, L., De Riek, J., van Huylenbroeck, J., van Bockstaele, E. 2012. Construction of a genetic linkage map with SSR, AFLP and morphological markers to locate QTLs controlling pathotype-specific powdery mildew resistance in diploid roses. *Euphytica*. 184: 413–427.

Mollov, P., Mihalev, K., Shikov, V., Yoncheva, N., Karagyozov, V. 2007. Colour stability improvement of strawberry beverage by fortification with polyphenolic copigments

naturally occurring in rose petals. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 8(3): 318–321.

Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., Wrolstad, R. E. 2002.

Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 519–525.

Nesaule, V., 1975. *Rozes*. Rīga: Zvaigzne. 126 lpp.

Nereta, I., 2010. *Rožu pasaule*. Rīga: Lauku Avīze. 64 lpp.

Ng, T. B., Pi, Z. F., Yue, H., Zhao, L., Fu, M., Li, L., Hou, J., Shi, L. S., Chen, R. R., Jiang, Y. 2006. A polysaccharopeptide complex and a condensed tannin with antioxidant activity from dried rose (*Rosa rugosa*) flowers. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 58(4): 529–534(6).

Nicolas, J. H. 1927. Sterility encountered in rose breeding. in: international conference on flower and fruit sterility. August 12–14, 1926 Research Department of The Conard-Pyle Company. *Memoirs of the Horticultural Society of New York*. 55.–63. pp.

Niemiera, A. X., Holle, V. B. 2009. *Invasive plants – a horticultural perspective*. Virginia Cooperative Extension. Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences. Virginia Polytechnic Institute and State University. 6 p.

Ochir, S., Ishii, K., Park, B., Matsuta, T., Nishizawa, M., Kanazawa, T., Funaki, M., Yamagishi, T. 2010a. Botanical origin of Mei-gui hua (Petal of a *Rosa* species). *Journal of Natural Medicine*. 64(4): 409–416.

Ochir, S., Park, B., Nishizawa, M., Kanazawa, T., Funaki, M., Yamagishi, T. 2010b. Simultaneous determination of hydrolysable tannins in the petals of *Rosa rugosa* and allied plants. *Journal of Natural Medicine*. 64(3): 383–387.

Osborne, R. 2002. *Hardy Roses: A Practical guide to varieties and techniques*. Toronto: Key Porter Books. 154 pp.

Oyant, L. H. S., Crespel, L., Rajapakse, S., Zhang, L., Foucher, F. 2008. Genetic linkage maps of rose constructed with new microsatellite markers and locating QTL controlling flowering traits. *Tree Genetics & Genomes* 4: 11–23.

Palmer, J. G., Sachs, I. B., Semeniuk, P. 1978. The leafspot caused by *Marssonina rosae* observed in scanning electron and light microscopy. *Scanning Electron Microscopy*. 2: 1019–1026.

Park, J. C., Kim, S. C., Hur, J. M., Choi, S. H., Kab Y. L. Choi, J. W. 2004. Anti-hepatotoxic effects of *Rosa rugosa* root and its compound, rosamultin, in rats intoxicated with bromobenzene. *Journal of Medicinal Food*. 7(4): 436–441.

Park, D., Jeon, J.H., Kwon, S. C., Shin, S., Jang, J.Y., Jeong, H. S., Lee D, I., Kim, Y.B., Joo S. S. 2009. Antioxidative activities of white rose flower extract and pharmaceutical advantages of its hexane fraction via free radical scavenging effects. *Biochemistry and Cell Biology*. 87(6): 943–952.

Park, S. B., KanazawaB., Kanazawa, T., Nishizawa, M., Yamagishi, T. 2007. Studies on *Rosa rugosa* and Mei gui hua cultivated in Xinjiang. The 7th.China Medicinal Plant Congress, Xinjiang.

Pētersone, A., Brikmane, K. 1980. *Latvijas PSR augu noteicējs*. 2. pārstr. izd. Rīga: Zvaigzne, 589 lpp.

Phillips, R., Rix, M. 1994. *The Quest for the Rose*. London: Random House. 256 pp.

Randall, R. 2002. *Global Compendium of Weeds*. Australia: R. G. and F. J. Richardson. 906 pp.

Romero R. M. A., Vazquez O., M. L., Lopez H. J., Lazano, S. J. 1992. Determination of vitamin c and organic acids in varios fruits by HPLC. *Journal of Chromotography Science*. 30(11): 433–437.

Rout, G. R., Samantaray, S., Mottey, J., Das, P. 1999. Biotechnology of the rose: a review of recent progress. *Scientia Horticulturae*. 81: 201–228.

Sanchez J. C., Garcia R. F., Cors T. M., 2010. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical and superoxide anion scavenging activity of *Rhizophora mangle* (L.) bark. *Pharmacognosy Responds*. 2(5): 279–284.

Scalliet, G., Lionnet C., Le Behec, M., Dutron, L., Magnard, J. L., Baudino, S., Bergougnoux, V., Jullien, F., Chambrier, P., Vergne P., Dumas, C., Mark Cock, J., Hugueney, P. 2006. Petal-specific orcinol o-methyltransferases in the evolution of rose scent. *Plant Physiology*. 140: 18–29.

Shalit, M., Guterman, I., Volpin, H., Bar, E. Tamari, T., Menda, N., Adam, Z., Zamir, D., Vainstein, A., Weiss, D., Pichersky, E., Lewinsohn, E. 2003. Identification of an acetyl-coenzyme a. geraniol/citronellol acetyltransferase in developing rose petals. *Plant Physiology*. 131(4): 1868–1876.

Rieksta, Dz. 1968. Rožu šķirņu augšana un attīstība LPSR ZA Botāniskajā dārzā. *Daiļdārzniecība VII, Augu introdukcija un zaļā celtniecība*. 311.–334. lpp.

Rieksta, Dz. 1983. *Rozes*. Rīga: Avots. 223. lpp.

Rieksta, Dz. 1988. *Latvijā audzētās rožu šķirnes*. Rīga: LPSR ZA BD, 205 lpp.

Rieksta, Dz. 2003. *Rožu Avīze*. Lauku Avīzes tematiskā avīze. 61. lpp.

Riekstiņš, I. 1980. *Savvaļas rozes*. Rīga: Zinātne, 82. lpp.

Roberts, A. V., Gladis, T., Brumme, H. 2009. DNA amounts of roses (*Rosa* L.) and their use in attributing ploidy levels. *Plant Cell Reports*. 28: 61–71.

Sanahuja, G., Farré, G., Bassie, L., Zhu, C., Christou, P., Capell, T, Farré, G., Bassie, L., Zhu, C., Christou, P., Capell, T. 2013. Ascorbic acid synthesis and metabolism in maize are subject to complex and genotype-dependent feedback regulation during endosperm development. *Biotechnology Journal*. 8(10): 1221–1230.

Scheer, H. 2004. Chlorophylls and Carotenoids. In: *Encyclopedia of Chemical Biology*. W. J., Lennarz, D. Lane (ed.), New York: Wiley, 1, 206–210.

Shulaev, V., Sargent, D. J., Crowhurst, R. N., Mockler, T. C., Folkerts, O., Delcher, A. L., Jaiswal, P., Mockaitis, K., Liston, A., Mane, S. P., Burns, P., Davis, T. M., Slovin, J. P., Bassil, N., Hellens, R. P., Evans, C., Harkins, T., Kodira, C., Desany, B., Crasta, O. R., Jensen, R. V., Allan, A.C., Michael, T. P., Setubal, J. C., Celton, J. M., Rees, D. J., Williams, K. P., Holt, S. H., Rojas, J. J., Chatterjee, M., Liu, B., Silva, H., Meisel, L., Adato, A., Filichkin, S. A., Troggio, M., Viola, R., Ashman, T. L., Wang, H., Dharmawardhana, P., Elser, J., Raja, R., Priest, H. D., Bryant, D. W., Jr., Fox, S. E., Givan, S. A., Wilhelm, L. J., Naithani, S., Christoffels, A., Salama, D. Y., Carter, J., Girona, E. L., Zdepski, A., Wang, W., Kerstetter, R. A., Schwab, W., Korban, S. S., Davik, J., Monfort, A., Oyes-Rothan, B., Arus, P., Mittler, R., Flinn, B., Aharoni, A., Bennetzen, J. L., Salzberg, S. L., Dickerman, A. W., Velasco, R., Borodovsky, M., Veilleux, R. E., Folta, K. M. 2010 The genome of woodland strawberry (*Fragaria vesca*). *Nature Genetics*. 43: 109–116.

Souq, F., Coutos-Thevenot, P., Yean, H., Delbard, G., Maziere, Y., Barbe, J. P., Boulay, M. 1996. Genetic transformation of roses, 2 examples: one on morphogenesis, the other on anthocyanin biosynthetic pathway. *Acta Horticulture*. 424: 381–388.

Sparinska, A., Rostoks, N. 2012. Comparing ornamental and other quality traits of *Rosa rugosa* hybrids in Latvia. *Acta Horticulturae*. 953: 277–283.

Sparinska, A., Zarina, R., Rostoks, N. 2009. Diversity in *Rosa rugosa* x *Rosa x hybrida* interspecific cultivars. *Acta Horticulturae*. 836: 111–116.

Spiller, M., Linde, M., Linde, M., Hibrand-Saint O., L. Tsai, C.J., Byrne, D. H, Smulders, M. J., Foucher, F., Debener, T. 2011. Towards a unified genetic map for diploid roses. *Theoretical and Applied Genetics*. 122(3): 489–500.

Sroka, Z. 2006. The screening analysis of antiradical activity of some plant extracts. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*. 60: 563–570.

Suo, Y., Leung, D.W. M. 2002. BTH-induced accumulation of extracellular proteins and blackspot disease in rose. *Biologia Plantarum* 45: 273–279.

Svejda, F. 1974. Reproductive capacity of F1 Hybrids from *R. rugosa* and *R. chinensis* cultivars. *Euphytica* 23: 665–669.

Svejda, F. 1977. Breeding of improvement of flowering attributes of winterhardy *Rosa rugosa* hybrids. *Euphytica*. 26: 697–701.

Terefe, D., Debener, T. 2011. An SSR from the leucine-rich repeat region of the rose *Rdr1* gene family is a useful resistance gene analogue marker for roses and other *Rosaceae*. *Plant Breeding*. 130: 291–293.

Terefe-Ayana, D., Kaufmann, H., Linde, M., Debener, T. 2012. Evolution of the *Rdr1* TNL-cluster in roses and other *Rosaceous* species. *BMC Genomics*. 13: 409.

Terefe-Ayana, D., Yasmin, A., Le, T. L., Kaufmann, H., Biber, A., Kuehr, A., Linde, M., Debener, T. 2011. Mining disease resistance genes in roses: functional and molecular characterisation of the *Rdr1* locus. *Frontiers in Plant Science*. 2: 35.

Tirzitis, G., Bartosz, G. 2010. Determination of antiradical and antioxidant activity: basic principles and new insights. *Acta Biochimica Polonica*. 57(2): 139–142.

The International Prunus Genome Initiative, Verde, I., Abbott, A. G., Scalabrin, S., Jung, S., Shu, S., Marroni, F., Zhebentyayeva, T., Dettori, M. T., Grimwood, J., Cattonaro, F., Zuccolo, A., Rossini, L., Jenkins, J., Vendramin, E., Meisel, L. A., Decroocq, V., Sosinski, B., Prochnik, S., Mitros, T., Policriti, A., Cipriani, G., Dondini, L., Ficklin, S., Goodstein, D. M., Xuan, P., Fabbro, C. D., Aramini, V., Copetti, D., Gonzalez, S., Horner, D.S., Falchi, R., Lucas, S., Mica, E., Maldonado, J., Lazzari, B., Bielenberg, D., Pirona, R., Miculan, M., Barakat, A., Testolin, R., Stella, A., Tartarini, S., Tonutti, P., Arus, P., Orellana, A., Wells, C., Main, D., Vizzotto, G., Silva, H., Salamini, F., Schmutz, J., Morgante, M., Rokhsar, D. S. 2013. The High-quality Draft Genome of Peach (*Prunus persica*) Identifies Unique Patterns of Genetic Diversity, Domestication and Genome Evolution. *Nature Genetics*. 45: 487–494.

Tanaka, Y., Brugliera, F. and Chandler, S. 2009. Recent progress of flower colour modification by biotechnology. *International Journal of Molecular Sciences* . 10: 5350–5369.

Thomas, G. S. 1994. *The Graham Stuart Thomas Rose Book*. Portland, Oregon: Timber Press, 509 pp.

Tuzun, S. 2000. The relationship between pathogen-induced systemic resistance (ISR) and Multigenic (horizontal) resistance in plants. *European Journal of Plant Pathology*. 107(1): 85–93.

- Ueyama, Y., Hashimoto, S., Furukawa, K. 2006. The essential oil from the flowers of *Rosa rugosa* Thunb. var. *plena* Regel. *Flavour and Fragrance Journal*. 5, (4): 219–222.
- Ueda, Y., Tomahita, H. 1989. Morphometric analysis of pollen exine patterns in roses. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 58: 211–220.
- Uggla, M., Carlson - Nilsson, B. 2005. Screening of fungal diseases in offspring from crosses between *Rosa* sections *Caninae* and *Cinnamomeae*. *Scientia Horticulturae*. 104(4): 493–504.
- Šnē, E., Galoburda, R., Segliņa, D. 2013. Sea buckthorn vegetative parts – a good source of bioactive compounds. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 67(2): 101–108.
- Valencia, E. G. S. 2009. *Study of Nutrient Solution Management in Soilless Rose Cultivation, through the Analysis of Physiological Parameters and Nutrient Absorption*. Doctoral thesis. 192 pp.
- Veigas, M. J. 2009. *Molecular mechanism of action of antioxidant biomolecules from higher plants*. Promotion Thesis. New Dehli: Plant Cell Biotechnology Department, Central Food Technological Research Institute. 269 pp.
- Velasco, R., Zharkikh, A., Affourtit, J., Dhingra, A., Cestaro, A., Kalyanaraman, A., Fontana, P., Bhatnagar, S. K., Troggo, M., Pruss, D., Salvi, S., Pindo, M., Baldi, P., Castelletti, S., Cavaiuolo, M., Coppola, G., Costa, F., Cova, V., Dal Ri, A., Goremykin, V., Komjanc, M., Longhi, S., Magnago, P., Malacarne, G., Malnoy, M., Micheletti, D., Moretto, M., Perazzolli, M., Si-Ammour, A., Vezzulli, S., Zini, E., Eldredge, G., Fitzgerald, L.M., Gutin, N., Lanchbury, J., Macalma, T., Mitchell, J. T., Reid, J., Wardell, B., Kodira, C., Chen, Z., Desany, B., Niazi, F., Palmer, M., Koepke, T., Jiwan, D., Schaeffer, S., Krishnan, V., Wu, C., Chu, V. T., King, S. T., Vick, J., Tao, Q., Mraz, A., Stormo, A., Stormo, K., Bogden, R., Ederle, D., Stella, A., Vecchietti, A., Kater, M. M., Masiero, S., Lasserre, P., Lespinasse, Y., Allan, A. C., Bus, V., Chagne, D., Crowhurst, R. N., Gleave, A. P., Lavezzo, E., Fawcett, J. A., Proost, S., Rouze, P., Sterck, L., Toppo, S., Lazzari, B., Hellens, R. P., Durel, C. E., Gutin, A., Bumgarner, R. E., Gardiner, S. E., Skolnick, M., Egholm, M., van de Peer, Y., Salamini, F., Viola, R. 2010. The Genome of the Domesticated Apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Nature Genetics*. 42: 833–839.
- Vestergaard, P. 2004. Temporal development of vegetation and geomorphology in a man-made beach-dune system by natural processes. *Nordic Journal of Botany*. 24, (3): 309–326.
- Vert, M., Doi, Y., Hellwich, K., Hess, M., Hodge, P., Kubisa, P., Rinaudo, M., Schué F. 2012. Terminology for biorelated polymers and applications. IUPAC Recommendations. *Pure Applied Chemistry*. 84(2): 377–410.

Vukosavljev, M., Zhang, J., Esselink, G.D., van 't Westende, W. P. C., Cox, P., Visser, R. G. F., Arens, P., Smulders, M. J. M. 2013. Genetic diversity and differentiation in roses: a garden rose perspective. *Scientia Horticulturae*. 162: 320–332.

Walker, J. C. 1994. Structure and function of the receptor-like protein kinases of higher plants. *Plant Molecular Biology*. 26: 1599–1609.

Wang, X. Q., Wei Q., Wei, P. Y. 2009. Roses in the analysis of anthocyanins. *Food and Drug*. 11: 65–73.

Wang, H., Yao, L., Cai, R., Pan, J., Chen, X. 2012. Genetic relationship analyses of oil-bearing roses in China using matK sequences. *Scientia Horticulturae*. 137: 121–124.

Wegg, S. M., Townsley, P. M. 1983. Ascorbic acid in cultured tissue of Briar rose, *R. rugosa* Thunb. *Plant Cell Reports*. 2: 78–81.

Weidema, I. 2006: NOBANIS – Invasive alien species fact sheet –*Rosa rugosa*. – From: Online Database of the European network on invasive alien species – NOBANIS. Available from: www.nobanis.org.

Wen, Z. 2007. Rose (*Rosa rugosa* Thunb.) Genetic diversity and population genetic structure of the preliminary study. *Shandong University 2007 Annua Publishing*. 176–183 pp.

Weston, L. A., Barth, M. M. 1997. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. *Hortscience*. 32: 812–816.

Whitaker, V. M., Hokanson, S. C. 2009. Partial resistance to black spot disease in diploid and tetraploid roses: general combining ability and implications for breeding and selection. *Euphytica*. 169(3): 421–429.

Wu, J., Wang, Z., Shi, Z., Zhang, S., Ming, R., Zhu, S., Khan, M. A., Tao, S., Korban, S. S., Wang, H., Chen, N. J., Nishio, T., Xu, X., Cong, L., Qi, K., Huang, X., Wang, Y., Zhao, X., Wu, J., Deng, C., Gou, C., Zhou, W., Yin, H., Qin, G., Sha, Y., Tao, Y., Chen, H., Yang, Y., Song, Y., Zhan, D., Wang, J., Li, L., Dai, M., Gu, C., Wang, Y., Shi, D., Wang, X., Zhang, H., Zeng, L., Zheng, D., Wang, C., Chen, M., Wang, G., Xie, L., Sovero, V., Sha, S., Huang, W., Zhang, S., Zhang, M., Sun, J., Xu, L., Li, Y., Liu, X., Li, Q., Shen, J., Wang, J., Paull, R. E., Bennetzen, J. L., Wang, J., Zhang, S. 2013. The Genome of the pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.). *Genome Research*. 23: 396–408.

Xiao, Z. P., Wu H. K., T. Wu T, Shi H., Hang, B., Aisa, H. A. 2006. Kaempferol and quercetin flavonoids from *Rosa rugosa*. *Chemistry of Natural Compounds*, 42(6): 736–737.

Xu, Q., Wen, X., Deng, X. 2004. A Simple protocol for isolating genomic DNA from Chestnut rose (*Rosa roxburghii* Tratt.) for RFLP and PCR Analyses. *Plant Molecular Biology Reporter*. 22: 301–302.

Yan, Z., Denneboom, C., Hattendorf, A., Dolstra, O., Debener, T., Stam, P. and Visser, B. P. 2005. Construction of integrated map of rose with AFLP, SSR, PK, RGA, RFLP, SCAR and morphological markers. *Theoretic and Applaid Genetics*. 110: 766–777.

Yang L. Y. 2011. Fazhong Rose 2010 powdery mildew infection in *S. exigua* larvae feeding on the impact and development. *Southwest Forestry College*. 2, 54.

Yang, J. H., Zhang, S. P., Liu, J., Zhai, W., Wang, R. Q. 2009. Genetic diversity of wild *Rosa rugosa* in China. *Journal of Systematics and Evolution*. 47(6): 515–524.

Yasmin, A., Kaufmann, H., Terefe, D., Biber, A., Kuehr, A., Debener, T. 2009. Cloning and analysis of *Rdr1*, a black spot resistance gene from roses. *Theses in V International Symposium on Rose Research and Cultivation*. 870: 191–196.

Young, M. A., Schorr, P., Baer, R. 2007. *Modern Roses 12: the Comprehensive list of roses in cultivation or of historical or botanical importance*. American Rose Society. 435 pp.

Yokoya, K., Roberts, A.V., Mottley, J., Lewis, R., Brandham, P.E. 2000. Nuclear DNA amounts in roses. *Annals of Botany*. 85: 557–561.

Zhang, Q., Pan, H., Sun, M., Yang, W., Wang, J. 2012. Unique ornamental plant genetic resources and breeding in China. *Acta Horticulturae*. 937(9): 135–140.

Zhang, S., Wang, R., Ji-Hong, Y. Q., Wei Y. 2004. Shandong coastal wild rose (*Rosa rugosa*) status and conservation of endangered. South China Normal University. 11–13.

Zhong, J., Yi Y., Zhongping, X., Jun, C., Aisa, H. A., Zhang, T. 2009. Separation and purification of three flavonoids from the petal of *Rosa rugosa* Thunb. by HSCCC. *Asianjtm.com* 4 (6): 220–227. [http://www.asianjtm.com/qikan/manage/wenzhang/AJTM2009,4\(6\)-2.pdf](http://www.asianjtm.com/qikan/manage/wenzhang/AJTM2009,4(6)-2.pdf).

Ермаков, А. И., Арасимович, В. В., Ярош, Н. П., Перуанский, Ж. В., Еуковникова, Г. А., Иконникова, М. И. 1987. *Методы биохимического исследования растений*. А. И. Ермаков. ред. Ленинград: Агропромиздат. 431 с.

Колесников, С. 2008. *Повышение продуктивности сортов шиповника на основе совершенствования защиты их от вредителей генеративных органов*. Диссертация, Мичуринск-Наукоград, 238 с.

Шанина, Е. В. 2004. *Комплексная переработка биомассы Rosa acicularis Lindl.* Автореферат дис. кандидата технических наук. 05.21.03. Сиб. гос. технол. ун-т Красноярск, 18 с. 9 04-7/3376-7 9 04-7/3377-5.

Тахтаджян, А., Л. 1981. *Жизнь растений*. А. Л. Тахтаджян ред Москва: Просвещение, 5 (2). Цветковые растения. Двудольные. 511 с.

Pateicības

Pateicoties Nacionālā botāniskā dārza rožkopes Dr.agr. Dzidras Riekstas darbam visas dzīves garumā, Latvija var lepoties ar 23 rugosa hibrīdu šķirnēm. Izturīgām, pacietīgām un vērtīgām rozēm, praktiski vienīgajām mūsu valsts rožu šķirnēm.

Paldies visiem, kas palīdzēja īstenot šo projektu un atbalstīja eksperimentu norisi: Nacionālajam Botāniskajam dārzam un īpaši Ilmai Neretai par atbalstu un paraugu nodrošinājumu, Latvijas Lauksaimniecības Universitātes darbiniekiem par atbalstu analīžu veikšanā, sevišķi Dr.sc.ing Zandai Krūmai.

Paldies par atbalstu Latvijas Universitātes Botāniskā dārza darbiniekiem, manai ģimenei un kaimiņiem, it īpaši Irēnai Dainai Lasei un Dāvim Sparinskim.

Šis darbs izstrādāts pateicoties Nila Rostoka vadītajam Latvijas Universitātes grantam ZP-59 un ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā «Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē»



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Pielikumi